

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 補足-028 改1
提出年月日	2020年10月12日

工事計画に係る説明資料（機器・配管系の耐震性についての計算書等）

2020年10月

東京電力ホールディングス株式会社

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

添付書類の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

資料	工認添付書類	補足説明資料
1	V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針	KK7 補足-028-1 設計用床応答曲線の作成方針に関する補足説明資料
2	V-2-2-4 原子炉本体の基礎の地震応答計算書 V-2-3-1 炉心、原子炉圧力容器及び圧力容器内部構造物の地震応答計算書	KK7 補足-028-2 建屋－機器連成解析に関する補足説明資料
3	V-2-1-9 機能維持の基本方針	KK7 補足-028-3 耐震評価における等価繰返し回数について
4	V-2 耐震性に関する説明書	KK7 補足-028-4 動的機能維持の詳細評価について（新たな検討又は詳細検討が必要な設備の機能維持評価について）
5	V-2 耐震性に関する説明書	KK7 補足-028-5 弁の動的機能維持評価について
6	V-2 耐震性に関する説明書	KK7 補足-028-6 ケミカルアンカの高温環境下での使用について
7	V-2 耐震性に関する説明書	KK7 補足-028-7 加振試験について
8	V-2-10-2 浸水防護施設の耐震性に関する説明書 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-3-別添 3 津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度に関する説明書	KK7 補足-028-8 浸水防護施設の耐震性に関する説明書の補足説明資料
9	V-2-別添 3 可搬型重大事故等対処設備の耐震性に関する説明書	KK7 補足-028-9 可搬型重大事故等対処設備の耐震性に関する説明書に係る補足説明資料
10	V-1-2-1 原子炉本体の基礎に関する説明書 V-2 耐震性に関する説明書 V-3 強度に関する説明書	KK7 補足-028-10 機電分耐震計算書の補足について
11	V-2-別添 1 火災防護設備の耐震性に関する説明書	KK7 補足-028-11 火災防護設備の耐震性に関する説明書の補足説明資料

設計用床応答曲線の作成方針に関する補足説明資料

1. 設計用床応答曲線の作成方法及び適用方法について
2. 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
3. 原子炉建屋の床応答曲線における水平方向（NS 方向，EW 方向）の応答の相違の要因について

1. 設計用床応答曲線の作成方法及び適用方法について

## 目 次

1. 概要	1
2. 設計用床応答曲線Ⅰの作成方法	1
2.1 基本方針	1
2.2 地震応答解析の実施	3
2.3 応答スペクトルの作成	5
2.4 基礎地盤の傾斜の影響の考慮	5
2.5 機器の固有周期のずれ等の影響の考慮	5
2.6 材料物性の不確かさ等の影響の考慮	5
3. 設計用床応答曲線Ⅱの作成方法	7
4. 設計用床応答曲線の適用方法	7

添付資料 1 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力

## 1. 概要

機器・配管系の評価においては、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示す通り、設計用床応答曲線として、設計用床応答曲線Ⅰ又は設計用床応答曲線Ⅱを用いる。

ここで、設計用床応答曲線Ⅰは、その作成過程において、応答スペクトルの拡幅や複数の応答スペクトルの包絡等の処理を行うことで、材料物性の不確かさ等が機器・配管系の評価に及ぼす影響を、予め織り込めるように配慮して作成するものであり、設計用床応答曲線Ⅱは、全ての固有周期における震度が設計用床応答曲線Ⅰ以上となるように作成するものである。

本資料は、これらの設計用床応答曲線の作成方法及び適用方法について説明するものである。ここで、設計用床応答曲線を作成する建物・構築物等を、表1-1に整理する。

表1-1 設計用床応答曲線を作成する建物・構築物等

分類	施設名称
建物・構築物	原子炉建屋 大型機器系（原子炉本体基礎等） 炉内構造物系（圧力容器内部構造物等） タービン建屋 コントロール建屋 廃棄物処理建屋 緊急時対策所 格納容器圧力逃がし装置基礎
屋外重要土木構造物	軽油タンク基礎 燃料移送系配管ダクト 第一ガスタービン発電機基礎 第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎

## 2. 設計用床応答曲線Ⅰの作成方法

### 2.1 基本方針

設計用床応答曲線Ⅰの作成方法の全体像は、図2-1に示す通りである。以降、「2.2」～「2.6」で各項目の詳細な説明を行う。

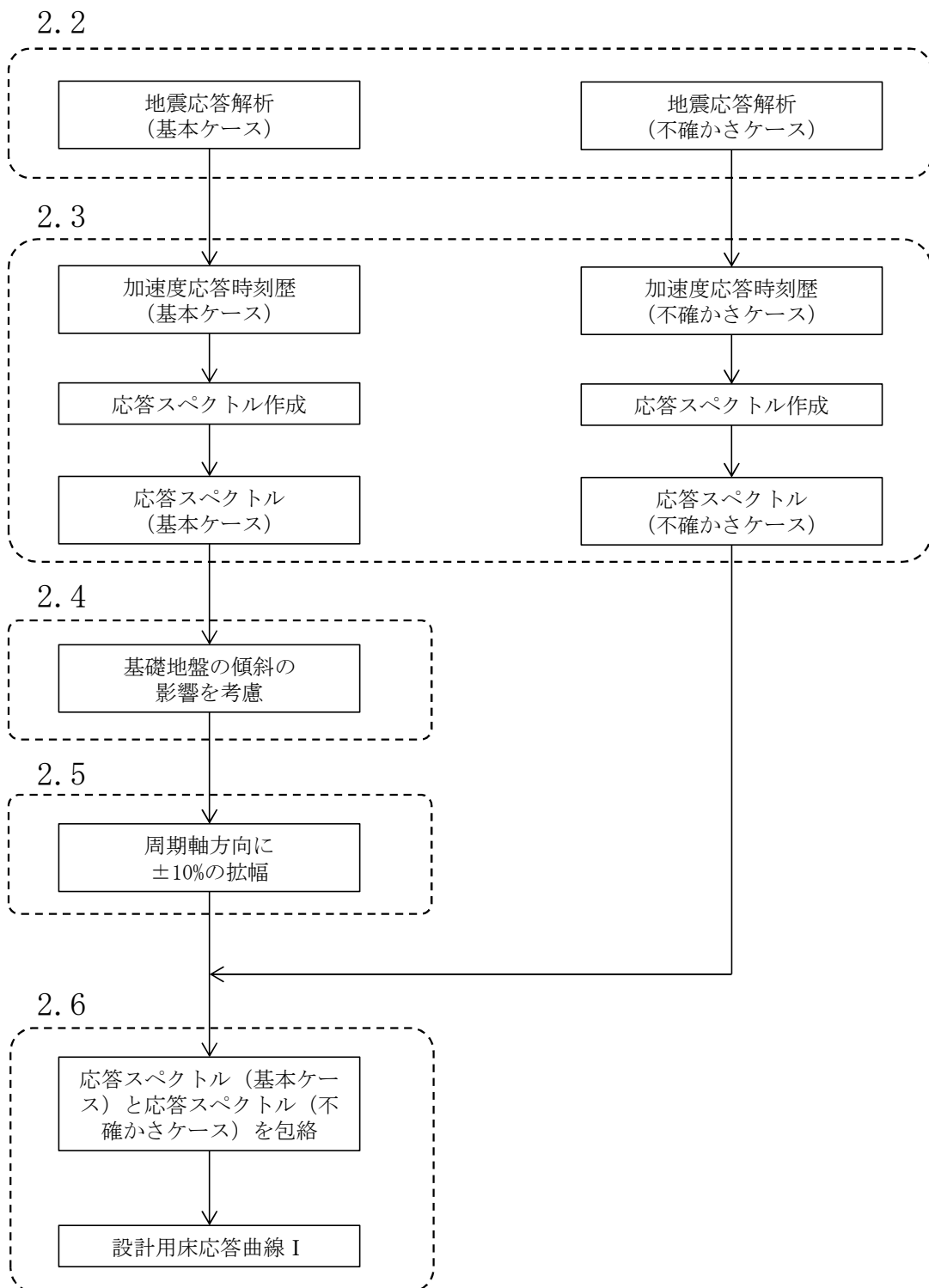


図 2-1 設計用床応答曲線 I の作成方法



## 2.2 地震応答解析の実施

### (1) 建物・構築物

建物・構築物の地震応答解析は、表 2-2 の解析ケースで実施する。なお、表 2-2 は、建物・構築物の地震応答計算書に記載される解析ケースを整理したものである。ここで、本資料では、材料物性の不確かさ等を考慮したケース（ケース 2～8）を「不確かさケース」として扱う。

表 2-2 地震応答解析を実施する解析ケースの整理（建物・構築物）

○；地震応答解析を実施する解析ケース / -；地震応答解析を実施しない解析ケース

施設		基本 ケース	材料物性の不確かさ等を考慮したケース						
名称	地震応答 計算書	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8
		工認モデル	建屋剛性+ $\sigma$ 地盤剛性+ $\sigma$	建屋剛性- $\sigma$ 地盤剛性- $\sigma$	建屋剛性 コア平均	建屋剛性 -2 $\sigma$	回転ばね低減	原子炉本体基礎 ダイヤフラムフロア 実強度	原子炉本体基礎 スケルトン曲線 曲線包絡
原子炉建屋	V-2-2-1	○	○	○	○	○	○	-	-
大型機器系	V-2-2-4	○	○	○	○	○	○	○	○
炉内構造物系	V-2-3-1	○	○	○	○	○	○	○	○
タービン建屋	V-2-2-5	○	○	○	○	○	-	-	-
コントロール 建屋	V-2-2-9	○	○	○	○	○	○	-	-
廃棄物処理建屋	V-2-2-11	○	○	○	○	○	-	-	-
緊急時対策所	V-2-2-15	○	○	○	○	○	-	-	-
格納容器圧力 逃がし装置基礎	V-2-2-13	○	○ (地盤剛性+ $\sigma$ )	○ (地盤剛性- $\sigma$ )	-	-	-	-	-

(2) 屋外重要土木構造物

屋外重要土木構造物の地震応答解析は、図 2-2 の図中に記載に記載するケース③、④、⑤の解析ケースで実施する。(KK 補足-027 資料 1 参照)

ここで、本資料では、ケース④を「基本ケース」、ケース③及びケース⑤を「不確かさケース」として扱う。

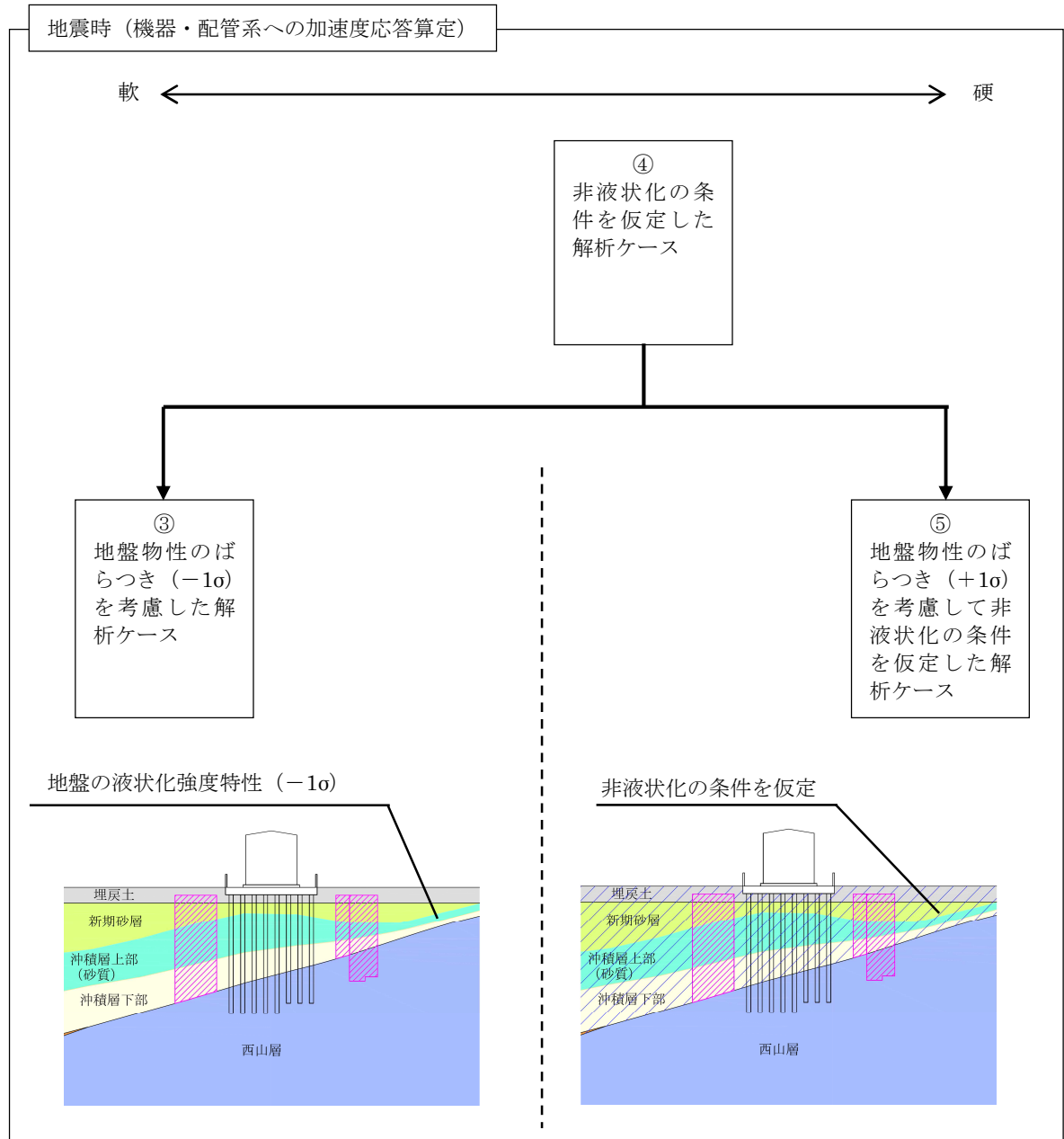


図 2-2 地震応答解析を実施する解析ケースの整理 (屋外重要土木構造物)

### 2.3 応答スペクトルの作成

「2.2」で示した地震応答解析（基本ケース及び不確かさケース）から得られる、加速度応答時刻歴を入力波として、応答スペクトルを作成する。

以降、本資料では、基本ケースの地震応答解析に基づく応答スペクトルを「応答スペクトル（基本ケース）」、不確かさケースの地震応答解析に基づく応答スペクトルを「応答スペクトル（不確かさケース）」という。

### 2.4 基礎地盤の傾斜の影響の考慮（図 2-3）

水平方向の応答スペクトル（基本ケース）に対して、工事計画に係る補足説明資料【KK7 補足-024 資料 7 基礎地盤傾斜による影響の補足説明資料】に示す方法に従い、全周期に  $\sin \theta$  ( $\theta$  は傾斜角) 以上の震度を加算する。なお、本項は地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜が 1/2000 を超える地震動にのみ考慮することを原則とする。

### 2.5 機器の固有周期のずれ等の影響の考慮（図 2-4）

「2.3」で作成した応答スペクトル（基本ケース）に対して、「2.4」に示した方法で「基礎地盤の傾斜の影響」を考慮した上で、J E A G 4 6 0 1-1987 を参照し、機器の固有周期のずれや、地盤物性、建屋剛性、地盤ばね定数の算出式及び減衰定数、模擬地震波の位相特性等といった因子の変動に伴う応答スペクトルの変動の影響をカバーすることを目的として、周期軸方向に±10%拡幅することとする。

### 2.6 材料物性の不確かさ等の影響の考慮（図 2-5）

「2.5」で作成したものと、「2.3」で作成した応答スペクトル（不確かさケース）を包絡させることにより、材料物性の不確かさ等の影響についての配慮を行い、これを設計用床応答曲線 I とする。

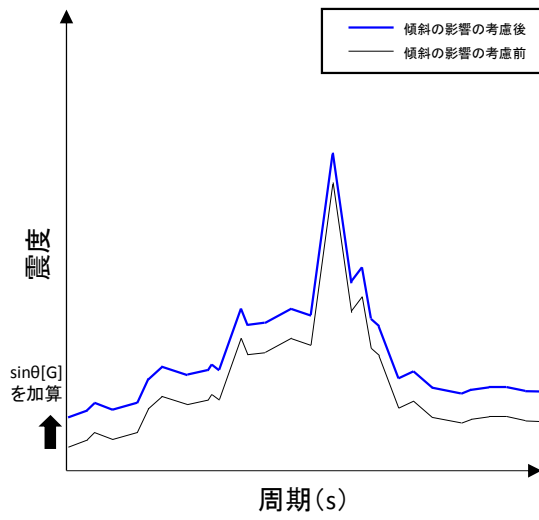


図 2-3 基礎地盤の傾斜の影響を考慮する方法

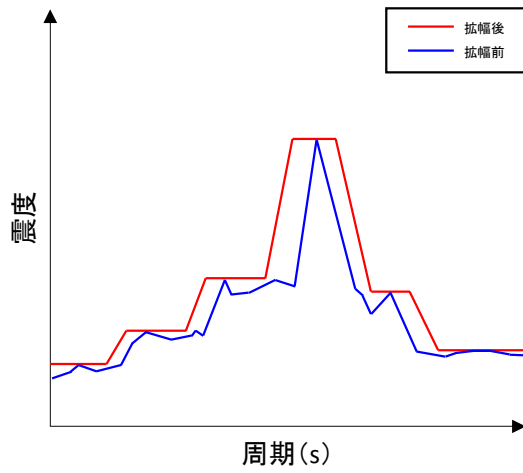


図 2-4 機器の固有周期のずれ等の影響を考慮する方法 (±10%拡幅)

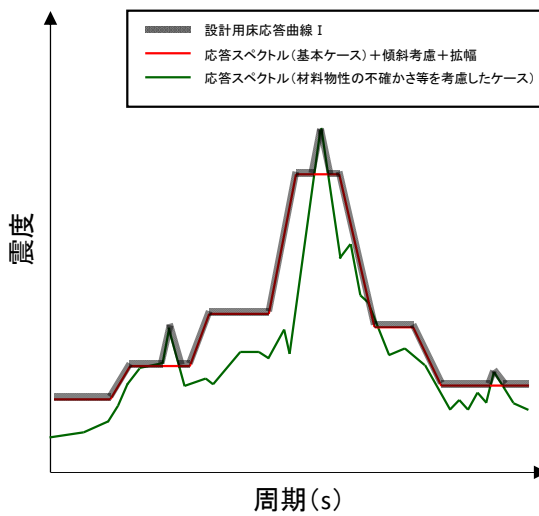


図 2-5 材料物性の不確かさ等の影響を考慮する方法

### 3. 設計用床応答曲線Ⅱの作成方法

設計用床応答曲線Ⅱは、設計用床応答曲線Ⅰの設定に先立って機器・配管系の耐震設計を行うことを目的として作成したものであり、事前検討段階の地震応答解析モデル（平成18年耐震設計審査指針改定に伴い実施した耐震安全性評価に用いたもの等）による床応答曲線を係数倍すること等により作成し、設計用床応答曲線Ⅰを包絡することを確認したものを使用する。

ここで、設計用床応答曲線Ⅰは、「2.」に示した方法で、基礎地盤の傾斜の影響や材料物性の不確かさ等の影響を考慮しているため、設計用床応答曲線Ⅱも、これらの影響を考慮したものとなる。

### 4. 設計用床応答曲線の適用方法

機器・配管系の評価においては、設計用床応答曲線Ⅰ又は設計用床応答曲線Ⅱを用いる。

機器・配管系の評価に用いる設計用床応答曲線の一例を図4-1に示す。

ここで、設計用床応答曲線Ⅰ、設計用床応答曲線Ⅱは、それぞれ「2.」、「3.」に示した方法で、基礎地盤の傾斜の影響や材料物性の不確かさ等の影響を予め織り込んでいたため、機器・配管系の評価において、いずれの条件を用いた場合でも、その結果は、これらの影響を考慮したものとなる。また、各設備の耐震計算書に適用する設計用床応答曲線、設計用最大応答加速度、地震荷重（せん断力、モーメント、配管反力等）を添付資料1に示す。

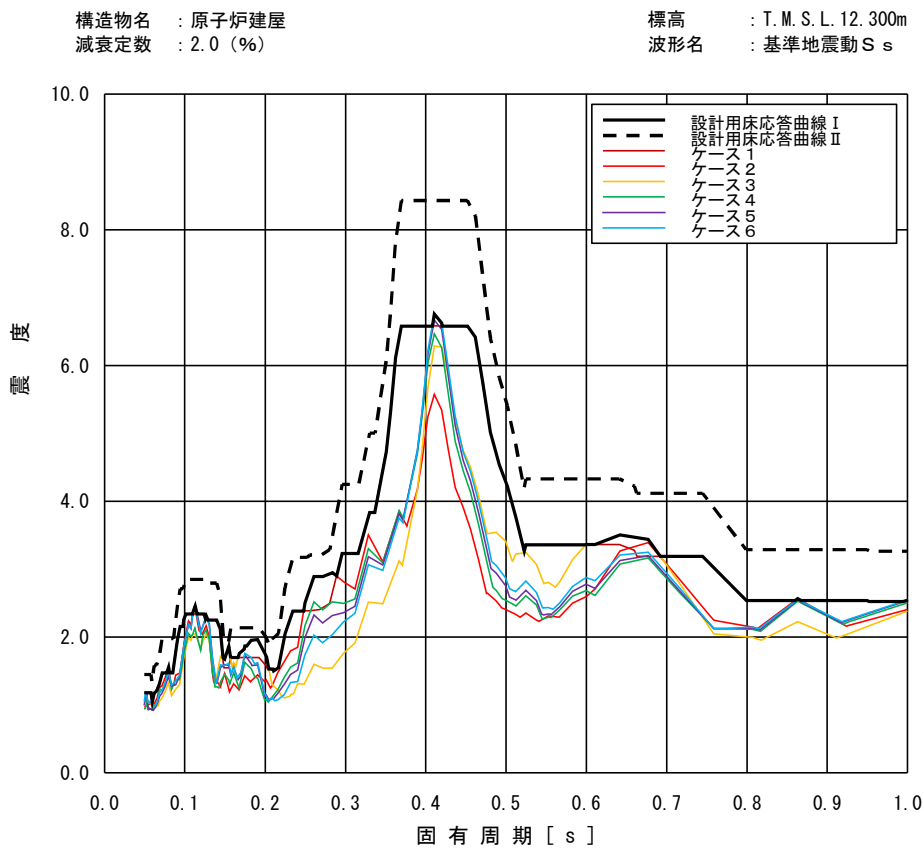


図4-1 設計用床応答曲線の例

## 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力

各設備の耐震計算書に適用する設計用床応答曲線，設計用最大応答加速度，地震荷重（せん断力，モーメント，配管反力等）（以下本資料では総称して「設計用地震力」という。）を表 2 に整理する。

表 2 では設計用地震力を，以下の 3 種類に区別している。

- ・設計用 I
- ・設計用 II
- ・その他

ここで，「設計用 I」及び「設計用 II」は，V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」，V-2-2-4「原子炉本体の基礎の地震応答計算書」，V-2-3-1「炉心，原子炉圧力容器及び圧力容器内部構造物の地震応答計算書」に示す設計用地震力である。また，「その他」は評価の合理化や保守的な条件で評価を行うことを目的として，下記の方法で個別に設定した設計用地震力であり，設計用 I による値を上回ることを確認している。

- ・過去の評価（建設時工認での評価，耐震設計審査指針改定時の耐震安全性評価等）の際に用いた設計用最大応答加速度又は地震荷重を活用するもの（シュラウドサポート，ブラケット等）
- ・配管反力の算出に先立ち工学的判断により定めた地震荷重を用いて評価を行うもの（ノズル等）

表 2 においては「設計用 I」，「設計用 II」，「その他」を用いている場合に，それぞれ「I」，「II」，「その他」と表記し，同一の耐震計算書で複数の耐震条件を使用する場合は「分類等」欄に表 1 の分類を記載している。

表 1 複数の耐震条件を使用する場合の分類

分類	内容	設備例
a.	機器別 同一の耐震計算書に複数の機器が存在し，機器毎（管についてはモデル毎）に設計用 I，設計用 II を使い分けているもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>・管</li> <li>・可燃性ガス濃度制御系再結合装置</li> <li>・非常用ディーゼル発電機</li> </ul>
b.	Ss/Sd 別 Ss を用いた評価，Sd を用いた評価で設計用 I，設計用 II，その他を使い分けているもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上部格子板</li> <li>・炉心支持板</li> <li>・燃料支持金具</li> </ul>
c.	DBA/SA 別 設計基準対処施設としての評価，重大事故対処設備としての評価で設計用 I，設計用 II を使い分けているもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>・下部ドライウェル機器搬入用ハッチ</li> </ul>
d.	弁動的 構造強度評価で設計用 II を使用しているが，弁動的機能維持評価では，弁動的機能維持評価の方針に従い設計用 I を使用しているもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>・管</li> </ul>
e.	機器動的 構造強度評価で設計用 II を使用しているが，動的・電氣的機能維持評価では，機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以内に収まるように設計用 I を使用しているもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料プール冷却浄化系ポンプ</li> <li>・非常用ガス処理系排風機</li> </ul>

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(1/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-1	説明書	—	—	—	—	—
V-1-2	原子炉本体の説明書	—	—	—	—	—
V-1-2-1	原子炉本体の基礎に関する説明書	大型機器系	I	—	I, その他	b.(Ss/Sd別)
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	炉心, 原子炉圧力容器及び圧力容器内部構造物の地震応答計算書	—	—	—	—	—
V-2-3-2	炉心の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-3-2-1	炉心の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-3-2-1(1)	燃料集合体の耐震性についての計算書	炉内構造物系	I	—	I	—
V-2-3-2-2	炉心支持構造物の応力解析の方針	—	—	—	—	—
V-2-3-2-3	炉心支持構造物の応力計算書	—	—	—	—	—
V-2-3-2-3に含む	炉心シュラウドの応力計算	炉内構造物系	II	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-2-3に含む	シュラウドサポートの応力計算	炉内構造物系	II, その他	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-2-3に含む	上部格子板の応力計算	炉内構造物系	I, II	—	I, II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-2-3に含む	炉心支持板の応力計算	炉内構造物系	I, II	—	I, II	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-2-3に含む	燃料支持金具の応力計算	炉内構造物系	I, II	—	I, II	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-2-3に含む	制御棒案内管の応力計算	炉内構造物系	—	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-3	原子炉圧力容器の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-3-3-1	原子炉圧力容器本体の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-3-3-1-1	原子炉圧力容器の応力解析の方針	—	—	—	—	—
V-2-3-3-1-2	原子炉圧力容器の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-3-3-1-2に含む	ブラケット類の応力計算	—	—	—	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(2/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-3-3-1-2に含む	スタビライザブラケット	大型機器系	—	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-3-1-3に含む	蒸気乾燥器支持ブラケット	大型機器系	II, その他	—	—	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-3-1-2に含む	給水スパージャブラケット	大型機器系	—	—	その他	—
V-2-3-3-1-2に含む	低圧注水スパージャブラケット	大型機器系	—	—	その他	—
V-2-3-3-1-2に含む	原子炉圧力容器支持スカートの応力計算	大型機器系	II, その他	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-3-1-2に含む	原子炉圧力容器基礎ボルトの応力計算	大型機器系	II	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-3-1-3	原子炉圧力容器本体の応力計算書	—	—	—	—	—
V-2-3-3-1-3に含む	胴板の応力計算	大型機器系	II, その他	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-3-1-3に含む	下部鏡板の応力計算	炉内構造物系	II, その他	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-3-1-3に含む	制御棒駆動機構ハウジング貫通孔の応力計算	炉内構造物系	II, その他	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-3-1-3に含む	原子炉冷却材再循環ポンプ貫通孔(N1)の応力計算	炉内構造物系	I	—	I	—
V-2-3-3-1-3に含む	主蒸気ノズル(N3)の応力計算	大型機器系	—	—	その他	—
V-2-3-3-1-3に含む	給水ノズル(N4)の応力計算	大型機器系	—	—	その他	—
V-2-3-3-1-3に含む	低圧注水ノズル(N6)の応力計算	大型機器系	—	—	その他	—
V-2-3-3-1-3に含む	上蓋スプレイ・ベントノズル(N7)の応力計算	原子炉建屋	—	—	その他	—
V-2-3-3-1-3に含む	原子炉停止時冷却材出口ノズル(N8, N10)の応力計算	大型機器系	—	—	その他	—
V-2-3-3-1-3に含む	原子炉冷却材再循環ポンプ差圧検出ノズル(N9)の応力計算	大型機器系 炉内構造物系	—	—	その他	—
V-2-3-3-1-3に含む	炉心支持板差圧検出ノズル(N11)の応力計算	大型機器系 炉内構造物系	—	—	その他	—
V-2-3-3-1-3に含む	計装ノズル(N12, N13, N14)の応力計算	大型機器系	—	—	その他	—
V-2-3-3-1-3に含む	ドレンノズル(N15)の応力計算	大型機器系	—	—	その他	—
V-2-3-3-1-3に含む	高圧炉心注水ノズル(N16)の応力計算	大型機器系 炉内構造物系	—	—	その他	—
V-2-3-3-2	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-2-3-3-2-1	原子炉圧力容器付属構造物の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-3-3-2-1に含む	原子炉冷却材再循環ポンプモータケーシングの応力計算	炉内構造物系	I	—	I	—



表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(3/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-3-3-2-2	原子炉圧力容器スタブライザの応力計算書	大型機器系	—	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-3-2-3	制御棒駆動機構ハウジングレストレイントビームの応力計算書	大型機器系 炉内構造物系	II	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-3-3	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-2-3-3-3-1	原子炉圧力容器内部構造物の応力解析の方針	—	—	—	—	—
V-2-3-3-3-2	原子炉圧力容器内部構造物の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-3-3-3-2に含む	蒸気乾燥器の応力計算	大型機器系	II	—	—	—
V-2-3-3-3-2に含む	気水分離器及びスタンドパイプの応力計算	炉内構造物系	—	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-3-3-2に含む	シュラウドヘッドの応力計算	炉内構造物系	—	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-3-3-3-2に含む	中性子束計測案内管の応力計算	炉内構造物系	II	—	—	—
V-2-3-3-3-3	原子炉圧力容器内部構造物の応力計算書	—	—	—	—	—
V-2-3-3-3-3に含む	給水スパージャの応力計算	大型機器系	II	—	—	—
V-2-3-3-3-3に含む	高圧炉心注水スパージャの応力計算	炉内構造物系	II	—	—	—
V-2-3-3-3-3に含む	低圧注水スパージャの応力計算	大型機器系	II	—	—	—
V-2-3-3-3-3に含む	高圧炉心注水系配管(原子炉圧力容器内部)の応力計算	炉内構造物系	II	—	—	—
V-2-4	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の耐震性に関する説明書	—	—	—	—	—
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-2-4-1に含む	制御棒・破損燃料貯蔵ラックの耐震性についての計算書	原子炉建屋	I	—	—	—
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	使用済燃料貯蔵プール及びキャスクピットの耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木構造物の 地震応答計算結果を直接 使用するものであるため対象外
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	I	—	—	—
V-2-4-2-3	使用済燃料貯蔵プール水位・温度(SA)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I	I	—	—
V-2-4-2-4	使用済燃料貯蔵プール水位・温度(SA広域)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I	I	—	—
V-2-4-2-5	使用済燃料貯蔵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	II	II	—	—
V-2-4-2-6	使用済燃料貯蔵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	II	II	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(4/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
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	燃料プール冷却浄化系熱交換器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-4-3-1-2	燃料プール冷却浄化系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	I	—	e.(機器動的)
V-2-4-3-1-3	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-4-3-2	燃料プール代替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	I, II	—	—	a.(機器別)
V-2-5	原子炉冷却系統施設の耐震性に関する説明書	—	—	—	—	—
V-2-5-1	原子炉冷却系統施設の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-5-1に含む	原子炉冷却材再循環ポンプの耐震性についての計算書(原子炉冷却系統施設 原子炉冷却材再循環設備)	大型機器系	II	—	—	—
V-2-5-1に含む	管の耐震性についての計算書(原子炉冷却材の循環設備 復水給水系)	大型機器系 タービン建屋	I, II	I	—	a.(機器別) d.(弁動的)
V-2-5-1に含む	管の耐震性についての計算書(原子炉冷却材浄化設備 原子炉冷却材浄化系)	原子炉建屋 大型機器系	II	I	—	d.(弁動的)
V-2-5-2	原子炉冷却材の循環設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-2-1	主蒸気系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-2-1-1	アキュムレータの耐震性についての計算書	大型機器系	II	—	—	—
V-2-5-2-1-2	管の耐震性についての計算書	大型機器系 タービン建屋	I, II	I	—	a.(機器別) d.(弁動的)
V-2-5-3	残留熱除去設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-3-1	残留熱除去系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-3-1-1	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	I	—	—	—
V-2-5-3-1-2	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	II	I	—	e.(機器動的)
V-2-5-3-1-3	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	II	—	—	—
V-2-5-3-1-4	残留熱除去系ストレーナ部ティーの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-5-3-1-5	残留熱除去系ストレーナ取付部コネクタの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-5-3-1-6	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋 大型機器系	II	I	—	d.(弁動的)

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(5/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-5-4	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-2-5-4-1	高圧炉心注水系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-4-1-1	高圧炉心注水系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	I	—	e.(機器動的)
V-2-5-4-1-2	高圧炉心注水系ストレナーナの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-5-4-1-3	高圧炉心注水系ストレナーナ部ティーの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-5-4-1-4	高圧炉心注水系ストレナーナ取付部コネクタの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-5-4-1-5	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋 大型機器系 廃棄物処理建屋	I, II	I	—	a.(機器別) d.(弁動的)
V-2-5-4-2	原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-4-2-1	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	II	I	—	e.(機器動的)
V-2-5-4-2-2	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	I	I	—	—
V-2-5-4-2-3	原子炉隔離時冷却系ストレナーナの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-5-4-2-4	原子炉隔離時冷却系ストレナーナ部ティーの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-5-4-2-5	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I, II	I	—	a.(機器別) d.(弁動的)
V-2-5-4-3	高圧代替注水系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-4-3-1	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	II	II	—	—
V-2-5-4-3-2	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I	—	—	—
V-2-5-4-4	低圧代替注水系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-4-4-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I, II	—	—	a.(機器別)
V-2-5-4-5	水の供給設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-4-5-1	管の耐震性についての計算書	廃棄物処理建屋	I	—	—	—
V-2-5-5	原子炉冷却材補給設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-5-1	補給水系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-5-1-1	復水移送ポンプの耐震性についての計算書	廃棄物処理建屋	II	I	—	e.(機器動的)
V-2-5-5-1-2	復水貯蔵槽の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の 地震応答計算結果を直接 使用するものであるため対象外

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(6/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-5-5-1-3	管の耐震性についての計算書	廃棄物処理建屋	II	—	—	—
V-2-5-6	原子炉補機冷却設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-6-1	原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-6-1-1	原子炉補機冷却水系熱交換器の耐震性についての計算書	タービン建屋	I	—	—	—
V-2-5-6-1-2	原子炉補機冷却水ポンプの耐震性についての計算書	タービン建屋	II	I	—	e.(機器動的)
V-2-5-6-1-3	原子炉補機冷却海水ポンプの耐震性についての計算書	タービン建屋	I, II	I	—	b.(Ss/Sd別) e.(機器動的)
V-2-5-6-1-4	原子炉補機冷却水系サージタンクの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-5-6-1-5	原子炉補機冷却海水系ストレナーナの耐震性についての計算書	タービン建屋	II	—	—	—
V-2-5-6-1-6	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋 タービン建屋	I, II	I	—	a.(機器別) d.(弁動的)
V-2-5-6-2	代替原子炉補機冷却系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-5-6-2-1	管の耐震性についての計算書	タービン建屋	I, II	—	—	a.(機器別)
V-2-6	計測制御系統施設の耐震性に関する説明書	—	—	—	—	—
V-2-6-1	計測制御系統施設の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-6-1(1)	原子炉圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-6-1(2)	原子炉水位(狭帯域)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-6-1(3)	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	II	II	—	—
V-2-6-1(4)	格納容器内圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-6-1(5)	原子炉系炉心流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-6-1(6)	制御棒駆動機構充てん水圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-6-1(7)	サブプレッションチェンバール水位の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-6-1(8)	地震加速度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-6-1(9)	主蒸気管トンネル温度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-6-1(10)	主蒸気管流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-6-2	制御材の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(7/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-6-2-1	制御棒の耐震性についての計算書	炉内構造物系	—	—	I	—
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	炉内構造物系	II	—	II	—
V-2-6-3-2	制御棒駆動水圧設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-3-2-1	制御棒駆動系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-3-2-1-1	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	II	II	—	—
V-2-6-3-2-1-2	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋 大型機器系	I, II	—	—	a.(機器別)
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	ほう酸水注入系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	I	—	e.(機器動的)
V-2-6-4-1-2	ほう酸水注入系貯蔵タンクの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-6-4-1-3	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
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	起動領域モニタの耐震性についての計算書	炉内構造物系	I	—	I	—
V-2-6-5-2	出力領域モニタの耐震性についての計算書	炉内構造物系	I	—	I	—
V-2-6-5-3	高圧炉心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	II	II	—	—
V-2-6-5-4	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	II	II	—	—
V-2-6-5-5	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	—	I	—	—
V-2-6-5-6	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	—	I	—	—
V-2-6-5-7	復水補給水系温度(代替循環冷却)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	—	I	—	—
V-2-6-5-8	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	II	II	—	—
V-2-6-5-9	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	II	II	—	—
V-2-6-5-10	高圧炉心注水系系統流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-6-5-11	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	II	II	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(8/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-6-5-12	復水補給水系流量(RHR A系代替注水流量)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-13	復水補給水系流量(RHR B系代替注水流量)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-14	原子炉圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-15	原子炉圧力(SA)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-16	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	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-17	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	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-18	原子炉水位(SA)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-19	格納容器内圧力(D/W)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-20	格納容器内圧力(S/C)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-21	ドライウェル雰囲気温度の耐震性についての計算書	大型機器系	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-22	サブプレッションチェンバ氣體温度の耐震性についての計算書	大型機器系	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-23	サブプレッションチェンバプール水温度の耐震性についての計算書	大型機器系	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-24	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	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-25	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	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-26	格納容器内水素濃度(SA)の耐震性についての計算書	大型機器系	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-27	復水貯蔵槽水位(SA)の耐震性についての計算書	廃棄物処理建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-28	復水補給水系流量(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	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-29	サブプレッションチェンバプール水位の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-30	格納容器下部水位の耐震性についての計算書	大型機器系	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-5-31	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	Ⅱ	Ⅱ	—	—
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	高圧窒素ガス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 大型機器系	Ⅱ	—	—	—
V-2-6-6-2	逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(9/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-6-6-2-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	—	—	—
V-2-6-7	その他の計測制御系統施設の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-1	ATWS緩和設備(代替制御棒挿入機能)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-1(1)	検出器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-1(2)	ATWS緩和設備制御盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-1(3)	代替制御棒挿入機能用電磁弁の耐震性についての計算書	原子炉建屋	—	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-2	ATWS緩和設備(代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-2(1)	検出器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-2(2)	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅰ	—	e.(機器的)
V-2-6-7-2(3)	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-3	代替自動減圧ロジック(代替自動減圧機能)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-3(1)	検出器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-3(2)	安全系多重伝送盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-3(3)	安全系補助継電器盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4	盤の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-4(1)	ESF盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4(2)	安全保護系盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4(3)	中央制御室外原子炉停止制御盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4(4)	中央運転監視盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4(5)	運転監視補助盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4(6)	原子炉系記録計盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4(7)	格納容器補助盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4(8)	高圧代替注水系制御盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4(9)	使用済燃料貯蔵プール水位・温度(SA広域)監視制御盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(10/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-6-7-4 (10)	格納容器圧力逃がし装置制御盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4 (11)	フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4 (12)	起動領域モニタ前置増幅器盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4 (13)	核計装系盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4 (14)	安全系プロセス放射線モニタ盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4 (15)	格納容器内雰囲気モニタ盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4 (16)	格納容器内水素モニタ盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4 (17)	事故時放射線モニタ盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-4 (18)	使用済燃料貯蔵プール監視カメラ制御架の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-5	安全パラメータ表示システム (SPDS) の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-5 (1)	データ伝送装置の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-6	安全パラメータ表示システム (SPDS) (6.7号機共用) の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-6 (1)	緊急時対策支援システム伝送装置の耐震性についての計算書	緊急時対策所	Ⅰ	Ⅰ	—	—
V-2-6-7-6 (2)	SPDS表示装置の耐震性についての計算書	緊急時対策所	Ⅰ	Ⅰ	—	—
V-2-6-7-6 (3)	メッシュ型アンテナの耐震性についての計算書	コントロール建屋 緊急時対策所	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-6 (4)	通信収容架の耐震性についての計算書	コントロール建屋 緊急時対策所	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-7	データ伝送設備の耐震性についての計算書	緊急時対策所	Ⅰ	Ⅰ	—	—
V-2-6-7-8	データ表示装置(中央制御室待避室)の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-9	衛星電話設備(常設)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-9 (1)	アンテナの耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-9 (2)	通信収容架の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-10	衛星電話設備(常設)(中央制御室待避室)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-10 (1)	アンテナの耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-10 (2)	通信収容架の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—



表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(11/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-6-7-11	衛星電話設備(常設)(6,7号機共用)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-11(1)	アンテナの耐震性についての計算書	緊急時対策所	II	II	—	—
V-2-6-7-11(2)	通信収容架の耐震性についての計算書	緊急時対策所	II	II	—	—
V-2-6-7-12	無線連絡設備(常設)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-12(1)	アンテナの耐震性についての計算書	コントロール建屋	II	II	—	—
V-2-6-7-12(2)	通信収容架の耐震性についての計算書	コントロール建屋	II	II	—	—
V-2-6-7-13	無線連絡設備(常設)(中央制御室待避室)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-13(1)	アンテナの耐震性についての計算書	コントロール建屋	II	II	—	—
V-2-6-7-13(2)	通信収容架の耐震性についての計算書	コントロール建屋	II	II	—	—
V-2-6-7-14	無線連絡設備(常設)(6,7号機共用)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-14(1)	アンテナの耐震性についての計算書	緊急時対策所	II	II	—	—
V-2-6-7-14(2)	通信収容架の耐震性についての計算書	緊急時対策所	II	II	—	—
V-2-6-7-15	統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備(テレビ会議システム, IP-電話機及びIP-FAX)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-6-7-15(1)	衛星無線通信装置用アンテナの耐震性についての計算書	緊急時対策所	II	II	—	—
V-2-6-7-15(2)	テレビ会議システム用ディスプレイの耐震性についての計算書	緊急時対策所	II	II	—	—
V-2-6-7-15(3)	テレビ会議システム用カメラの耐震性についての計算書	緊急時対策所	II	II	—	—
V-2-6-7-15(4)	通信収容架の耐震性についての計算書	緊急時対策所	II	II	—	—
V-2-6-7-15(5)	通信端末収容台の耐震性についての計算書	緊急時対策所	II	II	—	—
V-2-6-7-16	5号機屋外緊急連絡用インターフォンの耐震性についての計算書	緊急時対策所	II	II	—	—
V-2-6-7-17	原子炉圧力容器温度の耐震性についての計算書	大型機器系	—	II	—	—
V-2-6-7-18	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基礎	II	II	—	—
V-2-6-7-19	フィルタ装置入口圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-6-7-20	フィルタ装置水素濃度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-6-7-21	フィルタ装置金属フィルタ差圧の耐震性についての計算書	格納容器圧力逃がし装置基礎	II	II	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(12/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-6-7-22	フィルタ装置スクラバ水pHの耐震性についての計算書	格納容器圧力逃がし装置基礎	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-23	原子炉補機冷却水系系統流量の耐震性についての計算書	タービン建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-24	残留熱除去系熱交換器入口冷却水流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-25	復水移送ポンプ吐出圧力の耐震性についての計算書	廃棄物処理建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-26	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	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-27	格納容器内ガスサンプリングポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-6-7-28	格納容器内ガス冷却器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	—	—	—
V-2-7	放射性廃棄物の廃棄施設の耐震性に関する説明書	—	—	—	—	—
V-2-7-1	放射性廃棄物の廃棄施設の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-7-1を含む	管の耐震性についての計算書(気体, 液体又は固体廃棄物処理設備 放射性ドレン移送系)	原子炉建屋 大型機器系	Ⅱ	—	—	—
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	主排気筒の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-8	放射線管理施設の耐震性に関する説明書	—	—	—	—	—
V-2-8-1	放射線管理施設の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-8-1(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	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-8-1(2)	燃料取替エリア排気放射線モニタの耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-8-1(3)	原子炉区域換気空調系排気放射線モニタの耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
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	—	—	—	—	—
V-2-8-2-1	プロセスモニタリング設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-8-2-1-1	格納容器内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	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-8-2-1-2	格納容器内雰囲気放射線モニタ(S/O)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-8-2-1-3	フィルタ装置出口放射線モニタの耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-8-2-1-4	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	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-8-2-2	エリアモニタリング設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(13/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力、モーメント、配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-8-2-2-1	使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ(低レンジ)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
V-2-8-2-2-2	使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ(高レンジ)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅱ	Ⅱ	—	—
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	中央制御室換気空調系	—	—	—	—	—
V-2-8-3-1-1	中央制御室換気空調系	—	—	—	—	—
V-2-8-3-1-1-1	管の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅰ	—	—	—
V-2-8-3-1-1-2	中央制御室送風機、中央制御室排風機及び中央制御室再循環送風機の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅰ	Ⅰ	—	—
V-2-8-3-1-1-3	中央制御室再循環フィルタ装置の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅱ	—	—	—
V-2-8-3-1-2	中央制御室待避室陽圧換気空調系	—	—	—	—	—
V-2-8-3-1-2-1	管の耐震性についての計算書	コントロール建屋 廃棄物処理建屋	Ⅰ, Ⅱ	—	—	a.(機器別)
V-2-8-3-2	緊急時対策所換気空調系	—	—	—	—	—
V-2-8-3-2-1	管の耐震性についての計算書	緊急時対策所	Ⅱ	—	—	—
V-2-8-4	生体遮蔽装置の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-8-4-1	二次遮蔽壁の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-8-4-2	補助遮蔽の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-8-4-3	中央制御室遮蔽の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-8-4-4	中央制御室待避室遮蔽の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-8-4-5	緊急時対策所遮蔽の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-8-4-6	フィルタベント遮蔽壁の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-8-4-7	配管遮蔽の耐震性についての計算書	原子炉建屋 格納容器圧力逃がし装置基礎	Ⅰ, Ⅱ	—	—	a.(機器別)
V-2-8-5	その他の放射線管理施設の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-8-5-1	中央制御室外気取入れ・排気ダクトの耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-8-5-1に含む	中央制御室外気取入れ・排気ダクトの耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅰ	—	—	—
V-2-8-5-1に含む	中央制御室外気取入れ・排気ダクト(6号機設備)の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅰ	—	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(14/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力、モーメント、配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-9	原子炉格納施設の耐震性に関する説明書	—	—	—	—	—
V-2-9-1	原子炉格納施設の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-9-1を含む	可燃性ガス濃度制御系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-1を含む	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	I, II	I	—	a.(機器別) e.(機器動的)
V-2-9-2	原子炉格納容器の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-2-1	原子炉格納容器コンクリート部の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木構造物の 地震応答計算結果を直接 使用するものであるため対象外
V-2-9-2-2	原子炉格納容器ライナ部の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木構造物の 地震応答計算結果を直接 使用するものであるため対象外
V-2-9-2-3	ドライウエル上鏡の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	b.(Ss/Sd別)
V-2-9-2-4	下部ドライウエルアクセストンネルスリーブ及び鏡板(所員用エアロック付)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I, II	—	—	c.(DBA/SA別)
V-2-9-2-5	下部ドライウエルアクセストンネルスリーブ及び鏡板(機器搬入用ハッチ付)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I, II	—	—	c.(DBA/SA別)
V-2-9-2-6	クエンチャサポート基礎の耐震性についての計算書	大型機器系	—	—	その他	—
V-2-9-2-7	上部ドライウエル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	II	—	—	—
V-2-9-2-8	下部ドライウエル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	I, II	—	—	c.(DBA/SA別)
V-2-9-2-9	サブプレッションチェンバ出入口の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-9-2-10	上部ドライウエル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	II	—	—	—
V-2-9-2-11	下部ドライウエル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	I, II	—	—	c.(DBA/SA別)
V-2-9-2-12	原子炉格納容器配管貫通部の耐震性についての計算書	原子炉建屋 大型機器系 タービン建屋	—	—	その他	—
V-2-9-2-13	原子炉格納容器電気配線貫通部の耐震性についての計算書	原子炉建屋	—	—	その他	—
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	原子炉建屋原子炉区域(二次格納施設)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木構造物の 地震応答計算結果を直接 使用するものであるため対象外
V-2-9-3-1-1	燃料取替床ブローアウトパネルの耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木構造物の 地震応答計算結果を直接 使用するものであるため対象外
V-2-9-3-1-2	主蒸気系トンネル室ブローアウトパネルの耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木構造物の 地震応答計算結果を直接 使用するものであるため対象外
V-2-9-3-2	原子炉建屋機器搬出入口の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木構造物の 地震応答計算結果を直接 使用するものであるため対象外
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	—	—	—	—	建物・構築物又は土木構造物の 地震応答計算結果を直接 使用するものであるため対象外

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(15/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-9-3-4	原子炉建屋基礎スラブの耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
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	真空破壊弁の耐震性についての計算書	大型機器系	II	II	—	—
V-2-9-4-2	ダイヤフラムフロアの耐震性についての計算書	大型機器系	II	—	II, その他	b.(Ss/Sd別)
V-2-9-4-3	ベント管の耐震性についての計算書	原子炉建屋 大型機器系	II	—	—	—
V-2-9-4-4	原子炉格納容器安全設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-4-1	格納容器スプレイ冷却系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-4-1-1	ドライウェルスプレイ管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I	—	—	—
V-2-9-4-4-1-2	サブプレッションチェンバースプレイ管の耐震性についての計算書	原子炉建屋 大型機器系	I	—	—	—
V-2-9-4-4-2	格納容器下部注水系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-4-2-1	管の耐震性についての計算書	大型機器系	II	—	—	—
V-2-9-4-4-3	代替循環冷却系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-4-3-1	管の耐震性についての計算書	—	—	—	—	他の耐震計算書に結果を記載しているため対象外
V-2-9-4-5	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-2-9-4-5-1	非常用ガス処理系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-5-1-1	非常用ガス処理系乾燥装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-9-4-5-1-2	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I, II	I	—	a.(機器別) d.(弁動的)
V-2-9-4-5-1-3	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	II	I	—	e.(機器動的)
V-2-9-4-5-1-4	非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-9-4-5-2	可燃性ガス濃度制御系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-5-2-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I, II	I	—	a.(機器別) d.(弁動的)
V-2-9-4-5-3	水素濃度抑制系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-5-3-1	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	II	—	—	—
V-2-9-4-5-4	耐圧強化ベント系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(16/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力、モーメント、配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-9-4-5-4-1	管の耐震性についての計算書	—	—	—	—	他の耐震計算書に結果を記載しているため対象外
V-2-9-4-5-5	格納容器圧力逃がし装置の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-5-5-1	ドレン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基礎	II	II	—	—
V-2-9-4-6	原子炉格納容器調気設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-6-1	不活性ガス系の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-6-1-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I, II	—	—	—
V-2-9-4-7	圧力逃がし装置の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-7-1	格納容器圧力逃がし装置の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-7-1-1	ドレンタンクの耐震性についての計算書	格納容器圧力逃がし装置基礎	II	—	—	—
V-2-9-4-7-1-2	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋 格納容器圧力逃がし装置基礎	I, II	—	—	a.(機器別)
V-2-9-4-7-1-3	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基礎	II	—	—	—
V-2-9-4-7-1-4	よう素フィルタの耐震性についての計算書	格納容器圧力逃がし装置基礎	II	—	—	—
V-2-9-4-8	原子炉格納容器付属構造物の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-4-8-1	下部ドライウェルアクセストンネルの耐震性についての計算書	原子炉建屋 大型機器系	I	—	—	—
V-2-9-5	その他の原子炉格納施設の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-9-5-1	コリウムシールドの耐震性についての計算書	大型機器系	I	—	—	—
V-2-9-5-2	管の耐震性についての計算書(格納容器圧力逃がし装置)	原子炉建屋	I	—	—	—
V-2-9-5-3	遠隔手動弁操作設備の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I	I	—	—
V-2-9-5-4	遠隔手動弁操作設備遮蔽の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I	—	—	—
V-2-9-5-5	燃料取替床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	I	I	—	—
V-2-10	その他発電用原子炉の附属施設の耐震性に関する説明書	—	—	—	—	—
V-2-10-1	非常用電源設備の耐震性に関する説明書	—	—	—	—	—
V-2-10-1-1	非常用電源設備の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-10-1-1を含む	バイタル交流電源装置の耐震性についての計算書	コントロール建屋	II	II	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(17/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力、モーメント、配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-10-1-2	非常用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設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-10-1-2-1-1	非常用ディーゼル発電機の耐震性についての計算書	原子炉建屋	I, II	I	—	a.(機器別) e.(機器動的)
V-2-10-1-2-1-2	空気だめの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-10-1-2-1-3	空気圧縮機の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-10-1-2-1-4	燃料ディタンの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-10-1-2-1-5	燃料移送ポンプの耐震性についての計算書	軽油タンク基礎	II	I, II	—	a.(機器別) e.(機器動的)
V-2-10-1-2-1-6	軽油タンクの耐震性についての計算書	軽油タンク基礎	II	—	—	—
V-2-10-1-2-1-7	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋 軽油タンク基礎 燃料移送系配管ダクト	I, II	—	—	a.(機器別)
V-2-10-1-2-1-8	非常用ディーゼル発電設備制御盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-10-1-2-2	代替交流電源設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-10-1-2-2-1	第一ガスタービン発電機の耐震性についての計算書	第一ガスタービン発電機基礎	—	I	—	—
V-2-10-1-2-2-2	第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの耐震性についての計算書	第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎	I	I	—	—
V-2-10-1-2-2-3	第一ガスタービン発電機用燃料タンクの耐震性についての計算書	第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎	I	—	—	—
V-2-10-1-2-2-4	第一ガスタービン発電機用燃料小出し槽の耐震性についての計算書	—	—	—	—	加振試験により測定された 応答加速度を 使用するものであるため対象外
V-2-10-1-2-2-5	軽油タンク(6号機設備)の耐震性についての計算書	軽油タンク基礎(6号機設備)	II	—	—	—
V-2-10-1-2-2-6	管の耐震性についての計算書	第一ガスタービン発電機用 燃料タンク基礎 第一ガスタービン発電機基礎	I	—	—	a.(機器別)
V-2-10-1-2-2-7	第一ガスタービン発電機用発電機の耐震性についての計算書	第一ガスタービン発電機基礎	—	I	—	—
V-2-10-1-2-2-8	第一ガスタービン発電機用制御盤の耐震性についての計算書	第一ガスタービン発電機基礎	—	I	—	—
V-2-10-1-3	その他の電源装置の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-10-1-3-1	AM用直流125V充電器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-10-1-3-2	直流125V蓄電池の耐震性についての計算書	コントロール建屋	II	—	—	—
V-2-10-1-3-3	AM用直流125V蓄電池の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(18/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力、モーメント、配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-10-1-4	その他の非常用電源設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-10-1-4-1	緊急用断路器の耐震性についての計算書	第一ガスタービン発電機基礎	I	—	—	—
V-2-10-1-4-2	緊急用電源切替箱断路器の耐震性についての計算書	コントロール建屋	II	—	—	—
V-2-10-1-4-3	緊急用電源切替箱接続装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	—	—	—
V-2-10-1-4-4	AM用動力変圧器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-10-1-4-5	AM用MCCの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-10-1-4-6	AM用切替盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-10-1-4-7	AM用操作盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋 コントロール建屋	II	II	—	—
V-2-10-1-4-8	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	II	II	—	—
V-2-10-1-4-9	パワーセンタの耐震性についての計算書	原子炉建屋 タービン建屋	II	II	—	—
V-2-10-1-4-10	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 コントロール建屋 タービン建屋	II	II	—	—
V-2-10-1-4-11	動力変圧器の耐震性についての計算書	原子炉建屋 タービン建屋	II	—	—	—
V-2-10-1-4-12	5号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤の耐震性についての計算書	緊急時対策所	II	II	—	—
V-2-10-1-4-13	5号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流110V分電盤の耐震性についての計算書	緊急時対策所	II	II	—	—
V-2-10-1-4-14	直流125V充電器の耐震性についての計算書	コントロール建屋	II	II	—	—
V-2-10-1-4-15	直流125V主母線盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	II	II	—	—
V-2-10-1-4-16	125V同時投入防止用切替盤の耐震性についての計算書	コントロール建屋	II	II	—	—
V-2-10-1-4-17	直流125V HPAC MCCの耐震性についての計算書	原子炉建屋	II	II	—	—
V-2-10-2	浸水防護施設の耐震性に関する説明書	—	—	—	—	—
V-2-10-2-1	浸水防護施設の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-10-2-2	外郭浸水防護設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-10-2-2-1	取水槽閉止板の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木構造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-2-3	内郭浸水防護設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-10-2-3-1	水密扉の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木構造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外



表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(19/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力、モーメント、配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-10-2-3-2	水密扉付止水堰の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-2-3-3	止水堰の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-2-4	その他の浸水防護施設の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-10-2-4-1	床ドレンライン浸水防止治具の耐震性についての計算書	タービン建屋 コントロール建屋	I	I	—	—
V-2-10-2-4-2	貫通部止水処置の耐震性についての計算書	原子炉建屋 タービン建屋	I	I	—	—
V-2-10-2-4-3	取水槽水位計の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-10-2-4-3(1)	検出器の耐震性についての計算書	タービン建屋	II	II	—	—
V-2-10-2-4-3(2)	バブラー管の耐震性についての計算書	タービン建屋	I	—	—	—
V-2-10-2-4-3(3)	アキュレータの耐震性についての計算書	タービン建屋	II	—	—	—
V-2-10-2-4-3(4)	ポンベラックの耐震性についての計算書	タービン建屋	I	—	—	—
V-2-10-2-4-3(5)	管の耐震性についての計算書	タービン建屋	I	—	—	—
V-2-10-2-4-4	津波監視カメラの耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-10-2-4-4(1)	津波監視カメラの耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-2-4-4(2)	津波監視カメラ制御架の耐震性についての計算書	コントロール建屋	II	II	—	—
V-2-10-3	非常用取水設備の耐震性に関する説明書	—	—	—	—	—
V-2-10-3-1	取水設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-10-3-1-1	非常用取水設備の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-10-3-1-2	海水貯留堰の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-3-1-2-1	海水貯留堰の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-3-1-2-2	取水護岸の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-3-1-3	海水貯留堰(6号機設備)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-3-1-3-1	海水貯留堰(6号機設備)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-3-1-3-2	取水護岸(6号機設備)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-3-1-4	スクリーン室の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(20/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力、モーメント、配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-10-3-1-5	スクリーン室(6号機設備)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-3-1-6	取水路の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-3-1-7	取水路(6号機設備)の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-3-1-8	補機冷却用海水取水路の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-3-1-9	補機冷却用海水取水槽の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-10-4	緊急時対策所の耐震性に関する説明書	—	—	—	—	—
V-2-10-4-1	緊急時対策所の耐震計算結果	—	—	—	—	—
V-2-10-4-2	その他の緊急時対策所の耐震性についての説明書	—	—	—	—	—
V-2-10-4-2-1	5号機原子炉建屋内緊急時対策所(対策本部)二酸化炭素吸収装置の耐震性についての計算書	緊急時対策所	Ⅱ	Ⅱ	—	—
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	サービス建屋の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-11-2-2	竜巻対策設備の耐震性についての計算書	—	—	—	—	—
V-2-11-2-2-1	非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
V-2-11-2-2-2	非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板の耐震性についての計算書	軽油タンク基礎	Ⅱ	—	—	—
V-2-11-2-2-3	竜巻防護鋼製フードの耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅰ	—	—	—
V-2-11-2-2-4	換気空調系ダクト防護壁の耐震性についての計算書	タービン建屋 コントロール建屋	Ⅰ	—	—	—
V-2-11-2-2-5	原子炉補機冷却海水系配管防護壁の耐震性についての計算書	タービン建屋	Ⅰ	—	—	—
V-2-11-2-3	中央制御室天井照明の耐震性についての計算書	コントロール建屋	Ⅰ	—	—	—
V-2-11-2-4	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	Ⅰ	—	—	—
V-2-11-2-5	燃料取替機の耐震性についての計算書	原子炉建屋	Ⅰ	—	—	—
V-2-11-2-6	原子炉遮蔽壁の耐震性についての計算書	大型機器系	Ⅱ	—	Ⅱ	—
V-2-11-2-7	原子炉ウェル遮蔽プラグの耐震性についての計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(21/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力、モーメント、配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
V-2-11-2-8	耐火隔壁の耐震性についての計算書	原子炉建屋 コントロール建屋	I	—	—	—
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関する計算書	—	—	—	—	—
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 燃料移送系配管ダクト	I, その他	I	—	a.(機器別) e.(機器動的)
V-2-別添1-3	火災受信機盤の耐震計算書	コントロール建屋	I	I	—	—
V-2-別添1-4	ボンベラックの耐震計算書	原子炉建屋 コントロール建屋 廃棄物処理建屋 緊急時対策所	I, その他	I	—	a.(機器別) e.(機器動的)
V-2-別添1-5	選択弁の耐震計算書	原子炉建屋	I	I	—	—
V-2-別添1-6	消火配管の耐震計算書	原子炉建屋 タービン建屋 コントロール建屋 廃棄物処理建屋 緊急時対策所	I, II	—	—	a.(機器別)
V-2-別添1-7	制御盤の耐震計算書	原子炉建屋	その他	I	—	e.(機器動的)
V-2-別添1-8	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クラス機器の耐震計算書	原子炉建屋 タービン建屋 コントロール建屋	I, II	—	—	a.(機器別)
V-2-別添2-3	溢水防護に係る施設の水平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の耐震性についての計算書	タービン建屋	II	II	—	—
V-2-別添2-5	復水器水室出入口弁の耐震性についての計算書	タービン建屋	I	I	—	—
V-2-別添2-6	タービン補機冷却海水系隔離システムの耐震性についての計算書	タービン建屋	II	II	—	—
V-2-別添2-7	タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の耐震性についての計算書	タービン建屋	I	I	—	—
V-2-別添3	可搬型重大事故等対処設備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の方針	—	—	—	—	—
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	—	—	—	—	—

表2 各設備の耐震計算書に適用する設計用地震力(22/22)

工認図書番号	図書名称	設備を設置する施設名称	設計用床応答曲線又は設計用最大応答加速度		地震荷重 (せん断力, モーメント, 配管反力等)	分類等
			構造強度評価	動的・電氣的機能維持評価		
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計算書	—	—	—	—	建物・構築物又は土木建造物の地震応答計算結果を直接使用するものであるため対象外
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計算書	原子炉建屋 コントロール建屋 廃棄物処理建屋 緊急時対策所	I, II	—	—	a.(機器別)
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計算書	原子炉建屋 コントロール建屋 緊急時対策所	—	I	—	—
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	—	—	—	—	—

2. 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

## 目 次

1. 剛柔判定を行う固有周期の考え方 .....	1
2. 剛柔判定を行う固有周期と地震力の算定法 .....	2
3. 実機に対する適用性 .....	3
4. 剛柔判断及び打切り振動数に係る検討 .....	9

### 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 4 6 0 1-1970 に示されている。

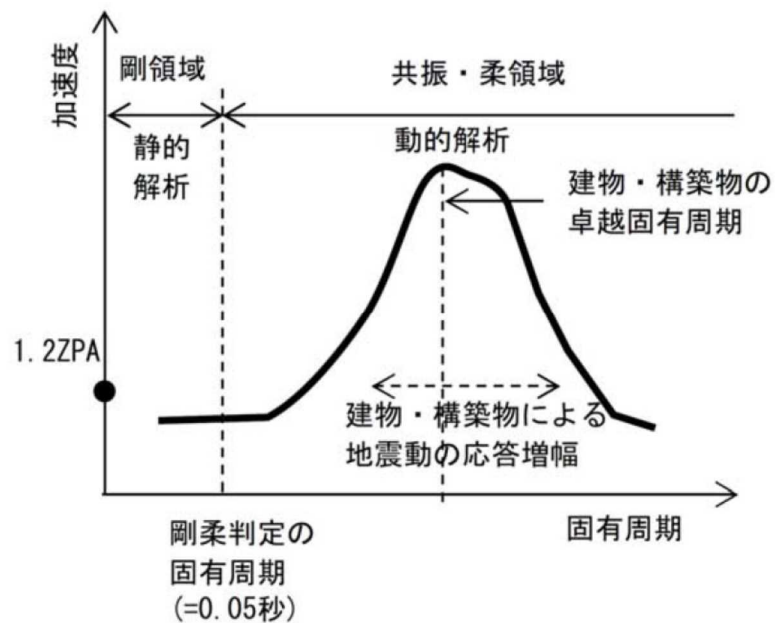


図 1 剛柔判定の固有周期と動的解析の適用範囲 (概要図)

## 2. 剛柔判定を行う固有周期と地震力の算定法

J E A G 4 6 0 1-1987 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 4 6 0 1-1987 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 秒以下の場合には剛、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 4 6 0 1-1987（抜粋）



### 3. 実機に対する適用性

J E A G 4 6 0 1-1987 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。新規制基準においては、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 4 6 0 1-1970 の抜粋を図 3 に示す。J E A G 4 6 0 1-1970 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。

柏崎刈羽原子力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 Ss-1 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概ね 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 秒で加速度は概ね収斂している。

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、柏崎刈羽原子力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 4 6 0 1-1970 (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	0.439	2.28	0.429	2.33
2 次	0.192	5.20	0.191	5.23

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	0.258	3.87

屋根トラス部が卓越するモード除く

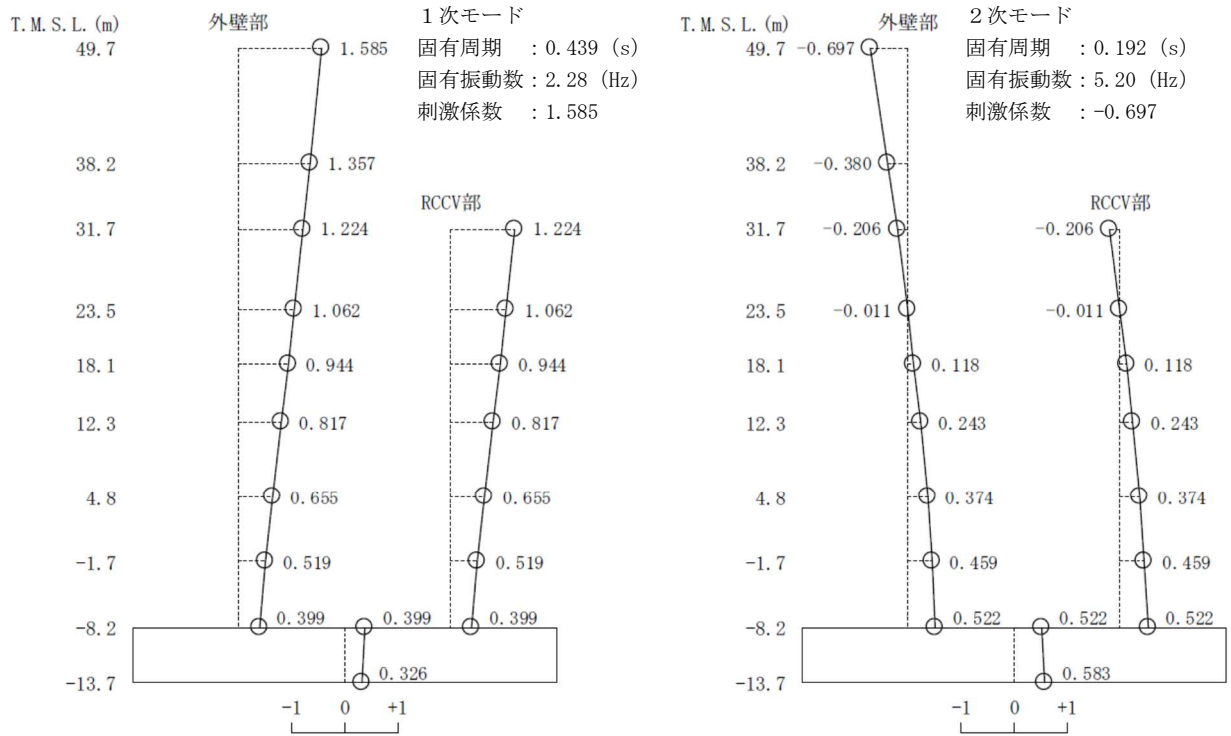


図4 刺激関数図 (Ss-1, NS方向)

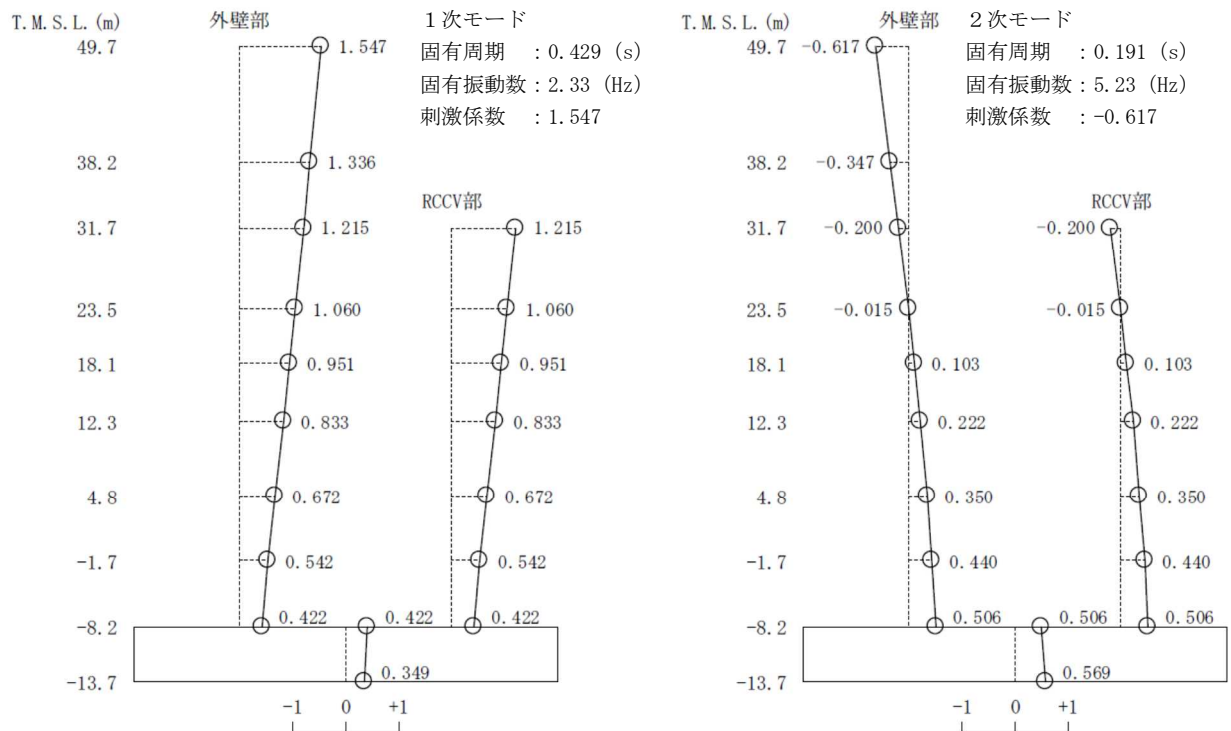


図5 刺激関数図 (Ss-1, EW方向)

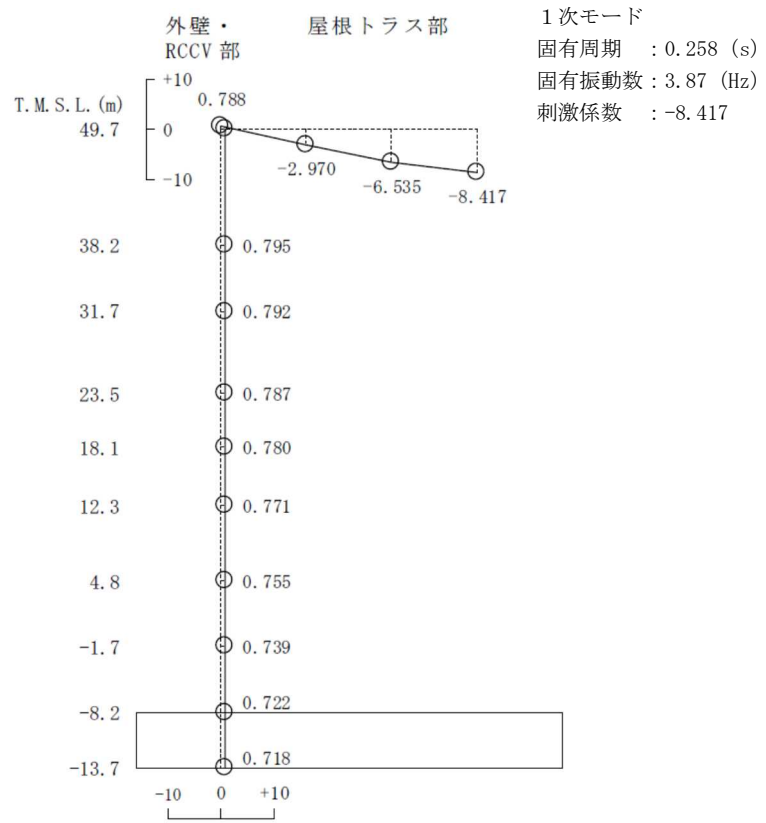


図6 刺激関数図 (Ss-1, UD方向)

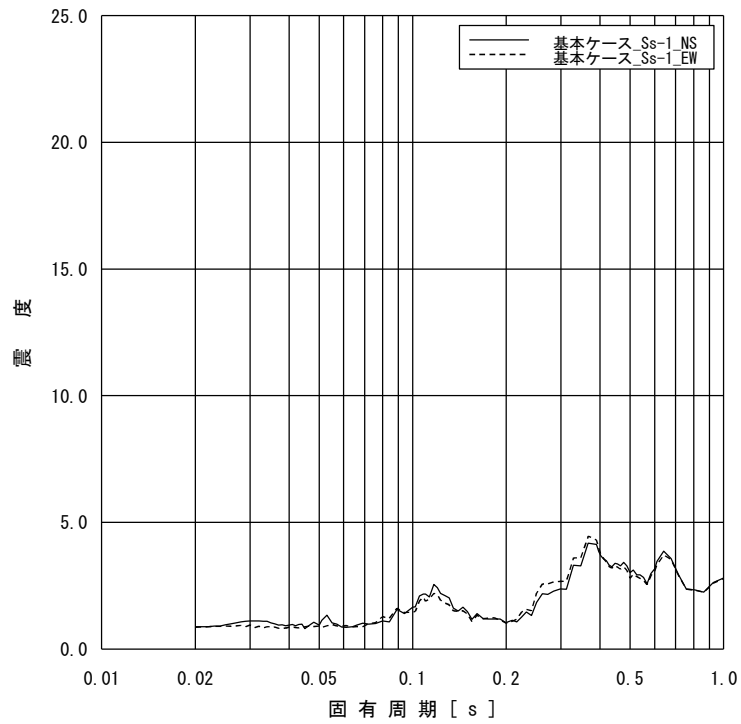


図 7(1) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 12.3m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

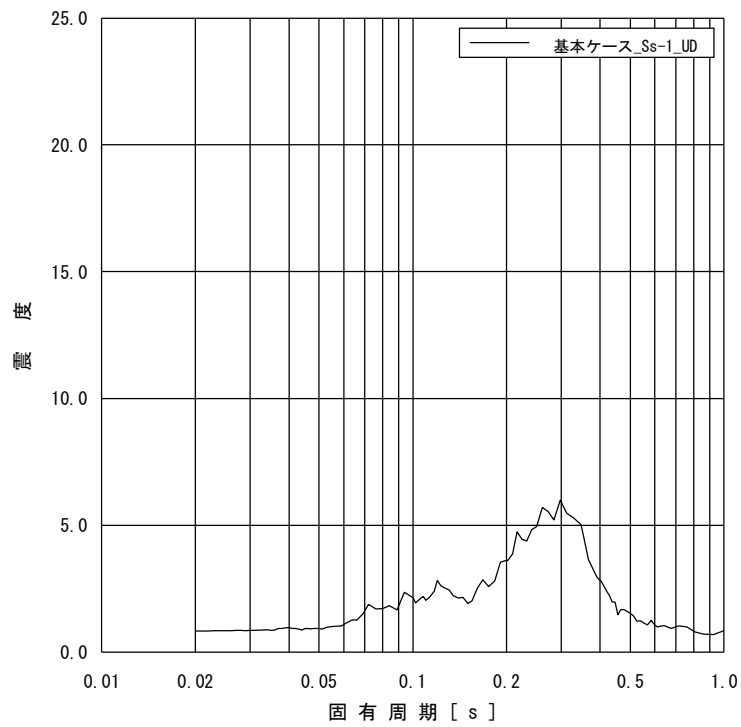


図 7(2) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 12.3m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

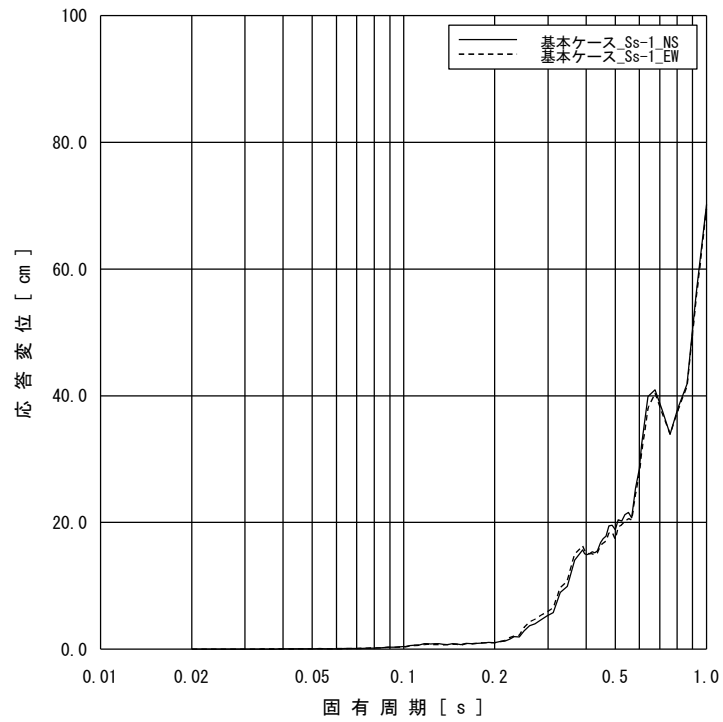


図 8(1) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 12. 3m) の変位応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

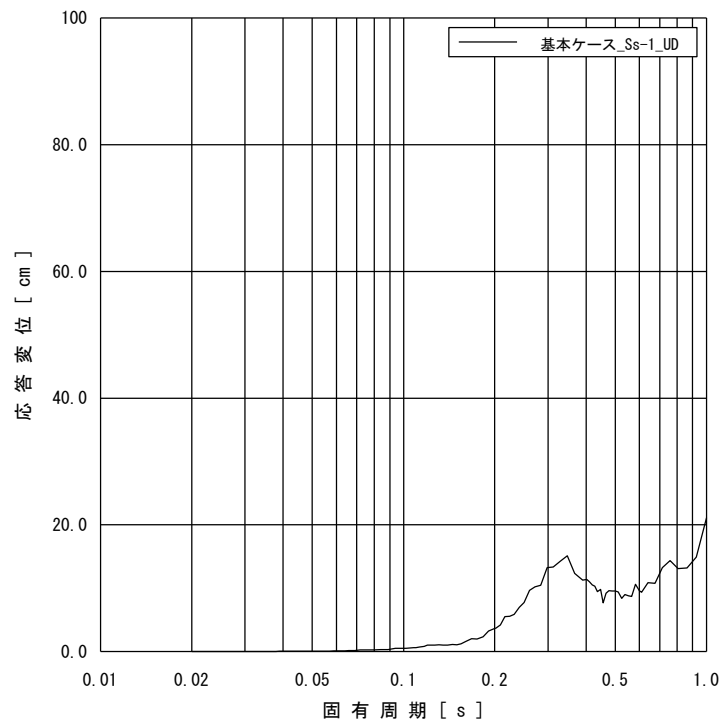


図 8(2) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 12. 3m) の変位応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

#### 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 秒とすることに関連する知見

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 4 6 0 1-1987 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 4 6 0 1-1970 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 4 6 0 1-1987 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 4 6 0 1-1970 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、**構造強度の評価に直接かかわる**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 秒のフィ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※： 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

原子炉遮蔽壁（T. M. S. L. 18. 44m）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わる変位応答スペクトル※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。

※： 機器・配管系の動的解析に適用されるスペクトルモーダル解析（J E A G 4 6 0 1-1987 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。



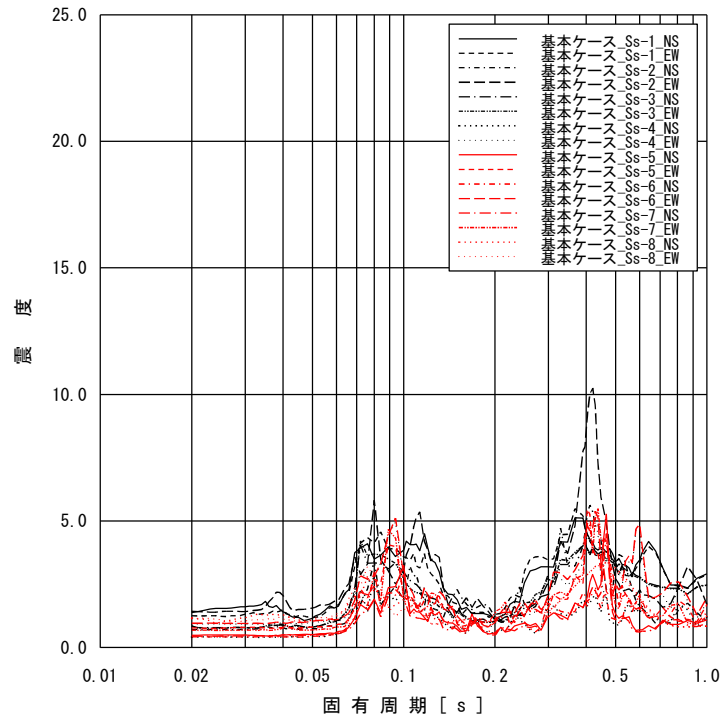


図 9(1) 原子炉遮蔽壁 (T. M. S. L. 18. 44m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

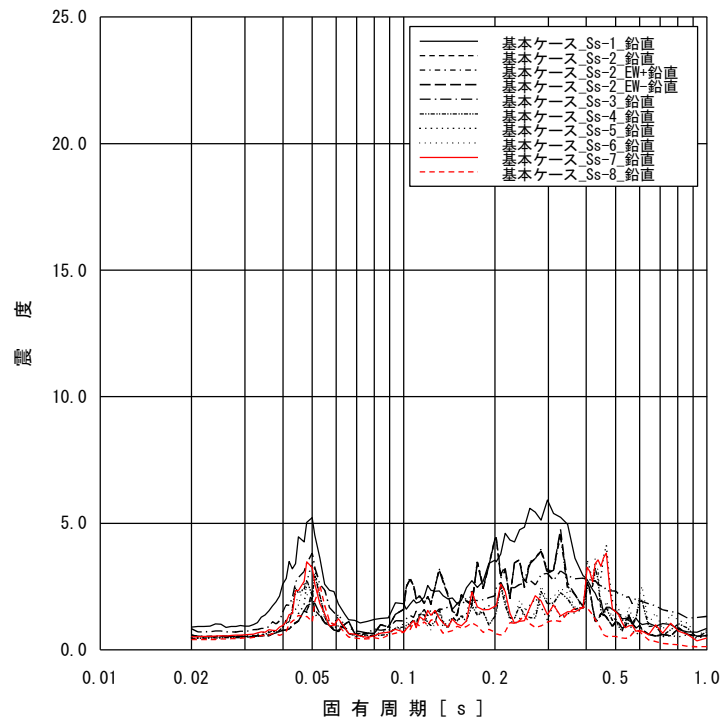


図 9(2) 原子炉遮蔽壁 (T. M. S. L. 18. 44m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

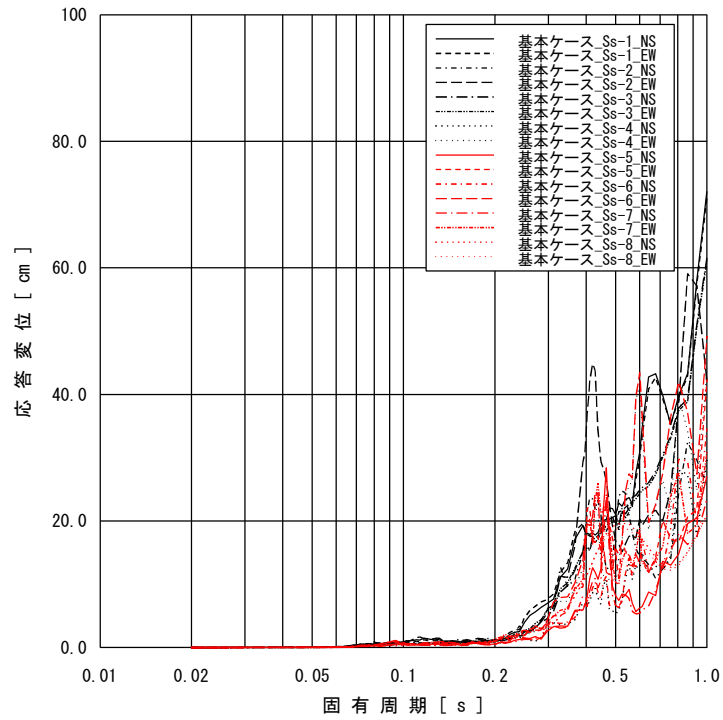


図 10(1) 原子炉遮蔽壁 (T.M.S.L. 18.44m) の変位応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

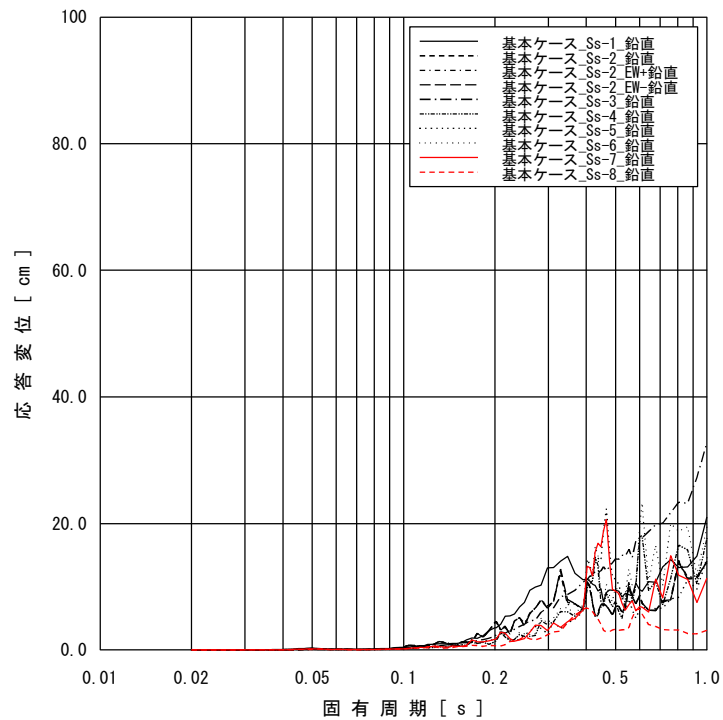


図 10(2) 原子炉遮蔽壁 (T.M.S.L. 18.44m) の変位応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

### (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、変位応答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。なお、弁の動的機能維持評価に適用する加速度値の算定方法については、工事計画に係る補足説明資料【KK7 補足-028-5 弁の動的機能維持評価について】に示す。

#### 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

代表構築物の加速度応答スペクトルの傾向を確認する。代表構築物の加速度応答スペクトルを添付図 1～添付図 4 に、最大応答加速度 (1.2ZPA) を添付表 1～添付表 2 に示す。

###### ・原子炉建屋

水平及び鉛直方向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。

###### ・原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎

水平方向では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。鉛直方向では上層階ほど 20Hz 近傍に卓越する応答を有する。

上述した各構築物の加速度応答スペクトルの傾向として原子炉建屋（水平方向及び鉛直方向）の応答、原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎（水平方向）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遮蔽壁及び原子炉本体基礎（鉛直方向）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。

原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎（鉛直方向）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、20Hz 近傍の加速度値が最も大きい原子炉遮蔽壁  の設計用床応答曲線を適用するもののうち、一次応力の裕度が最も小さい主蒸気系配管（モデル No. MS-PD-1）を対象として検討する。

表 3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎（鉛直方向）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 床応答曲線の作成位置	一次固有周期 (s)
制御棒駆動系配管		
原子炉冷却材浄化系配管		
給水系配管		
高圧炉心注水系配管		
主蒸気系配管		
復水補給水系配管		
液体廃棄物処理系配管		
残留熱除去系配管		
高圧窒素ガス供給系配管		

(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設備を選定する。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ほう酸水注入系配管（モデルNo. SLC-R-2）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。

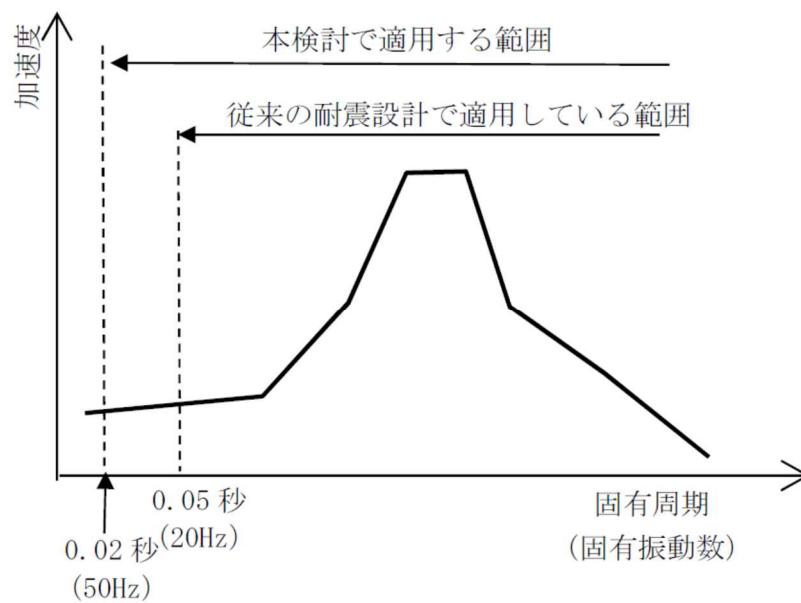


図11 地震応答解析で考慮する固有振動数領域

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基本ケースについては周期軸方向に 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。

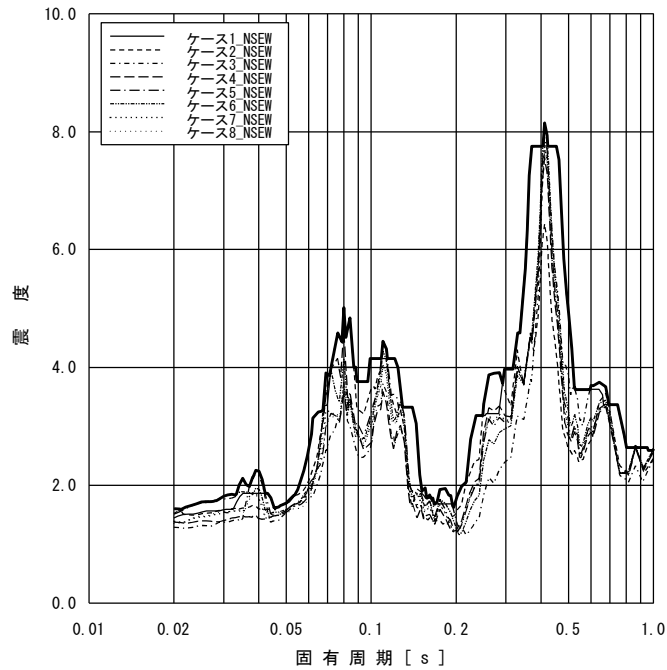


図 12(1) 検討用床応答曲線 (主蒸気系配管用)

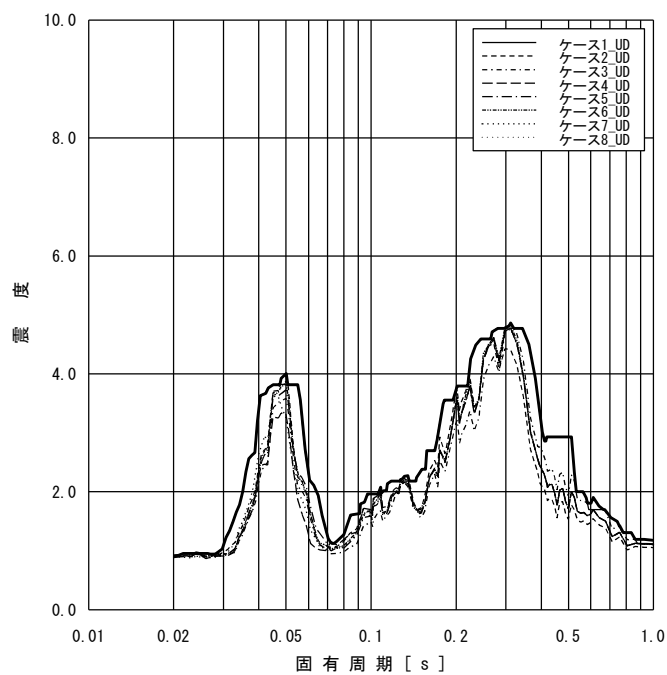


図 12(2) 検討用床応答曲線 (主蒸気系配管用)

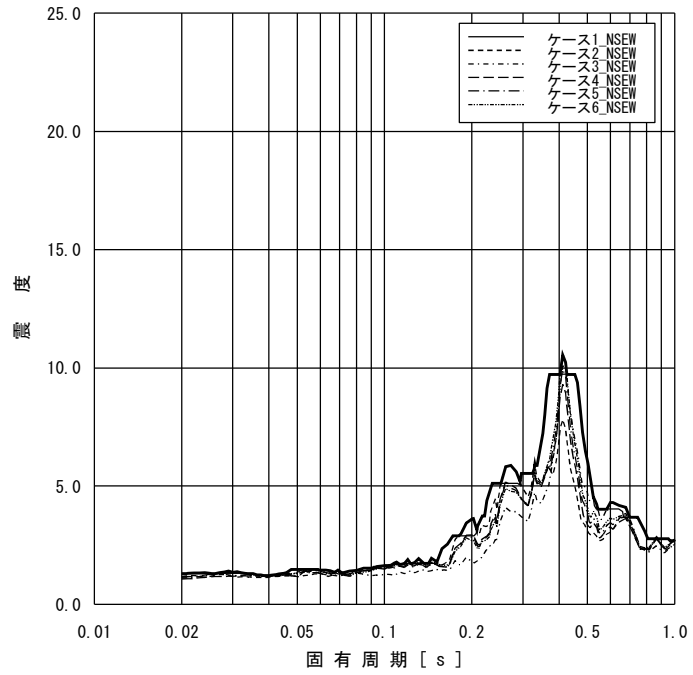


図 12(3) 検討用床応答曲線 (ほう酸水注入系配管用)

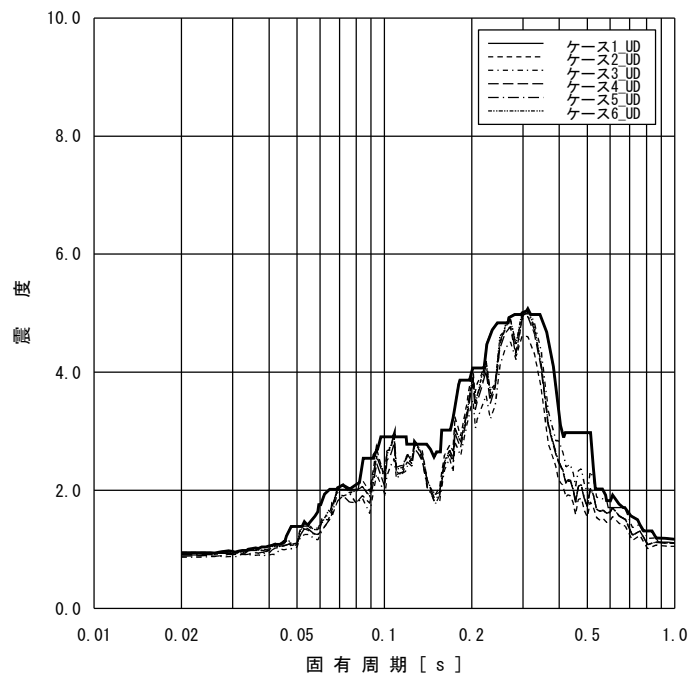


図 12(4) 検討用床応答曲線 (ほう酸水注入系配管用)



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主蒸気系配管，ほう酸水注入系配管の主要仕様，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) 主蒸気系配管

主蒸気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 主蒸気系配管の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	8.62
最高使用温度 (°C)	302
外径 (mm)	711.2
厚さ (mm)	35.7
材料	STS480

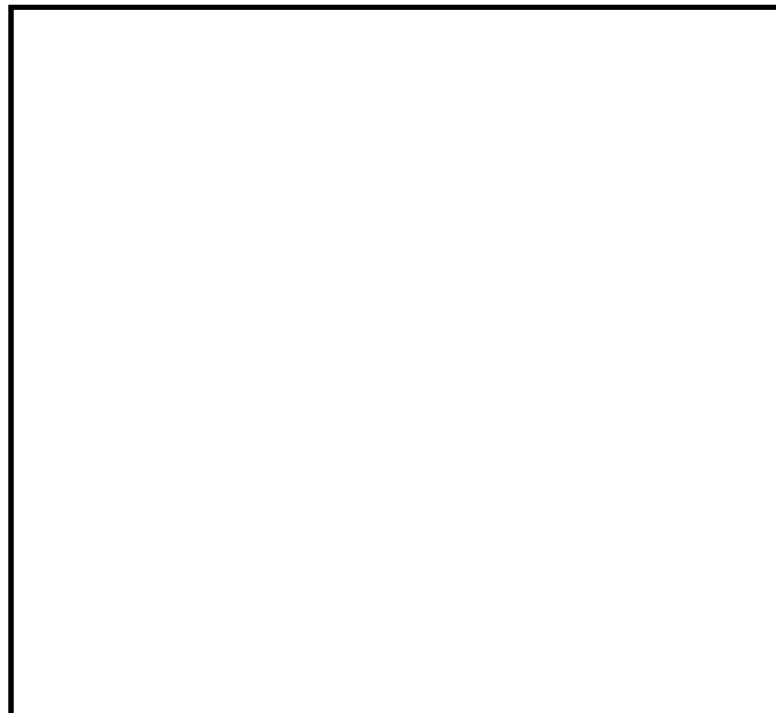


図 13 主蒸気系配管の解析モデル図

表 6 主蒸気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

注記\*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

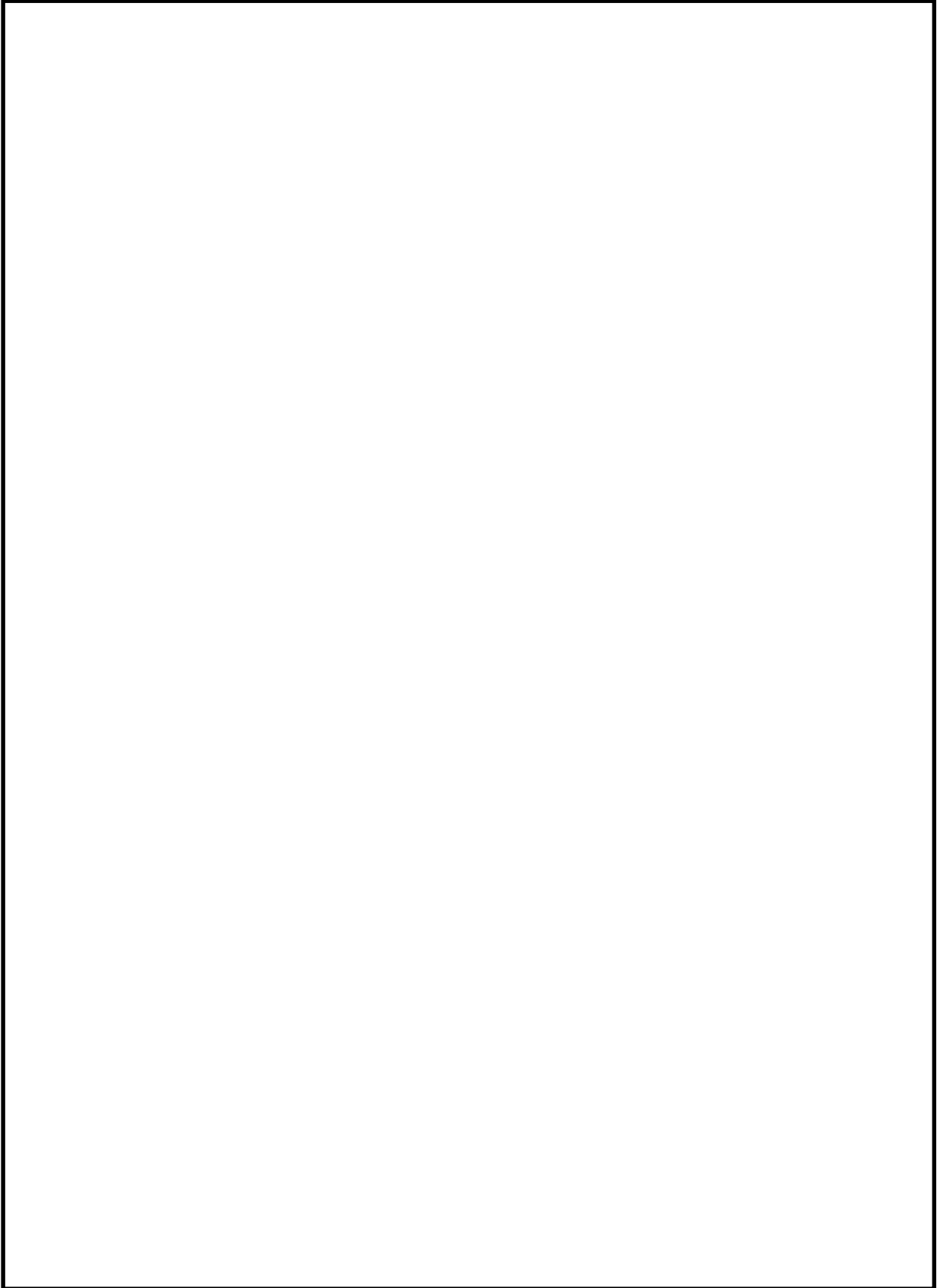


図 14(1) 主蒸気系配管のモード図

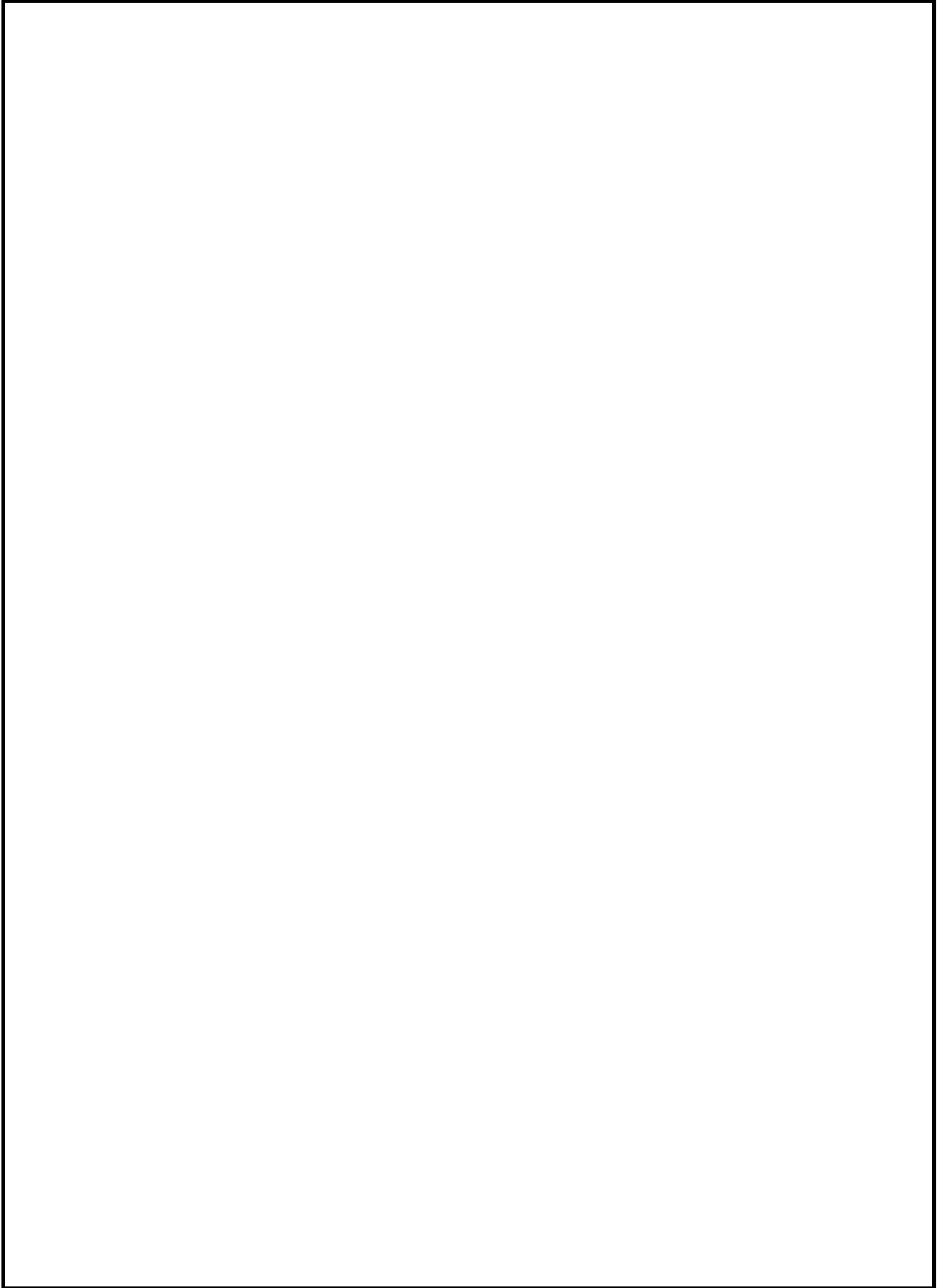


図 14(2) 主蒸気系配管のモード図

(b) ほう酸水注入系配管

ほう酸水注入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 ほう酸水注入系配管の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	8.62
最高使用温度 (°C)	302
外径 (mm)	48.6
厚さ (mm)	5.1
材料	SUS316LTP

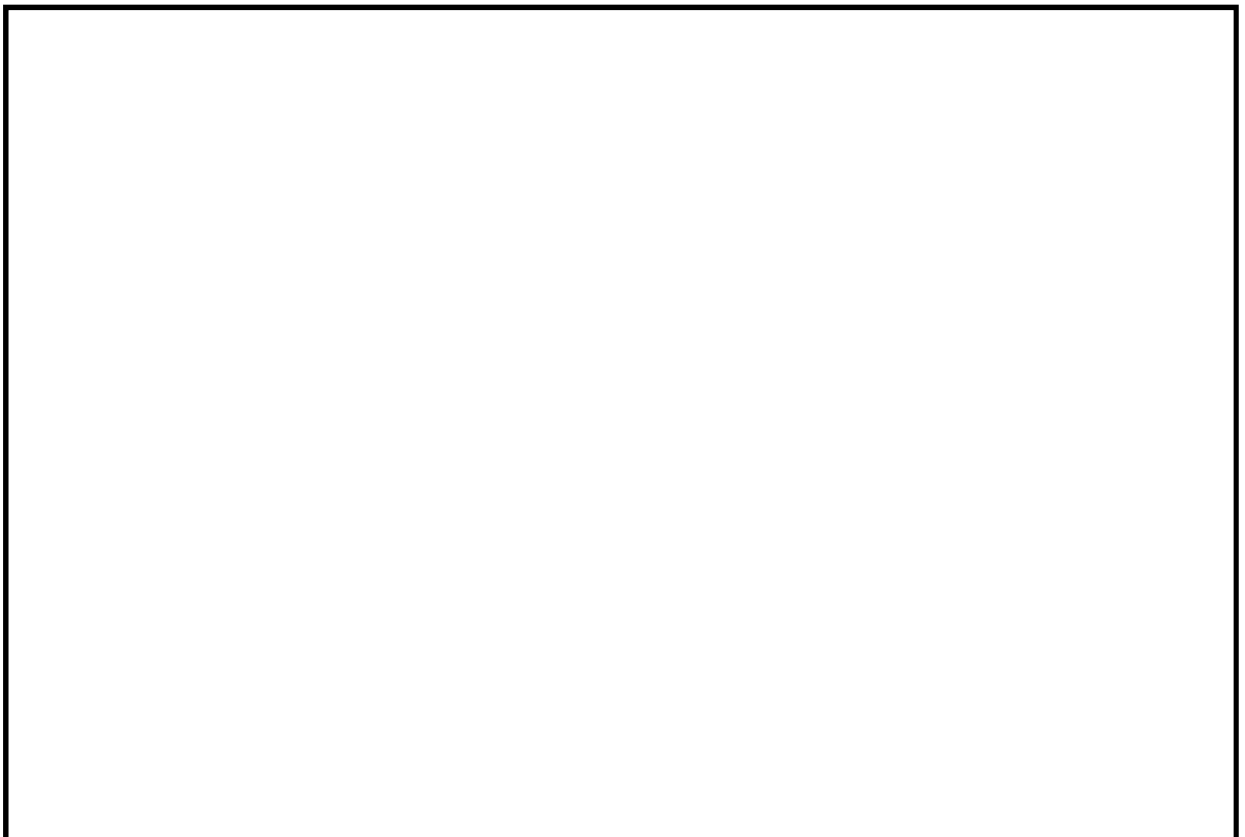


図 15 ほう酸水注入系配管の解析モデル図

表 8 ほう酸水注入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

注記\*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

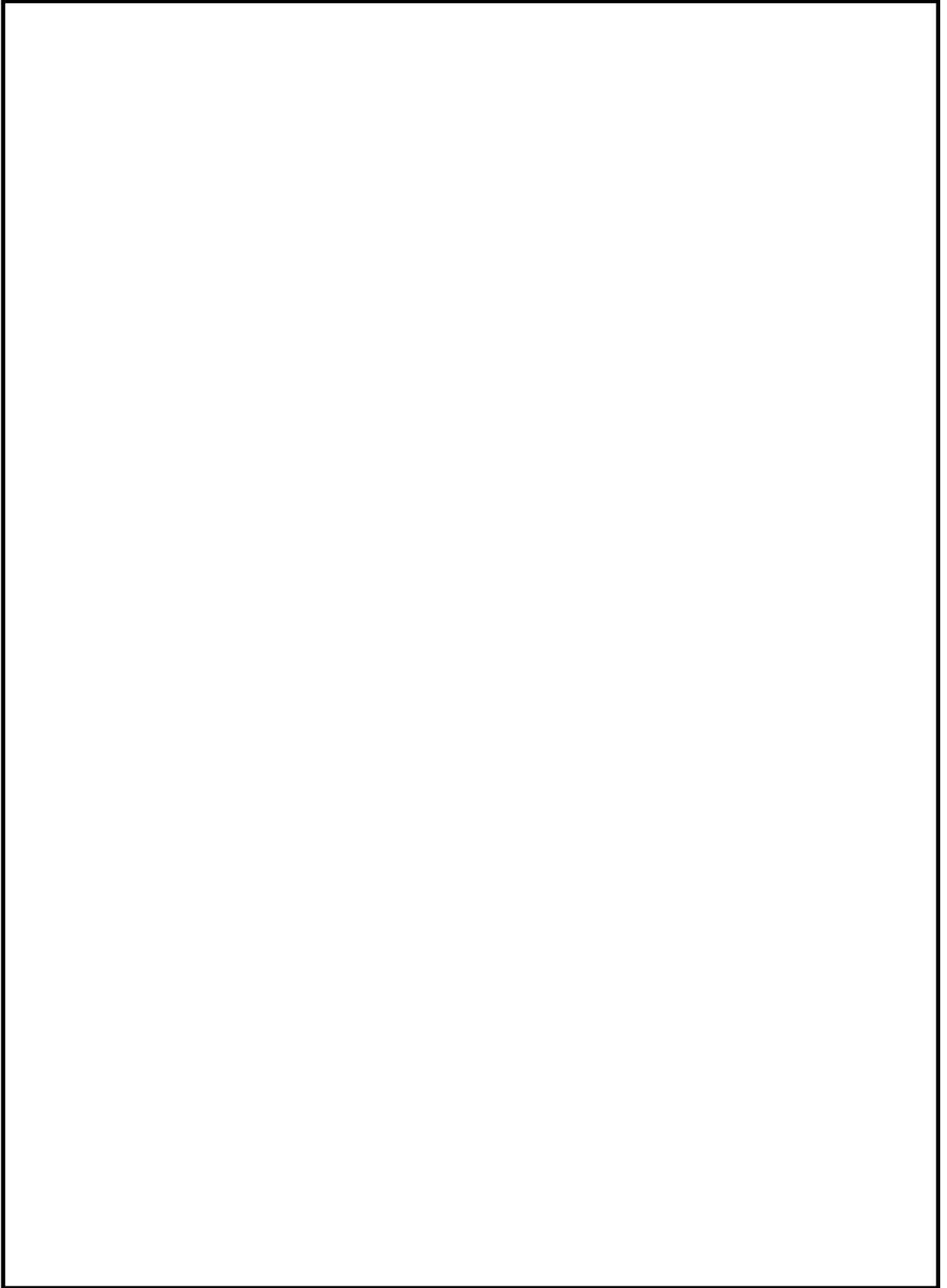


図 16 (1) ほう酸水注入系配管のモード図

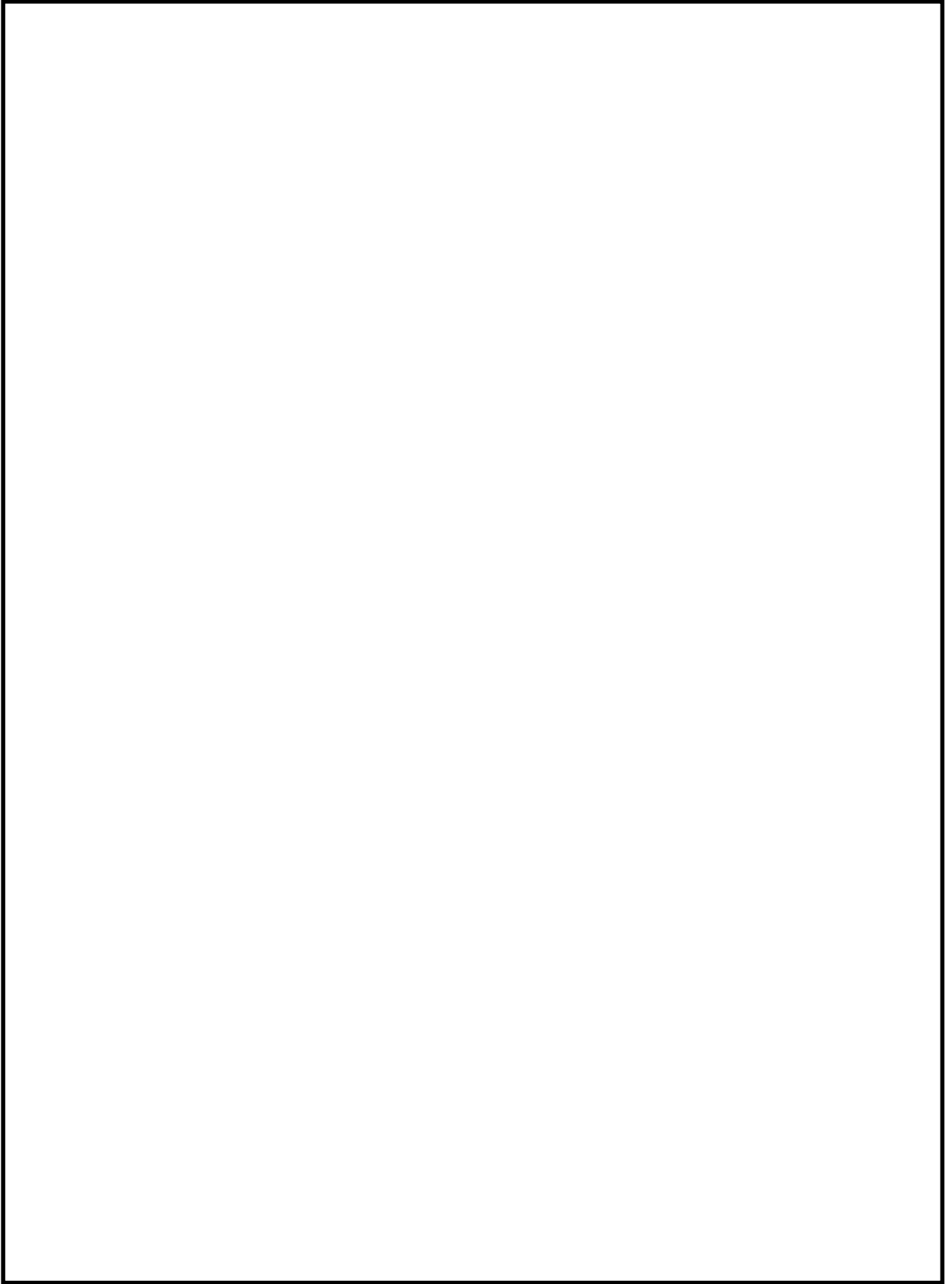


図 16 (2) ほう酸水注入系配管のモード図



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。

(a) 主蒸気系配管

評価結果を表 9 に示すとともに，最大応力発生部位を図 17 に示す。一次応力の裕度が最も小さい主蒸気系配管（モデル No. MS-PD-1）について，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 266MPa 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 278MPa であり，応力値は増加したものの，その増加は僅かであり，許容値を満足することが確認された。

表 9 主蒸気系配管の評価結果

		一次応力 (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)	266	375
	静的解析 (1.2ZPA)	206	
	包絡値	266*	
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)	278	375

注記\*：設計用床応答曲線Ⅰ及び設計用最大応答加速度Ⅰを用いて算出した値であるため，耐震計算書（V-2-5-2-1-2）の値（設計用床応答曲線Ⅱ及び設計用最大応答加速度Ⅱを用いて算出）とは異なる。

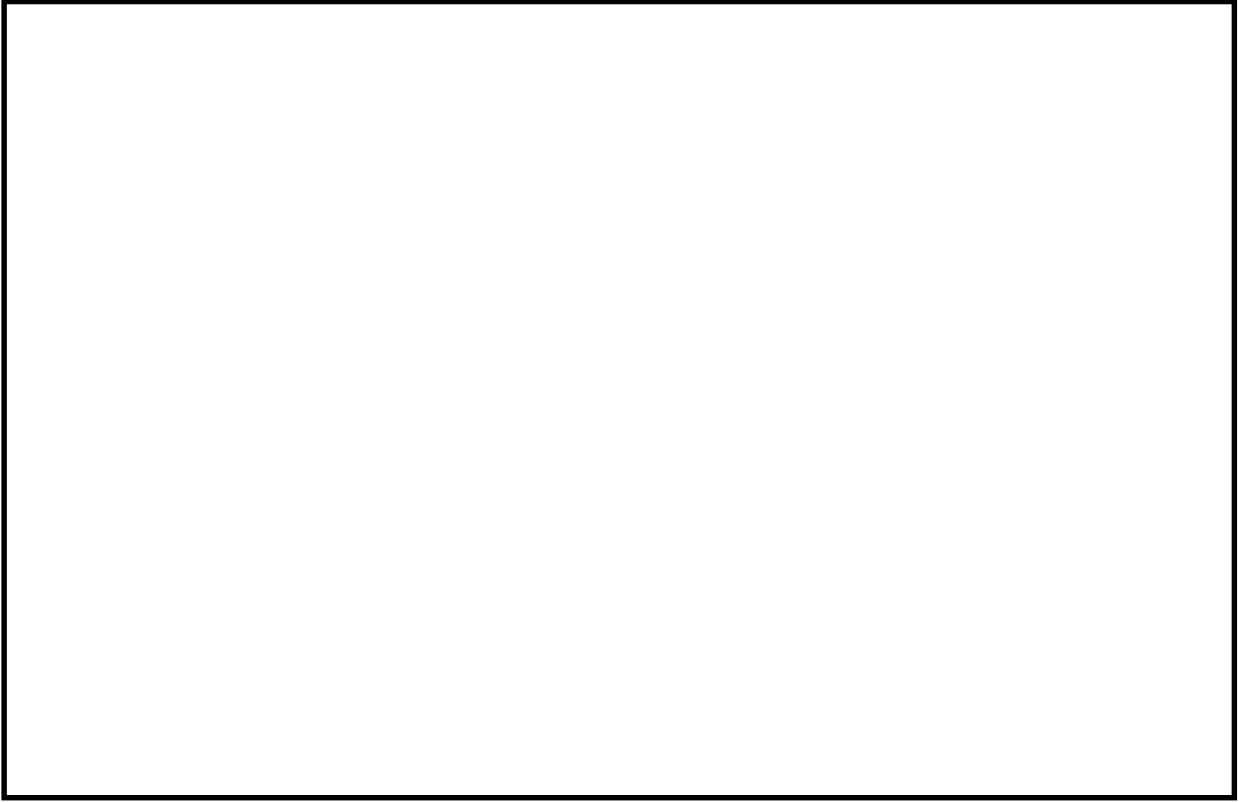


図 17 主蒸気系配管の最大応力発生部位

(b) ほう酸水注入系配管

評価結果を表 10 に示すとともに、最大応力発生部位を図 18 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 28MPa 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 45MPa であった。また 1.2ZPA を用いた静的解析による評価結果は 64MPa であった。

以上のとおり、現行の手法による評価結果 64MPa が妥当性検討結果 45MPa を上回る結果となった。

表 10 ほう酸水注入系の評価結果

		一次応力 (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)	28	282
	静的解析 (1.2ZPA)	64	
	包絡値	64*	
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)	45	282

注記\*：設計用床応答曲線Ⅰ及び設計用最大応答加速度Ⅰを用いて算出した値であるため、耐震計算書（V-2-6-4-1-3）の値（設計用床応答曲線Ⅱ及び設計用最大応答加速度Ⅱを用いて算出）とは異なる。

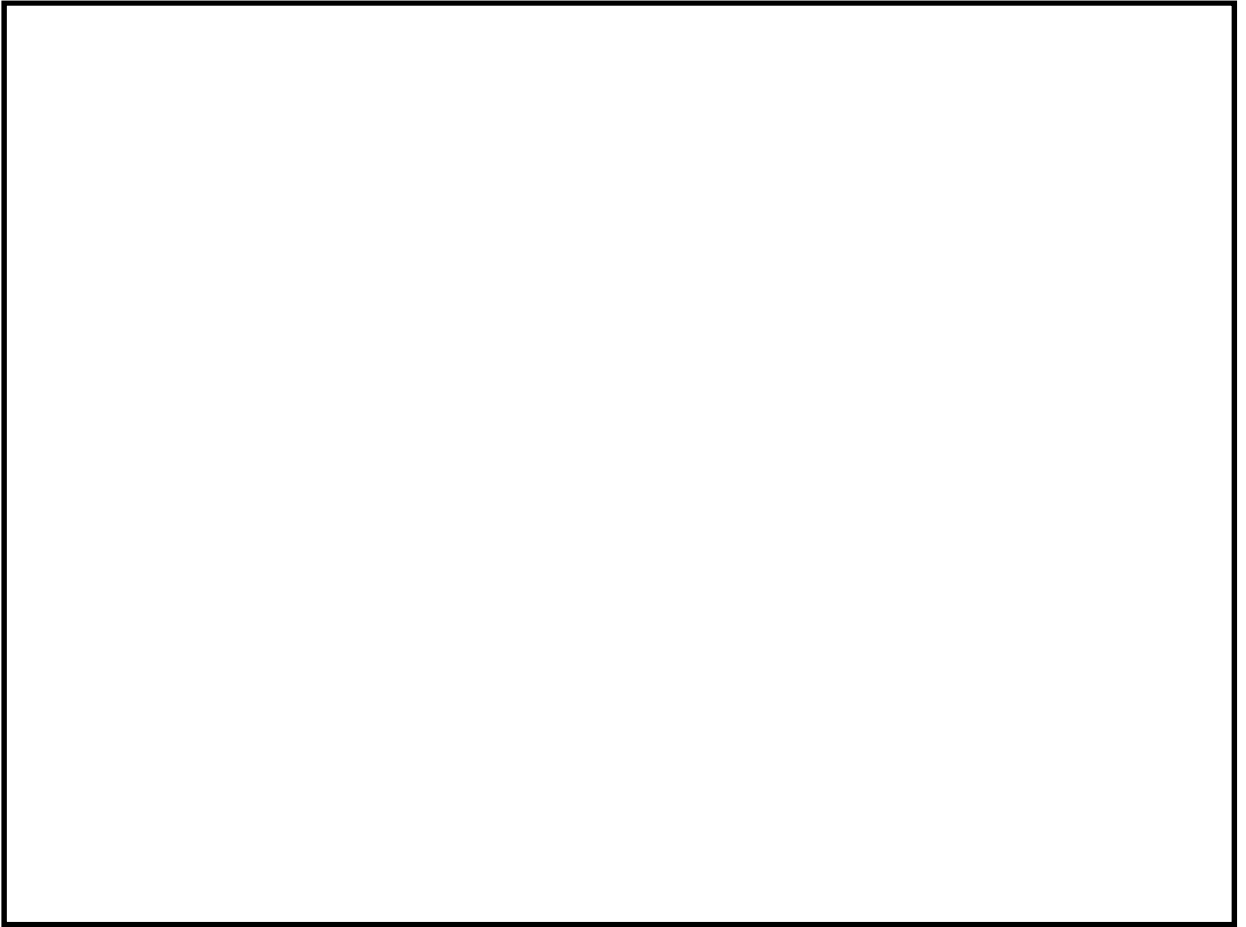


図 18 ほう酸水注入系の最大応力発生部位

以上のとおり、主蒸気系配管及びほう酸水注入系配管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、若しくは下回ることが確認できた。

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主蒸気系配管及び 20Hz 近傍に 1 次固有振動数を有するほう酸水注入系配管を対象に地震応答解析を実施した（表 11 参照）。

表 11 妥当性検討に用いた対象設備

対象設備	説明
主蒸気系配管	20Hz 近傍に卓越する応答を示す原子炉遮蔽壁の設計用床応答曲線を適用するもののうち、一次応力の裕度が最も小さい設備として選定した。
ほう酸水注入系配管	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"/> ，2 次固有振動数 <input type="text"/> 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 12 に示す。

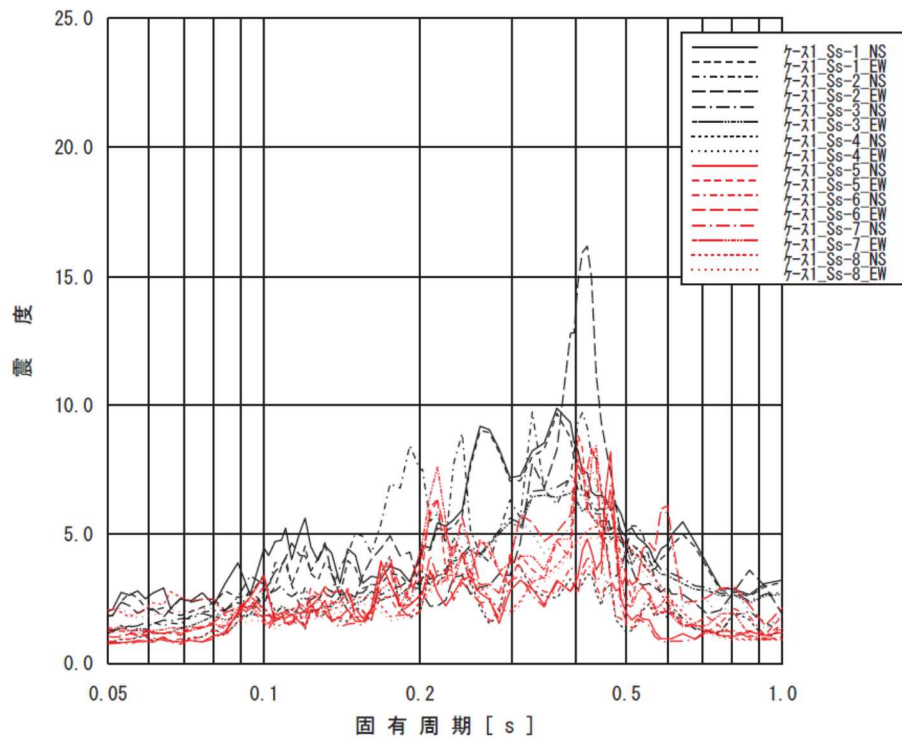
主蒸気系配管は、現行手法による発生応力に対して、妥当性検討による発生応力の増加が確認されたものの、増分は僅かであった。これは、1～8 次の固有振動数（20Hz 未満）での応答の配管に発生する応力への寄与が、9 次以降の固有振動数での応答に対して相対的に小さいことによるものと考えられる。

また、ほう酸水注入系配管は、現行手法のうち動的解析による発生応力に対して、妥当性検討による発生応力が大きくなったものの、静的解析による発生応力は、妥当性検討による発生応力より大きくなっており、動的解析に加えて静的解析を行うことで 50Hz までの領域を考慮した地震応答解析を行うよりも保守的な結果が得られることを確認した。

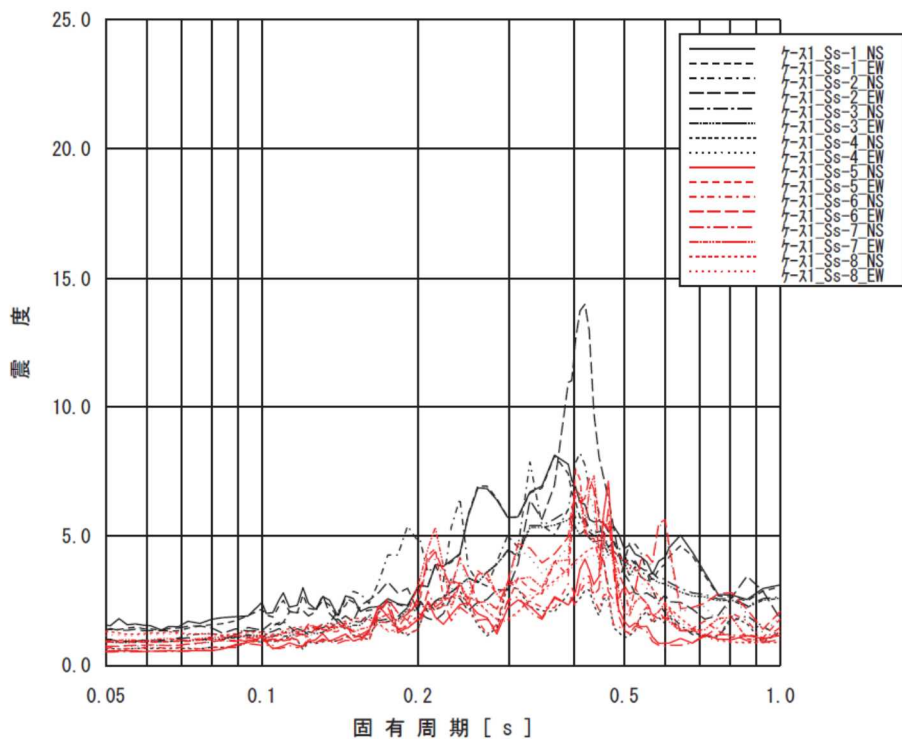
以上のとおり、剛柔判定の固有周期を 20Hz とし、現行手法で解析を実施することは、耐震設計を行う上で妥当であると考えられる。

表 12 現行手法及び妥当性検討の評価結果まとめ

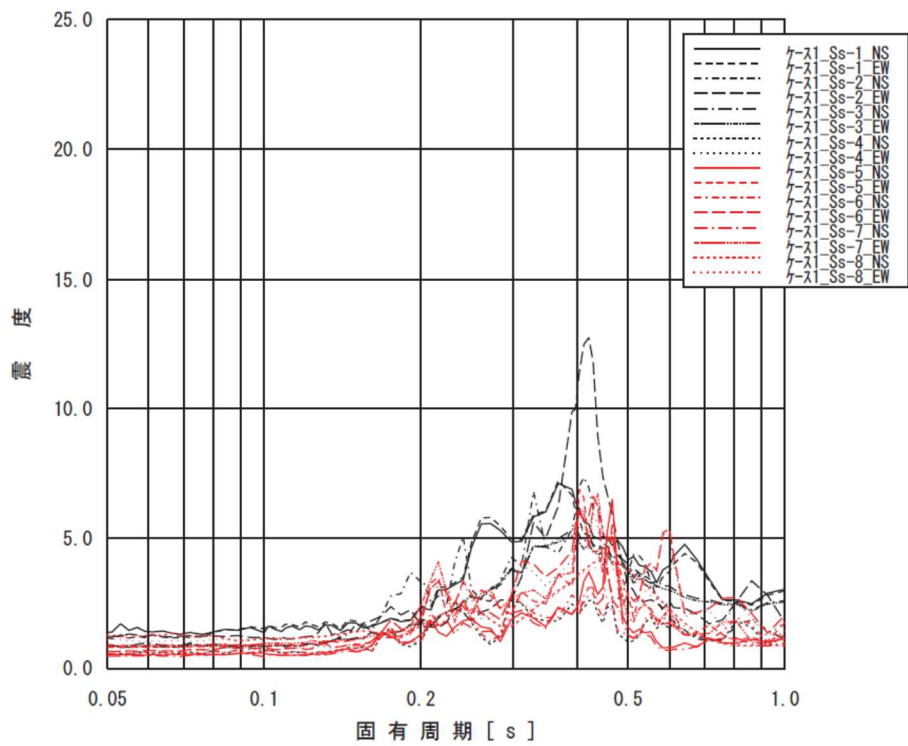
対象設備	発生応力 (MPa)		許容応力 (MPa)
	現行手法	妥当性検討	
主蒸気系配管	266 〔 動的解析：266 〕 〔 静的解析：206 〕	278	375
ほう酸水注入系配管	64 〔 動的解析：28 〕 〔 静的解析：64 〕	45	282



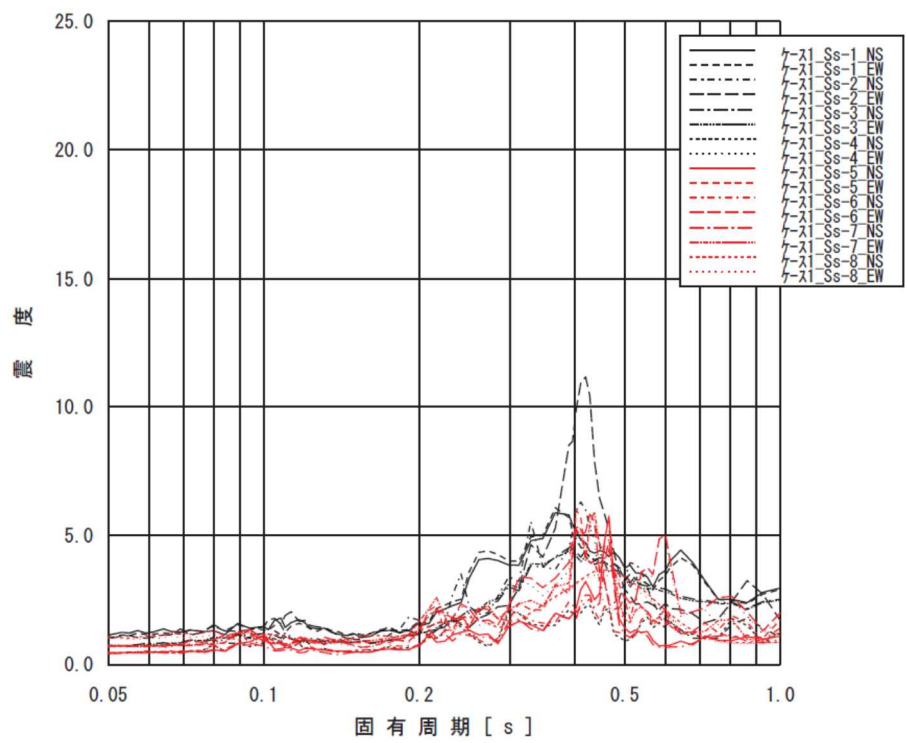
添付図 1(1) 原子炉建屋 (T. M. S. L. 49. 7m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1. 0%)



添付図 1(2) 原子炉建屋 (T. M. S. L. 38. 200m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1. 0%)

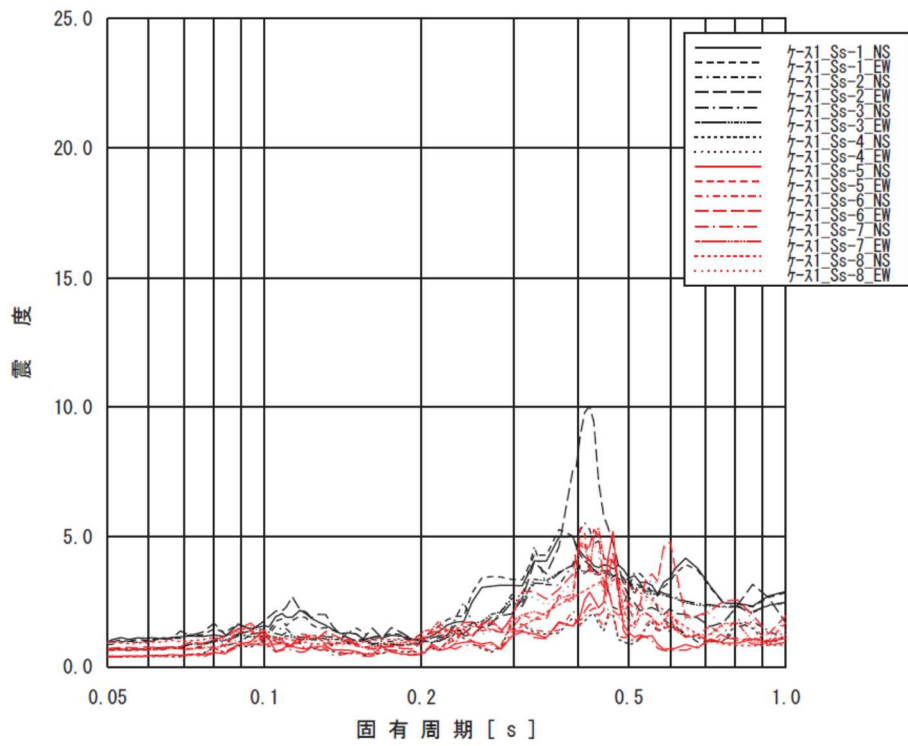


添付図 1(3) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 31.700m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

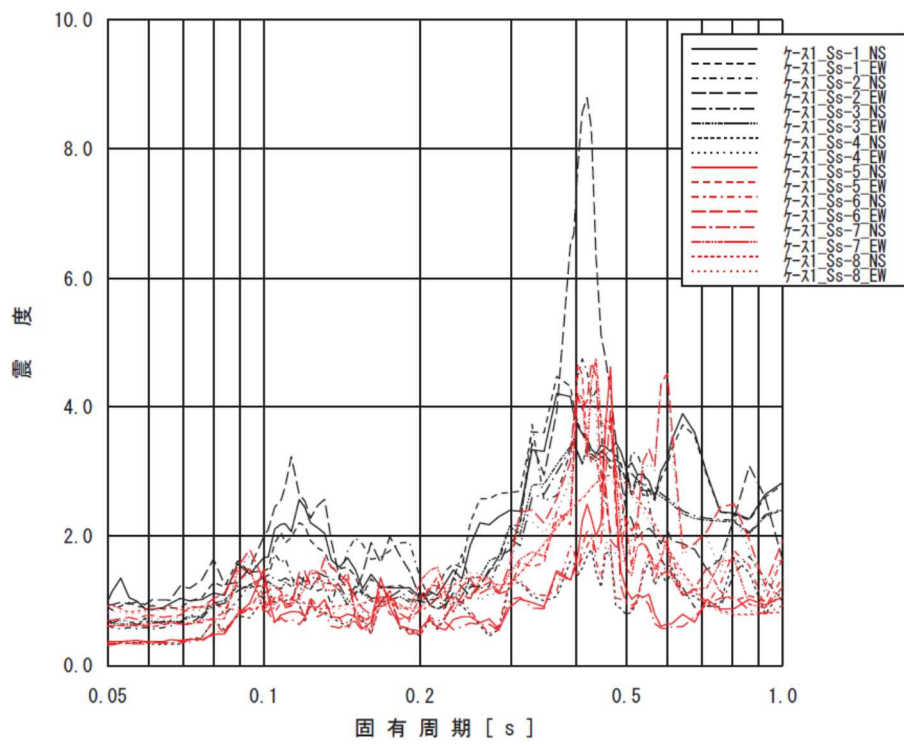


添付図 1(4) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 23.500m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

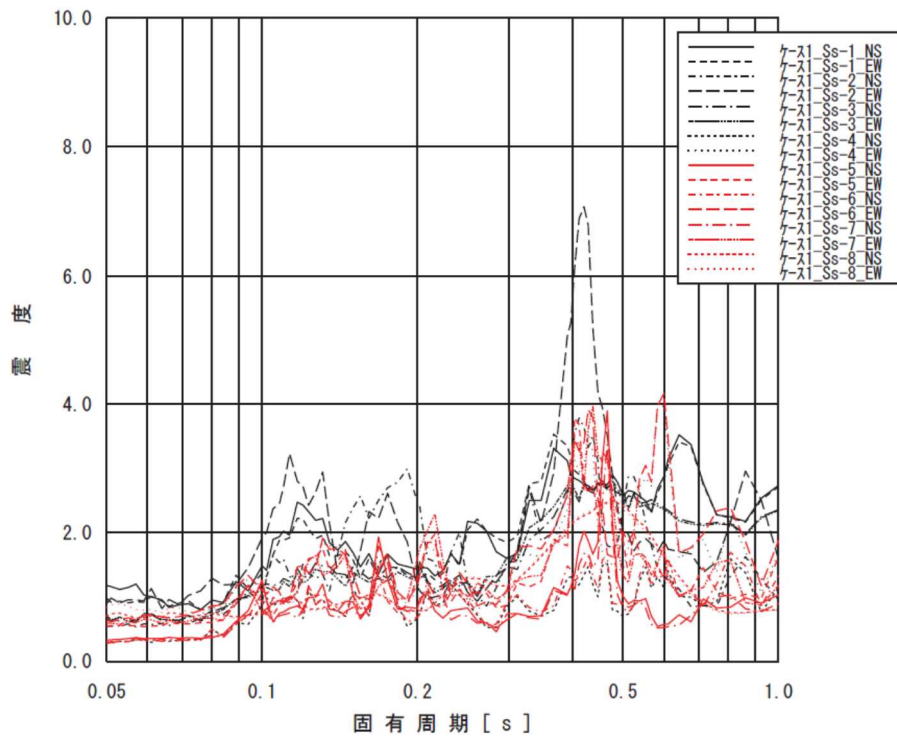




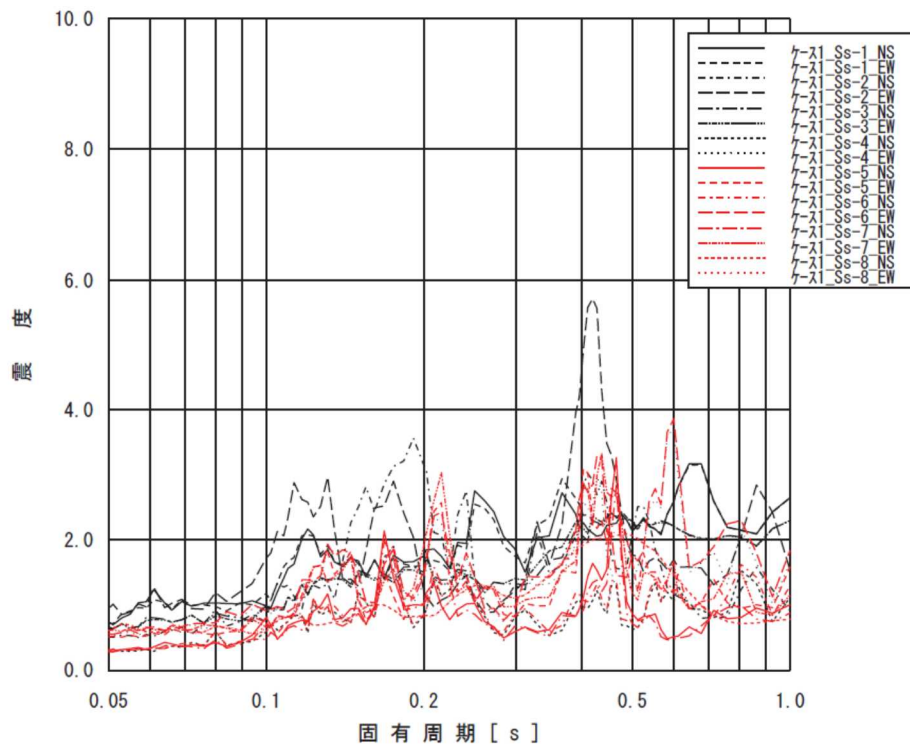
添付図 1(5) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 18.100m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



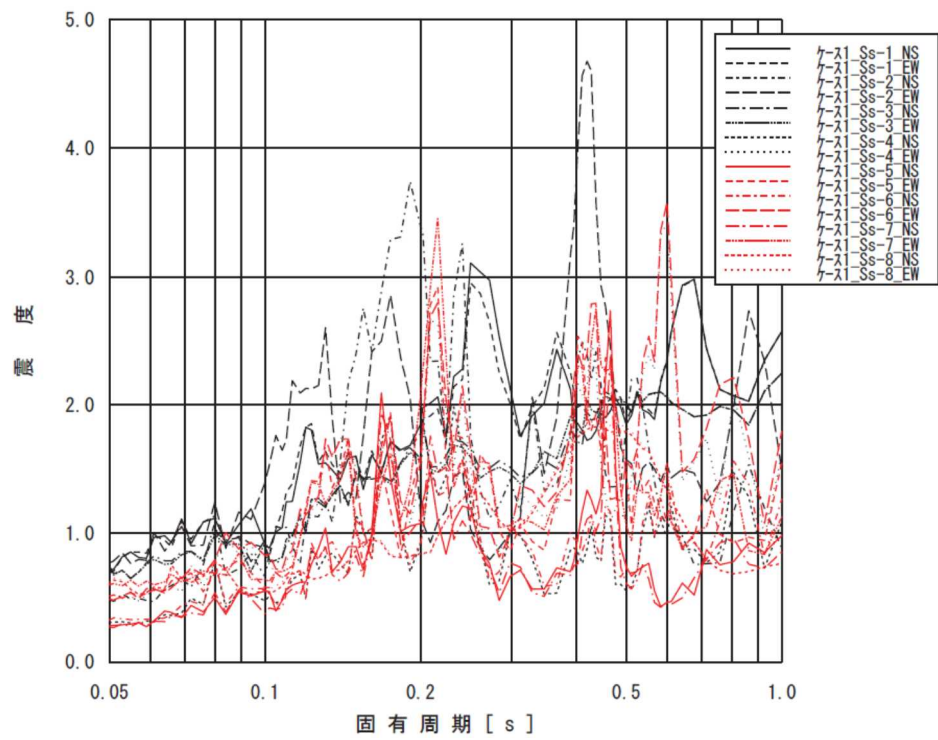
添付図 1(6) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 12.300m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



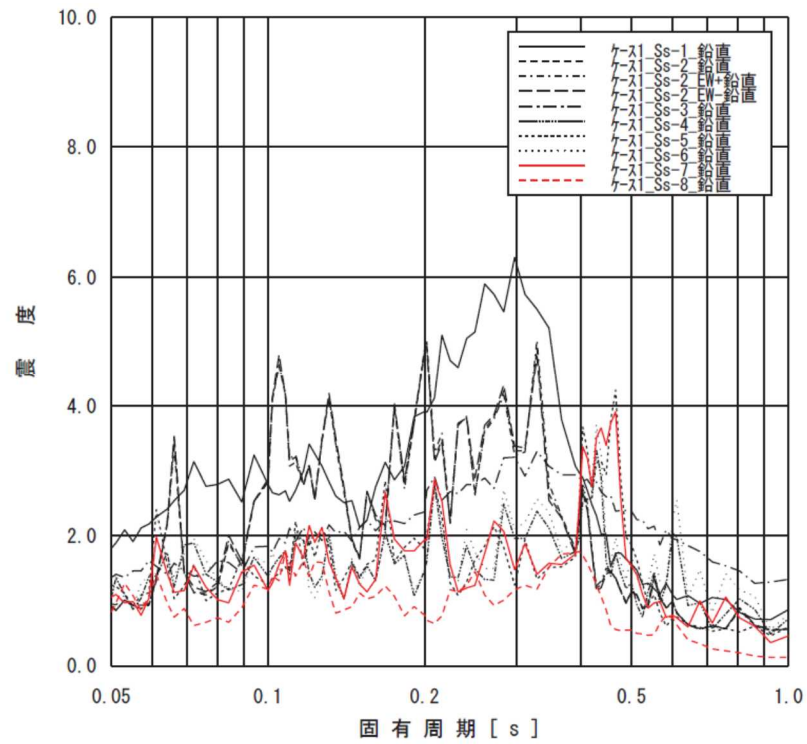
添付図 1(7) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 4.800m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



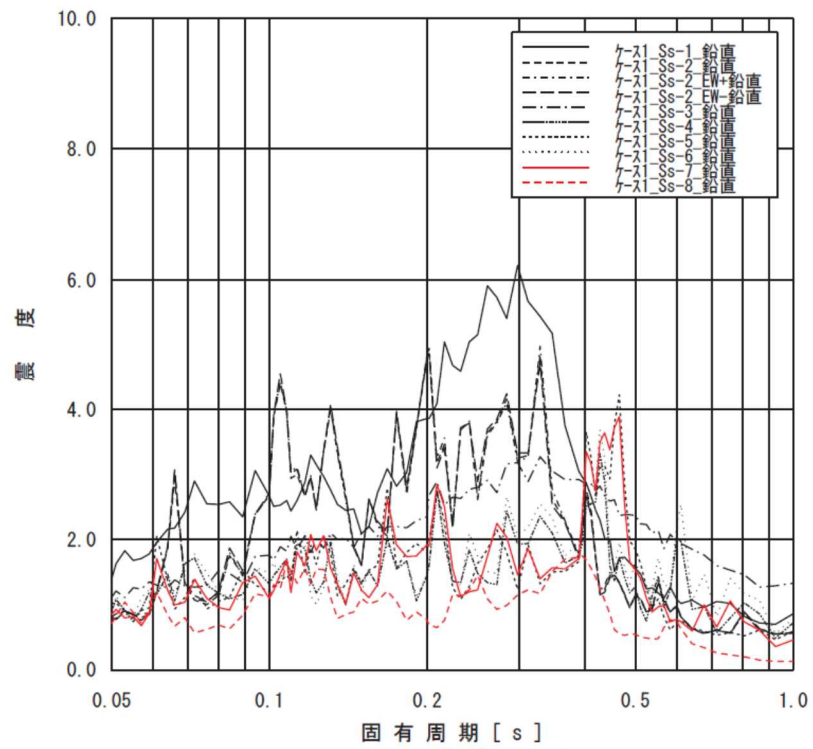
添付図 1(8) 原子炉建屋 (T.M.S.L. -1.700m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



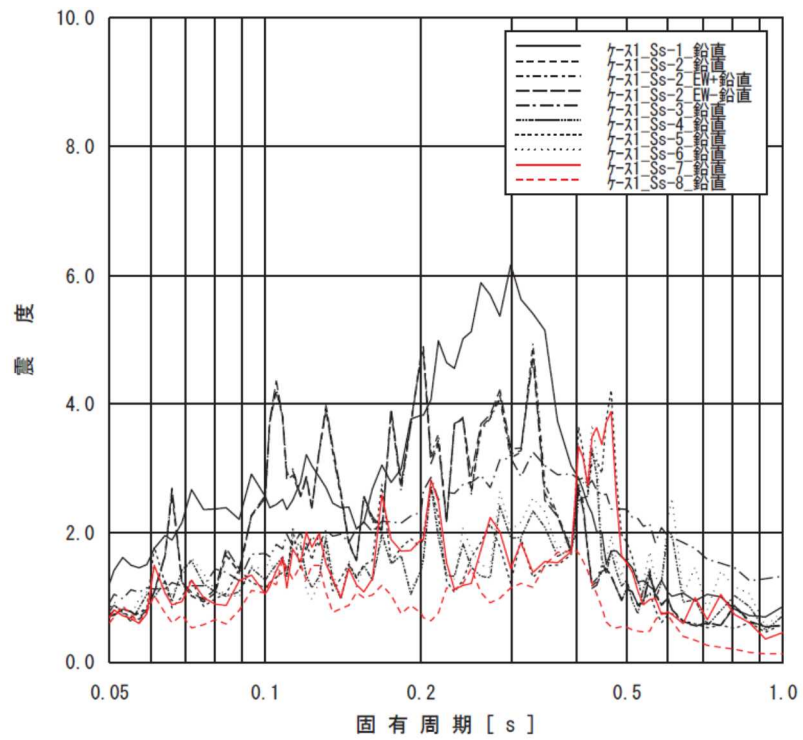
添付図 1(9) 原子炉建屋 (T.M.S.L. -8.200m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



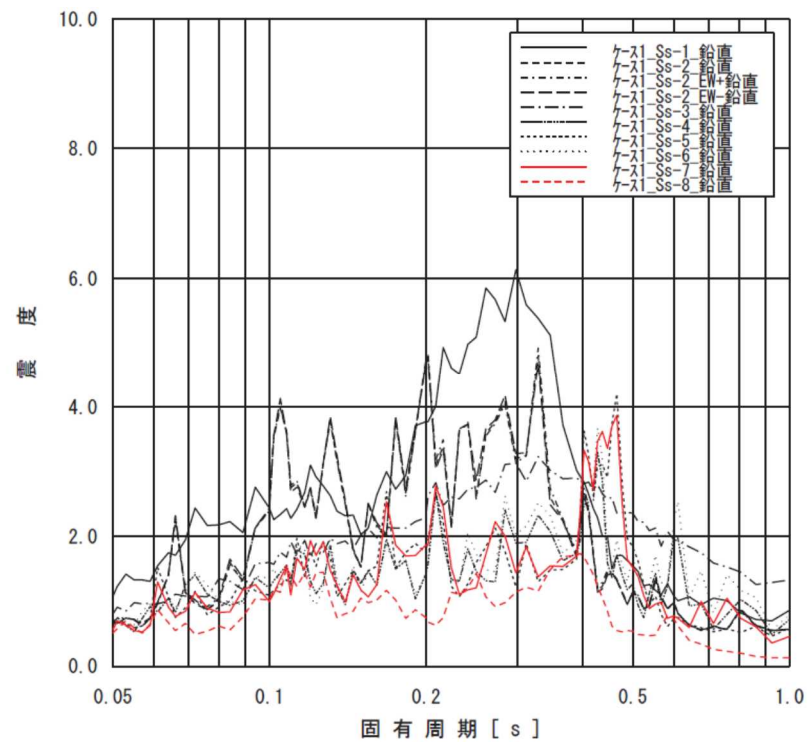
添付図 2(1) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 49.700m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



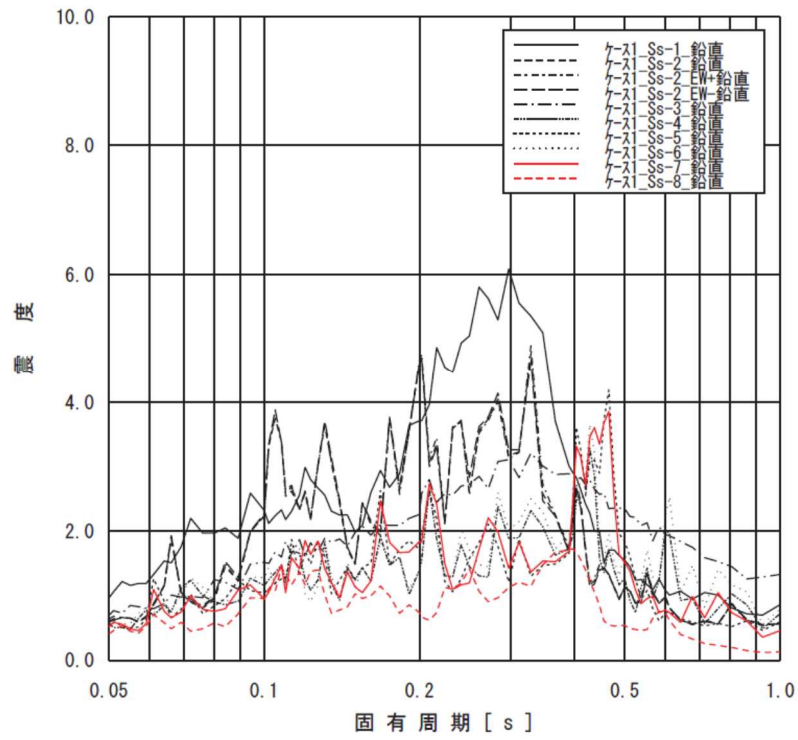
添付図 2(2) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 38.200m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



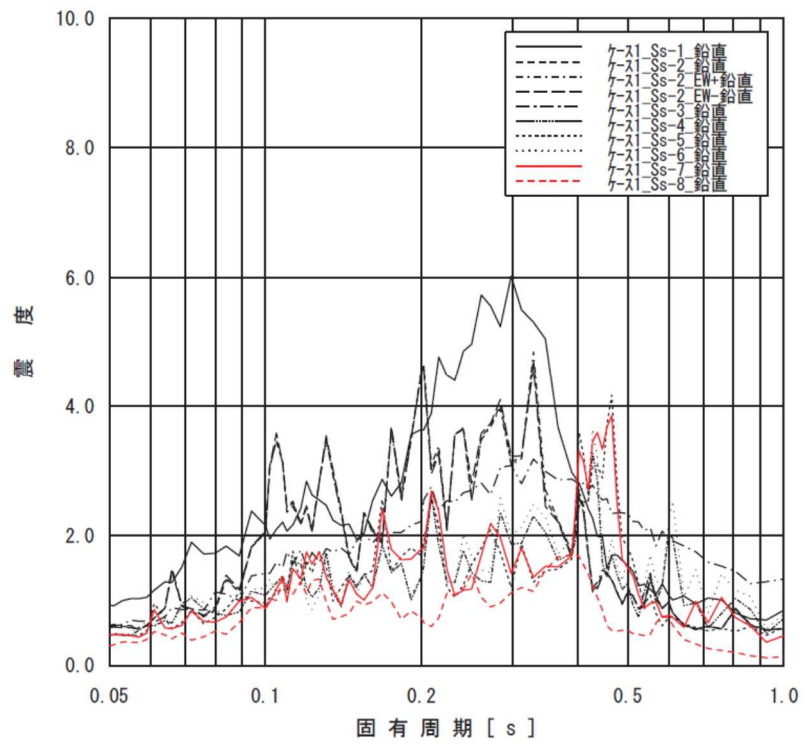
添付図 2(3) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 31.700m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



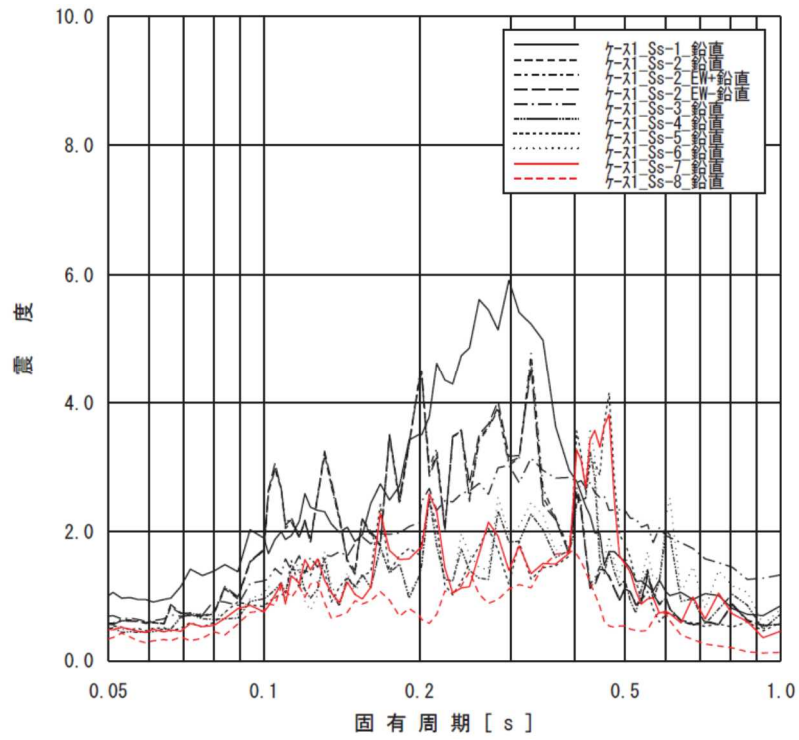
添付図 2(4) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 23.500m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



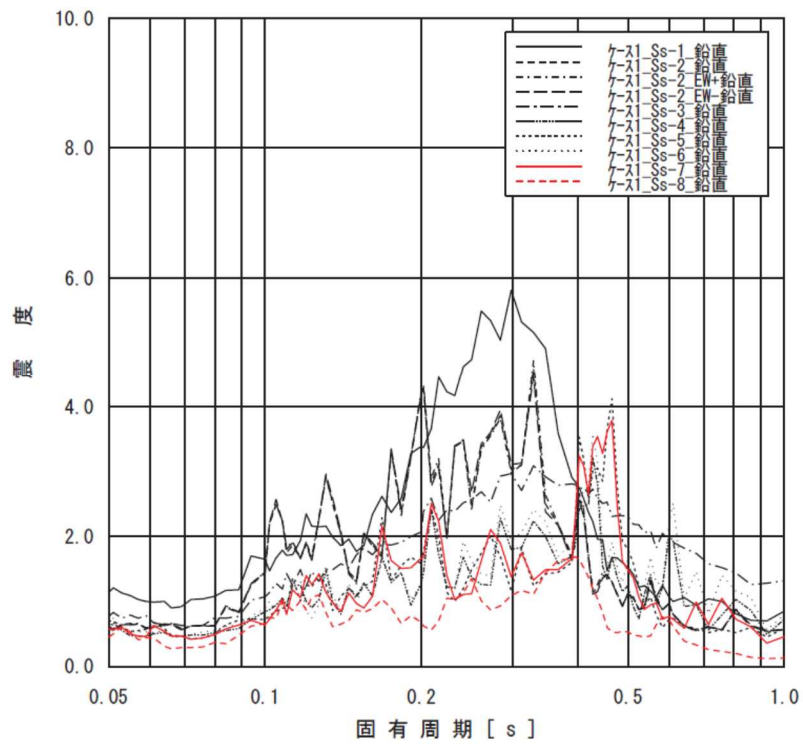
添付図 2(5) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 18.100m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



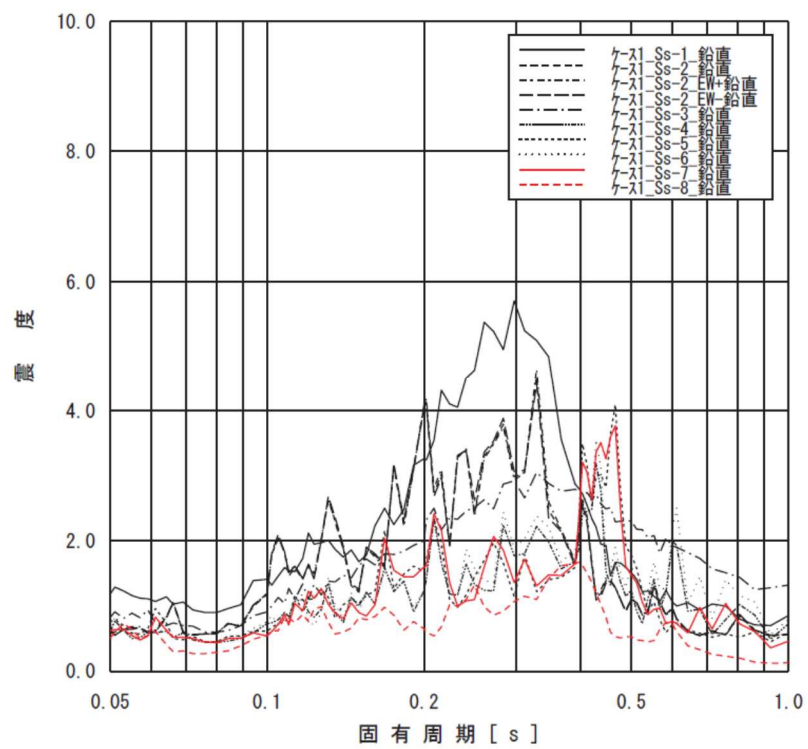
添付図 2(6) 原子炉建屋 (T.M.S.L. 12.300m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



添付図 2(7) 原子炉建屋 (T. M. S. L. 4. 800m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

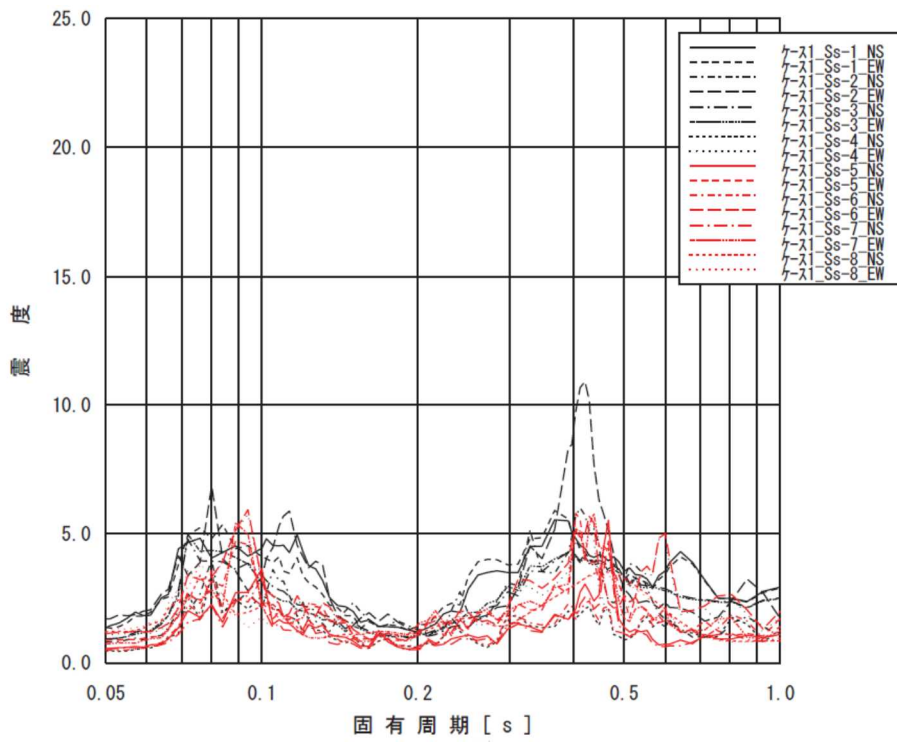


添付図 2(8) 原子炉建屋 (T. M. S. L. -1. 700m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

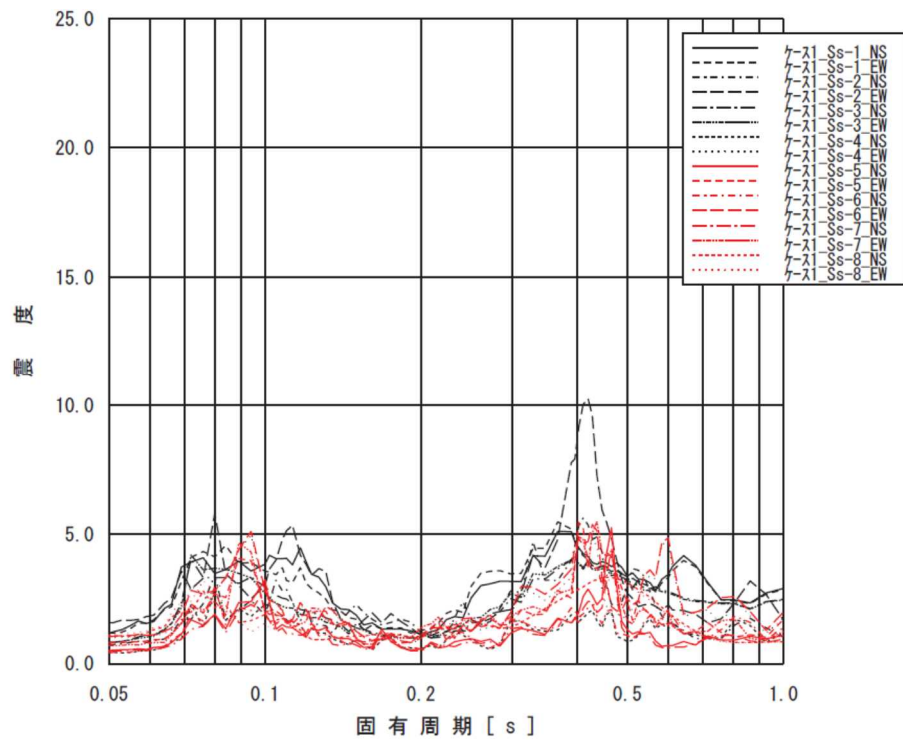


添付図 2(9) 原子炉建屋 (T. M. S. L. -8. 200m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

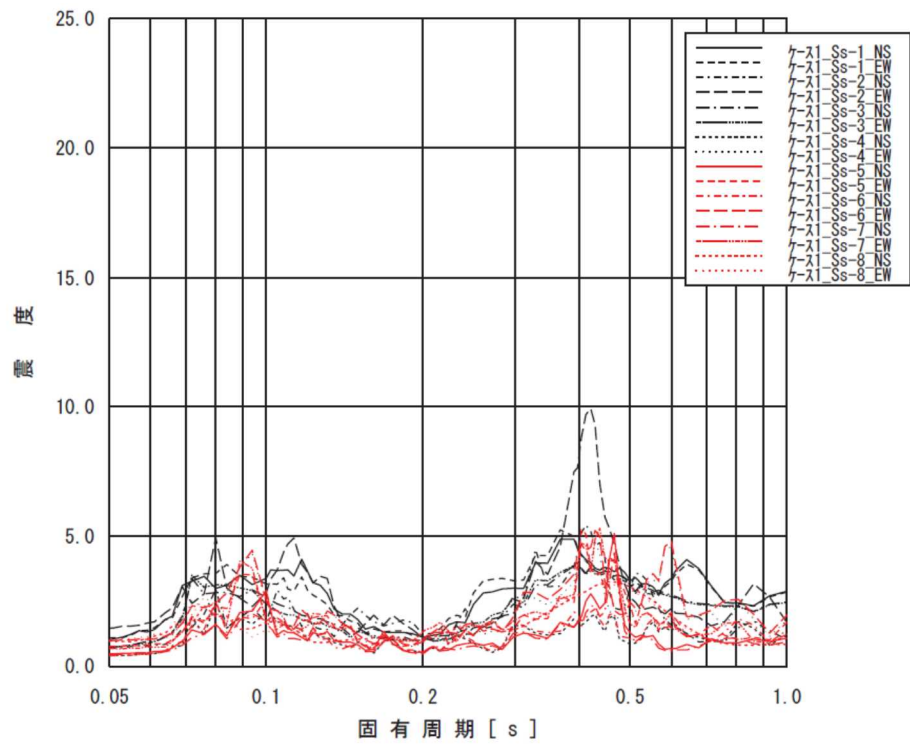




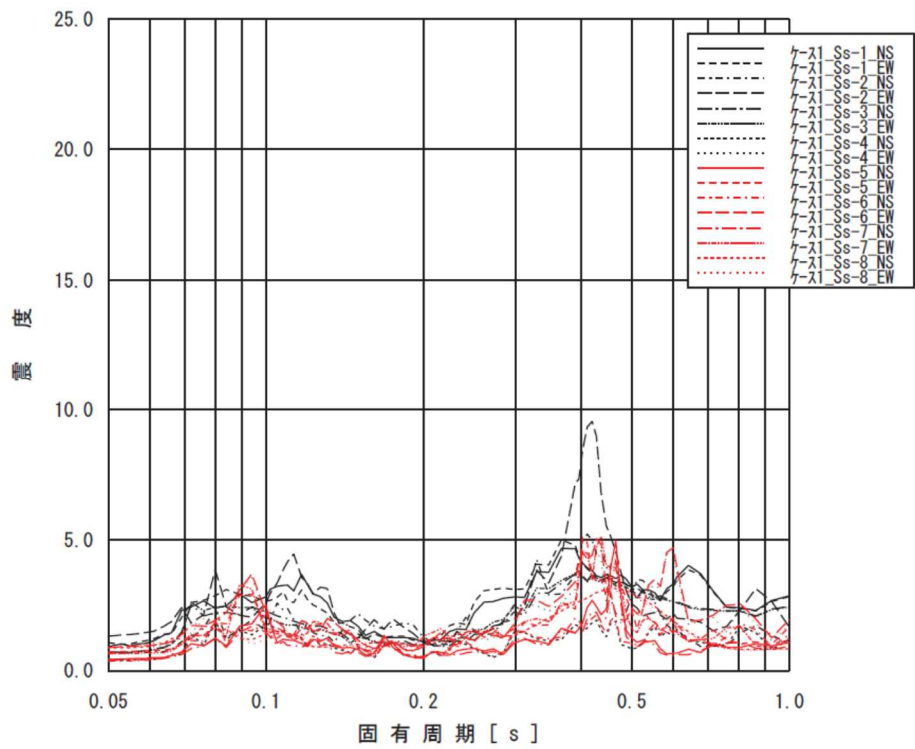
添付図 3(1) 原子炉遮蔽壁 (T.M.S.L. 21.200m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



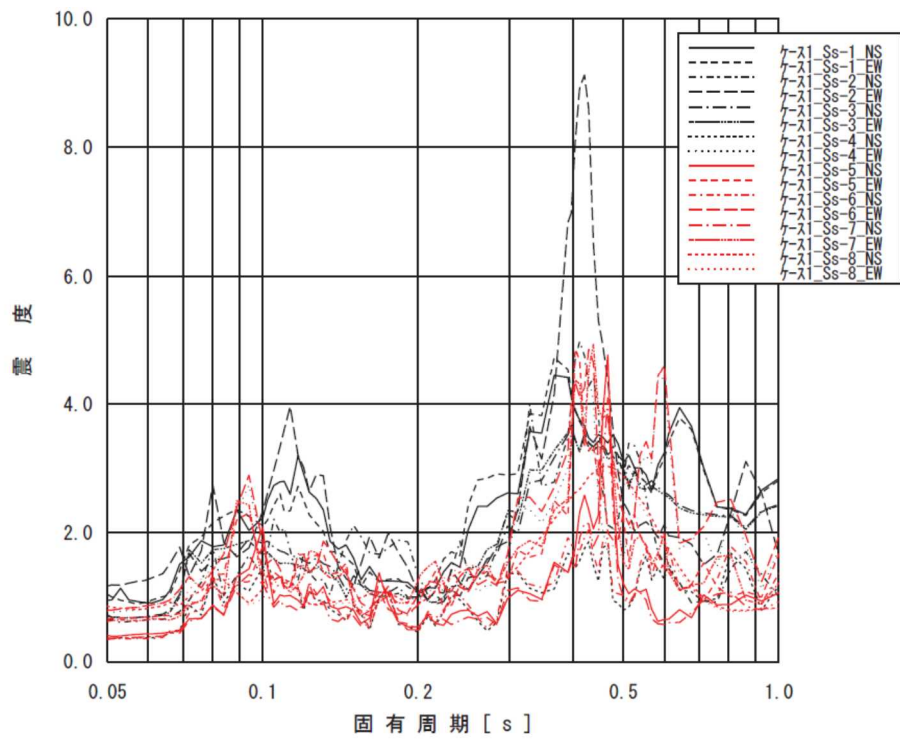
添付図 3(2) 原子炉遮蔽壁 (T.M.S.L. 18.440m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



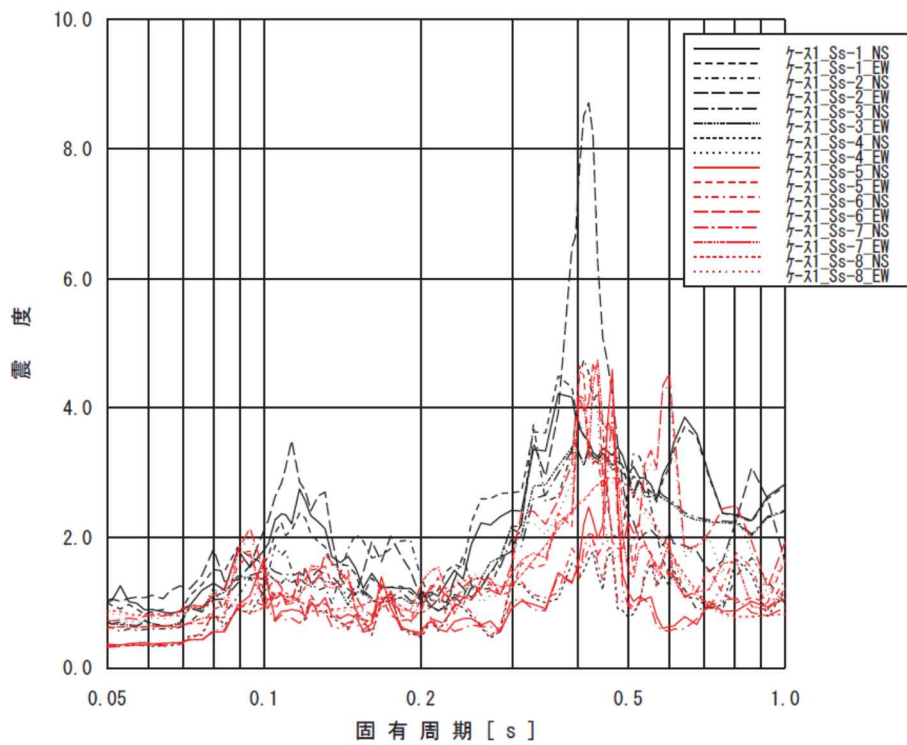
添付図 3(3) 原子炉遮蔽壁 (T.M.S.L. 17.020m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



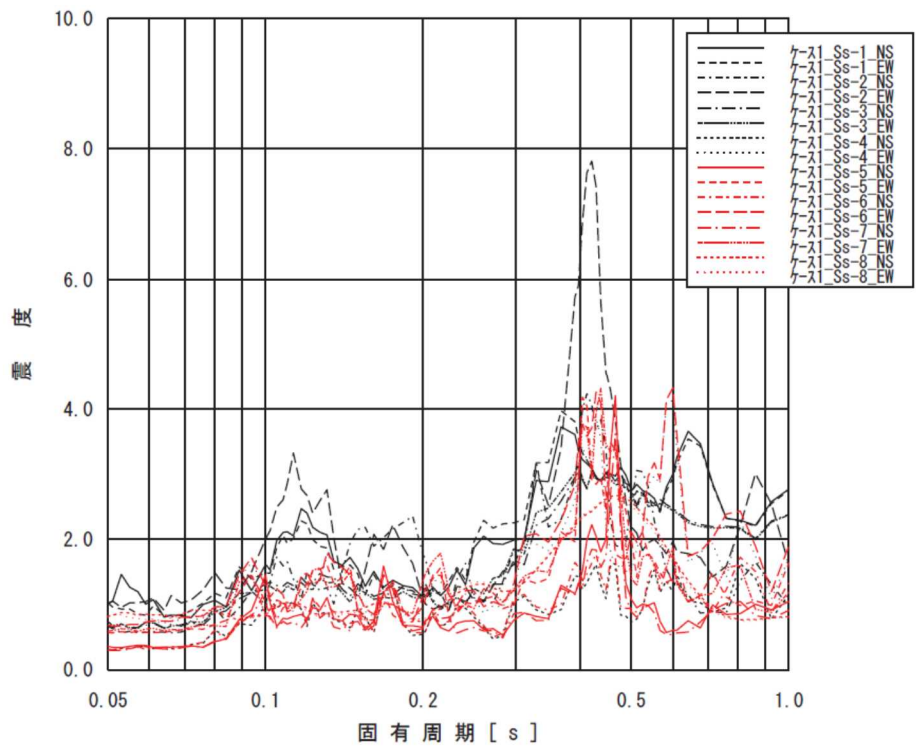
添付図 3(4) 原子炉遮蔽壁 (T.M.S.L. 15.600m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



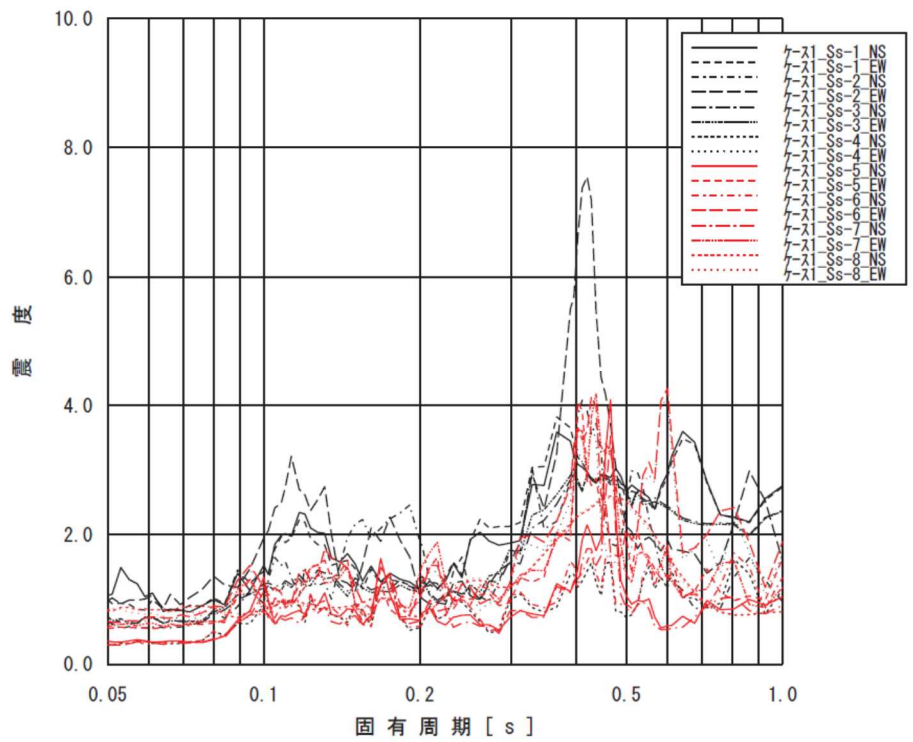
添付図 3(5) 原子炉遮蔽壁 (T.M.S.L. 13.950m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



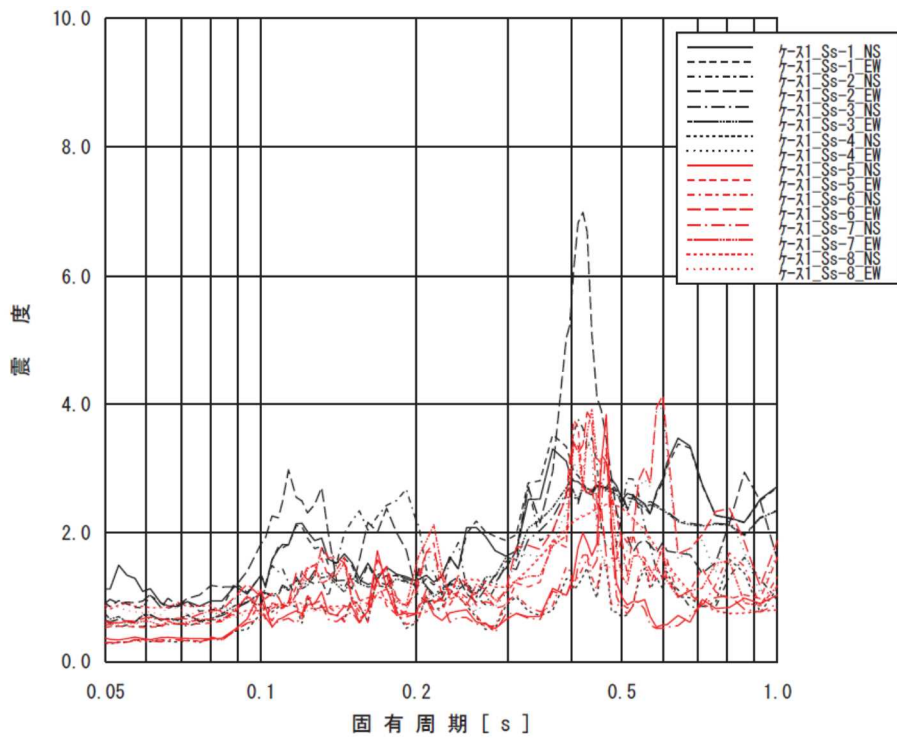
添付図 3(6) 原子炉本体基礎 (T.M.S.L. 12.300m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



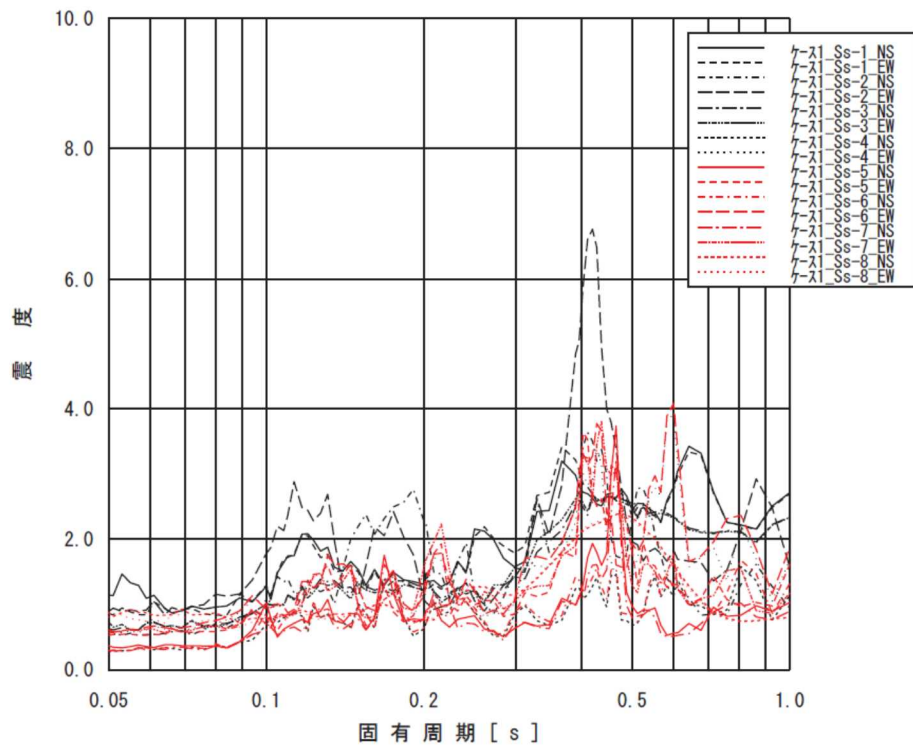
添付図 3(7) 原子炉本体基礎 (T.M.S.L. 8.200m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



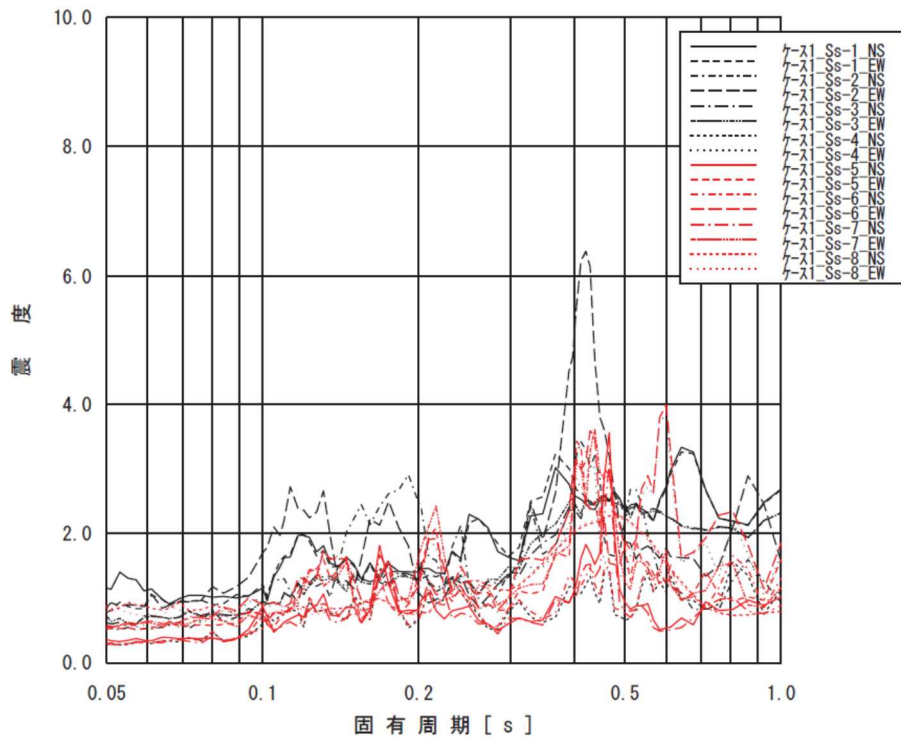
添付図 3(8) 原子炉本体基礎 (T.M.S.L. 7.000m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



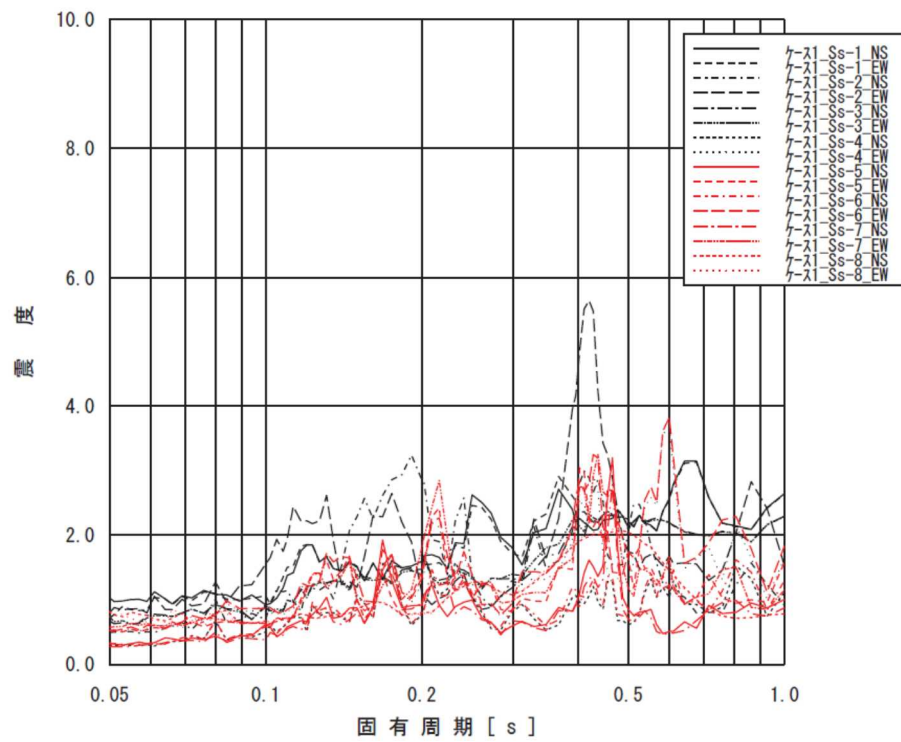
添付図 3(9) 原子炉本体基礎 (T.M.S.L. 4.500m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



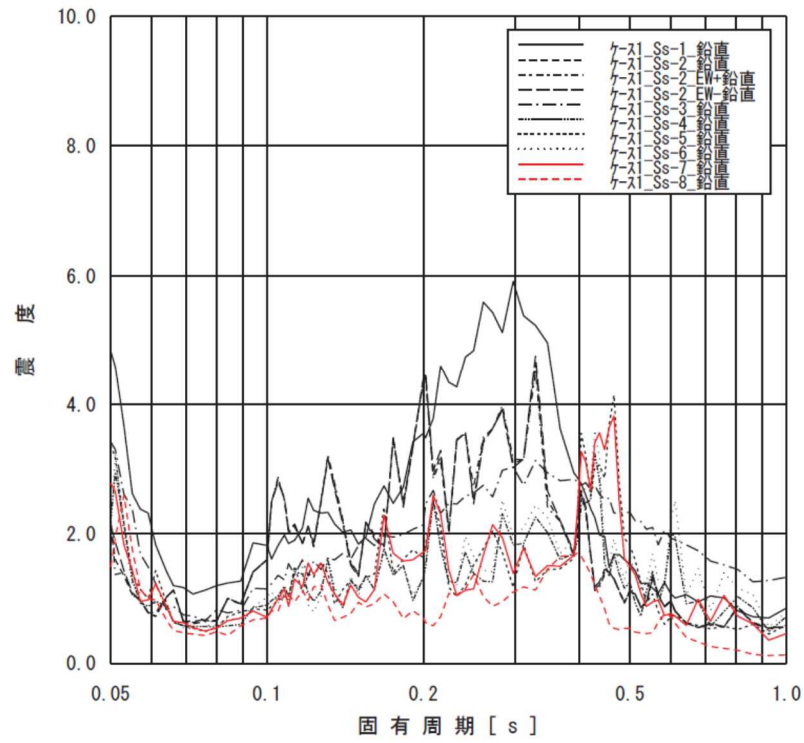
添付図 3(10) 原子炉本体基礎 (T.M.S.L. 3.500m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



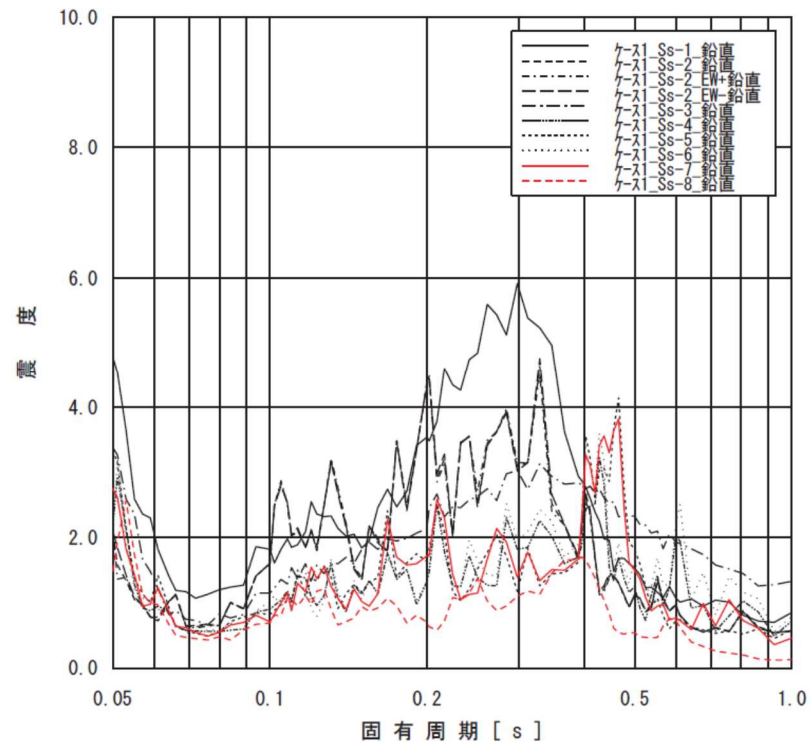
添付図 3(11) 原子炉本体基礎 (T. M. S. L. 1.700m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



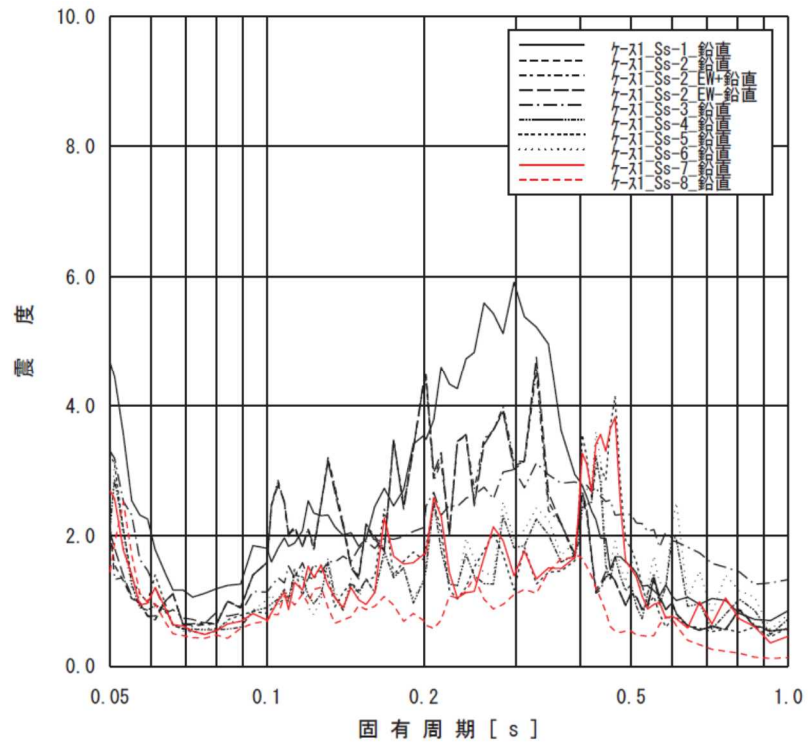
添付図 3(12) 原子炉本体基礎 (T. M. S. L. -2.100m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



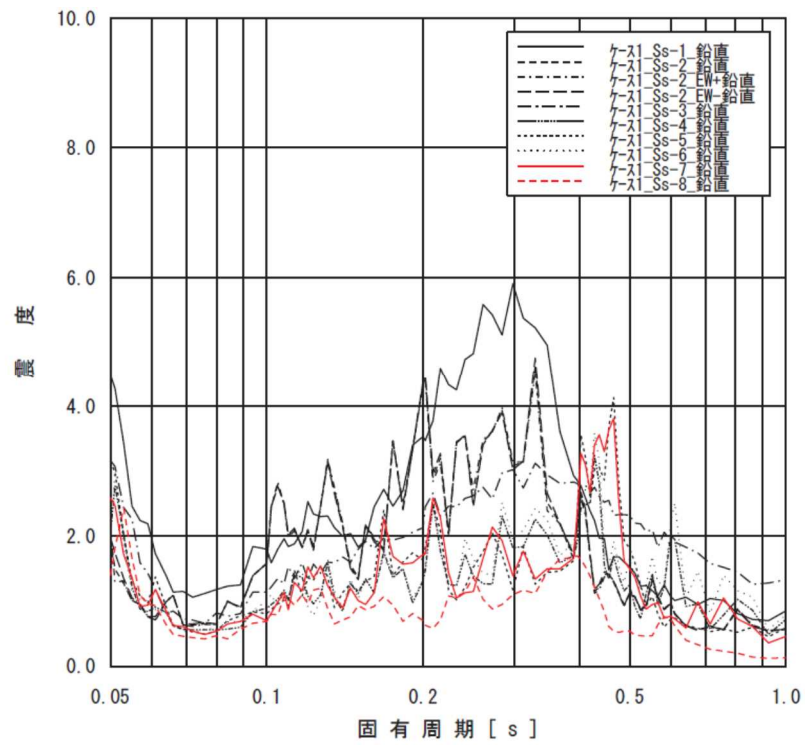
添付図 4(1) 原子炉遮蔽壁 (T.M.S.L. 21.200m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



添付図 4(2) 原子炉遮蔽壁 (T.M.S.L. 18.440m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

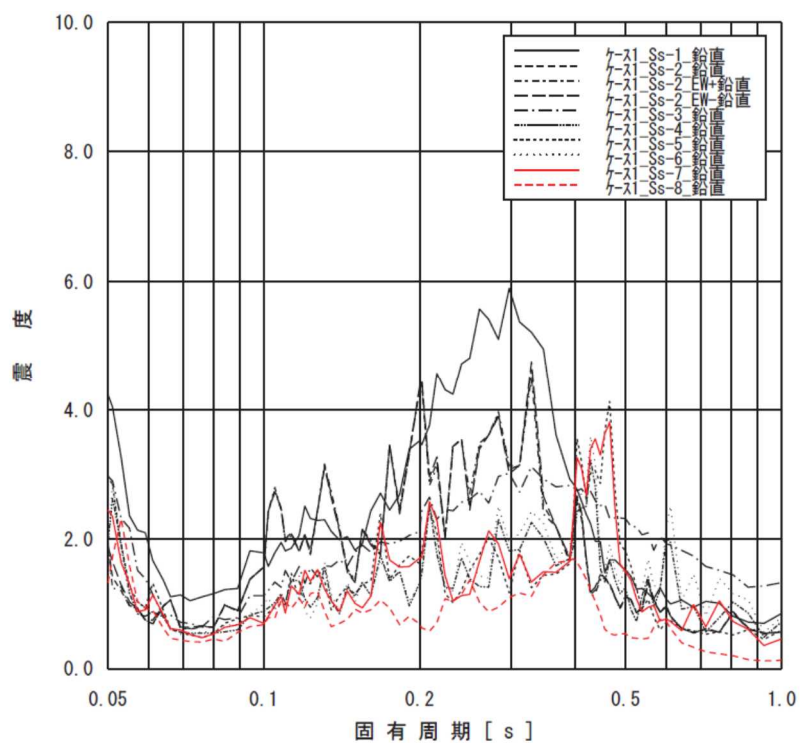


添付図 4(3) 原子炉遮蔽壁 (T.M.S.L. 17.020m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

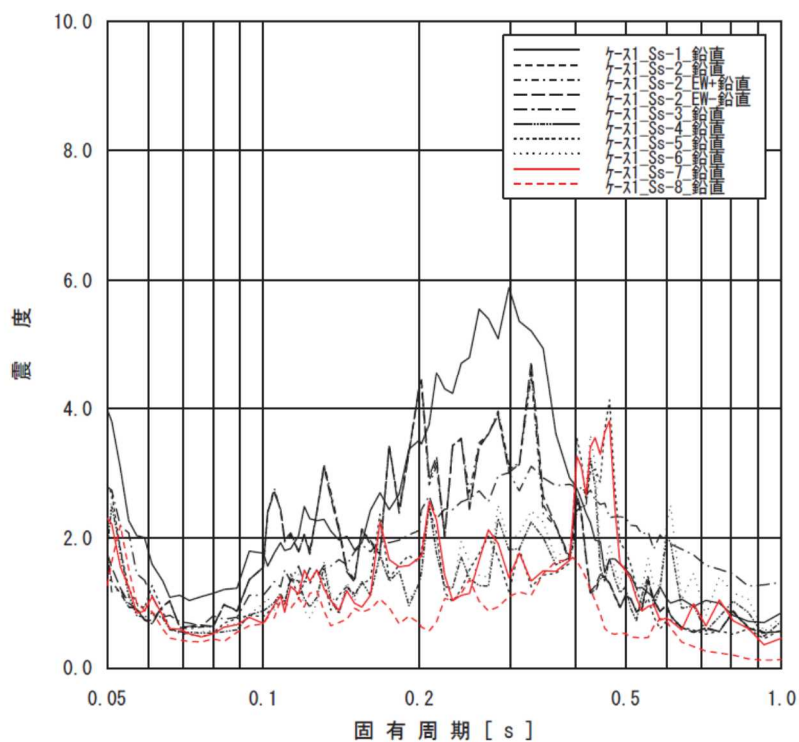


添付図 4(4) 原子炉遮蔽壁 (T.M.S.L. 15.600m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

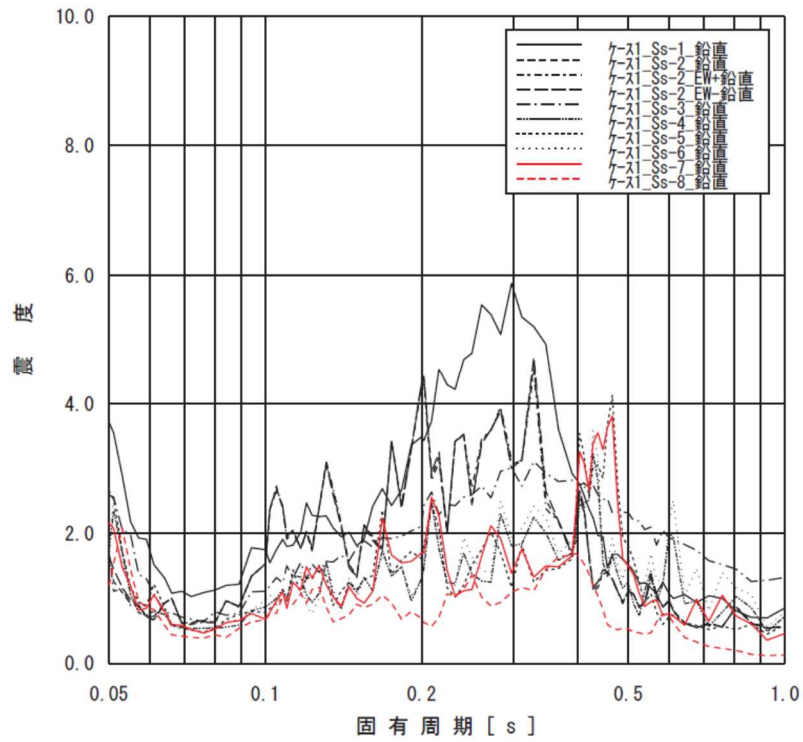




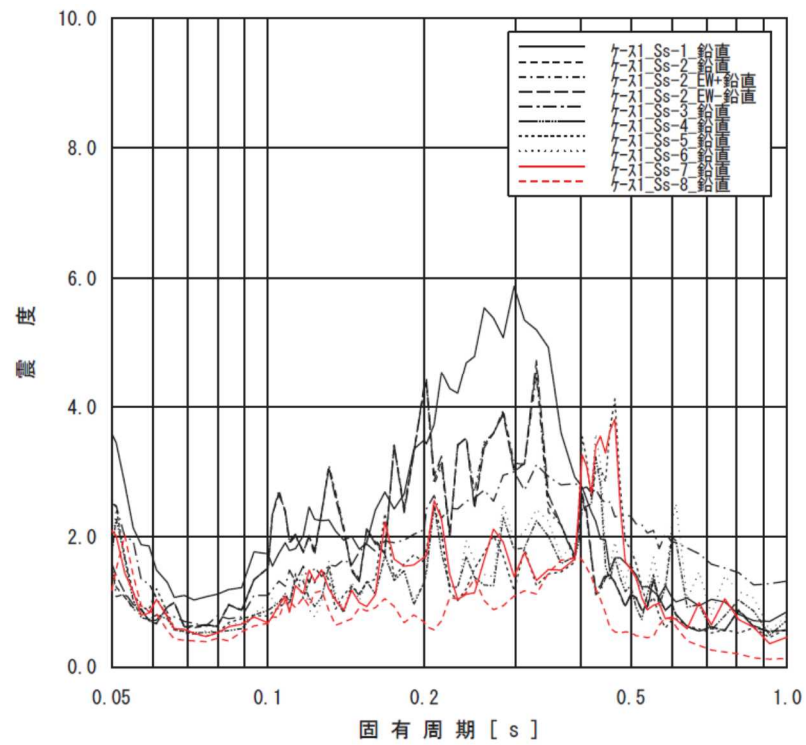
添付図 4(5) 原子炉遮蔽壁 (T.M.S.L. 13.950m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



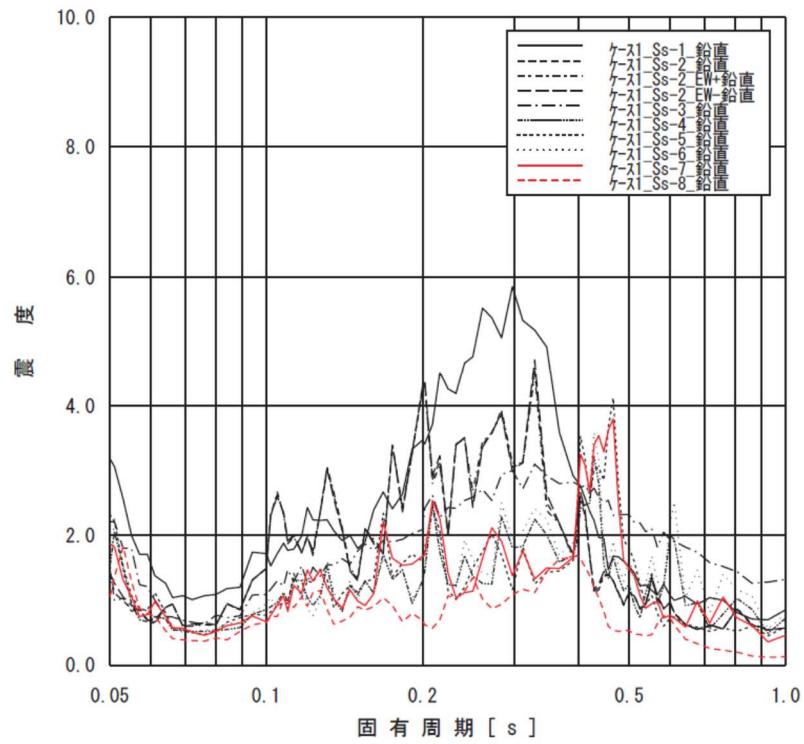
添付図 4(6) 原子炉本体基礎 (T.M.S.L. 12.300m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



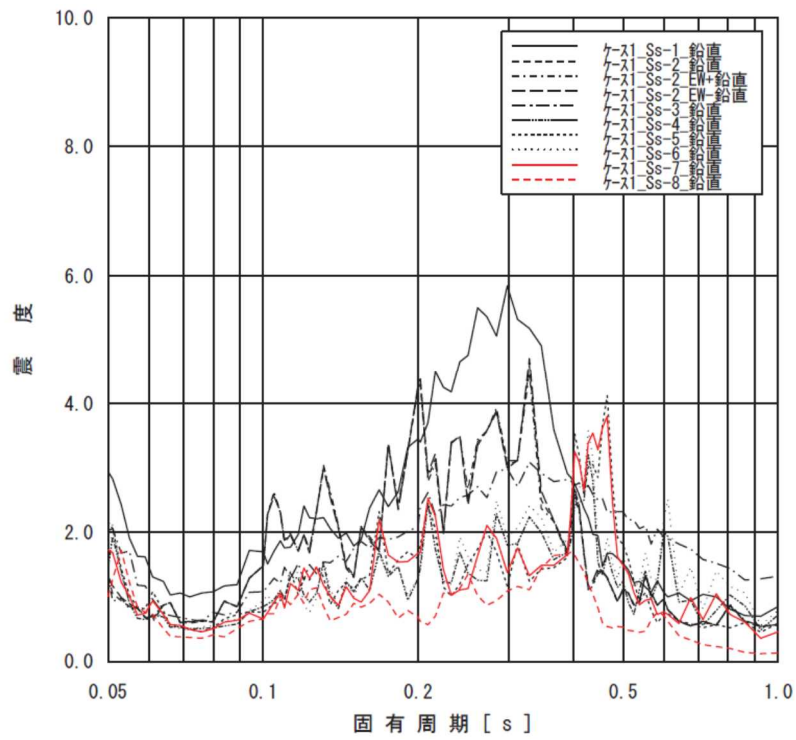
添付図 4(7) 原子炉本体基礎 (T.M.S.L. 8.200m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



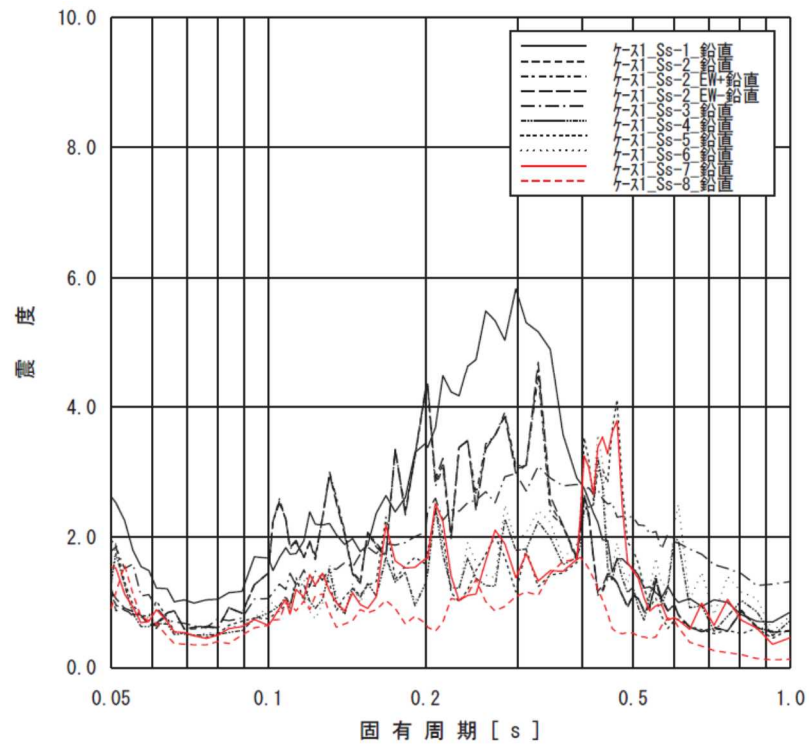
添付図 4(8) 原子炉本体基礎 (T.M.S.L. 7.000m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



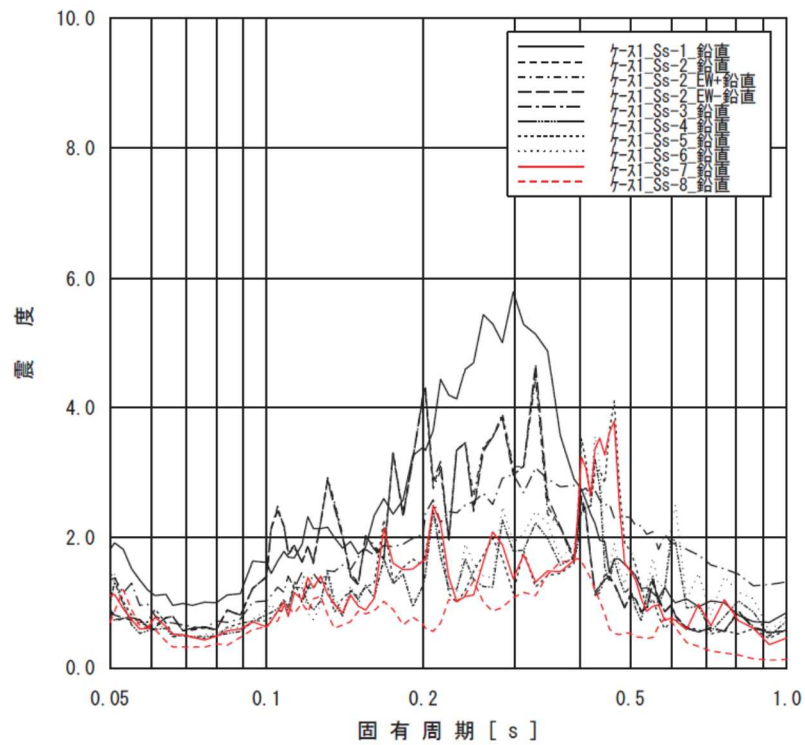
添付図 4(9) 原子炉本体基礎 (T.M.S.L. 4.500m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



添付図 4(10) 原子炉本体基礎 (T.M.S.L. 3.500m) 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(11) 原子炉本体基礎 (T.M.S.L. 1.700m) 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(12) 原子炉本体基礎 (T.M.S.L. -2.100m) 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（水平方向，1.2ZPA）

構造物名	質点 番号	標高 T.M.S.L. (m)	最大応答加速度( $\times 9.8m/s^2$ ) $\times 1.2$															
			Ss-1		Ss-2		Ss-3		Ss-4		Ss-5		Ss-6		Ss-7		Ss-8	
			NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
原子炉建屋	1	49.700	2.17	2.03	1.34	1.77	1.33	1.25	0.97	1.12	0.83	1.25	1.00	1.14	0.82	1.44	1.78	1.66
	2	38.200	1.49	1.54	1.06	1.42	1.09	1.04	0.75	0.86	0.64	1.05	0.78	0.88	0.61	1.10	1.38	1.32
	3	31.700	1.34	1.26	0.95	1.35	0.96	0.93	0.64	0.75	0.59	0.95	0.67	0.78	0.54	0.99	1.23	1.16
	4	23.500	1.14	1.10	0.82	1.20	0.84	0.83	0.52	0.76	0.52	0.84	0.55	0.80	0.48	0.85	1.12	1.10
	5	18.100	1.02	1.00	0.74	1.13	0.77	0.76	0.45	0.76	0.47	0.77	0.47	0.80	0.42	0.78	1.00	1.01
	6	12.300	0.91	0.94	0.64	1.03	0.73	0.73	0.39	0.74	0.43	0.71	0.40	0.79	0.36	0.73	0.89	0.91
	7	4.800	0.81	0.84	0.61	0.97	0.69	0.69	0.33	0.67	0.39	0.64	0.33	0.72	0.35	0.69	0.76	0.79
	8	-1.700	0.85	0.86	0.57	1.02	0.71	0.70	0.32	0.60	0.35	0.61	0.35	0.65	0.33	0.68	0.69	0.69
	9	-8.200	0.72	0.72	0.55	0.89	0.77	0.76	0.33	0.53	0.33	0.61	0.37	0.57	0.31	0.69	0.61	0.62
	10	-13.700	0.78	0.75	0.56	0.85	0.82	0.80	0.34	0.52	0.32	0.61	0.38	0.55	0.31	0.70	0.58	0.58

添付表 1(2) 原子炉建屋の最大応答加速度（鉛直方向，1.2ZPA）

構造物名	質点 番号	標高 T.M.S.L. (m)	最大応答加速度( $\times 9.8m/s^2$ ) $\times 1.2$							
			Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
			鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直
原子炉建屋	1	49.700	1.18	0.75	0.81	0.59	0.58	0.61	0.59	0.44
	2	38.200	1.13	0.73	0.76	0.56	0.57	0.58	0.57	0.39
	3	31.700	1.10	0.71	0.74	0.53	0.56	0.56	0.55	0.35
	4	23.500	1.07	0.70	0.73	0.52	0.54	0.53	0.54	0.33
	5	18.100	1.04	0.69	0.73	0.50	0.53	0.52	0.52	0.32
	6	12.300	1.02	0.68	0.72	0.48	0.52	0.51	0.50	0.30
	7	4.800	0.99	0.65	0.71	0.47	0.50	0.50	0.47	0.29
	8	-1.700	0.96	0.63	0.72	0.47	0.49	0.49	0.44	0.30
	9	-8.200	0.95	0.60	0.71	0.46	0.48	0.47	0.42	0.31
	10	-13.700	0.95	0.59	0.72	0.46	0.47	0.47	0.41	0.31

添付表 2(1) 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎の最大応答加速度（水平方向，1.2ZPA）

構造物名	質点 番号	標高 T.M.S.L. (m)	最大応答加速度 ( $\times 9.8m/s^2$ ) $\times 1.2$															
			Ss-1		Ss-2		Ss-3		Ss-4		Ss-5		Ss-6		Ss-7		Ss-8	
			NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
原子炉遮蔽壁	18	21.200	1.32	1.51	0.90	1.74	1.00	0.97	0.50	1.17	0.60	0.97	0.52	1.22	0.59	0.86	1.18	1.20
	19	18.440	1.20	1.35	0.82	1.62	0.91	0.89	0.48	1.07	0.55	0.90	0.47	1.12	0.53	0.81	1.09	1.12
	20	17.020	1.14	1.25	0.78	1.52	0.86	0.85	0.46	0.99	0.53	0.86	0.45	1.04	0.49	0.79	1.05	1.07
	21	15.600	1.07	1.14	0.74	1.39	0.82	0.83	0.44	0.91	0.50	0.82	0.44	0.97	0.45	0.78	1.01	1.03
	22	13.950	0.99	1.01	0.70	1.24	0.77	0.78	0.42	0.83	0.46	0.77	0.42	0.88	0.41	0.76	0.94	0.96
原子炉本体基礎	23	12.300	0.93	0.95	0.66	1.10	0.75	0.76	0.41	0.77	0.43	0.73	0.41	0.82	0.37	0.74	0.89	0.90
	24	8.200	0.89	0.88	0.64	1.08	0.73	0.73	0.38	0.72	0.41	0.68	0.37	0.77	0.35	0.72	0.87	0.86
	25	7.000	0.87	0.87	0.63	1.07	0.72	0.72	0.37	0.70	0.41	0.67	0.36	0.75	0.35	0.71	0.87	0.85
	26	4.500	0.84	0.84	0.60	1.04	0.69	0.69	0.35	0.67	0.39	0.63	0.34	0.71	0.34	0.69	0.87	0.80
	27	3.500	0.82	0.82	0.61	1.02	0.68	0.68	0.34	0.65	0.39	0.63	0.34	0.71	0.33	0.69	0.87	0.79
	28	1.700	0.79	0.79	0.60	1.00	0.67	0.67	0.33	0.64	0.38	0.63	0.34	0.68	0.33	0.68	0.88	0.78
	29	-2.100	0.80	0.77	0.57	0.97	0.71	0.70	0.32	0.60	0.36	0.62	0.35	0.63	0.32	0.68	0.81	0.74
	30	-4.700	0.77	0.73	0.55	1.02	0.74	0.73	0.32	0.58	0.34	0.62	0.36	0.61	0.31	0.68	0.72	0.68

添付表 2(2) 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎の最大応答加速度（鉛直方向，1.2ZPA）

構造物名	質点 番号	標高 T.M.S.L. (m)	最大応答加速度 ( $\times 9.8m/s^2$ ) $\times 1.2$							
			Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
			鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直
原子炉遮蔽壁	76	21.200	1.03	0.64	0.81	0.53	0.55	0.54	0.58	0.45
	77	18.440	1.03	0.64	0.81	0.53	0.55	0.54	0.58	0.45
	78	17.020	1.03	0.64	0.80	0.52	0.55	0.54	0.57	0.45
	79	15.600	1.02	0.64	0.80	0.52	0.55	0.53	0.57	0.44
	80	13.950	1.01	0.63	0.79	0.52	0.54	0.53	0.55	0.43
原子炉本体基礎	81	12.300	1.00	0.63	0.79	0.51	0.53	0.52	0.54	0.42
	82	8.200	0.99	0.63	0.78	0.50	0.52	0.52	0.53	0.41
	83	7.000	0.99	0.62	0.78	0.50	0.52	0.51	0.52	0.41
	84	4.500	0.98	0.62	0.77	0.49	0.51	0.51	0.51	0.39
	85	3.500	0.97	0.62	0.76	0.49	0.50	0.50	0.49	0.38
	86	1.700	0.97	0.62	0.75	0.48	0.50	0.49	0.48	0.37
	87	-2.100	0.96	0.61	0.73	0.47	0.48	0.48	0.44	0.34
	88	-4.700	0.95	0.61	0.72	0.46	0.48	0.47	0.42	0.32

3. 原子炉建屋の床応答曲線における水平方向  
(NS方向, EW方向) の応答の相違の要因について

## 1. 概要

本資料は、「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に掲載する原子炉建屋の床応答曲線において、固有周期0.40(s)付近でのEW方向の応答が、NS方向の応答に比較して大きくなっている要因を説明するものである。

## 2. 床応答曲線（NS方向，EW方向）の応答の比較

原子炉建屋の床応答曲線は図1に示す通り、固有周期0.40(s)付近でのEW方向の応答が、NS方向の応答に比較して大きくなっている。

ここで、これらの床応答曲線を構成する応答スペクトル（基本ケース）は、図2-1及び図2-2に示すものであり、これより、EW方向の床応答曲線におけるピークは、EW方向のS<sub>s</sub>-2の応答スペクトルにおける固有周期0.40(s)付近のピークによるものであることが分かる。

## 3. 応答の相違の要因

入力地震動の加速度応答スペクトル（S<sub>s</sub>-1～8）を図3-1及び図3-2に、原子炉建屋の固有値解析結果（S<sub>s</sub>-2）を表1-1及び表1-2に示す。

ここに示す通り、EW方向の入力地震動の加速度応答スペクトル（S<sub>s</sub>-2）は、原子炉建屋の1次固有周期（0.428(s)）付近にピークを有している。

これにより、EW方向のS<sub>s</sub>-2の応答スペクトルにおいては、固有周期0.40(s)付近に大きなピークが生じ、結果として、固有周期0.40(s)付近における床応答曲線（NS方向，EW方向）の応答の差が生じているものと考えられる。



構造物名：原子炉建屋  
減衰定数：1.0%

標高：T. M. S. L. 49.700m  
波形名：基準地震動 S s

—— NS方向  
----- EW方向

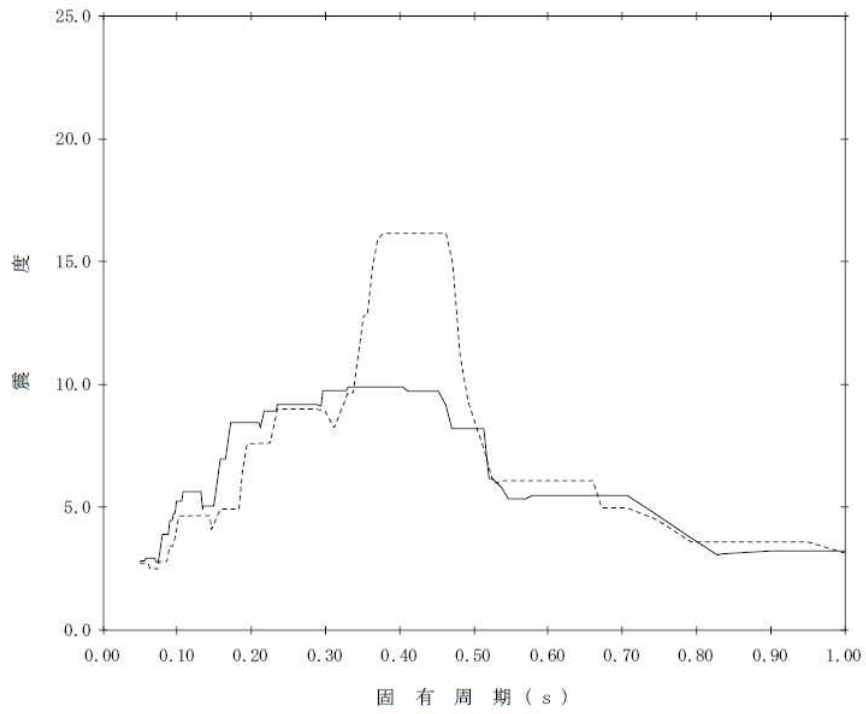


図1 床応答曲線（原子炉建屋）  
（V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」より抜粋）

構造物名：原子炉建屋      標高：T.M.S.L.49.700m      方向：NS方向  
 減衰定数：1.0%      波形名：基準地震動Ss

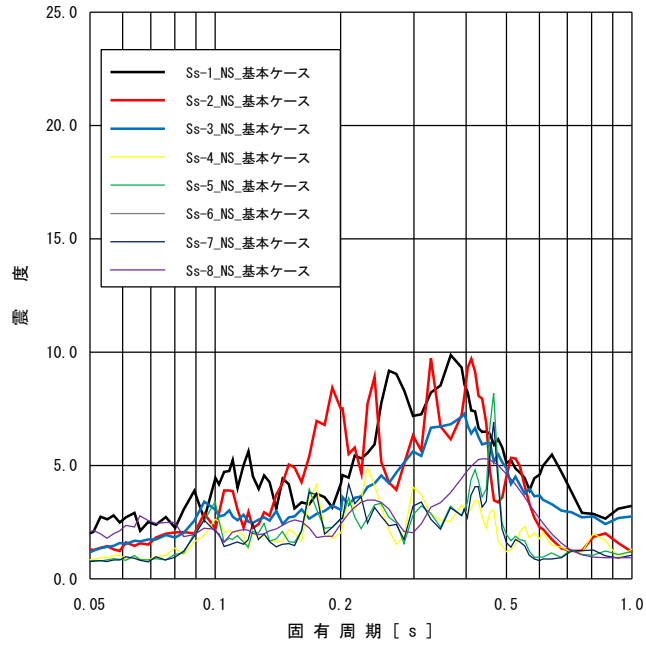


図 2-1 応答スペクトル（基本ケース，NS 方向）（原子炉建屋）

構造物名：原子炉建屋      標高：T.M.S.L.49.700m      方向：EW方向  
 減衰定数：1.0%      波形名：基準地震動Ss

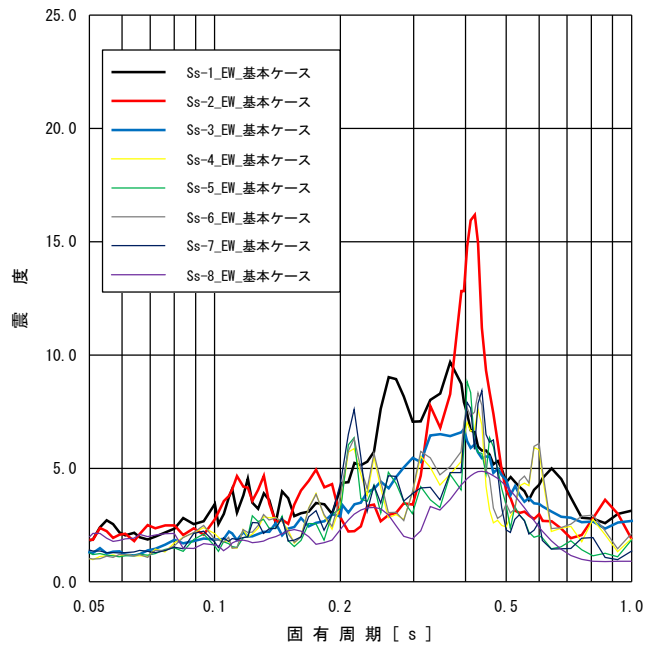


図 2-2 応答スペクトル（基本ケース，EW 方向）（原子炉建屋）

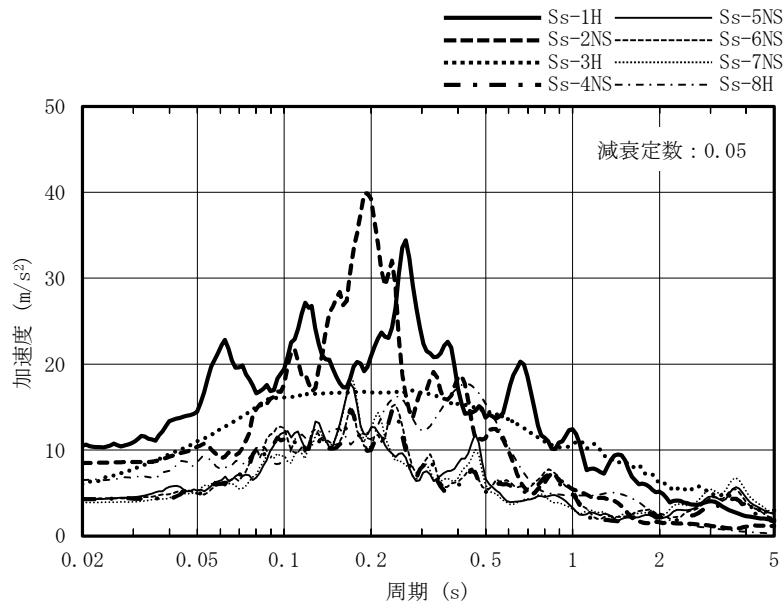


図 3-1 入力地震動の加速度応答スペクトル (NS 方向)

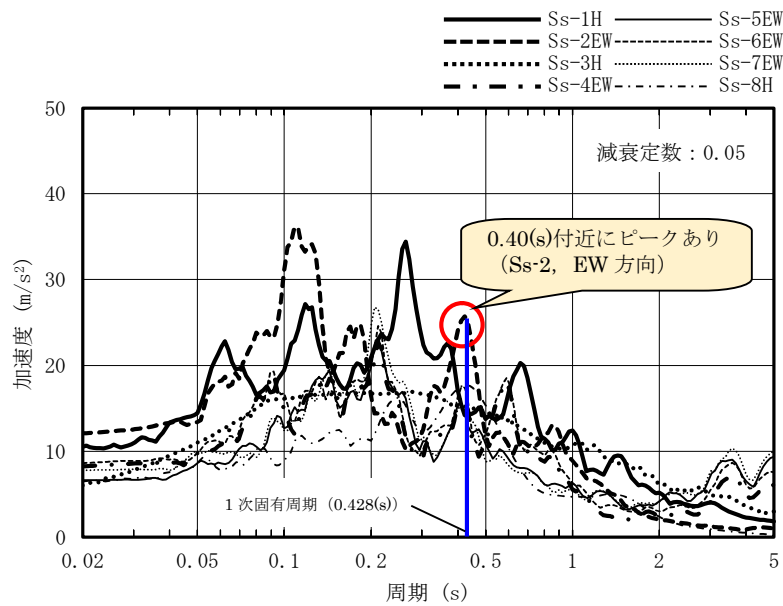


図 3-2 入力地震動の加速度応答スペクトル (EW 方向)

表1-1 固有値解析結果 (Ss-2) (原子炉建屋) (NS方向)  
 (V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」より抜粋)

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.438	2.28	1.585	建屋-地盤連成1次
2	0.192	5.21	-0.698	
3	0.091	11.03	0.068	
4	0.078	12.89	0.062	
5	0.077	12.99	0.070	

注記\* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表1-2 固有値解析結果 (Ss-2) (原子炉建屋) (EW方向)  
 (V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」より抜粋)

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.428	2.34	1.547	建屋-地盤連成1次
2	0.191	5.25	-0.618	
3	0.082	12.16	-0.029	
4	0.077	12.97	0.139	
5	0.071	14.03	-0.044	

注記\* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

建屋－機器連成解析に関する補足説明資料

1. 建屋－機器連成解析モデルの時刻歴応答解析における材料物性の不確かさ等を考慮した設計用地震力の設定について
2. 建屋－機器連成解析の補足について

1. 建屋－機器連成解析モデルの時刻歴応答解析における材料物性の不確かさ等を考慮した設計用地震力の設定について

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 建屋－機器連成解析における材料物性の不確かさ等の考慮について .....	1
2.1 材料物性の不確かさ等を考慮したケースに用いる入力地震動 .....	3
2.2 材料物性の不確かさ等を踏まえた設計用地震力の設定 .....	3
3. 耐震計算に用いる鉛直方向荷重について .....	65
3.1 耐震計算に用いる鉛直方向荷重 .....	65
3.2 耐震計算に用いる鉛直方向荷重の整理結果 .....	65
4. 静的地震力について .....	72
4.1 地震層せん断力係数及び地下部分の水平震度の算定方法 .....	72
4.2 今回工認モデルに基づく地震層せん断力係数及び地下部分の水平震度の算定結果 .....	73



## 1. 概要

スペクトルモーダル解析による機器・配管系の耐震評価においては、周期軸方向に±10%拡幅させた設計用床応答曲線を用いることにより材料物性の不確かさ等による影響を考慮している。

本資料は、建屋－機器連成解析モデルを用いる時刻歴応答解析における材料物性の不確かさ等を考慮した設計用地震力の設定方法を示すとともに、その適用について補足するものである。

## 2. 建屋－機器連成解析における材料物性の不確かさ等の考慮について

建屋－機器連成解析における材料物性の不確かさ等の考慮には、材料物性の不確かさ等を考慮した建屋－機器連成解析の結果を踏まえる。具体的には、V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」に基づいた材料物性の不確かさに加え、V-2-2-4「原子炉本体の基礎の地震応答計算」及びV-2-3-1「炉心，原子炉圧力容器及び原子炉圧力容器内部構造物の地震応答計算書」に基づいた不確かさ等を考慮したケースの地震応答解析結果と地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜に対する影響を考慮する。表 2-1 に基本ケース及び材料物性の不確かさ等を考慮するケースにおけるモデル諸元を示す。なお、ケース7及びケース8の設定については、工事計画に係る補足説明資料【KK7 補足-028-2-2 建屋－機器連成地震応答解析の補足について】にて説明している。

表 2-1 建屋一機器連成解析における材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

検討ケース	コンクリート剛性			回転ばね定数	地盤剛性	原子炉本体基礎のスケルトン曲線の設定方法	備考
	原子炉建屋	原子炉本体基礎	ダイヤフラムフロア				
① ケース 1 (工認モデル)	実強度 43.1N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤	折線近似	基本ケース
② ケース 2 (建屋剛性 + $\sigma$ , 地盤剛性 + $\sigma$ )	実強度 + $\sigma$ 46.0N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤 + $\sigma$ (新期砂層 +13%, 古安田層 +25%, 西山層 +10%)	折線近似	地盤剛性の変化に伴い、回転ばね定数が変化
③ ケース 3 (建屋剛性 - $\sigma$ , 地盤剛性 - $\sigma$ )	実強度 - $\sigma$ 40.2N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤 - $\sigma$ (新期砂層 -13%, 古安田層 -25%, 西山層 -10%)	折線近似	地盤剛性の変化に伴い、回転ばね定数が変化
④ ケース 4 (建屋剛性 コア平均)	実強度 (コア平均) 55.7N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤	折線近似	
⑤ ケース 5 (建屋剛性 - 2 $\sigma$ )	実強度 - 2 $\sigma$ 37.2N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤	折線近似	
⑥ ケース 6 (回転ばね低減)	実強度 43.1N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	50%	標準地盤	折線近似	
⑦ ケース 7 (原子炉本体基礎 ダイヤフラムフロア 実強度)	実強度 43.1N/mm <sup>2</sup>	実強度 39.2N/mm <sup>2</sup>	実強度 43.1N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤	折線近似	建屋一機器連成解析固有のケース
⑧ ケース 8 (原子炉本体基礎 スケルトン曲線 包絡)	実強度 43.1N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤	折線近似 (曲線近似を包絡)	建屋一機器連成解析固有のケース

## 2.1 材料物性の不確かさ等を考慮したケースに用いる入力地震動

入力地震動は、基本ケースについては、全ての弾性設計用地震動  $S_d$  及び基準地震動  $S_s$  を用いる。また、材料物性の不確かさ等を考慮したケースについては、基本ケースの各質点で地震力が最大となる地震動  $S_d-1, 2, 8, S_s-1, 2, 8$  に加えて、原子炉建屋での検討に用いる地震動  $S_d-3$  及び  $S_s-3$  を用いる。地震力が最大となる地震動を整理した結果を表 2-2 及び表 2-3 に示す。

## 2.2 材料物性の不確かさ等を踏まえた設計用地震力の設定

材料物性の不確かさ等を考慮したケースの地震応答解析結果を踏まえて、設計用地震力  $I$  を設定する。

耐震計算は、原則として設計用地震力  $I$  又は設計用地震力  $I$  に対して保守性を持たせた設計用地震力  $II$  を用いて行う。各設計用地震力の設定方法を以下及び図 2-1 に示す。

### ① 設計用地震力 $I$ （材料物性の不確かさ等を考慮した設計用地震力）

設計用地震力  $I$  は、基本ケースの地震応答解析結果から得られた地震力に対して、地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜に対する影響と材料物性の不確かさ等を考慮したケースの地震応答解析結果から得られた地震力を考慮して作成する（表 2-4 及び表 2-5）。なお、地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜に対する影響は、工事計画に係る補足説明資料【KK7 補足-024-7 基礎地盤傾斜による影響の補足説明資料】に基づき考慮する。

### ② 設計用地震力 $II$ （設計用地震力 $I$ に対して保守性を持たせた設計用地震力）

設計用地震力  $II$  は、事前検討段階の地震応答解析モデル（平成 18 年耐震設計審査指針改定に伴い実施した耐震安全性評価に用いたもの）による地震力を係数倍したもの等と設計用地震力  $I$  を包絡することにより、保守的に作成する（表 2-6 及び表 2-7）。

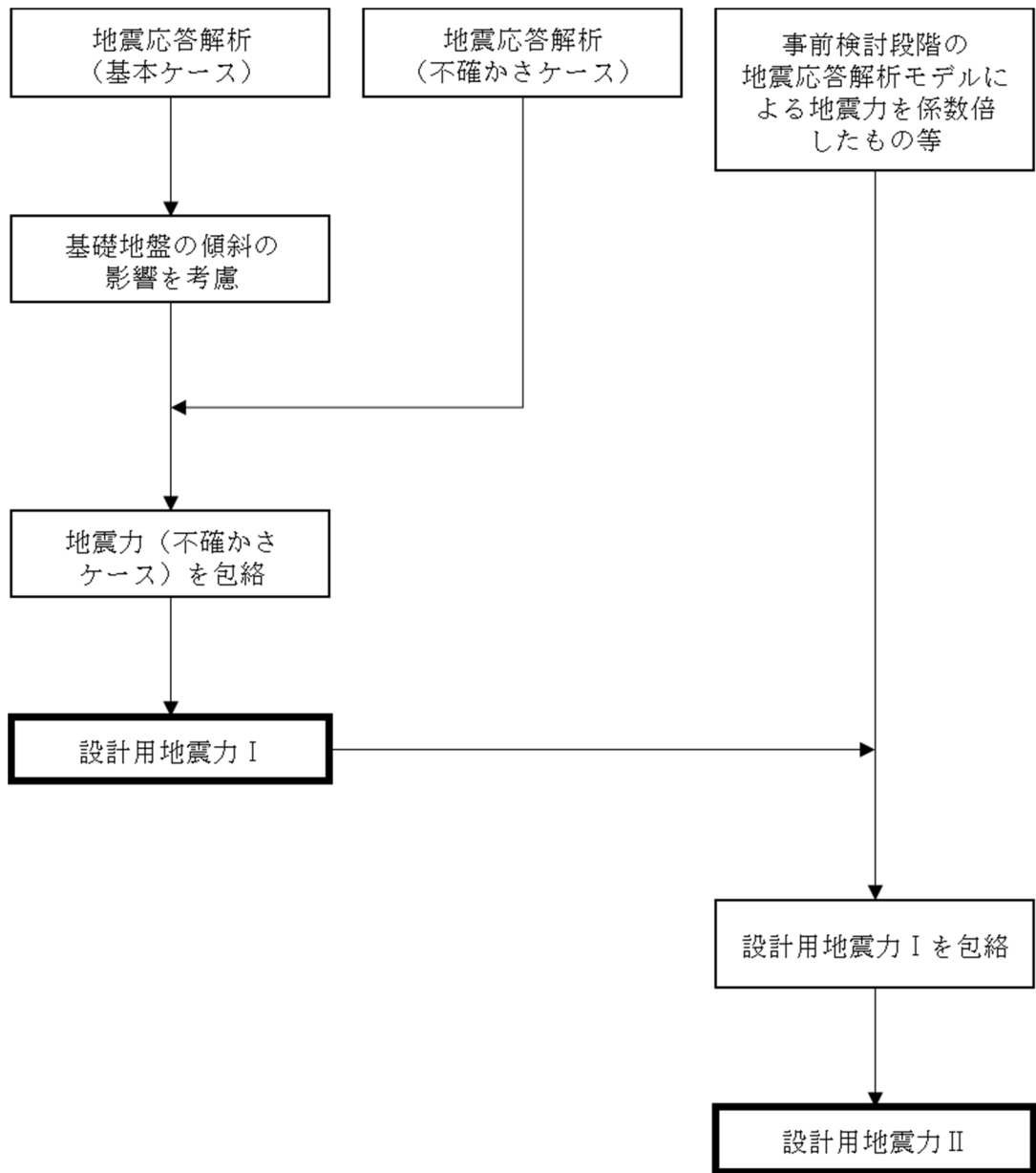


図 2-1 設計用地震力 I 及び設計用地震力 II の作成方法

表 2-2 (1) 地震力 (せん断力) が最大となる弾性設計用地震動 S d (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)																							
		Sd-1		Sd-2		Sd-3		Sd-4		Sd-5		Sd-6		Sd-7		Sd-8									
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW								
原子炉压力容器	26.013	186	177	90.6	208	112	118	130	61.5	130	60.3	109	136	57.1	136	61.9	86.6	138	131						
	23.553	793	762	395	895	482	502	560	269	560	264	474	587	249	587	268	385	598	570						
	22.163	1340	1190	683	1220	816	944	825	511	825	509	767	846	548	846	515	646	1070	912						
	20.494	2410	2230	1210	2490	1480	1630	1600	864	1600	889	1440	1680	877	1680	892	1180	1910	1730						
	18.716	1960	1790	1030	1990	1240	1350	1350	768	1350	773	1220	1410	768	1410	773	1010	1510	1400						
	16.563	2860	2660	1550	3120	1800	1920	2050	1120	2050	1120	1820	2150	1060	2150	1100	1540	2260	2110						
	15.262	3690	3470	2040	4170	2420	2450	2720	1450	2720	1440	2400	2840	1380	2840	1400	2070	2960	2800						
	12.332	5280	5040	3080	6160	3720	3730	4090	2110	4090	2100	3550	4240	2040	4240	1980	3210	4380	4170						
	9.402	1810	1860	1300	2160	1600	1610	1600	777	1600	855	1530	1670	784	1670	782	1480	1730	1720						
	6.904	828	859	595	1010	738	744	748	356	748	393	716	760	361	760	361	689	798	796						
4.950																									
9.402	7740	7470	5040	9640	6250	6260	6640	3350	6640	3390	5710	6870	3270	6870	2930	5520	6930	6690							
8.200																									
21.200	470	445	240	512	305	297	334	160	334	157	288	363	153	363	156	244	350	339							
18.440	3450	3300	1780	3910	2250	2230	2490	1180	2490	1180	2130	2630	1110	2630	1150	1850	2720	2610							
17.020	3910	3740	2040	4450	2580	2560	2850	1350	2850	1350	2450	3010	1280	3010	1310	2130	3100	2970							
15.600	5660	5450	3110	6610	3950	3890	4270	2060	4270	2050	3750	4470	1980	4470	1960	3300	4620	4450							
13.950	6110	5880	3400	7170	4310	4250	4640	2250	4640	2250	4090	4860	2160	4860	2130	3630	5030	4850							
12.300	10700	8970	7320	8070	6070	6950	6140	6180	6140	5130	5680	6420	6170	6420	5160	5910	7010	5710							
8.200	15000	13300	11700	13900	11100	12400	9730	9400	9730	8870	11100	9930	9650	9930	8110	11200	15000	13200							
7.000	15800	14100	12500	15300	12000	13300	10800	9840	10800	9450	12000	12000	10100	11100	8530	12100	16300	14500							
4.500	16400	14800	13000	16400	12700	14000	11600	10200	11600	9900	12600	12600	10400	11900	8830	12800	17200	15400							
3.500	16900	15300	13400	17100	13200	14400	12100	10400	13200	10200	13000	12500	10600	12500	9010	13200	17900	16000							
1.700	18100	16600	14200	18600	14100	15300	13200	10800	14100	10900	14100	13700	11100	13700	9400	14300	19300	17300							
-2.100	19300	17800	15000	20200	15200	16300	14400	11200	14400	11600	15100	14900	11500	14900	9720	15400	20700	18600							
-4.700	20300	18900	15700	21600	16200	17400	15400	11500	15400	12200	16100	16000	11800	16000	9970	16500	21900	19800							
-8.200																									

注： 上記表のハッチングは Sd-1～8 の最大値を示す。

表2-2 (1) 地震力 (せん断力) が最大となる弾性設計用地震動 S d (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)																							
		Sd-1		Sd-2		Sd-3		Sd-4		Sd-5		Sd-6		Sd-7		Sd-8									
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW								
燃料集合体	14.433	748	760	782	594	559	552	311	602	350	561	327	642	348	737	547	530								
	13.721	489	497	564	401	396	386	207	420	248	376	216	448	244	499	356	336								
	13.009	169	175	203	141	144	138	69.8	147	92.1	133	72.7	157	89.8	172	119	115								
	12.297	182	184	210	147	141	140	78.4	157	86.7	145	80.8	168	86.0	186	131	122								
	11.585	492	500	566	403	395	386	209	423	248	379	218	451	244	501	358	338								
	10.873	726	739	771	581	561	549	301	588	356	554	318	626	352	720	532	510								
	10.161	114	113	88.9	160	91.8	94.7	50.1	103	49.9	87.9	52.1	109	44.3	82.2	98.1	94.5								
	9.645	87.9	87.4	68.7	125	70.1	71.7	39.4	79.6	38.6	67.6	40.9	84.0	34.2	63.0	74.7	71.7								
	9.402	48.2	46.5	37.8	67.5	38.7	37.7	21.8	42.3	20.2	35.1	23.0	44.8	18.4	33.2	37.2	36.6								
	8.395	26.3	27.0	22.1	37.5	21.9	24.1	11.4	24.2	11.0	22.4	11.9	25.2	10.4	19.5	23.3	23.9								
7.388	81.9	81.1	63.5	116	66.4	65.5	36.7	73.2	35.6	62.3	38.5	77.4	32.1	57.8	67.7	66.2									
6.795	120	118	92.1	168	96.9	93.9	53.8	105	51.5	87.6	56.5	112	46.9	84.2	96.7	94.6									
6.347	169	164	125	232	137	131	75.4	148	73.6	119	78.7	157	66.8	120	137	137									
制御棒駆動機構 ハウジング	5.817	220	214	163	299	178	174	97.4	195	96.5	157	102	204	88.4	161	183	181								
	5.066	51.9	50.2	38.3	64.1	45.1	42.0	20.7	42.5	24.7	42.5	23.0	46.5	22.8	43.6	53.8	52.2								
	4.213	24.0	23.4	14.9	25.9	18.3	18.0	8.86	16.3	9.72	17.0	9.65	17.8	9.10	17.2	23.8	22.6								
	3.361	18.0	17.4	12.3	20.4	12.6	13.8	6.49	13.6	7.11	13.1	6.47	14.4	6.10	10.7	14.8	15.9								
	2.508	51.4	51.3	39.1	64.6	42.4	42.8	20.6	42.8	22.4	37.9	21.8	46.7	20.0	37.6	42.3	40.7								
	1.655	70.9	71.5	57.0	97.2	55.4	59.3	30.6	61.9	27.4	47.1	32.5	64.9	26.2	48.3	57.3	54.8								
	0.934	13.2	13.3	9.51	16.5	9.64	10.3	5.08	10.5	4.45	8.72	5.42	11.4	4.12	7.65	9.96	9.58								
	0.184	73.3	71.9	51.7	90.1	62.3	60.5	29.1	59.0	32.2	57.5	29.7	64.1	30.5	56.7	71.2	68.5								
	5.817	44.6	43.9	30.8	55.3	37.3	35.3	17.3	34.7	19.0	34.3	17.9	37.4	18.1	33.3	43.2	42.8								
	5.066	13.3	12.3	7.19	13.7	9.18	8.32	4.12	9.17	4.54	8.23	4.21	9.34	4.49	7.97	11.6	12.7								
4.213	26.4	26.6	20.4	33.1	22.0	21.8	10.7	22.6	11.9	20.0	11.2	24.4	10.4	19.5	21.6	21.8									
3.361	58.4	58.1	47.7	81.0	52.1	50.9	25.3	51.5	27.1	46.7	26.8	54.5	24.5	46.1	52.8	49.3									
2.508	63.6	64.3	55.3	88.5	56.1	54.1	28.8	59.1	28.5	45.9	30.4	61.3	25.3	46.6	50.9	54.0									
1.655	11.4	10.9	8.98	13.9	9.40	8.87	4.66	9.83	4.48	7.19	4.79	10.3	4.01	7.05	8.31	8.76									
0.934																									
0.184																									

注： 上記表のハウジングはSd-1～8の最大値を示す。

表2-2 (1) 地震力 (せん断力) が最大となる弾性設計用地震動 S d (3/3)  
せん断力 (kN)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	Sd-1		Sd-2		Sd-3		Sd-4		Sd-5		Sd-6		Sd-7		Sd-8		
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	110	102	89.3	93.9	84.7	72.8	47.3	80.8	51.6	76.4	44.4	84.2	38.9	74.0	57.0	47.8	
	18.716	312	293	256	268	234	211	133	227	143	210	124	235	108	207	168	141	
	17.179	413	391	351	379	321	301	175	310	188	283	164	322	158	289	260	230	
	16.506	435	421	375	408	351	328	186	332	205	302	174	344	172	312	290	263	
	15.641	482	461	413	440	385	358	201	362	230	336	188	374	190	338	311	291	
	15.266	581	536	497	499	449	410	422	422	409	283	409	220	436	227	390	347	334
	14.433	1540	1490	1020	1190	939	926	482	991	598	1020	1070	561	1070	543	1230	948	998
	13.721	1560	1490	1040	1210	967	939	484	1010	620	1020	567	1080	542	1220	945	995	
	13.009	1560	1470	1050	1210	987	944	478	1010	635	1010	565	1080	529	1190	926	977	
	12.297	1540	1450	1060	1220	1000	941	471	1010	645	990	560	1070	510	1150	905	961	
炉心シュラウド	11.585	1540	1440	1060	1230	1010	936	483	1000	653	976	556	1060	495	1110	918	955	
	10.873	1540	1430	1070	1240	1020	936	496	1000	663	969	556	1060	507	1100	928	953	
	10.161	1550	1440	1080	1240	1020	941	501	1010	671	977	558	1070	515	1100	922	949	
	9.645	919	937	770	758	630	632	372	636	410	708	403	677	406	847	693	721	
	9.645	2490	2440	1530	2020	1600	1510	807	1620	957	1730	943	1750	860	2000	1600	1710	
	9.402	2520	2460	1540	2050	1620	1520	813	1640	968	1750	952	1770	868	2010	1610	1720	
	8.395	2550	2480	1550	2080	1630	1540	824	1650	981	1770	964	1780	878	2030	1630	1760	
	7.388	2570	2490	1550	2100	1640	1540	832	1650	987	1790	971	1780	882	2040	1640	1780	
	6.795	300	298	327	538	266	260	163	229	163	189	153	258	132	199	226	228	
	原子炉冷却材 再循環ポンプ	5.376	229	225	238	397	176	172	125	164	119	134	117	183	96.5	126	152	150
4.523		187	183	193	320	141	134	102	131	96.9	106	94.6	144	76.7	99.4	118	116	
3.671																		

注： 上記表のハッチングは Sd-1～8 の最大値を示す。

表 2-2 (2) 地震力 (モーメント) が最大となる弾性設計用地震動 S d (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)																							
		Sd-1		Sd-2		Sd-3		Sd-4		Sd-5		Sd-6		Sd-7		Sd-8									
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW								
原子炉圧力容器	26.013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	23.553	458	436	223	512	289	276	151	320	268	141	334	152	213	340	322									
	22.163	1560	1500	771	1760	986	945	525	1100	927	487	1150	525	748	1170	1110									
	20.494	3790	3480	1840	3800	2560	2310	1330	2470	2210	1390	2550	1380	1790	2950	2640									
	18.716	8080	7450	3990	8180	5450	4930	2860	5320	4760	2950	5530	2970	3860	6340	5710									
	16.563	12300	11300	6210	12400	8330	7580	4510	8220	7370	4590	8560	4630	6010	9570	8630									
	15.262	16000	14800	8220	16500	10800	9910	5960	10900	9730	6060	11400	6060	8010	12500	11300									
	12.332	26800	24900	14200	28700	18000	16600	10200	18800	16700	9810	19700	10200	14100	21200	19500									
	9.402	42200	39600	23000	46700	28100	27200	16400	30700	27100	15700	32000	16000	23500	34000	31600									
	6.904	6130	6320	4400	7380	5490	5450	2640	5490	5220	2660	5640	2660	5050	5880	5850									
原子炉圧力容器 スカート	4.950	1620	1680	1160	1970	1450	1440	696	1460	1400	705	1490	706	1350	1560	1550									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	9.402	37400	34900	19200	39600	25100	23400	13800	25800	22900	13500	26900	14100	18700	28700	26700									
	8.200	46600	43800	25000	51200	31000	29400	17800	33400	29700	17000	34800	17600	25200	37000	34500									
	21.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	18.440	1300	1230	664	1410	820	841	443	922	795	423	1000	431	674	966	934									
	17.020	6200	5910	3190	6970	3990	4030	2110	4460	3820	2000	4740	2060	3300	4800	4610									
	15.600	11800	11200	6090	13300	7630	7700	4030	8500	7300	3820	9000	3920	6330	9200	8830									
	13.950	21100	20200	11200	24200	14000	14200	7440	15500	13500	7080	16400	7150	11800	16800	16200									
	12.300	31200	29900	16800	36000	21000	21300	11200	23200	20200	10700	24400	10700	17800	25100	24200									
原子炉本体基礎	8.200	53600	47400	41000	45900	43200	37700	34100	32100	30500	35100	32300	29200	38500	49200	42000									
	93800	83000	63900	85900	73300	65800	48900	64500	66500	51800	66300	46600	61900	83100	76000										
	7.000	110000	96900	77800	102000	87400	78200	60000	76100	59000	63200	78200	56200	75300	100000	91000									
	4.500	147000	129000	109000	140000	119000	107000	84400	103000	82300	88200	106000	77400	105000	138000	125000									
	3.500	162000	143000	122000	156000	133000	119000	94500	114000	92000	98600	117000	86200	118000	155000	140000									
	1.700	191000	169000	146000	185000	158000	142000	113000	136000	110000	118000	140000	102000	142000	186000	167000									
	-2.100	259000	232000	199000	254000	215000	194000	154000	185000	199000	150000	191000	138000	195000	257000	229000									
	-4.700	308000	278000	238000	304000	256000	232000	183000	221000	237000	180000	228000	163000	234000	310000	277000									
	-8.200	378000	343000	293000	377000	314000	287000	223000	272000	291000	222000	283000	198000	290000	387000	345000									

注： 上記表のハッチングは Sd-1~8 の最大値を示す。



表2-2 (2) 地震力 (モーメント) が最大となる弾性設計用地震動 S d (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)															
		Sd-1		Sd-2		Sd-3		Sd-4		Sd-5		Sd-6		Sd-7		Sd-8	
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
燃料集合体	14.433	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.721	532	541	557	423	398	393	222	428	250	400	457	247	525	389	377	377
	13.009	881	895	958	707	679	667	369	727	426	667	775	421	880	642	607	607
	12.297	996	1010	1100	805	781	765	418	831	491	761	886	485	1000	726	686	686
	11.585	866	881	952	701	681	665	363	719	430	664	767	424	869	633	598	598
	10.873	517	526	549	414	400	391	215	418	254	394	446	250	512	378	363	363
	10.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9.645	58.8	58.4	45.9	82.7	47.4	48.9	25.8	53.1	25.7	45.3	56.1	22.9	42.4	50.6	48.8	48.8
	9.402	80.1	79.6	62.6	113	64.4	66.3	35.4	72.4	35.1	61.7	76.5	31.2	57.7	68.8	66.1	66.1
制御棒案内管	8.395	125	124	96.1	179	101	99.5	56.3	113	55.1	95.4	119	49.1	89.0	106	102	102
	7.388	102	101	78.9	144	82.8	80.7	45.8	90.6	44.1	76.2	96.0	40.0	71.9	83.4	80.7	80.7
	6.795	53.6	52.6	41.2	75.2	43.4	42.0	24.1	47.2	23.1	39.2	50.0	21.0	37.7	43.3	42.3	42.3
	6.347	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6.347	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5.817	89.4	87.1	66.4	123	72.5	69.6	39.9	78.5	39.0	63.3	83.1	35.4	63.6	72.8	72.6	72.6
	5.066	254	247	188	347	206	198	113	225	111	180	236	102	184	210	208	208
		61.3	59.1	48.7	83.3	52.4	50.4	26.6	52.9	27.4	48.1	57.5	24.9	49.0	54.8	54.7	54.7
	4.213	19.5	19.6	17.5	31.1	20.0	19.8	10.0	20.5	9.90	14.9	21.0	8.45	14.2	11.6	13.9	13.9
	3.361	23.7	22.1	9.94	15.3	14.9	14.4	7.84	16.9	8.82	11.5	16.1	8.44	11.2	11.9	12.2	12.2
2.508	26.4	25.8	16.2	28.4	21.0	20.5	9.46	21.6	9.96	15.3	21.8	8.15	16.7	14.7	12.8	12.8	
1.655	61.0	61.5	48.1	82.1	47.1	50.5	25.9	52.5	22.8	40.3	55.3	22.0	40.5	48.8	46.6	46.6	
0.934	9.88	9.99	7.13	12.4	7.23	7.75	3.81	7.90	3.33	6.54	8.57	3.09	5.74	7.47	7.18	7.18	
0.184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5.817	77.5	76.6	57.6	103	66.4	65.1	32.2	64.5	33.0	60.5	69.7	31.4	60.3	71.9	68.9	68.9	
5.066	22.9	23.0	19.0	35.2	20.2	20.1	11.0	20.3	9.54	17.5	22.0	8.78	18.2	19.0	17.7	17.7	
4.213	20.6	20.1	11.6	18.6	14.6	13.3	7.11	12.5	9.17	13.0	12.4	7.45	13.4	18.9	19.0	19.0	
3.361	30.1	30.5	16.4	28.2	20.8	19.4	10.2	18.1	13.0	18.5	18.7	11.1	18.9	28.3	29.2	29.2	
2.508	21.8	24.0	9.08	15.1	13.4	14.2	5.93	15.5	6.87	10.5	14.9	6.35	10.3	10.6	12.8	12.8	
1.655	54.3	54.2	46.6	74.2	47.4	45.6	24.2	49.9	23.9	38.4	51.7	21.1	38.9	42.9	45.4	45.4	
0.934	8.53	8.16	6.73	10.4	7.05	6.65	3.49	7.37	3.36	5.39	7.71	3.01	5.29	6.24	6.57	6.57	
0.184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

注： 上記表のハッチングは Sd-1～8 の最大値を示す。

表 2-2 (2) 地震力 (モーメント) が最大となる弾性設計用地震動 S d (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)																							
		Sd-1		Sd-2		Sd-3		Sd-4		Sd-5		Sd-6		Sd-7		Sd-8									
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW								
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	18.716	83.1	77.4	67.5	71.0	64.0	55.0	61.1	39.0	57.8	33.6	63.6	29.4	55.9	43.0	36.1									
	17.179	561	526	459	483	423	378	408	259	381	224	424	193	373	299	251									
	16.506	839	789	695	737	615	580	615	379	562	335	639	299	562	473	401									
	15.641	1220	1150	1020	1090	915	861	900	539	824	485	936	448	832	721	622									
	15.266	1390	1320	1170	1250	1060	993	1030	620	949	555	1070	519	958	837	727									
	14.433	1850	1760	1580	1670	1430	1330	1370	855	1290	736	1430	708	1280	1120	996									
	13.721	2870	2770	2290	2490	2100	1960	2060	1280	1980	1070	2160	969	2030	1690	1590									
	13.009	3980	3840	3030	3330	2780	2590	2760	1720	2680	1440	2920	1250	2900	2290	2300									
	12.297	5090	4880	3780	4170	3480	3230	3470	2170	3380	1810	3670	1600	3740	2910	2990									
炉心シールド	11.585	6180	5910	4530	5020	4190	3870	4170	2630	4070	2170	4420	1960	4560	3550	3670									
	10.873	7260	6920	5280	5870	4910	4510	4870	3100	4750	2520	5170	2310	5350	4200	4340									
	10.161	8350	7930	6040	6740	5640	5170	5580	3570	5430	2920	5910	2660	6130	4860	4990									
	9.645	9140	8670	6590	7360	6170	5660	6090	3910	5930	3200	6460	2920	6690	5330	5470									
	10.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	9.645	474	484	397	391	325	326	328	212	365	208	350	209	437	358	372									
	9.402	9600	9150	6800	7720	6400	5920	6370	4050	6180	3380	6770	3090	7120	5620	5830									
	8.395	10200	9740	7160	8200	6770	6280	6760	4280	6600	3610	7190	3300	7610	6000	6240									
	7.388	12700	12200	8670	10200	8320	7800	8370	5260	8340	4560	8940	4170	9620	7570	7950									
	6.795	15300	14700	10200	12300	9890	9340	10000	6240	10100	5520	10700	5050	11700	9170	9690									
原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	16800	16200	11100	13500	10800	10300	11000	6830	11200	6090	11800	5570	12900	10100	10700									
	5.376	608	600	646	1070	498	485	448	324	369	314	502	263	358	426	425									
	4.523	355	348	367	611	269	261	251	184	204	180	278	148	192	230	226									
	3.671	159	156	164	273	120	115	111	82.6	90.1	80.6	123	65.4	84.7	101	98.8									
	3.671	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									

注： 上記表のハッチングは Sd-1~8 の最大値を示す。

表 2-2 (3) 地震力 (軸力) が最大となる弾性設計用地震動 S d (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
原子炉压力容器	26.013	91.2	56.6	70.5	45.9	48.3	46.9	50.7	39.6
	23.553	425	264	328	214	225	218	236	184
	22.163	778	484	601	392	413	400	432	338
	20.494	1470	913	1130	739	779	754	815	637
	18.716	1730	1080	1340	873	920	891	963	753
	17.179	1880	1170	1460	949	1000	969	1050	818
	16.506	2090	1300	1620	1050	1110	1080	1160	909
	15.641	2190	1360	1690	1100	1160	1120	1210	949
	15.266	2320	1440	1790	1170	1230	1190	1280	1000
	14.433	2420	1510	1870	1220	1290	1240	1340	1050
	13.721	2520	1570	1950	1270	1340	1290	1390	1090
	13.009	2610	1630	2020	1320	1390	1340	1450	1130
	12.297	2710	1690	2090	1360	1440	1390	1500	1170
	11.585	2800	1750	2170	1410	1490	1440	1550	1210
	10.873	2900	1810	2240	1460	1540	1490	1600	1250
	10.161	2980	1860	2300	1500	1580	1530	1650	1290
	9.645	3040	1900	2350	1530	1610	1560	1680	1310
	9.402	5250	3230	4050	2650	2800	2710	2970	2340
	8.395	5110	3140	3950	2580	2730	2640	2900	2280
	7.388	5000	3080	3860	2530	2680	2590	2840	2230
6.795	4450	2730	3430	2250	2380	2300	2530	1990	
6.253	4010	2460	3100	2030	2150	2080	2290	1800	
5.783	2200	1340	1690	1110	1180	1140	1260	994	
5.817									
5.066									
原子炉压力容器 スカート	9.402	8450	5230	6530	4260	4500	4350	4740	3720
	8.200								
原子炉遮蔽壁	21.200	303	186	235	151	161	156	170	133
	18.440	1700	1050	1320	849	902	874	953	747
	17.020	2070	1280	1610	1040	1100	1060	1160	910
	15.600	3640	2250	2830	1830	1930	1870	2030	1590
	13.950	4090	2530	3180	2050	2170	2100	2280	1780
	12.300	9600	6020	7460	4830	5080	4910	5270	4120
	8.200	20100	12600	15600	10100	10700	10300	11100	8700
	7.000	21700	13500	16800	10900	11500	11100	11900	9330
4.500	22900	14300	17800	11500	12100	11700	12600	9830	
原子炉本体基礎	3.500	23700	14900	18400	11900	12500	12100	13000	10100
	1.700	25500	16000	19800	12800	13400	13100	13900	10800
	-2.100	27300	17200	21200	13700	14400	14000	14800	11500
	-4.700								
	-8.200	28900	18300	22500	14500	15200	14800	15600	12100

注： 上記表のハッチングは Sd-1~8 の最大値を示す。

表 2-2 (3) 地震力 (軸力) が最大となる弾性設計用地震動 S d (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
燃料集合体	14.433	88.9	53.7	68.5	45.5	48.7	46.3	52.0	41.1
	13.721	267	161	205	136	146	139	156	123
	13.009	444	268	342	227	243	231	259	205
	12.297	621	375	478	317	339	323	362	287
	11.585	797	481	614	407	435	415	465	367
	10.873	973	588	750	497	530	506	566	448
	10.161	1200	723	921	610	650	622	695	549
	9.645	1210	732	932	617	657	629	703	555
	9.402	1230	746	950	629	670	641	716	565
	8.395	1270	768	979	647	689	660	737	582
制御棒案内管	7.388	1300	786	1000	662	705	675	754	595
	6.795	1320	798	1020	672	715	685	764	604
	6.347	1350	817	1040	687	732	701	782	617
	5.817	1380	833	1060	701	746	715	797	629
	5.066	354	217	273	177	187	182	200	158
	4.213	335	205	259	168	177	173	190	149
	3.361	315	193	243	158	166	162	179	140
	2.508	296	181	228	148	156	153	168	132
	1.655	65.3	40.0	50.4	32.7	34.5	33.7	37.1	29.1
	0.934	9.51	5.83	7.35	4.76	5.02	4.91	5.40	4.25
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	0.184	363	225	281	181	191	187	203	159
	5.817	346	214	268	173	182	178	194	152
	5.066	328	203	253	164	172	169	183	144
	4.213	308	191	238	154	162	159	173	135
	3.361	290	179	224	145	152	149	162	127
	2.508	63.9	39.6	49.4	31.9	33.5	32.9	35.8	28.0
	1.655	9.31	5.76	7.20	4.65	4.89	4.79	5.21	4.09
	0.934								
	0.184								

注：上記表のハウジングは Sd-1~8 の最大値を示す。

表 2-2 (3) 地震力 (軸力) が最大となる弾性設計用地震動 S d (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	34.5	20.7	26.5	17.8	19.0	18.0	20.3	16.1
	18.716	105	63.0	80.8	54.2	57.9	54.9	61.9	49.1
	17.179	203	122	156	105	112	106	119	94.7
	16.506	287	172	220	148	158	150	169	134
	15.641	475	287	366	243	259	247	277	219
	15.266	523	316	403	267	285	273	305	241
	14.433	654	396	504	333	355	341	380	301
	13.721	675	409	521	344	367	352	393	310
	13.009	697	423	537	354	378	363	405	320
	12.297	718	436	554	365	389	374	417	330
	11.585	739	449	570	376	401	385	429	339
	10.873	761	462	587	387	412	396	441	349
	10.161	780	474	601	396	422	406	452	357
	9.645	1080	660	834	547	582	561	622	490
	9.402	1110	677	855	561	596	575	638	502
	8.395	1150	703	888	582	619	597	661	520
7.388	1180	724	914	599	636	614	680	535	
6.795	1230	751	947	621	659	636	704	554	
6.347	1250	766	966	633	672	649	717	564	
5.783	275	171	212	138	145	141	152	119	
5.376	247	154	191	124	130	127	137	107	
4.523	213	132	164	107	112	109	118	92.1	

注： 上記表のハッチングは Sd-1~8 の最大値を示す。

表 2-2 (4) 地震力 (ばね反力) が最大となる弾性設計用地震動 S d

名称	ばね反力 (kN)															
	Sd-1		Sd-2		Sd-3		Sd-4		Sd-5		Sd-6		Sd-7		Sd-8	
	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
原子炉圧力容器 スタビライザ	1070	1040	512	1240	683	639	326	726	355	623	334	756	337	525	906	854
ダイヤフラムフロア	8730	8550	7370	14500	9040	8940	4780	7300	4040	6180	4450	7860	3100	5690	5730	6680

注： 上記表のハッチングは Sd-1~8 の最大値を示す。

表 2-2 (5) 地震力 (相対変位) が最大となる基準地震動 S d  
最大応答変位 (mm)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	Sd-1		Sd-2		Sd-3		Sd-4		Sd-5		Sd-6		Sd-7		Sd-8	
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
燃料集合体	14.433	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.721	3.44	3.50	3.73	2.76	2.66	2.61	1.44	2.83	1.67	2.61	1.51	3.02	1.65	3.43	2.51	2.38
	13.009	5.93	6.03	6.46	4.77	4.60	4.51	2.48	4.90	2.89	4.51	2.60	5.22	2.86	5.93	4.33	4.08
	12.297	6.82	6.93	7.45	5.49	5.31	5.20	2.86	5.64	3.34	5.20	2.99	6.02	3.30	6.82	4.98	4.70
	11.585	5.90	6.00	6.45	4.75	4.60	4.50	2.47	4.88	2.90	4.50	2.59	5.20	2.86	5.91	4.31	4.07
	10.873	3.41	3.47	3.72	2.75	2.66	2.60	1.43	2.82	1.68	2.60	1.50	3.00	1.66	3.41	2.49	2.35
	10.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注： 上記表のハッチングは Sd-1～8 の最大値を示す。

表 2-3 (1) 地震力 (せん断力) が最大となる基準地震動 S s (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)																							
		Ss-1		Ss-2		Ss-3		Ss-4		Ss-5		Ss-6		Ss-7		Ss-8									
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW								
原子炉压力容器	26.013	317	356	199	424	229	222	111	272	135	210	121	278	134	177	271	289								
	23.553	1340	1510	865	1830	980	956	485	1170	588	919	517	1210	577	775	1160	1250								
	22.163	2570	2320	1550	2450	1800	1580	1010	1660	1070	1430	1090	1690	1060	1290	2120	1890								
	20.494	4370	4370	2770	4980	3140	2900	1630	3290	1920	2760	1790	3400	1870	2390	3730	3630								
	18.716	3290	3390	2200	3790	2480	2280	1350	2640	1550	2190	1470	2710	1530	1880	3030	2740								
	16.563	4880	5170	3280	5990	3660	3440	1950	4070	2310	3430	2090	4210	2220	2940	4360	4260								
	15.262	6350	6770	4280	8040	4780	4550	2560	5390	3020	4590	2680	5600	2860	4000	5670	5680								
	12.332	9110	9740	6330	12100	7010	6920	3820	7960	4460	6940	3790	8420	4090	6340	8370	8600								
	9.402	3680	3980	2690	4610	3120	3100	1580	3050	1710	2920	1590	3240	1490	3000	3870	3710								
	6.904	1710	1830	1250	2140	1450	1440	736	1400	799	1350	736	1480	689	1390	1800	1720								
	4.950	14000	14700	10100	19100	11700	11700	6270	12700	6940	11300	6120	13500	6110	11000	14000	13900								
	9.402	802	883	512	1010	601	584	301	696	348	583	307	728	337	503	694	708								
8.200	6040	6640	3960	8000	4510	4370	2260	5200	2710	4420	2330	5460	2550	3870	5280	5660									
17.020	6870	7540	4510	9080	5130	5010	2590	5930	3090	5060	2650	6220	2900	4440	6020	6430									
15.600	10100	11100	6730	13300	7640	7650	3920	8780	4610	7630	3950	9190	4280	6840	9080	9530									
13.950	10900	12000	7330	14400	8300	8350	4280	9510	5020	8320	4300	9970	4630	7510	9920	10400									
12.300	17400	13400	11200	15600	10400	8160	8140	9830	8060	7710	7850	9770	7820	8760	15400	9980									
8.200	29300	23700	20000	28500	19800	17100	14400	15000	14400	16900	14600	15600	13100	17500	29200	23200									
7.000	31500	26200	21600	31200	21500	19000	15300	17000	15700	18800	15500	17800	14000	19400	31500	25700									
4.500	33500	28000	22900	33300	22900	20300	15900	18600	16600	20200	16200	19500	14700	20900	33400	27600									
3.500	34800	29100	23700	34800	23800	21300	16300	19600	17300	21000	16600	20600	15100	21900	34600	28800									
1.700	37700	31600	25700	37900	26000	23600	17200	21800	18700	23100	17500	23000	16000	24100	37400	31800									
-2.100	40100	33900	27500	41300	28100	25900	18100	24100	20200	25200	18400	25500	17100	26500	40400	34700									
-4.700	42000	36100	29200	44300	30000	27900	18800	26200	21500	27000	19100	27700	18200	28700	43000	37200									
-8.200																									

注： 上記表のハッチングは Ss-1～8 の最大値を示す。

表 2-3 (1) 地震力 (せん断力) が最大となる基準地震動 S s (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)																							
		Ss-1		Ss-2		Ss-3		Ss-4		Ss-5		Ss-6		Ss-7		Ss-8									
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW								
燃料集合体	14.433	1580	1590	1770	1460	1290	1240	608	1150	744	1150	640	1230	722	1450	1190	1150								
	13.721	1030	1040	1270	995	910	867	407	805	521	791	419	858	505	980	778	732								
	13.009	350	359	456	352	331	312	139	283	193	268	141	300	184	342	264	259								
	12.297	386	385	472	365	328	316	154	301	182	306	158	322	184	362	288	265								
	11.585	1030	1040	1270	999	912	869	411	809	521	799	424	862	504	986	785	733								
	10.873	1520	1540	1740	1440	1290	1230	587	1120	753	1100	612	1200	729	1420	1160	1130								
	10.161	236	227	184	312	176	186	90.9	206	97.2	170	95.1	213	94.3	168	220	211								
	9.645	189	176	142	242	138	141	71.7	160	74.4	129	74.8	165	72.8	127	173	166								
制御棒案内管	9.402	112	97.9	80.2	130	74.6	74.3	42.1	87.9	38.9	65.6	43.8	88.0	39.0	68.3	97.8	88.1								
	8.395	62.0	65.0	46.0	72.0	41.3	46.9	20.9	47.1	22.5	42.5	22.0	49.6	21.9	40.7	52.2	53.8								
	7.388	183	167	134	224	128	129	70.1	150	68.6	118	72.9	154	67.8	119	165	152								
	6.795	264	237	193	327	188	184	103	218	97.9	164	107	222	97.5	170	238	208								
	6.347	351	319	260	459	269	255	142	302	138	229	148	309	134	240	330	282								
	6.347	453	411	330	597	352	340	179	390	183	307	187	402	170	322	425	376								
	5.066	154	121	85.0	149	89.2	90.3	43.8	86.6	53.6	82.5	45.0	90.8	43.6	90.5	136	106								
	4.213	87.1	62.5	39.9	69.6	38.1	39.5	17.9	34.7	22.8	36.2	19.2	36.4	17.8	37.3	94.8	49.6								
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	3.361	47.5	38.2	23.9	37.1	25.4	26.1	13.8	25.4	14.7	21.8	14.0	26.7	12.7	20.2	48.7	32.2								
	2.508	103	109	75.2	133	81.0	82.6	41.4	86.2	41.8	71.4	40.0	89.5	39.8	72.1	93.8	82.6								
	1.655	177	164	113	186	118	119	59.1	124	58.3	96.4	62.1	130	54.0	87.0	147	115								
	0.934	35.6	27.7	18.9	29.6	22.5	20.3	9.75	21.1	9.79	15.7	10.3	21.6	9.06	14.5	35.3	21.0								
	0.184	165	152	109	182	119	119	59.4	121	68.8	109	58.6	127	57.0	116	162	145								
	5.817	108	89.1	65.5	111	72.0	71.1	34.7	71.4	41.7	63.6	34.2	75.0	33.5	70.1	105	92.6								
	5.066	45.4	33.7	16.8	36.9	18.8	17.2	8.52	17.4	10.6	16.0	9.60	18.4	8.65	19.0	46.9	28.6								
	4.213	58.6	56.6	39.4	69.4	42.4	42.1	21.0	45.3	21.7	37.6	20.7	47.2	20.9	37.8	49.2	44.2								
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	3.361	126	130	91.5	165	102	101	48.4	104	52.2	87.7	50.5	109	48.8	88.7	116	103								
	2.508	185	166	108	187	106	107	56.1	119	54.5	92.4	58.5	124	54.3	87.5	119	109								
	1.655	35.1	29.9	17.8	29.9	17.2	17.1	9.03	19.5	9.00	14.7	9.42	20.3	9.22	13.2	22.3	17.2								
	0.934	165	152	109	182	119	119	59.4	121	68.8	109	58.6	127	57.0	116	162	145								
	0.184	108	89.1	65.5	111	72.0	71.1	34.7	71.4	41.7	63.6	34.2	75.0	33.5	70.1	105	92.6								
	5.817	45.4	33.7	16.8	36.9	18.8	17.2	8.52	17.4	10.6	16.0	9.60	18.4	8.65	19.0	46.9	28.6								
	5.066	58.6	56.6	39.4	69.4	42.4	42.1	21.0	45.3	21.7	37.6	20.7	47.2	20.9	37.8	49.2	44.2								
	4.213	126	130	91.5	165	102	101	48.4	104	52.2	87.7	50.5	109	48.8	88.7	116	103								

注： 上記表のハウジングは Ss-1～8 の最大値を示す。



表 2-3 (1) 地震力 (せん断力) が最大となる基準地震動 S s (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)																							
		Ss-1		Ss-2		Ss-3		Ss-4		Ss-5		Ss-6		Ss-7		Ss-8									
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW								
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	224	220	187	202	171	154	93.5	174	110	159	85.8	181	79.0	151	142	109								
	18.716	633	612	536	573	469	441	262	498	306	437	240	512	224	431	380	313								
	17.179	850	822	738	814	669	634	342	674	387	579	318	696	309	612	554	496								
	16.506	908	873	790	885	728	687	360	723	420	617	338	742	336	662	620	570								
	15.641	1010	955	872	956	797	750	387	786	470	681	363	806	371	717	690	633								
	15.266	1220	1120	1050	1060	921	862	448	911	577	828	438	936	447	816	803	734								
	14.433	3250	3100	2300	2690	2030	2080	1050	2090	1230	2010	1200	2210	1190	2460	2050	2110								
	13.721	3280	3110	2340	2720	2040	2100	1050	2130	1280	2030	1210	2250	1190	2450	2040	2110								
	13.009	3260	3060	2340	2730	2060	2100	1040	2140	1300	2020	1200	2250	1150	2390	2040	2080								
	12.297	3220	3020	2320	2740	2080	2090	1010	2130	1320	1990	1190	2240	1110	2310	2020	2030								
炉心シュラウド	11.585	3180	2980	2300	2750	2100	2080	997	2140	1330	1970	1180	2230	1070	2250	2020	2010								
	10.873	3180	2970	2310	2770	2110	2080	995	2150	1340	1970	1190	2240	1060	2230	2090	2000								
	10.161	3200	2980	2340	2770	2130	2090	1000	2180	1360	1990	1200	2260	1070	2240	2130	2000								
	9.645	1920	1960	1760	1700	1420	1390	730	1190	882	1360	786	1280	859	1680	1480	1550								
	9.645	5270	5090	3360	4530	3390	3370	1760	3390	1940	3350	2030	3580	1880	4010	3620	3630								
	9.402	5320	5130	3390	4580	3430	3400	1780	3420	1960	3370	2050	3620	1890	4040	3690	3660								
	8.395	5380	5180	3400	4660	3460	3440	1810	3450	1990	3410	2080	3650	1910	4090	3780	3710								
	7.388	5400	5200	3420	4720	3480	3460	1820	3460	2000	3440	2090	3660	1920	4120	3820	3750								
	6.795	626	645	622	1070	513	504	323	452	333	366	294	503	274	406	467	472								
	原子炉冷却材 再循環ポンプ	5.376	466	481	464	792	342	334	251	325	242	260	228	354	193	256	317	316							
4.523		373	384	377	640	270	262	204	258	192	204	186	280	151	200	250	247								
3.671																									

注： 上記表のハッチングは Ss-1～8 の最大値を示す。

表 2-3 (2) 地震力 (モーメント) が最大となる基準地震動 S s (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)																							
		Ss-1		Ss-2		Ss-3		Ss-4		Ss-5		Ss-6		Ss-7		Ss-8									
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW								
原子炉圧力容器	26.013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	23.553	779	876	489	1040	563	547	669	333	516	297	684	330	437	666	711									
	22.163	2640	2980	1690	3590	1930	1880	2300	1150	1790	1020	2360	1130	1510	2280	2440									
	20.494	6930	6850	4280	7680	4920	4510	5060	2940	4160	2840	5170	2900	3620	5830	5600									
	18.716	14700	14600	9210	16500	10500	9670	10900	6340	9070	6020	11200	6220	7870	12400	12100									
	16.563	21700	21800	14000	24700	15800	14600	16600	9680	13800	9150	17100	9500	11900	19000	17900									
	15.262	27900	28500	18200	32500	20500	19000	21900	12700	18200	11800	22500	12400	15700	24600	23500									
	12.332	46300	48300	30800	56000	34200	32000	37600	21500	31600	19600	38900	20800	27200	41000	40100									
	9.402	73000	76800	49200	91600	54600	51400	60900	34500	52000	30700	63400	32700	45300	64900	65200									
	6.904	12500	13500	9140	15700	10600	10600	10300	5840	9920	5400	11000	5070	10200	13200	12600									
	4.950	3340	3580	2440	4190	2840	2800	2730	1560	2640	1440	2890	1350	2720	3510	3360									
9.402	64500	67900	42000	77000	47900	45000	52100	29500	42700	27300	53500	28800	36700	58000	55100										
8.200	80600	84900	53800	99900	59800	56400	66800	37800	56300	33900	69300	36100	48700	72400	71400										
21.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
18.440	2210	2440	1410	2790	1660	1610	1920	961	1610	848	2010	930	1390	1920	1950										
17.020	10800	11800	7040	14100	8060	7810	9310	4810	7880	4150	9760	4550	6880	9410	10000										
15.600	20500	22500	13400	27000	15300	14900	17700	9200	15100	7910	18600	8680	13200	18000	19100										
13.950	37100	40800	24500	49000	27900	27400	32200	16800	27700	14400	33800	15700	24400	32900	34800										
12.300	55100	60600	36600	72700	41600	41200	47900	25100	41400	21400	50200	23400	36800	49200	51900										
8.200	109000	79100	66400	102000	69900	57900	49200	47200	54600	53600	50600	46000	57100	106000	71900										
7.000	184000	156000	112000	183000	128000	113000	83200	84700	109000	87500	118000	82100	105000	178000	141000										
4.500	217000	180000	134000	217000	151000	133000	100000	101000	129000	105000	136000	97600	126000	212000	167000										
3.500	293000	237000	185000	292000	202000	177000	138000	139000	176000	144000	181000	132000	174000	289000	227000										
1.700	325000	261000	208000	324000	224000	196000	154000	155000	196000	160000	200000	147000	195000	322000	253000										
-2.100	384000	310000	250000	383000	264000	233000	227000	185000	234000	189000	236000	174000	233000	382000	302000										
-4.700	516000	428000	348000	518000	359000	317000	307000	252000	321000	253000	322000	234000	323000	517000	419000										
-8.200	611000	515000	419000	618000	430000	381000	368000	303000	385000	299000	386000	277000	390000	616000	506000										
	756000	640000	522000	762000	531000	475000	455000	376000	477000	364000	479000	337000	487000	757000	633000										

注： 上記表のハッチングは Ss-1~8 の最大値を示す。



表 2-3 (2) 地震力 (モーメント) が最大となる基準地震動 S s (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)																							
		Ss-1		Ss-2		Ss-3		Ss-4		Ss-5		Ss-6		Ss-7		Ss-8									
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW								
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	18.716	169	166	141	152	129	117	70.6	132	83.1	120	64.8	137	59.7	114	107	82.4								
	17.179	1140	1110	963	1030	849	791	473	895	553	790	433	922	403	775	687	560								
	16.506	1700	1640	1460	1580	1270	1220	701	1350	811	1160	644	1390	605	1190	1050	880								
	15.641	2470	2390	2140	2330	1900	1810	1010	1970	1160	1690	930	2030	883	1760	1560	1340								
	15.266	2840	2750	2470	2690	2200	2080	1160	2260	1310	1950	1060	2320	1020	2030	1790	1560								
	14.433	3820	3680	3330	3560	2960	2780	1530	3010	1760	2630	1420	3080	1390	2700	2330	2150								
	13.721	6020	5740	4920	5390	4370	4110	2140	4470	2640	3940	2090	4640	1950	4260	3640	3470								
	13.009	8360	7950	6560	7260	5810	5570	2780	5950	3550	5280	2850	6210	2660	5860	4980	4830								
	12.297	10700	10100	8230	9140	7280	7070	3420	7450	4470	6620	3670	7780	3480	7560	6340	6300								
炉心シュラウド	11.585	13000	12300	9880	11000	8760	8560	4060	8950	5410	7990	4500	9350	4260	9200	7690	7750								
	10.873	15200	14400	11500	12900	10200	10000	4690	10500	6350	9390	5330	10900	5030	10800	9050	9160								
	10.161	17500	16500	13100	14900	11800	11500	5360	12000	7310	10800	6170	12500	5780	12400	10400	10600								
	9.645	19100	18000	14300	16300	12900	12600	5870	13100	8010	11800	6790	13600	6330	13500	11400	11600								
	10.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	9.645	991	1010	910	877	734	717	377	615	455	700	405	661	444	866	763	798								
		20100	19000	14900	17100	13400	13200	6210	13600	8280	12400	7180	14200	6730	14400	12200	12300								
	9.402	21400	20200	15700	18200	14100	14000	6620	14400	8750	13300	7670	15100	7190	15400	13000	13200								
	8.395	26700	25400	19100	22800	17400	17400	8370	17800	10700	16600	9720	18700	9090	19400	16600	16900								
	7.388	32200	30600	22500	27500	20800	20900	10200	21300	12700	20000	11800	22300	11000	23500	20200	20600								
6.795	35400	33700	24500	30300	22700	22900	11200	23300	13900	22000	13100	24500	12100	26000	22500	22800									
6.253	1260	1300	1240	2130	958	939	668	889	661	716	605	977	532	733	871	881									
5.376	715	737	717	1220	522	508	388	497	370	396	354	540	293	386	483	480									
4.523	318	327	321	546	230	223	174	220	163	174	159	238	129	171	213	210									
3.671	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									

注： 上記表のハッチングは Ss-1～8 の最大値を示す。

表2-3 (3) 地震力 (軸力) が最大となる基準地震動 S s (1/3)

機器	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
原子炉压力容器	26.013	183	113	142	93.2	97.4	95.8	102	79.3
	23.553	852	528	662	434	454	446	472	369
	22.163	1560	967	1210	795	832	818	866	677
	20.494	2940	1820	2290	1500	1570	1540	1630	1280
	18.716	3480	2160	2700	1770	1860	1820	1930	1510
	17.179	3780	2340	2940	1930	2020	1980	2090	1640
	16.506	4200	2610	3270	2140	2240	2200	2320	1820
	15.641	4390	2720	3410	2240	2340	2300	2430	1900
	15.266	4650	2890	3620	2370	2480	2440	2570	2010
	14.433	4850	3020	3780	2480	2590	2550	2680	2100
	13.721	5050	3140	3930	2570	2700	2650	2790	2180
	13.009	5240	3260	4080	2670	2800	2750	2900	2260
	12.297	5430	3380	4230	2770	2900	2850	3000	2340
	11.585	5620	3500	4380	2870	3000	2950	3100	2430
	10.873	5810	3610	4530	2960	3100	3050	3210	2510
	10.161	5970	3720	4660	3050	3190	3130	3300	2580
	9.645	6090	3790	4750	3110	3260	3200	3360	2630
	9.402	10400	6470	8160	5390	5680	5520	5920	4640
	8.395	10200	6310	7950	5250	5530	5380	5780	4520
	7.388	9970	6170	7780	5140	5420	5270	5660	4430
6.795	8860	5480	6920	4570	4820	4690	5050	3960	
6.253	8000	4940	6240	4130	4350	4230	4570	3580	
5.783	4380	2690	3410	2260	2390	2320	2510	1980	
5.817									
5.066									
9.402	16900	10500	13200	8660	9100	8890	9460	7400	
8.200									
21.200	604	373	471	308	325	318	339	266	
18.440	3390	2100	2640	1730	1820	1780	1900	1490	
17.020	4130	2560	3220	2110	2220	2170	2310	1810	
15.600	7270	4510	5680	3720	3910	3820	4050	3180	
13.950	8160	5070	6380	4170	4380	4290	4540	3560	
12.300	19200	12000	15100	9810	10300	10100	10500	8210	
8.200	40200	25100	31500	20600	21600	21100	22200	17300	
7.000	43200	27100	33900	22100	23200	22700	23800	18600	
4.500	45600	28600	35900	23400	24500	24000	25100	19600	
3.500	47200	29600	37100	24200	25300	24800	25900	20200	
1.700	50800	32000	40000	26000	27200	26700	27800	21600	
-2.100	54500	34400	42900	27800	29000	28600	29600	22900	
-4.700									
-8.200	57800	36500	45500	29500	30700	30300	31100	24100	

注： 上記表のハッチングは Ss-1~8 の最大値を示す。

表 2-3 (3) 地震力 (軸力) が最大となる基準地震動 S s (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
燃料集合体	14.433	177	108	138	91.9	97.7	95.0	104	82.2
	13.721	532	325	415	276	293	285	311	246
	13.009	886	541	691	459	487	474	518	410
	12.297	1240	757	966	642	681	663	724	572
	11.585	1590	972	1240	824	874	850	929	734
	10.873	1940	1190	1510	1010	1070	1040	1130	893
	10.161	2390	1460	1860	1230	1310	1270	1390	1090
	9.645	2410	1480	1880	1250	1320	1290	1400	1110
	9.402	2460	1500	1920	1270	1350	1310	1430	1130
	8.395	2530	1550	1980	1310	1390	1350	1470	1160
制御棒案内管	7.388	2590	1590	2020	1340	1420	1380	1510	1190
	6.795	2630	1610	2050	1360	1440	1400	1530	1200
	6.347	2690	1650	2100	1390	1470	1430	1560	1230
	6.347	2740	1680	2140	1420	1500	1460	1590	1250
	5.817	703	434	547	362	381	369	399	312
	5.066	665	411	518	343	361	350	378	296
	4.213	626	387	487	323	339	329	355	278
	3.361	588	363	457	303	319	309	334	261
	2.508	130	80.1	101	66.9	70.4	68.2	73.7	57.7
	1.655	18.9	11.7	14.7	9.75	10.3	9.94	10.7	8.41
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	0.934	721	449	562	371	389	378	403	315
	0.184	688	429	536	354	371	361	385	300
	5.817	651	406	508	335	351	341	365	284
	5.066	612	382	478	315	331	321	343	268
	4.213	575	359	449	296	311	302	322	251
	3.361	127	79.1	98.9	65.3	68.5	66.5	71.1	55.5
	2.508	18.5	11.5	14.4	9.52	9.98	9.69	10.4	8.08
	1.655								
	0.934								
	0.184								
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)									

注：上記表のハウジングは Ss-1～8 の最大値を示す。

表 2-3 (3) 地震力 (軸力) が最大となる基準地震動 S s (3/3)

機器	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)											
		Ss-1	Ss-2		Ss-3		Ss-4		Ss-5		Ss-6		Ss-7
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	68.8	41.9	53.8	35.8	38.0	37.1	40.7	32.3				
	18.716	210	128	164	109	116	113	124	98.5				
	17.179	405	246	316	211	223	218	239	190				
	16.506	571	348	446	297	315	308	337	268				
	15.641	947	579	739	492	521	507	554	438				
	15.266	1040	639	814	541	574	558	609	481				
	14.433	1300	800	1020	676	716	695	759	598				
	13.721	1350	826	1050	698	739	718	783	617				
	13.009	1390	852	1080	720	763	740	807	636				
	12.297	1430	879	1120	742	786	763	832	655				
	11.585	1470	905	1150	764	809	785	856	674				
	10.873	1520	931	1180	786	832	808	880	693				
	10.161	1560	954	1210	805	852	827	901	709				
	9.645	2160	1330	1680	1110	1180	1140	1240	972				
	9.402	2210	1360	1720	1140	1210	1170	1270	996				
8.395	2290	1410	1790	1190	1250	1220	1320	1030					
7.388	2360	1450	1840	1220	1290	1250	1350	1060					
6.795	2450	1510	1910	1260	1330	1300	1400	1100					
6.347	2500	1540	1940	1290	1360	1320	1430	1120					
5.783	546	341	428	280	295	287	303	235					
6.253	546	341	428	280	295	287	303	235					
5.376	492	308	386	252	265	259	273	212					
4.523	423	265	332	217	228	223	235	182					

注： 上記表のハッチングは Ss-1~8 の最大値を示す。

表 2-3 (4) 地震力 (ばね反力) が最大となる基準地震動 S s

名称	ばね反力 (kN)																															
	Ss-1		Ss-2		Ss-3		Ss-4		Ss-5		Ss-6		Ss-7		Ss-8																	
原子炉圧力容器 スタビライザ	NS	2130	EW	2180	NS	1310	EW	2650	NS	1450	EW	1380	NS	651	EW	1600	NS	868	EW	1360	NS	738	EW	1690	NS	806	EW	1180	NS	1810	EW	1910
	NS	19400	EW	19100	NS	12400	EW	34100	NS	17900	EW	18000	NS	8430	EW	18600	NS	8800	EW	14200	NS	8880	EW	20000	NS	6010	EW	13800	NS	12000	EW	15900

注： 上記表のハッチングは Ss-1~8 の最大値を示す。

表 2-3 (5) 地震力 (相対変位) が最大となる基準地震動 S s

名称	標高 T. M. S. L. (m)	相対変位 (mm)																								
		Ss-1		Ss-2		Ss-3		Ss-4		Ss-5		Ss-6		Ss-7		Ss-8										
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW									
燃料集合体	14.433	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.721	7.23	7.31	8.42	6.83	6.12	5.86	2.82	5.41	3.53	2.92	5.79	3.42	6.75	5.47	5.23										
	13.009	12.5	12.6	14.6	11.8	10.6	10.1	4.86	9.36	6.11	5.03	10.0	5.92	11.7	9.42	9.00										
	12.297	14.3	14.5	16.8	13.6	12.2	11.7	5.59	10.8	7.05	5.79	11.5	6.83	13.4	10.8	10.4										
	11.585	12.4	12.5	14.5	11.8	10.6	10.1	4.84	9.33	6.12	5.01	9.97	5.93	11.6	9.39	8.97										
	10.873	7.15	7.24	8.40	6.80	6.12	5.85	2.79	5.38	3.54	2.89	5.75	3.43	6.71	5.43	5.20										
	10.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										

注： 上記表のハッチングは Ss-1～8 の最大値を示す。



表 2-4 (1) 設計用地震力 I (せん断力, S d) (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
原子炉圧力容器	26.013	209	229	189	207	212	213	203	197	229
	23.553	895	986	819	888	909	916	878	849	986
	22.163	1340	1370	1420	1320	1350	1480	1350	1360	1480
	20.494	2490	2700	2480	2470	2510	2650	2470	2420	2700
	18.716	1990	2160	1970	1960	2010	2130	1980	2030	2160
	16.563	3130	3340	2880	3020	3160	3190	3110	3090	3340
	15.262	4170	4430	3860	4000	4210	4260	4140	4090	4430
	12.332	6170	6560	5730	5970	6230	6290	6150	6110	6560
	9.402	2170	2210	2060	2270	2210	2170	2220	2270	2270
	6.904	1010	1010	940	1050	988	998	996	1050	1050
	4.950	1010	1010	940	1050	988	998	996	1050	1050
原子炉圧力容器 スカート	9.402	9640	10100	8970	9460	9810	9810	9740	9660	10100
	8.200	9640	10100	8970	9460	9810	9810	9740	9660	10100
原子炉遮蔽壁	21.200	512	540	477	496	522	525	506	487	540
	18.440	3920	4180	3650	3850	3960	4020	3870	3670	4180
	17.020	4460	4760	4150	4380	4510	4570	4410	4200	4760
	15.600	6620	7010	6140	6440	6660	6770	6520	6300	7010
	13.950	7170	7580	6660	6980	7220	7340	7060	6840	7580
	12.300	10700	10100	10500	9170	11400	11100	11800	13600	13600
原子炉本体基礎	8.200	15000	14800	16500	13600	15700	15600	16200	18200	18200
	7.000	16300	15900	17800	14800	17000	17000	17400	19500	19500
	4.500	17300	16800	18900	15800	17900	18000	18400	20400	20400
	3.500	17900	17300	19500	16400	18600	18600	19000	21000	21000
	1.700	19300	18400	21000	17700	20000	20100	20400	22400	22400
	-2.100	20700	19600	22400	19100	21400	21500	21800	23900	23900
	-4.700	20700	19600	22400	19100	21400	21500	21800	23900	23900
	-8.200	21900	20900	23600	20300	22600	22600	23000	25300	25300

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-4 (1) 設計用地震力 I (せん断力, S d) (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力(kN)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
燃料集合体	14.433	782	751	2210	756	804	804	779	781	2210
	13.721	564	488	1600	539	586	581	562	563	1600
	13.009	203	176	577	197	214	209	202	203	577
	12.297	211	182	595	199	217	217	210	210	595
	11.585	567	493	1610	541	587	584	564	566	1610
	10.873	772	729	2190	740	799	793	768	770	2190
	10.161	161	169	149	161	156	163	155	156	169
制御棒案内管	9.645	126	133	117	127	121	127	121	122	133
	9.402	67.6	72.2	63.5	69.5	66.0	68.5	63.6	66.1	72.2
	8.395	37.5	39.5	34.5	36.4	36.8	38.4	36.3	37.3	39.5
	7.388	116	124	109	119	114	118	111	114	124
	6.795	169	178	158	173	165	171	162	166	178
	6.347	233	246	218	243	229	236	226	230	246
	5.817	300	313	279	309	293	303	293	298	313
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	5.066	64.1	63.3	60.2	68.0	62.0	65.8	62.1	63.5	68.0
	4.213	25.9	25.6	24.8	28.1	24.3	27.1	24.9	24.8	28.1
	3.361	20.4	19.5	19.9	21.5	21.0	20.7	20.8	20.3	21.5
	2.508	64.7	63.1	60.4	65.0	64.6	65.1	64.2	65.7	65.7
	1.655	97.2	94.2	90.8	99.3	97.7	98.4	96.8	92.5	99.3
	0.934	16.5	15.6	16.0	17.1	16.3	17.1	16.6	15.6	17.1
	0.184	90.2	91.9	82.4	95.4	88.8	90.5	87.7	90.3	95.4
	5.817	55.3	55.8	50.8	58.9	53.1	55.9	51.7	53.2	58.9
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	4.213	13.7	16.7	13.5	15.7	13.3	14.3	13.7	12.8	16.7
	3.361	33.1	32.2	30.6	33.7	33.1	33.3	32.8	34.0	34.0
	2.508	81.0	79.2	74.1	83.5	80.1	81.8	78.3	80.5	83.5
	1.655	88.6	84.4	80.3	89.8	89.3	88.9	88.6	87.6	89.8
	0.934	13.9	14.5	12.6	14.3	14.3	13.9	14.1	13.7	14.5
	0.184	90.2	91.9	82.4	95.4	88.8	90.5	87.7	90.3	95.4
	5.066	55.3	55.8	50.8	58.9	53.1	55.9	51.7	53.2	58.9
	4.213	13.7	16.7	13.5	15.7	13.3	14.3	13.7	12.8	16.7

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-4 (1) 設計用地震力 I (せん断力, S d) (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	110	112	108	98.1	115	108	110	109	115
	18.716	312	310	309	282	323	304	307	308	323
	17.179	414	420	458	377	427	409	407	410	458
炉心シュラウド	16.506	435	445	500	408	450	442	434	432	500
	15.641	482	486	557	448	491	476	481	477	557
	15.266	581	574	671	521	581	574	576	576	671
	14.433	1550	1490	2520	1470	1530	1530	1540	1540	2520
	13.721	1570	1490	2430	1470	1540	1550	1560	1560	2430
	13.009	1560	1480	2310	1450	1520	1540	1550	1550	2310
	12.297	1550	1460	2220	1420	1490	1530	1540	1540	2220
	11.585	1540	1440	2130	1410	1480	1520	1530	1530	2130
	10.873	1540	1440	2090	1400	1480	1520	1530	1530	2090
	10.161	1550	1440	2110	1410	1480	1530	1540	1550	2110
	9.645	938	938	2190	945	935	920	935	934	2190
	9.645	2500	2440	3850	2410	2470	2460	2490	2490	3850
	9.402	2530	2470	3880	2430	2490	2490	2520	2510	3880
	8.395	2560	2490	3910	2460	2510	2520	2550	2550	3910
	7.388	2570	2510	3920	2470	2520	2540	2560	2560	3920
原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	538	548	508	526	540	546	527	540	548
	5.376	397	408	369	398	395	400	390	395	408
	4.523	320	327	296	320	318	323	313	317	327
	3.671									

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-4 (2) 設計用地震力 I (モーメント, S d) (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
原子炉压力容器	26.013	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	23.553	513	563	465	510	520	524	498	483	563
	22.163	1760	1940	1610	1750	1790	1800	1720	1670	1940
	20.494	3800	4140	3900	3790	3860	4140	3790	3780	4140
	18.716	8190	8920	8310	8160	8290	8840	8100	8070	8920
	16.563	12500	13600	12600	12400	12600	13500	12400	12500	13600
	15.262	16500	17900	16300	16300	16700	17500	16400	16300	17900
	12.332	28700	30900	27000	28000	29000	29400	28500	28200	30900
	9.402	46800	50100	43400	45500	47200	47800	46500	46000	50100
		7380	7480	6940	7700	7440	7360	7470	7700	7700
	6.904	1970	1980	1840	2040	1930	1950	1950	2040	2040
4.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
原子炉压力容器 スカート	9.402	39700	43000	37700	38400	39900	41000	39100	38500	43000
	8.200	51300	55000	47500	49700	51600	52400	50800	50100	55000
原子炉遮蔽壁	21.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18.440	1420	1490	1320	1370	1440	1450	1400	1350	1490
	17.020	6970	7420	6500	6840	7060	7150	6890	6560	7420
	15.600	13300	14200	12400	13100	13500	13700	13200	12500	14200
	13.950	24200	25800	22500	23700	24500	24800	23900	22900	25800
原子炉本体基礎	12.300	36100	38300	33500	35200	36400	36900	35600	34200	38300
	8.200	53700	51400	56000	48400	56000	55800	57800	65800	65800
		93900	91100	98600	86500	97300	102000	98500	107000	107000
	7.000	110000	107000	116000	101000	115000	119000	116000	127000	127000
	4.500	147000	143000	159000	134000	153000	158000	156000	173000	173000
	3.500	163000	158000	178000	149000	169000	174000	172000	192000	192000
	1.700	192000	186000	212000	175000	199000	204000	203000	227000	227000
	-2.100	259000	252000	289000	236000	268000	272000	275000	309000	309000
	-4.700	311000	301000	346000	285000	323000	325000	330000	370000	370000
-8.200	387000	369000	426000	355000	401000	404000	409000	456000	456000	

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-4 (2) 設計用地震力 I (モーメント, S d) (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
燃料集合体	14.433	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.721	557	535	1580	538	572	572	555	556	1580
	13.009	958	881	2720	912	989	986	954	956	2720
	12.297	1110	997	3130	1060	1140	1140	1100	1100	3130
	11.585	953	868	2710	912	987	980	948	951	2710
	10.873	550	519	1560	527	569	564	547	549	1560
	10.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0
制御棒案内管	10.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9.645	82.8	87.2	76.7	83.1	80.2	83.8	79.9	80.5	87.2
	9.402	114	120	105	114	110	115	110	110	120
	8.395	180	191	167	184	172	182	173	174	191
	7.388	145	154	136	148	141	147	138	142	154
	6.795	75.3	79.6	70.6	77.2	73.9	76.4	72.3	74.1	79.6
	6.347	0	0	0	0	0	0	0	0	0
制御棒駆動機構 ハウジング	6.347	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5.817	124	130	116	129	121	125	120	122	130
	5.066	348	365	325	360	341	352	339	345	365
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	5.066	83.4	82.8	75.4	87.8	81.6	84.0	81.4	79.7	87.8
	4.213	31.1	29.9	27.3	32.6	30.4	31.5	29.6	27.8	32.6
	3.361	23.8	23.5	21.5	23.1	24.3	23.6	23.4	24.7	24.7
	2.508	28.4	27.4	27.0	31.2	28.8	28.6	28.7	25.4	31.2
	1.655	82.1	79.6	77.4	84.2	82.4	83.6	82.0	78.0	84.2
	0.934	12.4	11.7	12.0	12.9	12.2	12.8	12.5	11.7	12.9
	0.184	0	0	0	0	0	0	0	0	0
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	5.817	103	104	93.3	109	100	104	98.9	98.9	109
	5.066	35.2	35.0	31.6	37.6	34.3	35.6	33.4	32.5	37.6
	4.213	20.6	23.9	20.0	22.4	20.9	20.9	20.3	20.7	23.9
	3.361	30.6	36.7	30.9	33.6	31.3	30.4	30.0	30.3	36.7
	2.508	24.1	29.0	21.8	26.6	25.1	24.3	23.6	23.4	29.0
	1.655	74.2	70.5	67.3	74.9	75.0	74.4	74.4	73.4	75.0
	0.934	10.4	10.9	9.45	10.7	10.7	10.4	10.6	10.3	10.9
	0.184	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-4 (2) 設計用地震力 I (モーメント, S d) (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18.716	83.2	84.4	81.0	74.2	87.0	81.2	82.5	81.9	87.0
	17.179	562	560	555	507	582	546	551	554	582
炉心シュラウド	16.506	839	835	850	760	869	814	824	830	869
	15.641	1220	1220	1290	1110	1260	1180	1200	1210	1290
	15.266	1400	1400	1490	1270	1440	1350	1370	1380	1490
	14.433	1860	1880	2050	1690	1930	1800	1820	1840	2050
	13.721	2880	2810	3730	2700	2930	2840	2860	2850	3730
	13.009	3990	3830	5420	3720	4020	3940	3960	3960	5420
	12.297	5090	4870	7050	4750	5100	5040	5060	5060	7050
	11.585	6190	5900	8610	5760	6160	6110	6150	6140	8610
	10.873	7270	6920	10100	6750	7200	7180	7230	7220	10100
	10.161	8350	7930	11600	7730	8230	8250	8310	8300	11600
	9.645	9150	8680	12700	8450	8990	9030	9100	9090	12700
	10.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9.645	484	484	1130	488	483	475	483	482	1130
		9600	9150	13600	8930	9460	9480	9550	9540	13600
	9.402	10200	9740	14500	9520	10100	10100	10200	10200	14500
	8.395	12800	12200	18400	12000	12600	12600	12700	12700	18400
7.388	15300	14700	22300	14500	15100	15100	15300	15300	22300	
6.795	16900	16200	24700	15900	16600	16600	16800	16800	24700	
原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	1070	1110	1010	1070	1070	1080	1060	1070	1110
	5.376	611	626	566	612	607	616	598	607	626
	4.523	273	279	252	273	271	275	267	271	279
	3.671	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-4 (3) 設計用地震力 I (軸力, S d) (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
原子炉圧力容器	26.013	91.2	90.3	93.4	89.4	90.4	91.2	89.2	91.2	93.4
	23.553	425	421	435	417	421	425	416	425	435
	22.163	778	770	797	763	772	778	762	778	797
	20.494	1470	1460	1510	1440	1460	1470	1440	1470	1510
	18.716	1740	1720	1780	1700	1720	1740	1700	1740	1780
	17.179	1890	1870	1940	1850	1870	1890	1850	1890	1940
	16.506	2100	2070	2150	2060	2080	2100	2050	2100	2150
	15.641	2190	2170	2250	2150	2170	2190	2140	2190	2250
	15.266	2320	2290	2380	2270	2300	2320	2270	2320	2380
	14.433	2430	2400	2490	2380	2410	2430	2370	2430	2490
	13.721	2520	2490	2590	2470	2500	2520	2470	2520	2590
	13.009	2620	2590	2690	2560	2600	2620	2560	2620	2690
	12.297	2710	2680	2790	2660	2690	2710	2660	2710	2790
	11.585	2810	2770	2890	2750	2790	2810	2750	2810	2890
	10.873	2900	2870	2980	2840	2880	2900	2840	2900	2980
	10.161	2980	2950	3070	2920	2960	2980	2920	2980	3070
	9.645	3040	3010	3130	2980	3030	3040	2980	3040	3130
	9.402	5250	5180	5350	5140	5180	5250	5100	5250	5350
	8.395	5110	5050	5210	5000	5050	5110	4960	5110	5210
	7.388	5010	4940	5100	4900	4940	5010	4860	5010	5100
6.795	4450	4400	4520	4360	4390	4450	4320	4450	4520	
6.253	4020	3970	4080	3930	3960	4020	3890	4020	4080	
5.783	4020	3970	4080	3930	3960	4020	3890	4020	4080	
5.817	2200	2170	2230	2150	2170	2200	2120	2200	2230	
5.066	2200	2170	2230	2150	2170	2200	2120	2200	2230	
原子炉圧力容器 スカート	9.402	8450	8340	8640	8270	8350	8450	8230	8450	8640
	8.200	8450	8340	8640	8270	8350	8450	8230	8450	8640
原子炉遮蔽壁	21.200	303	300	306	297	299	303	293	303	306
	18.440	1700	1680	1720	1670	1680	1700	1640	1700	1720
	17.020	2070	2050	2100	2030	2040	2070	2000	2070	2100
	15.600	3640	3600	3700	3580	3600	3640	3540	3640	3700
	13.950	4090	4040	4160	4020	4040	4090	3970	4090	4160
	12.300	9610	9440	9880	9440	9530	9610	9400	9610	9880
原子炉本体基礎	8.200	20200	19900	20700	19800	20000	20200	19700	20200	20700
	7.000	21700	21300	22300	21300	21500	21700	21200	21700	22300
	4.500	22900	22500	23600	22500	22800	22900	22500	22900	23600
	3.500	23700	23300	24400	23300	23600	23700	23300	23700	24400
	1.700	25500	25100	26400	25100	25400	25500	25100	25500	26400
	-2.100	27300	26800	28400	26800	27300	27300	27000	27300	28400
	-4.700	27300	26800	28400	26800	27300	27300	27000	27300	28400
	-8.200	28900	28300	30100	28400	29000	28900	28700	28900	30100

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-4 (3) 設計用地震力 I (軸力, S d) (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	軸力(kN)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
燃料集合体	14.433	88.9	88.1	89.1	86.9	87.5	88.9	86.0	88.9	89.1
	13.721	267	264	268	261	263	267	258	267	268
	13.009	444	439	445	435	437	444	429	444	445
	12.297	621	614	623	609	612	621	599	621	623
	11.585	798	789	800	782	785	798	767	798	800
	10.873	973	963	977	955	959	973	936	973	977
	10.161	1200	1190	1210	1180	1180	1200	1150	1200	1210
制御棒案内管	9.645	1210	1200	1220	1190	1200	1210	1170	1210	1220
	9.402	1240	1220	1240	1210	1220	1240	1190	1240	1240
	8.395	1270	1260	1280	1250	1250	1270	1230	1270	1280
	7.388	1300	1290	1310	1280	1280	1300	1250	1300	1310
	6.795	1320	1310	1330	1300	1300	1320	1270	1320	1330
	6.347	1350	1340	1360	1330	1330	1350	1300	1350	1360
	5.817	1380	1360	1390	1350	1360	1380	1330	1380	1390
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	5.066	354	350	360	346	349	354	344	354	360
	4.213	335	331	341	327	331	335	325	335	341
	3.361	315	312	321	308	311	315	306	315	321
	2.508	296	293	302	289	293	296	288	296	302
	1.655	65.3	64.6	66.5	63.8	64.5	65.3	63.4	65.3	66.5
	0.934	9.52	9.40	9.69	9.30	9.40	9.52	9.24	9.52	9.69
	0.184	363	358	372	355	359	363	355	363	372
	5.817	346	342	355	338	342	346	338	346	355
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	5.066	328	323	336	320	324	328	320	328	336
	4.213	309	304	316	301	305	309	301	309	316
	3.361	290	286	297	283	286	290	283	290	297
	2.508	63.9	63.0	65.5	62.4	63.1	63.9	62.4	63.9	65.5
	1.655	9.31	9.18	9.54	9.09	9.20	9.31	9.09	9.31	9.54
	0.934	363	358	372	355	359	363	355	363	372
	0.184	346	342	355	338	342	346	338	346	355
	5.817	328	323	336	320	324	328	320	328	336

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。



表 2-4 (3) 設計用地震力 I (軸力, S d) (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	34.6	34.4	34.5	33.9	34.0	34.6	33.6	34.6	34.6
	18.716	106	105	105	104	104	106	103	106	106
	17.179	203	202	203	200	200	203	197	203	203
炉心シュラウド	16.506	287	286	287	282	282	287	279	287	287
	15.641	475	470	478	465	468	475	458	475	478
	15.266	524	518	527	513	516	524	504	524	527
	14.433	655	648	660	640	645	655	630	655	660
	13.721	676	669	681	661	666	676	651	676	681
	13.009	697	690	703	682	687	697	672	697	703
	12.297	719	711	725	703	708	719	693	719	725
	11.585	740	732	746	724	729	740	713	740	746
	10.873	761	753	768	745	751	761	734	761	768
	10.161	780	772	787	763	769	780	752	780	787
	9.645	1080	1070	1100	1060	1070	1080	1050	1080	1100
	9.402	1110	1100	1130	1090	1100	1110	1080	1110	1130
	8.395	1150	1140	1170	1130	1140	1150	1120	1150	1170
	7.388	1190	1170	1200	1160	1170	1190	1150	1190	1200
	6.795	1230	1220	1250	1210	1210	1230	1190	1230	1250
6.347	1260	1240	1270	1230	1240	1260	1220	1260	1270	
原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	275	271	282	270	272	275	268	275	282
	5.376	248	244	254	244	245	248	242	248	254
	4.523	213	210	219	210	211	213	208	213	219
	3.671									

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-4 (4) 設計用地震力 I (ばね反力, S d)

名称	ばね反力 (kN)								設計用 地震力 I
	ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
原子炉圧力容器 スタビライザ	1240	1330	1180	1240	1250	1290	1230	1120	1330
ダイヤフラムフロア	14500	16300	12400	15400	14300	14800	13600	10900	16300
制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム	502	489	458	514	502	505	494	494	514

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-4 (5) 設計用地震力 I (相対変位, S d)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	相対変位 (mm)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
燃料集合体	14.433	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	13.721	3.8	3.5	10.6	3.6	3.9	3.9	3.8	3.8	10.6
	13.009	6.5	6.0	18.3	6.2	6.7	6.7	6.5	6.5	18.3
	12.297	7.5	6.9	21.2	7.2	7.7	7.7	7.5	7.5	21.2
	11.585	6.5	5.9	18.3	6.2	6.7	6.7	6.5	6.5	18.3
	10.873	3.8	3.5	10.6	3.6	3.9	3.9	3.7	3.8	10.6
	10.161	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-5 (1) 設計用地震力 I (せん断力, S s) (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)								設計用 地震力 I
		ケース 1* (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
原子炉压力容器	26. 013	425	453	388	422	419	434	420	414	453
	23. 553	1830	1970	1630	1800	1800	1870	1810	1790	1970
	22. 163	2580	2980	2980	2670	2850	2660	2550	2670	2980
	20. 494	4980	5360	5130	4940	4860	5090	4930	4930	5360
	18. 716	3790	4150	3750	3720	3820	3830	3800	3850	4150
	16. 563	5990	6520	5640	5900	5780	6060	5960	6020	6520
	15. 262	8040	8720	7360	7950	7730	8140	7990	8050	8720
	12. 332	12200	12900	11200	12000	11700	12300	12100	12200	12900
	9. 402	4620	4460	4290	4420	4430	4550	4470	4710	4710
	6. 904	2150	2030	2010	2020	2110	2120	2080	2210	2210
	4. 950									
原子炉压力容器 スカート	9. 402	19200	20000	17800	18900	18400	19400	19000	19200	20000
	8. 200									
原子炉遮蔽壁	21. 200	1010	1090	921	996	954	1030	1010	990	1090
	18. 440	8000	8520	7370	7940	7620	8170	7860	7760	8520
	17. 020	9090	9670	8350	9010	8650	9270	8940	8830	9670
	15. 600	13300	14200	12200	13200	12700	13500	13100	13100	14200
	13. 950	14400	15300	13200	14300	13800	14600	14200	14100	15300
	12. 300	17400	20500	20000	12900	20000	18800	19800	20300	20500
原子炉本体基礎	8. 200	29400	29900	35300	24300	33600	30200	32000	32300	35300
	7. 000	31600	31600	37600	26600	36200	32200	34300	34600	37600
	4. 500	33600	32900	39300	28400	38000	33800	36100	36600	39300
	3. 500	34900	33700	40300	29600	39300	35000	37400	37900	40300
	1. 700	38000	35400	43000	32600	42500	37900	40200	41600	43000
	-2. 100	41400	36700	45300	35500	45400	41200	43500	44900	45400
	-4. 700									
	-8. 200	44400	39100	47700	38400	48000	44100	46500	47500	48000

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

注記\*： 地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響を考慮した値を示す。

表 2-5 (1) 設計用地震力 I (せん断力, S s) (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)								設計用 地震力 I	
		ケース 1* (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8		
燃料集合体	14.433	1770	1520	3310	1630	1840	1880	1760	1760	3310	
	13.721	1270	997	2390	1180	1330	1350	1270	1270	2390	
	13.009	457	371	866	427	484	486	455	455	866	
	12.297	472	365	873	434	492	503	470	471	873	
	11.585	1280	1000	2390	1180	1340	1360	1270	1270	2390	
	10.873	1750	1470	3300	1620	1830	1860	1740	1740	3300	
	10.161	312	317	274	312	300	313	305	313	317	
制御棒案内管	9.645	243	248	213	243	233	244	237	245	248	
	9.402	130	137	116	137	125	131	130	135	137	
	8.395	72.0	72.1	72.1	71.2	69.8	71.6	69.2	71.5	72.1	
	7.388	224	235	198	233	216	224	222	231	235	
	6.795	328	343	294	342	317	330	325	336	343	
	制御棒駆動機構 ハウジング	6.347	459	476	421	474	449	464	454	466	476
		5.817	598	608	544	601	584	606	588	602	608
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	5.066	155	144	167	166	168	157	149	172	172	
	4.213	94.9	84.2	103	107	120	93.2	85.3	104	120	
	3.361	48.8	44.7	57.2	51.4	62.1	47.9	46.2	54.2	62.1	
	2.508	133	131	114	133	135	134	132	128	135	
	1.655	186	183	165	196	186	188	186	191	196	
	0.934	35.7	34.5	39.9	39.2	44.8	34.3	33.6	39.3	44.8	
	0.184	183	186	177	186	187	189	180	198	198	
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	5.817	112	113	121	114	120	118	110	125	125	
	5.066	47.0	46.4	51.8	43.7	54.0	50.4	42.7	52.6	54.0	
	4.213	69.5	68.7	59.8	68.3	70.3	69.5	68.9	66.5	70.3	
	3.361	166	167	144	165	166	167	164	161	167	
	2.508	188	186	162	187	189	187	186	180	189	
	1.655	35.1	30.2	29.7	32.1	32.5	34.5	34.3	33.9	35.1	
	0.934										
	0.184										

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

注記\*： 地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響を考慮した値を示す。

表 2-5 (1) 設計用地震力 I (せん断力, S s) (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)								設計用 地震力 I
		ケース 1* (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	225	236	242	207	241	231	218	220	242
	18.716	634	658	692	585	675	642	619	619	692
	17.179	851	868	955	787	889	898	843	838	955
	16.506	909	921	1020	842	961	982	907	898	1020
炉心シュラウド	15.641	1020	990	1130	920	1050	1070	1010	1010	1130
	15.266	1220	1140	1350	1090	1260	1220	1210	1210	1350
	14.433	3260	3020	4600	3020	3220	3270	3230	3240	4600
	13.721	3290	3030	4570	3030	3230	3310	3260	3270	4570
	13.009	3270	2990	4410	2990	3180	3280	3240	3250	4410
	12.297	3230	2950	4180	2930	3110	3230	3200	3220	4180
	11.585	3190	2920	3970	2890	3070	3190	3170	3180	3970
	10.873	3190	2910	3880	2880	3050	3180	3170	3170	3880
	10.161	3220	2920	3940	2890	3070	3210	3200	3200	3940
	9.645	1960	1880	3410	1950	1970	1970	1960	1960	3410
	9.645	5290	4940	7240	4990	5150	5290	5260	5260	7240
	9.402	5340	4990	7300	5030	5190	5330	5310	5310	7300
	8.395	5390	5030	7350	5080	5250	5380	5360	5370	7350
	7.388	5420	5060	7370	5100	5270	5400	5390	5390	7370
	6.795	1080	1080	977	1080	1070	1080	1050	1060	1080
	原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	793	807	724	791	784	799	780	790
5.376		641	648	580	638	629	647	628	639	648
4.523										
3.671										

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

注記\*： 地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響を考慮した値を示す。

表 2-5 (2) 設計用地震力 I (モーメント, S s) (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)								設計用 地震力 I
		ケース 1* (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
原子炉圧力容器	26.013	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	23.553	1050	1120	954	1040	1030	1070	1040	1020	1120
	22.163	3590	3850	3220	3520	3530	3660	3540	3500	3850
	20.494	7680	8490	8190	7930	7650	7870	7610	7600	8490
	18.716	16600	18000	17300	16700	16300	17000	16400	16400	18000
	16.563	24700	27000	25400	24400	24400	25200	24600	24700	27000
	15.262	32500	35000	32500	32100	31600	33100	32300	32500	35000
	12.332	56000	60500	53800	55300	54200	56900	55700	56000	60500
	9.402	91600	98300	84400	90200	88400	92900	91100	91500	98300
		15800	15100	14700	15000	15200	15500	15200	16100	16100
6.904	4190	3970	3930	3940	4130	4140	4050	4310	4310	
4.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
原子炉圧力容器 スカート	9.402	77000	83700	76700	75800	74600	78000	76600	76900	83700
	8.200	100000	108000	94100	98500	96700	102000	99400	99900	108000
原子炉遮蔽壁	21.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18.440	2790	3010	2540	2750	2640	2840	2770	2740	3010
	17.020	14200	15100	13000	14000	13500	14500	13900	13800	15100
	15.600	27100	28900	24900	26800	25700	27600	26600	26300	28900
	13.950	49000	52200	45000	48600	46700	49900	48200	47800	52200
	12.300	72700	77300	66800	72200	69400	73900	71600	71000	77300
原子炉本体基礎	8.200	110000	110000	131000	84600	125000	114000	118000	119000	131000
		185000	183000	212000	156000	206000	192000	194000	198000	212000
	7.000	218000	210000	254000	183000	246000	227000	230000	235000	254000
	4.500	294000	282000	347000	245000	333000	307000	311000	318000	347000
	3.500	326000	313000	386000	271000	370000	340000	346000	353000	386000
	1.700	385000	371000	457000	320000	437000	401000	410000	418000	457000
	-2.100	519000	504000	617000	432000	588000	539000	555000	563000	617000
	-4.700	618000	599000	731000	516000	697000	638000	662000	669000	731000
-8.200	763000	731000	892000	642000	853000	778000	815000	823000	892000	

注： 上記表のハッチングはケースの最大値を示す。

注記\*： 地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響を考慮した値を示す。

表 2-5 (2) 設計用地震力 I (モーメント, S s) (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)								設計用 地震力 I
		ケース 1* (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
燃料集合体	14.433	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.721	1260	1080	2360	1160	1310	1340	1260	1260	2360
	13.009	2160	1780	4050	2000	2260	2300	2150	2160	4050
	12.297	2490	2010	4670	2310	2600	2650	2480	2480	4670
	11.585	2150	1760	4050	2000	2250	2290	2140	2150	4050
	10.873	1250	1050	2350	1160	1300	1320	1240	1240	2350
	10.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0
制御棒案内管	10.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9.645	161	164	142	161	155	162	157	162	164
	9.402	220	224	193	220	211	221	215	221	224
	8.395	345	358	304	351	332	346	339	351	358
	7.388	280	293	249	292	270	280	277	288	293
	6.795	147	154	132	153	142	148	146	150	154
	6.347	0	0	0	0	0	0	0	0	0
制御棒駆動機構 ハウジング	6.347	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5.817	244	253	223	251	238	246	241	247	253
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	5.066	692	708	632	701	676	701	680	697	708
		187	191	178	186	187	188	184	174	191
	4.213	69.4	69.0	56.2	70.9	69.6	69.5	69.2	63.0	70.9
	3.361	77.0	79.1	99.3	74.7	99.7	83.6	73.4	84.1	99.7
	2.508	105	87.3	132	98.9	135	113	96.5	115	135
	1.655	156	153	146	165	162	158	156	161	165
	0.934	26.8	25.9	29.9	29.4	33.6	25.7	25.2	29.5	33.6
	0.184	0	0	0	0	0	0	0	0	0
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	5.817	211	215	184	215	210	213	208	204	215
	5.066	74.2	75.0	62.3	76.4	74.2	74.5	73.3	70.2	76.4
	4.213	63.7	57.9	65.0	61.5	61.6	65.4	61.6	58.5	65.4
	3.361	97.3	95.2	108	96.9	106	104	95.5	102	108
	2.508	74.3	79.5	82.3	78.1	84.1	81.8	72.1	85.4	85.4
	1.655	160	157	136	157	159	158	157	155	160
	0.934	26.4	22.7	22.3	24.1	24.4	25.9	25.8	25.5	26.4
	0.184	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

注記\*： 地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響を考慮した値を示す。

表 2-5 (2) 設計用地震力 I (モーメント, S s) (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)								設計用 地震力 I
		ケース 1* (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18.716	170	179	183	157	183	174	165	166	183
	17.179	1150	1190	1250	1060	1220	1160	1120	1120	1250
炉心シュラウド	16.506	1700	1770	1890	1570	1800	1720	1680	1670	1890
	15.641	2480	2560	2770	2290	2580	2520	2450	2430	2770
	15.266	2850	2920	3190	2630	2950	2910	2820	2800	3190
	14.433	3830	3870	4310	3520	4000	3900	3780	3760	4310
	13.721	6040	5790	7210	5540	6250	6010	5990	5970	7210
	13.009	8370	7820	10200	7670	8540	8360	8310	8300	10200
	12.297	10700	9860	13200	9780	10800	10700	10700	10600	13200
	11.585	13000	12000	16100	11900	13100	13000	12900	12900	16100
	10.873	15300	14000	19000	13900	15200	15300	15200	15200	19000
	10.161	17600	16100	21700	16000	17400	17500	17400	17400	21700
	9.645	19200	17500	23700	17500	19000	19200	19100	19100	23700
	10.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9.645	1020	971	1760	1010	1020	1020	1010	1010	1760
		20200	18500	25400	18500	19900	20200	20100	20100	25400
	9.402	21500	19700	27100	19700	21200	21400	21300	21300	27100
	8.395	26800	24700	34500	24700	26400	26800	26700	26700	34500
7.388	32300	29800	41900	29800	31600	32200	32100	32100	41900	
6.795	35500	32800	46300	32800	34700	35400	35200	35300	46300	
原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	2130	2180	1960	2140	2120	2140	2100	2120	2180
	5.376	1230	1240	1110	1220	1210	1240	1200	1220	1240
	4.523	546	552	494	544	536	552	536	544	552
	3.671	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

注記\*： 地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響を考慮した値を示す。



表2-5 (3) 設計用地震力 I (軸力, S s) (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
原子炉圧力容器	26.013	183	183	189	180	182	186	182	183	189
	23.553	852	850	879	835	846	867	845	852	879
	22.163	1570	1560	1610	1530	1550	1590	1550	1570	1610
	20.494	2950	2940	3040	2890	2930	3000	2930	2950	3040
	18.716	3480	3470	3600	3410	3460	3540	3460	3480	3600
	17.179	3780	3770	3910	3700	3760	3850	3760	3780	3910
	16.506	4200	4190	4350	4110	4180	4270	4180	4200	4350
	15.641	4390	4370	4540	4300	4360	4460	4370	4390	4540
	15.266	4650	4630	4810	4550	4620	4730	4630	4650	4810
	14.433	4860	4840	5030	4750	4830	4940	4840	4860	5030
	13.721	5050	5030	5230	4940	5020	5140	5030	5050	5230
	13.009	5240	5220	5430	5130	5210	5330	5220	5240	5430
	12.297	5430	5410	5630	5320	5410	5530	5410	5430	5630
	11.585	5620	5600	5830	5500	5600	5720	5600	5620	5830
	10.873	5810	5790	6030	5690	5790	5910	5790	5810	6030
	10.161	5970	5950	6200	5850	5950	6080	5960	5970	6200
	9.645	6090	6070	6330	5970	6070	6200	6080	6090	6330
	9.402	10500	10500	10800	10300	10400	10600	10500	10500	10800
	8.395	10200	10200	10600	9970	10100	10400	10200	10200	10600
	7.388	9970	9950	10300	9760	9900	10100	9940	9970	10300
6.795	8870	8850	9140	8680	8790	8990	8830	8870	9140	
6.253	8000	7990	8240	7830	7920	8110	7960	8000	8240	
5.783	4380	4380	4500	4280	4330	4440	4350	4380	4500	
5.817										
5.066										
原子炉圧力容器 スカート	9.402	16900	16900	17500	16500	16800	17200	16900	16900	17500
	8.200									
原子炉遮蔽壁	21.200	604	604	623	593	597	615	596	604	623
	18.440	3390	3390	3500	3330	3350	3450	3350	3390	3500
	17.020	4130	4130	4260	4050	4090	4210	4080	4130	4260
	15.600	7270	7260	7520	7130	7220	7410	7210	7270	7520
	13.950	8160	8150	8450	8000	8110	8320	8100	8160	8450
原子炉本体基礎	12.300	19200	19100	20100	18800	19200	19600	19200	19200	20100
	8.200	40200	40000	41900	39400	40200	40900	40200	40200	41900
	7.000	43200	43100	45200	42400	43300	44000	43300	43200	45200
	4.500	45700	45500	47800	44800	45800	46500	45800	45700	47800
	3.500	47300	47000	49500	46400	47400	48100	47400	47300	49500
	1.700	50900	50600	53500	50000	51100	51800	51200	50900	53500
	-2.100	54500	54100	57500	53700	54800	55500	55000	54500	57500
	-4.700	57900	57200	61100	57000	58200	58800	58400	57900	61100
-8.200										

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-5 (3) 設計用地震力 I (軸力, S s) (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	軸力(kN)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
燃料集合体	14.433	178	178	182	173	176	180	175	178	182
	13.721	532	533	544	519	526	539	525	532	544
	13.009	886	887	906	864	876	897	873	886	906
	12.297	1240	1240	1270	1210	1230	1260	1230	1240	1270
	11.585	1600	1600	1630	1560	1580	1610	1570	1600	1630
	10.873	1950	1950	1990	1900	1920	1970	1920	1950	1990
	10.161	2390	2390	2440	2340	2360	2420	2360	2390	2440
制御棒案内管	9.645	2420	2420	2470	2360	2390	2450	2390	2420	2470
	9.402	2460	2460	2520	2410	2430	2490	2430	2460	2520
	8.395	2540	2540	2600	2480	2510	2570	2500	2540	2600
	7.388	2600	2600	2660	2540	2560	2630	2560	2600	2660
	6.795	2630	2630	2700	2580	2600	2670	2600	2630	2700
	6.347	2690	2690	2760	2630	2660	2730	2660	2690	2760
	5.817	2750	2750	2810	2690	2710	2780	2710	2750	2810
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	5.066	703	702	725	689	698	715	702	703	725
	4.213	666	665	686	653	661	677	665	666	686
	3.361	626	625	645	614	621	637	625	626	645
	2.508	588	587	606	577	584	598	587	588	606
	1.655	130	130	134	128	129	132	130	130	134
	0.934	18.9	18.9	19.5	18.6	18.8	19.3	18.9	18.9	19.5
	0.184	18.9	18.9	19.5	18.6	18.8	19.3	18.9	18.9	19.5
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	5.817	721	719	749	707	719	734	724	721	749
	5.066	688	686	714	674	686	701	690	688	714
	4.213	651	649	676	639	649	664	654	651	676
	3.361	613	611	636	601	611	624	615	613	636
	2.508	576	574	597	564	574	587	578	576	597
	1.655	127	127	132	125	127	130	128	127	132
	0.934	18.5	18.5	19.2	18.2	18.5	18.9	18.6	18.5	19.2
	0.184	18.5	18.5	19.2	18.2	18.5	18.9	18.6	18.5	19.2

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-5 (3) 設計用地震力 I (軸力, S s) (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)								設計用 地震力 I
		ケース 1 (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	68.8	69.1	70.3	67.3	68.0	69.6	67.8	68.8	70.3
	18.716	210	211	215	205	208	212	207	210	215
	17.179	405	406	414	396	400	410	399	405	414
炉心シュラウド	16.506	572	573	584	559	565	578	564	572	584
	15.641	948	948	970	926	936	959	936	948	970
	15.266	1050	1050	1070	1020	1030	1060	1040	1050	1070
	14.433	1310	1310	1340	1280	1290	1320	1300	1310	1340
	13.721	1350	1350	1380	1320	1330	1370	1340	1350	1380
	13.009	1390	1390	1430	1360	1380	1410	1380	1390	1430
	12.297	1440	1440	1470	1400	1420	1450	1420	1440	1470
	11.585	1480	1480	1510	1440	1460	1500	1460	1480	1510
	10.873	1520	1520	1560	1490	1500	1540	1510	1520	1560
	10.161	1560	1560	1600	1520	1540	1580	1540	1560	1600
	9.645	2160	2160	2220	2110	2130	2190	2140	2160	2220
	9.402	2210	2210	2280	2170	2190	2240	2200	2210	2280
	8.395	2300	2300	2360	2250	2270	2330	2280	2300	2360
	7.388	2360	2360	2430	2310	2340	2390	2350	2360	2430
	6.795	2450	2450	2520	2400	2420	2480	2430	2450	2520
6.347	2500	2500	2570	2450	2470	2530	2480	2500	2570	
原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	546	544	570	537	548	555	549	546	570
	5.376	492	490	514	484	494	500	495	492	514
	4.523	423	421	442	416	425	430	426	423	442
	3.671									

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

表 2-5 (4) 設計用地震力 I (ばね反力, S s)

名称	ばね反力 (kN)								設計用 地震力 I
	ケース 1* (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
原子炉圧力容器 スタビライザ	2650	2810	2610	2670	2580	2750	2570	2510	2810
ダイヤフラムフロア	34200	37500	29400	36300	31400	34500	32000	29800	37500
制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム	1030	1020	890	1040	1030	1030	1020	1010	1040

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

注記\*： 地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響を考慮した値を示す。

表 2-5 (5) 設計用地震力 I (相対変位, S s)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	相対変位 (mm)								設計用 地震力 I
		ケース 1* (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8	
燃料集合体	14.433	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	13.721	8.5	7.0	15.8	7.8	8.8	9.0	8.4	8.4	15.8
	13.009	14.6	12.0	27.4	13.5	15.3	15.5	14.5	14.6	27.4
	12.297	16.8	13.8	31.6	15.6	17.6	17.9	16.8	16.8	31.6
	11.585	14.6	12.0	27.4	13.5	15.3	15.5	14.5	14.5	27.4
	10.873	8.4	6.9	15.8	7.8	8.8	9.0	8.4	8.4	15.8
	10.161	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注： 上記表のハッチングはケース 1~8 の最大値を示す。

注記\*： 地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響を考慮した値を示す。

表 2-6 (1) 設計用地震力Ⅱ (せん断力, S d) (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
原子炉压力容器	26.013	229	270
	23.553		
	22.163	986	1180
	20.494	1480	1760
	18.716	2700	3330
	16.563	2160	2750
	15.262	3340	4220
	12.332	4430	5580
	9.402	6560	8290
	6.904	2270	2970
	4.950	1050	1340
原子炉压力容器 スカート	9.402	10100	13200
	8.200		
原子炉遮蔽壁	21.200	540	663
	18.440		
	17.020	4180	5070
	15.600	4760	5790
	13.950	7010	8580
	12.300	7580	9310
原子炉本体基礎		13600	16800
	8.200	18200	23600
	7.000		
	4.500	19500	25400
	3.500	20400	26700
	1.700	21000	27600
	-2.100	22400	29400
	-4.700	23900	31500
-8.200	25300	33300	

表 2-6 (1) 設計用地震力Ⅱ (せん断力, S d) (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
燃料集合体	14.433	2210	2210
	13.721		
	13.009	1600	1600
	12.297	577	577
	11.585	595	595
	10.873	1610	1610
	10.161	2190	2190
制御棒案内管	10.161	169	176
	9.645		
	9.402	133	136
	8.395	72.2	72.6
	7.388	39.5	39.5
	6.795	124	124
	6.347	178	181
制御棒駆動機構 ハウジング	6.347	246	254
	5.817		
	5.066	313	337
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	4.213	68.0	85.1
	3.361	28.1	35.9
	2.508	21.5	24.9
	1.655	65.7	83.9
	0.934	99.3	122
	0.184	17.1	19.4
	0.184		
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	5.817	95.4	119
	5.066		
	4.213	58.9	70.9
	3.361	16.7	28.1
	2.508	34.0	44.8
	1.655	83.5	105
	0.934	89.8	124
	0.184	14.5	20.2

表 2-6 (1) 設計用地震力Ⅱ (せん断力, S d) (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	115	136
	18.716		
	17.179	323	387
	16.506	458	517
炉心シュラウド	15.641	500	550
	15.266	557	602
	14.433	671	718
	13.721	2520	2520
	13.009	2430	2430
	12.297	2310	2310
	11.585	2220	2220
	10.873	2130	2130
	10.161	2090	2090
	9.645	2110	2110
	10.161	2190	2190
	9.645	3850	3850
	9.402	3880	3880
	8.395	3910	3910
	7.388	3920	3920
	6.795		
	原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	548
5.376			
4.523		408	566
3.671		327	454

表 2-6 (2) 設計用地震力Ⅱ (モーメント, S d) (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
原子炉压力容器	26.013	0	0
	23.553	563	662
	22.163	1940	2290
	20.494	4140	5070
	18.716	8920	11000
	16.563	13600	16900
	15.262	17900	22400
	12.332	30900	38800
	9.402	50100	63000
	6.904	2040	2600
4.950	0	0	
原子炉压力容器 スカート	9.402	43000	53000
	8.200	55000	68700
原子炉遮蔽壁	21.200	0	0
	18.440	1490	1840
	17.020	7420	9030
	15.600	14200	17300
	13.950	25800	31500
	12.300	38300	46800
原子炉本体基礎	8.200	107000	138000
	7.000	127000	164000
	4.500	173000	221000
	3.500	192000	247000
	1.700	227000	296000
	-2.100	309000	406000
	-4.700	370000	487000
-8.200	456000	602000	



表 2-6 (2) 設計用地震力Ⅱ (モーメント, S d) (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
燃料集合体	14.433	0	0
	13.721	1580	1580
	13.009	2720	2720
	12.297	3130	3130
	11.585	2710	2710
	10.873	1560	1560
	10.161	0	0
制御棒案内管	10.161	0	0
	9.645	87.2	90.3
	9.402	120	123
	8.395	191	193
	7.388	154	154
	6.795	79.6	80.6
	6.347	0	0
制御棒駆動機構 ハウジング	6.347	0	0
	5.817	130	136
	5.066	365	387
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	4.213	32.6	38.0
	3.361	24.7	34.5
	2.508	31.2	46.1
	1.655	84.2	102
	0.934	12.9	14.6
	0.184	0	0
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	5.817	109	133
	5.066	37.6	42.6
	4.213	23.9	30.6
	3.361	36.7	51.5
	2.508	29.0	41.1
	1.655	75.0	105
	0.934	10.9	15.1
	0.184	0	0

表 2-6 (2) 設計用地震力Ⅱ (モーメント, S d) (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	0	0
	18.716	87.0	103
	17.179	582	695
	16.506	869	1050
炉心シュラウド	15.641	1290	1530
	15.266	1490	1750
	14.433	2050	2340
	13.721	3730	3730
	13.009	5420	5420
	12.297	7050	7050
	11.585	8610	8610
	10.873	10100	10100
	10.161	11600	11600
	9.645	12700	12700
	10.161	0	0
	9.645	13600	13600
	9.402	14500	14500
	8.395	18400	18400
	7.388	22300	22300
	6.795	24700	24700
原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	1110	1530
	5.376	626	869
	4.523	279	387
	3.671	0	0

表 2-6 (3) 設計用地震力Ⅱ (軸力, S d) (1/3)

機器	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
原子炉压力容器	26.013	93.4	127
	23.553	435	589
	22.163	797	1080
	20.494	1510	2050
	18.716	1780	2410
	17.179	1940	2620
	16.506	2150	2920
	15.641	2250	3050
	15.266	2380	3230
	14.433	2490	3370
	13.721	2590	3500
	13.009	2690	3630
	12.297	2790	3760
	11.585	2890	3900
	10.873	2980	4030
	10.161	3070	4150
	9.645	3130	4230
	9.402	5350	7350
	8.395	5210	7170
	7.388	5100	7010
6.795	4520	6240	
6.253	4080	5630	
5.783	2230	3100	
5.817			
5.066			
原子炉压力容器 スカート	9.402	8640	11800
	8.200		
原子炉遮蔽壁	21.200	306	431
	18.440	1720	2420
	17.020	2100	2940
	15.600	3700	5170
	13.950	4160	5800
	12.300	9880	13600
原子炉本体基礎	8.200	20700	28300
	7.000	22300	30300
	4.500	23600	32200
	3.500	24400	33200
	1.700	26400	35700
	-2.100	28400	38100
	-4.700	30100	40200
	-8.200		

表 2-6 (3) 設計用地震力Ⅱ (軸力, S d) (2/3)

機器	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
燃料集合体	14.433	89.1	125
	13.721		
	13.009	268	376
	12.297	445	626
	11.585	623	875
	10.873	800	1130
	10.161	977	1380
制御棒案内管	9.645	1210	1690
	9.402	1220	1720
	8.395	1240	1750
	7.388	1280	1800
	6.795	1310	1840
	6.347	1330	1860
	6.347	1360	1920
制御棒駆動機構 ハウジング	5.817	1390	1950
	5.066	360	494
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	4.213	341	468
	3.361	321	440
	2.508	302	414
	1.655	66.5	91.2
	0.934		
	0.184	9.69	13.3
	0.184		
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	5.817	372	507
	5.066	355	484
	4.213	336	458
	3.361	316	431
	2.508	297	405
	1.655	65.5	89.2
	0.934		
	0.184	9.54	13.0

表 2-6 (3) 設計用地震力Ⅱ (軸力, S d) (3/3)

機器	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	34.6	48.7
	18.716		
	17.179	106	149
	16.506	203	286
炉心シュラウド		287	403
	15.641	478	669
	15.266	527	738
	14.433	660	921
	13.721	681	951
	13.009	703	981
	12.297	725	1010
	11.585	746	1040
	10.873	768	1070
	10.161	787	1100
	9.645	1100	1530
	9.402	1130	1560
	8.395	1170	1620
	7.388	1200	1670
	6.795	1250	1730
	6.347	1270	1760
	5.783		
原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	282	385
	5.376		
	4.523	254	348
	3.671	219	299

表 2-6 (4) 設計用地震力Ⅱ (ばね反力, S d)

名称	ばね反力 (kN)	
	設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
原子炉圧力容器 スタビライザ	1330	1560
ダイヤフラムフロア	16300	16300
制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム	514	658

表 2-6 (5) 設計用地震力Ⅱ (相對變位, S d)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	相對變位 (mm)	
		設計用地震力 I	設計用地震力 II
燃料集合体	14.433	0	0
	13.721	10.6	10.6
	13.009	18.3	18.3
	12.297	21.2	21.2
	11.585	18.3	18.3
	10.873	10.6	10.6
	10.161	0	0

表 2-7 (1) 設計用地震力Ⅱ (せん断力, S<sub>s</sub>) (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
原子炉压力容器	26.013	453	523
	23.553	1970	2270
	22.163	2980	3410
	20.494	5360	6310
	18.716	4150	4880
	16.563	6520	7710
	15.262	8720	10400
	12.332	12900	15800
	9.402	4710	5800
	6.904	2210	2640
	4.950		
原子炉压力容器 スカート	9.402	20000	25000
	8.200		
原子炉遮蔽壁	21.200	1090	1270
	18.440	8520	10100
	17.020	9670	11400
	15.600	14200	16800
	13.950	15300	18200
	12.300	20500	25500
原子炉本体基礎	8.200	35300	41100
	7.000	37600	44100
	4.500	39300	46700
	3.500	40300	48300
	1.700	43000	51800
	-2.100	45400	55700
	-4.700	48000	59300
	-8.200		

表 2-7 (1) 設計用地震力Ⅱ (せん断力, S<sub>s</sub>) (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
燃料集合体	14.433	3310	3650
	13.721		
	13.009	2390	2630
	12.297	866	953
	11.585	873	961
	10.873	2390	2630
	10.161	3300	3630
制御棒案内管	10.161	317	405
	9.645		
	9.402	248	315
	8.395	137	181
	7.388	72.1	93.6
	6.795	235	303
	6.347	343	441
制御棒駆動機構 ハウジング	6.347	476	617
	5.817		
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	5.066	608	788
	4.213	172	208
	3.361	120	127
	2.508	62.1	64.5
	1.655	135	171
	0.934	196	245
	0.184	44.8	45.8
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	5.817	198	236
	5.066		
	4.213	125	149
	3.361	54.0	61.3
	2.508	70.3	89.5
	1.655	167	215
	0.934	189	242
	0.184	35.1	40.9



表 2-7 (1) 設計用地震力Ⅱ (せん断力, S s) (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	242	267
	18.716		
	17.179	692	753
	16.506	955	1050
炉心シュラウド	15.641	1020	1140
	15.266	1130	1240
	14.433	1350	1460
	13.721	4600	5060
	13.009	4570	5040
	12.297	4410	4860
	11.585	4180	4600
	10.873	3970	4380
	10.161	3880	4270
	9.645	3940	4340
	10.161	3410	3760
	9.645	7240	7970
	9.402	7300	8030
	8.395	7350	8090
	7.388	7370	8110
	6.795		
	原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	1080
5.376			
4.523		807	1030
3.671		648	834

表 2-7 (2) 設計用地震力Ⅱ (モーメント, S s) (1/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
原子炉压力容器	26.013	0	0
	23.553	1120	1290
	22.163	3850	4440
	20.494	8490	9770
	18.716	18000	21000
	16.563	27000	31500
	15.262	35000	41400
	12.332	60500	71700
	9.402	98300	118000
	6.904	4310	5170
4.950	0	0	
原子炉压力容器 スカート	9.402	83700	98100
	8.200	108000	128000
原子炉遮蔽壁	21.200	0	0
	18.440	3010	3500
	17.020	15100	17900
	15.600	28900	34000
	13.950	52200	61700
	12.300	77300	91700
原子炉本体基礎	8.200	212000	253000
	7.000	254000	301000
	4.500	347000	410000
	3.500	386000	455000
	1.700	457000	537000
	-2.100	617000	719000
	-4.700	731000	849000
-8.200	892000	1040000	

表 2-7 (2) 設計用地震力Ⅱ (モーメント, S s) (2/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
燃料集合体	14.433	0	0
	13.721	2360	2600
	13.009	4050	4470
	12.297	4670	5140
	11.585	4050	4460
	10.873	2350	2590
	10.161	0	0
制御棒案内管	10.161	0	0
	9.645	164	210
	9.402	224	285
	8.395	358	455
	7.388	293	377
	6.795	154	198
	6.347	0	0
制御棒駆動機構 ハウジング	6.347	0	0
	5.817	253	327
	5.066	708	914
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	4.213	70.9	84.8
	3.361	99.7	125
	2.508	135	168
	1.655	165	206
	0.934	33.6	34.4
	0.184	0	0
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	5.817	215	268
	5.066	76.4	92.5
	4.213	65.4	87.7
	3.361	108	138
	2.508	85.4	109
	1.655	160	205
	0.934	26.4	30.7
	0.184	0	0

表 2-7 (2) 設計用地震力Ⅱ (モーメント, S s) (3/3)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	0	0
	18.716	183	202
	17.179	1250	1360
	16.506	1890	2050
炉心シュラウド	15.641	2770	3010
	15.266	3190	3480
	14.433	4310	4680
	13.721	7210	7400
	13.009	10200	10200
	12.297	13200	14600
	11.585	16100	17800
	10.873	19000	20900
	10.161	21700	23900
	9.645	23700	26100
	10.161	0	0
	9.645	25400	28000
	9.402	27100	30000
	8.395	34500	38000
	7.388	41900	46100
	6.795	46300	51000
原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	2180	2770
	5.376	1240	1590
	4.523	552	710
	3.671	0	0

表 2-7 (3) 設計用地震力Ⅱ (軸力, S s) (1/3)

機器	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
原子炉压力容器	26.013	189	253
	23.553	879	1180
	22.163	1610	2150
	20.494	3040	4060
	18.716	3600	4790
	17.179	3910	5200
	16.506	4350	5780
	15.641	4540	6020
	15.266	4810	6390
	14.433	5030	6670
	13.721	5230	6930
	13.009	5430	7190
	12.297	5630	7450
	11.585	5830	7710
	10.873	6030	7970
	10.161	6200	8210
	9.645	6330	8380
	9.402	10800	14600
	8.395	10600	14200
	7.388	10300	14000
6.795	9140	12400	
6.253	8240	11200	
5.783	4500	6100	
5.817			
5.066			
原子炉压力容器 スカート	9.402	17500	23400
	8.200		
原子炉遮蔽壁	21.200	623	851
	18.440	3500	4780
	17.020	4260	5820
	15.600	7520	10200
	13.950	8450	11500
	12.300	20100	26800
原子炉本体基礎	8.200	41900	55900
	7.000	45200	60100
	4.500	47800	63500
	3.500	49500	65600
	1.700	53500	70600
	-2.100	57500	75400
	-4.700	61100	79700
	-8.200		

表 2-7 (3) 設計用地震力Ⅱ (軸力, S<sub>s</sub>) (2/3)

機器	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
燃料集合体	14.433	182	246
	13.721		
	13.009	544	736
	12.297	906	1230
	11.585	1270	1720
	10.873	1630	2210
	10.161	1990	2710
制御棒案内管	9.449	2440	3330
	9.645	2470	3370
	9.402	2520	3440
	8.395	2600	3540
	7.388	2660	3620
	6.795		
	6.347	2700	3670
制御棒駆動機構 ハウジング	6.347	2760	3760
	5.817		
	5.066	2810	3840
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	4.213	725	979
	3.361	686	927
	2.508	645	873
	1.655	606	819
	0.934	134	181
	0.184	19.5	26.4
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	5.817	749	1010
	5.066		
	4.213	714	960
	3.361	676	909
	2.508	636	856
	1.655	597	804
	0.934	132	179
	0.184	19.2	25.9

表 2-7 (3) 設計用地震力Ⅱ (軸力, S<sub>s</sub>) (3/3)

機器	標高 T. M. S. L. (m)	軸力 (kN)	
		設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
気水分離器及び スタンドパイプ	19.472	70.3	95.7
	18.716		
	17.179	215	293
	16.506	414	563
炉心シュラウド	15.641	584	795
	15.266	970	1330
	14.433	1070	1460
	13.721	1340	1820
	13.009	1380	1880
	12.297	1430	1940
	11.585	1470	1990
	10.873	1510	2060
	10.161	1560	2120
	9.645	1600	2180
	9.402	2220	3010
	8.395	2280	3090
	7.388	2360	3200
	6.795	2430	3290
	6.347	2520	3410
	5.783	2570	3490
	原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253	570
5.376			
4.523		514	689
3.671		442	593

表 2-7 (4) 設計用地震力Ⅱ (ばね反力, S<sub>s</sub>)

名称	ばね反力 (kN)	
	設計用地震力Ⅰ	設計用地震力Ⅱ
原子炉圧力容器 スタビライザ	2810	3280
ダイヤフラムフロア	37500	40300
制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム	1040	1330

表 2-7 (5) 設計用地震力Ⅱ (相對變位, S s)

名称	標高 T. M. S. L. (m)	相對變位 (mm)	
		設計用地震力 I	設計用地震力 II
燃料集合体	14.433	0	0
	13.721	15.8	17.5
	13.009	27.4	30.2
	12.297	31.6	34.8
	11.585	27.4	30.2
	10.873	15.8	17.4
	10.161	0	0



### 3. 耐震計算に用いる鉛直方向荷重について

本章では、耐震計算に用いる鉛直方向荷重について説明する。

#### 3.1 耐震計算に用いる鉛直方向荷重

耐震計算には、以下①、②のいずれかの鉛直方向荷重、もしくは①、②を上回ることを確認した値を用いる。

- ① 前章にて設定した設計用地震力（軸力）
- ② 自重に鉛直方向設計震度を乗じて算定される鉛直方向荷重

ここで、「② 自重に鉛直方向設計震度を乗じて算定される鉛直方向荷重」を用いる設備には、既工認の耐震計算と同様に鉛直方向設計震度より鉛直方向荷重を算定し、軸力と比較した上で大きな荷重を使用する設備（原子炉圧力容器関係）と通常運転時自重と異なる燃料交換時自重を耐震計算に考慮する設備（原子炉圧力容器支持構造物関係）がある。

#### 3.2 耐震計算に用いる鉛直方向荷重の整理結果

設計用地震力（軸力）の使用有無を整理するとともに、設計用地震力（軸力）とは異なる耐震計算に用いる鉛直方向荷重と設計用地震力 I（軸力）との大小関係を比較した結果を表 7-1（設計用地震力  $S_s$ ）及び表 7-2（弾性設計用地震動  $S_d$ ）に示す。

耐震計算に用いる鉛直方向荷重が設計用地震力 I（軸力）を以上となっていることを確認した。

表 3-1 (1) 耐震評価に適用する鉛直方向荷重の整理結果 (基準地震動 S s)

目録番号	目録名称	鉛直方向荷重に軸力を用いているか ○：軸力を用いている ×：用いていない	耐震計算に用いる鉛直方向荷重[kN] (A)	軸力[kN] (設計用地震力 I) (B)	A>B	備考
V-1-2-1	原子炉本体の基礎に関する説明書	×	67650	61100	○	
V-2-3-2-1に含む	燃料集合体の耐震性についての計算書	×				
V-2-3-2-3に含む	炉心シユラウドの応力計算	○			—	
V-2-3-2-3に含む	シユラウドサポートの応力計算	×	V1: 3910 V2: 30580	V1: 2570 V2: 21880	○	V1: シユラウドサポートシリンダ上端 V2: 下鏡内面
V-2-3-2-3に含む	上部格子板の応力計算	○	—	—	—	
V-2-3-2-3に含む	炉心支持板の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-2-3に含む	燃料支持金具の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-2-3に含む	制御棒案内管の応力計算	○	—	—	—	
V-2-3-3-1-2に含む	ブラケット類の応力計算 (蒸気駆動器支持ブラケット)	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-2に含む	ブラケット類の応力計算 (給水スパー・ジャブラケット)	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-2に含む	ブラケット類の応力計算 (低圧注水スパー・ジャブラケット)	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-2に含む	原子炉圧力容器スカート上の応力計算	×	V1: 32900 V2: 15710	V1: 10800 V2: 6330	○	V1: スカート付根下側 V2: スカート付根上側
V-2-3-3-1-2に含む	原子炉圧力容器基礎ボルトの応力計算	×	41784	17500	○	
V-2-3-3-1-3に含む	下部鏡板の応力計算	×	V1: 3910 V2: 30580	V1: 2570 V2: 21880	○	V1: シユラウドサポートシリンダ上端 V2: 下鏡内面
V-2-3-3-1-3に含む	給水ノズル(N4)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-3に含む	胴板の応力計算	×	V1: 32900 V2: 15710	V1: 10800 V2: 6330	○	V1: スカート付根下側 V2: スカート付根上側
V-2-3-3-1-3に含む	制御棒駆動機構ハウジング貫通孔の応力計算	×	V1: 19.8 V2: 21.2	V1: 13.7 V2: 7.4	○	V1: 炉内側から作用する荷重 V2: 炉外側から作用する荷重
V-2-3-3-1-3に含む	原子炉冷却材再循環ポンプ貫通孔(N1)の応力計算	V1: × V2: —	V1: 84.6 V2: —	V1: 57.0 V2: —	V1: ○ V2: —	V1: ケーシング側より作用する荷重 V2: デイフェューザ側より作用する荷重
V-2-3-3-1-3に含む	主蒸気ノズル(N3)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-3に含む	低圧注水ノズル(N6)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-3に含む	上蓋スプレイ・ベントノズル(N7)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-3に含む	原子炉停止時冷却材出口ノズル(N8, N10)の応力計算	—	—	—	—	

表 3-1 (2) 耐震評価に適用する鉛直方向荷重の整理結果 (基準地震動 S s)

目録番号	目録名称	鉛直方向荷重に軸力を用いているか ○：軸力を用いている ×：用いていない	耐震計算に用いる 鉛直方向荷重[kN] (A)	軸力[kN] (設計用)地震力 I (B)	A>B	備考
V-2-3-3-1-3に含む	原子炉冷却材再循環ポンプ差圧検出ノズル(N9)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-3に含む	炉心支持板差圧検出ノズル(N11)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-3に含む	計装ノズル(N12, N13, N14)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-3に含む	ドレンノズル(N15)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-3に含む	高圧炉心注水ノズル(N16)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-2-1に含む	原子炉冷却材再循環ポンプモータケーシングの応力計算	×	84.6	57.0	○	
V-2-3-3-2-3	制御棒駆動機構ハウジングレストレイントビームの応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-2-2に含む	蒸気乾燥器の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-3-2に含む	気水分離器及びスタンドパイプの応力計算	○	—	—	—	
V-2-3-3-3-2に含む	シュラウドヘッドの応力計算	○	—	—	—	
V-2-3-3-3-2に含む	中性子束計測案内管の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-3-3に含む	給水スパーージャの応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-3-3に含む	高圧炉心注水スパーージャの応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-3-3に含む	低圧注水スパーージャの応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-3-3に含む	高圧炉心注水配管 (原子炉圧力容器内部) の応力計算	—	—	—	—	
V-2-5-1-1に含む	原子炉冷却材再循環ポンプの耐震性についての計算書 (原子炉冷却系統施設 原子炉冷却材再循環設備)	—	—	—	—	
V-2-5-2-1-1	アキュムレータ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	×	9.425	5.89	○	
V-2-6-5-1	起動領域モニタの耐震性についての計算書	—	—	—	—	
V-2-6-5-2	出力領域モニタの耐震性についての計算書	—	—	—	—	
V-2-6-5-22	サブレーションチェンジェンバ気体温度の耐震性についての計算書	—	—	—	—	
V-2-6-5-30	格納容器下部水位の耐震性についての計算書	—	—	—	—	
V-2-9-4-1	真空破壊弁の耐震性についての計算書	—	—	—	—	

表 3-1 (3) 耐震評価に適用する鉛直方向荷重の整理結果 (基準地震動 S s)

目録番号	目録名称	鉛直方向荷重に軸力を用いているか ○：軸力を用いている ×：用いていない	耐震計算に用いる 鉛直方向荷重[kN] (A)	軸力[kN] (設計用地震力 I) (B)	A>B	備考
V-2-9-4-2	ダイヤフラムフロアの耐震性についての計算書	—	—	—	—	
V-2-9-4-3	ペント管の耐震性についての計算書	—	—	—	—	
V-2-9-4-4-1-2	サブレッションチェンバスブレイクの耐震性についての計算書	—	—	—	—	
V-2-9-4-8-1	下部ドラワイエルアクセスネルの耐震性についての計算書	—	—	—	—	
V-2-9-5-1	コリウムシールドの耐震性についての計算書	—	—	—	—	
V-2-11-2-6	原子炉遮蔽壁の耐震性についての計算書	×	12700	8450	○	

表 3-2 (1) 耐震評価に適用する鉛直方向荷重の整理結果 (弾性設計用地震動 S d)

目録番号	目録名称	鉛直方向荷重に軸力を用いているか ○：軸力を用いている ×：用いていない	耐震計算に用いる 鉛直方向荷重[kN] (A)	軸力[kN] (設計用地震力 I) (B)	A>B	備考
V-1-2-1	原子炉本体の基礎に関する説明書	×	33440	30100	○	
V-2-3-2-1を含む	燃料集合体の耐震性についての計算書	×				
V-2-3-2-2を含む	炉心シユェラウドの応力計算	○			—	
V-2-3-2-3を含む	シユェラウドサポートの応力計算	×	V1: 2970 V2: 23520	V1: 1270 V2: 10830	○	V1: シユェラウドサポートシリンダ上端 V2: 下鏡内面
V-2-3-2-3を含む	上部格子板の応力計算	○	—	—	—	
V-2-3-2-3を含む	炉心支持板の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-2-3を含む	燃料支持金具の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-2-3を含む	制御棒案内管の応力計算	○	—	—	—	
V-2-3-3-1-2を含む	ブラケット類の応力計算 (蒸気乾燥器支持ブラケット)	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-2を含む	ブラケット類の応力計算 (給水スバージャブラケット)	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-2を含む	ブラケット類の応力計算 (低圧注水スバージャブラケット)	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-2を含む	原子炉圧力容器スカートの応力計算	×	V1: 25260 V2: 12070	V1: 5350 V2: 3130	○	V1: スカート付根下側 V2: スカート付根上側
V-2-3-3-1-2を含む	原子炉圧力容器基礎ボルトの応力計算	×	21044	8640	○	
V-2-3-3-1-3を含む	下部鏡板の応力計算	×	V1: 2970 V2: 23520	V1: 1270 V2: 10830	○	V1: シユェラウドサポートシリンダ上端 V2: 下鏡内面
V-2-3-3-1-3を含む	給水ノズル(N4)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-3を含む	胴板の応力計算	×	V1: 25260 V2: 12070	V1: 5350 V2: 3130	○	V1: スカート付根下側 V2: スカート付根上側
V-2-3-3-1-3を含む	制御棒駆動機構ハウジング貫通孔の応力計算	×	V1: 15.2 V2: 16.2	V1: 6.8 V2: 3.7	○	V1: 炉内側から作用する荷重 V2: 炉外側から作用する荷重
V-2-3-3-1-3を含む	原子炉冷却材再循環ポンプ貫通孔(N1)の応力計算	V1: × V2: —	V1: 41.9 V2: —	V1: 28.2 V2: —	V1: ○ V2: —	V1: ケーシング側より作用する荷重 V2: デイフューザー側より作用する荷重
V-2-3-3-1-3を含む	主蒸気ノズル(N3)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-3を含む	低圧注水ノズル(N6)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-3を含む	上蓋スプレイ・ベントノズル(N7)の応力計算	—	—	—	—	
V-2-3-3-1-3を含む	原子炉停止時冷却材出口ノズル(N8, N10)の応力計算	—	—	—	—	

表 3-2 (2) 耐震評価に適用する鉛直方向荷重の整理結果 (弾性設計用地震動 S d)

目録番号	目録名称	鉛直方向荷重に軸力を用いているか ○：軸力を用いている ×：用いていない	耐震計算に用いる 鉛直方向荷重[kN] (A)	軸力[kN] (設計用地震力 I) (B)	A>B	備考
V-2-3-3-1-3に含む	原子炉冷却材再循環ポンプ差圧検出ノズル(N9)の応力計算	-	-	-	-	
V-2-3-3-1-3に含む	炉心支持板差圧検出ノズル(N11)の応力計算	-	-	-	-	
V-2-3-3-1-3に含む	計装ノズル(N12, N13, N14)の応力計算	-	-	-	-	
V-2-3-3-1-3に含む	ドレンノズル(N15)の応力計算	-	-	-	-	
V-2-3-3-1-3に含む	高圧炉心注水ノズル(N16)の応力計算	-	-	-	-	
V-2-3-3-2-1に含む	原子炉冷却材再循環ポンプモーターケーシングの応力計算	×	41.9	28.2	○	
V-2-3-3-2-3	制御棒駆動機構ハウジングレストレイントビームの応力計算	-	-	-	-	
V-2-3-3-2-2に含む	蒸気乾燥器の応力計算	-	-	-	-	
V-2-3-3-3-2に含む	気水分離器及びスタンドパイプの応力計算	○	-	-	-	
V-2-3-3-3-2に含む	シュラウドヘッドの応力計算	○	-	-	-	
V-2-3-3-3-2に含む	中性子束計測案内管の応力計算	-	-	-	-	
V-2-3-3-3-3に含む	給水スパーージャの応力計算	-	-	-	-	
V-2-3-3-3-3に含む	高圧炉心注水スパーージャの応力計算	-	-	-	-	
V-2-3-3-3-3に含む	低圧注水スパーージャの応力計算	-	-	-	-	
V-2-3-3-3-3に含む	高圧炉心注水配管 (原子炉圧力容器内部) の応力計算	-	-	-	-	
V-2-5-1-1に含む	原子炉冷却材再循環ポンプの耐震性についての計算書 (原子炉冷却系統施設 原子炉冷却材再循環設備)	-	-	-	-	
V-2-5-2-1-1	アキュムレータ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	×	4.680	2.94	○	
V-2-6-5-1	起動領域モニタの耐震性についての計算書	-	-	-	-	
V-2-6-5-2	出力領域モニタの耐震性についての計算書	-	-	-	-	
V-2-9-4-1	真空破壊弁の耐震性についての計算書	-	-	-	-	
V-2-9-4-2	ダイヤフラムフロアの耐震性についての計算書	-	-	-	-	
V-2-9-4-3	ベント管の耐震性についての計算書	-	-	-	-	

表 3-2 (3) 耐震評価に適用する鉛直方向荷重の整理結果 (弾性設計用地震動 S d)

目録番号	目録名称	鉛直方向荷重に軸力を用いているか ○：軸力を用いている ×：用いていない	耐震計算に用いる 鉛直方向荷重[kN] (A)	軸力[kN] (設計用地震力 I) (B)	A>B	備考
V-2-9-4-4-1-2	サブレッションンチエンバスブレイ管の耐震性についての計算書	—	—	—	—	
V-2-9-4-8-1	下部ドライヴェルアクセストネルの耐震性についての計算書	—	—	—	—	

#### 4. 静的地震力について

V-2-2-4「原子炉本体の基礎の地震応答計算書」及びV-2-3-1「炉心，原子炉压力容器及び圧力容器内部構造物の地震応答計算書」に示す静的解析において，大型機器系及び炉内構造物系の水平方向静的地震力は，平成3年8月23日付け3資庁第6675号にて認可された工事計画（以下「既工認」という。）の添付資料IV-2-3「原子炉建屋の地震応答計算書」に示す地震層せん断力係数及び地下部分の水平震度を用いて算出している。

本章では，今回工認モデルに基づく地震層せん断力係数及び地下部分の水平震度を踏まえた，水平方向静的地震力への影響について説明する。

##### 4.1 地震層せん断力係数及び地下部分の水平震度の算定方法

水平方向の基準面は地表面（T. M. S. L. 12.0m）とし，基準面より上の部分（地上部分）の地震層せん断力係数は次式により算定する。

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

ここで，

$C_i$  : 第  $i$  層の地震層せん断力係数

$Z$  : 地震地域係数 (1.0)

$R_t$  : 振動特性係数 (0.8)

$A_i$  : 第  $i$  層のせん断力係数の高さ方向の分布係数

$C_0$  : 標準せん断力係数 (0.2)

また， $A_i$ は，地震応答解析モデル（埋込み考慮のスウェイ・ロッキングモデル）により SRSS 法にて求める。

$$A_i = q_i / q_B$$

ここで，

$$q_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^m \left\{ \sum_{s=1}^n \sum_{k=1}^{\lambda} w_{s k} \cdot \beta_j \cdot u_{s k j} \cdot R_{t j} \right\}^2}}{\sum_{s=1}^n \sum_{j=1}^{\lambda} w_{s k}}$$

$w_{s k}$  :  $s$  階の  $k$  番目の質点重量

$\beta_j$  :  $j$  次の刺激係数

$u_{s k j}$  :  $s$  階の  $k$  番目の質点の  $j$  次の固有モード

$R_{t j}$  :  $j$  次の固有周期に対応する  $R_t$  の値

$$T_j < T_c \text{ の場合} \quad R_{t j} = 1$$

$$T_c \leq T_j < 2T_c \text{ の場合} \quad R_{t j} = 1 - 0.2 \left( \frac{T_j}{T_c} - 1 \right)$$

$$2T_c \leq T_j \text{ の場合} \quad R_{t j} = \frac{1.6T_c}{T_j}$$

$T_j$  : 建屋の設計用  $j$  次固有周期（単位：秒）

$T_c$  : 支持地盤種別に応じた地盤卓越周期 (0.4)（単位：秒）



- m : 考慮する次数の総数
- n : 総階数
- $\lambda$  : s 階の質点数
- $q_i$  : i 層の基準化前の等価層せん断力係数
- $q_B$  : 基準階レベルの等価層せん断力係数

基準面より下の部分（地下部分）の水平震度は次式により算定する。

$$K=0.1 \cdot n \cdot (1-H/40) \cdot Z \cdot \alpha$$

ここで、

- K : 地下部分の水平震度
- n : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)
- H : 地下の各部分の基準面からの深さ
- Z : 地震地域係数 (1.0)
- $\alpha$  : 建屋側方地盤の影響を考慮した水平震度の補正係数 (1.2)

#### 4.2 今回工認モデルに基づく地震層せん断力係数及び地下部分の水平震度の算定結果

今回工認モデルに基づく地震層せん断力係数 (3.0Ci) 及び地下部分の水平震度 (K) の算定結果と既工認の値の比較を表 4-1 及び表 4-2 に示す。全ての標高において、今回工認モデルに基づく地震層せん断力係数 (3.0Ci) 及び地下部分の水平震度 (K) が既工認の値以下であることから、既工認の値により算定した静的地震力を用いても安全上支障がないと考えられる。

表 4-1 地震層せん断力係数 (3.0Ci) 及び地下部分の水平震度 (K) の比較結果 (NS 方向)

標高 T. M. S. L. (m)	地震層せん断力係数・地下部分の水平震度		比率 (②/①)
	①既工認	②今回工認モデル	
49.7	0.76	0.74	0.98
38.2	0.65	0.64	0.99
31.7	0.58	0.57	0.99
23.5	0.51	0.51	1.00
18.1	0.48	0.48	1.00
12.3	0.36	0.36	1.00
4.8	0.30	0.30	1.00
-1.7	0.24	0.24	1.00
-8.2	0.18	0.18	1.00

表 4-2 地震層せん断力係数 (3.0Ci) 及び地下部分の水平震度 (K) の比較結果 (EW 方向)

標高 T. M. S. L. (m)	地震層せん断力係数・地下部分の水平震度		比率 (②/①)
	①既工認	②今回工認モデル	
49.7	0.72	0.71	0.99
38.2	0.64	0.63	0.99
31.7	0.57	0.56	0.99
23.5	0.51	0.51	1.00
18.1	0.48	0.48	1.00
12.3	0.36	0.36	1.00
4.8	0.30	0.30	1.00
-1.7	0.24	0.24	1.00
-8.2	0.18	0.18	1.00

## 2. 建屋－機器連成地震応答解析の補足について

## 目 次

1. 地震応答解析モデルの設定について .....	1
1.1 はじめに .....	1
1.2 既工認同様の地震応答解析モデルの設定方法 .....	7
1.2.1 質点位置 .....	7
1.2.2 質点質量 .....	7
1.2.3 断面剛性（有効せん断断面積及び断面二次モーメント） .....	7
1.2.4 構造物間ばね定数 .....	9
1.2.5 材料物性値（縦弾性係数，ポアソン比） .....	38
1.2.6 原子炉内部構造物の水中での振動の影響を考慮するための付加質量について ...	40
1.2.7 原子炉冷却材再循環ポンプの減衰定数 .....	41
1.2.8 R P Vスタビライザの減衰定数 .....	44
1.3 新たに採用する地震応答解析モデルの設定 .....	45
1.3.1 原子炉本体基礎のスケルトン曲線の設定方法 .....	45
1.3.2 鉛直方向解析モデル .....	74
2. 誘発上下動の考慮方法 .....	79
3. 建屋－機器連成解析固有の材料物性の不確かさ等の検討ケースについて .....	93
4. 燃料交換ベローズの耐震性について .....	113
5. 地震応答解析及び静的解析における最大応答加速度と最大応答変位の関係について ...	120
6. ケース 3 の燃料集合体の相対変位が大きい要因について .....	121

## 1. 地震応答解析モデルの設定について

### 1.1 はじめに

地震応答解析モデルの設定については、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の解析モデルの設定方針に基づいており、設定内容については、V-2-2-2「原子炉本体の基礎の地震応答計算書」及びV-2-3-2「炉心、原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物の地震応答計算書」で説明している。

ここで、今回工認の地震応答解析モデルは、既工認のモデル諸元を適用することを基本とするが、適正な地震応答解析を実施する観点及び鉛直方向応答を適切に評価する観点から、新たに原子炉本体基礎（以下「RPV ペDESTAL」という。）への非線形復元力特性の考慮と鉛直方向地震応答解析モデルの追加を行っている。今回工認での水平方向の地震応答解析モデルを図1.1-1に、鉛直方向の地震応答解析モデルを図1.1-2に示す。

本章では、地震応答解析モデルに関して、既工認での設定内容及び今回工認での設定内容等について説明する。

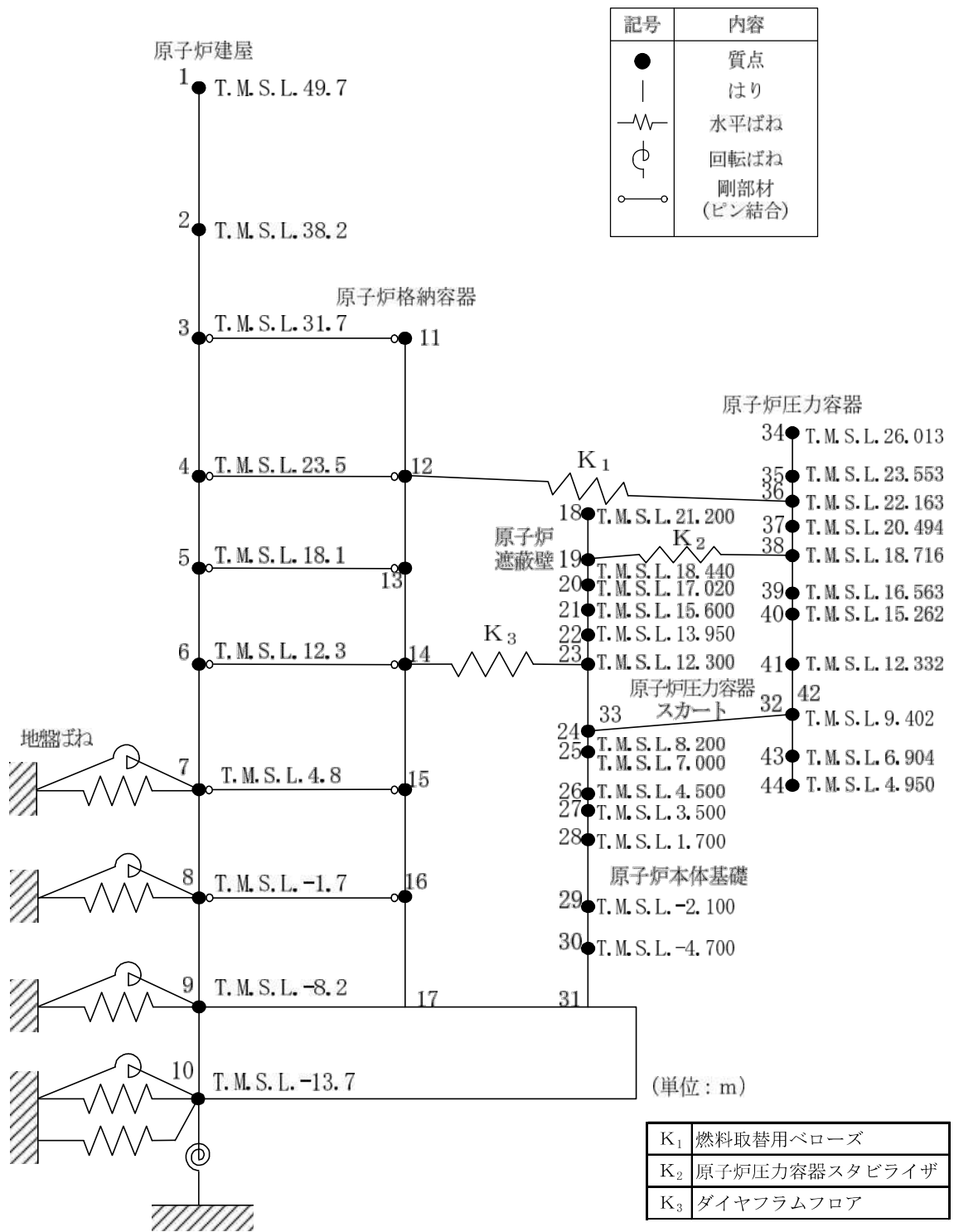


図 1.1-1 (1/4) 水平方向地震応答解析モデル (大型機器系, NS 方向)

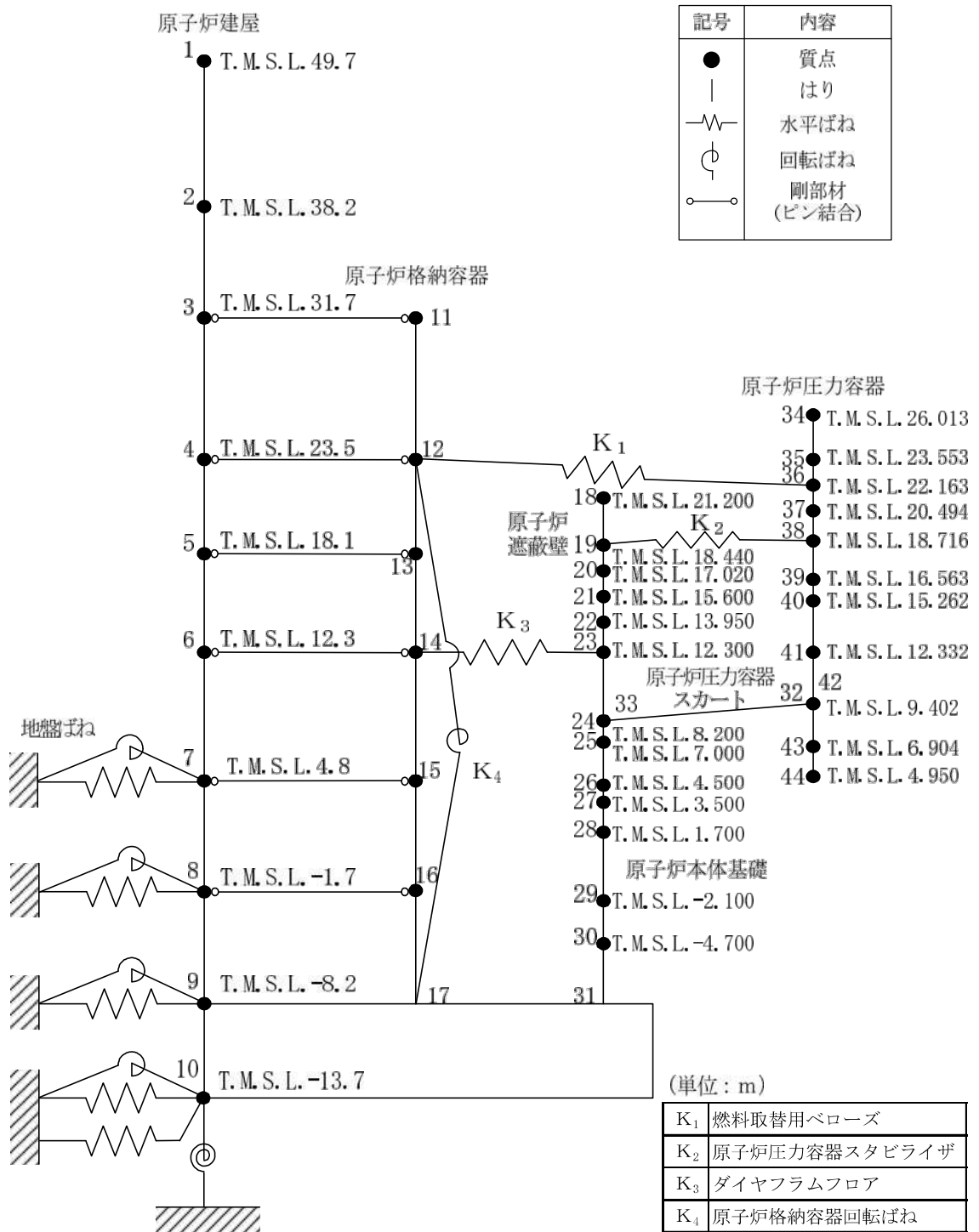


図 1.1-1 (2/4) 水平方向地震応答解析モデル (大型機器系, EW 方向)

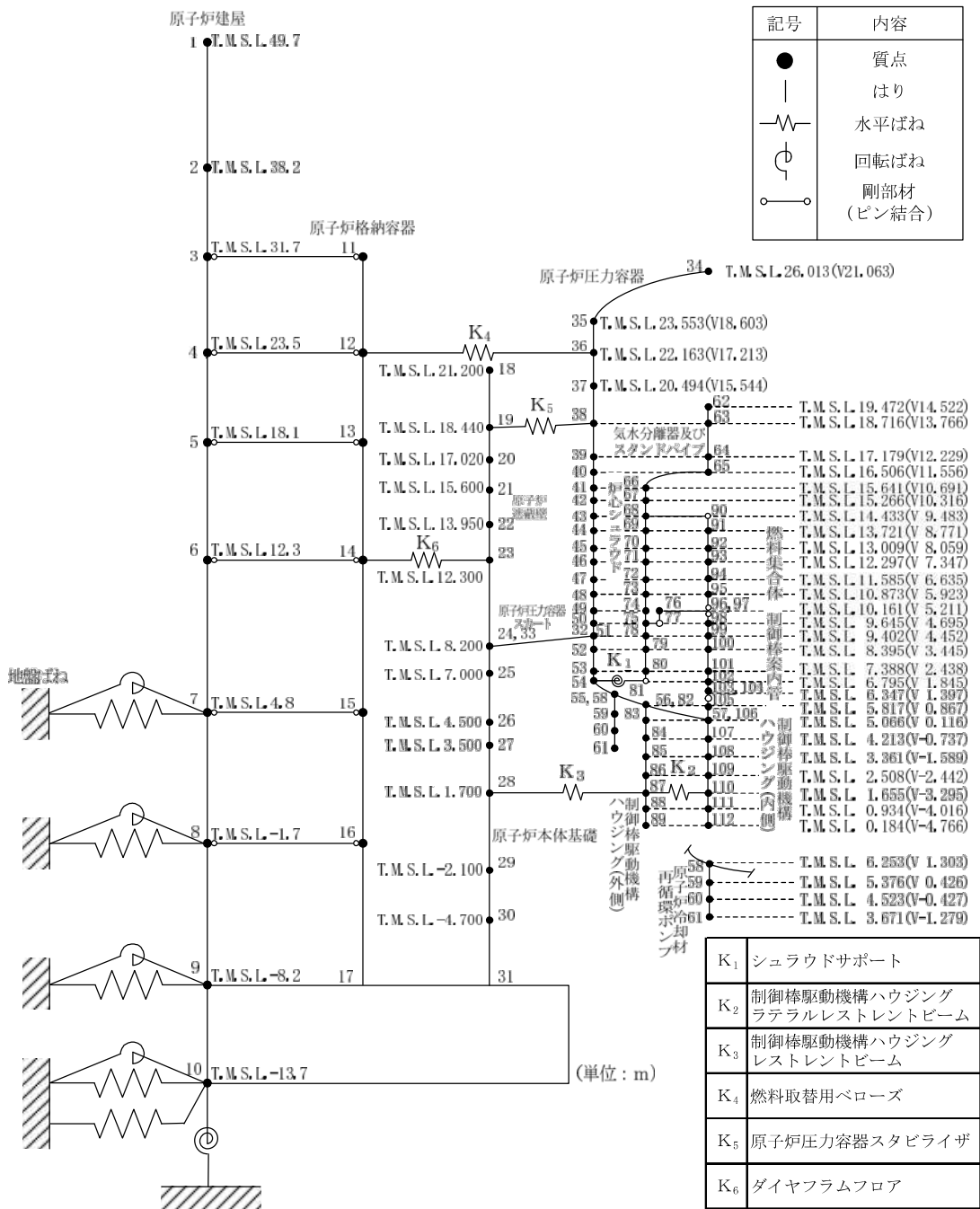


図 1.1-1 (3/4) 水平方向地震応答解析モデル (炉内構造物系, NS 方向)



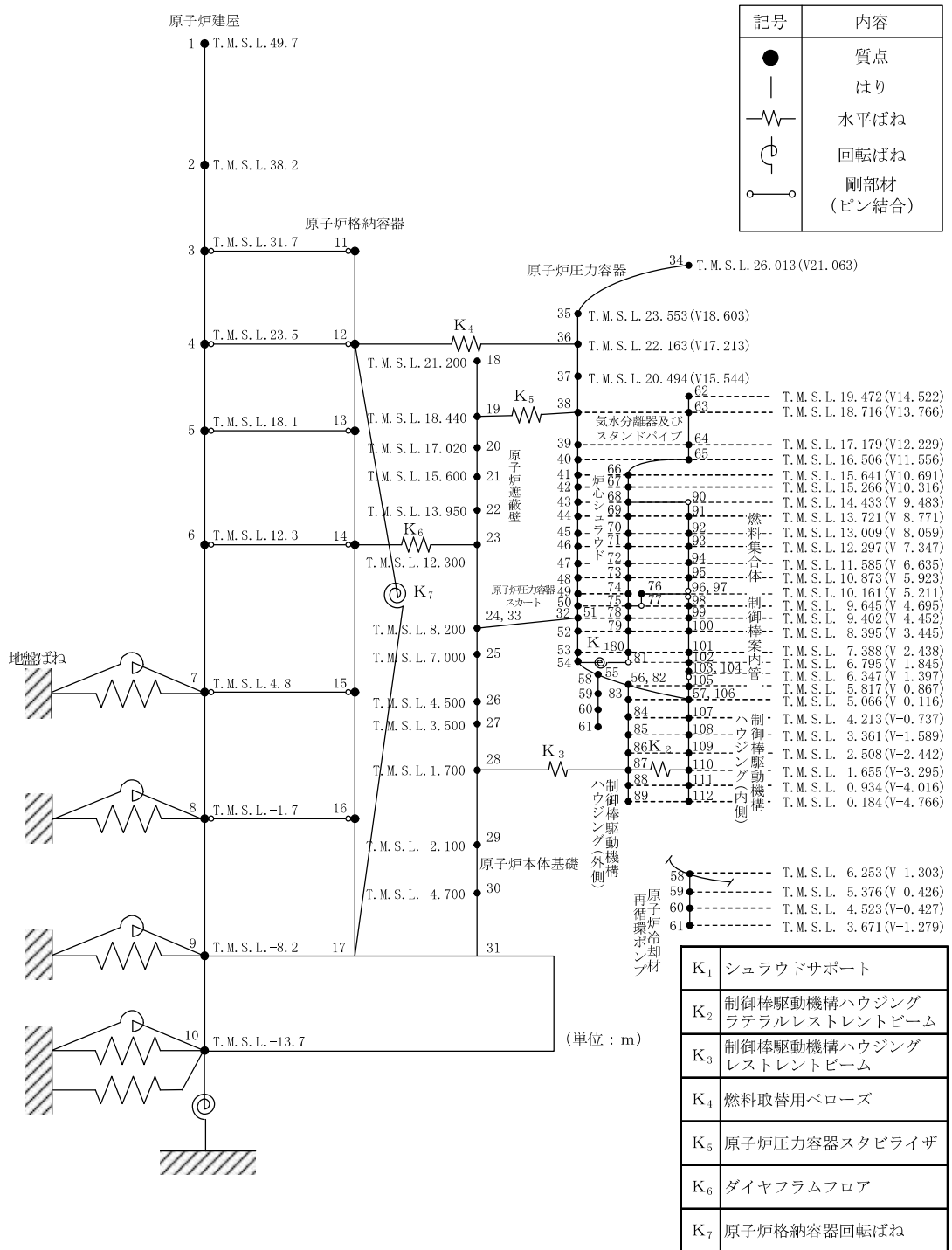


図 1.1-1 (4/4) 水平方向地震応答解析モデル (炉内構造物系, EW 方向)

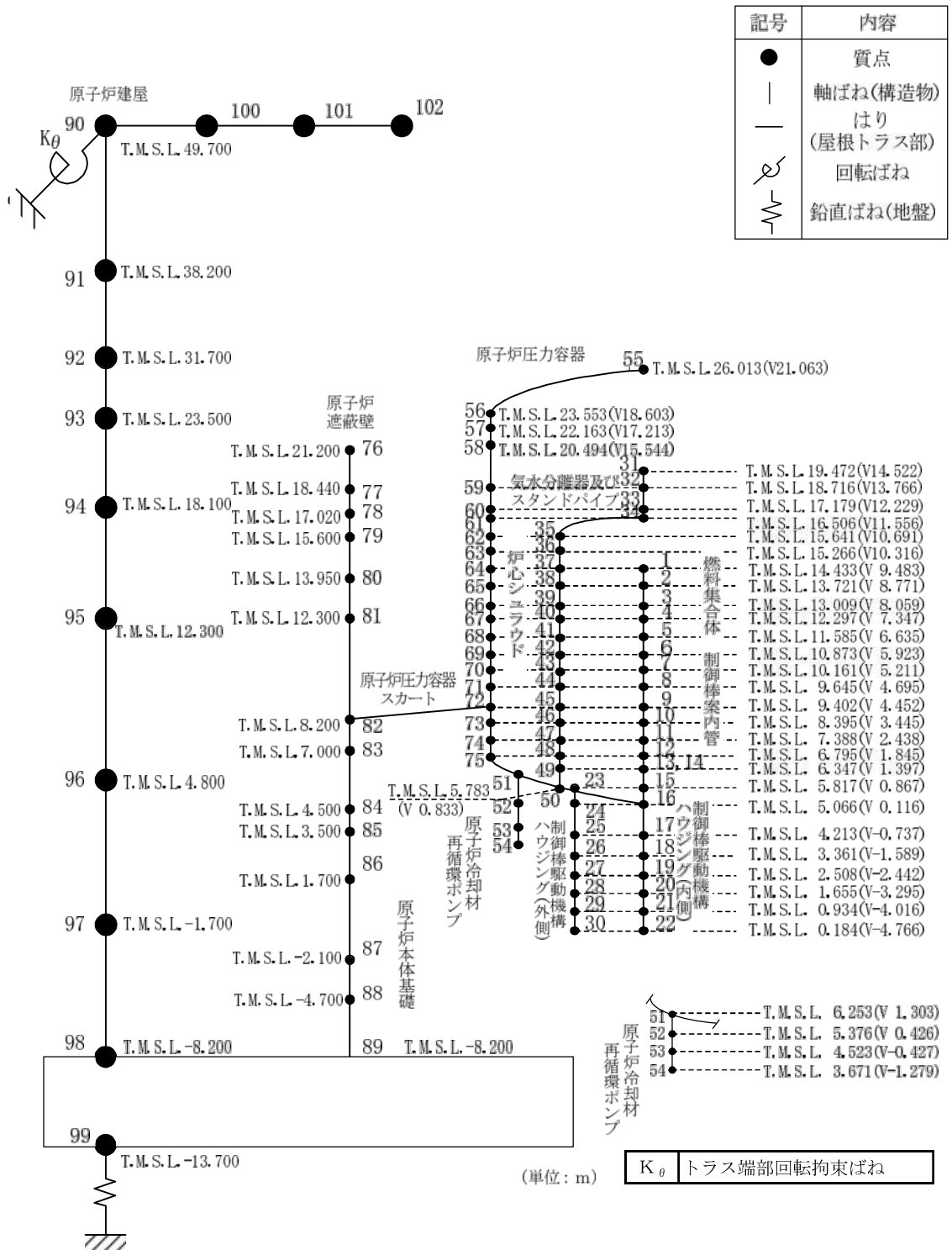


図 1.1-2 鉛直方向地震応答解析モデル

## 1.2 既工認同様の地震応答解析モデルの設定方法

### 1.2.1 質点位置

解析モデルの質点位置は，各構造物の振動性状を適切に評価できるよう配慮するとともに，部材の剛性が変化する点，構造的に不連続となる位置，応力評価点等を考慮して設定する。なお，炉内構造物系の解析モデルの原子炉圧力容器胴板の質点位置は，大型機器系の質点位置をベースとして炉水の付加質量効果の反映を簡便に算定するため，原子炉圧力容器内部構造物の質点位置と同一標高となるように設定する。

### 1.2.2 質点質量

質点質量は，各構造物の連続する2質点間の質量の1/2を各質点に加え，2質点間の付加物等の質量も考慮する。なお，質量は定格運転時質量を使用する。

### 1.2.3 断面剛性（断面二次モーメント及び有効せん断断面積）

各構造物の連続する質点間のはりは，等価な曲げ及びせん断剛性を有するようモデル化している。円筒形またはそれに準ずる構造物について，断面二次モーメント及び有効せん断断面積は下式により算定している。なお，算定に際しては，公称寸法を使用し，原則として部材中央の断面で評価する。

$$\text{断面二次モーメント： } I = \frac{\pi}{64} (D_o^4 - D_i^4)$$

$$\text{有効せん断断面積： } A_s = \frac{1}{2} \times \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2)$$

ここで，

$D_o$ ：外径 (m)

$D_i$ ：内径 (m)

断面剛性（断面二次モーメント及び有効せん断断面積）の算定例を以下に示す。

(1) 原子炉压力容器胴板（質点番号：47-48）

原子炉压力容器胴板の断面剛性は、部材の諸元を用いて、以下の通り算定する。原子炉压力容器胴板の構造概要を図 1.2.3-1 に示す。

$$D_o = \boxed{\phantom{000}} \text{ (m)}$$

$$D_i = \boxed{\phantom{000}} \text{ (m)}$$

よって、

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi}{64} (D_o^4 - D_i^4) \\ &= \frac{\pi}{64} (\boxed{\phantom{000}}^4 - \boxed{\phantom{000}}^4) = \boxed{\phantom{000}} \text{ (m}^4\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{2} \times \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) \\ &= \frac{\pi}{8} (\boxed{\phantom{000}}^2 - \boxed{\phantom{000}}^2) = \boxed{\phantom{000}} \text{ (m}^2\text{)} \end{aligned}$$

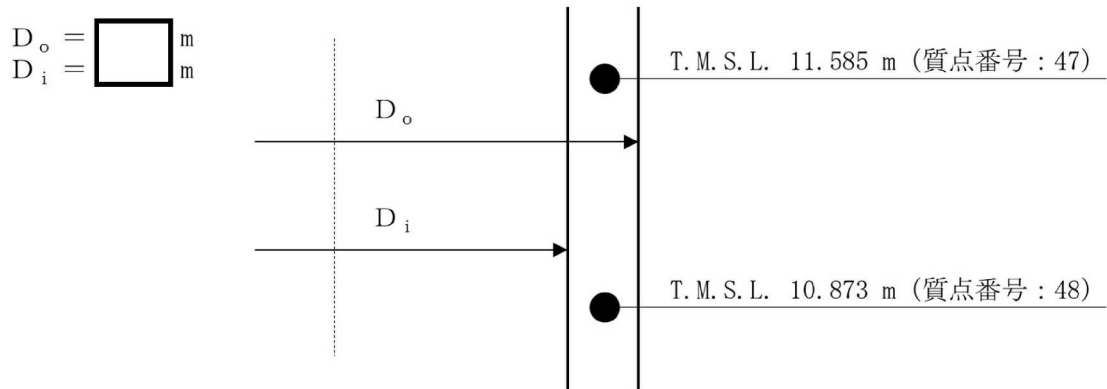
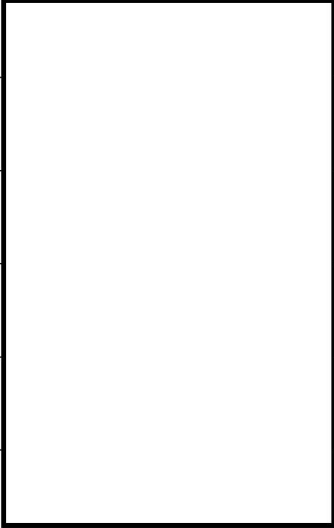


図 1.2.3-1 原子炉压力容器胴板（質点：47-48）の構造概要

#### 1.2.4 構造物間ばね定数

各構造物間を接続する各機器を等価なばねでモデル化する。ばね定数の設定に際しては、ばねとしてモデル化する部材の形状を考慮して、材料力学の梁の公式、文献等による理論式又は FEM 解析によりばね定数を算定する。ばね定数の数値一覧を表 1.2.4-1 に、ばね定数の算定方法の詳細を以下に示す。

表 1.2.4-1 各機器のばね定数

No.	名称	ばね定数
K <sub>1</sub>	シュラウドサポート	
K <sub>2</sub>	制御棒駆動機構ハウジング ラテラルレストレント	
K <sub>3</sub>	制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム	
K <sub>4</sub>	燃料取替用ベローズ	
K <sub>5</sub>	原子炉圧力容器スタビライザ	
K <sub>6</sub>	ダイヤフラムフロア	

(1) シュラウドサポート：K<sub>1</sub>

a. シュラウドサポートの構造

シュラウドサポートは、シュラウドサポートシリンダ、シュラウドサポートプレート及びシュラウドサポートレグからなる溶接構造物である。シュラウドサポートレグ下端及びシュラウドサポートプレート外周が原子炉圧力容器に溶接固定されており、シュラウドサポートシリンダを介して炉心シュラウドを支持する。

シュラウドサポートの構造概要を図 1.2.4-1 に示す。

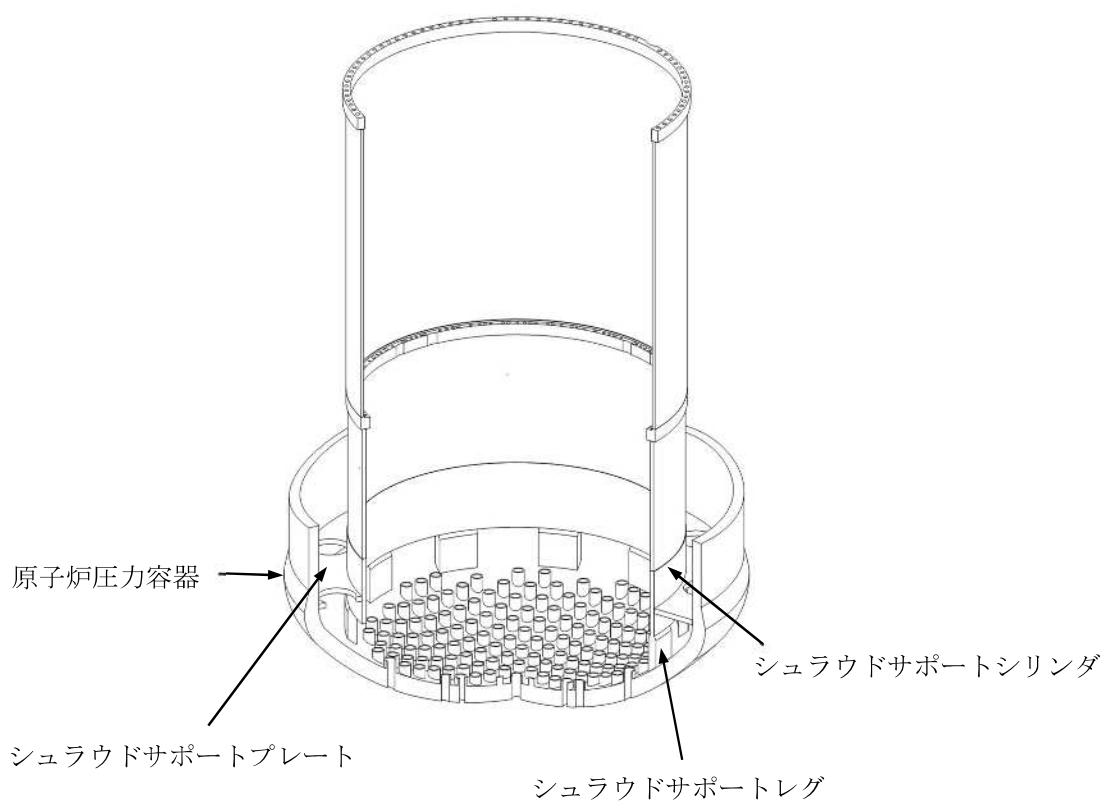


図 1.2.4-1 シュラウドサポートの構造概要

b. シュラウドサポートのばね定数算定方法

(a) 全体でのばね定数算定方法

シュラウドサポート全体でのばね定数 $K_1$ は、シュラウドサポートシリンダ、シュラウドサポートレグ及びシュラウドサポートプレートの回転ばね定数を算出し、以下の通り組み合わせて算定する。図 1.2.4-2 にばね全体の模式図を示す。

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{K_{MA1}} + \frac{1}{K_{MA2}}} + K_{MB}$$

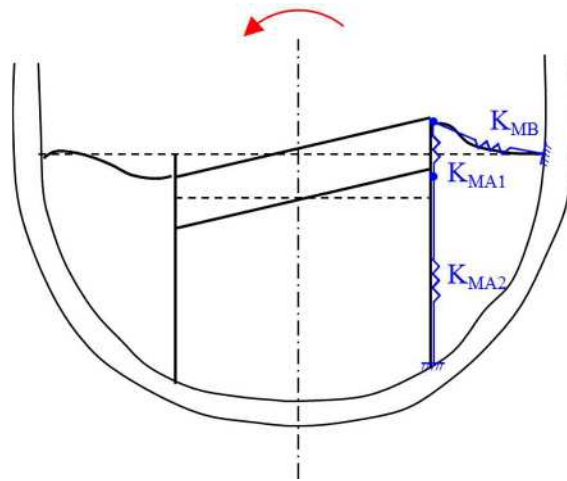


図 1.2.4-2 全体ばねの模式図

ここで、

$K_{MA1}$  : シュラウドサポートシリンダのばね定数

$K_{MA2}$  : シュラウドサポートレグのばね定数

$K_{MB}$  : シュラウドサポートプレートのばね定数

(b) 構成部材のばね定数算定方法

イ. シュラウドサポートシリンダ  $K_{MA1}$

シュラウドサポートシリンダのばね定数 $K_{MA1}$ は、以下の式に基づき算定する。

$$K_{MA1} = \frac{R_m^2 \cdot A_1 \cdot E}{2L_1}$$

ロ. シュラウドサポートレグ  $K_{MA2}$

シュラウドサポートレグのばね定数 $K_{MA2}$ は、以下の式に基づき算定する。

$$K_{MA2} = \frac{R_m^2 \cdot A_2 \cdot E}{2L_2}$$

(c) シュラウドサポートプレート  $K_{MB}$

シュラウドサポートプレートのばね定数 $K_{MB}$ は、以下の式<sup>[1]</sup>に基づき算定する。

$$K_{MB} = \frac{\pi \cdot R_m^2 \cdot E \cdot t_3^3}{3C_2 \cdot D_o^2 \cdot (1 - \nu^2)}$$

ここで、以下の各記号は図 1.2.4-3 に示す原子炉圧力容器断面図による。

$$R_m : = \frac{1}{2}(D_i - t_1) = \boxed{\phantom{000}} \text{ (m)}$$

$A_1$  : シュラウドサポートシリンダ断面積

$$= \pi \cdot t_1 (D_i - t_1) = \boxed{\phantom{000}} \text{ (m}^2\text{)}$$

$A_2$  : シュラウドサポートレグ断面積

$$= N \cdot B \cdot t_1 = \boxed{\phantom{000}} \text{ (m}^2\text{)}$$

$L_1$  : シュラウドサポートシリンダ長さ =  $\boxed{\phantom{000}}$  (m)

$L_2$  : シュラウドサポートレグ長さ =  $\boxed{\phantom{000}}$  (m)

$t_1$  : シュラウドサポートシリンダ厚さ =  $\boxed{\phantom{000}}$  (m)

$t_2$  : シュラウドサポートレグ厚さ =  $\boxed{\phantom{000}}$  (m)

$t_3$  : シュラウドサポートプレート厚さ =  $\boxed{\phantom{000}}$  (m)

$D_o$  : 原子炉圧力容器内径 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (m)

$D_i$  : 炉心シュラウド外径 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (m)

$$C_1 : = \frac{D_i - t_1}{D_o} = \boxed{\phantom{000}} \text{ (-)}$$

$$C_2 : = \frac{1}{8} \left\{ 1 - C_1^2 - \frac{4C_1^2}{1 - C_1^2} \left( \ln \frac{1}{C_1} \right)^2 \right\} = \boxed{\phantom{000}} \text{ (-)}$$

$B$  : シュラウドサポートレグ幅 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (m)

$N$  : シュラウドサポートレグ個数 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (-)

$E$  : 縦弾性係数 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (t/m<sup>2</sup>)

$\nu$  : ポアソン比 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (-)



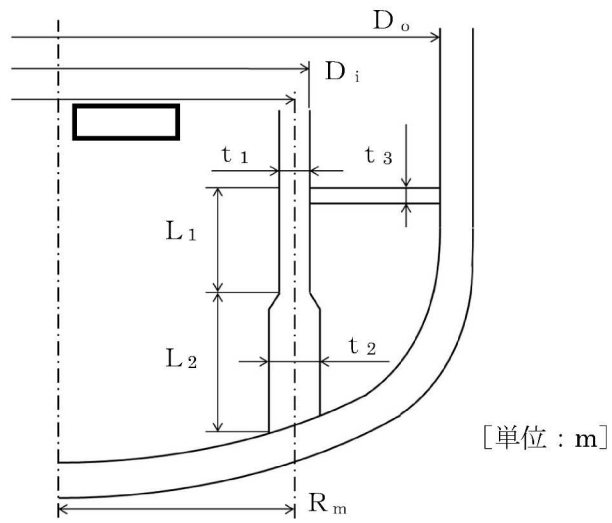


図 1.2.4-3 原子炉圧力容器断面図

(3) シュラウドサポートのばね定数算定結果

以上より算定した構成部材及び全体のばね定数の算定結果を表 1.2.4-2 に示す。

表 1.2.4-2 シュラウドサポートのばね定数

	記号	ばね定数
シュラウドサポートシリンダのばね定数	$K_{MA1}$	
シュラウドサポートレグのばね定数	$K_{MA2}$	
シュラウドサポートプレートのばね定数	$K_{MB}$	
シュラウドサポートのばね定数	$K_1$	

(2) 制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレント：K<sub>2</sub>

a. 制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレントの構造

制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレントは、制御棒駆動機構ハウジングの下端フランジにボルト締結にて設置された構造物であり、ヘッドボルト、ベース(ヘッドボルト有とボルト無の2種類)からなる。

制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレントは地震時に制御棒駆動機構ハウジングを水平方向に支持し、制御棒駆動機構ハウジングレストレントビームへ荷重を伝達する。隣り合う制御棒駆動機構ハウジングは制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレントを介して互いに接触により取り合うため、圧縮方向の荷重は伝達するが、引張方向の荷重は伝達しない構造である。

制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレントの構造概要を図 1.2.4-4 に示す。



図 1.2.4-4 制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレントの構造概要

b. 制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレントのばね定数算定方法

(a) 全体でのばね定数算定方法

制御棒駆動機構ハウジング（内側）と制御棒駆動機構ハウジング（外側）は、それぞれ最短部材の中心部と最長部材の最外部の制御棒駆動機構ハウジングを代表させてモデル化している。ラテラルレストレントを介した荷重伝達をモデル化するため、制御棒駆動機構ハウジング（内側）と制御棒駆動機構ハウジング（外側）間は、ラテラルレストレントの剛性を考慮したばねで接続している。ここで、ばね定数の設定で考慮するラテラルレストレントについては、もっとも設置個数が多く、ばね定数が小さくなるよう、中心部と最外部間のラテラルレストレントを考慮することとする。（図 1.2.4-4 中の  で囲んだ範囲）

また、制御棒駆動機構ハウジング（内側）は、 本分の制御棒駆動機構ハウジングの重量、断面剛性をモデル化しているため、制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレント全体のばね定数  $K_2$  は、図 1.2.4-5 に示すとおり中央 1 列の直列ばねが 103 個あるものとし、直列ばねのばね定数を  倍することで算定する。

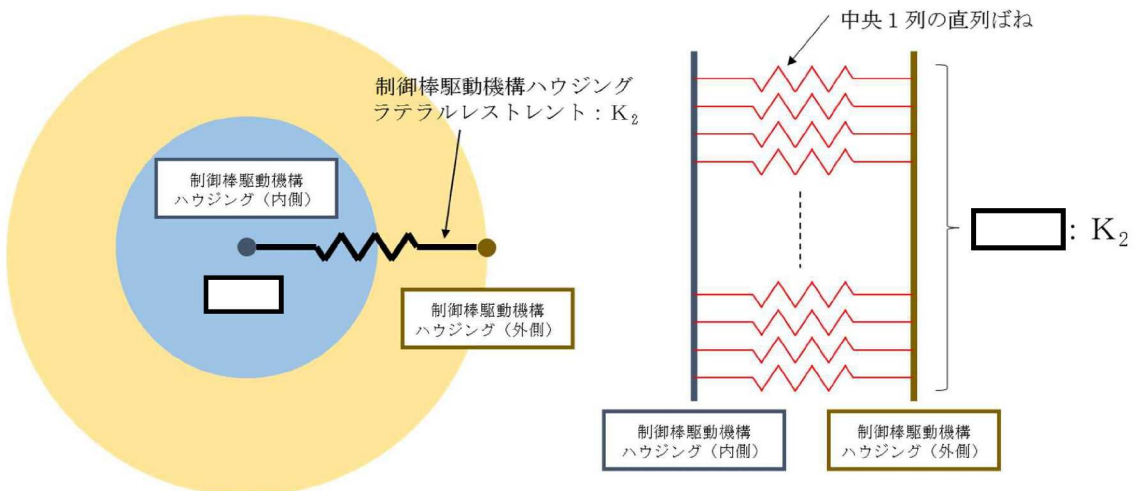


図 1.2.4-5 全体のばね定数算定イメージ

図 1.2.4-4 中の  で囲んだ中央 1 列には、制御棒駆動機構ハウジング間のラテラルレストレント  個と制御棒駆動機構ハウジング／レストレントビーム間のラテラルレストレント  個が直列に接続されているため、中央 1 列の直列ばねのばね定数  $K$  及び全体のばね定数  $K_2$  は以下の式に基づき算定する。

$$\frac{1}{K} = \text{[ ]}$$

$$K_2 = \text{[ ]} \times K = \text{[ ]}$$

ここで、

$K_A$  : 制御棒駆動機構ハウジング間のラテラルレストレートのばね定数

$K_B$  : 制御棒駆動機構ハウジング/レストレントビーム間のラテラルレストレートのばね定数

(b) 構成部材のばね定数算定方法

イ. 制御棒駆動機構ハウジング間のラテラルレストレント

制御棒駆動機構ハウジング間のラテラルレストレートのばね定数 $K_A$ は、以下の式に基づき算定する。

$$K_A = \frac{1}{\left(\frac{1}{K_{P1}}\right) + \left(\frac{1}{K_{P2}}\right) + \left(\frac{1}{K_{P3}}\right) + \left(\frac{1}{K_{P4}}\right) + \left(\frac{1}{K_{P5}}\right) + \left(\frac{1}{K_{P6}}\right)}$$

$$K_{P i} = \frac{A_i \cdot E_i}{l_i}, \quad i = 1 \sim 6$$

ロ. 制御棒駆動機構ハウジング/レストレントビーム間のラテラルレストレント

制御棒駆動機構ハウジング/レストレントビーム間のラテラルレストレートのばね定数 $K_B$ は、以下の式に基づき算定する。

$$K_B = \frac{1}{\left(\frac{1}{K_{P1}}\right) + \left(\frac{1}{K_{P2}}\right) + \left(\frac{1}{K_{P3}}\right) + \left(\frac{1}{K_{P4}}\right)}$$

$$K_{P i} = \frac{A_i \cdot E_i}{l_i}, \quad i = 1 \sim 4$$

ここで、各記号は図 1.2.4-6 に示す制御棒駆動機構ハウジング間及び制御棒駆動機構ハウジング/レストレントビーム間のラテラルレストレートの構成部材構造図による。

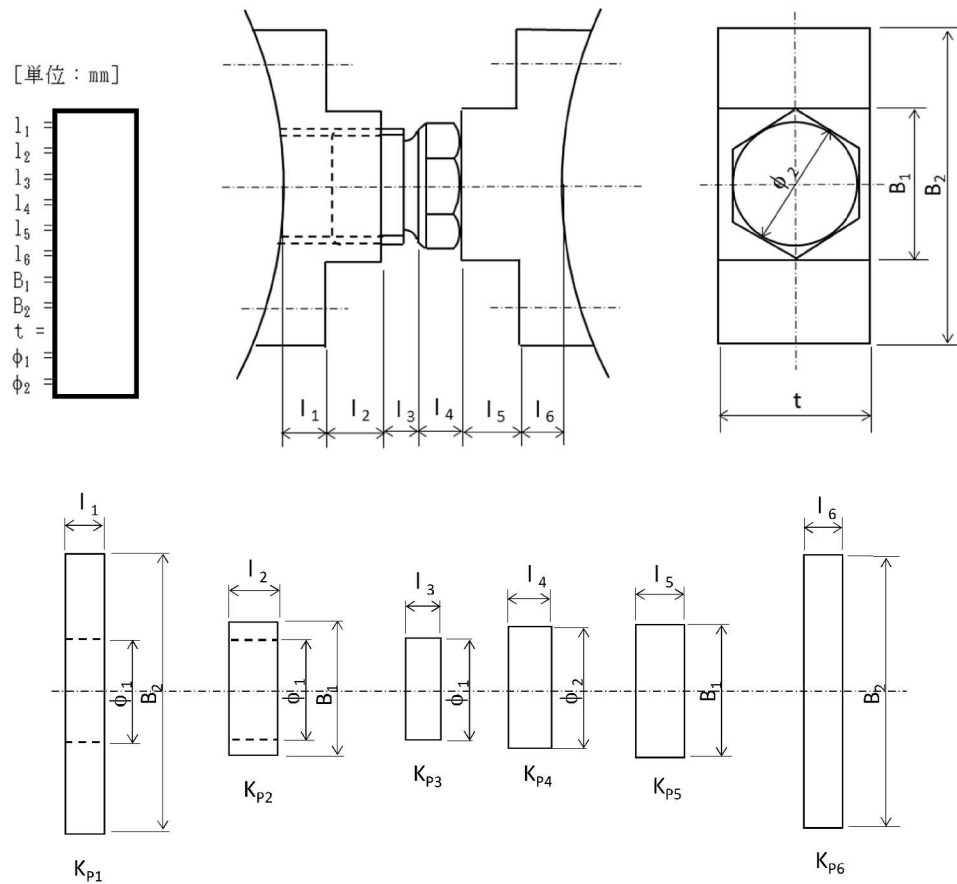


図 1.2.4-6 制御棒駆動機構ハウジング間及び制御棒駆動機構ハウジング／レストレントビーム間のラテラルレストレントの構成部材構造図

- c. 制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレントのばね定数算定結果  
 以上より算定した構成部材及び全体のばね定数の算定結果を表 1.2.4-3 に示す。

表 1.2.4-3 制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレントのばね定数

	記号	ばね定数
制御棒駆動機構ハウジング間のラテラルレストレントのばね定数	$K_A$	
制御棒駆動機構ハウジング／レストレントビーム間のラテラルレストレントのばね定数	$K_B$	
制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレントのばね定数	$K_2$	

(3) 制御棒駆動機構ハウジングレストレントビーム：K<sub>3</sub>

a. 制御棒駆動機構ハウジングレストレントビームの構造

制御棒駆動機構ハウジングレストレントビーム（以下「CRDHレストレントビーム」という。）は、原子炉本体基礎に対し、サポートビームを介して設置され、サポートビームは原子炉本体基礎に溶接接続された構造物である。構成部材としてはCRDHレストレントビーム、サポートビームからなる。

CRDHレストレントビームは、制御棒駆動機構ハウジングの水平方向地震荷重を受けるが、CRDHレストレントビームは制御棒駆動機構ハウジングを接触のみで支持しているため、圧縮方向の荷重は伝達するが引張方向の荷重は伝達しない構造である。

CRDHレストレントビームの構造概要を図 1.2.4-7 に示す。

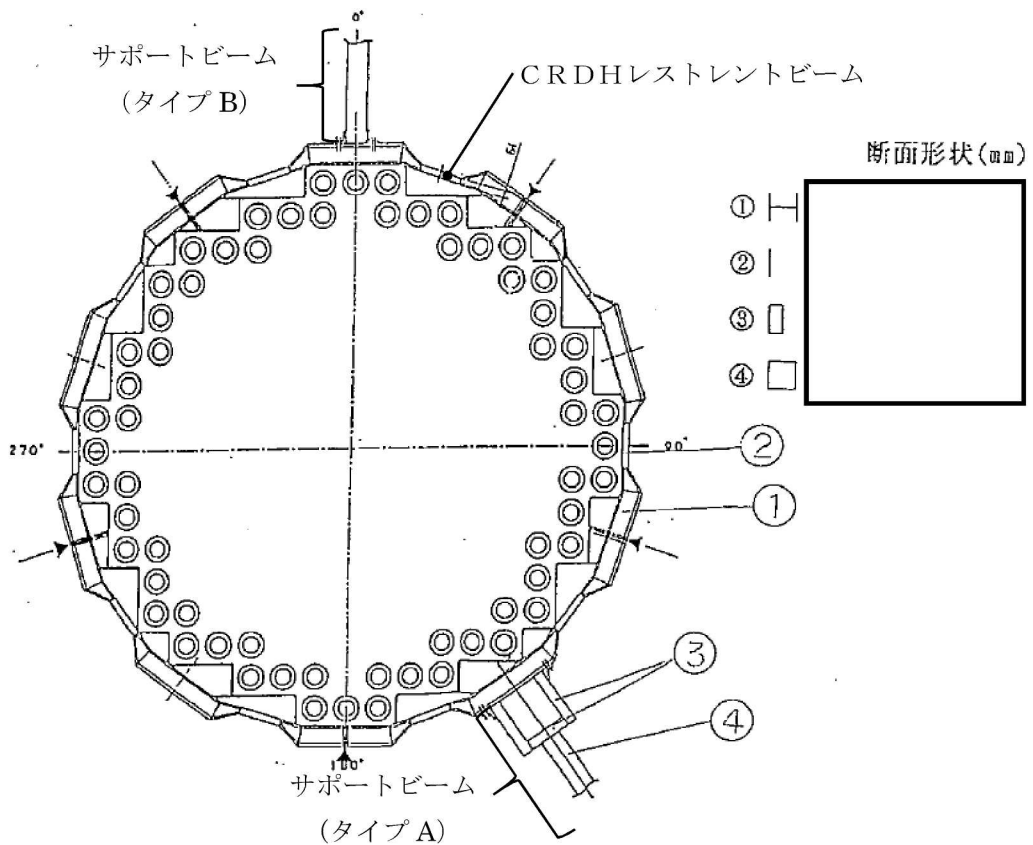


図 1.2.4-7 CRDHレストレントビームの構造概要

b. CRDHレストレントビームのばね定数算定方法

CRDHレストレントビームのばね定数 $K_3$ は、FEM解析により算定する。具体的には、制御棒駆動機構ハウジングの列ごとに設定した水平荷重を静的に付加した際の最大変位量を全水平荷重で除することにより算定する。

c. 計算方法

計算機コード「NASTRAN」により、各部材に断面積、断面二次モーメント、重量等を与えるビーム要素モデルで解析する。

d. 計算条件

(a) 解析モデル

CRDHレストレントビームの解析モデルを図 1.2.4-8 に示す。

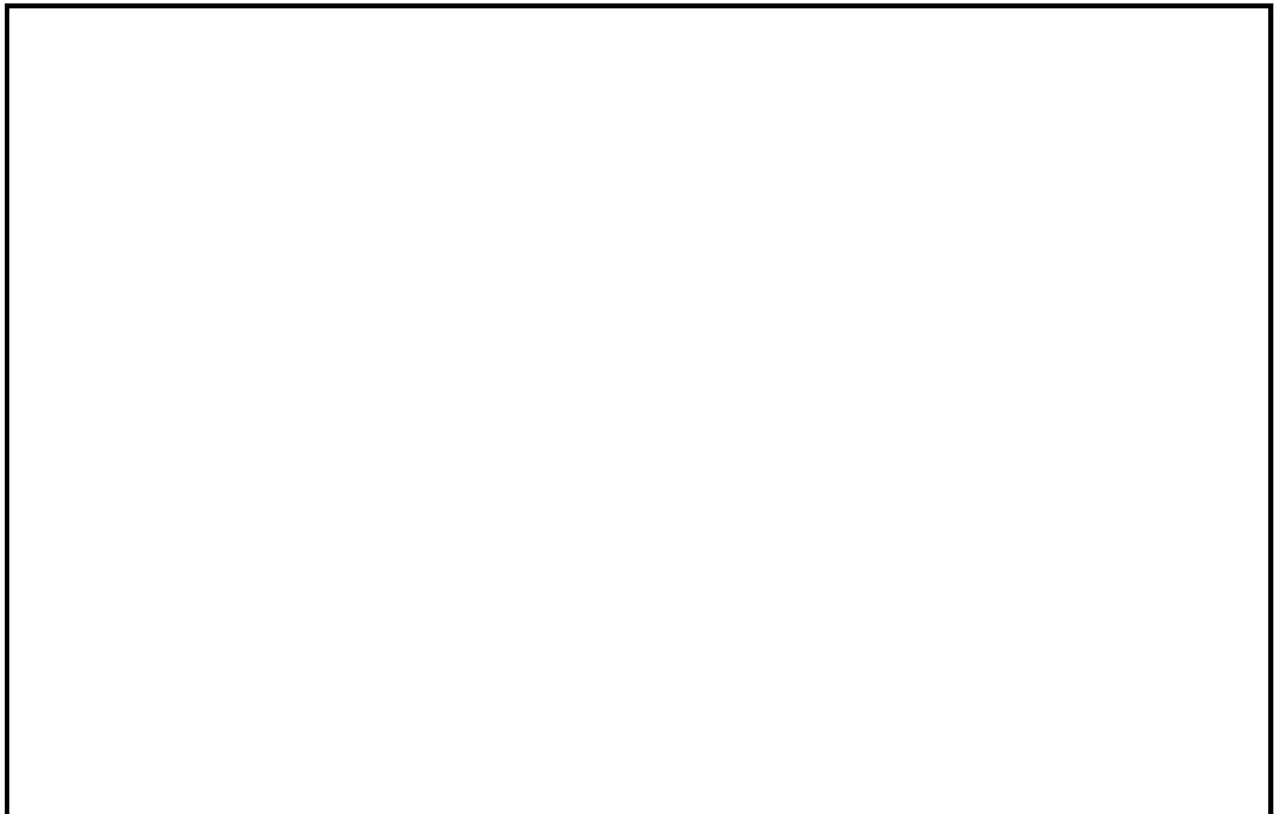


図 1.2.4-8 CRDHレストレントビーム解析モデル

(b) 各構成部材の材料物性

解析に用いる材料物性を以下に示す。

縦弾性係数  $E = 19570 \text{ kg/mm}^2$ , ポアソン比  $\nu = 0.3$

(c) 荷重条件

CRDH全水平荷重 $W$ を, 制御棒駆動機構ハウジングの列ごとの本数に応じて分配した荷重 $W_i$ を付加する。荷重の分配は以下に示すとおりである。

CRD17本 :  $W_1 =$

CRD15本 :  $W_2 =$

CRD13本 :  $W_3 =$

CRD11本 :  $W_4 =$

CRD 7本 :  $W_5 =$

CRD 3本 :  $W_6 =$



(d) 境界条件

サポートビーム端部は原子炉本体基礎に溶接されていることから境界条件は固定とする。

e. CRDHレストレントビームのばね定数算定結果

水平荷重を負荷した際の変形図を図 1.2.4-9 に, ばね定数の算定結果を表 1.2.4-4 に示す。

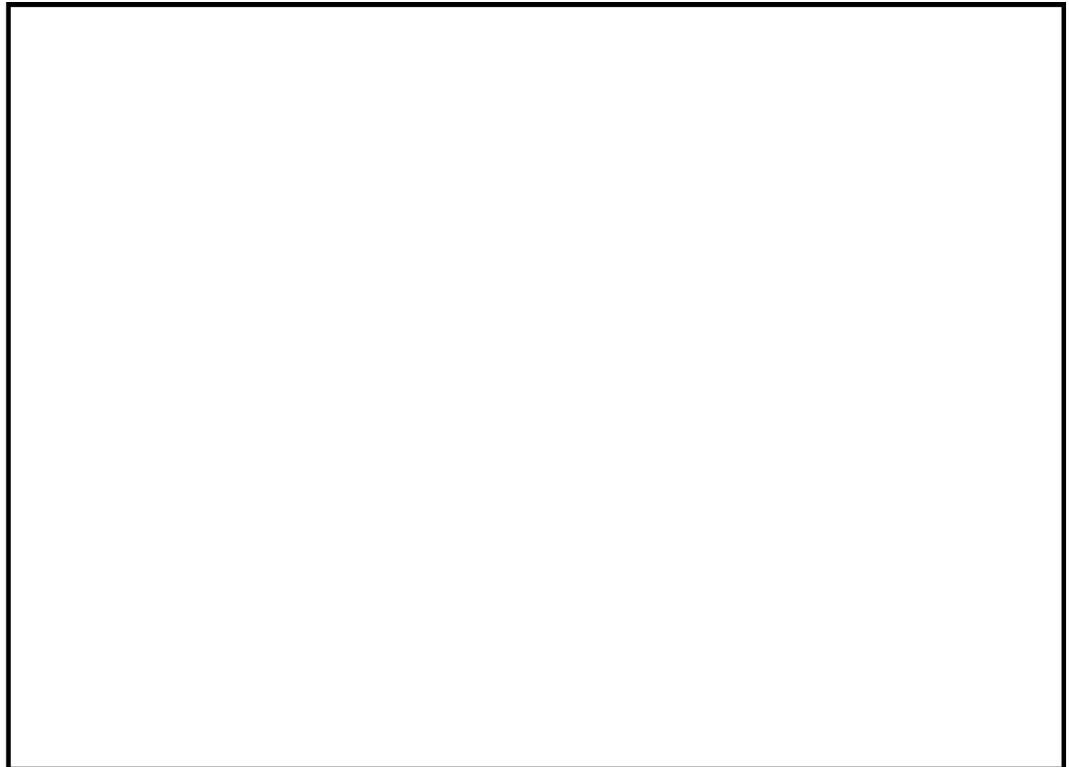


図 1.2.4-9 CRDHレストレントビームの変形図



表 1.2.4-4 CRDHレストレントビームのばね定数

全水平荷重 $W$	最大変位量 $\delta$	ばね定数 $K_3$

(4) 燃料取替用ベローズ : K<sub>4</sub>

a. 燃料取替用ベローズの構造

燃料取替用ベローズは、燃料取替時にバルクヘッド上部へ水張りを行なう際に、原子炉圧力容器と原子炉格納容器トップスラブの間を接続するためのステンレス製の構造物であり、運転時の原子炉圧力容器と原子炉格納容器との熱移動量を吸収できるように蛇腹構造としている。

燃料取替用ベローズの構造概要を図 1.2.4-10 に示す。

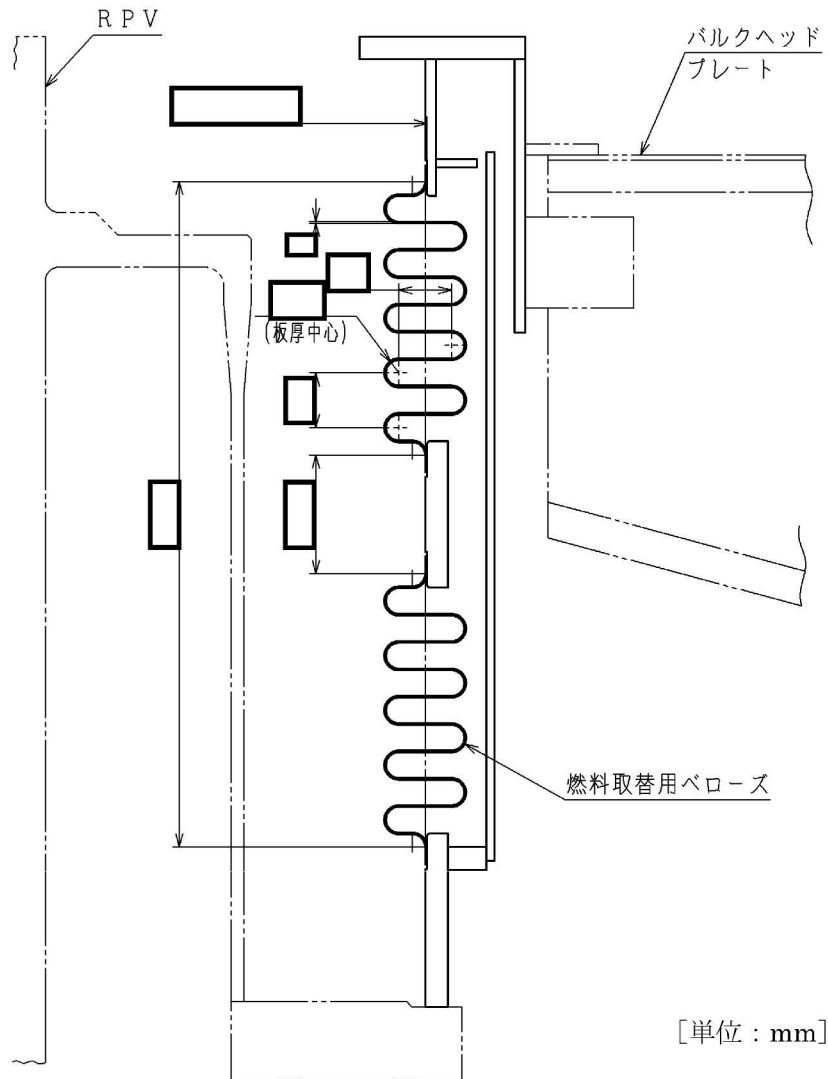


図 1.2.4-10 燃料取替用ベローズの構造概要

b. 燃料取替用ベローズのばね定数算定方法

燃料取替用ベローズのばね定数 $K_4$ は、文献より導出される計算式の組合せでばね定数を算定する。

(a) 1山あたりの鉛直方向ばね定数<sup>[2]</sup>： $K_V$

$$K_V = \frac{E \cdot \pi \cdot D_m \cdot t^3}{24 \cdot \left\{ \frac{a^3}{12} + \frac{\pi}{4} \cdot a^2 \cdot r + 2 \cdot a \cdot r^2 + \frac{\pi}{2} \cdot r^3 \right\}}$$

(b) 水平方向変位 1mm (単位長さ) に対する鉛直方向変位<sup>[3]</sup>： $\delta_y$

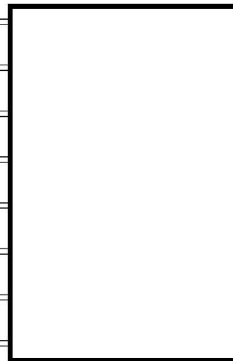
$$\delta_y = \frac{3 \cdot D_m}{2 \cdot N \cdot \left\{ L + 1 \cdot \left( \frac{1}{L} + 1 \right) \right\}}$$

(c) 径方向ばね定数<sup>[4]</sup>： $K_4$

$$K_4 = \frac{K_V \cdot D_m \cdot \delta_y}{2 \cdot L}$$

ここで、

- E : ベローズの縦弾性係数
- $D_m$  : ベローズ平均半径
- L : ベローズ長さ
- t : ベローズ板厚
- a : 円板部の厚さ
- r : 山・谷の半径
- l : 中間長さ
- N : 山の個数



- c. 燃料取替用ベローズのばね定数算定結果  
燃料取替用ベローズのばね定数の算定結果を表 1.2.4-5 に示す。

表 1.2.4-5 燃料取替用ベローズのばね定数

部位	記号	ばね定数
燃料取替用ベローズ	K <sub>4</sub>	

(5) 原子炉圧力容器スタビライザ：K<sub>5</sub>

a. 原子炉圧力容器スタビライザの構造

原子炉圧力容器スタビライザ（以下「RPVスタビライザ」という。）は、原子炉遮蔽壁頂部に円周状に8箇所設置され、原子炉圧力容器附属構造物であるスタビライザブラケットを、あらかじめ初期締付荷重を与えた2組のさらばねを介して両側から挟み込む構造であり、原子炉圧力容器と原子炉遮蔽壁との水平方向地震荷重を伝達する。

RPVスタビライザの構造概要を図1.2.4-11に示す。

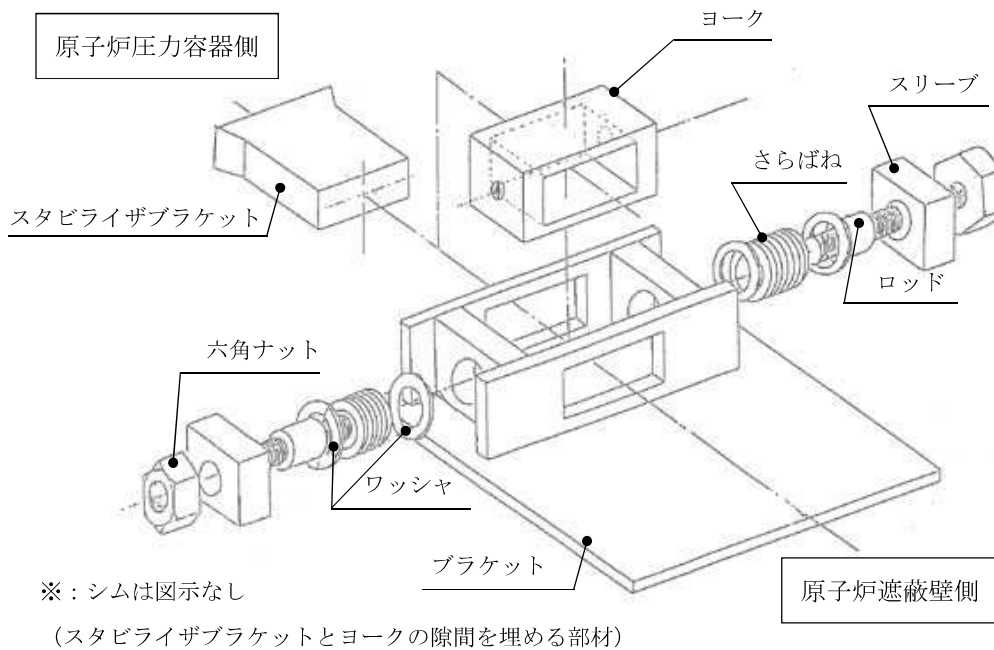


図1.2.4-11 R P Vスタビライザの構造概要

b. R P Vスタビライザのばね定数算定方法

(a) 全体でのばね定数算定方法

RPVスタビライザのばね定数K<sub>5</sub>は、RPVスタビライザの構成部材のうち、スタビライザブラケットからの水平方向荷重に対して寄与する部材を対象とし、これらの構成要素のばね定数を並列及び直列に組み合わせて算定する。なお、RPVスタビライザの構成部材のうち、ヨークは、引張側と圧縮側でそれぞれの値を考慮する。

図1.2.4-12に全体ばねの模式図を示す。

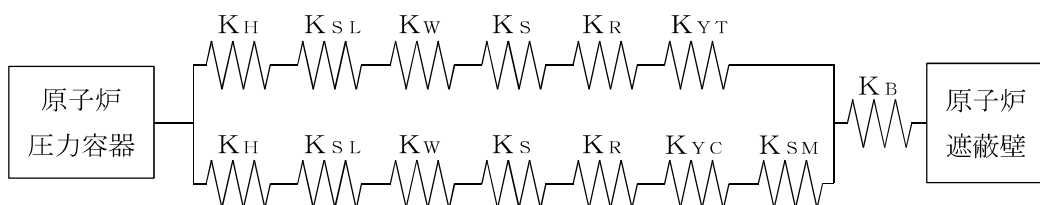


図1.2.4-12 全体ばねの模式図

R P Vスタビライザ 1 基あたりのばね定数をKとすると、Kは次式により算定される。

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\frac{1}{\frac{1}{K_H} + \frac{1}{K_{SL}} + \frac{1}{K_W} + \frac{1}{K_S} + \frac{1}{K_R} + \frac{1}{K_{YT}}} + \frac{1}{\frac{1}{K_H} + \frac{1}{K_{SL}} + \frac{1}{K_W} + \frac{1}{K_S} + \frac{1}{K_R} + \frac{1}{K_{YC}} + \frac{1}{K_{SM}}} + \frac{1}{K_B}}$$

R P Vスタビライザ 8 基分の全体でのばね定数 $K_5$ は、1 基あたりのばね定数Kより、荷重—変位の関係から算定する。図 1. 2. 4—12 に示すとおりR P Vスタビライザに強制変位  $x$  を負荷した場合に強制変位と同じ方向に生じる全体荷重 $W$ を算出する。 $90^\circ$  及び  $270^\circ$  の位置に設置されたR P Vスタビライザに生じる荷重を $W_1$ 、 $45^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $225^\circ$  及び  $315^\circ$  の位置に設置されたR P Vスタビライザに生じる荷重を $W_2'$  とし、荷重 $W_2'$  の強制変位  $x$  と同じ方向の分力を $W_2$  とする。強制変位  $x$  を負荷したときの  $45^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $225^\circ$  及び  $315^\circ$  の位置に設置されたR P Vスタビライザに生じる接線方向の変位は  $x \cdot \cos \alpha$  であることから、荷重 $W_2'$  は以下のとおりとなる。

$$W_2' = K \cdot x \cdot \cos \alpha$$

図 1. 2. 4—13 内の拡大図の関係から強制変位  $x$  と同じ方向の分力 $W_2$  は以下のとおりとなる。

$$W_2 = W_2' \cdot \cos \alpha = K \cdot x \cdot \cos^2 \alpha$$

したがって、F P Vスタビライザ 8 基（全体）のばね定数Kは以下の通りとなる。

$$W = 2 \cdot W_1 + 4 \cdot W_2 = 2 \cdot (K \cdot x) + 4 \cdot (K \cdot x \cdot \cos^2 \alpha) = 4 \cdot K \cdot x$$

$$K_5 = \frac{W}{x} = 4 \cdot K$$

ここで、

- $K_S$  : さらばねのばね定数
- $K_W$  : ワッシャのばね定数
- $K_H$  : 六角ナットのばね定数
- $K_{SL}$  : スリーブのばね定数
- $K_R$  : ロッドのばね定数
- $K_{SM}$  : シムのばね定数
- $K_{YT}$  : ヨークの引張方向ばね定数
- $K_{YC}$  : ヨークの圧縮方向ばね定数
- $K_B$  : ブラケットのばね定数

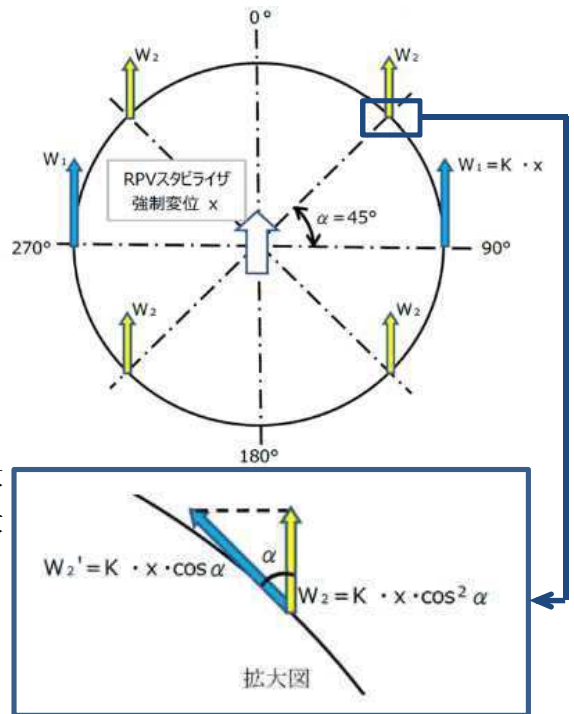


図 1. 2. 4—13 水平荷重の分配

(b) 評価部材のばね定数算定方法

イ. さらばね  $K_S$

さらばねのばね定数は、以下の式に基づき算定する。

$$K_S = n \cdot K_{S1}$$

ここで、

$K_{S1}$  : 一枚あたりのばね定数 =  (t/mm)

$n$  : さらばねの積層枚数 =  (-)

ロ. ワッシャ  $K_W$

ワッシャの軸方向ばね定数は、以下の式に基づき算定する。

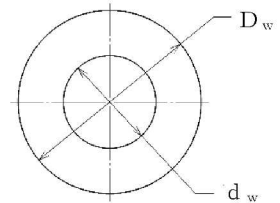
$$K_W = \frac{A_W \cdot E}{L_W}$$

ここで、

$A_W$  : 断面積 =  $\frac{\pi \cdot (D_w^2 - d_w^2)}{4} =$   (mm<sup>2</sup>)

$L_W$  : 板厚 (2枚分) =  (mm)

$E$  : 縦弾性係数 =  (kg/mm<sup>2</sup>)



$D_w =$   mm

$d_w =$   mm

$t =$   mm

ハ. 六角ナット  $K_H$

六角ナット  のばね定数は、以下の式に基づき算定する。

$$K_H = \frac{A_H \cdot G_H}{R_H}$$

ここで、

$A_H$  : ねじ穴側面積 =  $2\pi \cdot R_H \cdot L =$   (mm<sup>2</sup>)

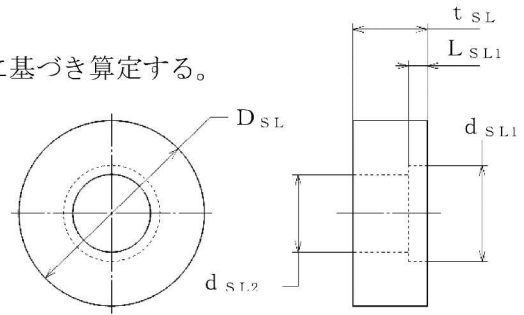
$R_H$  : 穴の半径 =  (mm)

$G_H$  : せん断弾性係数 =  (kg/mm<sup>2</sup>)

ニ. スリーブ  $K_{SL}$

スリーブのばね定数は、以下の式に基づき算定する。

$$K_{SL} = \frac{E}{\frac{L_{SL1}}{A_{SL1}} + \frac{L_{SL2}}{A_{SL2}}}$$



ここで、

$A_{SL1}$  : 座繰り穴側の断面積

$$= \frac{\pi \cdot (D_{SL}^2 - d_{SL1}^2)}{4} = \boxed{\phantom{0000}} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$A_{SL2}$  : ねじ穴側の断面積

$$= \frac{\pi \cdot (D_{SL} - d_{SL2})^2}{4} = \boxed{\phantom{0000}} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$L_{SL1}$  : 座繰り穴深さ =  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

$L_{SL2}$  : ねじ穴深さ

$$= t_{SL} - L_{SL1} = \boxed{\phantom{000}} \text{ (mm)}$$

$E$  : 縦弾性係数 =  $\boxed{\phantom{00000}}$  (kg/mm<sup>2</sup>)

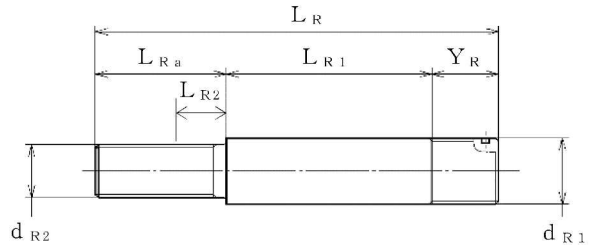
[単位 : mm]

$D_{SL} = \boxed{\phantom{000}}$   
 $d_{SL1} = \boxed{\phantom{000}}$   
 $d_{SL2} = \boxed{\phantom{000}}$   
 $t_{SL} = \boxed{\phantom{000}}$   
 $L_{SL1} = \boxed{\phantom{000}}$

ホ. ロッド  $K_R$

ロッドのばね定数は、以下の式に基づき算定する。

$$K_R = \frac{E}{\frac{L_{R1}}{A_{R1}} + \frac{L_{R2}}{A_{R2}}}$$



ここで、

$A_{R1}$  : 丸棒部断面積

$$= \frac{\pi \cdot d_{R1}^2}{4} = \boxed{\phantom{0000}} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$A_{R2}$  : ねじ部断面積

$$= \frac{\pi \cdot d_{R2}^2}{4} = \boxed{\phantom{0000}} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$L_{R1}$  : 丸棒部長さ

$$= L_R - (L_{Ra} + Y_R) = \boxed{\phantom{000}} \text{ (mm)}$$

$L_{R2}$  : 丸棒部先端からスリーブの六角ナット側端面の距離 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

$E$  : 縦弾性係数 =  $\boxed{\phantom{00000}}$  (kg/mm<sup>2</sup>)

[単位 : mm]

$L_R = \boxed{\phantom{000}}$   
 $L_{Ra} = \boxed{\phantom{000}}$   
 $Y_R = \boxed{\phantom{000}}$   
 $d_{R1} = \boxed{\phantom{000}}$   
 $d_{R2} = \boxed{\phantom{000}}$



へ. シム  $K_{SM}$

シムのばね定数は、以下の式に基づき算定する。

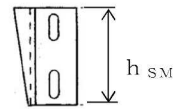
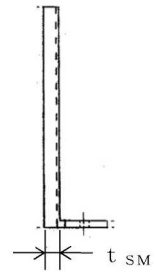
$$K_{SM} = \frac{A_{SM} \cdot E}{t_{SM}}$$

$h_{SM} = \square \text{ mm}$

$t_{SM} = \square \text{ mm}$

シムとヨークの

接触長さ =  $\square \text{ mm}$



ここで、

$A_{SM}$  : 断面積

$$= \square \cdot h_{SM} = \square \text{ (mm}^2\text{)}$$

$t_{SM}$  : 厚さ =  $\square \text{ (mm)}$

$E$  : 縦弾性係数 =  $\square \text{ (kg/mm}^2\text{)}$

ト. ヨーク (引張方向)  $K_{YT}$

ヨーク (引張方向) のばね定数は、以下の式に基づき算定する。

$$K_{YT} = \frac{1}{\frac{1}{K_{YS1}} + \frac{1}{K_{YTE}} + \frac{1}{K_{YB}} + \frac{1}{K_{YS2}}}$$

ここで、

①～④ : 図 1.2.4-14 に示すヨークのばね定数算定のための計算モデル分割による。

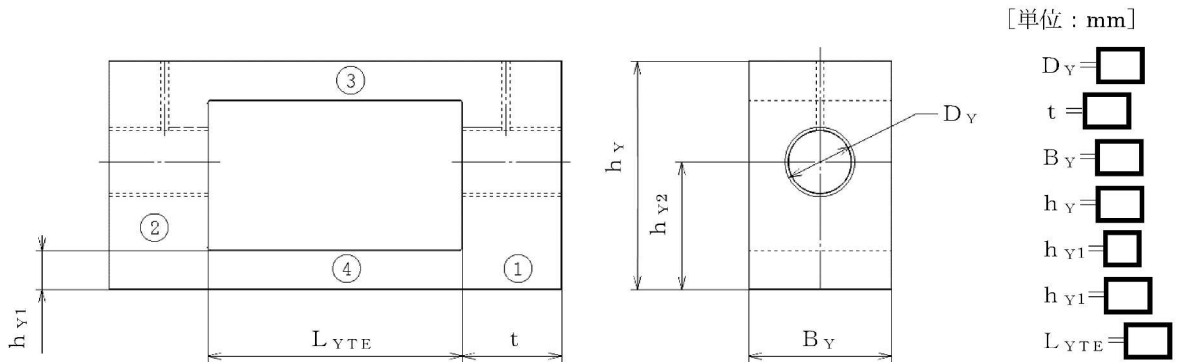


図 1.2-14 ヨークのばね定数算定のための計算モデル

$K_{YS1}$  : ①及び②ねじ部のせん断によるばね定数

$$= \frac{A_{YS1} \cdot G_Y}{R_Y} = \square \text{ (kg/mm)}$$

$A_{YS1}$  : ①及び②のねじ穴側面積

$$= 2\pi \cdot R_Y \cdot Y_R = \square \text{ (mm}^2\text{)}$$

$R_Y$  : ねじ穴半径

$$= \frac{D_Y}{2} = \boxed{\phantom{000}} \text{ (mm)}$$

$G_Y$  : せん断弾性係数 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (kg/mm<sup>2</sup>)

$K_{YTE}$  : ③及び④の引張りによるばね定数

$$= \frac{A_{YTE} \cdot E}{L_{YTE}} = \boxed{\phantom{000}} \text{ (kg/mm)}$$

$A_{YTE}$  : ③及び④の断面積

$$= 2 \cdot h_{Y1} \cdot B_Y = \boxed{\phantom{000}} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$L_{YTE}$  : ③及び④の長さ =  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

$K_{YB}$  : ①及び②の曲げによるばね定数

$$= \frac{6E \cdot I \cdot c}{\frac{c}{l'} \cdot \left(a + \frac{c}{2}\right) \cdot \left(e + \frac{c}{2}\right) \cdot \left\{ \left(a + \frac{c}{2}\right) \left(l' + e + \frac{c}{2}\right) - \frac{c^2}{4} - \left(a + \frac{c}{2}\right)^2 \right\} + \frac{(c/2)^4}{4}}$$
$$= \boxed{\phantom{000}} \text{ (kg/mm)}$$

$I$  : 断面二次モーメント =  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm<sup>4</sup>)

$E$  : 縦弾性係数 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (kg/mm<sup>2</sup>)

$K_{YS2}$  : ①及び②板部のせん断によるばね定数

$$= \frac{l' \cdot G_Y \cdot l \cdot t}{1.2 \cdot d \cdot (a + c/2)} = \boxed{\phantom{000}} \text{ (kg/mm)}$$

なお、以下の各記号は図 1.2.4-15 に示す①及び②の曲げによるばね定数計算モデルによる。

$a$  : 支持端から分布荷重作用範囲の内、支持端から近い端点の距離

$$= \boxed{\phantom{000}} \text{ (mm)}$$

$b$  : 支持端から分布荷重作用範囲の内、支持端から遠い端点の距離

$$= \boxed{\phantom{000}} \text{ (mm)}$$

$c$  : 分布荷重作用範囲 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

$d$  : 分布荷重作用範囲中央から支持端（他端）の距離 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

$e$  : 支持端（他端）から分布荷重作用範囲の内、支持端（他端）から近い端点の距離 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

$l$  : ①及び②板部の幅 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

$l'$  : 支持端間の距離 =  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

$t$  : ①及び②板部の厚さ =  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

$R_l$  : 支持端に作用する反力 =  $\frac{d \cdot W \cdot C}{l}$

$w$  : ヨークに作用する分布荷重

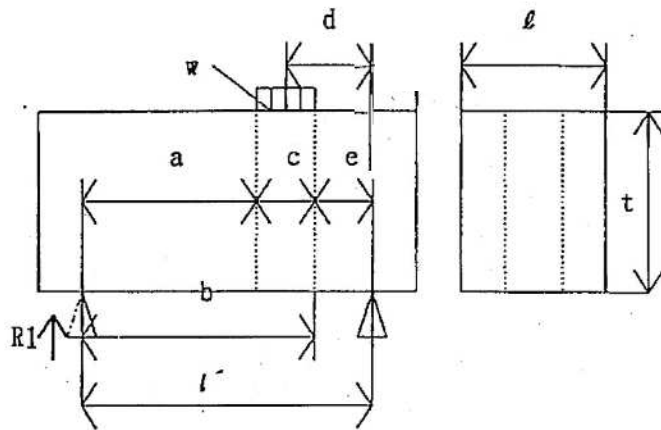


図 1.2.4-15 ①及び②の曲げによるばね定数計算モデル

チ. ヨーク（圧縮方向）  $K_{YC}$

ヨーク（圧縮方向）ばね定数は、以下の式に基づき算定する。

$$K_{YC} = K_{YS1}$$

リ. ブラケット  $K_B$

ブラケットばね定数  $K_B$  は、GE の先行プラント共通の実績値を用いる。

c. R P Vスタビライザのばね定数算定結果

以上より算定した構成部材，R P Vスタビライザ 1 基及び全体のばね定数の算定結果を表 1. 2. 4-6 に示す。

表 1. 2. 4-6 R P Vスタビライザのばね定数

	記号	ばね定数
さらばねのばね定数	$K_S$	
ワッシャのばね定数	$K_W$	
六角ナットのばね定数	$K_H$	
スリーブのばね定数	$K_{SL}$	
ロッドのばね定数	$K_R$	
シムのばね定数	$K_{SM}$	
ヨークの引張方向ばね定数	$K_{YT}$	
ヨークの圧縮方向ばね定数	$K_{YC}$	
ブラケットのばね定数	$K_B$	
R P Vスタビライザ 1 基分のばね定数	$K$	
R P Vスタビライザ全体のばね定数	$K_5$	

(6) ダイヤフラムフロア : K<sub>6</sub>

a. ダイヤフラムフロアの構造

ダイヤフラムフロアは、軸対称形状の円環平板の鉄筋コンクリートスラブ構造物である。円環内周端は原子炉本体基礎にシアプレート及び頭付きスタッドを介して結合支持され、円環外周端はシアプレートを介して原子炉格納容器に荷重を伝える構造になっている。なお、円環外周端にはカプラーが設けられ、ダイヤフラムフロアと原子炉格納容器の鉄筋が接続されている。

ダイヤフラムフロアの構造概要を図 1.2.4-16 に示す。

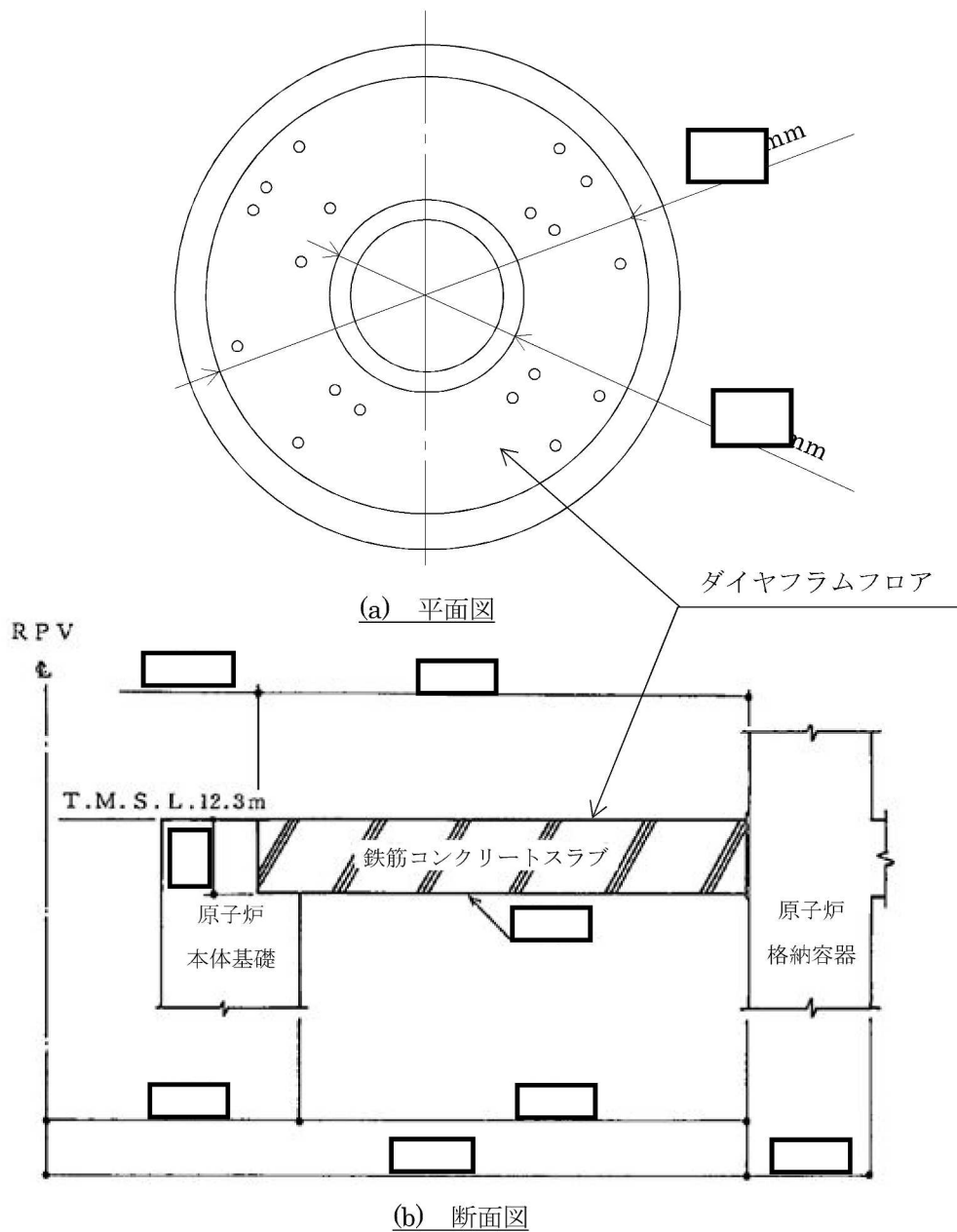
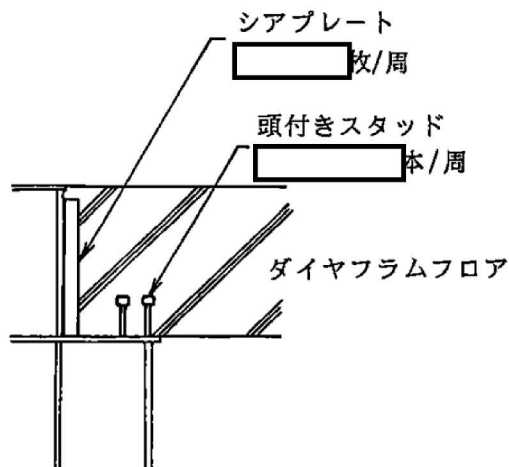
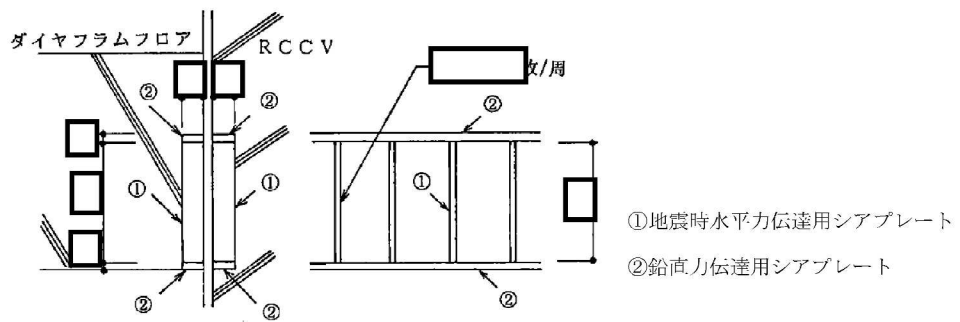


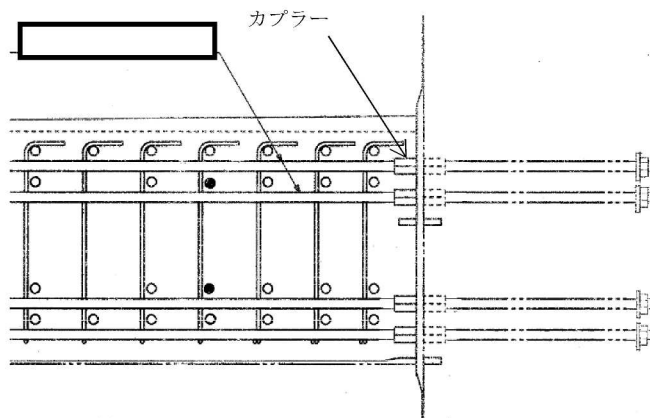
図 1.2.4-16 (1) ダイヤフラムフロアの構造概要



(c) 原子炉本体基礎側詳細図



(d) 原子炉格納容器側詳細図



(e) 原子炉格納容器側配筋図

図 1.2.4-16 (2) ダイヤフラムフロアの構造概要

b. ダイヤフラムフロアのばね定数算定方法

ダイヤフラムフロアのばね定数 $K_6$ は、FEM 解析により算定する。具体的には、原子炉本体基礎側に一様の強制変位を与えた際の反力の合計を最大変位量で除することにより算定する。

c. 計算方法

計算機コード「NASTRAN」により、各部材ごとに断面積、断面二次モーメント、重量等を与えるシェル要素モデルで解析する。

d. 計算条件

(a) 解析モデル

ダイヤフラムフロアの解析モデルは対称性を考慮した  $180^\circ$  対称モデルとしている。ダイヤフラムフロアの解析モデルを図 1.2.4-17 に示す。

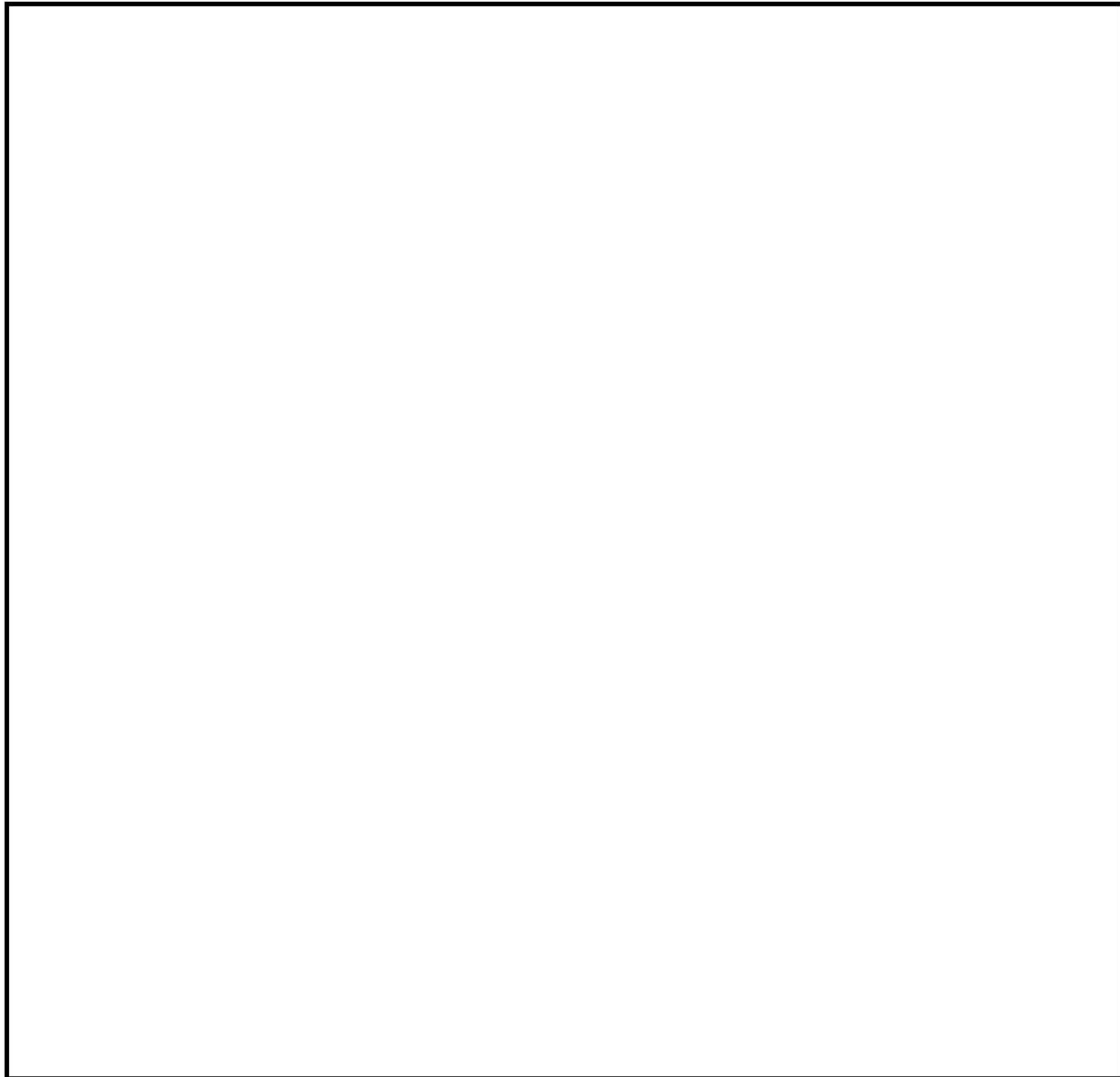


図 1.2.4-17 ダイヤフラムフロア解析モデル図

(b) 各構成部材の材料物性

解析に用いる材料物性を以下に示す。

縦弾性係数  $E = \boxed{\phantom{000000}}$  kg/mm<sup>2</sup>, ポアソン比  $\nu = \boxed{\phantom{000000}}$

(c) 条件

ダイヤフラムフロア内面である原子炉本体基礎側に一様の強制変位を与える。

(d) 境界条件

ダイヤフラムフロア外面である原子炉格納容器側を固定とする。

e. ダイヤフラムフロアのばね定数算定結果

強制変位を負荷した際の変形図を図 1.2.4-18 に、ばね定数の算定結果を表 1.2.4-7 に示す。

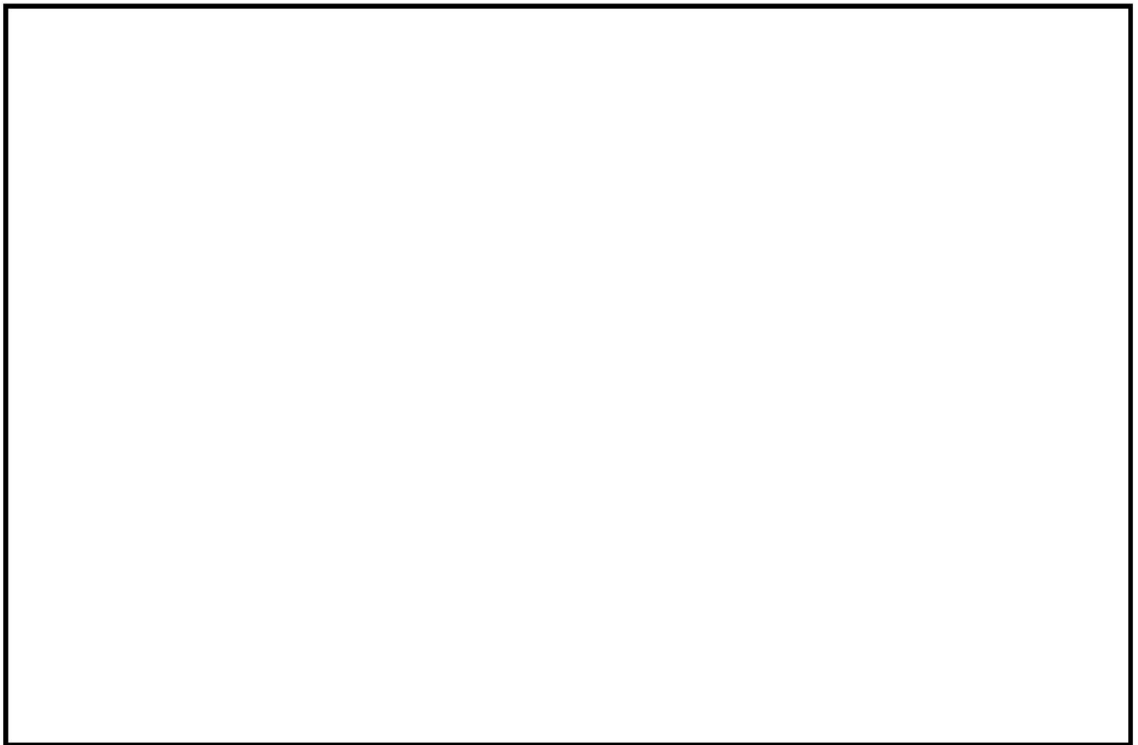


図 1.2.4-18 ダイヤフラムフロアの変形図

表 1.2.4-7 ダイヤフラムフロアのばね定数

反力の合計 $\Sigma R_x$	最大変位量 $\delta$	ばね定数 $K_6$



参考文献

[1] : Roark 「FORMURAS OF STRESS AND STRAIN, 4th edition」 Table X No.20

[2] : 配管技術(1967)

[3] : The M.W.Kellogg Co. 「Design of Piping System」

[4] : Expansion Joint Manufacturers Association 「STANDARD OF THE EXPANSION JOINT  
MANUFACTURERS ASSOCIATION, 5th edition」 Table III

1.2.5 材料物性値（縦弾性係数，ポアソン比）

大型機器，炉内構造物系の材料物性値（縦弾性係数，ポアソン比）は，適用する規格・基準に基づき，表 1.2.6-1～表 1.2.6-2 に示す値を使用する。また，原子炉建屋の材料物性値（縦弾性係数，ポアソン比）は，V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」に基づき，表 1.2.6-3 に示す値を使用する。

表 1.2.6-1 大型機器系の物性値

名称		縦弾性係数 E (MPa)	ポアソン比 $\nu$	出典
原子炉遮蔽壁			0.30	(縦弾性係数) 昭和 55 年 告示 501 号 (ポアソン比) 1973 年 鋼構造設計規準
原子炉本体基礎			0.30	
原子炉圧力容器	質点 34～39		0.30	
	質点 39～44		0.30	
原子炉圧力容器スカート			0.30	

表 1.2.6-2 炉内構造物系の物性値

名称		縦弾性係数 E (MPa)	ポアソン比 $\nu$	出典
原子炉遮蔽壁			0.30	(縦弾性係数) 昭和 55 年 告示 501 号 (ポアソン比) 1973 年 鋼構造設計規準
原子炉本体基礎			0.30	
原子炉圧力容器			0.30	
原子炉圧力容器スカート			0.30	
燃料集合体			0.41	
制御棒案内管			0.30	(縦弾性係数) 昭和 55 年 告示 501 号 (ポアソン比) 1973 年 鋼構造設計規準
制御棒駆動機構ハウジング (外側)	質点 82～84		0.30	
	質点 84～88		0.30	
	質点 88～89		0.30	
制御棒駆動機構ハウジング (内側)	質点 104～106		0.30	
	質点 106～107		0.30	
	質点 107～111		0.30	
	質点 111～112		0.30	
気水分離器及びスタンドパイプ			0.30	
炉心シュラウド		0.30		
原子炉冷却材再循環ポンプ	質点 58～59	0.30		
	質点 59～61	0.30		

表 1.2.6-3 原子炉建屋の物性値

名称	縦弾性係数E (MPa)	ポアソン比 $\nu$	出典
原子炉建屋(外壁・シェル壁部)	$2.88 \times 10^4$	0.20	1999年 鉄筋コンクリート構造計算規準
原子炉建屋(基礎スラブ部)	$2.79 \times 10^4$	0.20	

### 1.2.6 原子炉内部構造物の水中での振動の影響を考慮するための付加質量について

#### (1) 水の付加質量

構造物が流体中で振動する場合、流体－構造物間の相互作用により水中構造物は、複雑な振動特性を示し、固有振動数及び応答が低下することが知られている。一般に、このような現象を評価するため、「付加質量」の概念が用いられている。

付加質量の概念としては、流体中にある構造物が加速度 $\alpha$ を受けて運動する場合、構造物は流体を押し進めて進むことになり、構造物には流体を排除するのに必要な力 $F_w$ が作用する。 $F_w$ は、 $\alpha$ に比例することが知られており、

$$F_w = m_v \cdot \alpha \quad (\text{式1})$$

で表される。ここで、 $m_v$ は構造物の形状等によって決定される質量である。また、周囲に流体が存在しないとした場合に、質量 $M$ の物体に $\alpha$ の加速度を与えるために必要な力 $F_s$ は、

$$F_s = M \cdot \alpha \quad (\text{式2})$$

で表される。したがって、流体中の場合、同一の加速度を与えるために必要な力 $F$ は、上述の力の和として下記にて表される。

$$F = F_s + F_w = (M + m_v) \cdot \alpha \quad (\text{式3})$$

(式3)は、同一の加速度を与えるために流体中においてはあたかも質量が $m_v$ だけ増加したような傾向を示すことを意味している。このような現象を付加質量効果と呼び、 $m_v$ を付加質量（又は仮想質量）と呼んでいる。地震応答解析モデルにおいては、流体－構造物間の相互作用の影響のある水平方向について、この付加質量を考慮している。

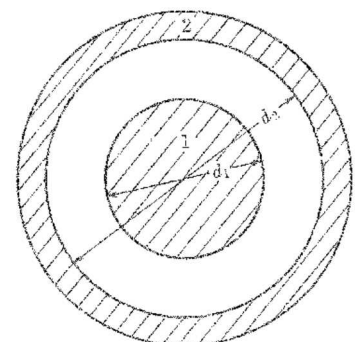
#### (2) 地震応答解析モデルにおける水の付加質量等の効果

地震応答解析モデルにおける水の付加質量等の効果については、燃料集合体と炉心シュラウドとの関係や、炉心シュラウドと原子炉压力容器との関係など等価な2重円筒と考え、水の付加質量等を考慮した質量マトリックスを構造重量による質量マトリックスに足し合わせ、全体の運動方程式を、下式を用いて構築している。(出典：J E A G 4 6 0 1 -1987)

$$\begin{bmatrix} M^V & -M^V - M^D \\ -M^V - M^D & M^V + 2M^D + M^F \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{y}_1 \\ \ddot{y}_2 \end{Bmatrix} \quad (\text{式4})$$

ここで、

- $M^V$  : 仮想質量
- $M^D$  : 排除質量
- $M^F$  : 円筒間の水の質量
- $y_1$  : 内筒の変位
- $y_2$  : 外筒の変位



$d_1$  : 内筒外径       $d_2$  : 外筒内径

2重円筒モデル概念図

### 1.2.7 原子炉冷却材再循環ポンプの減衰定数

原子炉冷却材再循環ポンプ (Reactor Internal Pump) (以下「RIP」という。) については、水平方向の設計用減衰定数として 3.0%を適用している。この設計用減衰定数は、実機同等の試験体を用いた振動試験により得られた減衰定数の下限値を下回るよう設定されている。

本項において、RIP の水平方向に適用する設計用減衰定数 3.0%とした振動試験の概要及びその結果を示す。

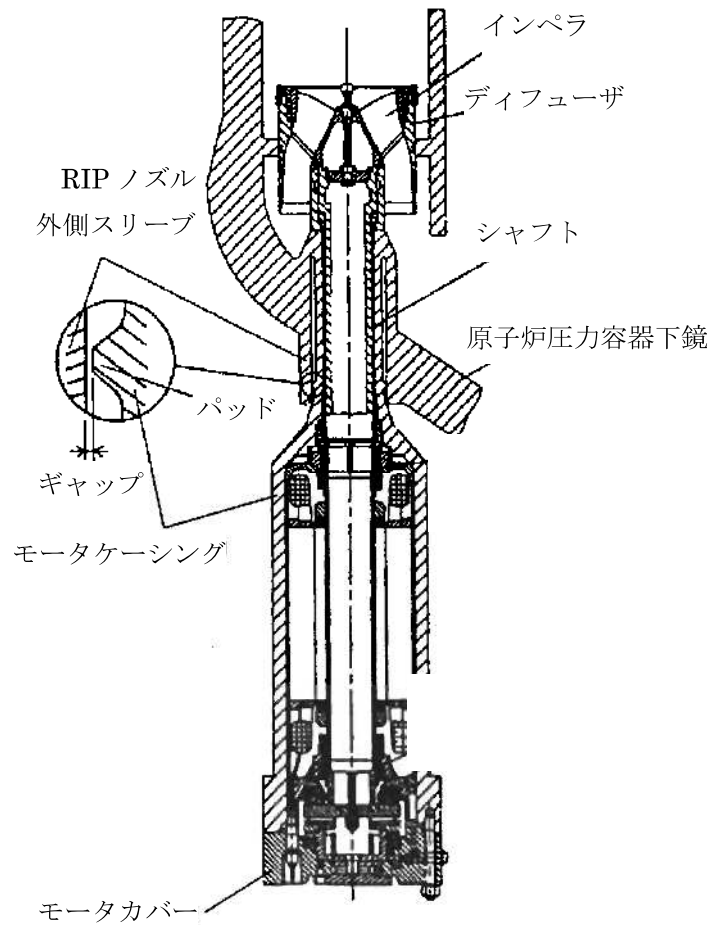


図 1.2.6-1 RIP 概要図

(1) RIP の減衰定数確認試験

a. 振動試験の方法及び試験装置

原子炉圧力容器及び RIP 1 台を実規模大で模擬し、実機運転状態と同様の高温・高圧状態にて試験を実施した。試験装置の概要を図 1.2.6-2 に示す。

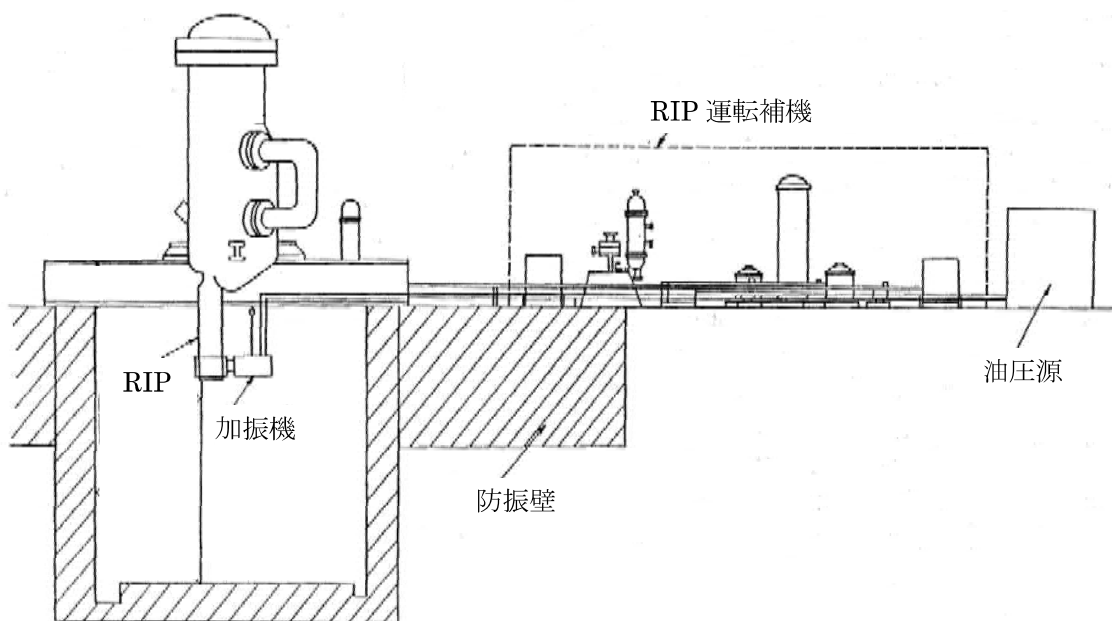


図 1.2.6-2 試験装置概要図<sup>[1]</sup>

b. 試験結果

本試験においては、ケーシング下端変位が約 1.5mm 相当までの試験を実施している。試験により得られたモータケーシング下端応答変位に対する 1 次固有振動数及び減衰比の関係を図 1.2.6-3 に示す。

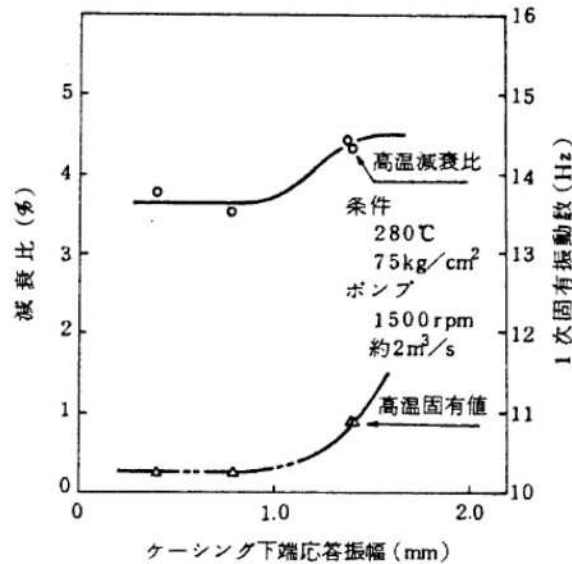


図 1.2.6-3 ケーシング下端変位と固有振動数及び減衰比との関係<sup>[1]</sup>

モータケーシング下端応答変位が約 1mm 以下の領域では、ほぼ一定の値を示している。モータケーシング下端応答変位が約 1mm を超えると、固有振動数も減衰定数も上昇する傾向があり、パッドが RIP ノズル外側スリーブに接触していると考えられる。減衰定数は、パッド接触前でも 3.0% 以上であり、パッドが接触するような大きな変位では減衰定数はさらに大きくなる。

c. 設計用減衰定数

振動試験結果より、パッドが RIP ノズル外側スリーブに接しない低変位振幅領域において、水平方向の減衰定数は約 3.5%、また、パッドが接するような大变位振幅領域においては、さらに減衰定数が大きくなることが確認された。

設計用減衰定数は、この試験で取得された減衰定数の下限値を下回るよう 3.0% に設定した。

参考文献

[1] : 高島他, 原子炉内蔵型再循環ポンプとポンプシステムの開発, 日本機械学会 (1987年)

### 1.2.8 R P Vスタビライザの減衰定数

R P Vスタビライザについては、水平方向の設計用減衰定数として2.0%を適用している。R P Vスタビライザは図 1.2.7-1 に示すとおり複数の構成部材があり、さらばね、ロッド、六角ナット等の部材に生じる摩擦により減衰が生じることから、J E A G 4601-1991 追補版で規定する、「ボルト及びリベット構造物」の減衰定数2.0%を適用している。

構成部材と各部材間の荷重伝達形態を整理したものを表 1.2.7-1 に示す。

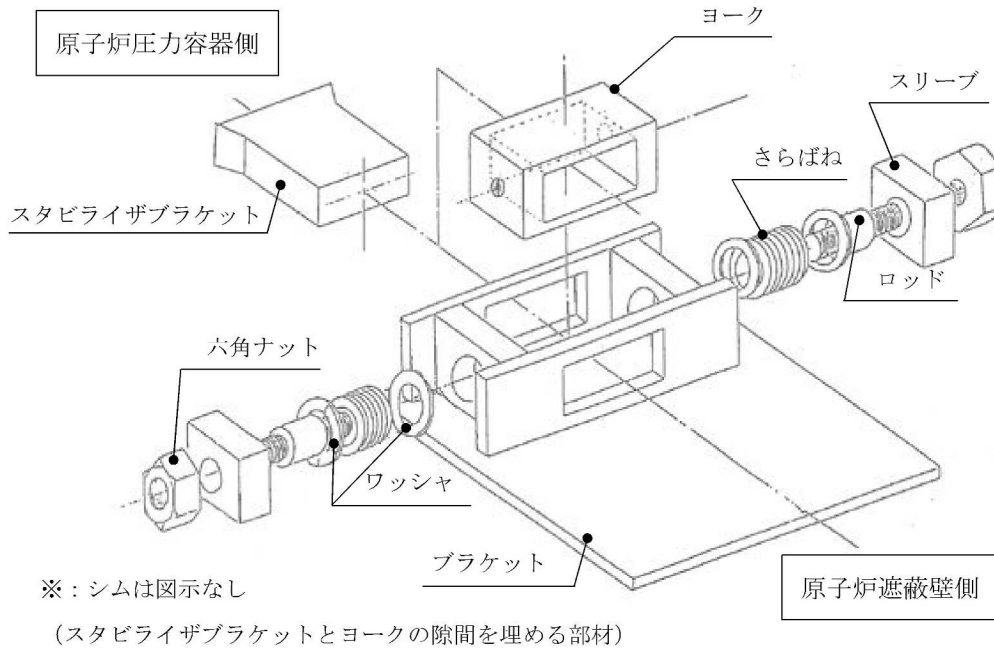


図 1.2.7-1 R P Vスタビライザの構造概要

表 1.2.7-1 R P Vスタビライザの構成部材と荷重伝達形態

部材名称	荷重伝達形態



### 1.3 新たに採用する地震応答解析モデルの設定

#### 1.3.1 原子炉本体基礎のスケルトン曲線の設定方法

既工認では、建屋—機器連成地震応答解析モデルにおけるRPVペDESTALのモデル化は、剛性一定の線形仮定としていた。

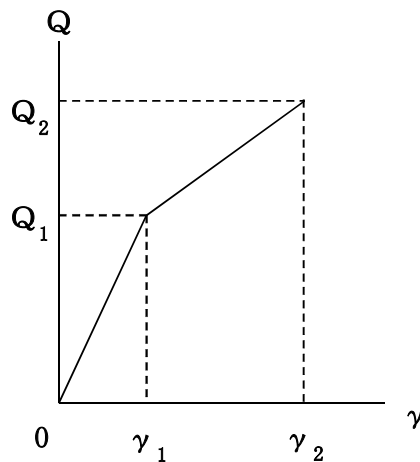
今回工認では、基準地震動の増大に伴いより適正な地震応答解析を実施する観点から、RPV ペDESTALも原子炉建屋と同様にコンクリートの剛性変化を考慮した非線形解析モデルを採用する。非線形解析モデルの設定に当たっては、【設置変更許可申請書 まとめ資料 4 条別紙 1-4】に記載の通り、鉄筋コンクリートの評価手法として実績のある手法に加え、鋼板とコンクリートの複合構造としての特徴に留意した既往の知見を参考にして行う。

本項は、RPV ペDESTALのスケルトン曲線の設定について説明するものである。

##### (1) RPV ペDESTALのスケルトン曲線の設定方法

###### a. せん断力—せん断ひずみ関係（ $Q-\gamma$ 関係）

せん断力—せん断ひずみ関係（ $Q-\gamma$  関係）は、コンクリートのひび割れを表す第 1 折点と鋼板の降伏を表す第 2 折点までを設定する。RPV ペDESTALのせん断力—せん断ひずみ関係を図 1.3.1-1 に示す。



$Q_1$  : 第 1 折点のせん断力

$Q_2$  : 第 2 折点のせん断力

$\gamma_1$  : 第 1 折点のせん断ひずみ

$\gamma_2$  : 第 2 折点のせん断ひずみ

図 1.3.1-1 RPV ペDESTALのせん断力—せん断ひずみ関係

(a) 第1折れ点の設定

RPV ペデスタルにおけるせん断力のスケルトン曲線の第1折点は、以下の式より算出している。

【下部ペデスタル】

$$Q_1 = \left( A_C + \left( \frac{G_S}{G_C} \right) \cdot A_S \right) \cdot \tau_{cr}$$

$$\gamma_1 = \tau_{cr} / G_C$$

$$\text{ただし, } \tau_{cr} = 0.5 \cdot \sqrt{0.31 \sqrt{\sigma_B} \cdot (0.31 \sqrt{\sigma_B} + \sigma_v)}$$

【上部ペデスタル】

$$Q_1 = \left( A_C + \left( \frac{G_S}{G_C} \right) \cdot A_S \right) \cdot \tau_{cr}$$

$$\gamma_1 = \tau_{cr} / G_C$$

$$\text{ただし, } \tau_{cr} = \sqrt{0.31 \sqrt{\sigma_B} \cdot (0.31 \sqrt{\sigma_B} + \sigma_v)}$$

ここで,

$A_C$  : コンクリートのせん断断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$A_S$  : 鋼板のせん断断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$G_C$  : コンクリートのせん断弾性係数 ( $\text{N/mm}^2$ )

$G_S$  : 鋼板のせん断弾性係数 ( $\text{N/mm}^2$ )

$\sigma_B$  : コンクリートの圧縮強度 ( $\text{N/mm}^2$ )

$\sigma_v$  : 鋼板を考慮した鉛直方向軸応力度 (圧縮を正,  $\text{N/mm}^2$ )

(b) 第2折れ点の設定

RPV ペデスタルにおけるせん断力のスケルトン曲線の第2折点は、以下の式より算出している。

【下部ペデスタル】

$$Q_2 = \frac{(K_\alpha + K_\beta)}{\sqrt{(3 \cdot K_\alpha^2 + K_\beta^2)}} \cdot A_s \cdot \sigma_y$$

$$\gamma_2 = \frac{Q_2}{(K_\alpha + K_\beta)}$$

ただし、 $K_\alpha = A_s \cdot G_s$

$$K_\beta = \frac{(\cos \theta)^2 \cdot H}{2 \left[ \frac{1 - \nu_c^2}{E_c' \cdot t_c \cdot \sin 2\theta} + \frac{1}{2 \cdot E_s} (C1 + C2) \right]}$$

【上部ペデスタル】

下部ペデスタルと同様

ここで、

$A_s$  : 鋼板のせん断断面積 (mm<sup>2</sup>)

$G_s$  : 鋼板のせん断弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$E_c'$  : ひび割れを考慮したコンクリートのヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$E_s$  : 鋼板のヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$K_\alpha$  : 鋼板のせん断剛性 (N)

$K_\beta$  : ひび割れ後の鋼板による拘束効果を考慮したコンクリートの有効せん断剛性 (N)

$\sigma_y$  : 鋼板の降伏点強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\nu_c$  : コンクリートのポアソン比

$H$  : コンクリートの高さ (mm)

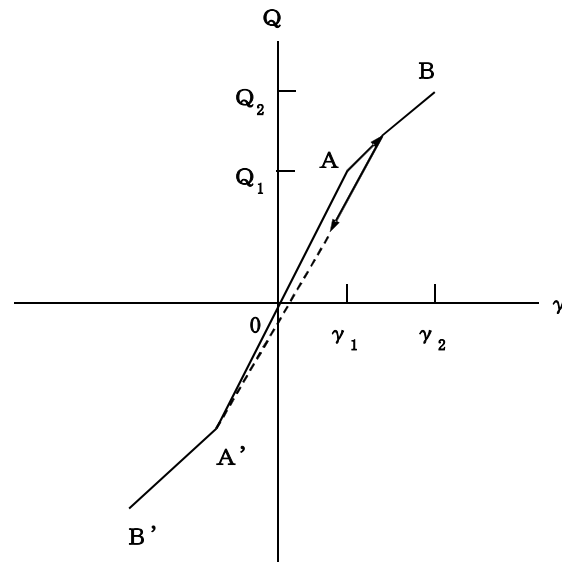
$t_c$  : コンクリート板厚 (mm)

$\theta$  : せん断ひび割れ角度

$C1, C2$  : 寸法とせん断ひび割れ角度 $\theta$ から定まる係数

b. 原子炉本体基礎のせん断力-せん断ひずみ関係の履歴特性

原子炉本体基礎のせん断力-せん断ひずみ関係の履歴特性は、最大点指向型モデルとする。原子炉本体基礎のせん断力-せん断ひずみ関係の履歴特性を図 1.3.1-2 に示す。

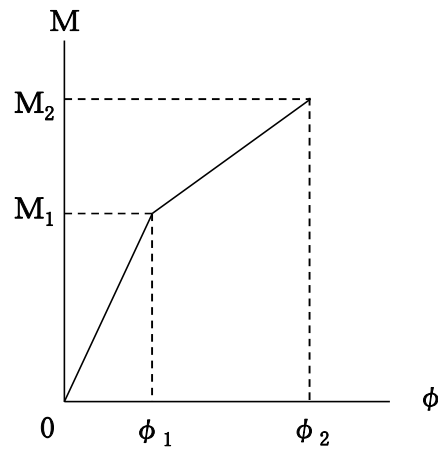


- 0-A 間：弾性範囲
- A-B 間：負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第 1 折点を過ぎていなければ、負側第 1 折点に向かう。
- 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- 安定ループは面積を持たない。

図 1.3.1-2 原子炉本体基礎のせん断力-せん断ひずみ関係の履歴特性

c. 曲げモーメントー曲率関係 (M- $\phi$  関係)

曲げモーメントー曲率関係 (M- $\phi$  関係) は、コンクリートのひび割れを表す第1折点と鋼板の降伏を表す第2折点までを設定する。RPV ペデスタルの曲げモーメントー曲率関係を図 1.3.1-3 に示す。



$M_1$  : 第1折点の曲げモーメント

$M_2$  : 第2折点の曲げモーメント

$\phi_1$  : 第1折点の曲率

$\phi_2$  : 第2折点の曲率

図 1.3.1-3 RPV ペデスタルの曲げモーメントー曲率関係

(a) 第1折れ点の設定

RPV ペデスタルにおける曲げモーメントのスケルトン曲線の第1折点は、以下の式より算出している。

【下部ペデスタル】

$$M_1 = Z_e (f_t + \sigma_v)$$

$$\phi_1 = M_1 / (E_c \cdot I_e)$$

ただし、 $f_t = 0$

【上部ペデスタル】

$$M_1 = Z_e (0.5 f_t + \sigma_v)$$

$$\phi_1 = M_1 / (E_c \cdot I_e)$$

ここで、

$Z_e$  : 鋼板を考慮した断面係数 (mm<sup>3</sup>)

$f_t$  : コンクリートの曲げ引張強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_v$  : 鋼板を考慮した鉛直方向軸応力度 (圧縮を正, N/mm<sup>2</sup>)

$E_c$  : コンクリートのヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$I_e$  : 鋼板を考慮した断面二次モーメント (mm<sup>4</sup>)

(b) 第2折れ点の設定

RPV ペデスタルにおける曲げモーメントのスケルトン曲線の第2折点は、以下の式より算出している。

【下部ペデスタル】

$$M_2 = M_y$$

$$\phi_2 = \phi_y$$

【上部ペデスタル】

下部ペデスタルと同様

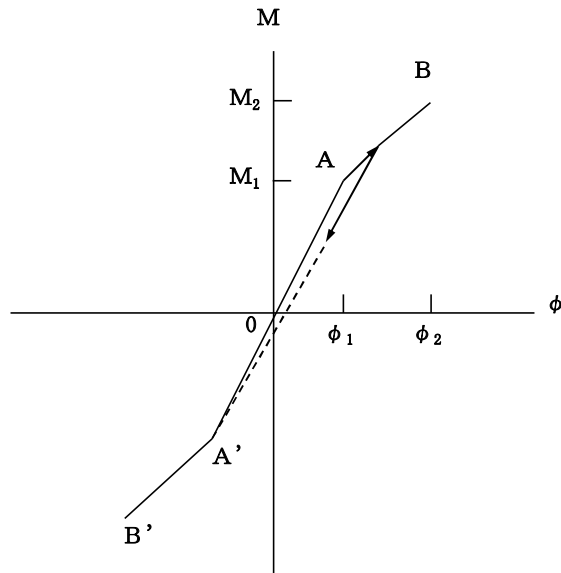
ここで、

$M_y$  : 鋼板降伏時モーメント (N・mm)

$\phi_y$  : 鋼板降伏時曲率 (1/mm)

d. 原子炉本体基礎の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

原子炉本体基礎の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性は、最大点指向型モデルとする。原子炉本体基礎の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性を図 1.3.1-4 に示す。



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

図 1.3.1-4 原子炉本体基礎の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性



(2) RPV ペDESTALのスケルトン曲線

a. 水平方向モデル

水平方向は、RPV ペDESTALの各質点間を等価な曲げ、せん断剛性を評価した多質点系モデルとしている。

代表として、「原子炉本体基礎の地震応答解析モデル」のモデル図を図 1.3.1-5 及び図 1.3.1-6 に、基本ケースの RPV ペDESTALの諸元を表 1.3.1-2 及び表 1.3.1-3 に示す。

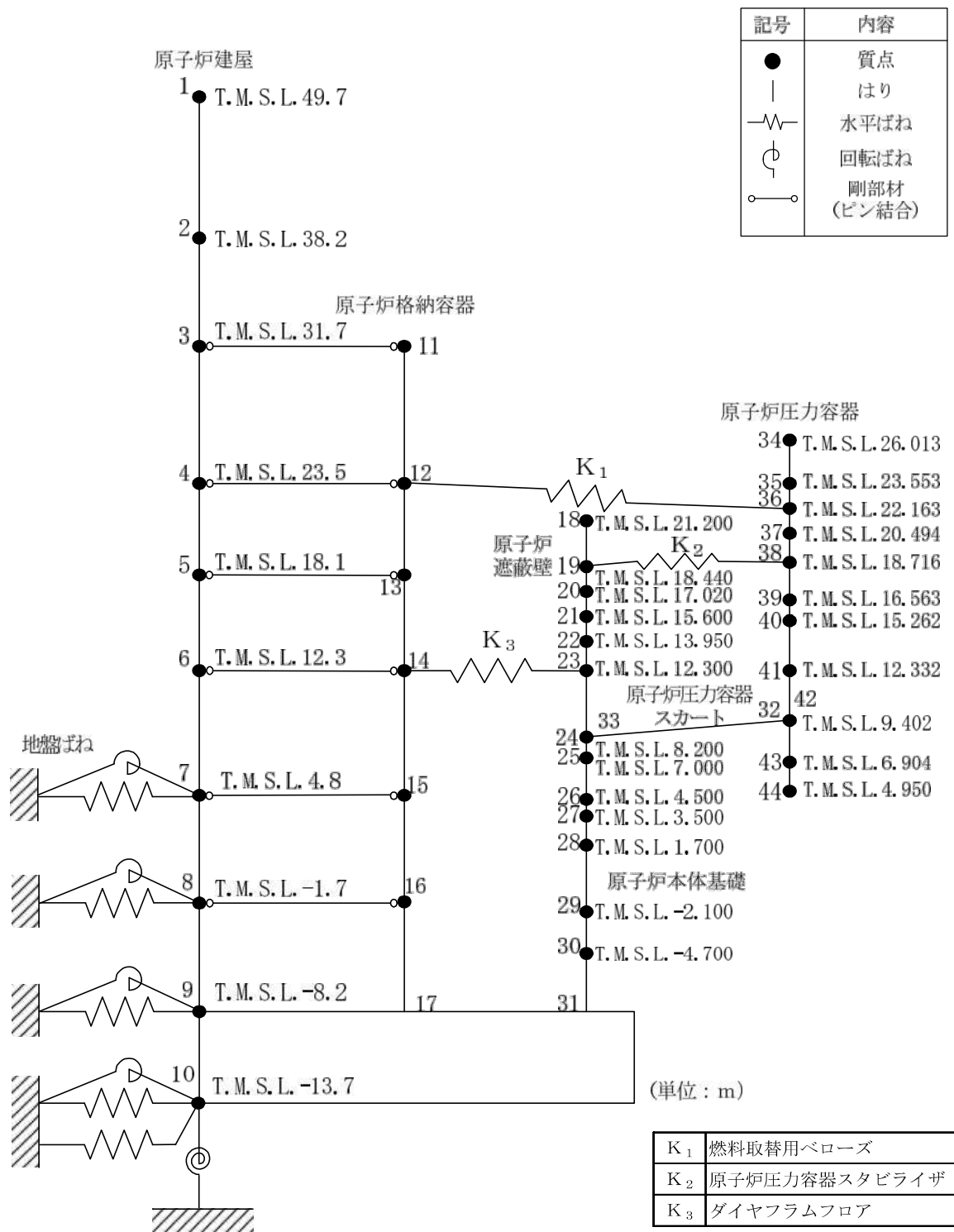


図 1.3.1-5 原子炉圧力容器，原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎地震応答解析モデル  
(NS 方向 誘発上下動を考慮しない場合)

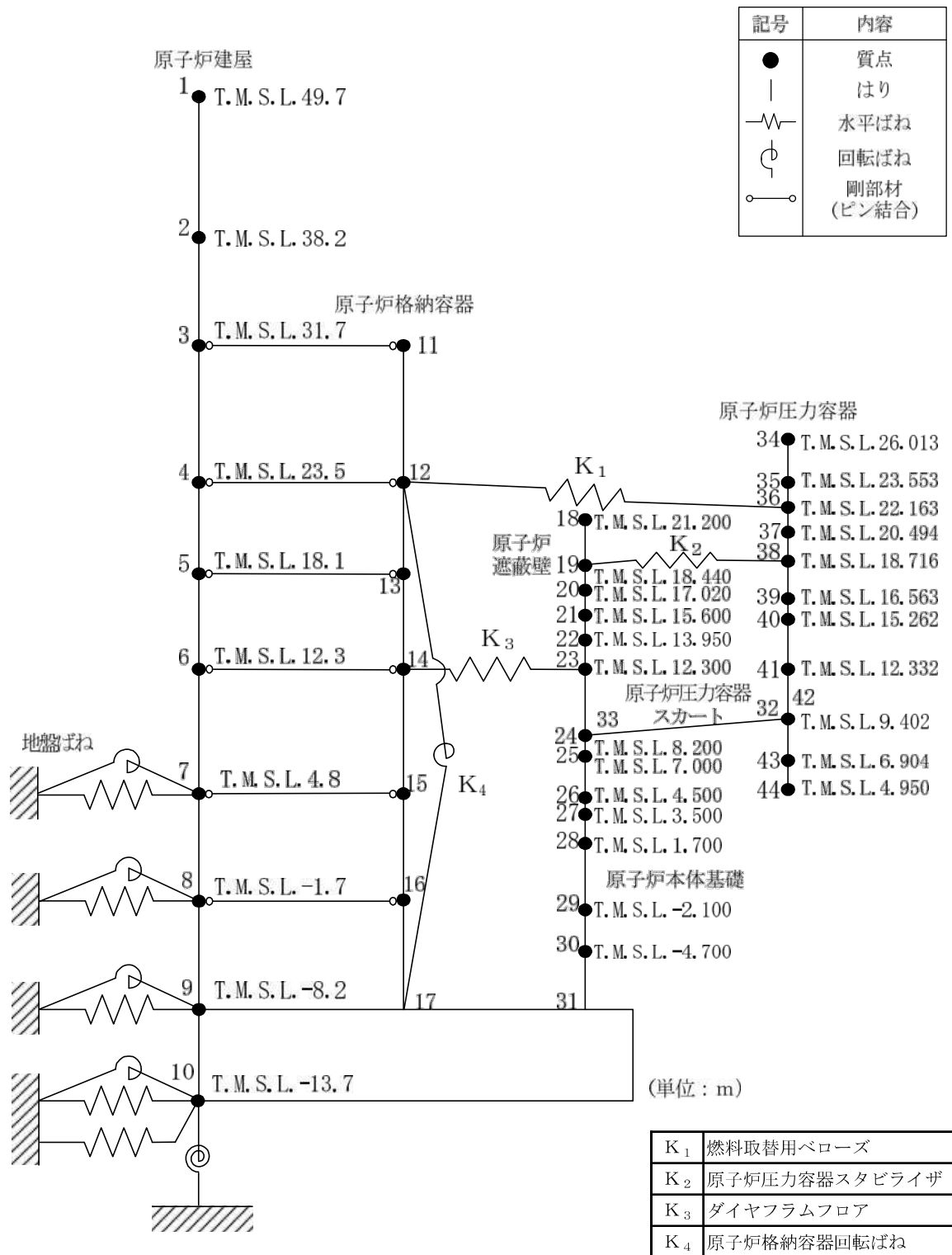


図 1.3.1-6 原子炉圧力容器，原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎地震応答解析モデル  
(EW 方向 誘発上下動を考慮しない場合)

表 1.3.1-2 地震応答解析モデル諸元 (NS 方向)

質点番号	分類	要素番号	質量 (t)	断面二次 モーメント ( $m^4$ )	有効せん断 断面積 ( $m^2$ )
23	上部 ペDESTAL	21	1369	213.0	6.09
24		22	521	255.9	8.85
25		23	384	193.2	5.46
26		24	315	136.9	3.85
27		25	206	185.8	5.29
28	下部 ペDESTAL	26	480	185.5	4.17
29		27	517	183.8	5.26
30		28	486	181.9	5.19
31		—	—	—	—

表 1.3.1-3 地震応答解析モデル諸元 (EW 方向)

質点番号	分類	要素番号	質量 (t)	断面二次 モーメント ( $m^4$ )	有効せん断 断面積 ( $m^2$ )
23	上部 ペDESTAL	21	1369	214.4	5.99
24		22	521	255.9	8.85
25		23	384	193.5	5.43
26		24	315	136.9	3.85
27		25	206	185.8	5.29
28	下部 ペDESTAL	26	480	143.0	5.30
29		27	517	183.8	5.26
30		28	486	181.9	5.19
31		—	—	—	—

b. 使用材料の物性値

基本ケースの地震応答解析に用いる RPV ペDESTAL の使用材料の物性値を表 1.3.1-4 及び表 1.3.1-5 に示す。

表 1.3.1-4 使用材料の物性値 (コンクリート)

使用材料	ヤング係数 $E_C$ (N/mm <sup>2</sup> )	せん断弾性係数 $G_C$ (N/mm <sup>2</sup> )
コンクリート* : $\sigma_B = 29.4$ (N/mm <sup>2</sup> )	$2.55 \times 10^4$	$1.09 \times 10^4$

注記\* : 設計基準強度に基づくコンクリート強度

表 1.3.1-5 使用材料の物性値 (鋼板)

使用材料	ヤング係数 $E_S$ (N/mm <sup>2</sup> )	せん断弾性係数 $G_S$ (N/mm <sup>2</sup> )
鋼板 : SPV490	$1.92 \times 10^5$	$7.39 \times 10^4$

c. せん断力のスケルトン曲線

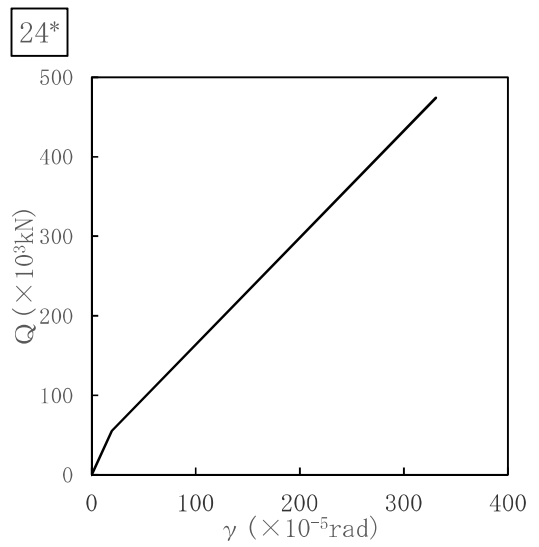
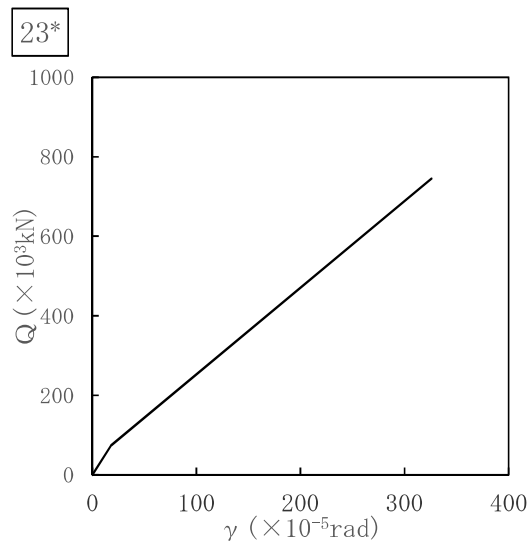
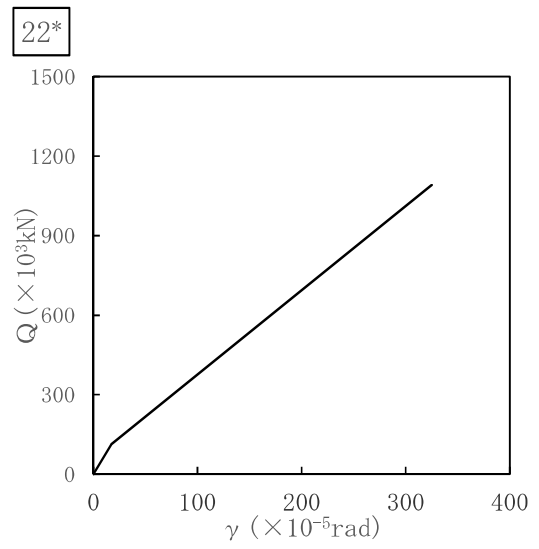
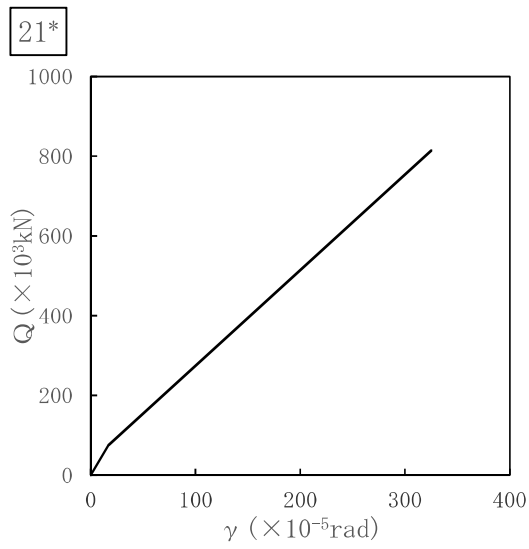
基本ケースのRPVペデスタルの各要素におけるせん断力のスケルトン曲線の諸数値を表1.3.1-6及び表1.3.1-7に、スケルトン曲線を図1.3.1-7及び図1.3.1-8に示す。

表 1.3.1-6 せん断力のスケルトン曲線 (NS 方向)

質点番号	要素番号	$Q_1$ ( $\times 10^3$ kN)	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-5}$ rad)	$Q_2$ ( $\times 10^3$ kN)	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-5}$ rad)
23	21	74.8	16.6	814	325
24	22	112	17.1	1090	325
25	23	73.6	18.2	745	326
26	24	55.4	19.5	474	331
27	25	36.4	9.30	394	333
28	26	29.6	9.60	330	333
29	27	37.2	9.60	389	333
30	28	37.2	9.70	379	333

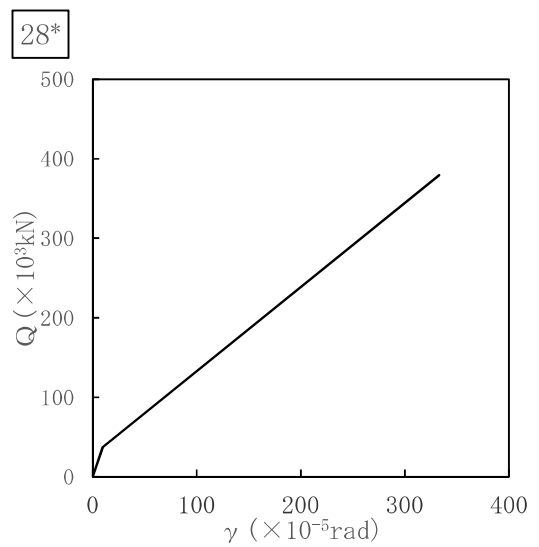
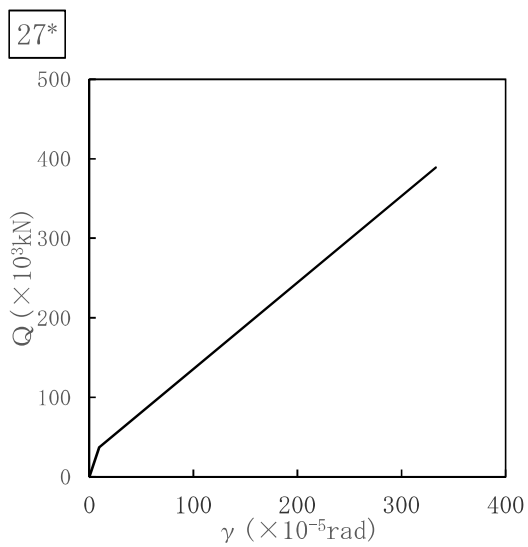
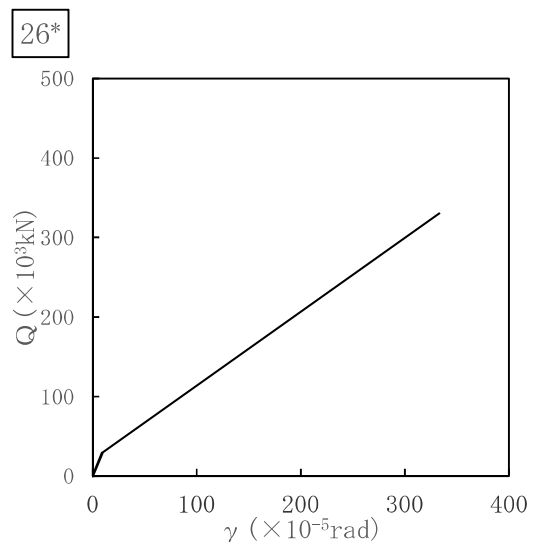
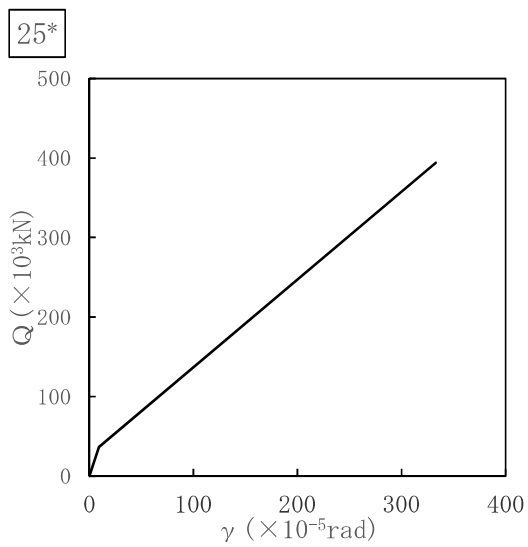
表 1.3.1-7 せん断力のスケルトン曲線 (EW 方向)

質点番号	要素番号	$Q_1$ ( $\times 10^3$ kN)	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-5}$ rad)	$Q_2$ ( $\times 10^3$ kN)	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-5}$ rad)
23	21	73.5	16.6	804	324
24	22	112	17.1	1090	325
25	23	73.2	18.2	737	325
26	24	55.4	19.5	474	331
27	25	36.4	9.30	394	333
28	26	37.6	9.60	394	333
29	27	37.2	9.60	389	333
30	28	37.2	9.70	379	333



注記\*：各図上に記載の要素番号は表 1.3.1-6 に対応。

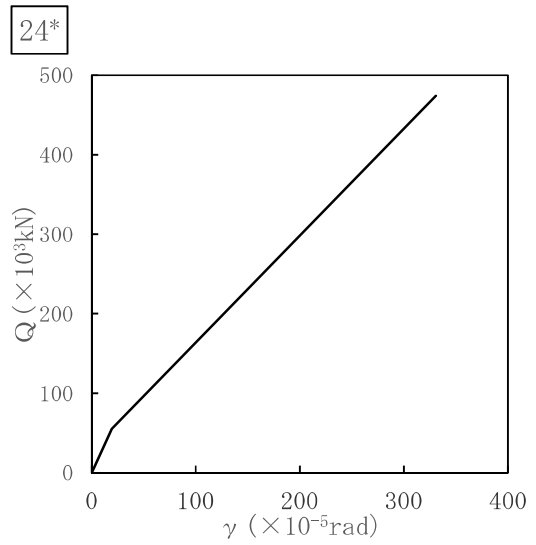
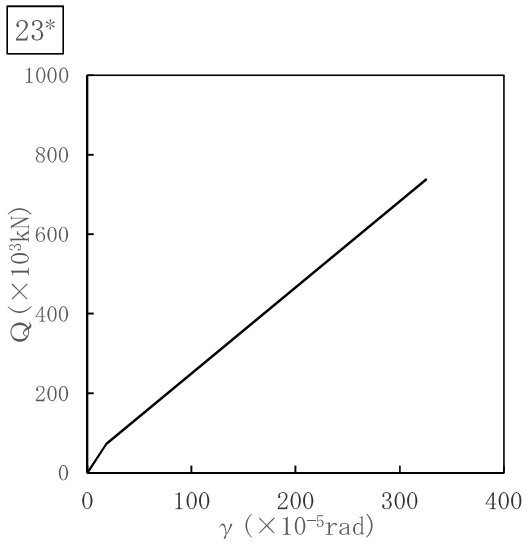
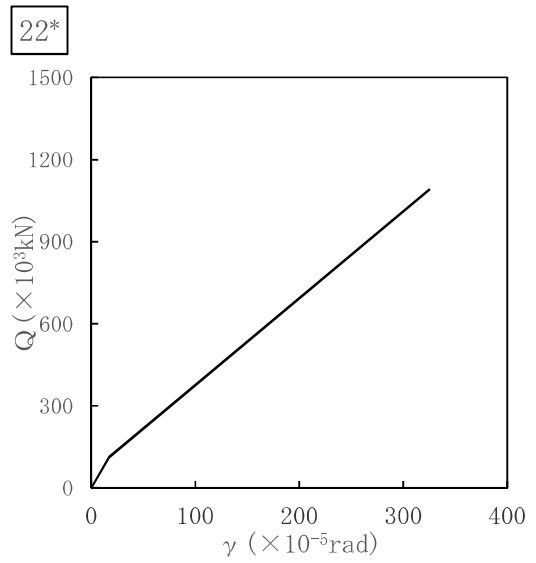
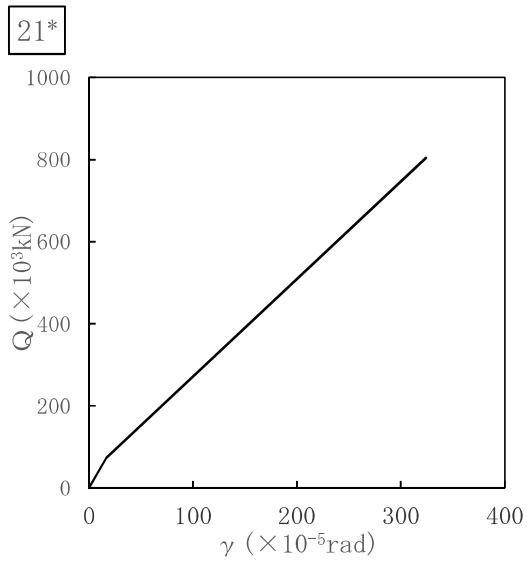
図 1.3.1-7 (1) せん断力のスケルトン曲線 (NS 方向)



注記\*：各図上に記載の要素番号は表 1.3.1-6 に対応。

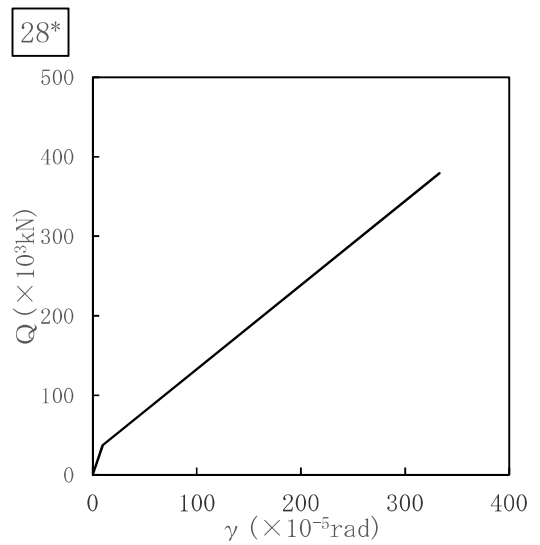
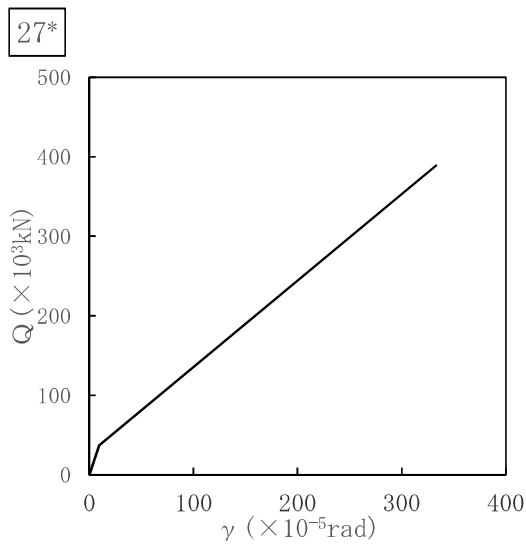
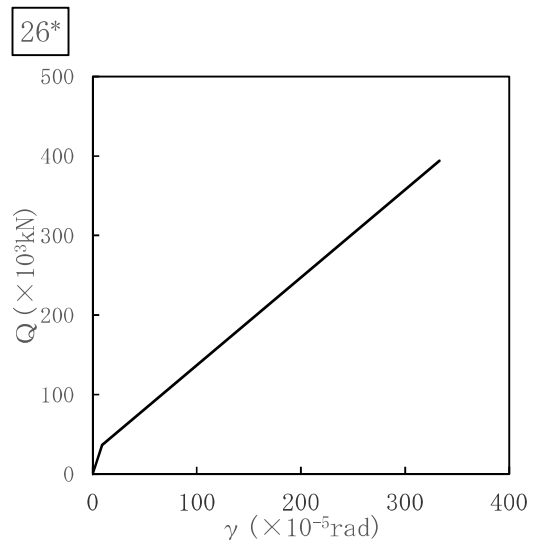
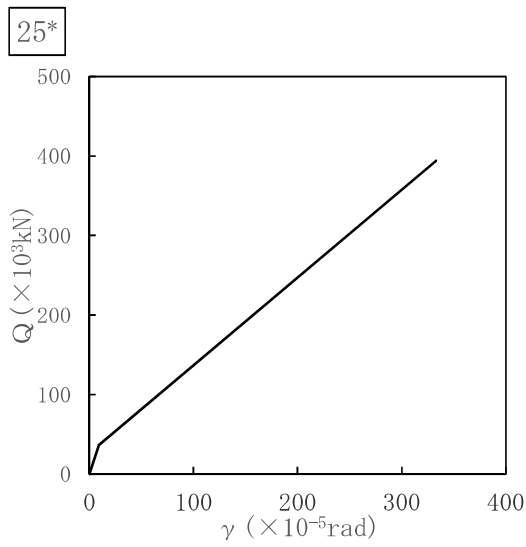
図 1.3.1-7 (2) せん断力のスケルトン曲線 (NS 方向)





注記\*：各図上に記載の要素番号は表 1.3.1-7 に対応。

図 1.3.1-8 (1) せん断力のスケルトン曲線 (EW 方向)



注記\*：各図上に記載の要素番号は表 1.3.1-7 に対応。

図 1.3.1-8 (2) せん断力のスケルトン曲線 (EW 方向)

d. 曲げモーメントのスケルトン曲線

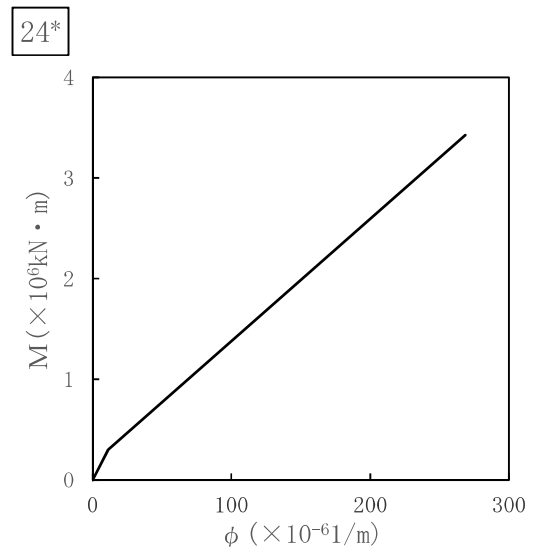
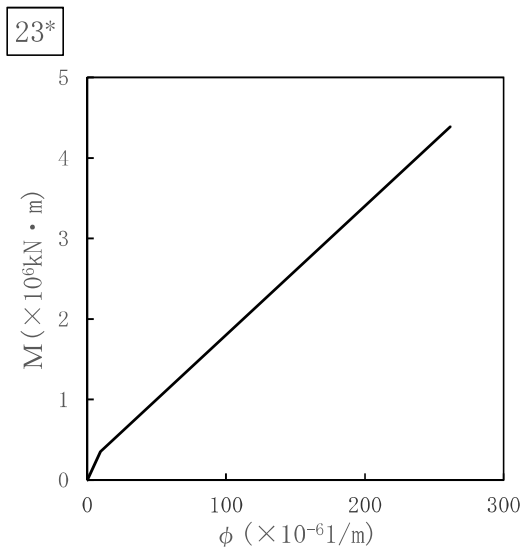
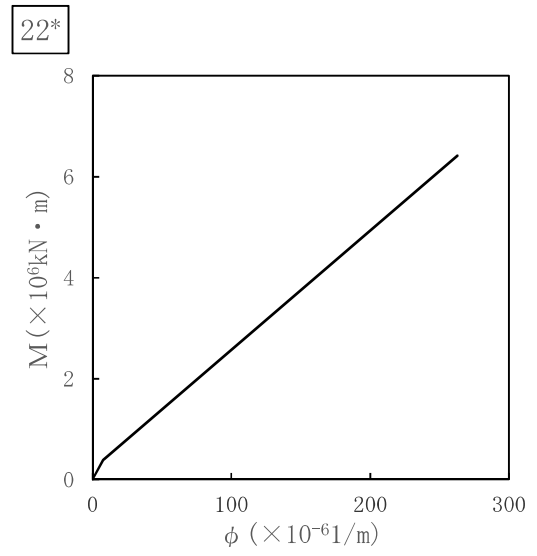
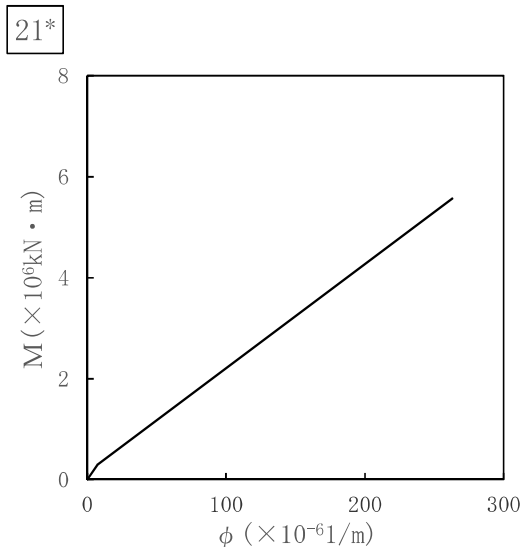
基本ケースの RPV ペDESTALの各要素における曲げモーメントのスケルトン曲線の諸数値を表 1.3.1-8 及び表 1.3.1-9 に、スケルトン曲線を図 1.3.1-9 及び図 1.3.1-10 に示す。

表 1.3.1-8 曲げモーメントのスケルトン曲線 (NS 方向)

質点番号	要素番号	$M_1$ ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\phi_1$ ( $\times 10^{-6} 1/\text{m}$ )	$M_2$ ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\phi_2$ ( $\times 10^{-6} 1/\text{m}$ )
23	21	0.298	7.28	5.57	263
24	22	0.388	7.90	6.42	263
25	23	0.353	9.52	4.39	262
26	24	0.299	11.4	3.43	269
27	25	0.154	4.31	3.63	249
28	26	0.186	5.21	3.63	249
29	27	0.180	5.10	3.34	248
30	28	0.192	5.49	3.36	249

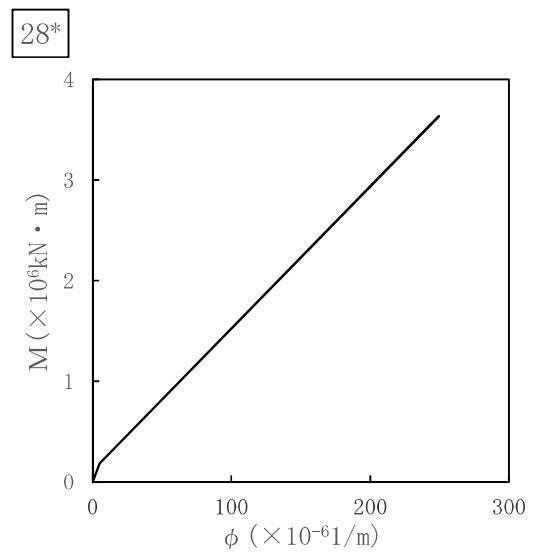
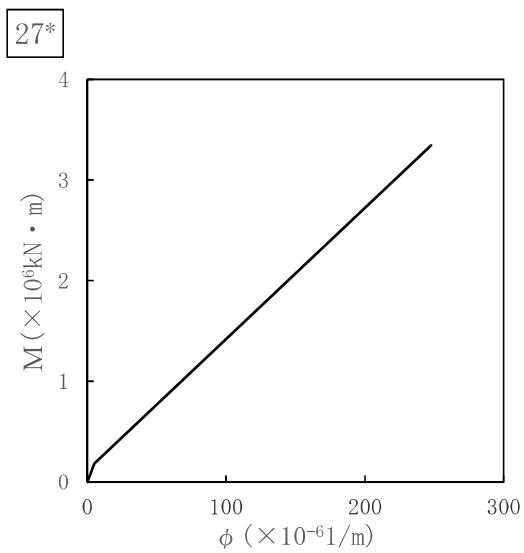
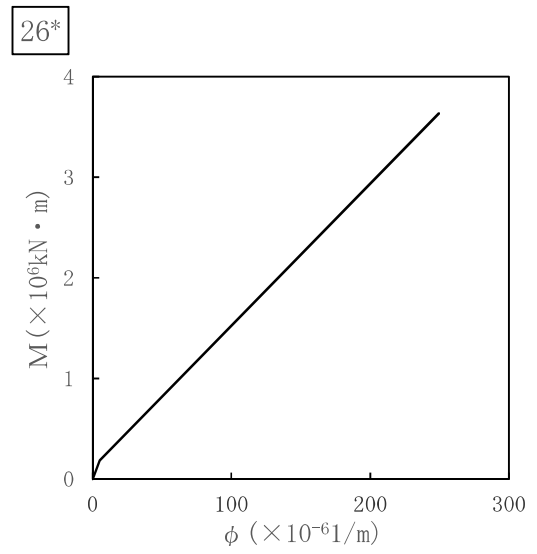
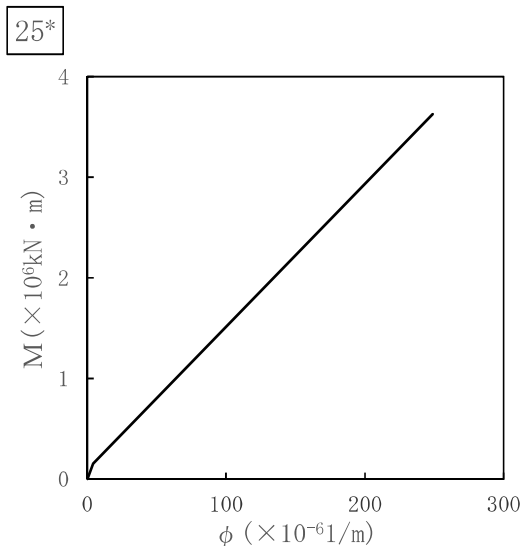
表 1.3.1-9 曲げモーメントのスケルトン曲線 (EW 方向)

質点番号	要素番号	$M_1$ ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\phi_1$ ( $\times 10^{-6} 1/\text{m}$ )	$M_2$ ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\phi_2$ ( $\times 10^{-6} 1/\text{m}$ )
23	21	0.300	7.28	5.64	263
24	22	0.388	7.90	6.42	263
25	23	0.354	9.52	4.42	262
26	24	0.299	11.4	3.43	269
27	25	0.154	4.31	3.63	249
28	26	0.143	5.21	2.66	249
29	27	0.180	5.10	3.34	248
30	28	0.192	5.49	3.36	249



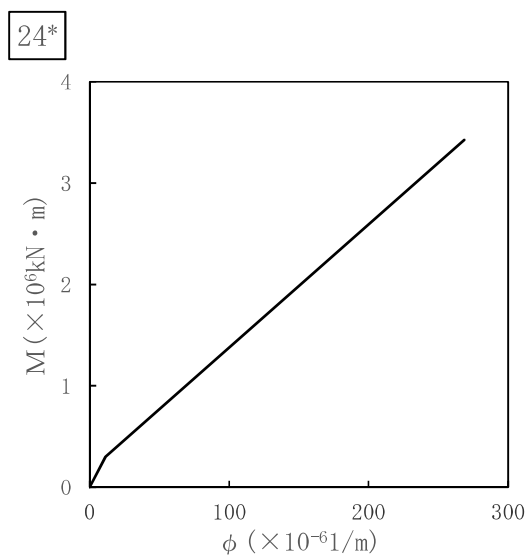
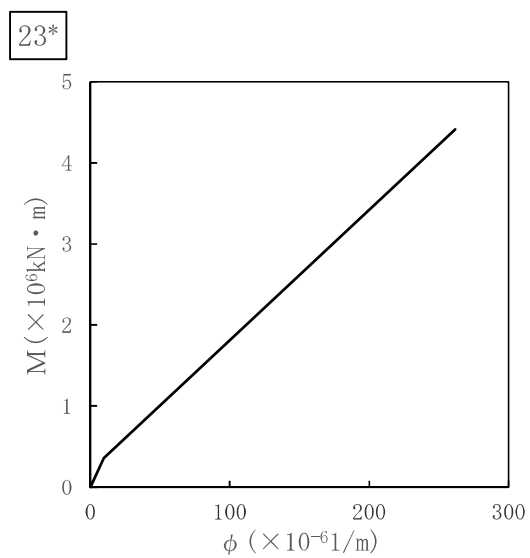
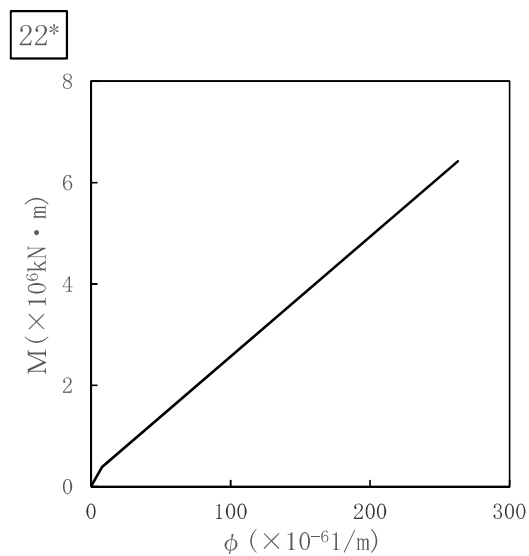
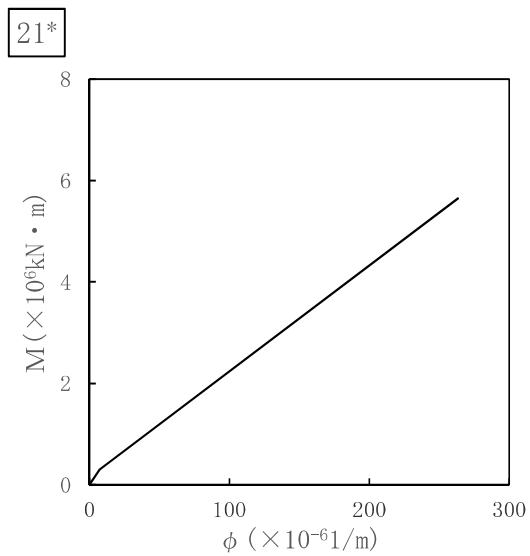
注記\*：各図上に記載の要素番号は表 1.3.1-8 に対応。

図 1.3.1-9 (1) 曲げモーメントのスケルトン曲線 (NS 方向)



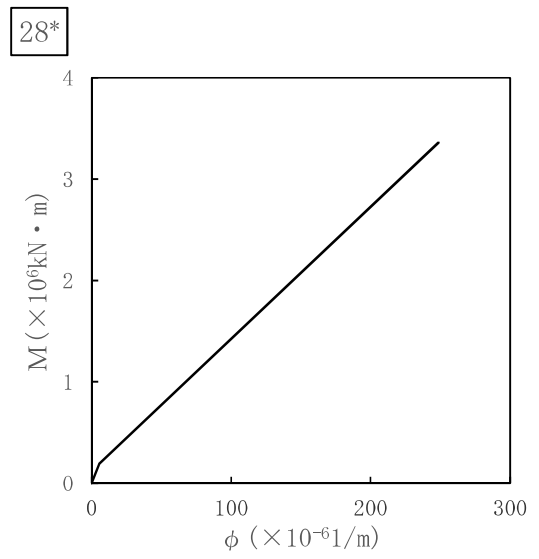
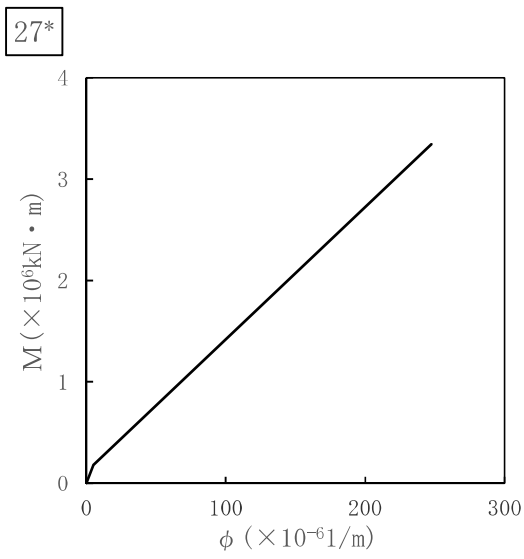
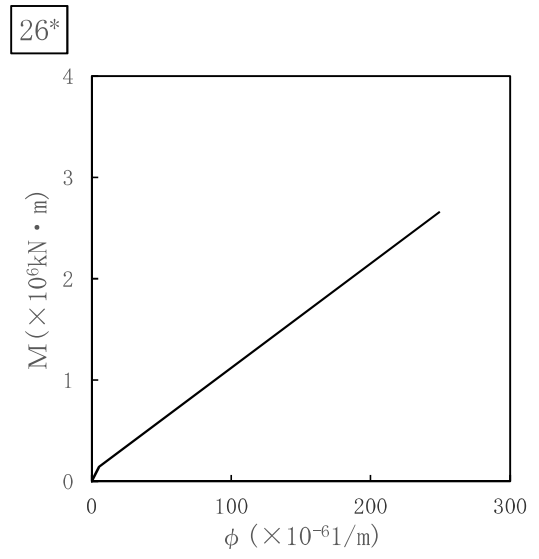
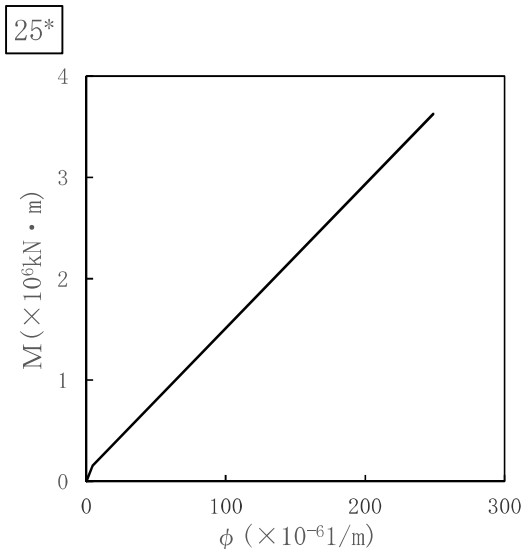
注記\*：各図上に記載の要素番号は表 1.3.1-8 に対応。

図 1.3.1-9 (2) 曲げモーメントのスケルトン曲線 (NS 方向)



注記\*：各図上に記載の要素番号は表 1.3.1-9 に対応。

図 1.3.1-10 (1) 曲げモーメントのスケルトン曲線 (EW 方向)



注記\*：各図上に記載の要素番号は表 1.3.1-9 に対応。

図 1.3.1-10 (2) 曲げモーメントのスケルトン曲線 (EW 方向)

### 1.3.2 鉛直方向解析モデル

#### (1) 鉛直方向解析モデルの扱い

既工認においては、動的地震動を水平方向に対してのみ考慮すればよく、設計の進捗にあわせて、段階的に以下の大型機器系と炉内構造物系の2種類の水平方向解析モデルを用いて分割申請を行っていた。

大型機器系： 原子炉建屋～原子炉格納容器～原子炉遮蔽壁・原子炉本体基礎～  
原子炉圧力容器

炉内構造物系： 原子炉建屋～原子炉格納容器～原子炉遮蔽壁・原子炉本体基礎～  
原子炉圧力容器～炉内構造物（気水分離器・炉心シュラウド、燃料集合体、制御棒案内管）～制御棒駆動機構ハウジング・原子炉冷却材再循環ポンプ

これに対して、今回工認では、鉛直動的地震動が導入されたことから、原子炉本体及び炉内構造物について、鉛直方向応答を適切に評価する観点で、水平方向応答解析モデルとは別に鉛直方向応答解析モデル（図 1.3.2-1 参照）を新たに採用し、鉛直地震動に対する評価を実施している。

ここで、水平方向解析モデルについては、既工認との連続性から、既工認と同様に大型機器系と炉内構造物系の2種類の解析モデルを使用するが、鉛直方向については、実機に合わせて構造物をモデル化できることから、建設工認のように設計進捗に応じたモデルの使い分けの必要がないため、炉内構造物等も含めてモデル化した炉内構造物系のみを使用している（表 1.3.2-1 参照）。

表 1.3.2-1 既工認と今回工認において使用している解析モデル

	既工認	今回工認
水平方向	大型機器系 (図 1.3.2-2, 図 1.3.2-3) 炉内構造物系 (図 1.3.2-4, 図 1.3.2-5)	大型機器系 (図 1.3.2-6, 図 1.3.2-7) 炉内構造物系 (図 1.3.2-8, 図 1.3.2-9)
鉛直方向	—	炉内構造物系 (図 1.3.2-1)



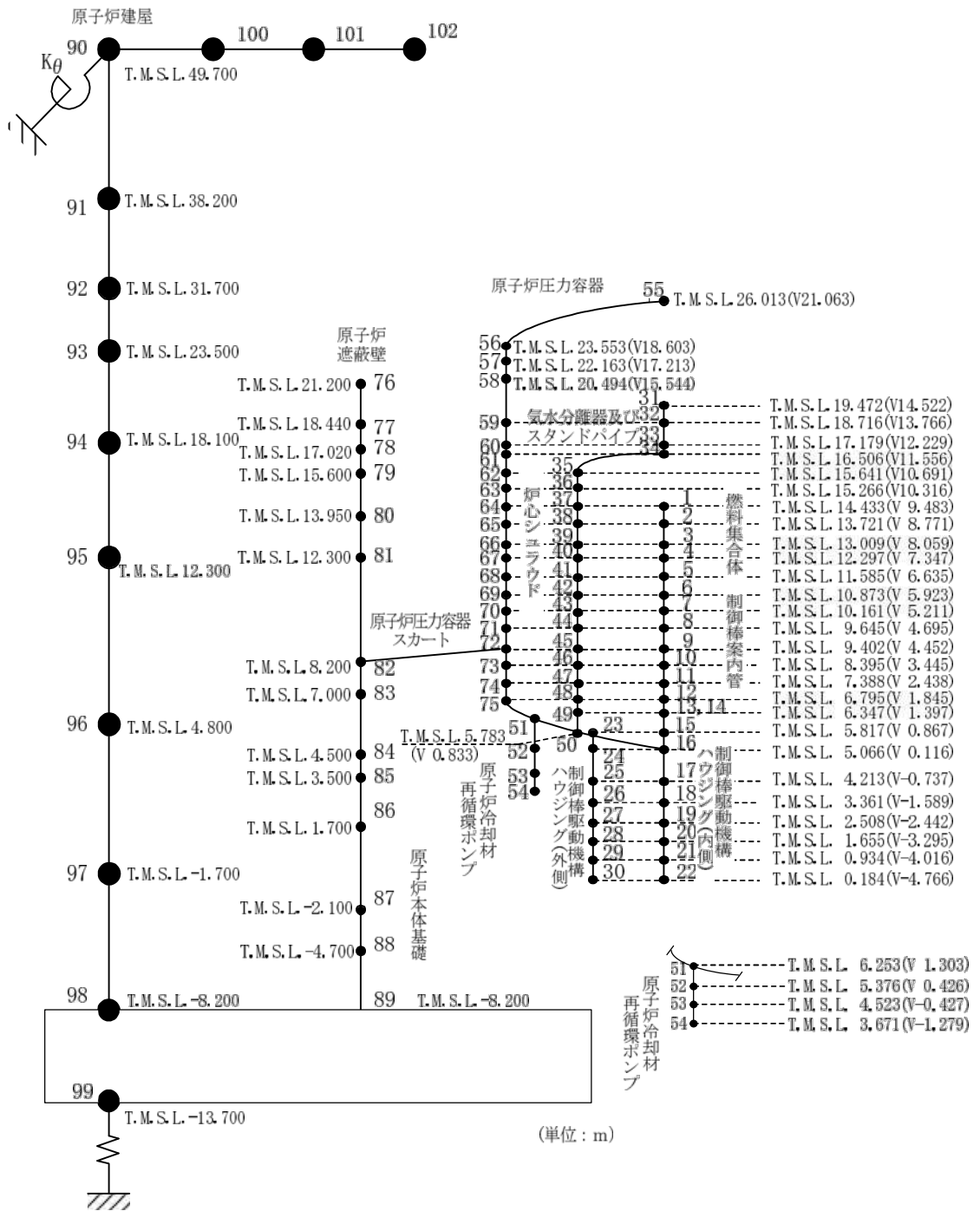


図 1.3.2-1 鉛直方向解析モデル：炉内構造物系

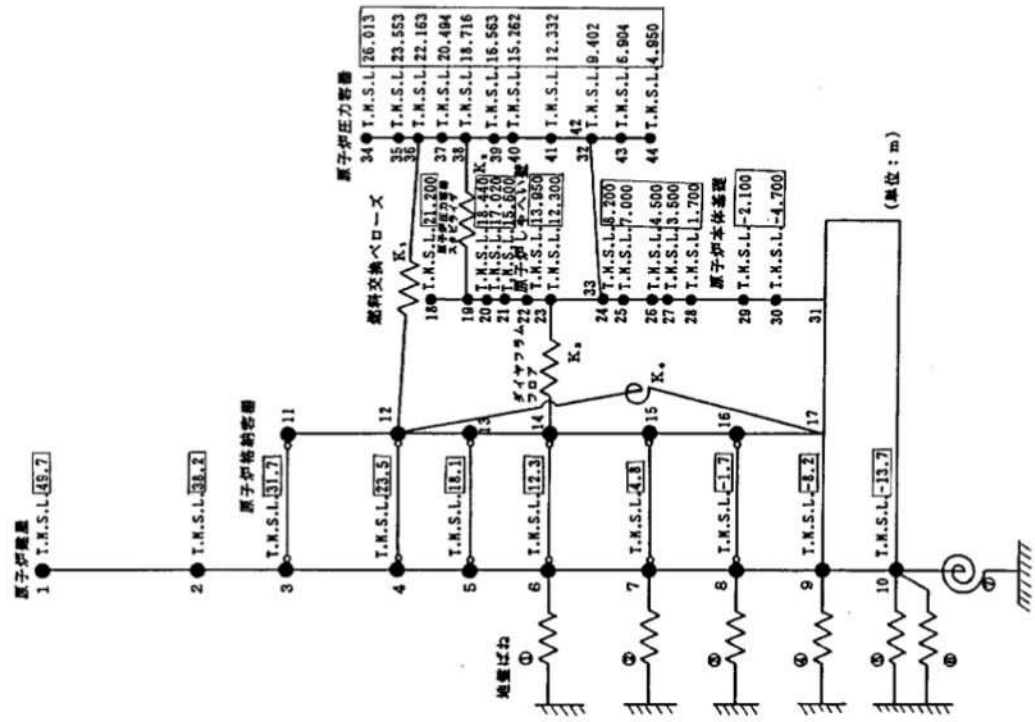


図 1.3.2-3 EW 方向解析モデル：大型機器系  
(既工認：分割申請第 1 回)

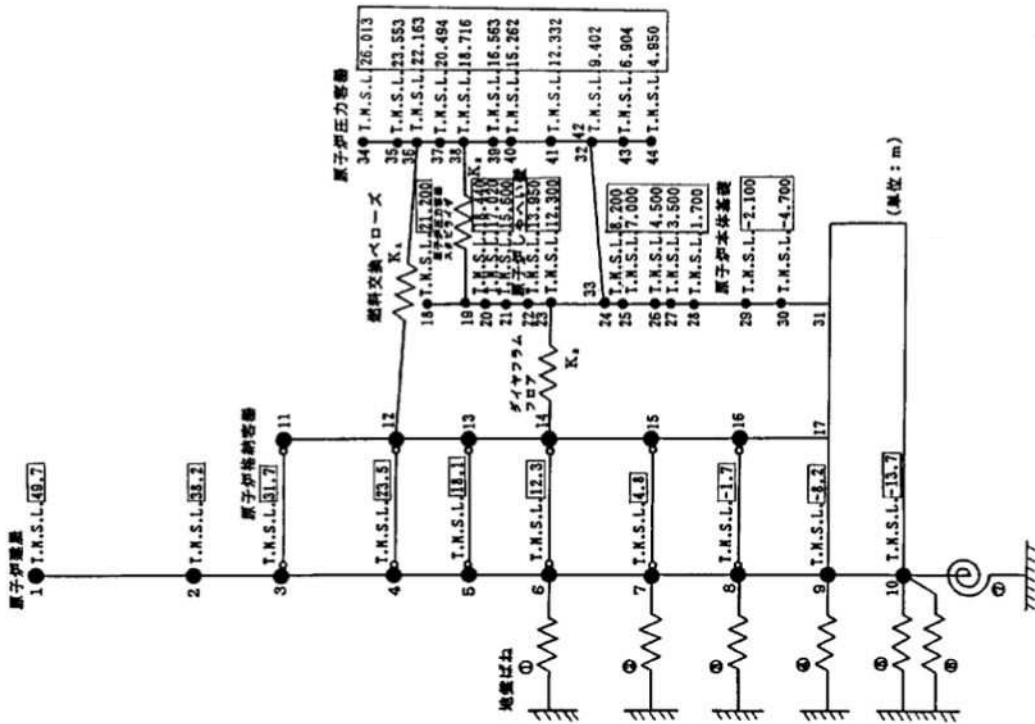


図 1.3.2-2 NS 方向解析モデル：大型機器系  
(既工認：分割申請第 1 回)

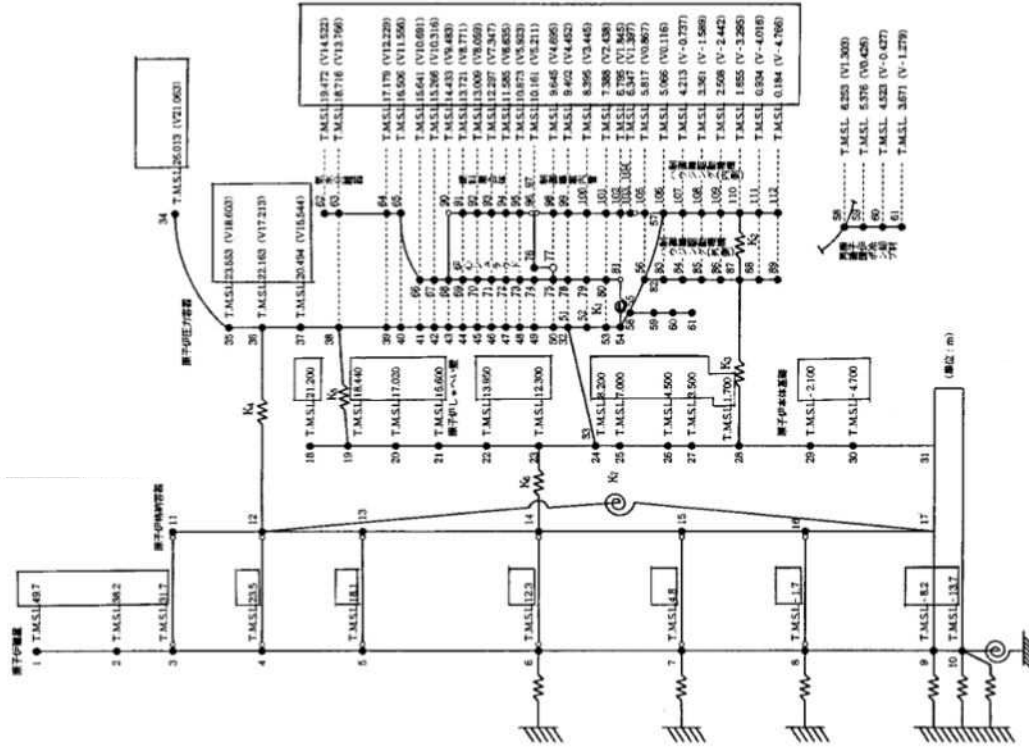


図 1.3.2-5 EW 方向解析モデル：炉内構造物系  
(既工認：分割申請第5回)

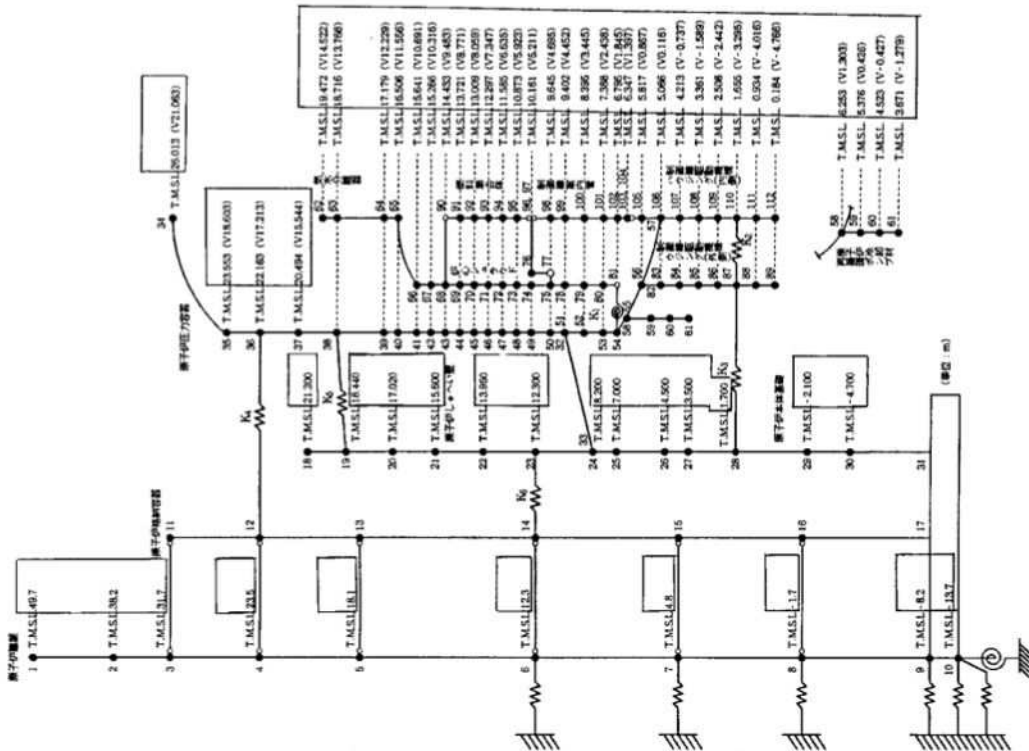


図 1.3.2-4 NS 方向解析モデル：炉内構造物系  
(既工認：分割申請第5回)

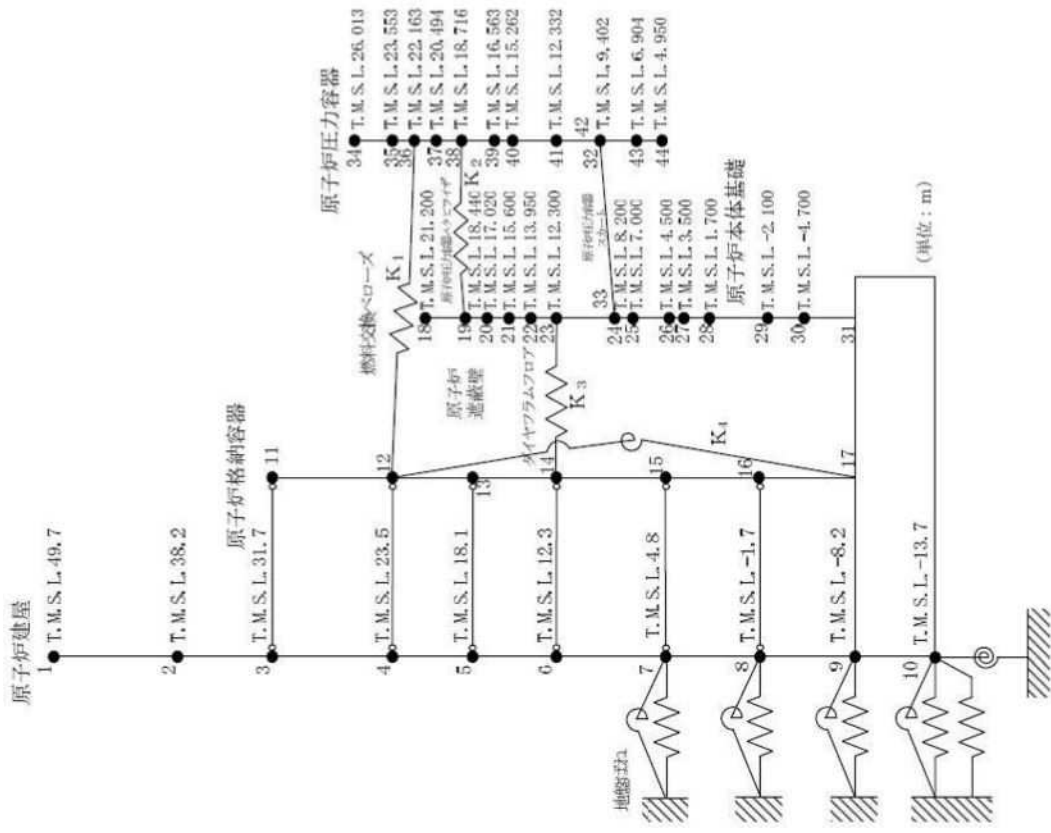


図 1.3.2-7 EW 方向解析モデル：大型機器系  
(今回工認)

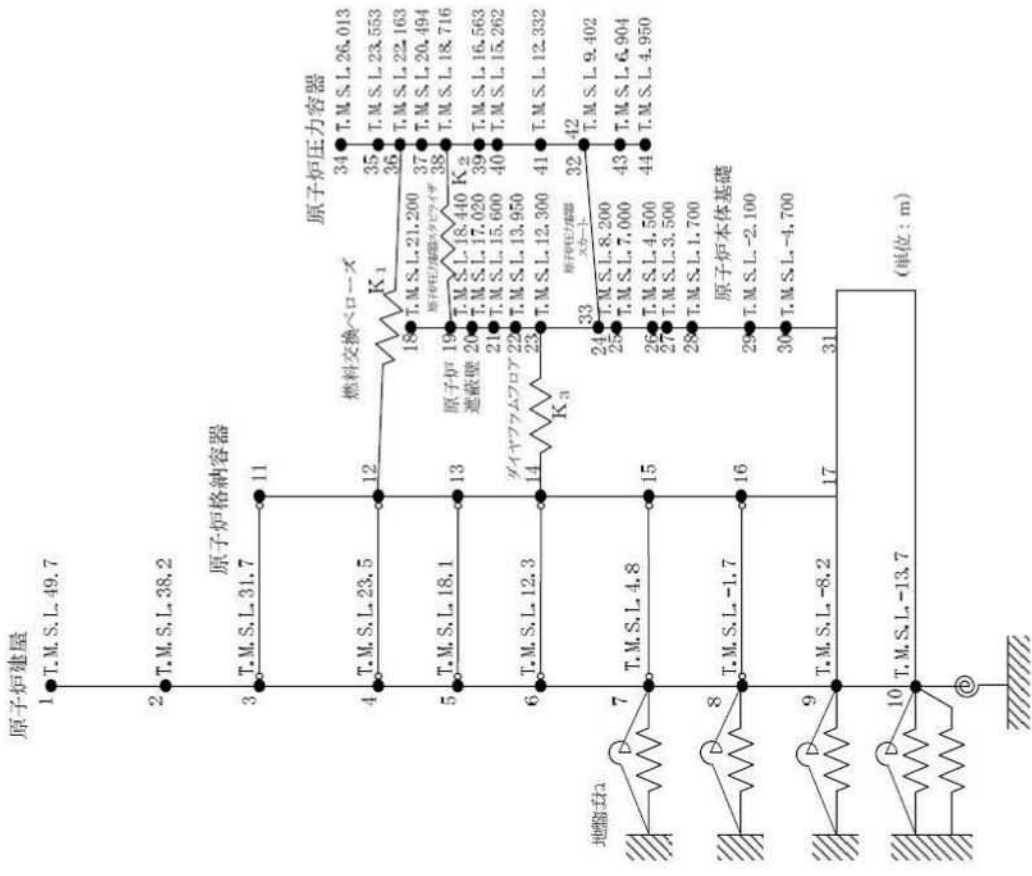


図 1.3.2-6 NS 方向解析モデル：大型機器系  
(今回工認)

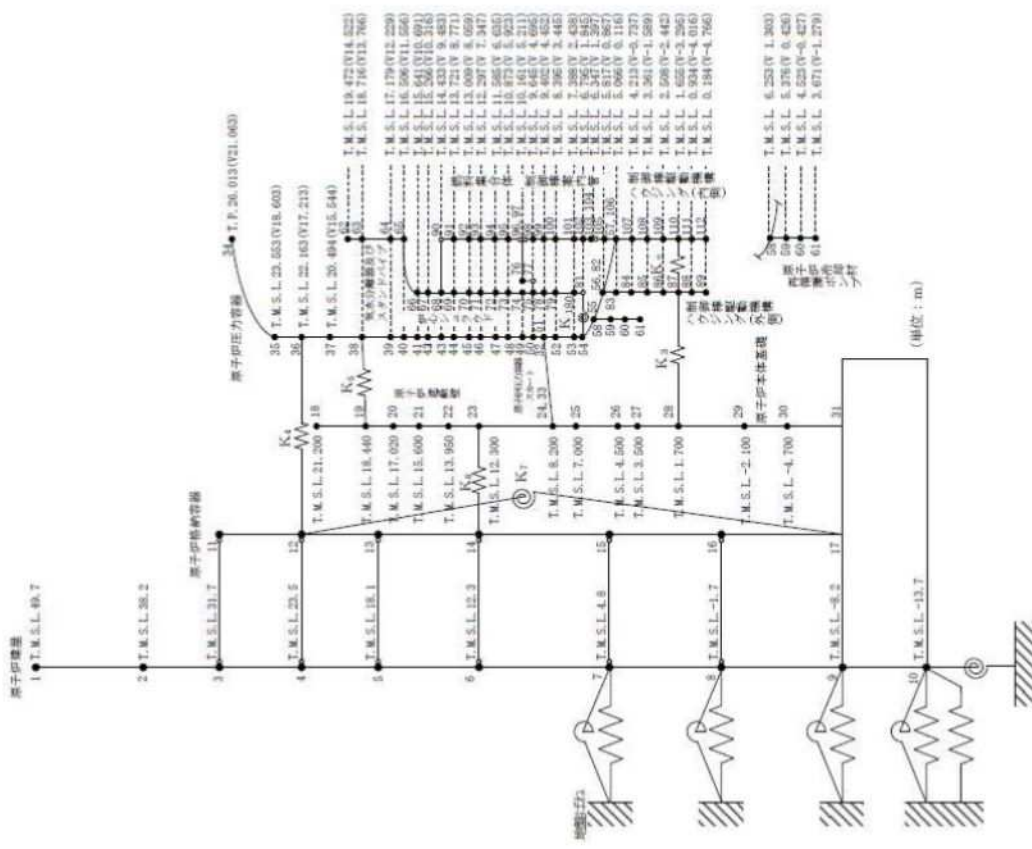


図 1.3.2-8 NS 方向解析モデル：炉内構造物系 (今回工認)

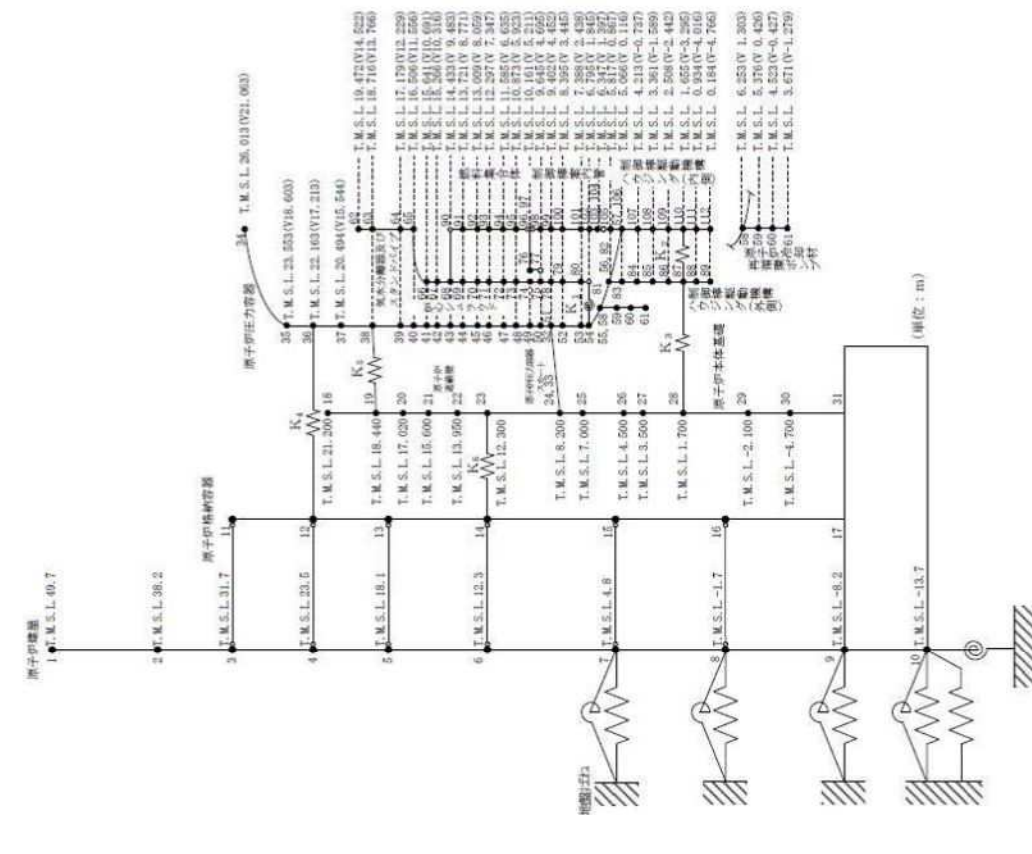


図 1.3.2-9 EW 方向解析モデル：炉内構造物系 (今回工認)

(2) 鉛直方向解析モデルの設定について

新たに作成する鉛直方向解析モデルは、水平方向解析モデルとの整合を図ることを基本とし、上下方向の自由度のみを有する、集中質量質点と軸圧縮ばねで構成されるモデルとして作成している。ここで、水平方向解析モデルではばねとして考慮している設備は、表 1.3.2-2 に示す理由により鉛直方向の振動特性には影響を与えないことから、鉛直方向解析モデルではばねとしてモデル化していない。なお、燃料集合体は、下部を燃料支持金具に、上部を上部格子板に支持され、鉛直方向には拘束されていないが、【KK7 補足-024-2 耐震評価対象の網羅性、既工認との手法の相違点の整理について】に記載の通り、鉛直方向最大応答震度が 0.88 と 1G 以下であり、浮き上りが生じないことを確認している。

表 1.3.2-2 鉛直方向解析モデルではばねとしてモデル化していない設備

No.	名称	ばねとしてモデル化しない理由
K <sub>1</sub>	シュラウドサポート	水平方向解析モデルでは、水平方向の荷重を受けたシュラウドサポートプレート、レグ及びシリンダによる回転振動を考慮するために回転ばねに置換していたが、鉛直方向ではシュラウドの荷重はシリンダ及びレグを介して原子炉压力容器下部鏡板に伝達されることから、鉛直方向解析モデルでは回転ばねではなく、シュラウドサポートレグ及びシリンダを軸圧縮ばねとしてモデル化している。
K <sub>2</sub>	制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレント	鉛直方向荷重を受け持たない構造であるため、鉛直方向解析モデルではモデル化していない。
K <sub>3</sub>	制御棒駆動機構ハウジングレストレントビーム	鉛直方向荷重を受け持たない構造であるため、鉛直方向解析モデルではモデル化していない。
K <sub>4</sub>	燃料取替用ベローズ	鉛直方向解析モデルにてモデル化している其他構造物の剛性に対して無視できる程度に小さい値であるため、鉛直方向解析モデルではモデル化していない。
K <sub>5</sub>	原子炉压力容器スタビライザ	鉛直方向荷重を受け持たない構造であるため、鉛直方向解析モデルではモデル化していない。
K <sub>6</sub>	ダイヤフラムフロア	鉛直方向解析モデルにてモデル化している其他構造物の剛性に対して 2 桁程度小さく、振動特性に有意な影響を与えないと考えられるため、鉛直方向解析モデルではモデル化していない。

鉛直方向解析モデルの質点質量算定の基本方針は、水平方向解析モデルと同様とし、炉水の質量は炉水を支持する部位の面積に対応して配分する等、荷重伝達経路を考慮して振り分けを行う。なお、ダイヤフラムフロアについては、水平方向解析モデルと同様、質量の1/2をRPVペデスタルと原子炉格納容器のそれぞれに配分している。

鉛直方向解析モデルの断面剛性算定の基本方針は、円筒形又はそれに準ずる構造物について、下式により全断面を用いてばね定数を算定している。

$$K = AE / L$$

ここで、

A：断面積 (m<sup>2</sup>)

E：縦弾性係数 (t/m<sup>2</sup>)

L：部材長 (m)

質点質量及びばね定数の算定例を以下に示す。

a. 質点質量

(a) 原子炉圧力容器上部鏡板 (質点番号：55)



$$\begin{aligned} \text{鉛直方向解析モデル質点質量} &= \text{水平方向解析モデル質点質量} - \text{炉水質量} \\ &= \boxed{\phantom{00000}} = 22.10(\text{t}) \end{aligned}$$

表 1.3.2-3 原子炉圧力容器上部鏡板の質点質量算定結果

		水平方向 解析モデル	鉛直方向 解析モデル	備考
質点番号		34	55	
標高 T.M.S.L. (m)		26.013		
本体質量 (t)				
付加物 質量 (t)	ベント及び 上蓋スプレイング			
	上蓋吊り金具			
炉水質量 (t)				
質点質量 (t)		22.62	22.10	

b. ばね定数

(a) 原子炉圧力容器胴板 (質点番号 : 68-69)

原子炉圧力容器胴板の断面剛性は、部材の諸元を用いて、全断面によるばね定数を以下の通り算定する。

$$\begin{aligned}
 A &= (\text{NS 方向有効せん断断面積}) + (\text{EW 方向有効せん断断面積}) \\
 &= \boxed{\phantom{000}} + \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}} \text{ (m}^2\text{)} \\
 E &= \boxed{\phantom{000000}} \text{ (t/m}^2\text{)} \\
 L &= 0.712 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

よって、

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{A E}{L} \\
 &= \frac{\boxed{\phantom{000}} \times \boxed{\phantom{000000}}}{0.712} = \boxed{\phantom{000000}} \text{ (t/m)} \rightarrow \boxed{\phantom{000000}} \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

(b) シュラウドヘッド (質点番号 : 34-35)

シュラウドヘッドは形状が円筒ではなく水平方向の広がりを持つことから、理論式<sup>[1]</sup>を用いて、以下の通り算定する。なお、シュラウドヘッドはスタンドパイプ貫通孔を有することから、スタンドパイプ貫通孔による剛性低下の効果を、物性値を補正することにより模擬する (リガメント効率 : 0' Donnell の方法<sup>[2]</sup>)。シュラウドヘッドの構造概要を図 1.3.2-10 に示す。

$$\begin{aligned}
 \Delta y &= \frac{\rho \cdot R^2}{E^*} \left\{ \sin^2 \theta + (1 + \nu^*) \cdot \ln \frac{2}{1 + \cos \theta} \right\}^{[1]} \\
 P &= 2\pi \cdot R^2 (1 - \cos \theta) \cdot t \cdot \rho \\
 K &= \frac{P}{\Delta y} = \frac{2\pi (1 - \cos \theta) \cdot t \cdot E^*}{\sin^2 \theta + (1 + \nu^*) \cdot \ln \frac{2}{1 + \cos \theta}} \\
 &= \frac{2\pi \times (1 - \cos \boxed{\phantom{00}}) \times \boxed{\phantom{000000}} \times \boxed{\phantom{000000}}}{\sin^2 \boxed{\phantom{00}} + (1 + 0.334) \cdot \ln \frac{2}{1 + \cos \boxed{\phantom{00}}}} = \boxed{\phantom{000000}} \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

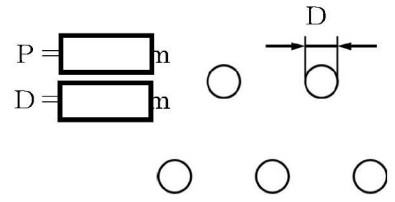
ここで

- y : 高さ
- $\Delta y$  : 高さ y に対する変形量
- P : 自重
- R : 面内半径
- $\rho$  : 単位体積重量



$$\eta : \text{リガメント効率} = (P - D) / P \quad [2]$$

$$= \frac{P - D}{P}$$

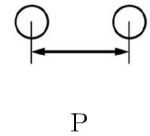


よって、下表を線形補間することにより、

$$E^* : \text{補正後の縦弾性係数} = \frac{E^*}{E} \times E$$

$$= \frac{E^*}{E} \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\nu^* : \text{補正後のポアソン比} = \frac{\nu^*}{\nu}$$



スタンドパイプ貫通孔の配置

表 1.3.2-4 三角配列の貫通孔を有す多孔板の有効断面定数 [2]

$\eta$	0.333	0.5	0.7	1.0
$E^*/E$	0.311	0.529	0.79	1.0
$\nu^*$	0.363	0.319	0.308	0.3

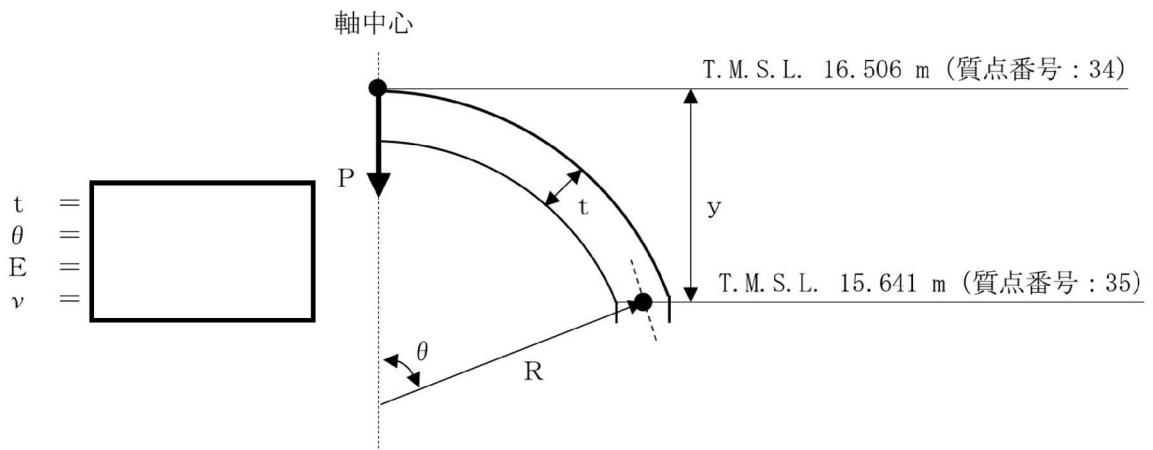


図 1.3.2-10 シュラウドヘッド (質点: 34-35) の構造概要

(c) 原子炉压力容器下部鏡板 (質点番号: 16-23)

原子炉压力容器下部鏡板はシュラウドヘッドと同様に形状が円筒ではなく水平方向の広がりを持つことから、原子炉压力容器下部鏡板の断面剛性は理論式 [1] を用いて、以下の通り算定する。なお、原子炉压力容器下部鏡板は制御棒駆動機構ハウジング貫通孔を有するが、制御棒駆動機構ハウジング貫通孔には制御棒駆動機構ハウジング貫通孔スタブチューブが取りついており、貫通孔による剛性低下を補強する効果があることから、貫通孔なしとしてばね定数を算定する。原子炉压力容器下部鏡板の構造概要を図 1.3.2-11 に示す。

$$\Delta y = \frac{\rho \cdot R^2}{E} \left\{ \sin^2 \theta + (1 + \nu) \cdot \ln \frac{2}{1 + \cos \theta} \right\} \quad [1]$$

$$P = 2\pi \cdot R^2 (1 - \cos \theta) \cdot t \cdot \rho$$

$$K = \frac{P}{\Delta y} = \frac{2\pi (1 - \cos \theta) \cdot t \cdot E}{\sin^2 \theta + (1 + \nu) \cdot \ln \frac{2}{1 + \cos \theta}}$$

$$= \frac{2\pi \times (1 - \cos \square) \times \square \times \square}{\sin^2 \square + (1 + 0.3) \cdot \ln \frac{2}{1 + \cos \square}} = \square \text{ (kN/m)}$$

ここで

- y : 高さ
- $\Delta y$  : 高さ y に対する変形量
- P : 自重
- R : 面内半径
- $\rho$  : 単位体積重量

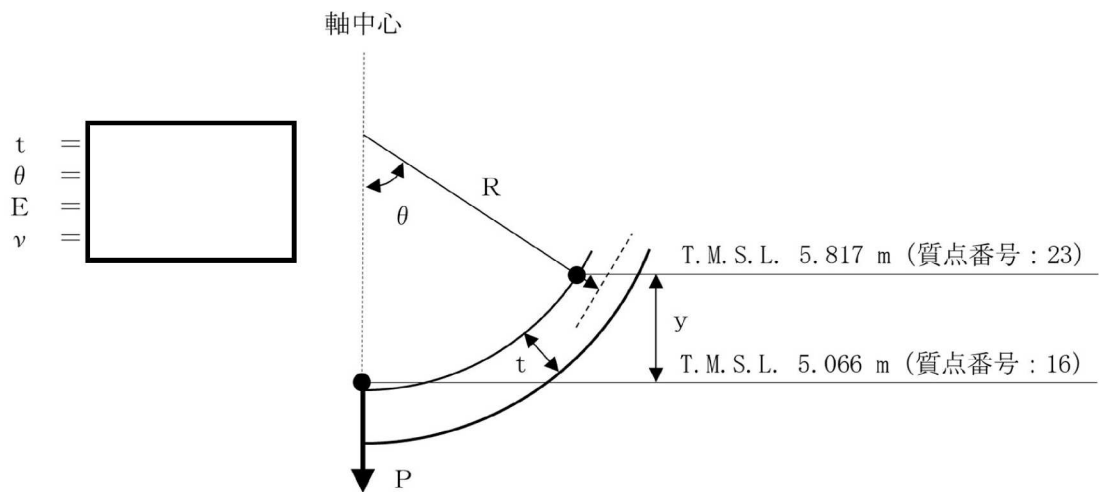


図 1.3.2-11 原子炉压力容器下部鏡板（質点：16-23）の構造概要

参考文献

- [1] : Roark 「FORMULAS OF STRESS AND STRAIN, 6th edition」 Table 28 No.3c
- [2] : T.SLOT 他 「Effective Elastic Constants for Thick Perforated Plates With Square and Triangular Penetration Patterns」 Journal of Engineering for Industry( '71/11)

## 2. 誘発上下動の考慮方法

本章は、建屋応答解析における各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえた誘発上下動の考慮方法を以下に示す。

### 2.1 考慮方針

V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2. 地震応答解析の基本方針」に基づき誘発上下動を考慮する場合には、鉛直方向地震力に対する鉛直方向の応答時刻歴に、以下の通り誘発上下動の応答時刻歴を時々刻々加算及び減算をする。

- ・  $V + X_v$
- ・  $V + Y_v$
- ・  $V - X_v$
- ・  $V - Y_v$

ここで、

$V$  : 鉛直方向地震力に対する鉛直方向の応答時刻歴

$X_v$  : X方向地震力に対する誘発上下動の応答時刻歴

$Y_v$  : Y方向地震力に対する誘発上下動の応答時刻歴

### 2.2 考慮方法

誘発上下動の考慮フローを図 2-1 に、図 2-1 中の各手順の詳細を 2.2.1～2.2.3 に示す。

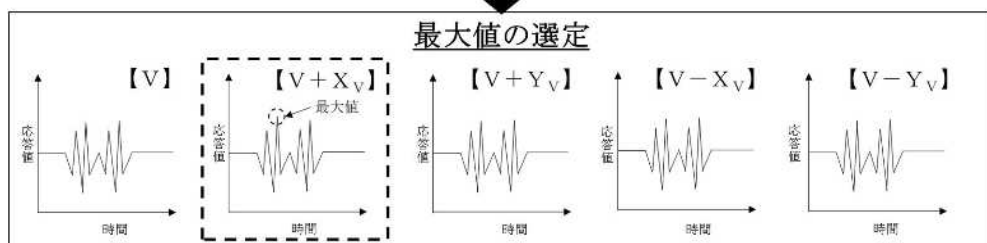
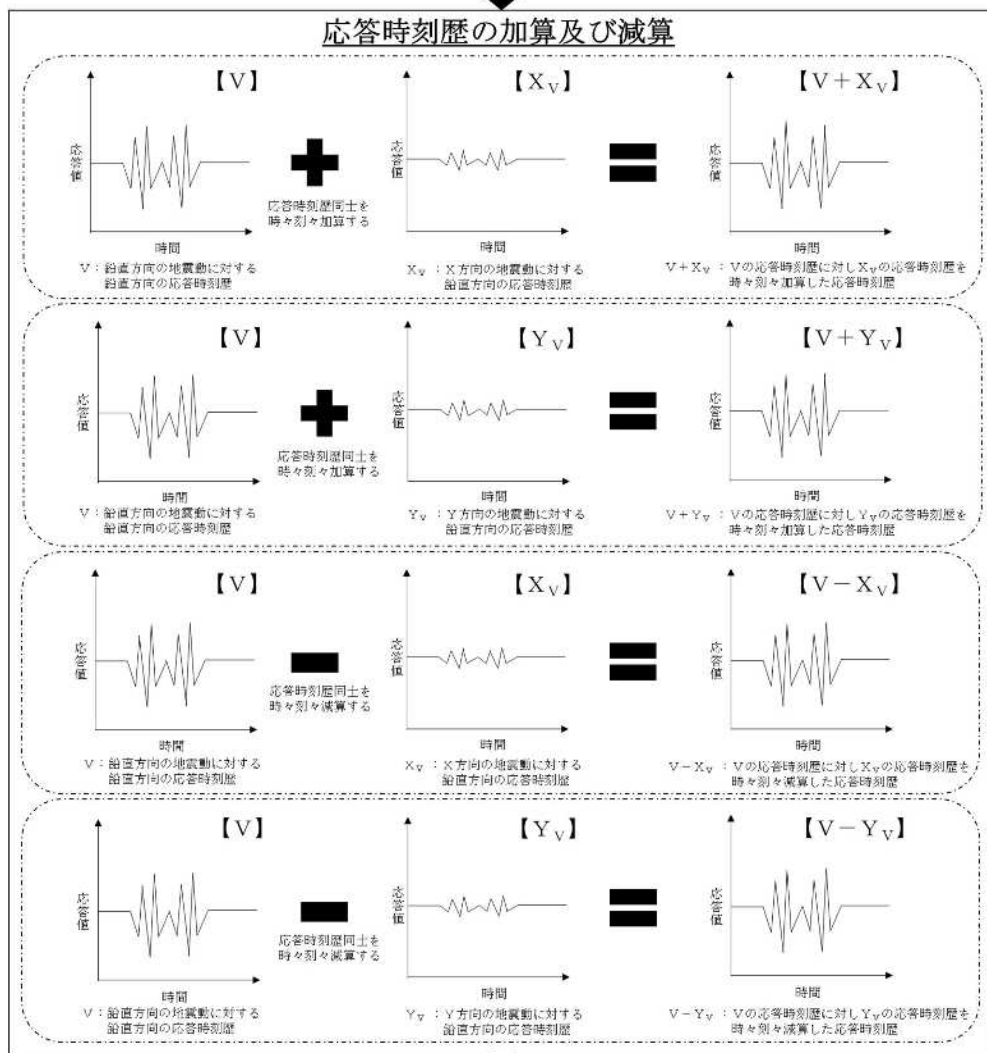
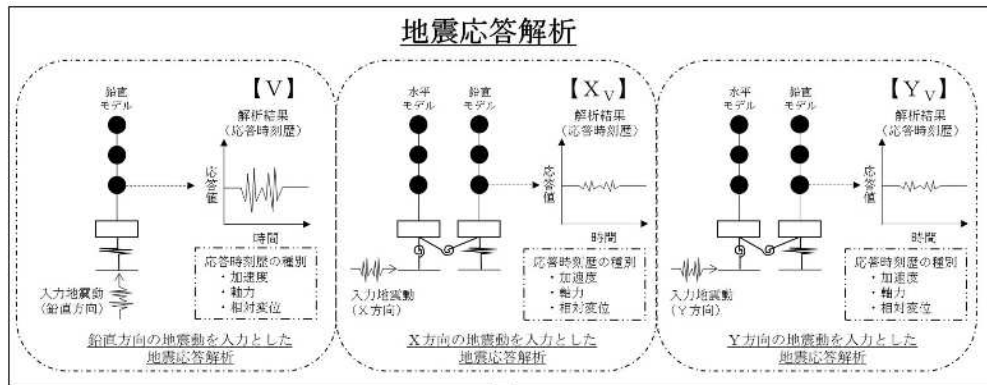


図 2-1 誘発上下動の考慮フロー

### 2.2.1 地震応答解析

誘発上下動を考慮した地震応答解析を実施する場合、水平加振により励起される上下応答を評価するため、水平方向と鉛直方向の地震応答解析モデルを、基礎底面で回転・鉛直連成ばねを用いて連成した解析モデルを用い、水平方向の地震力を入力とした浮き上がり非線形地震応答解析を行う。地震応答解析モデルを図 2-2 及び図 2-3 に示す。

また、誘発上下動を考慮した地震応答解析は、工事計画に係る補足説明資料【KK7 補足-025-1 原子炉建屋の原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料】に記載の接地率を踏まえて実施し、ケース 7 及び 8 の接地率は基本ケースの接地率に準ずる。基準地震動  $S_s$  について、誘発上下動を考慮した地震応答解析を実施する解析ケース及び入力地震動を表 2-1 に示す。なお、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震応答解析においては、全ての解析ケース及び入力地震動に対して接地率が 65%を上回るため、誘発上下動を考慮しない。

以降は、X方向を NS 方向、Y方向を EW 方向に置き換えて示す。

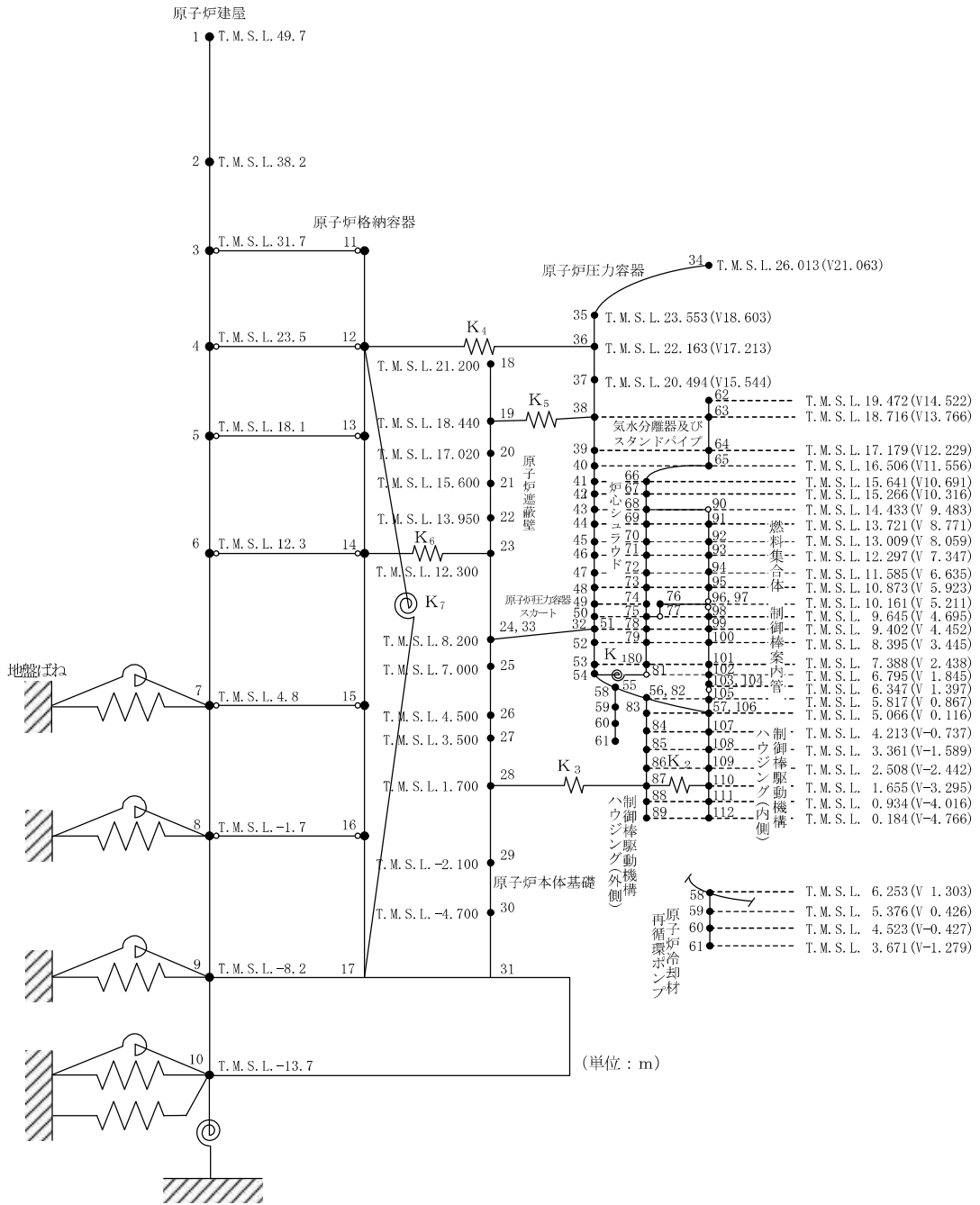


図 2-2 地震応答解析モデル (鉛直方向)

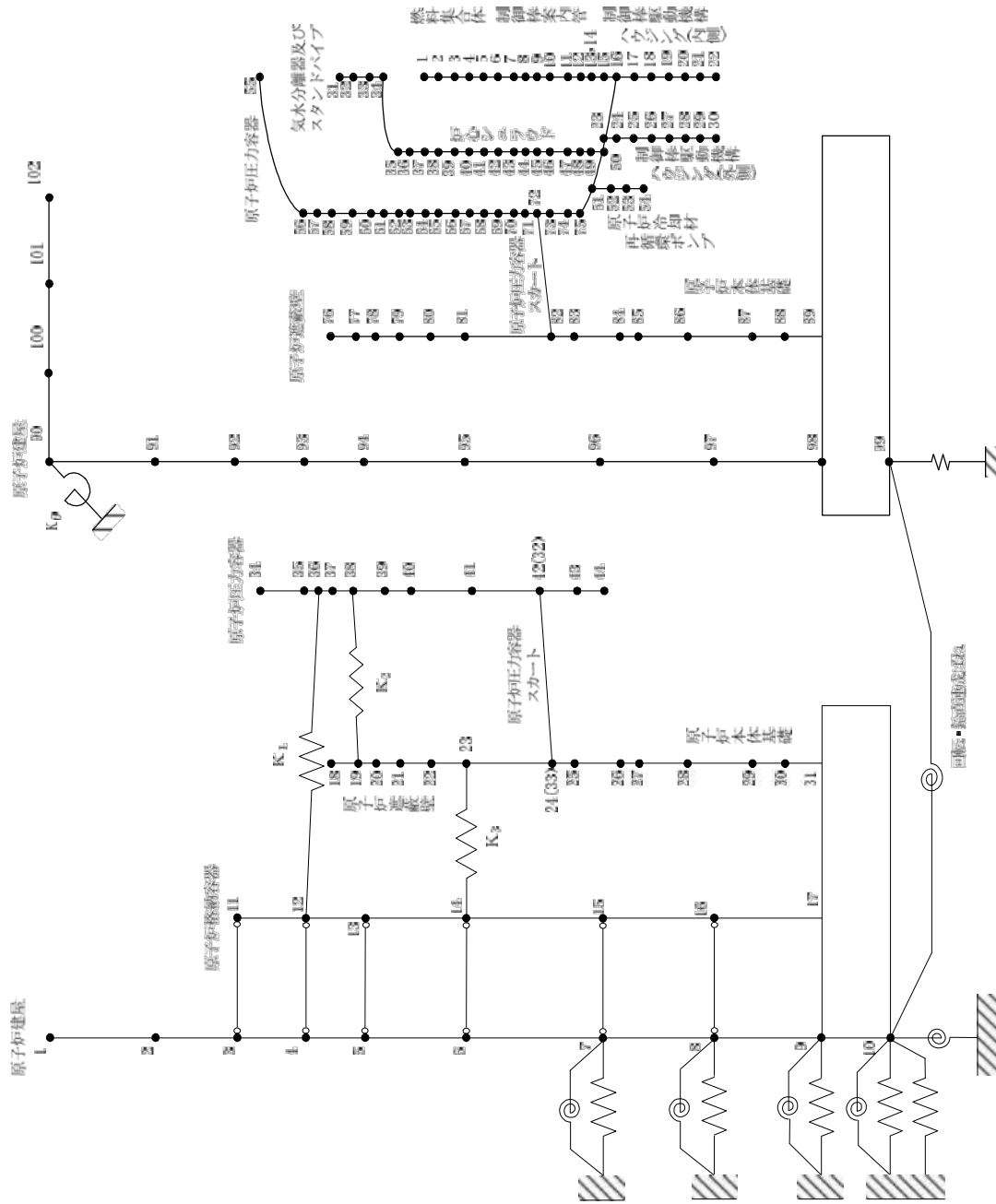


図 2-3 (1/4) 原子炉压力容器, 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎 地震応答解析モデル (NS 方向 誘発上下動を考慮する場合)

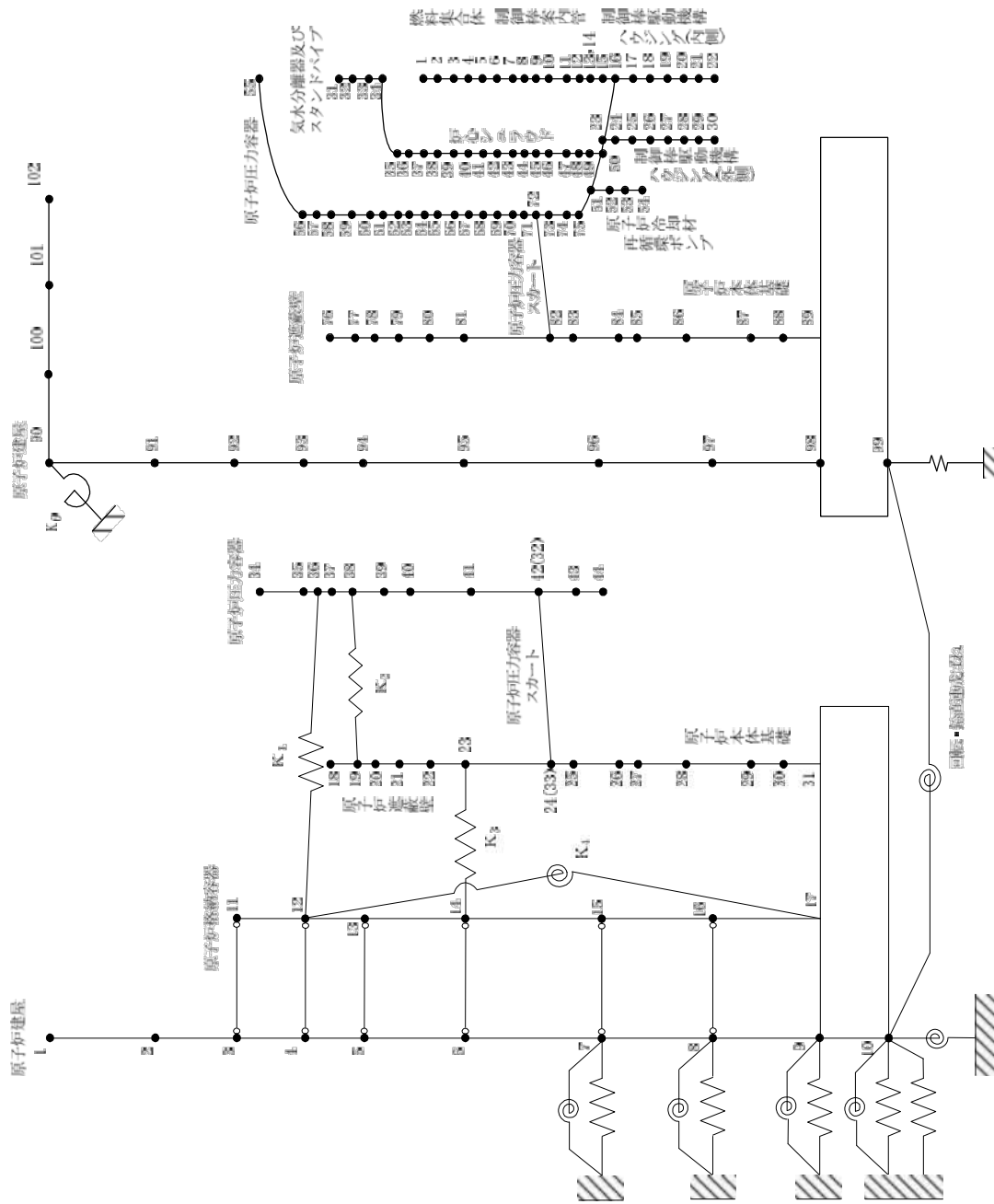


図 2-3 (2/4) 原子炉压力容器、原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎 地震応答解析モデル (EW 方向 誘発上下動を考慮する場合)



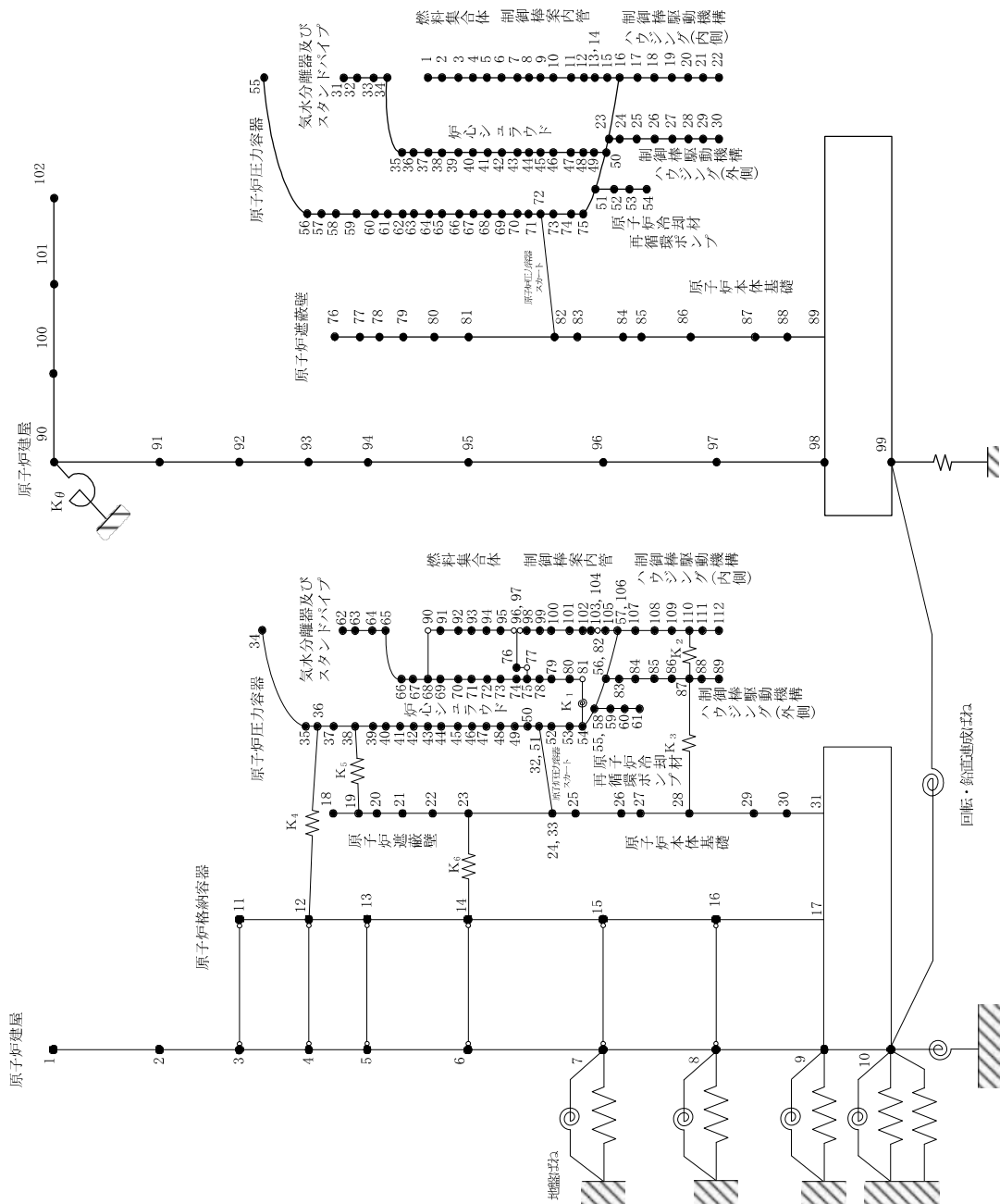


図2-3 (3/4) 原子炉本体 地震応答解析モデル (NS方向 誘発上下動を考慮する場合)

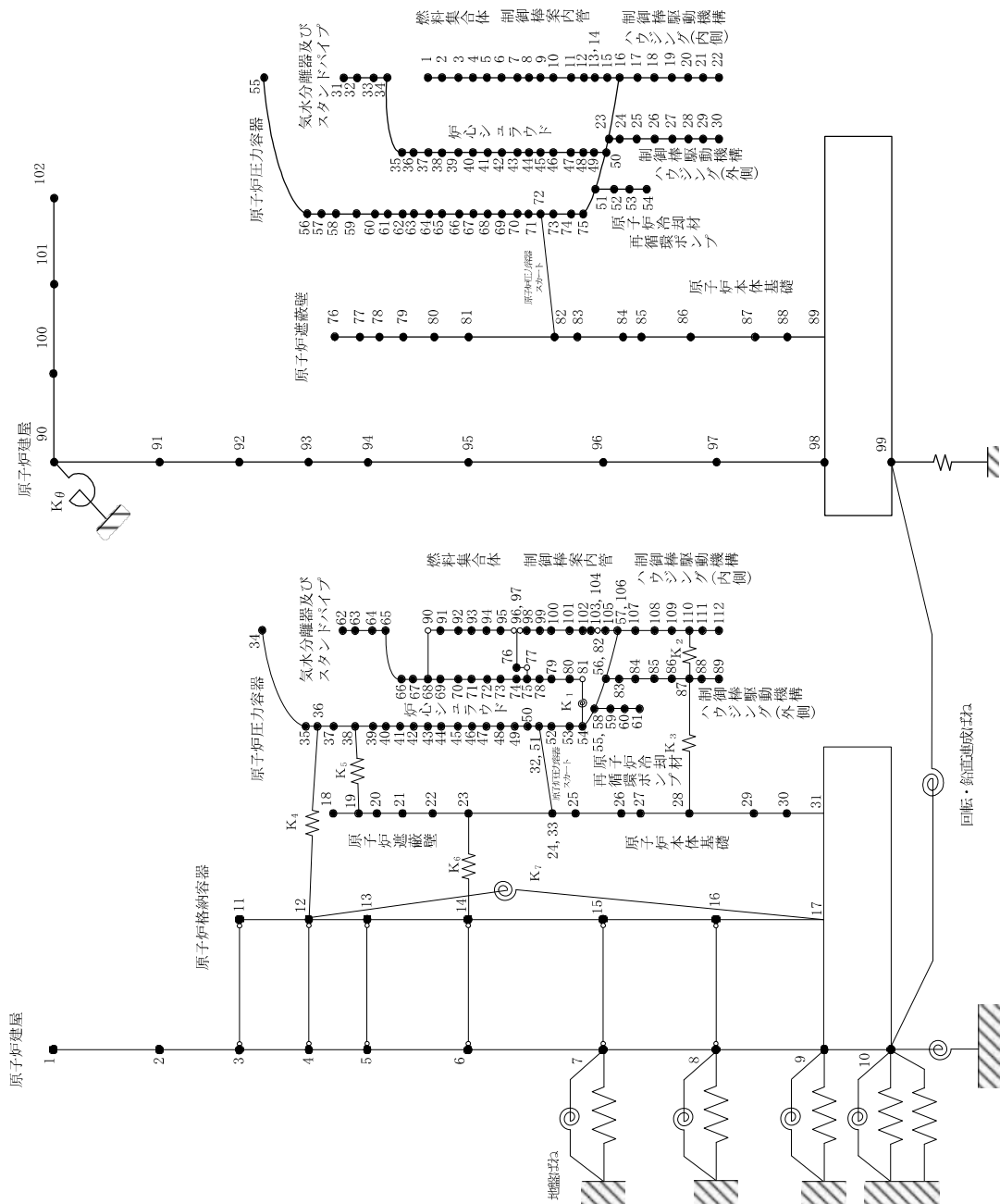


図2-3 (4/4) 原子炉本体 地震応答解析モデル (EW方向 誘発上下動を考慮する場合)

表 2-1 誘発上下動を考慮するケース及び地震動（基準地震動 S s）

	Ss-1		Ss-2		Ss-3		Ss-4		Ss-5		Ss-6		Ss-7		Ss-8		
	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	
①ケース 1 (工認モデル)				考慮													
②ケース 2 (建屋剛性+ $\sigma$ , 地盤剛性+ $\sigma$ )																	
③ケース 3 (建屋剛性- $\sigma$ , 地盤剛性- $\sigma$ )				考慮											考慮		
④ケース 4 (建屋剛性 コア平均)				考慮													
⑤ケース 5 (建屋剛性- $2\sigma$ )				考慮													
⑥ケース 6 (回転ばね低減)	考慮	考慮													考慮		考慮
⑦ケース 7 (実強度)				考慮													
⑧ケース 8 (曲線近似包絡)				考慮													

注： 上記表のハッチングは、基本ケースの地震力等を踏まえ、材料物性の不確かさ等を考慮したケースでは検討に用いない地震動。

### 2.2.2 応答時刻歴の加算及び減算

誘発上下動を考慮した応答値を算定する場合は、鉛直方向の地震力に対する地震応答解析結果（解析モデルは図2-2を使用）と、NS及びEW方向の地震力に対する地震応答解析結果（解析モデルは図2-3を使用）で、以下の通り応答時刻歴の時々刻々加算と減算を行う。

- $V + NS_v$
- $V + EW_v$
- $V - NS_v$
- $V - EW_v$

### 2.2.3 最大値の選定

誘発上下動を考慮した応答値として、2.2.2で作成した以下の加算及び減算した応答時刻歴に加え、鉛直方向の地震力に対する応答時刻歴（ $V$ ）より、最大値を選定する。

- $V$
- $V + NS_v$
- $V + EW_v$
- $V - NS_v$
- $V - EW_v$

## 2.3 各耐震条件の作成方法

耐震評価に適用する耐震条件のうち、誘発上下動を考慮する以下の各耐震条件の作成手順を

2.3.1～2.3.3に示す。

- ・最大応答加速度
- ・床応答スペクトル
- ・軸力

### 2.3.1 最大応答加速度

地震応答解析～最大応答加速度算定までの手順を図2-4に示す。

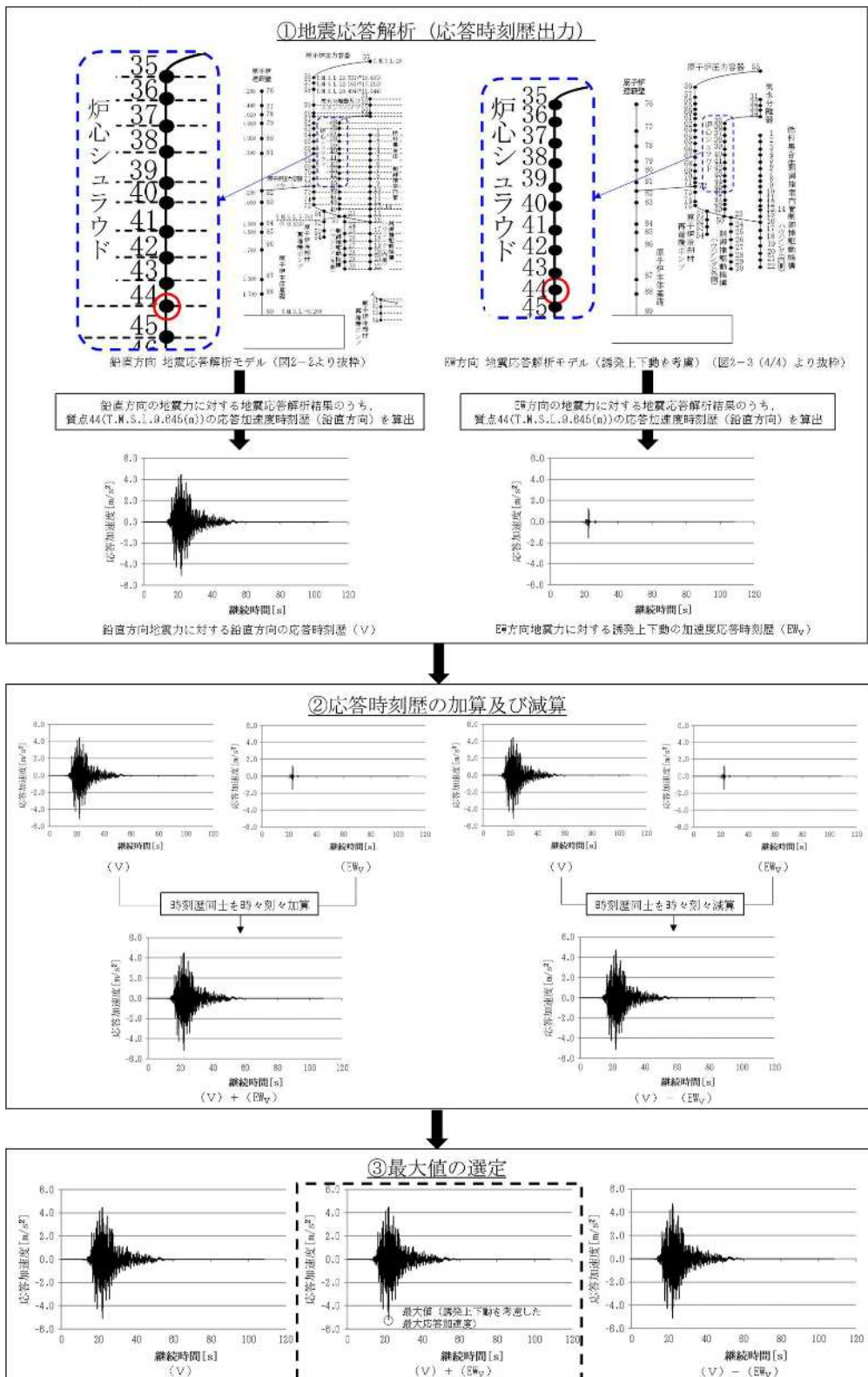


図2-4 誘発上下動を考慮した耐震条件作成手順（最大応答加速度）  
（炉心シュラウド T.M.S.L. 9.645(m) 基本ケース, Ss-2 の例）

### 2.3.2 床応答スペクトル

地震応答解析～床応答スペクトル作成までの手順を図2-5に示す。

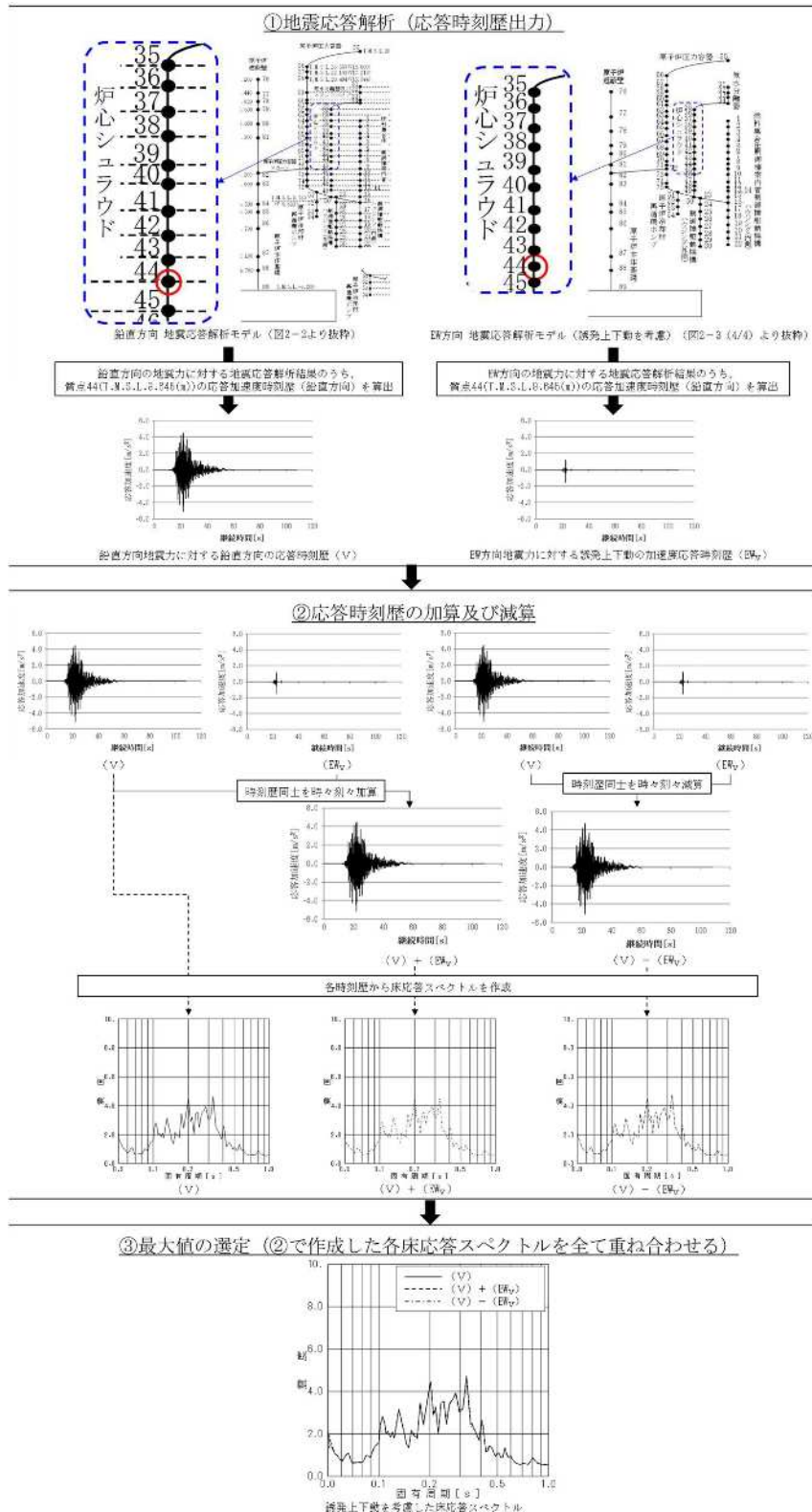


図2-5 誘発上下動を考慮した耐震条件作成手順（床応答スペクトル）  
（炉心シュラウド T.M.S.L. 9.645(m) 基本ケース, Ss-2 の例）

### 2.3.3 軸力

地震応答解析～軸力算定までの手順を図2-6に示す。

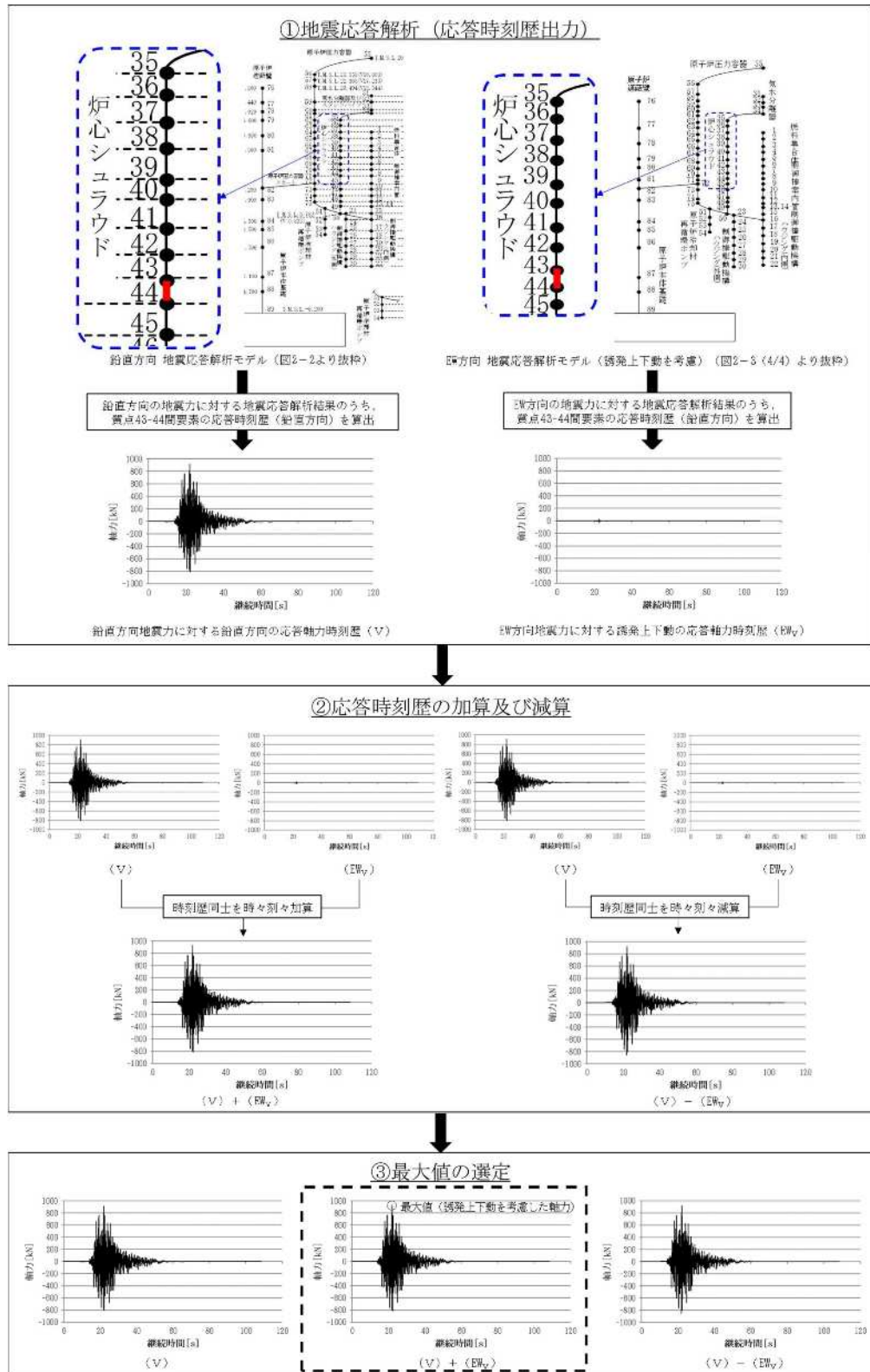


図2-6 誘発上下動を考慮した耐震条件作成手順（軸力）

（炉心シュラウド 質点43-44間要素 基本ケース，Ss-2の例）



### 3. 建屋－機器連成解析固有の材料物性の不確かさ等の検討ケースについて

本章は、建屋－機器連成解析固有の材料物性の不確かさ等の検討ケースについて説明するものである。

#### 3.1 検討方針

建屋－機器連成解析モデルでは、原子炉建屋（以下「R/B」という。）の地震応答解析にてモデル化している地盤、鉄筋コンクリート構造物等に加え、原子炉圧力容器等の機器等もモデル化し、連成している。そのため、建屋－機器連成解析においては、R/Bの地震応答解析にて考慮するコンクリート剛性及び地盤剛性の材料物性の不確かさに加えて、連成している「原子炉本体基礎の地震応答解析モデル」及び「炉心、原子炉圧力容器および圧力容器内部構造物の地震応答解析モデル」におけるRPVペDESTALとダイヤフラムフロアのコンクリート剛性の材料物性の不確かさについてR/Bと同様に検討する。更に、今回工認にて新たに採用するRPVペDESTALの復元力特性の設定手法特有の配慮について検討する。

#### 3.2 材料物性の不確かさ等

##### 3.2.1 RPVペDESTALとダイヤフラムフロアのコンクリート剛性

原子炉本体基礎とダイヤフラムフロアのコンクリートについては、R/B等のような施工時の「91日強度データ」がなく、プラント運転開始後にもコア採取を実施していないが、R/B等と同様に現実のコンクリート強度は設計基準強度を上回ると考えられる。

##### 3.2.2 手法特有の配慮

今回工認では、RPVペDESTALの復元力特性について、より現実に近い地震応答解析を実施するため、内部に充てんされたコンクリートのひび割れに伴う剛性変化を考慮したスケルトン曲線を採用している。このスケルトン曲線は、第1折点を内部コンクリートのひび割れが生じる点、第2折点を鋼板が降伏する点として2直線で近似しており、第1折点を超えた範囲では剛性が一定との仮定に基づいている。しかしながら、実現象としてのRPVペDESTALの挙動は、第1折点で初期ひび割れが生じた後も、荷重の増加に伴い内部コンクリートのひび割れは徐々に増加していくこととなる。ひび割れの増加はコンクリートの剛性低下を意味することから、第1折点から第2折点の間の区間は直線で近似するよりも、徐々に剛性すなわちスケルトン曲線の勾配が低下する曲線で近似する方が実現象に近いと考えられる。

#### 3.3 材料物性の不確かさ等の設定

建屋－機器連成解析にて考慮する不確かさ等の設定を3.3.1及び3.3.2に、解析ケースを表3-1に示す。

表 3-1 建屋一機器連成解析における材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

検討ケース	コンクリート剛性			回転ばね定数	地盤剛性	原子炉本体基礎曲線の設定方法	備考
	原子炉建屋	原子炉本体基礎	ダイヤフラムフロア				
①ケース 1 (工認モデル)	実強度 43.1N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤	折線近似	基本ケース
②ケース 2 (建屋剛性+ $\sigma$ , 地盤剛性+ $\sigma$ )	実強度+ $\sigma$ 46.0N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤+ $\sigma$ (新期砂層+13%, 古安田層+25%, 西山層+10%)	折線近似	地盤剛性の変化に伴い、回転ばね定数が変化
③ケース 3 (建屋剛性- $\sigma$ , 地盤剛性- $\sigma$ )	実強度- $\sigma$ 40.2N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤- $\sigma$ (新期砂層-13%, 古安田層-25%, 西山層-10%)	折線近似	地盤剛性の変化に伴い、回転ばね定数が変化
④ケース 4 (建屋剛性 コア平均)	実強度 (コア平均) 55.7N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤	折線近似	
⑤ケース 5 (建屋剛性-2 $\sigma$ )	実強度-2 $\sigma$ 37.2N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤	折線近似	
⑥ケース 6 (回転ばね低減)	実強度 43.1N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	50%	標準地盤	折線近似	
⑦ケース 7 (原子炉本体基礎 ダイヤフラムフロア 実強度)	実強度 43.1N/mm <sup>2</sup>	実強度 39.2N/mm <sup>2</sup>	実強度 43.1N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤	折線近似	建屋一機器連成解析固有のケース
⑧ケース 8 (原子炉本体基礎 スケル トン曲線 曲線包絡)	実強度 43.1N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 29.4N/mm <sup>2</sup>	設計基準強度 32.3N/mm <sup>2</sup>	100%	標準地盤	折線近似 (曲線近似を 包絡)	建屋一機器連成解析固有のケース

### 3.3.1 RPV ペデスタルとダイヤフラムフロアのコンクリート剛性（ケース7）

RPV ペデスタルとダイヤフラムフロアのコンクリート強度には、既工認と同様に設計基準強度を用いることを基本としているが、R/B 等と同様の検討として実強度相当を考慮する。

なお、ダイヤフラムフロアの実強度は、ダイヤフラムフロアの設計基準強度が R/B と同じ値であることから、R/B と同じ値（43.1N/mm<sup>2</sup>）を用いることとし、RPV ペデスタルは設計基準強度が同じ値である基礎スラブと同様に、R/B 等で実測値をもとに設定したコンクリート強度を参照した実強度を用いる。

具体的には、以下の通り R/B のコンクリート実強度（43.1N/mm<sup>2</sup>）に、RPV ペデスタルの設計基準強度（29.4N/mm<sup>2</sup>）と R/B の設計基準強度（32.3N/mm<sup>2</sup>）の比率を乗じることにより、影響評価に用いる RPV ペデスタルの実強度は 39.2N/mm<sup>2</sup> を用いる。

$$\begin{aligned} \text{RPV ペデスタルの実強度} &= \text{R/B の実強度} \times \frac{\text{RPV ペデスタルの設計基準強度}}{\text{R/B の設計基準強度}} \\ &= 43.1 \text{ (N/mm}^2\text{)} \times \frac{29.4 \text{ (N/mm}^2\text{)}}{32.3 \text{ (N/mm}^2\text{)}} \\ &= 39.2 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

RPV ペデスタルとダイヤフラムフロアのコンクリート強度に実強度を用いることを踏まえて設定した RPV ペデスタルのスケルトン曲線及びダイヤフラムフロアのばね定数を以下に示す。

(1) RPV ペDESTALのスケルトン曲線

a. せん断力のスケルトン曲線

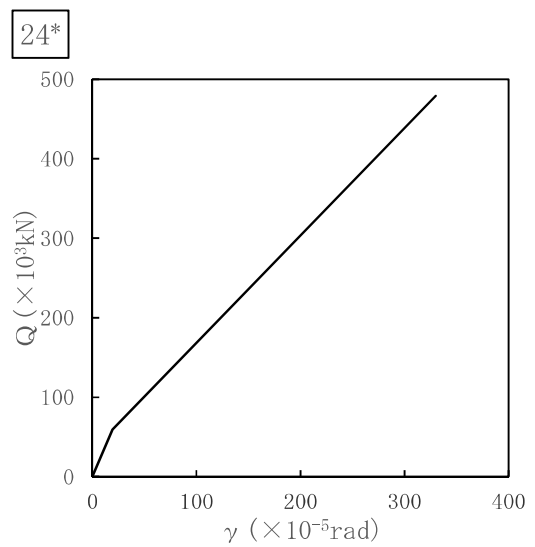
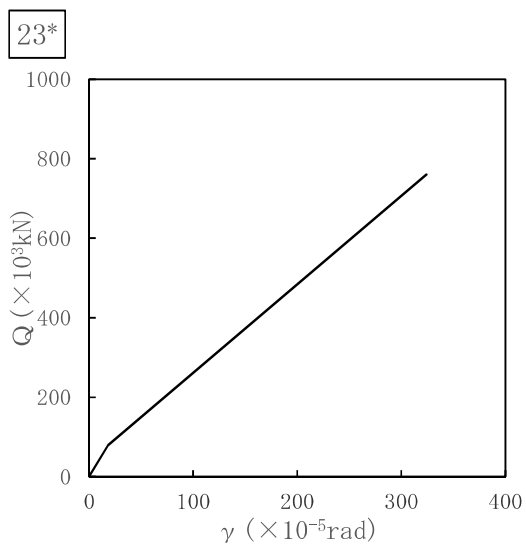
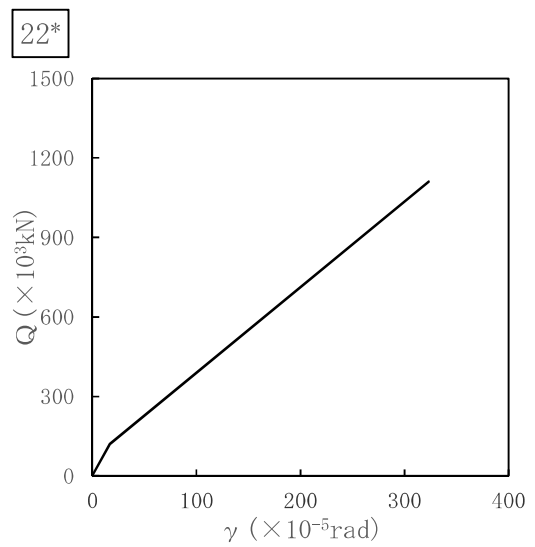
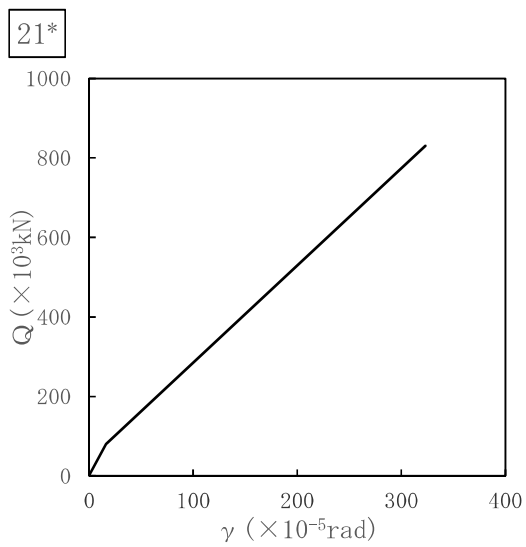
ケース7のRPVペDESTALの各要素におけるせん断力のスケルトン曲線の諸数値を表3-2及び表3-3に、スケルトン曲線を図3-1及び図3-2に示す。

表3-2 せん断力のスケルトン曲線 (NS方向)

質点番号	要素番号	$Q_1$ ( $\times 10^3$ kN)	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-5}$ rad)	$Q_2$ ( $\times 10^3$ kN)	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-5}$ rad)
23	21	81.3	16.5	830	323
24	22	122	17.0	1110	323
25	23	79.3	18.0	760	324
26	24	59.5	19.2	479	330
27	25	39.7	9.20	395	333
28	26	32.2	9.40	331	333
29	27	40.5	9.40	390	333
30	28	40.6	9.50	380	333

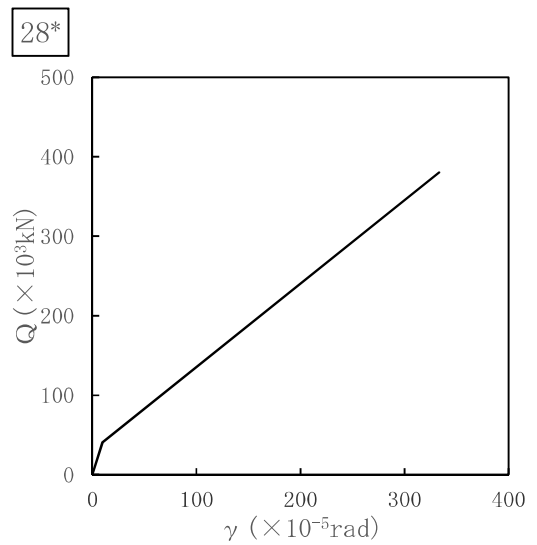
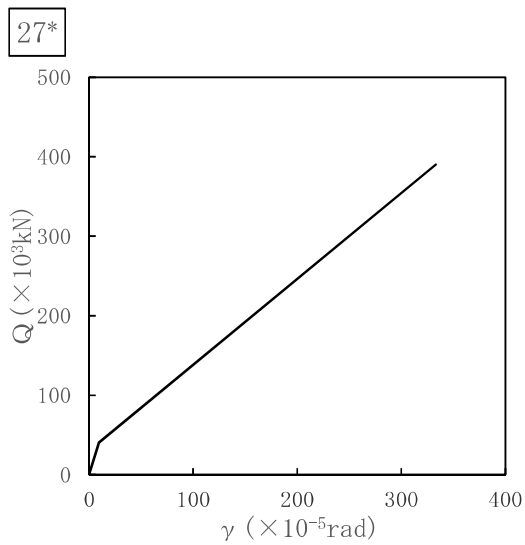
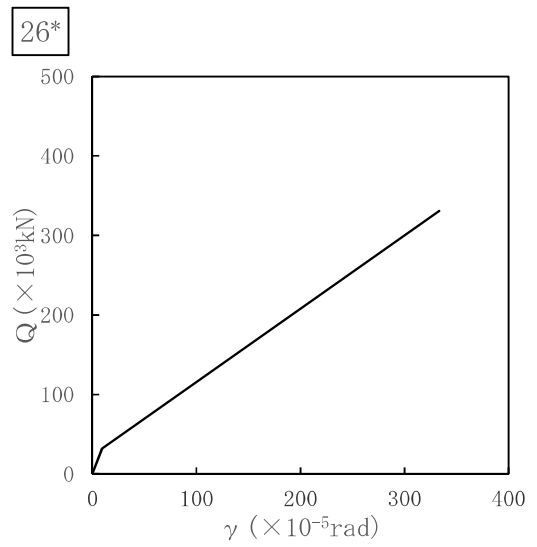
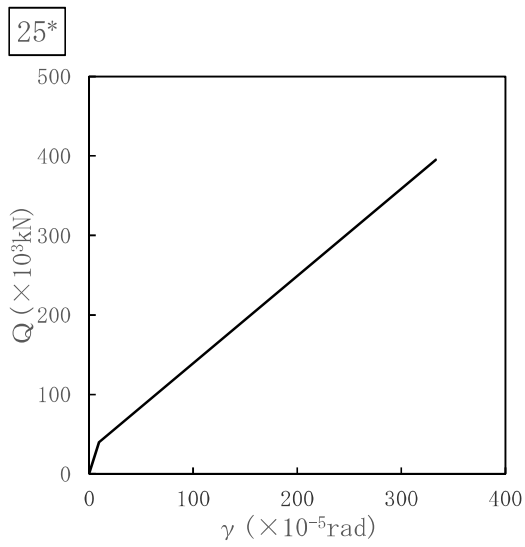
表3-3 せん断力のスケルトン曲線 (EW方向)

質点番号	要素番号	$Q_1$ ( $\times 10^3$ kN)	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-5}$ rad)	$Q_2$ ( $\times 10^3$ kN)	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-5}$ rad)
23	21	79.9	16.5	820	323
24	22	122	17.0	1110	323
25	23	78.9	18.0	753	324
26	24	59.5	19.2	479	330
27	25	39.7	9.20	395	333
28	26	41.0	9.40	395	333
29	27	40.5	9.40	390	333
30	28	40.6	9.50	380	333



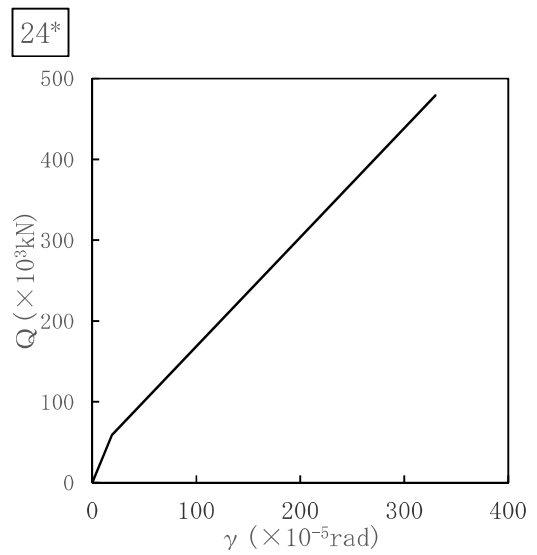
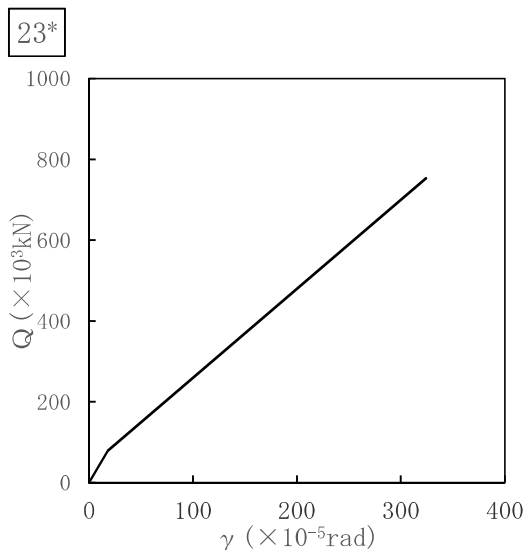
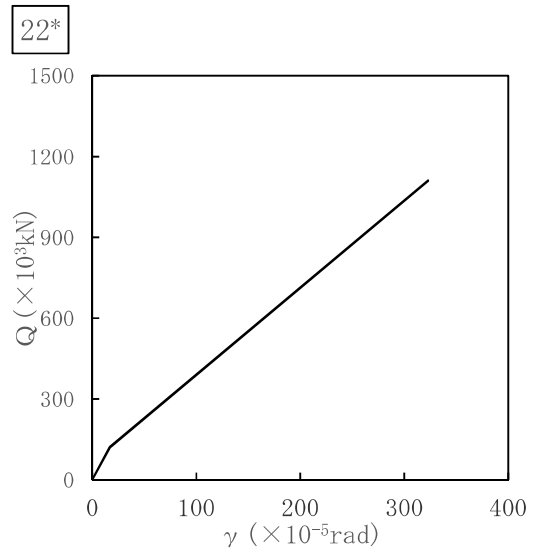
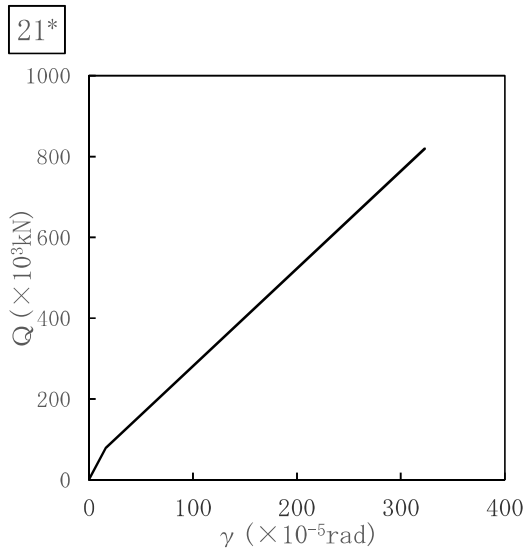
注記\*：各図上に記載の要素番号は表 3-6 に対応。

図 3-1 (1) せん断力のスケルトン曲線 (NS 方向)



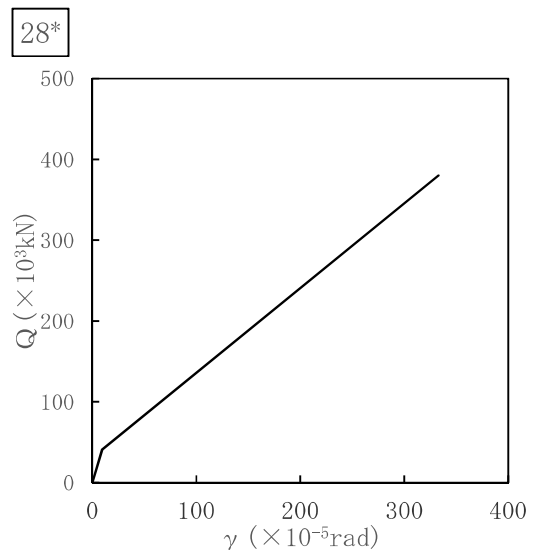
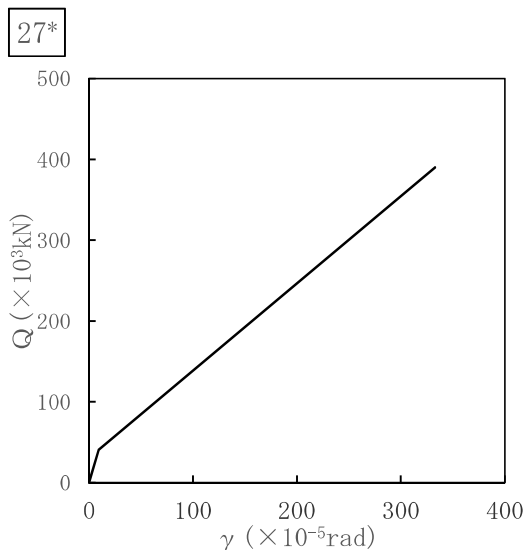
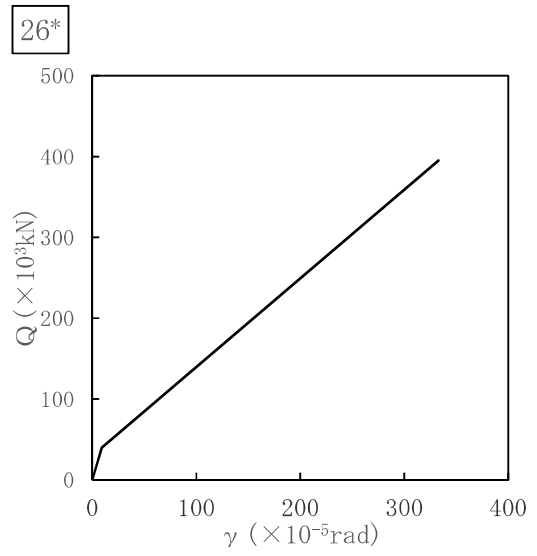
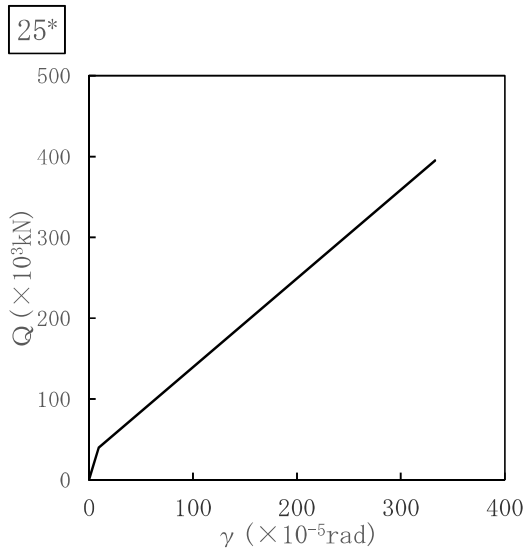
注記\*：各図上に記載の要素番号は表 3-6 に対応。

図 3-1 (2) せん断力のスケルトン曲線 (NS 方向)



注記\*：各図上に記載の要素番号は表 3-7 に対応。

図 3-2 (1) せん断力のスケルトン曲線 (EW 方向)



注記\*：各図上に記載の要素番号は表 3-7 に対応。

図 3-2 (2) せん断力のスケルトン曲線 (EW 方向)



b. 曲げモーメントのスケルトン曲線

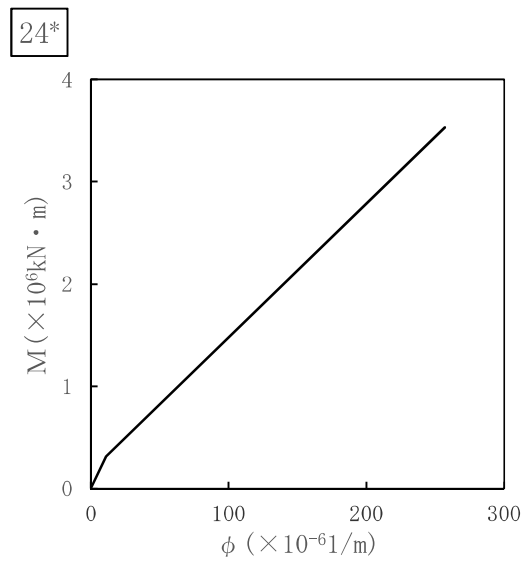
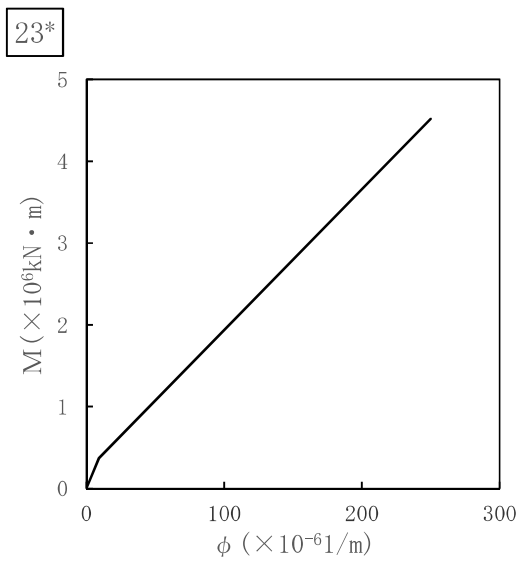
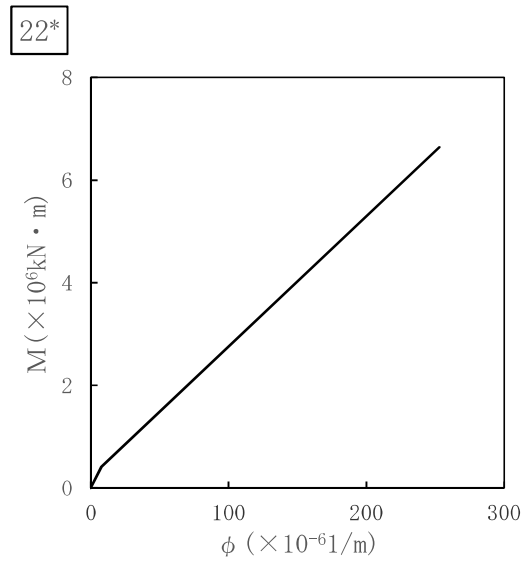
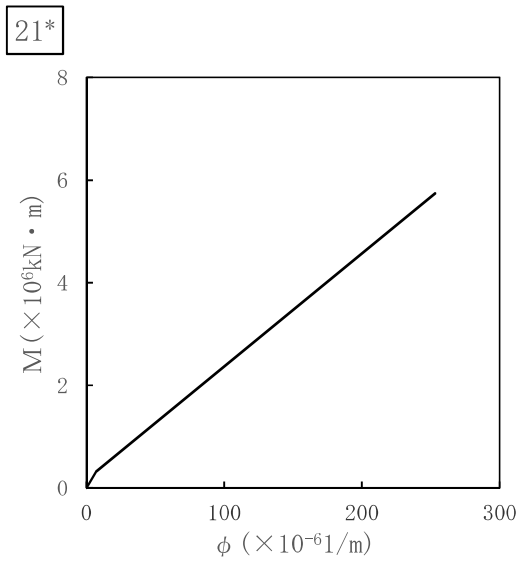
基本ケースのRPVペデスタルの各要素における曲げモーメントのスケルトン曲線の諸数値を表3-4及び表3-5に、スケルトン曲線を図3-3及び図3-4に示す。

表3-4 曲げモーメントのスケルトン曲線 (NS方向)

質点番号	要素番号	$M_1$ ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\phi_1$ ( $\times 10^{-6} 1/\text{m}$ )	$M_2$ ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\phi_2$ ( $\times 10^{-6} 1/\text{m}$ )
23	21	0.321	7.19	5.74	253
24	22	0.417	7.78	6.64	253
25	23	0.372	9.23	4.52	250
26	24	0.313	11.0	3.53	257
27	25	0.153	3.89	3.75	238
28	26	0.185	4.71	3.75	238
29	27	0.180	4.62	3.46	236
30	28	0.193	5.01	3.48	237
31					

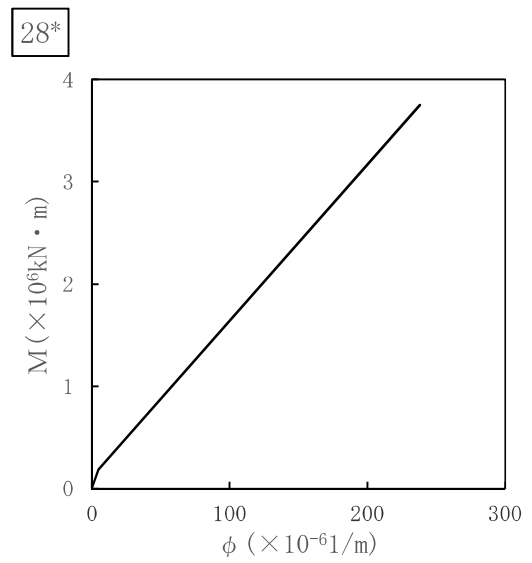
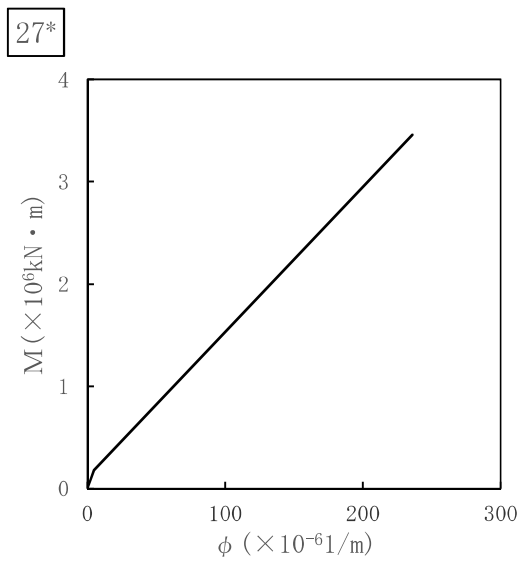
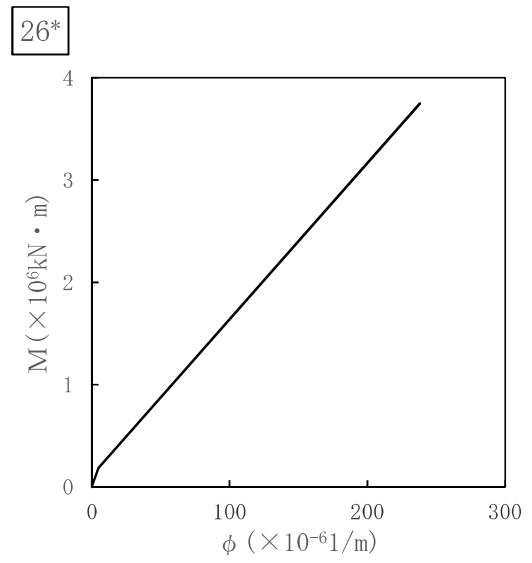
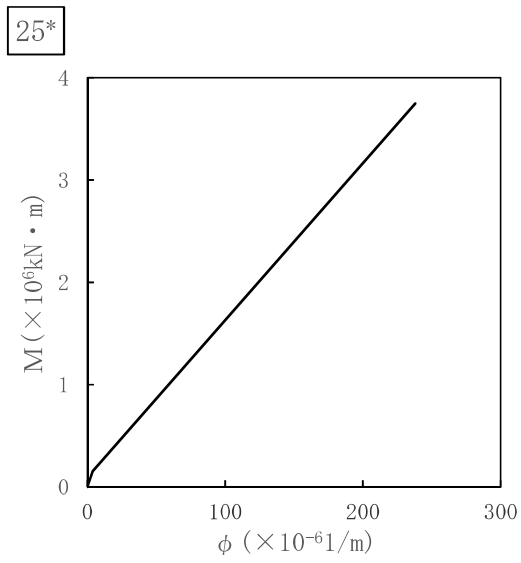
表3-5 曲げモーメントのスケルトン曲線 (EW方向)

質点番号	要素番号	$M_1$ ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\phi_1$ ( $\times 10^{-6} 1/\text{m}$ )	$M_2$ ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\phi_2$ ( $\times 10^{-6} 1/\text{m}$ )
23	21	0.323	7.19	5.82	253
24	22	0.417	7.78	6.64	253
25	23	0.373	9.23	4.55	251
26	24	0.313	11.0	3.53	257
27	25	0.153	3.89	3.75	238
28	26	0.143	4.71	2.74	238
29	27	0.180	4.62	3.46	236
30	28	0.193	5.01	3.48	237
31					



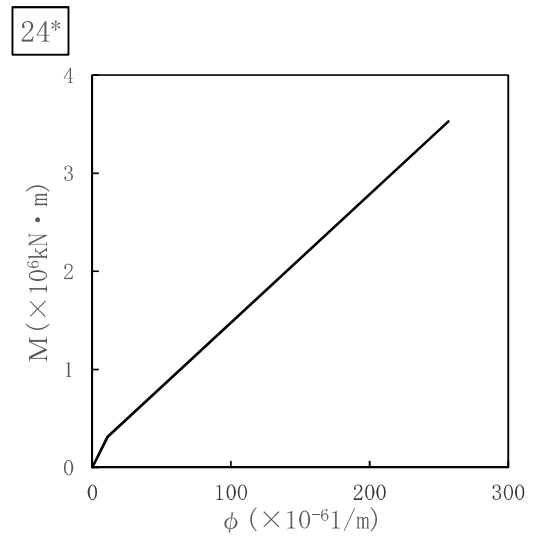
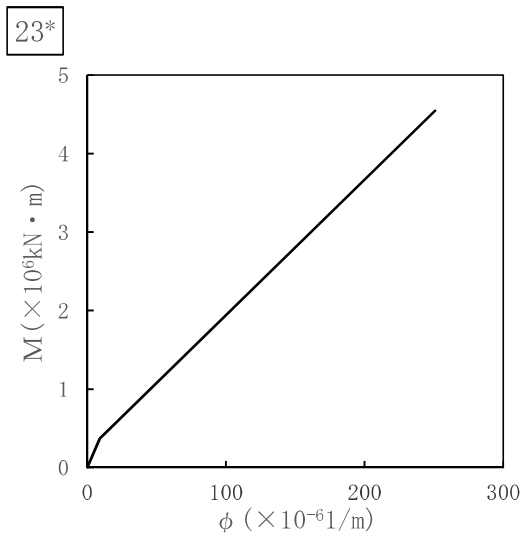
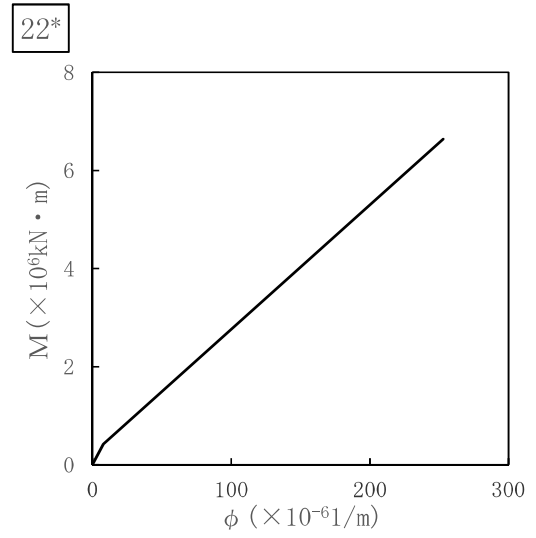
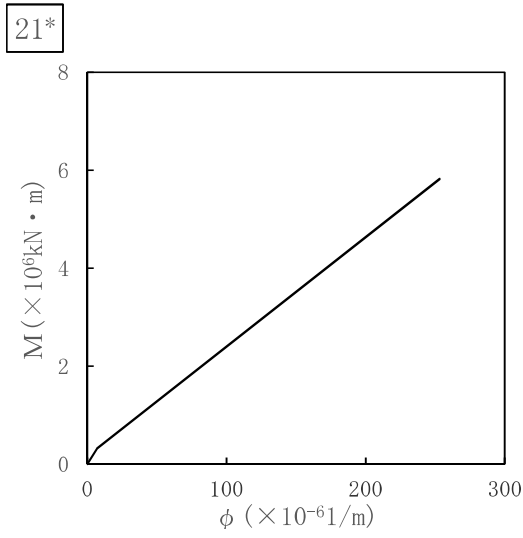
注記\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-8 に対応。

図 3-3 (1) 曲げモーメントのスケルトン曲線 (NS 方向)



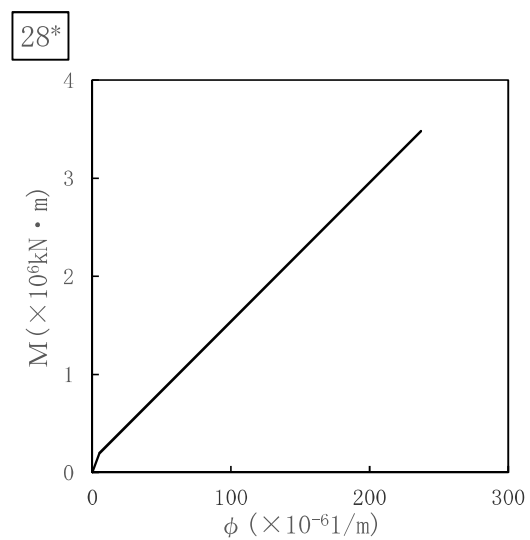
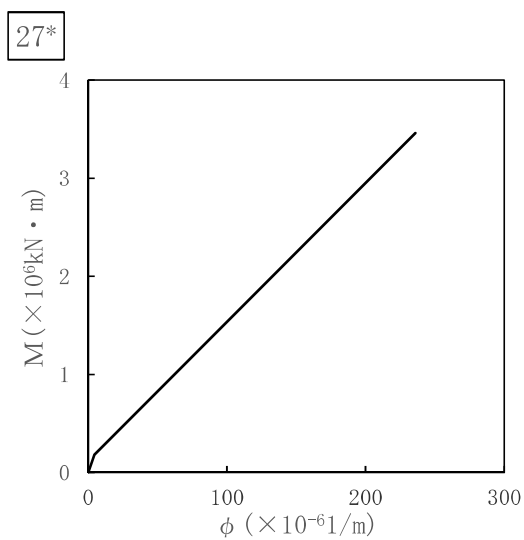
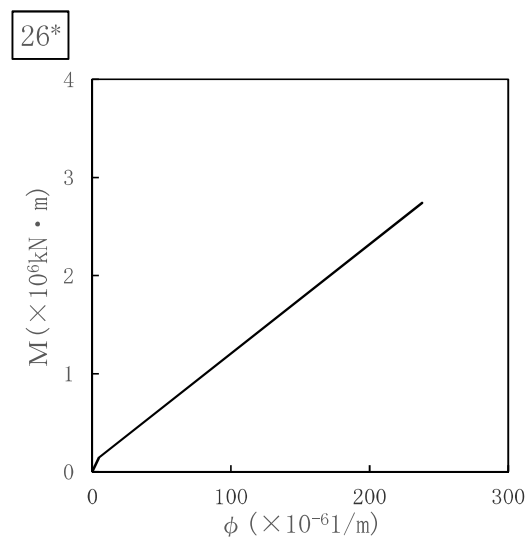
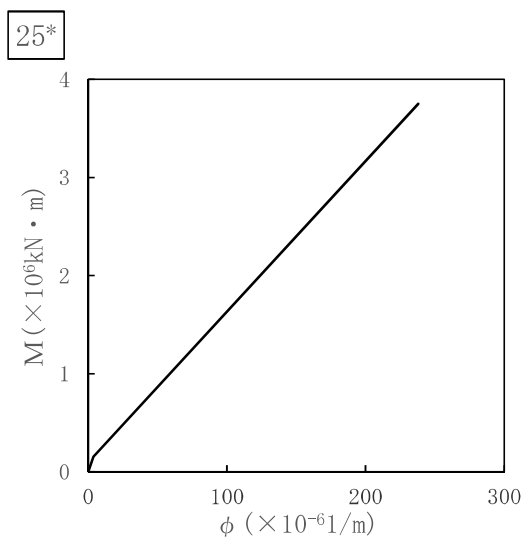
注記\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-8 に対応。

図 3-3 (2) 曲げモーメントのスケルトン曲線 (NS 方向)



注記\*：各図上に記載の要素番号は表 3-9 に対応。

図 3-4 (1) 曲げモーメントのスケルトン曲線 (EW 方向)



注記\*：各図上に記載の要素番号は表 3-9 に対応。

図 3-4 (2) 曲げモーメントのスケルトン曲線 (EW 方向)

(2) ダイヤフラムフロアのばね定数

ダイヤフラムフロアのばね定数は、コンクリート強度に実強度を考慮したダイヤフラムフロアのモデルを用いて、基本ケースと同様に FEM 解析により算定する。

算定したばね定数を表 3-6 に示す。

表 3-6 ダイヤフラムフロアのコンクリート強度及びばね定数

	基本ケース	ケース 7
コンクリート強度	32.3N/mm <sup>2</sup>	43.1N/mm <sup>2</sup>
ばね定数		

### 3.3.2 手法特有の配慮（ケース8）

RPV ペデスタルのスケルトン曲線の設定は折線近似を基本としているが、現実には上に凸な曲線になると考えられることから、各要素、各方向（NS、EW 方向）の曲げモーメントのスケルトン曲線について、曲線近似を包絡するように、基本ケースの折線近似のスケルトン曲線の第二勾配の領域を一律同じ値だけ嵩上げした曲線近似包絡のスケルトン曲線を考慮する（図3-1）。

なお、スケルトン曲線の曲線近似は、第1折点以降に対して第2折点の算出と同様の手法で曲げモーメントと曲率の関係を求め、プロットすることにより行う。

曲線近似包絡により設定したスケルトン曲線の諸数値を表3-2及び表3-3に、スケルトン曲線を図3-2及び図3-3に示す。

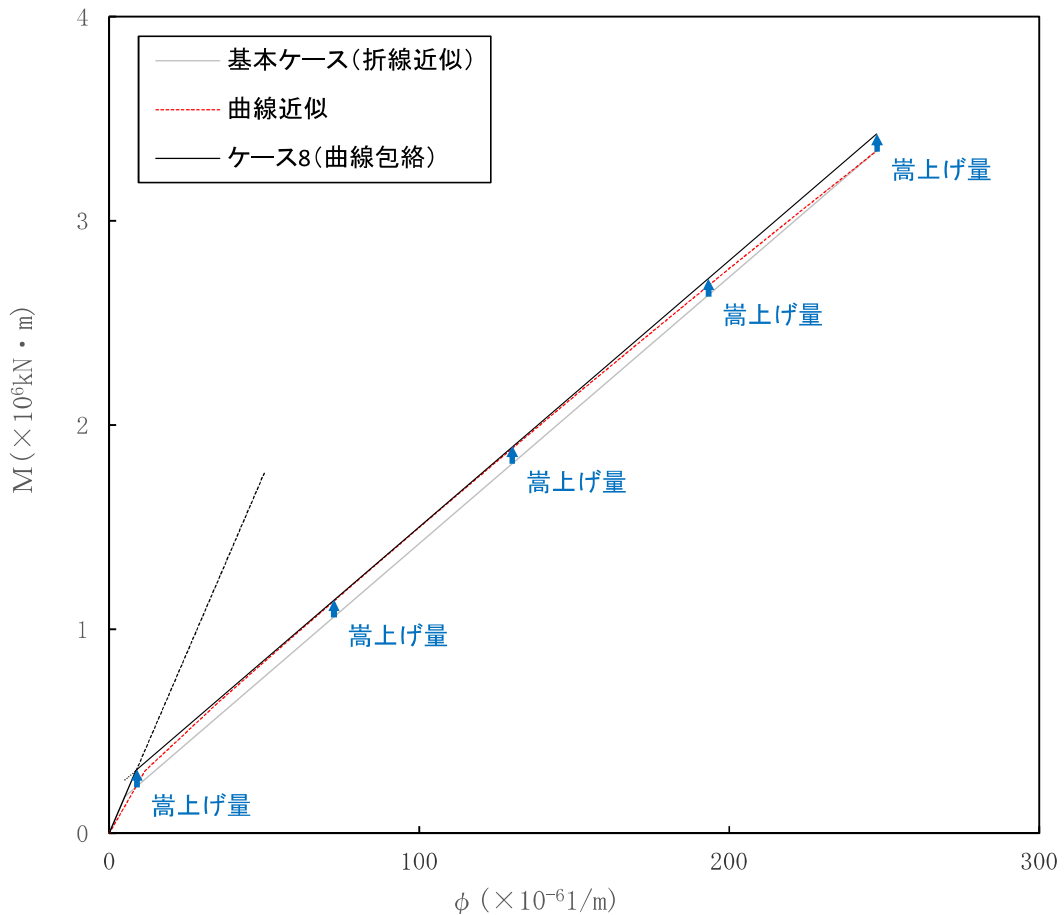


図3-1 曲線近似を包絡したスケルトン曲線 概要図

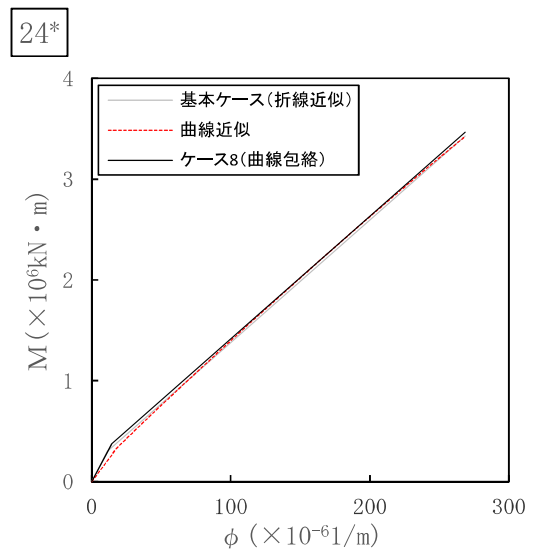
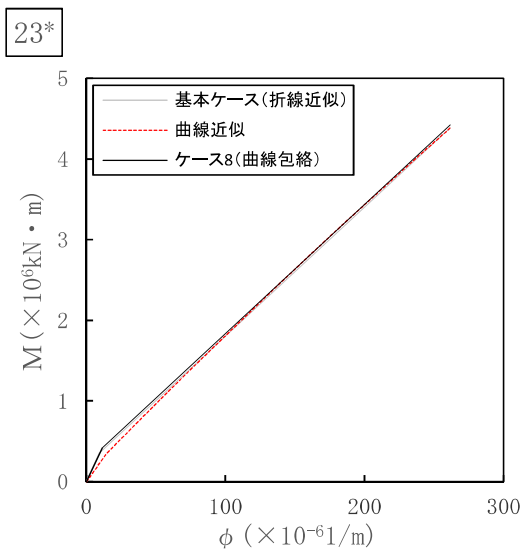
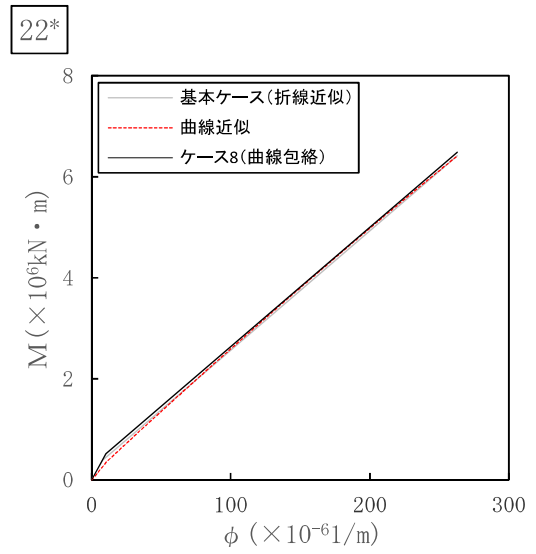
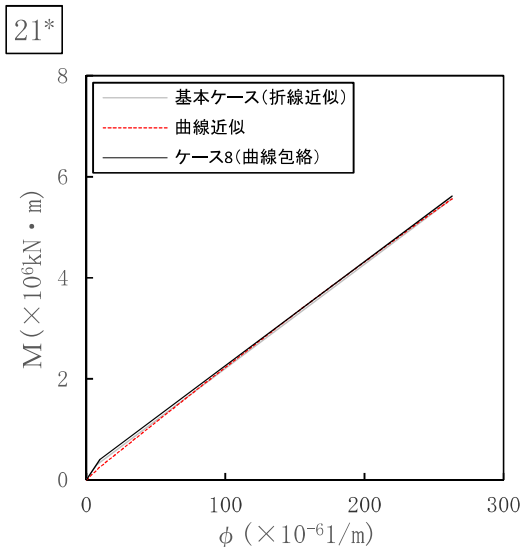
表 3-2 曲げモーメントのスケルトン曲線 (NS 方向)

質点番号	要素番号	$M_1$ ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\phi_1$ ( $\times 10^{-6} 1/\text{m}$ )	$M_2$ ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\phi_2$ ( $\times 10^{-6} 1/\text{m}$ )
23	21	0.405	9.90	5.62	263
24	22	0.512	10.4	6.48	263
25	23	0.421	11.3	4.43	262
26	24	0.374	14.2	3.47	269
27	25	0.288	8.07	3.71	249
28	26	0.312	8.76	3.71	249
29	27	0.308	8.74	3.43	248
30	28	0.327	9.36	3.45	249
31					

表 3-3 曲げモーメントのスケルトン曲線 (EW 方向)

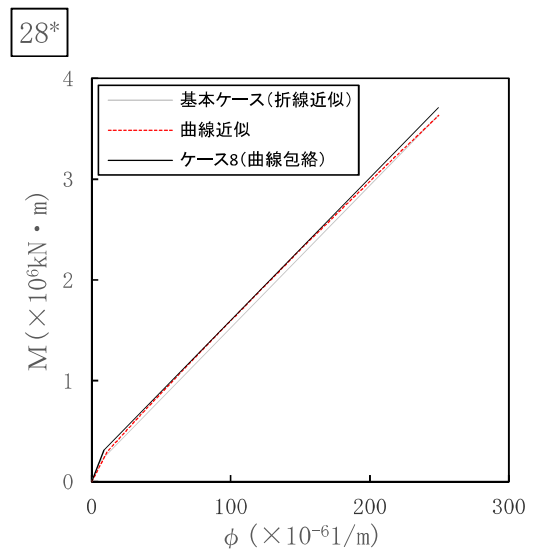
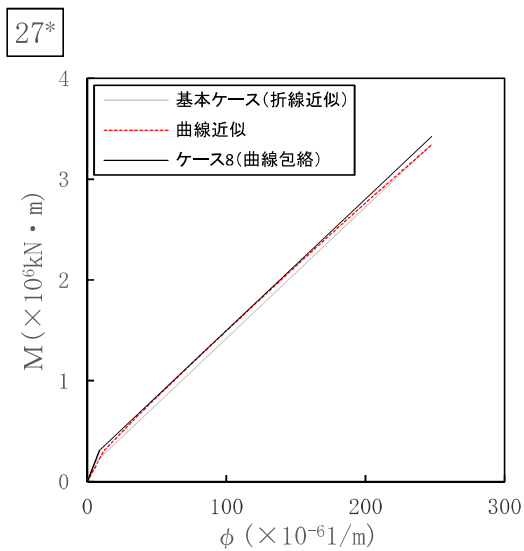
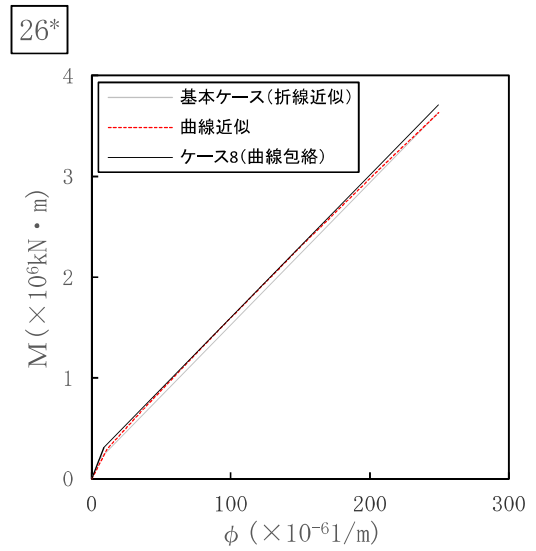
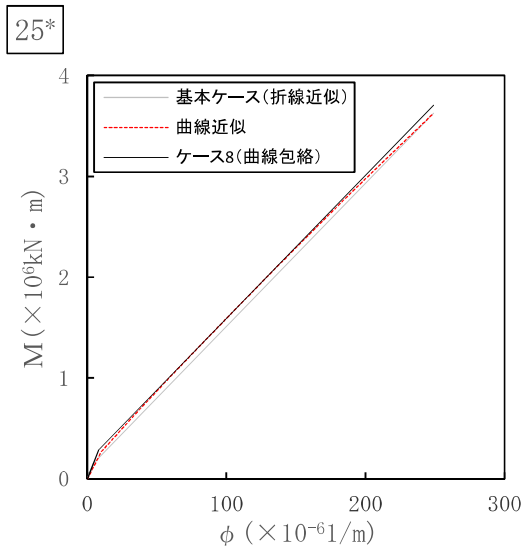
質点番号	要素番号	$M_1$ ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\phi_1$ ( $\times 10^{-6} 1/\text{m}$ )	$M_2$ ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\phi_2$ ( $\times 10^{-6} 1/\text{m}$ )
23	21	0.411	9.97	5.70	263
24	22	0.512	10.4	6.48	263
25	23	0.423	11.4	4.46	262
26	24	0.374	14.2	3.47	269
27	25	0.288	8.06	3.71	249
28	26	0.270	9.84	2.74	249
29	27	0.308	8.74	3.43	248
30	28	0.327	9.36	3.45	249
31					





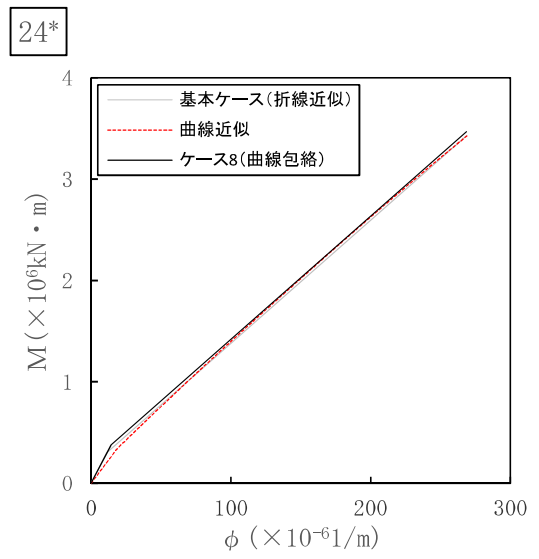
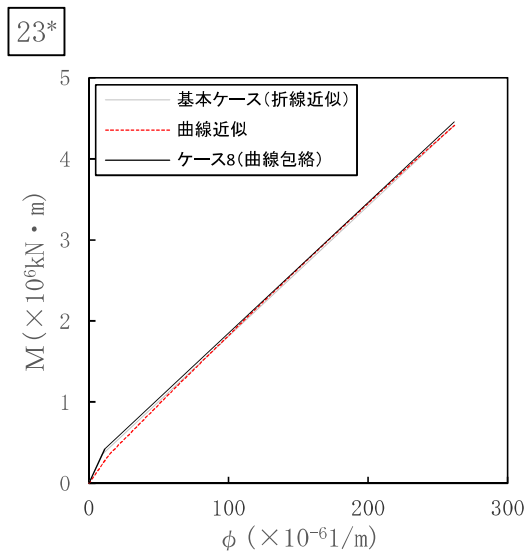
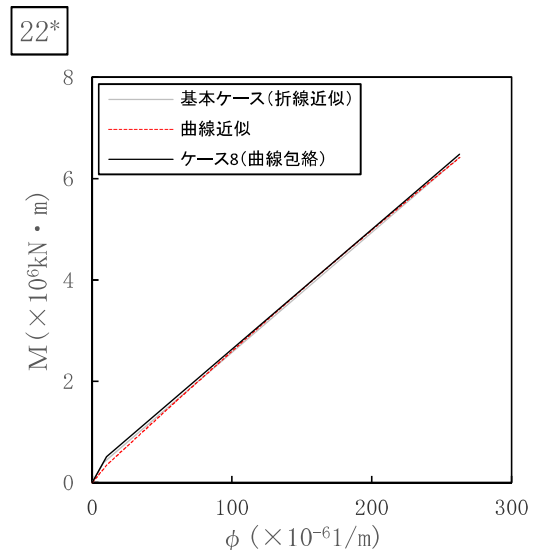
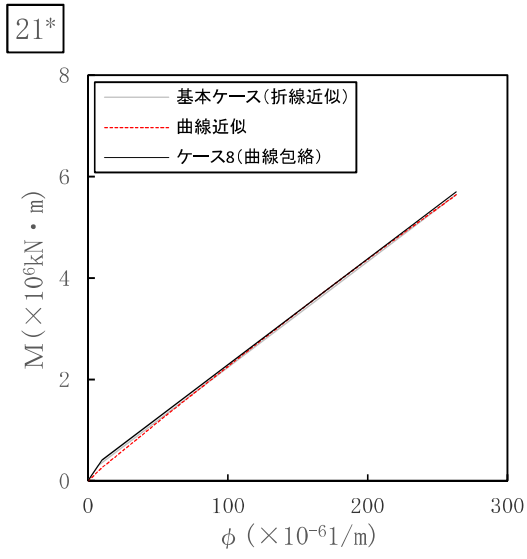
\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-2 に対応。

図 3-2 (1) 曲げモーメントのスケルトン曲線 (NS 方向)



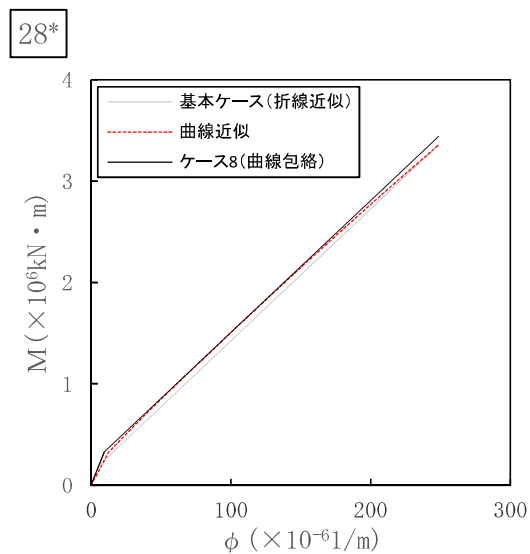
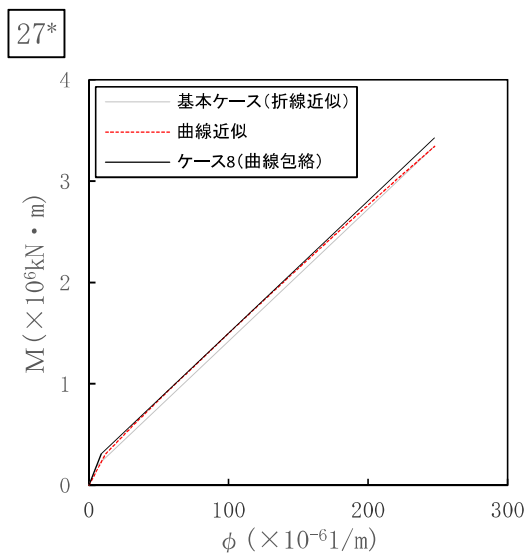
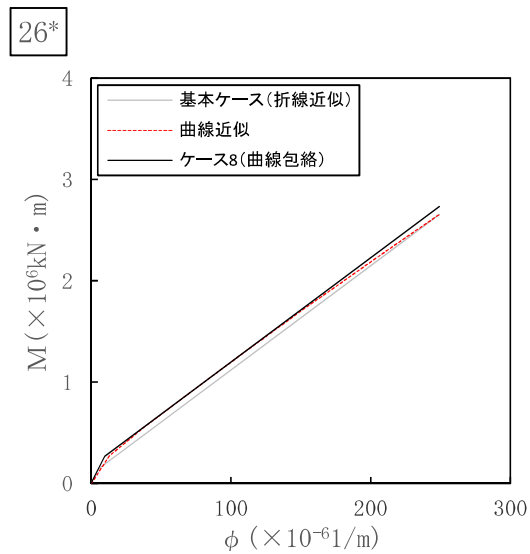
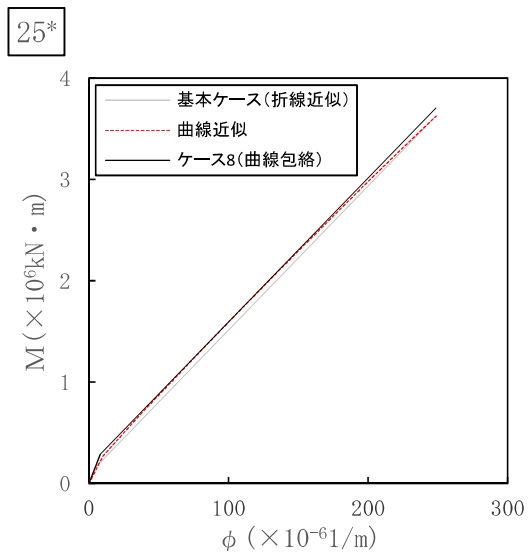
\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-2 に対応。

図 3-2 (2) 曲げモーメントのスケルトン曲線 (NS 方向)



\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-3 に対応。

図 3-3 (1) 曲げモーメントのスケルトン曲線 (EW 方向)



\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-3 に対応。

図 3-3 (2) 曲げモーメントのスケルトン曲線 (EW 方向)

#### 4. 燃料取替用ベローズの耐震性について

##### 4.1 概要

燃料取替用ベローズは地震時の要求機能はないが、大型機器系及び炉内構造物系の地震応答解析モデルでばねとして考慮していることから、モデル上期待できることを確認した。確認結果を本章に示す。

##### 4.2 一般事項

###### 4.2.1 構造概要

燃料取替用ベローズは、燃料取替時にバルクヘッド上部へ水張りを行なう際に、原子炉圧力容器と原子炉格納容器トップスラブの間を接続するためのステンレス製の構造物であり、運転時の原子炉圧力容器と原子炉格納容器との熱移動量を吸収できるよう蛇腹構造としている。

燃料取替用ベローズの概略図を図4-1に示す。

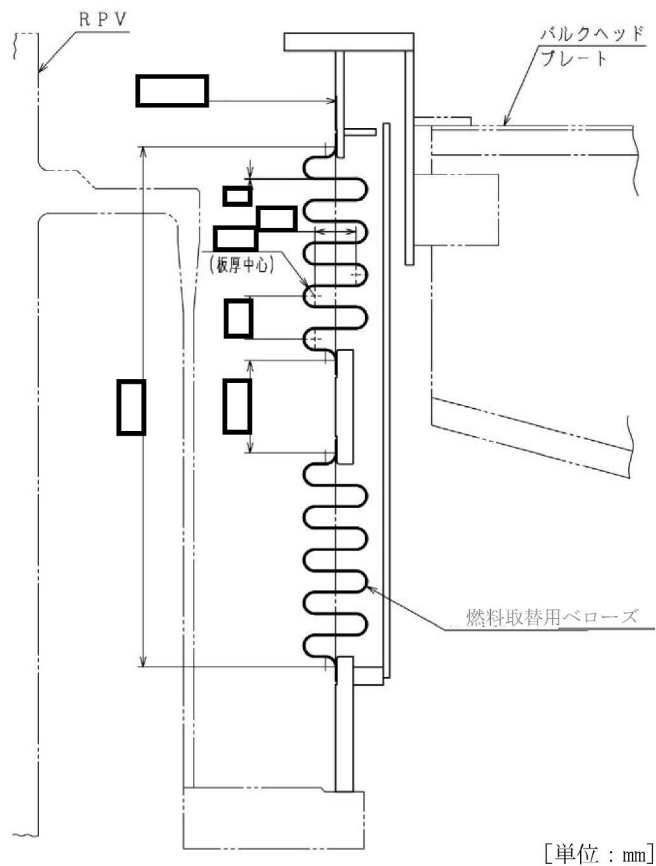


図4-1 燃料取替用ベローズの概略図

#### 4.2.2 評価方針

燃料取替用ベローズの健全性評価については、プラントの状態に応じベローズが変形する変位量及び繰返し回数に対して疲労評価を行うこととする。ここでいうプラントの状態とは、起動・停止時，燃料交換時，地震時である。

#### 4.2.3 適用規格

燃料取替用ベローズの適用規格としては、設計時においては告示501第43条8項を準用していたため、今回評価ではJ S M E 設計・建設規格<sup>[1]</sup>「PVD-3410 伸縮継手の疲労評価」を準用する。

#### 4.3 評価条件

燃料取替用ベローズの評価条件として、各状態の変位量と設計繰返し回数を表4-1に示す。本評価においては、設計時に想定していた各状態の条件(ケース1~3)に加え、今回工認における基準地震動  $S_s$  に対する条件(ケース4)を考慮し、保守的な評価条件とした。

ケース4の地震時変位量は、基準地震動  $S_s$  による基本ケース及び材料物性の不確かさ等を考慮した条件での、燃料取替用ベローズ両端に作用する相対変位量の最大値である。

表 4-1 燃料取替用ペロロースの評価条件

検討段階	ケース	状態	最高使用温度 (°C)	最高使用圧力 (kg/mm <sup>2</sup> )	変位量 (mm)			角変位 $\theta$ (°)	設計繰返し回 数 (回)
					軸方向 $\Delta x$	軸直方向 Y1	半径方向 Y2		
設計時評価	1	起動・停止	302	0					
	2	燃料交換時	66	0.99					
	3	地震時*1	302	0					
4	地震時*2	302	0						
今回評価									

\*1：設計時は、地震時に想定する荷重の組合せを考慮した変位の最大値を設定。

\*2：今回評価においては、基準地震動  $S_s$  を用いた大型機器系地震応答解析 (V-2-2-4 原子炉本体の基礎の地震応答計算書) における、水平方向のばね反力より求めた変位量を軸直方向変位量、鉛直方向のペロロース設置位置近傍の質点での相対変位を軸方向変位量として用いる。

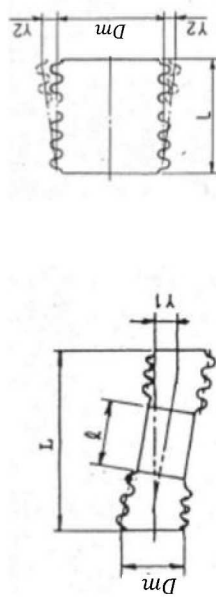


図 4-2 燃料取替用ペロロース変形図 (左：軸直方向、右：半径方向)

#### 4.4 評価方法

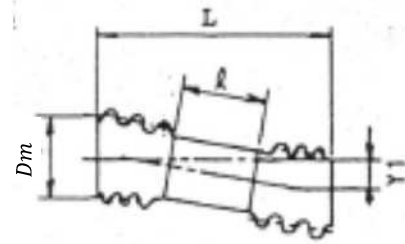
燃料取替用ベローズの耐震性評価においては、表4-1に示す各方向の変位量よりベローズ軸方向の変位量(全伸縮量)を算定し、算定した全伸縮量より求めた繰返しピーク応力強さに対する許容繰返し回数と設計繰返し回数より、疲労累積係数を算出する。

##### 4.4.1 軸方向変位量の算定方法

(1) 軸直方向変位を軸方向変位に換算<sup>[2]</sup>

$$L_1 = \frac{3 \cdot Dm \cdot Y1}{L + l\{(l/L) + 1\}}$$

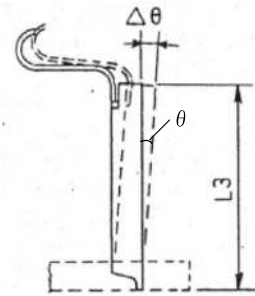
$Dm$  : ベローズの平均径 (mm)  
 $Y1$  : 軸直角方向変位量 (mm)  
 $l$  : 中間パイプ長さ (mm)  
 $L$  : ベローズの長さ (mm)



(2) 角変位を半径方向変位に換算

$$\Delta\theta = L3 \cdot \theta \cdot \frac{\pi}{180}$$

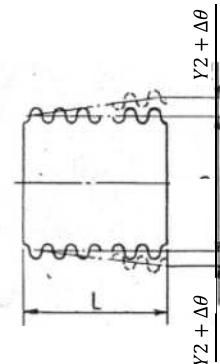
$L3$  : 下端部管長 (mm)  
 $\theta$  : 角変位 (°)  
 $\Delta\theta$  : 半径方向変位 (mm)



(3) 半径方向変位を軸方向変位に換算

$$\Delta L2 = \sqrt{L^2 + (Y2 + \Delta\theta)^2} - L$$

$Y2$  : 半径方向変位量 (mm)  
 $\Delta\theta$  : (2) で求めた半径方向変位 (mm)  
 $\Delta L2$  : 軸方向変位量 (mm)



(4) 軸方向変位量の合計(全伸縮量)

$$\delta = 2\Delta L1 + 2\Delta L2 + 2\Delta x$$

$\Delta L1$  : 軸直方向変位による軸方向変位量 (mm)  
 $\Delta L2$  : 半径方向変位による軸方向変位量 (mm)  
 $\Delta x$  : 軸方向変位量 (mm)  
 $\delta$  : 全伸縮量 (mm)



#### 4.4.2 疲労累積係数の算定方法（J S M E 設計・建設規格<sup>[1]</sup>PVD-3410 より）

J S M E 設計・建設規格<sup>[1]</sup>PVD-3410 より，下式（PVD-8.1）（PVD-8.2）にて算定した繰返し応力を繰返しピーク応力強さとし，付録材料図表 Part8 図 2 において，これに対応する許容繰返し回数が設計繰返し回数以上であることを確認する。本評価においては，考慮する 4 ケースについて設計繰返し回数と許容繰返し回数との比を求め，その和が 1 以下であることを確認する。

$$\sigma_p = \frac{\sigma}{2} \quad (\text{PVD-8.1})$$

$$\sigma = \frac{1.5Et\delta}{n\sqrt{bh^a}} + \frac{Ph^2}{2t^2c} \quad (\text{PVD-8.2})$$

- $\sigma_p$  : 繰返し応力 (MPa)
- $\sigma$  : (PVD-8.2) 式により計算した値 (MPa)
- $E$  : 付録図表 Part6 に規定する材料の縦弾性係数 (MPa)
- $t$  : 継手部の板の厚さ (mm)
- $\delta$  : 全伸縮量 (mm)
- $n$  : 継手部の波数の 2 倍の値
- $b$  : 継手部の波のピッチの 1/2 (mm)
- $h$  : 継手部の波の高さ (mm)
- $c$  : 継手部の層数 (-)
- $P$  : PVD-3310 に定めるところによる。(最高使用圧力 (MPa))

#### 4.4.3 機器諸元

本評価に用いる寸法等の諸元について表 4-2 に示す。

表 4-2 燃料取替用ベローズ諸元

項目	記号	単位	数値	備考
ベローズの縦弾性係数	$E$	MPa		ベローズの材料は □である。一例として 302°C の値を示す。
ベローズの平均半径	$Dm$	mm		
中間長さ	$l$	Mm		
ベローズ長さ	$L$	Mm		
下端部管長	$L3$	Mm		
ベローズ板厚	$t$	mm		
山の個数	$N$	-		
山数の 2 倍の値	$n$	-		$N \times 2$
山のピッチ	$p$	mm		
山のピッチの 1/2	$b$	mm		$p/2$
山の高さ	$h$	mm		

#### 4.5 評価結果

4.3 評価条件及び 4.4 評価方法に基づき、疲労評価を実施した。各ケースの設計繰返し回数と許容繰返し回数との比 ( $N_b/N_c$ ) 及び各ケースの比の総和より求めた疲労累積係数を表 4-3 に示す。

評価結果より、燃料交換用ベローズの疲労累積係数が以下であることを確認した。

表 4-3 燃料取替用ベローズ疲労評価結果

検討段階		設計時評価			今回評価
ケース		1	2	3	4
状態		起動・停止	燃料交換時	地震時	地震時
繰返し応力 (MPa)	$\sigma_p$				
設計繰返し回数 (回)	$N_D$				
許容繰返し回数 (回)	$N_c$				
$N_D/N_c$					
疲労累積係数		0.430			
評価基準値		$\leq 1$			
判定		○			

参考文献

[1]: 財団法人 機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2005年版) <第 I 編軽水炉規格> JSME S NC1-2005」及び 2007 年補正版 (本資料では「J S M E 設計・建設規格」と称す)

[2]: The M.W.Kellogg Co. 「Design of Piping System」

5. 地震応答解析及び静的解析における最大応答加速度と最大応答変位の関係について

地震応答計算書中の応答分布図における，地震応答解析及び静的解析の結果に関して，最大応答加速度では概ね同等の傾向であるが，最大応答変位では静的解析結果が比較的小さい傾向を示している（図5-1参照）。

本章では，応答分布図に記載する地震応答解析及び静的解析の最大応答加速度と最大応答変位について説明するとともに，この関係が表れる要因について説明する。

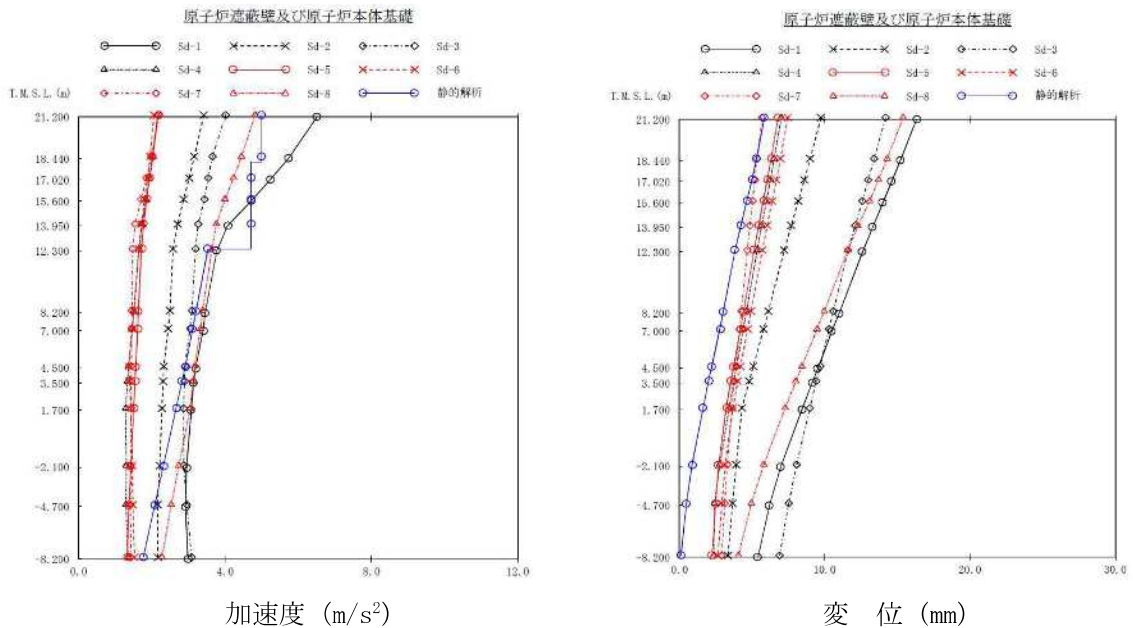


図5-1 地震応答解析及び静的解析における最大応答加速度と最大応答変位の関係  
(大型機器系，原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎の例)

応答分布図中の最大応答加速度は，地震応答解析により算出される最大応答加速度を記載し，静的解析では地震層せん断力係数又は地下部分の水平震度を加速度に変換した値を記載している。

また，最大応答変位については，地震応答解析では基礎下端の変位も算定されているのに対し，静的解析では基礎下端固定としている。この差により，静的解析の最大応答加速度に対し，最大応答変位が地震応答解析と比較して小さな値となると考えられる。

6. ケース3の燃料集合体の相対変位が大きい要因について

本章では、表6-1に示す材料物性の不確かさを考慮した各解析ケースのうち、ケース3の燃料集合体の相対変位が大きい要因について説明する。

表6-1 各解析ケースにおける燃料集合体の相対変位（基準地震動Ss）

名称	標高 T. M. S. L. (m)	相対変位(mm)							
		ケース 1* (基本)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 8
燃料集合体	14.433	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	13.721	8.5	7.0	15.8	7.8	8.8	9.0	8.4	8.4
	13.009	14.6	12.0	27.4	13.5	15.3	15.5	14.5	14.6
	12.297	16.8	13.8	31.6	15.6	17.6	17.9	16.8	16.8
	11.585	14.6	12.0	27.4	13.5	15.3	15.5	14.5	14.5
	10.873	8.4	6.9	15.8	7.8	8.8	9.0	8.4	8.4
	10.161	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注： 上記表のハッチングはケース1~8の最大値を示す。

注記\*： 地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響を考慮した値を示す。

ケース1及びケース3において、燃料集合体の相対変位が最も大きくなる地震動はSs-2のNS方向である。ケース1及びケース3のSs-2のNS方向についての固有値解析結果を表6-2に示す。

ケース3では原子炉建屋の固有周期がケース1に比べ長周期化し、燃料集合体1次固有周期と原子炉建屋2次固有周期が近接していることから、ケース3における燃料集合体の相対変位が大きいものと考えられる。

表6-2 固有値解析結果（ケース3, Ss-2, NS方向）

次数	Ss-2 NS方向			
	固有周期(s)		卓越部位	
	ケース3	ケース1 (基本)	ケース3	ケース1 (基本)
1	0.486	0.437	原子炉建屋	原子炉建屋
2	0.213	0.209	原子炉建屋	燃料集合体
3	0.208	0.192	燃料集合体	原子炉建屋
4	0.141	0.141	炉心シュラウド	炉心シュラウド
5	0.103	0.103	原子炉冷却材再循環ポンプ	原子炉冷却材再循環ポンプ
6	0.092	0.091	原子炉建屋	炉心シュラウド
7	0.090	0.090	炉心シュラウド	制御棒駆動機構ハウジング
8	0.089	0.089	制御棒駆動機構ハウジング	原子炉建屋
9	0.080	0.079	原子炉建屋	原子炉建屋
10	0.079	0.077	原子炉建屋	原子炉建屋
11	0.069	0.068	原子炉圧力容器	原子炉圧力容器
12	0.065	0.065	制御棒案内管	制御棒案内管
13	0.057	0.056	原子炉建屋	原子炉建屋
14	0.055	0.055	制御棒駆動機構ハウジング	制御棒駆動機構ハウジング
15	0.052	0.052	燃料集合体	燃料集合体

耐震評価における等価繰返し回数について

## 柏崎刈羽 7 号機 耐震評価における等価繰返し回数について

### (目次)

1.	はじめに .....	1
2.	柏崎刈羽 7 号機の耐震評価における疲労評価と等価繰返し回数.....	2
3.	一律に設定する地震等価繰返し回数の設定について .....	4
(1)	算出方法.....	4
(2)	一律に設定する等価繰返し回数の算出パラメータの設定の考え方.....	11
(3)	算出結果.....	16
(4)	弾性設計用地震動 $S_d$ の等価繰返し回数について .....	18
(5)	結果まとめ .....	19
4.	個別に設定する等価繰返し回数の設定について .....	20
(1)	対象設備.....	20
(2)	個別に設定する等価繰返し回数設定方針.....	20
(3)	算出結果.....	21
5.	まとめ .....	25
別紙		
I.	等価繰返し回数の算出結果 (基本ケース) .....	27
II.	材料物性の不確かさ等を考慮する場合の条件 .....	79
III.	等価繰返し回数の算出結果 (材料物性の不確かさ等の考慮) .....	86
IV.	等価繰返し回数の算出位置 .....	93
(補足)		
補足 1	ピーク応力法における各ピークのサイクル数の求め方 .....	108
補足 2	等価繰返し回数算出プログラムについて.....	109
補足 3	疲労評価の対象設備及び部位毎のピーク応力 .....	128
補足 4	ピーク応力の算出方法について .....	130
補足 5	多方向入力を対象とした等価繰返し回数算定方法について.....	133
補足 6	柏崎刈羽 7 号機 等価繰返し回数の保守性について .....	147
補足 7	ピーク応力の大きさと等価繰返し回数の関係について.....	165
補足 8	等価繰返し回数の算出に用いる地震動の考え方について .....	167

## 1. はじめに

柏崎刈羽 7 号機の今回工認における耐震評価の疲労評価は、J E A G 4 6 0 1-1987（以下「J E A G 4 6 0 1」という。）の記載手順※に従い、等価繰返し回数を用いた評価を行っている。疲労評価は、応力振幅と繰返し回数の情報が必要となるため、本来は設備の応力時刻歴が必要となるが、最大応力値のみを用いて保守側に疲れ累積係数 U F を評価できるよう設定した等価繰返し回数を設定することで、評価の簡便化を図っている。V-2-1-9「機能維持の基本方針」で記載しているとおおり、柏崎刈羽 7 号機の疲労評価に用いる等価繰返し回数は、個別に設定する値又は一律に設定する値（S s : 200 回，S d : 200 回）を用いている。

なお、建設時は、S 1，S 2 地震動による検討を行い、等価繰返し回数（S 1 : 60 回，S 2 : 60 回）を設定している。

本図書では疲労評価に用いる等価繰返し回数の設定について説明する。

### ※ J E A G 4 6 0 1 p574 より抜粋

疲れ解析は、1 次 + 2 次 + ピーク応力より疲れ累積係数を求めて評価するが、この手法には、地震動の等価繰返し回数を用いる方法あるいは機器の時刻歴応答から応力振幅の大きさの頻度分布を直接求める方法がある。

なお、地震動の等価繰返し数を求める場合にはピーク応力法あるいはエネルギー換算法が用いられている。

ここで「疲れ累積係数」とは、各応力サイクルにおける実際の繰返し回数と繰返しピーク応力強さに対応する許容繰返し回数との比をすべての応力サイクルについて加えたものをいう。



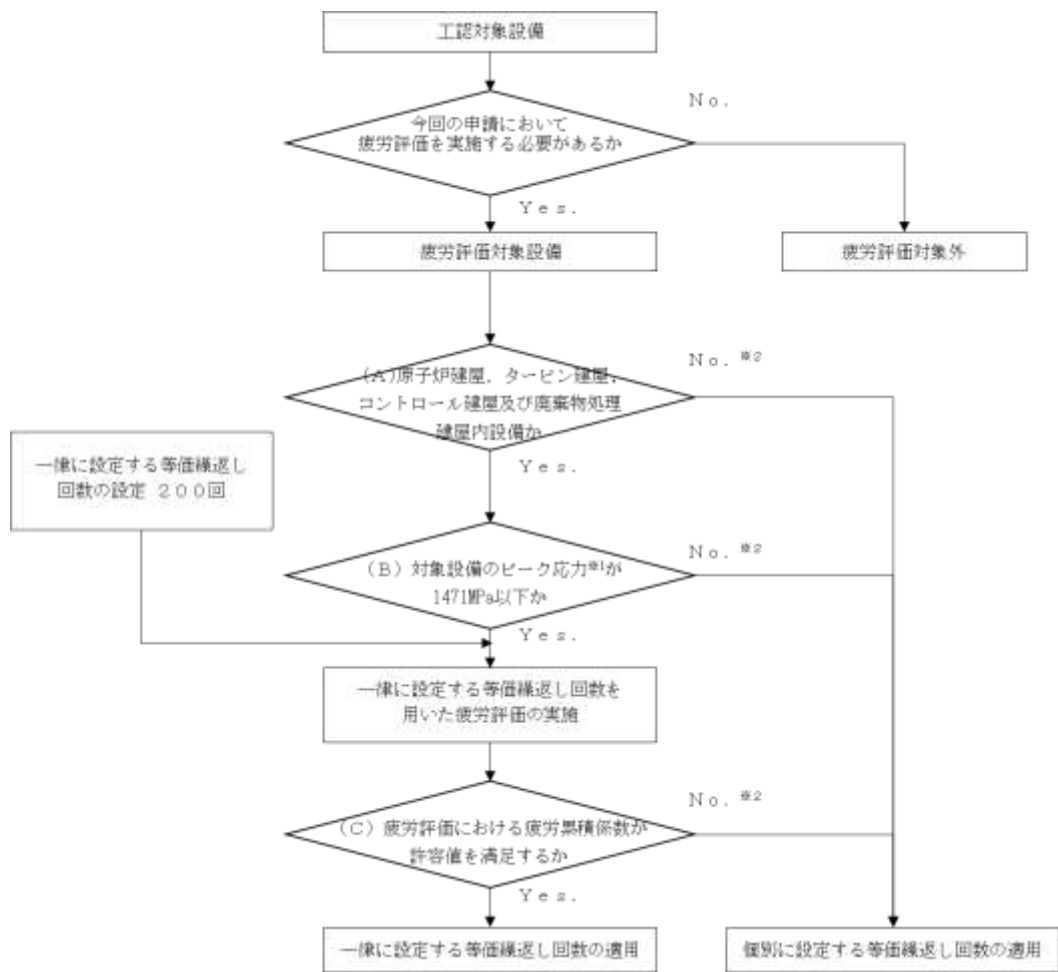
## 2. 柏崎刈羽 7 号機の耐震評価における疲労評価と等価繰返し回数

柏崎刈羽 7 号機の耐震評価における疲労評価は、J E A G 4 6 0 1 記載の手順のうち、等価繰返し回数を用いた評価を採用している。等価繰返し回数は建設時と同じピーク応力法による算出結果に基づき、一律に設定する値又は個別に設定する値を用いている。

一律に設定する値と、個別に設定する値の使い分けフローを図 2-1 に示す。ここで、フロー中の疲労評価対象設備は、工認耐震計算書対象とする設備・部位のうち、疲労評価を実施するものとしている。

一律に設定する値又は個別に設定する値の使い分けは以下 3 点がある。

- 一律に設定する等価繰返し回数を用いるのは原子炉建屋, タービン建屋, コントロール建屋及び廃棄物処理建屋内の疲労評価対象設備とする。これらの建屋以外に設置される疲労評価対象設備は、個別に設定する等価繰返し回数を用いる (図 2-1 の (A))。
- 一律に設定する等価繰返し回数は、疲労評価対象設備に発生するピーク応力が 1471MPa 以下となる疲労評価対象設備に用いる。1471MPa を超える疲労評価対象設備は個別に設定する値を用いる (図 2-1 の (B))。
- 一律に設定する等価繰返し回数を用いた疲労評価が許容値 (疲れ累積係数が 1 以下) を満足しない疲労評価対象設備については、個別に設定する等価繰返し回数を用いる (図 2-1 の (C))。



※1 疲労評価対象設備のピーク応力は、補足3参照。

※2 該当する疲労評価対象設備は4.参照。

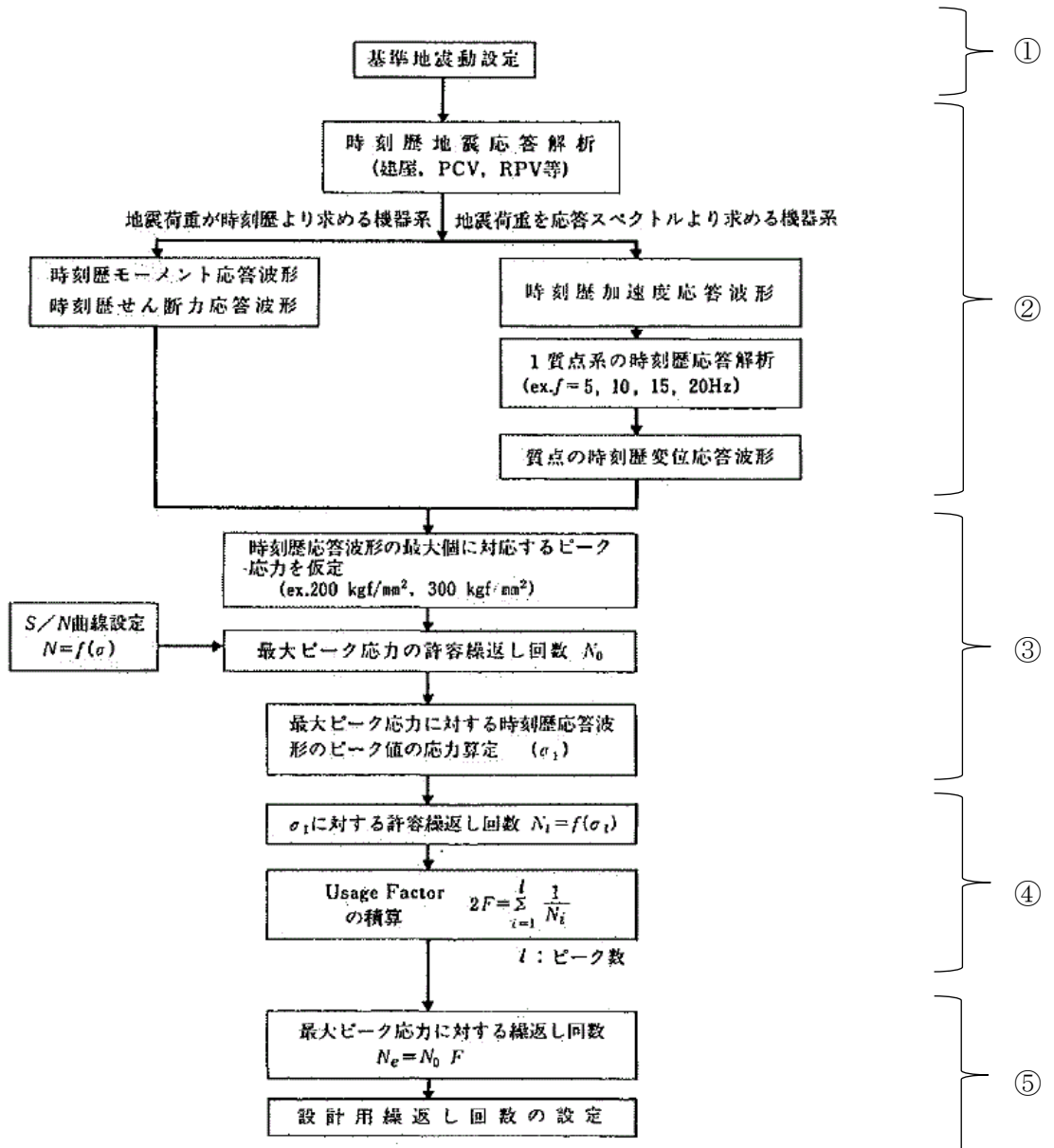
図2-1 適用する等価繰返し回数の使い分け

3. 一律に設定する地震等価繰返し回数の設定について

(1) 算出方法

柏崎刈羽7号機のピーク応力法による等価繰返し回数算出方法の手順を、J E A G 4 6 0 1 に記載されたピーク応力法による算出フロー（図3.（1）-1、以下「フロー」という。）との対比で説明する。また、柏崎刈羽7号機の建設時と今回工認の算出条件の比較を表3.（1）-1 に示す。

次頁以降に具体的な手順を示す。①～⑤の手順はフロー中の番号に対応している。



(J E A G 4 6 0 1 p576 に加筆)

図3.（1）-1 ピーク応力法による算出フロー

### ① 地震動の設定

柏崎刈羽7号機の一律に設定する等価繰返し回数の設定に用いる地震動として、基準地震動 $S_s$ に以下の考慮を行う（3.（2）参照）。

○柏崎刈羽原子力発電所は2007年に発生した新潟県中越沖地震（以下「NCO」という。）を被災していることから、本地震動を考慮する。

○米国の知見（SRP3.7.3Rev.4）を参考に、弾性設計用地震動 $S_d$ の1/3倍の地震動5回分を考慮する。

### ② 時刻歴波形の設定

等価繰返し回数の算出に用いる時刻歴波形は、地震荷重を時刻歴より求める機器系の場合（左側のフロー（以下「時刻歴フロー」という。））と、地震荷重を応答スペクトルより求める機器系の場合（右側のフロー（以下「応答スペクトルフロー」という。））の2種類の方法で設定する。

時刻歴フローでは、大型機器系及び炉内構造物系の地震応答解析（フローでは「時刻歴地震応答解析」と記載）から求めた時刻歴モーメント応答波形、時刻歴せん断力応答波形及び時刻歴軸力応答波形を用いる。

応答スペクトルフローでは、各建屋の地震応答解析、大型機器系及び炉内構造物系の地震応答解析から求めた時刻歴加速度応答波形を入力とした固有振動数 $f$ の1質点系モデルの時刻歴変位応答波形を用いる。この時刻歴変位応答波形は、固有振動数全て(1~20Hz)に対して算出する。

### ③ 時刻歴ピーク応力値の設定

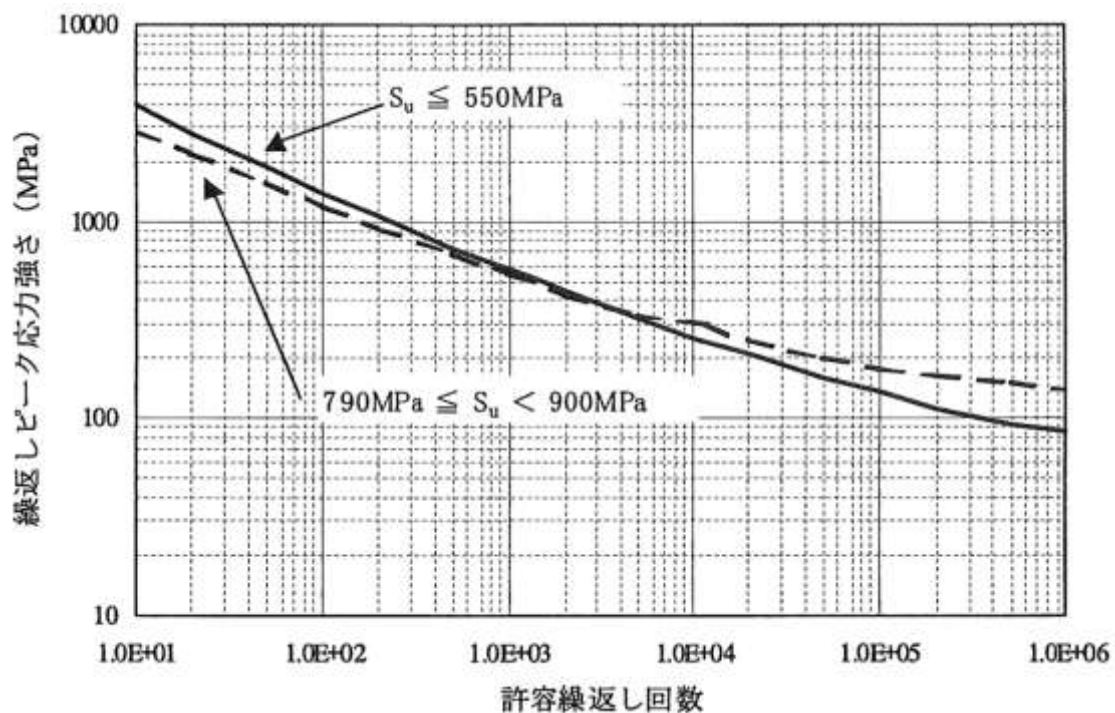
疲労評価対象設備に発生するピーク応力の最大値をフロー②で求めた時刻歴波形の最大値とすることで、応力の時刻歴波形を作成する。フロー③の「時刻歴応答波形の最大値に対するピーク応力を仮定」とは、疲労評価対象設備のピーク応力ではなく、疲労評価対象設備全てのピーク応力の最大値を時刻歴波形の最大値とすることに対応している。また、実際の多質点系モデルの場合、ピーク応力は各モードの重ね合わせの結果として算出されるものであり、必ずしも波形の最大値がピーク応力になるとは限らないが、フロー③では多質点系モデルの場合においても波形の最大値がピーク応力であることを指している。

ここで、柏崎刈羽7号機における等価繰返し回数設定に用いるピーク応力は、1471MPa※を用いており、疲労評価対象設備のピーク応力が1471MPaを超える場合は個別に設定を行う。

※：「昭和55年度 耐震設計の標準化に関する調査報告書」にて十分とされている値(150kg/mm<sup>2</sup>)を単位換算した値。

④ 疲れ累積係数UF (Usage Factor) の算出

図3.(1)-2に示すJ S ME設計・建設規格に記載される設計疲労線図を用い、応力時刻歴波形に対して各時刻歴振幅に対する許容繰返し回数を算出する。なお、時刻歴振幅とそれが何回繰返されるか(ピークのサイクル数)の算出方法はレインフロー法を用いる(補足1参照)。



(J S ME設計・建設規格より抜粋)

図3.(1)-2 炭素鋼, 低合金鋼及び高張力鋼の設計疲労線図

各応力時刻歴波の振幅に対する許容繰返し回数と、ピークのサイクル数からUFを算出する（図3.（1）-3参照）。

$$UF = \frac{n_0}{N_0} + \frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} \dots$$

$n_i$  : 各ピークのサイクル数

$N_i$  : 各ピークに対する許容繰返し回数

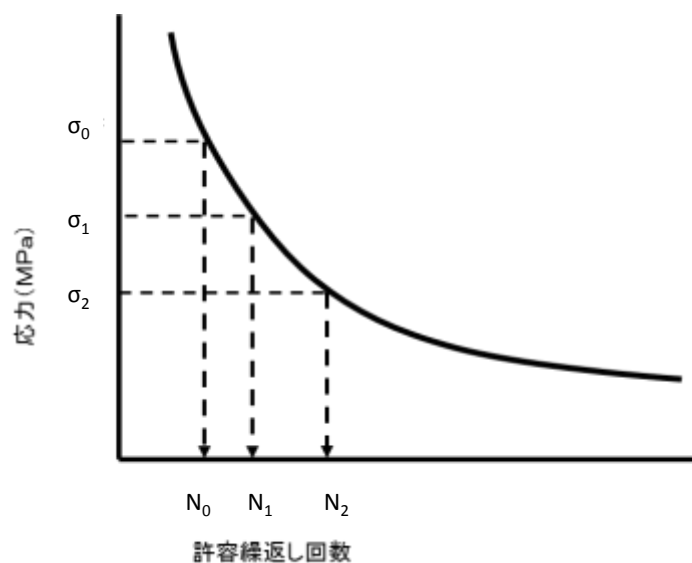
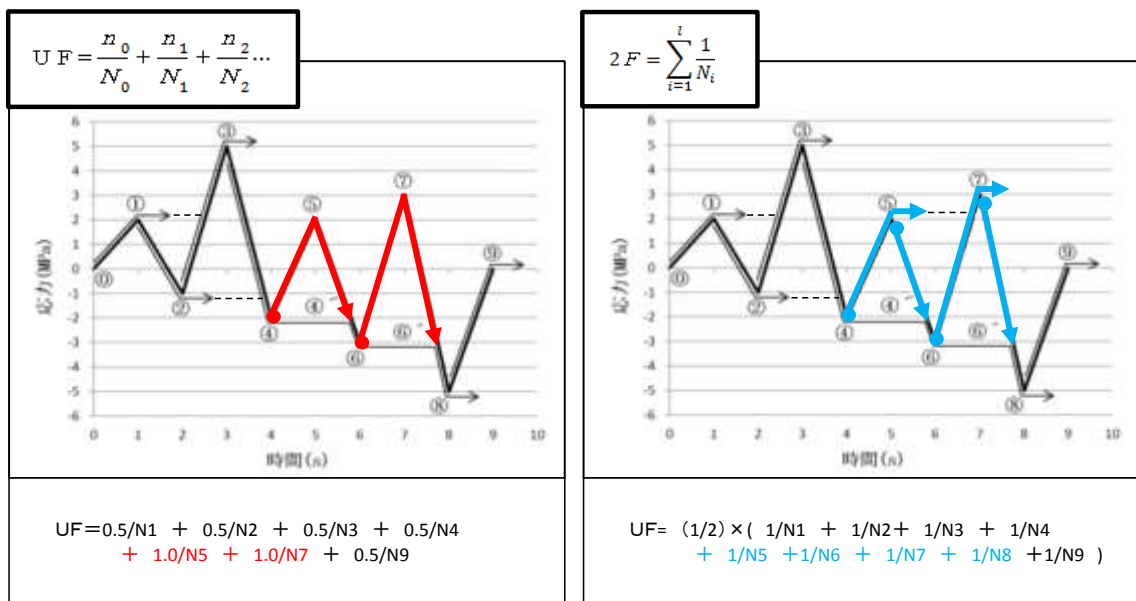


図3.（1）-3 UF算出方法

注記：上式では、片振りのピーク点を0.5サイクル、両振りのピーク点を1サイクルとしてUFを算出可能な式であることに対して、図3.（1）-1フローにおけるUFの積算式（ $2F = \sum_{i=1}^l \frac{1}{N_i}$ ）は各ピーク点を0.5サイクルとしてサイクル数をカウントすることを前提とした式であるため、係数に相違がある（図3.（1）-4参照）。



ピーク点		ピーク応力 $\sigma_i$ (MPa)	$\sigma_i$ に対する 許容繰返し回数 $N_i$ (回)
START	END		
①	②	$\sigma_1$	$N_1$
②	③	$\sigma_2$	$N_2$
③	⑧	$\sigma_3$	$N_3$
④	⑤	$\sigma_4$	$N_4$
⑤	④'	$\sigma_5$	$N_5$
⑥	⑦	$\sigma_6$	$N_6$
⑦	⑥'	$\sigma_7$	$N_7$
⑧	⑨	$\sigma_8$	$N_8$
⑨	⑩	$\sigma_9$	$N_9$

(※) : ⑤⇒④' での  $\sigma_i$  および  $N_i$  は ④⇒⑤での  $\sigma_i$  および  $N_i$  と等しい。  
 (※※) : ⑦⇒⑥' での  $\sigma_i$  および  $N_i$  は ⑥⇒⑦での  $\sigma_i$  および  $N_i$  と等しい。

図 3. (1) - 4 疲れ累積係数UFの積算方法の違いの概念図

⑤ 等価繰返し回数  $N_e$  の算出

フロー④で算出したUFとフロー③より求められる最大ピーク応力に対する許容繰返し回数  $N_0$  から、下式により、等価繰返し回数  $N_e$  を求める。

$$N_e = UF \times N_0$$

以上を踏まえ、柏崎刈羽7号機の等価繰返し回数の算出方法を図3.(1)-5に示す。

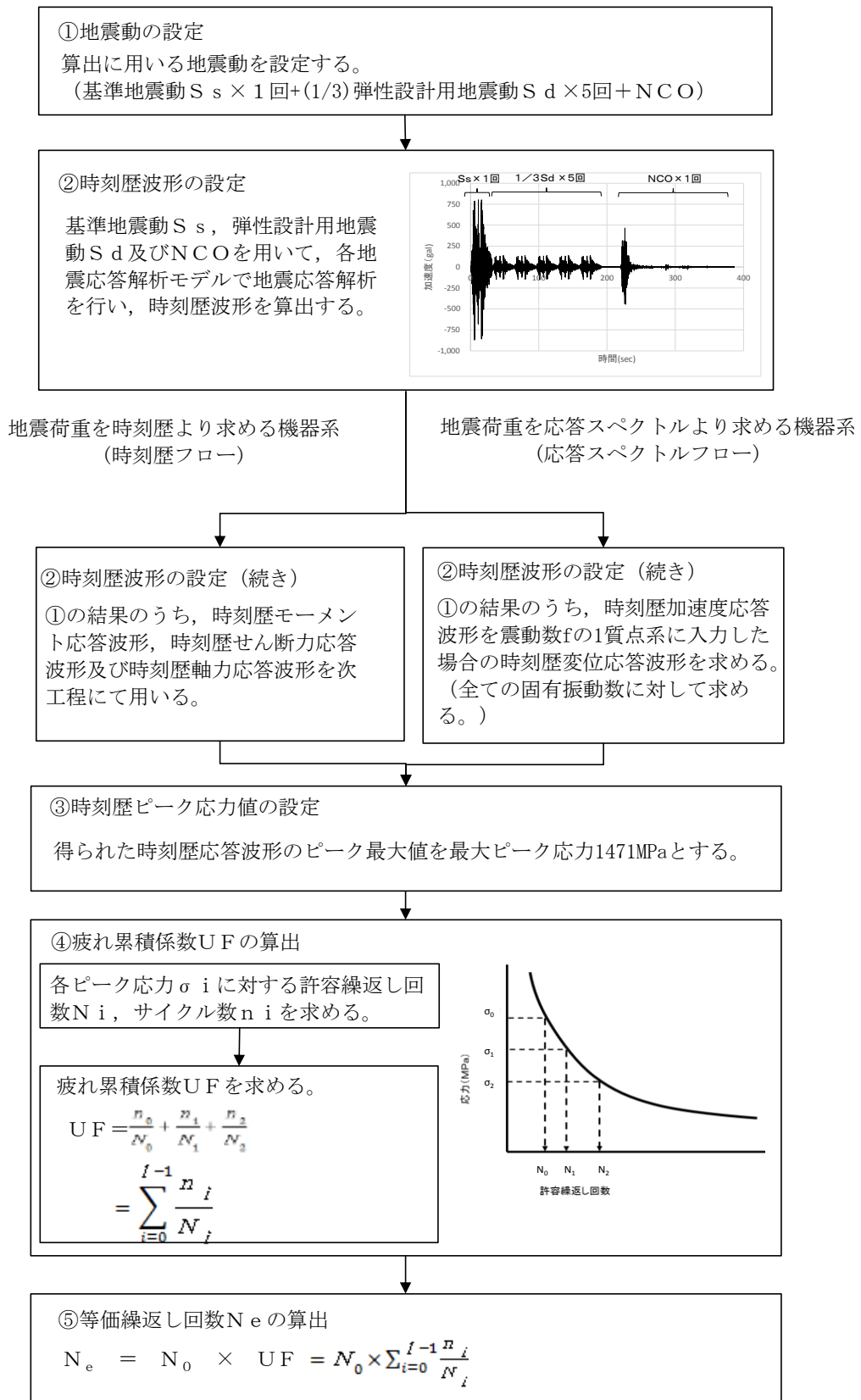


図3.(1) - 5 等価繰返し回数の算出方法



表 3. (1) - 1 柏崎刈羽 7 号機における一律に設定する等価繰返し回数の建設時と今回工認の算出条件の比較

		建設時		今回工認	
		耐震評価に地震応答解析から算出されるモーメントを用いる設備	耐震評価に床応答を入力とした 1 質点系モデルによる応答を用いる設備	耐震評価に地震応答解析から算出されるせん断力, モーメント, 軸力を用いる設備	耐震評価に床応答を入力とした 1 質点系モデルによる応答を用いる設備
算出方法 (J E A G 4601 のフローの左右どちらか)		時刻歴解析より算出される時刻歴モーメントを用いた算出方法 (時刻歴フロー)	建屋床応答を入力とした 1 質点系モデルによる応答時刻歴を用いた算出方法 (応答スペクトルフロー)	建設時と同様	建設時と同様
回数算出に用いる応答時刻歴波	波形	時刻歴モーメント波形	変位応答時刻歴波形	時刻歴波形 (せん断力波形, モーメント波形, 軸力波形)	建設時と同様
	時刻歴最大値 (設備の最大ピーク応力)	150kg/mm <sup>2</sup> 「昭和 55 年度 耐震設計の標準化に関する調査報告書」の検討にて十分とされている値	同左	1471MPa (150kg/mm <sup>2</sup> )	同左
対象建屋・床		代表設備の質点	代表設備の設置床面 (質点)	全ての質点	全ての床面 (質点)
固有周期		時刻歴解析結果より直接算出	設備の固有周期ではなく, 全固有周期帯	建設時と同様	建設時と同様
減衰定数		時刻歴解析結果より直接算出	0.5%, 1.0%	建設時と同様	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0%
設計用疲労線図		炭素鋼	同左	建設時と同様	同左
各方向の算出結果の組合せ		なし (NS・EW の 2 方向のうち最大となる値)	同左	なし (NS・EW・UD の 3 方向のうち最大となる値)	同左
材料物性の不確かさ等の考慮		なし	同左	あり <sup>※1</sup> (コンクリート剛性, 回転ばね定数, 地盤剛性他)	あり (コンクリート剛性, 回転ばね定数, 地盤剛性他)

※1 今回工認における等価繰返し回数の算出結果は, 時刻歴フローの算出結果に対し, 応答スペクトルフローの回数が多い。  
このため, 材料物性の不確かさ等の考慮のための影響検討は応答スペクトルフローにて検討している。

- (2) 一律に設定する等価繰返し回数の算出パラメータの設定の考え方  
等価繰返し回数の設定におけるパラメータとしては以下の項目があり、各項目の妥当性を検討し、一律に設定する等価繰返し回数が適切であることを確認する。

- ①ピーク応力
- ②固有周期
- ③対象床面（質点）
- ④地震動
- ⑤減衰定数
- ⑥設計疲労線図
- ⑦材料物性の不確かさ等の考慮

① ピーク応力

「昭和 55 年度 耐震設計の標準化に関する調査報告書」にてピーク応力の設定値が高くなるほど等価繰返し回数が大きくなる傾向となることが確認されている（補足 7 でその傾向の計算例を示す。）。当該報告書の中でピーク応力の設定値として十分とされている値（ $150\text{kg/mm}^2$ ）※を参考に、当該の値を単位換算した  $1471\text{MPa}$  を柏崎刈羽 7 号機の等価繰返し回数の算出に用いる。

また、ピーク応力の設定の適切性の確認は、各疲労評価対象設備のピーク応力が  $1471\text{MPa}$  に包絡されることを確認する必要がある。この場合の各疲労評価対象設備のピーク応力は、水平 2 方向と鉛直方向の地震力の組合せを考慮したものとする。

なお、疲労評価対象設備のピーク応力が  $1471\text{MPa}$  を超える場合は個別に等価繰返し回数の設定を行う。

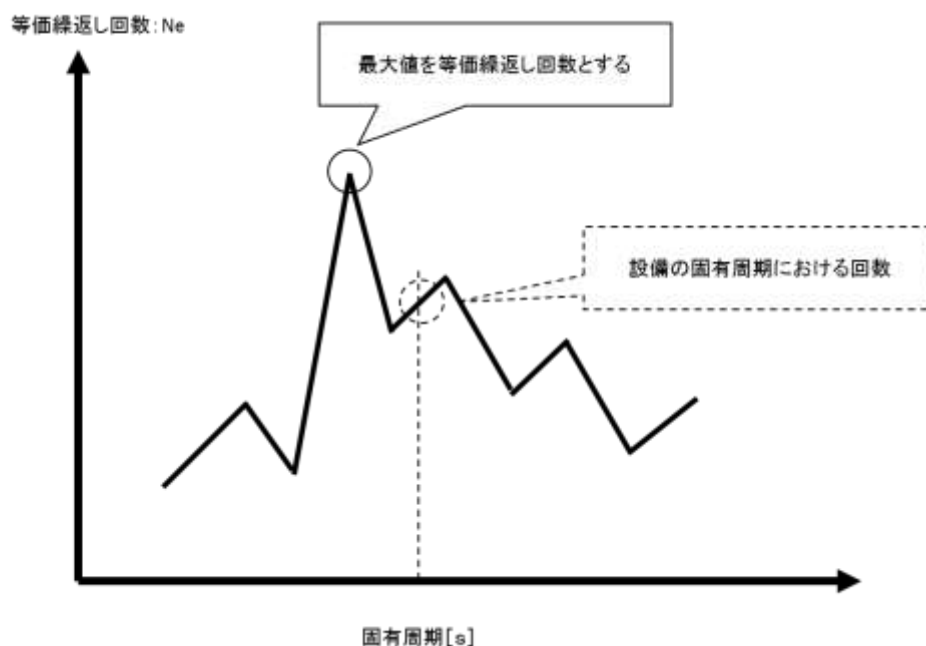
※ 「昭和 55 年度耐震設計の標準化に関する報告書」での整理。

現在用いられている材料において R P V 本体材料である S Q V 2 A 及び S F V V 3 の一次＋二次応力に対する許容値が最も高く、その値は  $3\text{ S m} = 56.4\text{kg/mm}^2$  となる。

応力係数の極大値 5 とすればピーク応力の値としては片振幅に対して、 $56.4 \times 5 \div 2 = 141\text{kg/mm}^2$  となることから、最大ピーク応力としては、 $150\text{kg/mm}^2$  まで考慮すれば十分としている。

## ② 固有周期

今回工認では、全周期帯（0.05s~1.00s）で算出した最大の等価繰返し回数を包絡できるように設定する。実際の設備は、特定の固有周期を有していることから、当該疲労評価対象設備の等価繰返し回数は確実にそれ以下の回数となり、保守側の設定となる。



## ③ 対象床面（質点）

等価繰返し回数を設定する床面（質点）はV-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」で設備設計に用いる床応答曲線を算出する全ての床面と、V-2-2-4「原子炉本体の基礎の地震応答計算書」及びV-2-3-1「炉心、原子炉压力容器及び压力容器内部構造物の地震応答計算書」で設備設計に用いる荷重を算出する全ての質点（柏崎刈羽7号機において実際に疲労評価を実施する設備が有る床面以外も含む。）とする。

④ 地震動

柏崎刈羽原子力発電所における基準地震動は、 $S_s - 1 \sim 8$ の8波がある。今回の等価繰返し回数の算出には全ての基準地震動を用いる。

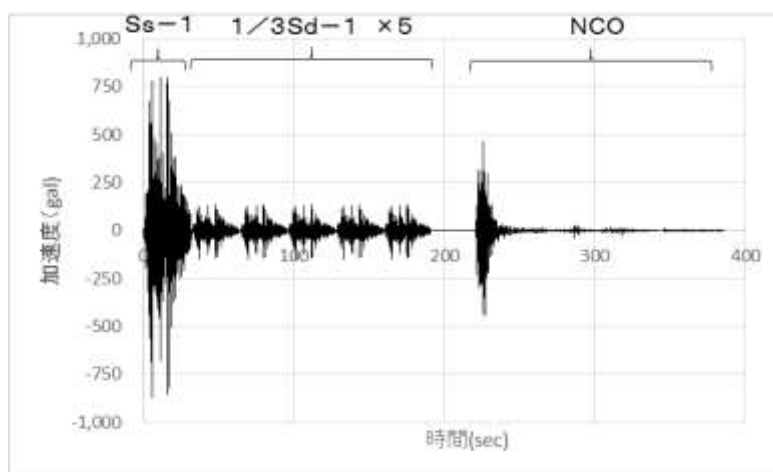
また、基準地震動に加えて以下の2点を考慮する。

- ・柏崎刈羽7号機設備はNCOを被災していることから、NCOの地震動の影響を考慮する。
- ・米国SRP3.7.3Rev.4の考え方を参考に、弾性設計用地震動 $S_d$ の1/3倍の地震動5回分を考慮する（補足8参照）。

上記より今回の算出に用いる地震動は、基準地震動 $S_s$ 、弾性設計用地震動 $S_d$ の1/3倍の地震動5回分及びNCOを組み合わせることとし、表3.(2)-1に示す8波とする。また、図3.(2)-1に算出に用いた地震動の一例を示す。

表3.(2)-1 柏崎刈羽7号機 今回工認の等価繰返し回数算出用の地震動

今回工認の算出用地震動		
$S_s - 1 \times 1$ 回	+	$1/3 S_d - 1 \times 5$ 回 + NCO
$S_s - 2 \times 1$ 回	+	$1/3 S_d - 2 \times 5$ 回 + NCO
$S_s - 3 \times 1$ 回	+	$1/3 S_d - 3 \times 5$ 回 + NCO
$S_s - 4 \times 1$ 回	+	$1/3 S_d - 4 \times 5$ 回 + NCO
$S_s - 5 \times 1$ 回	+	$1/3 S_d - 5 \times 5$ 回 + NCO
$S_s - 6 \times 1$ 回	+	$1/3 S_d - 6 \times 5$ 回 + NCO
$S_s - 7 \times 1$ 回	+	$1/3 S_d - 7 \times 5$ 回 + NCO
$S_s - 8 \times 1$ 回	+	$1/3 S_d - 8 \times 5$ 回 + NCO



( $S_s-1 \times 1$ 回 +  $1/3S_d-1 \times 5$ 回 + NCO)  
 (原子炉建屋の地震応答解析モデル 鉛直方向 T.M.S.L.23.500)

図3. (2) - 1 算出に用いた入力地震動の例

⑤ 減衰定数

応答スペクトルフローでの算出に用いる 1 質点系の時刻歴応答解析の減衰定数は、網羅性を確保する観点から機器・配管系の評価用の減衰定数としてよく用いられる 8 ケース(\*)とする。

(\*) : 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 4.0%, 5.0%

⑥ 設計疲労線図

今回の算出に用いる設計疲労線図は J S M E 設計・建設規格に記載される「炭素鋼, 低合金鋼及び高張力鋼」の設計用疲労線図とする。「炭素鋼, 低合金鋼および高張力鋼」の設計用疲労線図を用いるほうが同じピーク応力とした場合に J S M E 設計・建設規格に記載される「オーステナイト系ステンレス鋼および高ニッケル合金」よりも許容繰返し回数が小さくなり, 等価繰返し回数が大きく算出されるため, 今回の算出においては「炭素鋼, 低合金鋼及び高張力鋼」を用いる。

⑦ 材料物性の不確かさ等の考慮

V-2-1-1「耐震設計の基本方針」にて材料物性のばらつき等を適切に考慮する方針としていることから、今回工認の等価繰返し回数についても、算出に用いる地震応答解析モデルの材料物性の不確かさ等による影響を考慮する。

考慮にあたっては、基本ケースの地震応答解析による結果から等価繰返し回数の算出に支配的となる地震動・減衰定数を特定し、特定した地震動・減衰定数を用いて材料物性の不確かさ等を考慮した検討ケースでの等価繰返し回数を算出した後、算出結果を踏まえて安全側に設定を行う。具体的なフローを図3.(2)-2に示す。

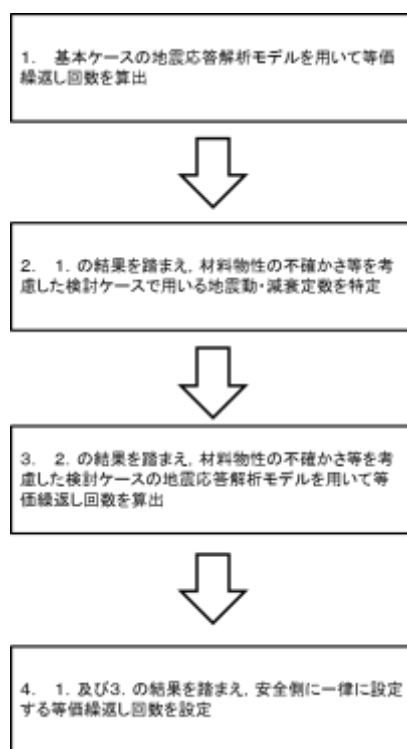


図3.(2)-2 一律に設定する等価繰返し回数 設定フロー

(3) 算出結果

基本ケースの地震応答解析モデルにて算出した等価繰返し回数を表3.(3) - 1に、詳細内訳を別紙に示す。また基本ケースの結果で最大となる減衰定数、地震動にて算出した材料物性の不確かさ等を考慮した結果を表3.(3) - 2に示す。また、この算出条件及び詳細内訳は別紙に示す。

表3.(3) - 1 地震応答解析モデル毎の最大等価繰返し回数 (基本ケース)

地震応答解析モデル	回数が最大となる条件		T.M.S.L.(m)	方向	最大回数
	減衰定数 (%)	地震動			
原子炉建屋の地震応答解析モデル	0.5	S s - 3系*	49.700	NS	
				UD	
			-8.200	UD	
大型機器系の地震応答解析モデル	2.0	S s - 3系*	21.200	UD	
炉内構造物系の地震応答解析モデル	2.5	S s - 3系*	14.433	UD	
タービン建屋の地震応答解析モデル	0.5	S s - 3系*	30.900	EW	
コントロール建屋の地震応答解析モデル	0.5	S s - 3系*	24.100	UD	
廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル	2.0	S s - 3系*	44.300	UD	

※ S s - 3 × 1回 + 1/3 S d - 3 × 5回 + NCO

表3.(3) - 2 地震応答解析モデル毎の最大等価繰返し回数  
(材料物性の不確かさを考慮)

地震応答解析モデル	算出条件		T.M.S.L. (m)	方向	最大回数		比率 (不確かさ等考慮/基本ケース)
	減衰定数 (%)	地震動			基本ケース	不確かさ等考慮	
原子炉建屋の地震応答解析モデル	0.5	S s - 3系 <sup>※1</sup>	49.700	NS			
	0.5	S s - 3系 <sup>※1</sup>	49.700	UD			
	0.5	S s - 3系 <sup>※1</sup>	-8.200	UD			
大型機器系の地震応答解析モデル	2.0	S s - 3系 <sup>※1</sup>	21.200	UD			
炉内構造物系の地震応答解析モデル	2.5	S s - 3系 <sup>※1</sup>	14.433	UD			
タービン建屋の地震応答解析モデル	0.5	S s - 3系 <sup>※1</sup>	30.900	EW			
コントロール建屋の地震応答解析モデル	0.5	S s - 1系 <sup>※2</sup>	24.100	UD			
			17.300				
			12.300				
			6.500				
			1.000				
	0.5	S s - 3系 <sup>※1</sup>	24.100	UD			
廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル	2.0	S s - 3系 <sup>※1</sup>	44.300	UD			

※1 S s - 3 × 1 回 + 1/3 S d - 3 × 5 回 + N C O

※2 S s - 1 × 1 回 + 1/3 S d - 1 × 5 回 + N C O

※3 S s - 1系における不確かさ等考慮ケースの最大回数と S s - 1系における基本ケースの最大回数の比率を算出し、その比率を S s - 3系における基本ケースの最大回数に掛け合わせて S s - 3系における不確かさ等考慮ケースの最大回数を算出した。



(4) 弾性設計用地震動  $S_d$  の等価繰返し回数について

柏崎刈羽原子力発電所の弾性設計用地震動  $S_d$  は基準地震動  $S_s$  に係数 0.5 を乗じて設定しており、建屋の各床面（質点）における弾性設計用地震動  $S_d$  による応答波形は、基準地震動  $S_s$  による応答波形にほぼ等しくなる。また、弾性設計用地震動  $S_d$  により発生するピーク応力は、基準地震動  $S_s$  により発生するピーク応力よりも小さくなる。

ピーク応力法においては、波形が等しい2つの地震動で等価繰返し回数を算出する場合、ピーク応力が高くなるほど等価繰返し回数の算出が保守的となる（「3. (2) ①ピーク応力」参照）。

したがって、基準地震動  $S_s$  の地震動及びピーク応力に基づき算出した等価繰返し回数を弾性設計用地震動  $S_d$  の等価繰返し回数に用いることは保守側の設定となる。

以上の理由から、今回工認における弾性設計用地震動  $S_d$  の等価繰返し回数は、弾性設計用地震動  $S_d$  を用いた等価繰返し回数の算出は行わず、基準地震動  $S_s$  の等価繰返し回数と同じ回数とする。

(5) 結果まとめ

- ・基本ケースでの算出結果は廃棄物処理建屋の地震応答解析モデルでの□  
回が最大であった。
- ・材料物性の不確かさ等を考慮した算出結果は廃棄物処理建屋の地震応答解  
析モデルでの□回が最大であった。

上記は、等価繰返し回数が保守的になるよう算出パラメータを設定して等価繰返し回数を算出した結果である(3.(2)参照)。また、今回工認の疲労評価手法は、柏崎刈羽7号機の地震動の特徴により保守側の結果を与える(補足6.4参照)。

以上より、柏崎刈羽7号機の一律に設定する等価繰返し回数は200回とする。

4. 個別に設定する等価繰返し回数の設定について

柏崎刈羽7号機の今回工認において一律に設定する等価繰返し回数を適用せず、個別に設定する等価繰返し回数を適用する場合について説明する。

(1) 対象設備

個別に設定する等価繰返し回数を設定する必要がある疲労評価対象設備は図2-1のフローに従って抽出される以下の疲労評価対象設備となる。

- (A) 原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋以外に設置される疲労評価対象設備
- (B) 発生するピーク応力が1471MPaを超える疲労評価対象設備
- (C) 一律に設定する等価繰返し回数を用いた疲労評価が許容値を満足しない疲労評価対象設備

(2) 個別に設定する等価繰返し回数設定方針

個別に設定する場合の算出条件を一律に設定する等価繰返し回数と併せ表4.(2)-1に示す。

算出条件の一部（設置場所，固有周期，減衰定数，ピーク応力，設計用疲労線図）に疲労評価対象設備固有の条件を用いた上で算出することで，各疲労評価対象設備に対して個別に設定する等価繰返し回数とする。

また，一律に設定する等価繰返し回数と同様に，材料物性の不確かさ等の影響を考慮する。

表4.(2)-1 一律に設定する等価繰返し回数と個別に設定する等価繰返し回数の条件

条件の項目	一律に設定する等価繰返し回数	個別に設定する等価繰返し回数	備考
対象建屋・床	全床面（質点）	疲労評価対象設備の設置位置	
ピーク応力	1471MPa	1471MPa <sup>※1</sup>	※1 必要に応じて疲労評価対象設備のピーク応力を用いる。
固有周期	全固有周期	全固有周期 <sup>※2</sup>	※2 必要に応じて疲労評価対象設備の固有周期を用いる。
減衰定数	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0%	設備の減衰定数	
設計用疲労線図	炭素鋼	炭素鋼 <sup>※3</sup>	※3 必要に応じて疲労評価対象設備の使用材料の設計用疲労線図を用いる。

(3) 算出結果

(2) 項の方針に基づき算出した個別に設定する等価繰返し回数を以下に示す。

(A) 原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋以外に設置される疲労評価対象設備

原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋以外に設置される設備で疲労評価対象設備は無し。

(B) 発生するピーク応力が 1471MPa を超える疲労評価対象設備

該当する設備として原子炉補機冷却水系配管(RCW-T-3, RCW-T-4)がある。算出条件，算出結果及び個別に設定する等価繰返し回数を表 4.

(3) - 1 及び 2 に示す。

(C) 一律に設定する等価繰返し回数を用いた疲労評価が許容値を満足しない疲労評価対象設備

該当する設備として消火系配管(FP-025R2)，非放射性ドレン移送系配管(MSC-002R2)，雑用水系配管(DW-006R2)及びタービン補機冷却水系配管(TCW-001R2)がある。算出条件，算出結果及び個別に設定する等価繰返し回数を表 4. (3) - 3 及び 4 に示す。

表 4. (3) - 1 原子炉補機冷却水系配管(RCW-T-3) 個別に設定する等価繰返し回数

算出条件						算出結果					個別に設定する 等価繰返し回数
建屋・構築物	T.M.S.L. (m)	減衰定数 (%)	ピーク応力 (MPa)	1 質点系の 固有周期(s)	設計用 疲労線図	等価繰返し回数 <sup>※3</sup>				最大 回数	
						検討ケース	NS	EW	UD		
原子炉建屋	-1.700	2.0	1631	全固有周期	炭素鋼	基本ケース <sup>※1</sup>					70
タービン建屋	-1.100		1625			ケース 2~6 <sup>※1</sup>					
		基本ケース <sup>※2</sup>									
ケース 2~5 <sup>※2</sup>											

※1：別紙 表Ⅱ. 2 参照

※2：別紙 表Ⅱ. 8 参照

※3：下線部：算出結果が最大の等価繰返し回数

22

表 4. (3) - 2 原子炉補機冷却水系配管(RCW-T-4) 個別に設定する等価繰返し回数

算出条件						算出結果					個別に設定する 等価繰返し回数
建屋・構築物	T.M.S.L. (m)	減衰定数 (%)	ピーク応力 (MPa)	1 質点系の 固有周期(s)	設計用 疲労線図	等価繰返し回数 <sup>※3</sup>				最大 回数	
						検討ケース	NS	EW	UD		
原子炉建屋	-1.700	2.0	1536	全固有周期	炭素鋼	基本ケース <sup>※1</sup>					70
タービン建屋	-1.100		1631			ケース 2~6 <sup>※1</sup>					
		基本ケース <sup>※2</sup>									
ケース 2~5 <sup>※2</sup>											

※1：別紙 表Ⅱ. 2 参照

※2：別紙 表Ⅱ. 8 参照

※3：下線部：算出結果が最大の等価繰返し回数

表 4. (3) - 3 消火系配管(FP-025R2) 等価繰返し回数算出結果

算出条件						算出結果				個別に設定する等価繰返し回数	
建屋・構築物	T.M.S.L. (m)	減衰定数 (%)	ピーク応力 (MPa)	1 質点系の 固有周期(s)	設計用 疲労線図	等価繰返し回数 <sup>※3</sup>					最大 回数
						検討ケース	NS	EW	UD		
コントロール 建屋	24.100	2.0	1471	全固有周期	炭素鋼	基本ケース <sup>※1</sup>					80
	17.300					ケース 2~6 <sup>※1</sup>					
	12.300					基本ケース <sup>※1</sup>					
						ケース 2~6 <sup>※1</sup>					
						基本ケース <sup>※1</sup>					
						ケース 2~6 <sup>※1</sup>					
廃棄物処理 建屋	20.400					基本ケース <sup>※2</sup>					
	12.300					ケース 2~5 <sup>※2</sup>					
						基本ケース <sup>※2</sup>					
						ケース 2~5 <sup>※2</sup>					

※1：別紙 表Ⅱ. 10 参照

※2：別紙 表Ⅱ. 12 参照

※3：下線部：算出結果が最大の等価繰返し回数

※4：一律に設定する等価繰返し回数の算出結果より，材料物性の不確かさ等による影響を考慮した個別に設定する等価繰返し回数を算出する。例えばコントロール建屋 NS 方向(T.M.S.L.24.100(m))では別紙 表Ⅰ (5) - 1 より，S s - 1 系の地震動による減衰定数 0.5%で  回，S s - 3 系の減衰定数 2.0%で  回とその比率  が得られる。この比率を別紙 表Ⅲ (5) の不確かさ等考慮ケースで最大となるケース 2 又は 3 の  回に掛け合わせ  回となる。更に比率を用いた算出に保守性を考慮するため， 回を加算し，不確かさ等考慮した等価繰返し回数として  回を設定している。

表4.(3) - 4 非放射性ドレン移送系配管 (MSC-002R2), 雑用水系配管 (配管モデル: DW-006R2),  
タービン補機冷却水系配管(TCW-001R2) 等価繰返し回数算出結果

算出条件						算出結果				個別に設定する等価繰返し回数	
建屋・構築物	T.M.S.L. (m)	減衰定数 (%)	ピーク応力 (MPa)	1 質点系の 固有周期(s)	設計用 疲労線図	等価繰返し回数 <sup>※3</sup>					最大 回数
						検討ケース	NS	EW	UD		
コントロール 建屋	17.300	2.0	1471	全固有周期	炭素鋼	基本ケース <sup>※1</sup>					80
	12.300					ケース 2~6 <sup>※1</sup>					
						基本ケース <sup>※1</sup>					
	廃棄物処理 建屋					20.400					
12.300		基本ケース <sup>※2</sup>									
		ケース 2~5 <sup>※2</sup>									
		基本ケース <sup>※2</sup>									
	ケース 2~5 <sup>※2</sup>										

※1 : 別紙 表II. 1 0 参照

※2 : 別紙 表II. 1 2 参照

※3 : 下線部 : 算出結果が最大の等価繰返し回数

※4 : 一律に設定する等価繰返し回数の算出結果より, 材料物性の不確かさ等による影響を考慮した個別に設定する等価繰返し回数を算出する。例えばコントロール建屋 NS 方向(T.M.S.L.17.300(m))では別紙 表 I (5) - 1 より, S s - 1 系の地震動による減衰定数 0.5% で  回, S s - 3 系の減衰定数 2.0% で  回とその比率  が得られる。この比率を別紙 表 III (5) の不確かさ等考慮ケースで最大となるケース 3 の  回に掛け合わせ  回となる。更に比率を用いた算出に保守性を考慮するため,  回を加算し, 不確かさ等考慮した等価繰返し回数として  回を設定している。

## 5. まとめ

今回の柏崎刈羽 7 号機における等価繰返し回数は、等価繰返し回数算出に影響するパラメータ（ピーク応力、固有周期、対象床面（質点）、地震動、減衰定数、設計疲労線図及び材料物性の不確かさ等）を保守的に設定した算出を行い、算出結果を包絡することで一律に設定する値（ $S_s$  : 200 回,  $S_d$  : 200 回）を設定している。

個別に設定する等価繰返し回数についてもパラメータ（ピーク応力、固有周期、対象床面（質点）、減衰定数及び設計疲労線図）を疲労評価対象設備固有の条件を用いた上で算出し、設定している。



## 別紙

### I. 基本ケースでの等価繰返し回数の算出結果

- (1) 原子炉建屋の地震応答解析モデル
- (2) 大型機器系の地震応答解析モデル
- (3) 炉内構造物系の地震応答解析モデル
- (4) タービン建屋の地震応答解析モデル
- (5) コントロール建屋の地震応答解析モデル
- (6) 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル

### II. 材料物性の不確かさを考慮する場合の条件

### III. 等価繰返し回数の算出結果（材料物性の不確かさを考慮）

- (1) 原子炉建屋の地震応答解析モデル
- (2) 大型機器系の地震応答解析モデル
- (3) 炉内構造物系の地震応答解析モデル
- (4) タービン建屋の地震応答解析モデル
- (5) コントロール建屋の地震応答解析モデル
- (6) 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル

### IV. 等価繰返し回数の算出位置

I. 等価繰返し回数の算出結果（基本ケース）

(1) 原子炉建屋の地震応答解析モデル

表 I (1) - 1 原子炉建屋の地震応答解析モデル（応答スペクトルフロー）  
NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
原子炉 建屋	49.700	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	38.200	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	31.700	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	23.500	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	18.100	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
2.0											
1.5											
1.0											
0.5											

表 I (1) - 1 原子炉建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
原子炉 建屋 (続き)	12.300	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	4.800	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	-1.700	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	-8.200	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									

表 I (1) - 2 原子炉建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
			+ 1/3Sd-1 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-2 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-3 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-4 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-5 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-6 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-7 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-8 ×5 +NCO
原子炉 建屋	49.700	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	38.200	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	31.700	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	23.500	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	18.100	5.0								
		4.0								
		3.0								
2.5										
2.0										
1.5										
1.0										
0.5										

表 I (1) - 2 原子炉建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1	
			+ 1/3Sd-1 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-2 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-3 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-4 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-5 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-6 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-7 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
原子炉 建屋 (続き)	12.300	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	4.800	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	-1.700	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	-8.200	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									

表 I (1) - 3 原子炉建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
			+ 1/3Sd-1 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-2 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-3 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-4 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-5 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-6 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-7 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-8 ×5 +NCO
原子炉 建屋	49.700	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	38.200	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	31.700	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	23.500	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	18.100	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
2.0										
1.5										
1.0										
0.5										

表 I (1) - 3 原子炉建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
			+ 1/3Sd-1 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-2 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-3 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-4 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-5 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-6 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-7 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-8 ×5 +NCO
原子炉 建屋 (続き)	12.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	4.800	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	-1.700	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	-8.200	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								

(2) 大型機器系の地震応答解析モデル

表 I (2) - 1. 1 大型機器系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
せん断力 NS 方向

機器	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
原子炉 圧力 容器	26.013								
	23.553								
	22.163								
	20.494								
	18.716								
	16.563								
	15.262								
	12.332								
	9.402								
	6.904								
4.950									
原子炉 圧力容 器スカ ート	9.402								
8.200									
原子炉 遮蔽壁	21.200								
	18.440								
	17.020								
	15.600								
	13.950								
原子炉 本体 基礎	12.300								
	8.200								
	7.000								
	4.500								
	3.500								
	1.700								
	-2.100								
	-4.700								
-8.200									



表 I (2) - 1. 2 大型機器系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
せん断力 EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO×1	+ 1/3Sd-2×5 + NCO×1	+ 1/3Sd-3×5 + NCO×1	+ 1/3Sd-4×5 + NCO×1	+ 1/3Sd-5×5 + NCO×1	+ 1/3Sd-6×5 + NCO×1	+ 1/3Sd-7×5 + NCO×1	+ 1/3Sd-8×5 + NCO×1
原子炉 圧力 容器	26.013								
	23.553								
	22.163								
	20.494								
	18.716								
	16.563								
	15.262								
	12.332								
	9.402								
	6.904								
4.950									
原子炉 圧力容 器スカ ート	9.402								
8.200									
原子炉 遮蔽壁	21.200								
	18.440								
	17.020								
	15.600								
	13.950								
	12.300								
原子炉 本体 基礎	8.200								
	7.000								
	4.500								
	3.500								
	1.700								
	-2.100								
	-4.700								
-8.200									

表 I (2) - 1. 3 大型機器系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
モーメント NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
原子炉 圧力 容器	26.013								
	23.553								
	22.163								
	20.494								
	18.716								
	16.563								
	15.262								
	12.332								
	9.402								
	6.904								
4.950									
原子炉 圧力容 器スカ ート	9.402								
	8.200								
原子炉 遮蔽壁	21.200								
	18.440								
	17.020								
	15.600								
	13.950								
原子炉 本体 基礎	12.300								
	8.200								
	7.000								
	4.500								
	3.500								
	1.700								
	-2.100								
	-4.700								
-8.200									

表 I (2) - 1. 4 大型機器系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
モーメント EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
原子炉 圧力 容器	26.013								
	23.553								
	22.163								
	20.494								
	18.716								
	16.563								
	15.262								
	12.332								
	9.402								
	6.904								
4.950									
原子炉 圧力容 器スカ ート	9.402								
	8.200								
原子炉 遮蔽壁	21.200								
	18.440								
	17.020								
	15.600								
	13.950								
原子炉 本体 基礎	12.300								
	8.200								
	7.000								
	4.500								
	3.500								
	1.700								
	-2.100								
	-4.700								
-8.200									

表 I (2) - 1. 5 大型機器系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
軸力 UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1×5 + NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2×5 + NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3×5 + NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4×5 + NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5×5 + NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6×5 + NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7×5 + NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8×5 + NCO
原子炉 圧力容 器	26.013								
	23.553								
	22.163								
	20.494								
	18.716								
	17.179								
	16.506								
	15.641								
	15.266								
	14.433								
	13.721								
	13.009								
	12.297								
	11.585								
	10.873								
	10.161								
	9.645								
	9.402								
	8.395								
	7.388								
6.795									
6.253									
5.783									
5.817									
5.066									
原子炉 圧力容 器スカ ート	9.402								
	8.200								

表 I (2) - 1. 5 大型機器系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
軸力 UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
原子炉 遮蔽壁	21.200								
	18.440								
	17.020								
	15.600								
	13.950								
	12.300								
原子炉 本体 基礎	8.200								
	7.000								
	4.500								
	3.500								
	1.700								
	-2.100								
	-4.700								
	-8.200								

表 I (2) - 2. 1 大型機器系の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO			
原子 炉遮 蔽壁	21.200	5.0		原子 炉本 体基 礎	12.300	5.0		原子 炉本 体基 礎	1.700	5.0				
		4.0				4.0				4.0				
		3.0				3.0				3.0				
		2.5				2.5				2.5				
		2.0				2.0				2.0				
		1.5				1.5				1.5				
		1.0				1.0				1.0				
		0.5				0.5				0.5				
	18.440	5.0			5.0	5.0								
		4.0			4.0	4.0								
		3.0			3.0	3.0								
		2.5			2.5	2.5								
		2.0			2.0	2.0								
		1.5			1.5	1.5								
		1.0			1.0	1.0								
		0.5			0.5	0.5								
	17.020	5.0			5.0	5.0								
		4.0			4.0	4.0								
		3.0			3.0	3.0								
		2.5			2.5	2.5								
		2.0			2.0	2.0								
		1.5			1.5	1.5								
		1.0			1.0	1.0								
		0.5			0.5	0.5								
	15.600	5.0			5.0	5.0								
		4.0			4.0	4.0								
		3.0			3.0	3.0								
		2.5			2.5	2.5								
		2.0			2.0	2.0								
		1.5			1.5	1.5								
		1.0			1.0	1.0								
		0.5			0.5	0.5								
	13.950	5.0			5.0	5.0								
		4.0			4.0	4.0								
		3.0			3.0	3.0								
		2.5			2.5	2.5								
		2.0			2.0	2.0								
		1.5			1.5	1.5								
		1.0			1.0	1.0								
		0.5			0.5	0.5								
	原子 炉圧 力容 器	7.000			5.0	7.000		5.0	-4.700	5.0			26.013	5.0
					4.0	4.0		4.0		4.0				
					3.0	3.0		3.0		3.0				
					2.5	2.5		2.5		2.5				
					2.0	2.0		2.0		2.0				
					1.5	1.5		1.5		1.5				
					1.0	1.0		1.0		1.0				
					0.5	0.5		0.5		0.5				
4.500		5.0	4.500	5.0	4.500	5.0								
		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0								
		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0								
		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5								
		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0								
		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5								
		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0								
		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5								
3.500		5.0	3.500	5.0	3.500	5.0								
		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0								
		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0								
		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5								
		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0								
		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5								
		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0								
		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5								
20.494	5.0	20.494	5.0	20.494	5.0									
	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0									
	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0									
	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5									
	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0									
	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5									
	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0									
	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5									

(大型機器系の地震応答解析モデルでの算出結果から、Ss-3系による地震動を代表して記載。)

表 I (2) - 2. 1 大型機器系の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	$S_s-3 \times 1$ + $\frac{1}{3}S_d-3 \times$ $\frac{5}{5}$ +NCO
原子 炉圧 力 容 器 (続 き)	16.563	5.0	
		4.0	
		3.0	
		2.5	
		2.0	
		1.5	
		1.0	
		0.5	
	15.262	5.0	
		4.0	
		3.0	
		2.5	
		2.0	
		1.5	
		1.0	
		0.5	
	4.950	5.0	
		4.0	
		3.0	
		2.5	
		2.0	
		1.5	
		1.0	
		0.5	

(大型機器系の地震応答解析モデルでの算出結果から、 $S_s-3$ 系による地震動を代表して記載。)

表 I (2) - 2. 2 大型機器系の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-3×1 + 1/3Sd-3× 5 +NCO	部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO							
原子 炉遮 蔽壁	21.200	5.0		原子 炉本 体基 礎	12.300	5.0		原子 炉本 体基 礎	1.700	5.0								
		4.0				4.0				4.0								
		3.0				3.0				3.0								
		2.5				2.5				2.5								
		2.0				2.0				2.0								
		1.5				1.5				1.5								
		1.0				1.0				1.0								
		0.5				0.5				0.5								
	18.440	5.0			5.0	5.0												
		4.0			4.0	4.0												
		3.0			3.0	3.0												
		2.5			2.5	2.5												
		2.0			2.0	2.0												
		1.5			1.5	1.5												
		1.0			1.0	1.0												
		0.5			0.5	0.5												
	17.020	5.0			5.0	5.0												
		4.0			4.0	4.0												
		3.0			3.0	3.0												
		2.5			2.5	2.5												
		2.0			2.0	2.0												
		1.5			1.5	1.5												
		1.0			1.0	1.0												
		0.5			0.5	0.5												
	15.600	5.0			5.0	5.0												
		4.0			4.0	4.0												
		3.0			3.0	3.0												
		2.5			2.5	2.5												
		2.0			2.0	2.0												
		1.5			1.5	1.5												
		1.0			1.0	1.0												
		0.5			0.5	0.5												
	13.950	5.0			5.0	5.0												
		4.0			4.0	4.0												
		3.0			3.0	3.0												
		2.5			2.5	2.5												
		2.0			2.0	2.0												
		1.5			1.5	1.5												
		1.0			1.0	1.0												
		0.5			0.5	0.5												
	原子 炉圧 力容 器	26.013			5.0	原子 炉圧 力容 器			7.000	5.0		原子 炉圧 力容 器		-2.100	5.0	原子 炉圧 力容 器	20.494	5.0
					4.0					4.0					4.0			
					3.0					3.0					3.0			
					2.5					2.5					2.5			
					2.0					2.0					2.0			
					1.5					1.5					1.5			
					1.0					1.0					1.0			
					0.5					0.5					0.5			
4.500		5.0	5.0	5.0														
		4.0	4.0	4.0														
		3.0	3.0	3.0														
		2.5	2.5	2.5														
		2.0	2.0	2.0														
		1.5	1.5	1.5														
		1.0	1.0	1.0														
		0.5	0.5	0.5														
3.500		5.0	5.0	5.0														
		4.0	4.0	4.0														
		3.0	3.0	3.0														
		2.5	2.5	2.5														
		2.0	2.0	2.0														
		1.5	1.5	1.5														
		1.0	1.0	1.0														
		0.5	0.5	0.5														

(大型機器系の地震応答解析モデルでの算出結果から、Ss-3系による地震動を代表して記載。)



表 I (2) - 2. 2 大型機器系の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	$S_s-3 \times 1$ + $1/3 S_d-3 \times$ $5$ +NCO
原子 炉圧 力 容 器 (続 き)	16.563	5.0	
		4.0	
		3.0	
		2.5	
		2.0	
		1.5	
		1.0	
		0.5	
	15.262	5.0	
		4.0	
		3.0	
		2.5	
		2.0	
		1.5	
		1.0	
		0.5	
	4.950	5.0	
		4.0	
		3.0	
		2.5	
		2.0	
		1.5	
		1.0	
		0.5	

(大型機器系の地震応答解析モデルでの算出結果から、 $S_s-3$ 系による地震動を代表して記載。)

表 I (2) - 2. 3 大型機器系の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-3×1 + 1/3Sd-3× 5 +NCO	部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO		
原子 炉遮 蔽壁	21.200	5.0		原子 炉本 体基 礎	12.300	5.0		原子 炉本 体基 礎	1.700	5.0			
		4.0				4.0				4.0			
		3.0				3.0				3.0			
		2.5				2.5				2.5			
		2.0				2.0				2.0			
		1.5				1.5				1.5			
		1.0				1.0				1.0			
		0.5				0.5				0.5			
	18.440	5.0			5.0	8.200			5.0	5.0		-2.100	5.0
		4.0			4.0				4.0	4.0			
		3.0			3.0				3.0	3.0			
		2.5			2.5				2.5	2.5			
		2.0			2.0				2.0	2.0			
		1.5			1.5				1.5	1.5			
		1.0			1.0				1.0	1.0			
		0.5			0.5				0.5	0.5			
	17.020	5.0			5.0	7.000			5.0	5.0		-4.700	5.0
		4.0			4.0				4.0	4.0			
		3.0			3.0				3.0	3.0			
		2.5			2.5				2.5	2.5			
		2.0			2.0				2.0	2.0			
		1.5			1.5				1.5	1.5			
		1.0			1.0				1.0	1.0			
		0.5			0.5				0.5	0.5			
	15.600	5.0			5.0	4.500			5.0	5.0		26.013	5.0
		4.0			4.0				4.0	4.0			
		3.0			3.0				3.0	3.0			
		2.5			2.5				2.5	2.5			
		2.0			2.0				2.0	2.0			
		1.5			1.5				1.5	1.5			
		1.0			1.0				1.0	1.0			
		0.5			0.5				0.5	0.5			
	13.950	5.0			5.0	3.500			5.0	5.0		20.494	5.0
		4.0			4.0				4.0	4.0			
		3.0			3.0				3.0	3.0			
		2.5			2.5				2.5	2.5			
2.0		2.0	2.0	2.0									
1.5		1.5	1.5	1.5									
1.0		1.0	1.0	1.0									
0.5		0.5	0.5	0.5									

(大型機器系の地震応答解析モデルでの算出結果から、Ss-3系による地震動を代表して記載。)

表 I (2) - 2. 3 大型機器系の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)

UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	$S_s-3 \times 1$ + $1/3 S_d-3$ $\times 5$ +NCO
原子 炉圧 力 容 器 ( 続 き)	16.506	5.0	
		4.0	
		3.0	
		2.5	
		2.0	
		1.5	
		1.0	
		0.5	
	15.266	5.0	
		4.0	
		3.0	
		2.5	
		2.0	
		1.5	
		1.0	
		0.5	
	5.066	5.0	
		4.0	
		3.0	
		2.5	
		2.0	
		1.5	
		1.0	
		0.5	

(大型機器系の地震応答解析モデルでの算出結果から、 $S_s-3$ 系による地震動を代表して記載。)

(3) 炉内構造物系の地震応答解析モデル

表 I (3) - 1. 1 炉内構造物系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)

せん断力 NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
燃料 集合体	14.433								
	13.721								
	13.009								
	12.297								
	11.585								
	10.873								
	10.161								
制御棒 案内管	10.161								
	9.645								
	9.402								
	8.395								
	7.388								
	6.795								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング	6.347								
	5.817								
	5.066								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング (内側)	4.213								
	3.361								
	2.508								
	1.655								
	0.934								
	0.184								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング (外側)	5.817								
	5.066								
	4.213								
	3.361								
	2.508								
	1.655								
	0.934								
0.184									

表 I (3) - 1. 1 炉内構造物系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)

せん断力 NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
気水分 離器, スタ ン ド パ イ プ	19.472								
	18.716								
	17.179								
	16.506								
炉心 シ ュ ラ ウ ド	15.641								
	15.266								
	14.433								
	13.721								
	13.009								
	12.297								
	11.585								
	10.873								
	10.161								
	9.645								
	10.161								
	9.645								
	9.402								
	8.395								
7.388									
6.795									
原子炉 冷 却 材 再 循 環 ポ ン プ	6.253								
	5.376								
	4.523								
	3.671								

表 I (3) - 1. 2 炉内構造物系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)

せん断力 EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
燃料 集合体	14.433								
	13.721								
	13.009								
	12.297								
	11.585								
	10.873								
	10.161								
制御棒 案内管	10.161								
	9.645								
	9.402								
	8.395								
	7.388								
	6.795								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング	6.347								
	5.817								
	5.066								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング (内側)	4.213								
	3.361								
	2.508								
	1.655								
	0.934								
	0.184								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング (外側)	5.817								
	5.066								
	4.213								
	3.361								
	2.508								
	1.655								
	0.934								
0.184									

表 I (3) - 1. 2 炉内構造物系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)

せん断力 EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
気水分 離器, スタント, パイプ	19.472								
	18.716								
	17.179								
	16.506								
炉心 シュラ ウド	15.641								
	15.266								
	14.433								
	13.721								
	13.009								
	12.297								
	11.585								
	10.873								
	10.161								
	9.645								
	10.161								
	9.645								
	9.402								
	8.395								
7.388									
6.795									
原子炉 冷却材 再循環 ポンプ	6.253								
	5.376								
	4.523								
	3.671								

表 I (3) - 1. 3 炉内構造物系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
モーメント NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
燃料 集合体	14.433								
	13.721								
	13.009								
	12.297								
	11.585								
	10.873								
	10.161								
制御棒 案内管	10.161								
	9.645								
	9.402								
	8.395								
	7.388								
	6.795								
	6.347								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング	6.347								
	5.817								
	5.066								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング (内側)	4.213								
	3.361								
	2.508								
	1.655								
	0.934								
	0.184								



表 I (3) - 1. 3 炉内構造物系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
モーメント NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング (外側)	5.817								
	5.066								
	4.213								
	3.361								
	2.508								
	1.655								
	0.934								
0.184									
気水分 離器, スタンド パイプ	19.472								
	18.716								
	17.179								
	16.506								
炉心シ ュラウ ド	15.641								
	15.266								
	14.433								
	13.721								
	13.009								
	12.297								
	11.585								
	10.873								
	10.161								
	9.645								
	10.161								
	9.645								
	9.402								
	8.395								
7.388									
6.795									

表 I (3) - 1. 3 炉内構造物系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
モーメント NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1×5 + NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2×5 + NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3×5 + NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4×5 + NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5×5 + NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6×5 + NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7×5 + NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8×5 + NCO
原子炉 冷却材 再循環 ポンプ	6.253								
	5.376								
	4.523								
	3.671								

表 I (3) - 1. 4 炉内構造物系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
モーメント EW 方向

部位	T.M.S.L (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
燃料 集合体	14.433								
	13.721								
	13.009								
	12.297								
	11.585								
	10.873								
	10.161								
制御棒 案内管	10.161								
	9.645								
	9.402								
	8.395								
	7.388								
	6.795								
	6.347								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング	6.347								
	5.817								
	5.066								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング (内側)	4.213								
	3.361								
	2.508								
	1.655								
	0.934								
	0.184								

表 I (3) - 1. 4 炉内構造物系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
モーメント EW 方向

部位	T.M.S.L (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング (外側)	5.817								
	5.066								
	4.213								
	3.361								
	2.508								
	1.655								
	0.934								
	0.184								
気水分 離器, スタブ パイプ	19.472								
	18.716								
	17.179								
炉心シ ュラウ ド	16.506								
	15.641								
	15.266								
	14.433								
	13.721								
	13.009								
	12.297								
	11.585								
	10.873								
	10.161								
	9.645								
	10.161								
	9.645								
	9.402								
	8.395								
	7.388								
6.795									

表 I (3) - 1. 4 炉内構造物系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
モーメント EW 方向

部位	T.M.S.L (m)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
		+ 1/3Sd-1×5 + NCO	+ 1/3Sd-2×5 + NCO	+ 1/3Sd-3×5 + NCO	+ 1/3Sd-4×5 + NCO	+ 1/3Sd-5×5 + NCO	+ 1/3Sd-6×5 + NCO	+ 1/3Sd-7×5 + NCO	+ 1/3Sd-8×5 + NCO
原子炉冷 却材 再循環ポ ンプ	6.253								
	5.376								
	4.523								
	3.671								

表 I (3) - 1. 5 炉内構造物系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
軸力 UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1×5 + NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2×5 + NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3×5 + NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4×5 + NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5×5 + NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6×5 + NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7×5 + NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8×5 + NCO
燃料 集合体	14.433								
	13.721								
	13.009								
	12.297								
	11.585								
	10.873								
	10.161								
制御棒 案内管	9.645								
	9.402								
	8.395								
	7.388								
	6.795								
	6.347								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング	6.347								
	5.817								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング (内側)	5.066								
	4.213								
	3.361								
	2.508								
	1.655								
	0.934								
制御棒 駆動機 構 ハウジ ング (外側)	0.184								
	5.817								
	5.066								
	4.213								
	3.361								
	2.508								
	1.655								
0.934									
0.184									

表 I (3) - 1. 5 炉内構造物系の地震応答解析モデル (時刻歴フロー)  
軸力 UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1×5 + NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2×5 + NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3×5 + NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4×5 + NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5×5 + NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6×5 + NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7×5 + NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8×5 + NCO
気水分 離器, スタント パイプ	19.472								
	18.716								
	17.179								
	16.506								
炉心シ ュラウ ド	15.641								
	15.266								
	14.433								
	13.721								
	13.009								
	12.297								
	11.585								
	10.873								
	10.161								
	9.645								
	9.402								
	8.395								
	7.388								
	6.795								
6.347									
5.783									
原子炉冷 却材 再循環ポ ンプ	6.253								
	5.376								
	4.523								
	3.671								

表 I (3) - 2. 1 炉内構造物系の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)

部位	T.M.S.L. (m)	減衰定数 (%)	$S_s-3 \times 1$ $+$ $1/3 S_d-3 \times 5$ $+$ NCO		
			NS	EW	UD
炉心シュラウド	14.433	5.0			
		4.0			
		3.0			
		2.5			
		2.0			
		1.5			
		1.0			
	0.5				
	NS・EW 10.161 UD 9.645	5.0			
		4.0			
		3.0			
		2.5			
		2.0			
		1.5			
1.0					
0.5					
原子炉圧力容器	5.066	5.0			
		4.0			
		3.0			
		2.5			
		2.0			
		1.5			
		1.0			
0.5					
原子炉冷却材再 循環ポンプ	6.253	5.0			
		4.0			
		3.0			
		2.5			
		2.0			
		1.5			
		1.0			
0.5					

(炉内構造物系の地震応答解析モデルでの算出結果から、 $S_s-3$ 系による地震動を代表して記載。)



(4) タービン建屋の地震応答解析モデル

表 I (4) - 1 タービン建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
			+ 1/3Sd-1 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-2 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-3 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-4 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-5 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-6 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-7 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-8 ×5 +NCO
タービン 建屋	44.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	38.600	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	30.900	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	25.800	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
20.400	5.0									
	4.0									
	3.0									
	2.5									
	2.0									
	1.5									
	1.0									
	0.5									

表 I (4) - 1 タービン建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
			+ 1/3Sd-1 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-2 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-3 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-4 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-5 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-6 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-7 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-8 ×5 +NCO
タービン 建屋 (続き)	12.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	4.900	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	-1.100	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	-5.100	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
2.0										
1.5										
1.0										
0.5										
蒸気タ ービン の基礎	18.350	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								

表 I (4) - 1 タービン建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
蒸気タービンの基礎 (続き)	10.700	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
0.5											

表 I (4) - 2 タービン建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
タービン 建屋	44.300	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	38.600	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	30.900	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	25.800	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
20.400	5.0										
	4.0										
	3.0										
	2.5										
	2.0										
	1.5										
	1.0										
	0.5										

表 I (4) - 2 タービン建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
タービン建屋 (続き)	12.300	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	4.900	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	-1.100	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	-5.100	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
2.0											
1.5											
1.0											
0.5											
蒸気タービンの基礎	18.350	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									

表 I (4) - 2 タービン建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
蒸気タービンの基礎 (続き)	10.700	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									

表 I (4) - 3 タービン建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
			+ 1/3Sd-1 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-2 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-3 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-4 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-5 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-6 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-7 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-8 ×5 +NCO
タービン 建屋	44.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	38.600	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	30.900	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	25.800	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
20.400	5.0									
	4.0									
	3.0									
	2.5									
	2.0									
	1.5									
	1.0									
	0.5									

表 I (4) - 3 タービン建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
			+ 1/3Sd-1 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-2 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-3 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-4 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-5 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-6 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-7 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-8 ×5 +NCO
タービン建屋 (続き)	12.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	4.900	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	-1.100	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	-5.100	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
2.0										
1.5										
1.0										
0.5										
蒸気タービンの基礎	20.400	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								



表 I (4) - 3 タービン建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー) UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
蒸気タービンの基礎 (続き)	12.300	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
0.5											

(5) コントロール建屋の地震応答解析モデル

表 I (5) - 1 コントロール建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
コントロール 建屋	24.100	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	17.300	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	12.300	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	6.500	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
1.000	5.0										
	4.0										
	3.0										
	2.5										
	2.0										
	1.5										
	1.0										
	0.5										

表 I (5) - 1 コントロール建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
コント ロール 建屋 (続き)	-2.700	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
0.5											

表 I (5) - 2 コントロール建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
			+ 1/3Sd-1 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-2 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-3 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-4 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-5 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-6 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-7 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-8 ×5 +NCO
コントロール 建屋	24.100	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	17.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	12.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	6.500	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
1.000	5.0									
	4.0									
	3.0									
	2.5									
	2.0									
	1.5									
	1.0									
	0.5									

表 I (5) - 2 コントロール建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
コントロール 建屋 (続き)	-2.700	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
0.5											

表 I (5) - 3 コントロール建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
			+ 1/3Sd-1 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-2 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-3 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-4 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-5 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-6 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-7 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-8 ×5 +NCO
コントロール 建屋	24.100	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	17.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	12.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	6.500	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
1.000	5.0									
	4.0									
	3.0									
	2.5									
	2.0									
	1.5									
	1.0									
	0.5									

表 I (5) - 3 コントロール建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
コント ロール 建 屋 (続き)	-2.700	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									

(6) 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル

表 I (6) - 1 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
廃棄物 処理建 屋	44.300	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	36.700	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	30.900	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	30.400	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	20.400	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
2.0											
1.5											
1.0											
0.5											



表 I (6) - 1 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
NS 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO
廃棄物 処理建 屋 (続 き)	12.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	6.500	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	-1.100	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	-6.100	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								

表 I (6) - 2 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
			+ 1/3Sd-1 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-2 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-3 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-4 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-5 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-6 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-7 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-8 ×5 +NCO
廃棄物 処理建 屋	44.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	36.700	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	30.900	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	30.400	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	20.400	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
2.0										
1.5										
1.0										
0.5										

表 I (6) - 2 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
EW 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO	
廃棄物 処理建 屋 (続 き)	12.300	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	6.500	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	-1.100	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									
	-6.100 1	5.0									
		4.0									
		3.0									
		2.5									
		2.0									
		1.5									
		1.0									
		0.5									

表 I (6) - 3 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1	Ss-2×1	Ss-3×1	Ss-4×1	Ss-5×1	Ss-6×1	Ss-7×1	Ss-8×1
			+ 1/3Sd-1 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-2 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-3 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-4 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-5 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-6 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-7 ×5 +NCO	+ 1/3Sd-8 ×5 +NCO
廃棄物 処理建 屋	44.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	36.700	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	30.900	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	30.400	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	20.400	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
2.0										
1.5										
1.0										
0.5										

表 I (6) - 3 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル (応答スペクトルフロー)  
UD 方向

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	Ss-1×1 + 1/3Sd-1 ×5 +NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2 ×5 +NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3 ×5 +NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4 ×5 +NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5 ×5 +NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6 ×5 +NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7 ×5 +NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8 ×5 +NCO
廃棄物 処理建 屋 (続 き)	12.300	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	6.500	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	-1.100	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								
	-6.100	5.0								
		4.0								
		3.0								
		2.5								
		2.0								
		1.5								
		1.0								
		0.5								

## II. 材料物性の不確かさを考慮する場合の条件

基本ケースの結果を踏まえ、等価繰返し回数が最大となる地震動、減衰定数に基づいて材料物性の不確かさ等の考慮を実施する。基本ケースでの結果として支配的な地震動であった「 $S_s - 3 \times 1$ 回 +  $1/3 S_d - 3 \times 5$ 回 + NCO」とその回数が最大となった減衰定数を用いて算出条件を設定する。具体的には次頁以降の表の通りの条件で算出を行う。

なお、コントロール建屋は、材料物性の不確かさ等の検討に用いる地震動として  $S_s - 1, 2$ ,  $S_d - 1, 2$  を選定していること、また I. の結果より等価繰返し回数の算出において全ての床面で  $S_s - 1$  系での算出結果が  $S_s - 2$  系の算出結果を上回っていることから、「 $S_s - 1 \times 1$ 回 +  $1/3 S_d - 1 \times 5$ 回 + NCO」を用いて基本ケースと材料物性の不確かさを考慮した場合の比率を算出し、その比率を  $S_s - 3$  系の基本ケースの結果に掛け合わせて検討を行う。

また、算出を行うフローは基本ケースの結果より、応答スペクトルフローの回数が大きくなることから、時刻歴フロー及び応答スペクトルフローの両フローでの算出が可能な炉内構造物系及び大型機器系の地震応答解析モデルは、応答スペクトルフローにて検討を行う。

表Ⅱ. 1 算出条件 (原子炉建屋の地震応答解析モデル)

項目	条件	備考
検討ケース	ケース 2~6	表Ⅱ.2 参照
JEAG フロー	応答スペクトルフロー	時刻歴フローより応答スペクトルフローの回数が多いため
ピーク応力	1471MPa	基本ケースと同じ
固有周期	全固有周期帯(0.05s~1.0s)	基本ケースと同じ
対象床面	全床面	基本ケースと同じ
地震動	「S s - 3 × 1 回 + 1/3 S d - 3 × 5 回 + N C O」	基本ケースで最大となる地震動
減衰定数(%)	0.5	基本ケースで最大となる減衰定数
設計疲労線図	炭素鋼	基本ケースと同じ

表Ⅱ. 2 検討ケース (原子炉建屋の地震応答解析モデル)

検討ケース	コンクリート剛性	回転ばね定数	地盤剛性	備考
①ケース 1 (工認モデル)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	基本ケース (I. で算出済)
②ケース 2 (建屋剛性 + $\sigma$ , 地盤剛性 + $\sigma$ )	実強度 + $\sigma$ (46.0N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤 + $\sigma$ (新期砂層+13%, 古安田層+25%, 西山層+10%)	
③ケース 3 (建屋剛性 - $\sigma$ , 地盤剛性 - $\sigma$ )	実強度 - $\sigma$ (40.2N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤 - $\sigma$ (新期砂層-13%, 古安田層-25%, 西山層-10%)	
④ケース 4 (建屋剛性コア平均)	実強度 (コア平均) (55.7N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	
⑤ケース 5 (建屋剛性 - 2 $\sigma$ )	実強度 - 2 $\sigma$ (37.2N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	
⑥ケース 6 (回転ばね低減)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	50%	標準地盤	

V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」 P99 に加筆

表Ⅱ. 3 算出条件 (大型機器系の地震応答解析モデル)

項目	条件	備考
検討ケース	ケース 2~8	表Ⅱ. 4 参照
JEAG フロー	応答スペクトルフロー	時刻歴フローより応答スペクトルフローの回数が大きいいため
ピーク応力	1471MPa	基本ケースと同じ
固有周期	全固有周期帯(0.05s~1.0s)	基本ケースと同じ
対象床面	全床面 (質点)	基本ケースと同じ。
地震動	「S s - 3 × 1 回 + 1/3 S d - 3 × 5 回 + N C O」	基本ケースで最大となる地震動
減衰定数(%)	2.0	基本ケースで最大となる減衰定数
設計疲労線図	炭素鋼	基本ケースと同じ

表Ⅱ. 4 検討ケース (大型機器系の地震応答解析モデル)

検討ケース	コンクリート剛性			回転ばね定数	地盤剛性	原子炉本体基礎のスケルトン曲線の設定方法	備考
	原子炉建屋	原子炉本体基礎	ダイヤフラムフロア				
①ケース 1 (工認モデル)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	折線近似	基本ケース (I. で算出済)
②ケース 2 (建屋剛性 + σ, 地盤剛性 + σ)	実強度 + σ (46.0N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤 + σ (新期砂層+13%, 古安田層+25%, 西山層+10%)	折線近似	
③ケース 3 (建屋剛性 - σ, 地盤剛性 - σ)	実強度 - σ (40.2N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤 - σ (新期砂層-13%, 古安田層-25%, 西山層-10%)	折線近似	
④ケース 4 (建屋剛性 コア平均)	実強度 (コア平均) (55.7N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	折線近似	
⑤ケース 5 (建屋剛性 - 2σ)	実強度 - 2σ (37.2N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	折線近似	
⑥ケース 6 (回転ばね低減)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	50%	標準地盤	折線近似	
⑦ケース 7 (原子炉本体基礎 ダイヤフラムフロア 実強度)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	実強度 (39.2N/mm <sup>2</sup> )	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	折線近似	
⑧ケース 8 (原子炉本体基礎 スケルトン曲線 曲線包絡)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	折線近似 (曲線近似を包絡)	

(V-2-2-4「原子炉本体の基礎の地震応答計算書」P32 に加筆)



表Ⅱ. 5 算出条件 (炉内構造物系の地震応答解析モデル)

項目	条件	備考
検討ケース	ケース 2~8	表Ⅱ. 6 参照
JEAG フロー	応答スペクトルフロー	時刻歴フローより応答スペクトルフローの回数が大きいため
ピーク応力	1471MPa	基本ケースと同じ
固有周期	全固有周期帯(0.05s~1.0s)	基本ケースと同じ
対象床面	全床面 (質点)	基本ケースと同じ
地震動	「S s - 3 × 1 回 + 1/3 S d - 3 × 5 回 + N C O」	基本ケースで最大となる地震動
減衰定数(%)	2.5	基本ケースで最大となる減衰定数
設計疲労線図	炭素鋼	基本ケースと同じ

表Ⅱ. 6 検討ケース (炉内構造物系の地震応答解析モデル)

検討ケース	コンクリート剛性			回転ばね定数	地盤剛性	原子炉本体基礎のスケルトン曲線の設定方法	備考
	原子炉建屋	原子炉本体基礎	ダイヤフラムフロア				
①ケース 1 (工認モデル)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	折線近似	基本ケース (I. で算出済)
②ケース 2 (建屋剛性 + $\sigma$ , 地盤剛性 + $\sigma$ )	実強度 + $\sigma$ (46.0N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤 + $\sigma$ (新期砂層+13%, 古安田層+25%, 西山層+10%)	折線近似	
③ケース 3 (建屋剛性 - $\sigma$ , 地盤剛性 - $\sigma$ )	実強度 - $\sigma$ (40.2N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤 - $\sigma$ (新期砂層-13%, 古安田層-25%, 西山層-10%)	折線近似	
④ケース 4 (建屋剛性 コア平均)	実強度 (コア平均) (55.7N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	折線近似	
⑤ケース 5 (建屋剛性 - 2 $\sigma$ )	実強度 - 2 $\sigma$ (37.2N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	折線近似	
⑥ケース 6 (回転ばね低減)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	50%	標準地盤	折線近似	
⑦ケース 7 (原子炉本体基礎 ダイヤフラムフロア 実強度)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	実強度 (39.2N/mm <sup>2</sup> )	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	折線近似	
⑧ケース 8 (原子炉本体基礎 スケルトン曲線 曲線包絡)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (29.4N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (32.3N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	折線近似 (曲線近似を包絡)	

(V-2-3-1「炉心，原子炉压力容器及び压力容器内部構造物の地震応答計算書」P46 に加筆)

表Ⅱ. 7 算出条件 (タービン建屋の地震応答解析モデル)

項目	条件	備考
検討ケース	ケース 2~5	表Ⅱ. 8 参照
JEAG フロー	応答スペクトルフロー	時刻歴フローより応答スペクトルフローの回数が大きいため
ピーク応力	1471MPa	基本ケースと同じ
固有周期	全固有周期帯(0.05s~1.0s)	基本ケースと同じ
対象床面	全床面	基本ケースと同じ
地震動	「S s - 3 × 1 回 + 1/3 S d - 3 × 5 回 + N C O」	基本ケースで最大となる地震動
減衰定数(%)	0.5	基本ケースで最大となる減衰定数
設計疲労線図	炭素鋼	基本ケースと同じ

表Ⅱ. 8 検討ケース (タービン建屋の地震応答解析モデル)

検討ケース	コンクリート剛性	地盤剛性	備考
①ケース 1 (工認モデル)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	標準地盤	基本ケース (I. で算出済)
②ケース 2 (建屋剛性+σ, 地盤剛性+σ)	実強度+σ (46.0N/mm <sup>2</sup> )	標準地盤+σ (新期砂層+13%, 古安田層+25%, 西山層+10%)	
③ケース 3 (建屋剛性-σ, 地盤剛性-σ)	実強度-σ (40.2N/mm <sup>2</sup> )	標準地盤-σ (新期砂層-13%, 古安田層-25%, 西山層-10%)	
④ケース 4 (建屋剛性コア平均)	実強度 (コア平均) (55.7N/mm <sup>2</sup> )	標準地盤	
⑤ケース 5 (建屋剛性-2σ)	実強度-2σ (37.2N/mm <sup>2</sup> )	標準地盤	

(V-2-2-5「タービン建屋の地震応答計算書」P91 に加筆)

表Ⅱ. 9 算出条件 (コントロール建屋の地震応答解析モデル)

項目	条件	備考
検討ケース	ケース 2~6	表Ⅱ. 10 参照
JEAG フロー	応答スペクトルフロー	時刻歴フローより応答スペクトルフローの回数が大きいため
ピーク応力	1471MPa	基本ケースと同じ
固有周期	全固有周期帯(0.05s~1.0s)	基本ケースと同じ
対象床面	全床面	基本ケースと同じ
地震動	「 $S_s - 1 \times 1$ 回 + $1/3 S_d - 1 \times 5$ 回 + NCO」	
減衰定数(%)	0.5	基本ケースで最大となる減衰定数
設計疲労線図	炭素鋼	基本ケースと同じ

表Ⅱ. 10 検討ケース (コントロール建屋の地震応答解析モデル)

検討ケース	コンクリート剛性	回転ばね定数	地盤剛性	備考
①ケース 1 (工認モデル)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	基本ケース (I. で算出済)
②ケース 2 (建屋剛性 + $\sigma$ , 地盤剛性 + $\sigma$ )	実強度 + $\sigma$ (46.0N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤 + $\sigma$ (新期砂層+13%, 古安田層+25%, 西山層+10%)	
③ケース 3 (建屋剛性 - $\sigma$ , 地盤剛性 - $\sigma$ )	実強度 - $\sigma$ (40.2N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤 - $\sigma$ (新期砂層-13%, 古安田層-25%, 西山層-10%)	
④ケース 4 (建屋剛性コア平均)	実強度 (コア平均) (55.7N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	
⑤ケース 5 (建屋剛性 - $2\sigma$ )	実強度 - $2\sigma$ (37.2N/mm <sup>2</sup> )	100%	標準地盤	
⑥ケース 6 (回転ばね低減)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	50%	標準地盤	

(V-2-2-9「コントロール建屋の地震応答計算書」P95 に加筆)

表Ⅱ. 1 1 算出条件（廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル）

項目	条件	備考
検討ケース	ケース 2~5	表Ⅱ. 1 2 参照
JEAG フロー	応答スペクトルフロー	時刻歴フローより応答スペクトルフローの回数が大きいため
ピーク応力	1471MPa	基本ケースと同じ
固有周期	全固有周期帯(0.05s~1.0s)	基本ケースと同じ
対象床面	全床面	基本ケースと同じ
地震動	「S s - 3 × 1 回 + 1/3 S d - 3 × 5 回 + N C O」	基本ケースで最大となる地震動
減衰定数(%)	2.0	基本ケースで最大となる減衰定数
設計疲労線図	炭素鋼	基本ケースと同じ

表Ⅱ. 1 2 検討ケース（廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル）

検討ケース	コンクリート剛性	地盤剛性	備考
①ケース 1 (工認モデル)	実強度 (43.1N/mm <sup>2</sup> )	標準地盤	基本ケース (I. で算出済)
②ケース 2 (建屋剛性 + $\sigma$ , 地盤剛性 + $\sigma$ )	実強度 + $\sigma$ (46.0N/mm <sup>2</sup> )	標準地盤 + $\sigma$ (新期砂層+13%, 古安田層+25%, 西山層+10%)	
③ケース 3 (建屋剛性 - $\sigma$ , 地盤剛性 - $\sigma$ )	実強度 - $\sigma$ (40.2N/mm <sup>2</sup> )	標準地盤 - $\sigma$ (新期砂層-13%, 古安田層-25%, 西山層-10%)	
④ケース 4 (建屋剛性コア平均)	実強度 (コア平均) (55.7N/mm <sup>2</sup> )	標準地盤	
⑤ケース 5 (建屋剛性 - 2 $\sigma$ )	実強度 - 2 $\sigma$ (37.2N/mm <sup>2</sup> )	標準地盤	

(V-2-2-11「廃棄物処理建屋の地震応答計算書」P63 に加筆)

Ⅲ. 等価繰返し回数の算出結果（材料物性の不確かさ等の考慮）

(1) 原子炉建屋の地震応答解析モデル

表Ⅲ（1） 原子炉建屋の地震応答解析モデル（材料物性の不確かさ等の考慮）

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	方向	Ss-3 + 1/3Sd-3×5 + NCO						
				ケース1 基本 ケース	ケース2 建屋剛性 +σ 地盤剛性 +σ	ケース3 建屋剛性 -σ 地盤剛性 -σ	ケース4 建屋剛性 コア平均	ケース5 建屋剛性 -2σ	ケース6 回転ばね 低減	
原子炉 建屋	49.700	0.5	NS							
			EW							
			UD							
	38.200		NS							
			EW							
			UD							
	31.700		NS							
			EW							
			UD							
	23.500		NS							
			EW							
			UD							
	18.100		NS							
			EW							
			UD							
	12.300		NS							
			EW							
			UD							
	4.800		NS							
			EW							
			UD							
	-1.700		NS							
			EW							
			UD							
-8.200	NS									
	EW									
	UD									

(2) 大型機器連成系の地震応答解析モデル

表Ⅲ (2) 大型機器連成系の地震応答解析モデル (材料物性の不確かさ等考慮)

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	方向	Ss-3 + 1/3Sd-3×5 + NCO							
				ケース 1 (基本ケ ース)	ケース 2 (建屋剛 性+σ 地盤剛 性+σ)	ケース 3 (建屋剛 性-σ 地盤剛 性-σ)	ケース 4 建屋剛 性コア 平均	ケース 5 (建屋剛 性-2 σ)	ケース 6 (地盤回 転ばね 低減)	ケース 7 (原子炉本体 基礎 ダイヤ フラムフロア 実強度)	ケース 8 (原子炉本体 基礎 スケ ルトン曲線 曲線包絡)
原子炉 遮蔽壁	21.200	2.0	NS								
			EW								
			UD								
	18.440		NS								
			EW								
			UD								
	17.020		NS								
			EW								
			UD								
	15.600		NS								
			EW								
			UD								
13.950	NS										
	EW										
	UD										
原子炉 本体基 礎	12.300	NS									
		EW									
		UD									
	8.200	NS									
		EW									
		UD									
	7.000	NS									
		EW									
		UD									
	4.500	NS									
		EW									
		UD									
3.500	NS										
	EW										
	UD										
1.700	NS										
	EW										
	UD										
-2.100	NS										
	EW										
	UD										
-4.700	NS										
	EW										
	UD										
原子炉 圧力容 器	26.013	NS									
		EW									
		UD									

表Ⅲ（２） 大型機器連成系の地震応答解析モデル（材料物性の不確かさ等考慮）

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	方向	Ss-3 + 1/3Sd-3×5 + NCO								
				ケース 1 (基本ケ ース)	ケース 2 (建屋剛 性+σ 地盤剛 性+σ)	ケース 3 (建屋剛 性-σ 地盤剛 性-σ)	ケース 4 建屋剛 性コア 平均	ケース 5 (建屋剛 性-2 σ)	ケース 6 (地盤回 転ばね 低減)	ケース 7 (原子炉本体 基礎 ダイヤ フラムフロア 実強度)	ケース 8 (原子炉本体 基礎 スケ ルトン曲線 曲線包絡)	
原子炉 圧力容 器 (続き)	20.494	2.0	NS									
			EW									
			UD									
	NS・ EW		NS									
	16.563		EW									
	UD		UD									
	16.506											
	NS・ EW		NS									
	15.262		EW									
	UD		UD									
	15.266											
	NS・ EW		NS									
4.950	EW											
UD	UD											
5.066												

(3) 炉内構造物系の地震応答解析モデル

表Ⅲ (3) 炉内構造物系の地震応答解析モデル (材料物性の不確かさ等考慮)

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	方向	Ss-3 + 1/3Sd-3×5 + NCO							
				ケース 1 (基本ケ ース)	ケース 2 (建屋剛 性+σ 地盤剛 性+σ)	ケース 3 (建屋剛 性-σ 地盤剛 性-σ)	ケー ス 4 建屋 剛性 コア 平均	ケー ス 5 (建屋 剛性- 2σ)	ケー ス 6 (地盤 回転 ばね 低減)	ケー ス 7 (原子炉本体基 礎 ダイヤフ ラムフロア 実強度)	ケー ス 8 (原子炉本体基 礎 スケルト ン曲線 曲線 包絡)
炉心シ ュラウ ド	14.433	2.5	NS								
			EW								
			UD								
	NS・EW										
	10.161										
	UD										
9.645											
原子炉 圧力容 器	5.066	NS									
		EW									
		UD									
原子炉 冷却材 再循環 ポンプ	6.253	NS									
		EW									
		UD									



(4) タービン建屋の地震応答解析モデル

表Ⅲ (4) タービン建屋の地震応答解析モデル (材料物性の不確かさ等考慮)

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	方向	Ss-3 + 1/3Sd-3×5 + NCO				
				ケース1 基本 ケース	ケース2 建屋剛性 +σ 地盤剛性 +σ	ケース3 建屋剛性 -σ 地盤剛性 -σ	ケース4 建屋剛性 コア平均	ケース5 建屋剛性 -2σ
タービ ン 建屋	44.300	0.5	NS					
			EW					
			UD					
	38.600		NS					
			EW					
			UD					
	30.900		NS					
			EW					
			UD					
	25.800		NS					
			EW					
			UD					
	20.400		NS					
			EW					
			UD					
	12.300		NS					
EW								
UD								
4.900	NS							
	EW							
	UD							
-1.100	NS							
	EW							
	UD							
-5.100	NS							
	EW							
	UD							
蒸気タ ービ ンの基礎	NS・EW 18.350	NS						
	UD 20.400	EW						
	UD	UD						
	NS・EW 10.700	NS						
	EW	EW						
	UD 12.300	UD						

(5) コントロール建屋の地震応答解析モデル

表Ⅲ (5) コントロール建屋の地震応答解析モデル (材料物性の不確かさ等考慮)

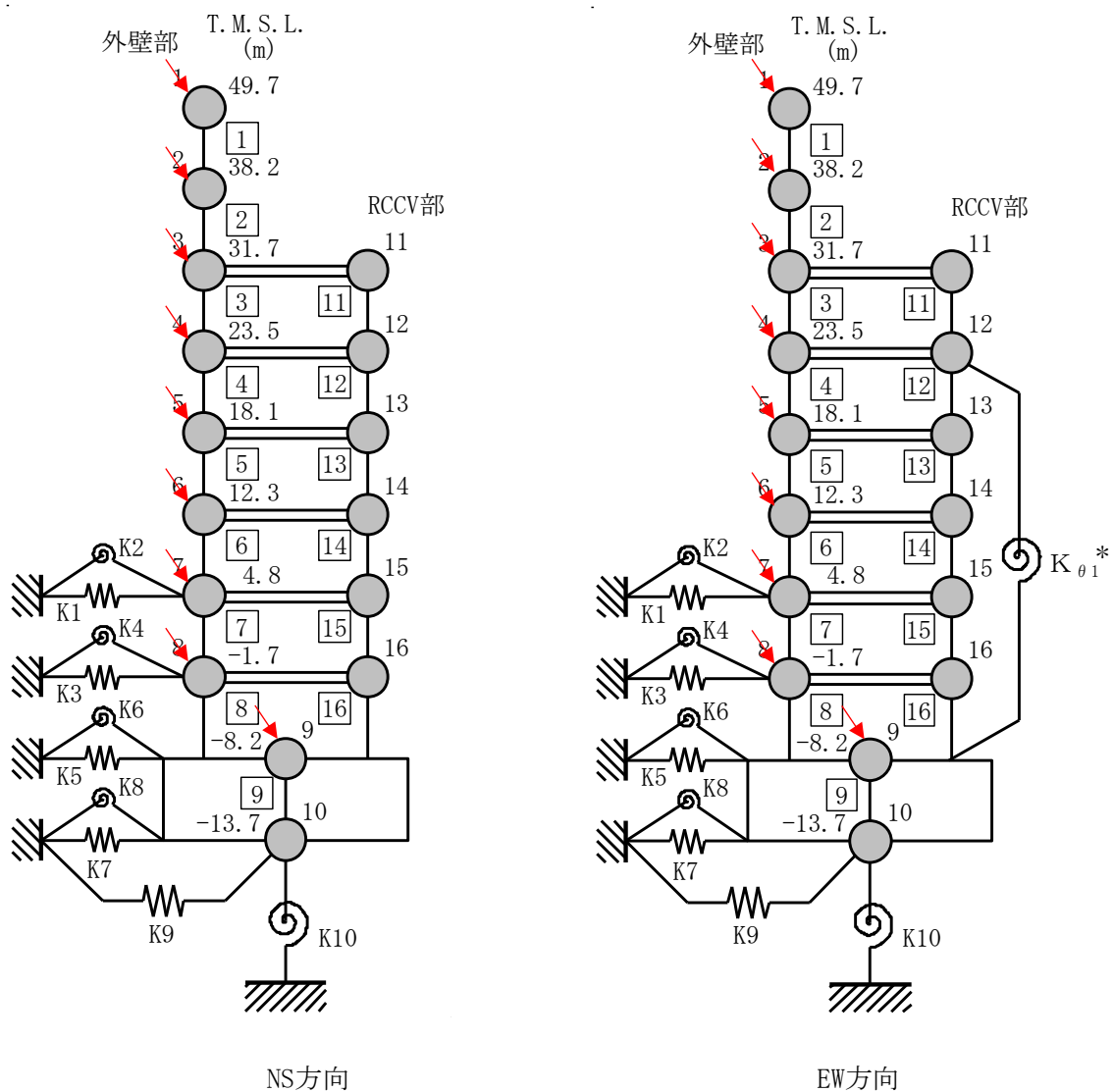
部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	方向	Ss-1 + 1/3Sd-1×5 + NCO					
				ケース1 基本 ケース	ケース2 建屋剛性 +σ 地盤剛性 +σ	ケース3 建屋剛性 -σ 地盤剛性 -σ	ケース4 建屋剛性 コア平均	ケース5 建屋剛性 -2σ	ケース6 回転ばね 低減
コント ロール 建屋	24.100	0.5	NS						
			EW						
			UD						
	17.300		NS						
			EW						
			UD						
	12.300		NS						
			EW						
			UD						
	6.500		NS						
			EW						
			UD						
	1.000		NS						
			EW						
			UD						
	-2.700		NS						
EW									
UD									

(6) 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル

表Ⅲ (6) 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル (材料物性の不確かさ等考慮)

部位	T.M.S.L. (m)	減衰 定数 (%)	方向	Ss-3 + 1/3Sd-3×5 + NCO				
				ケース1 基本 ケース	ケース2 建屋剛性 +σ 地盤剛性 +σ	ケース3 建屋剛性 -σ 地盤剛性 -σ	ケース4 建屋剛性 コア平均	ケース5 建屋剛性 -2σ
廃棄物 処理 建屋	44.300	2.0	NS					
			EW					
			UD					
	36.700		NS					
			EW					
			UD					
	30.900		NS					
			EW					
			UD					
	30.400		NS					
			EW					
			UD					
	20.400		NS					
			EW					
			UD					
	12.300		NS					
			EW					
			UD					
	6.500		NS					
			EW					
			UD					
	-1.100		NS					
			EW					
			UD					
-6.100	NS							
	EW							
	UD							

IV. 等価繰返し回数の算出位置

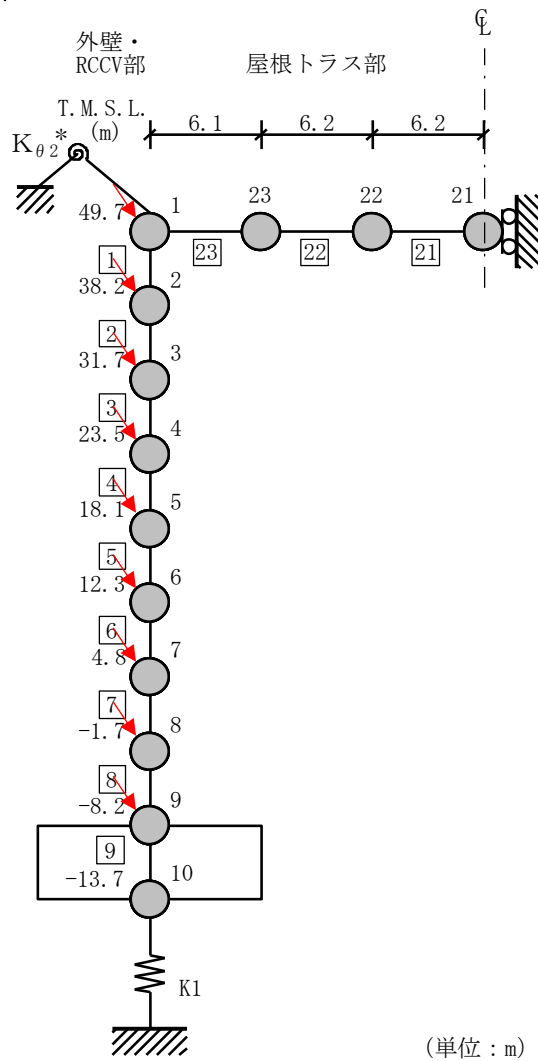


注記\* : RCCV 回転ばね

—▶ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)

(V-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方針」 P13 に加筆)

図IV (1) - 1 原子炉建屋地震の応答解析モデルでの算出位置 (水平方向)

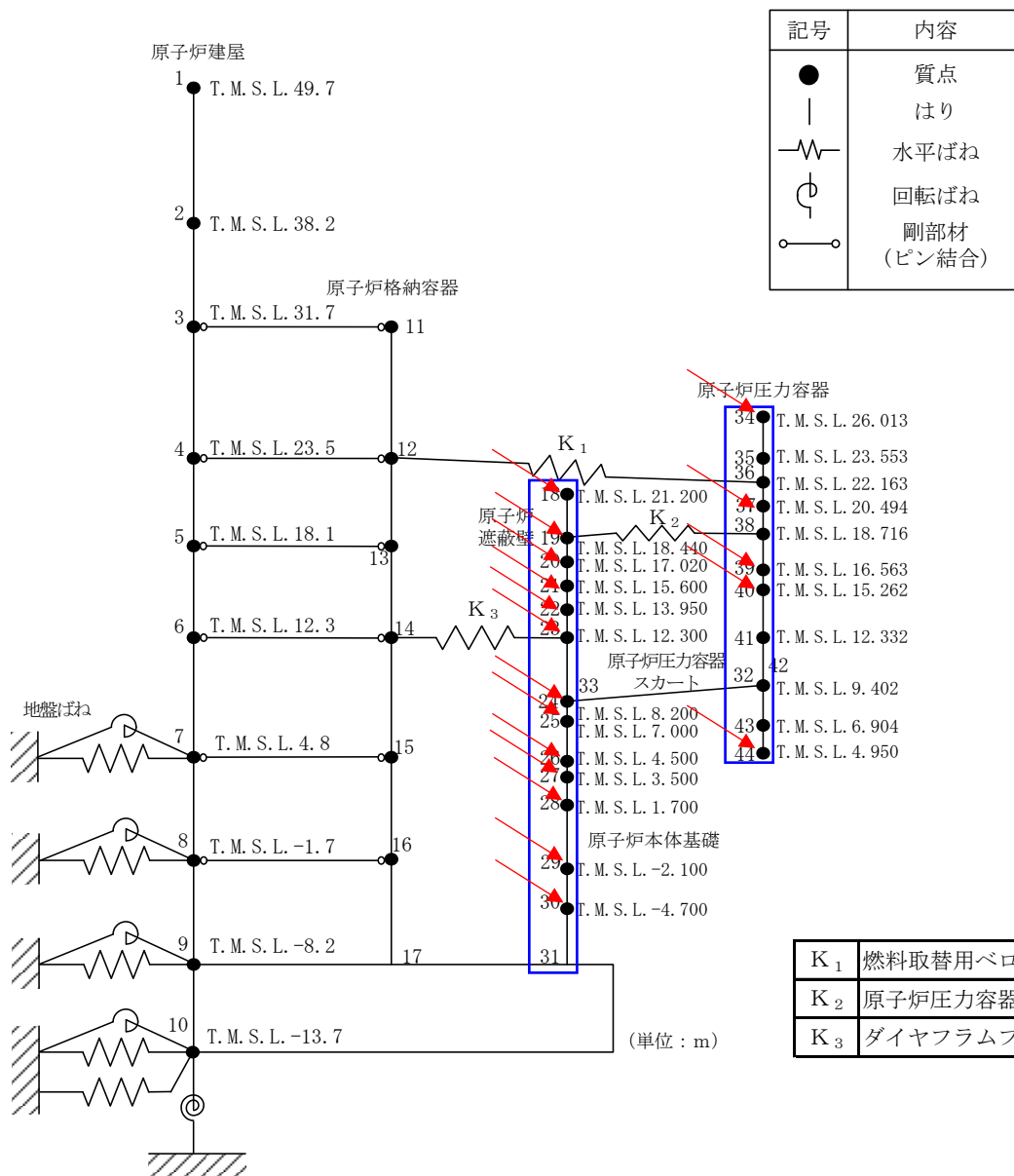


注記\* : 屋根トラス端部回転拘束ばね

→ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)

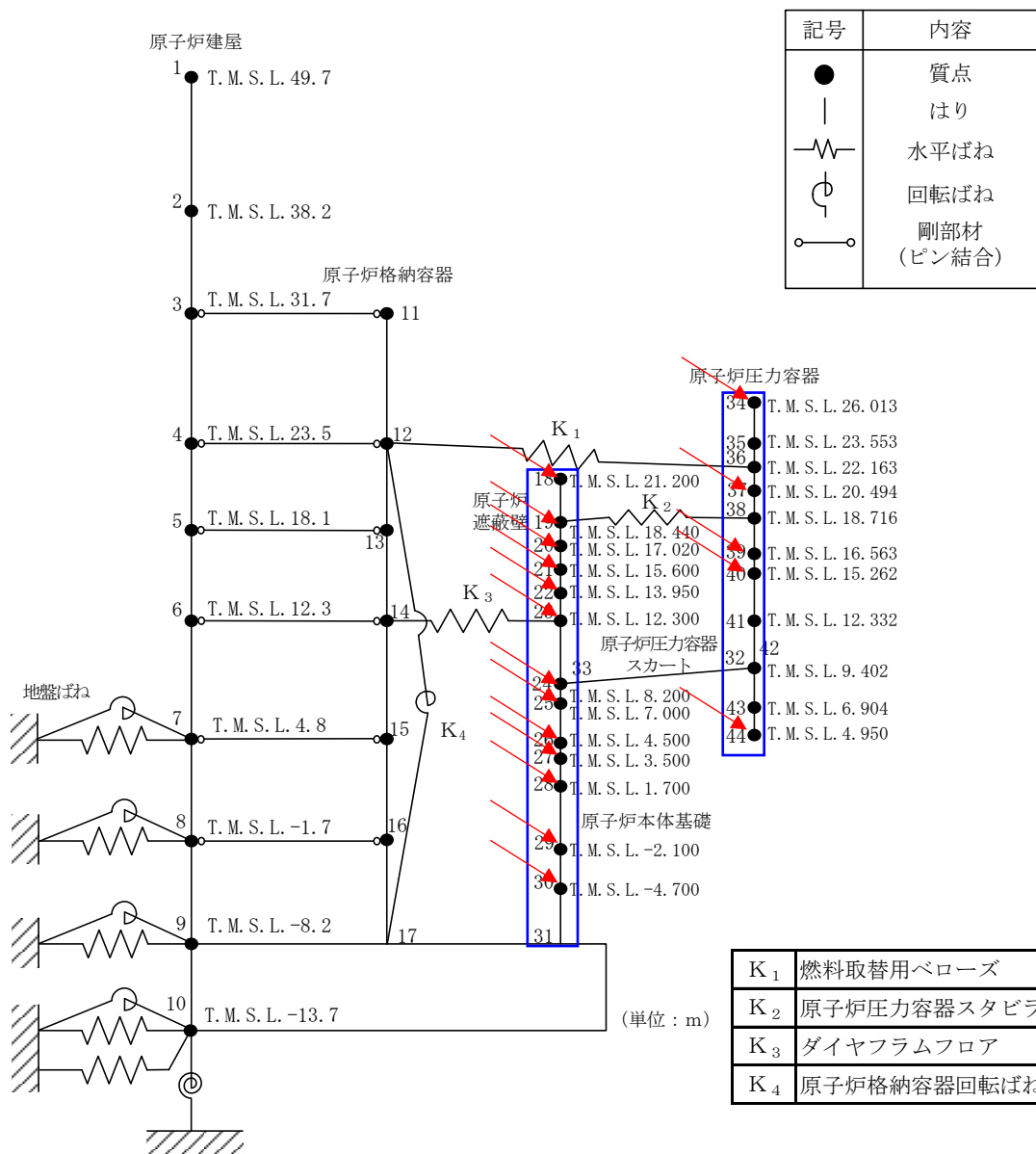
(V-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方針」 P14 に加筆)

図IV (1) - 2 原子炉建屋の地震応答解析モデルでの算出位置 (鉛直方向)



→ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)  
 □ : 算出質点 (時刻歴フロー)  
 (V-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方針」 P15 に加筆)

図IV (2) - 1 大型機器系の地震応答解析モデルでの算出位置 (NS 方向)

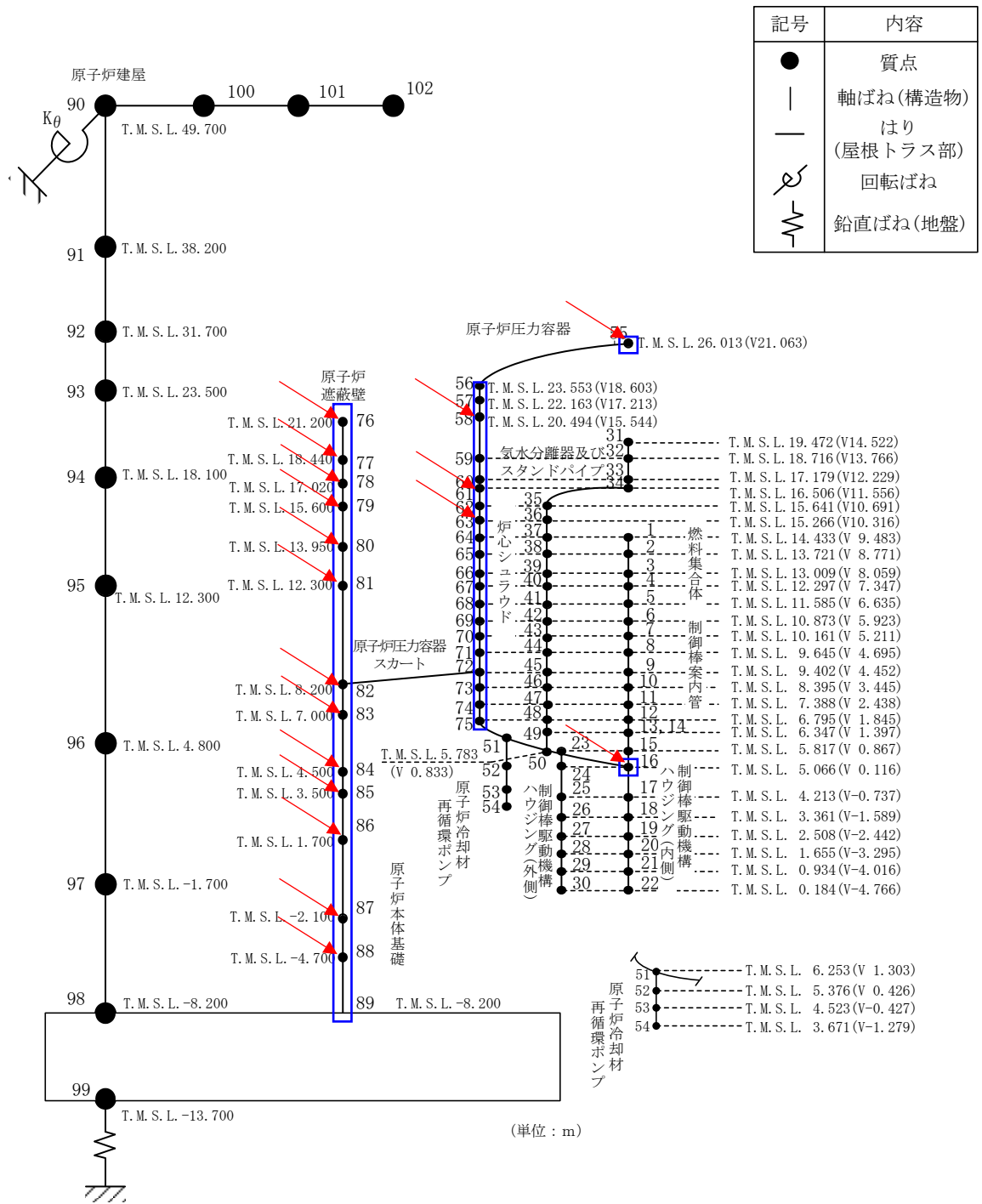


→ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)

□ : 算出質点 (時刻歴フロー)

(V-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方針」 P16 に加筆)

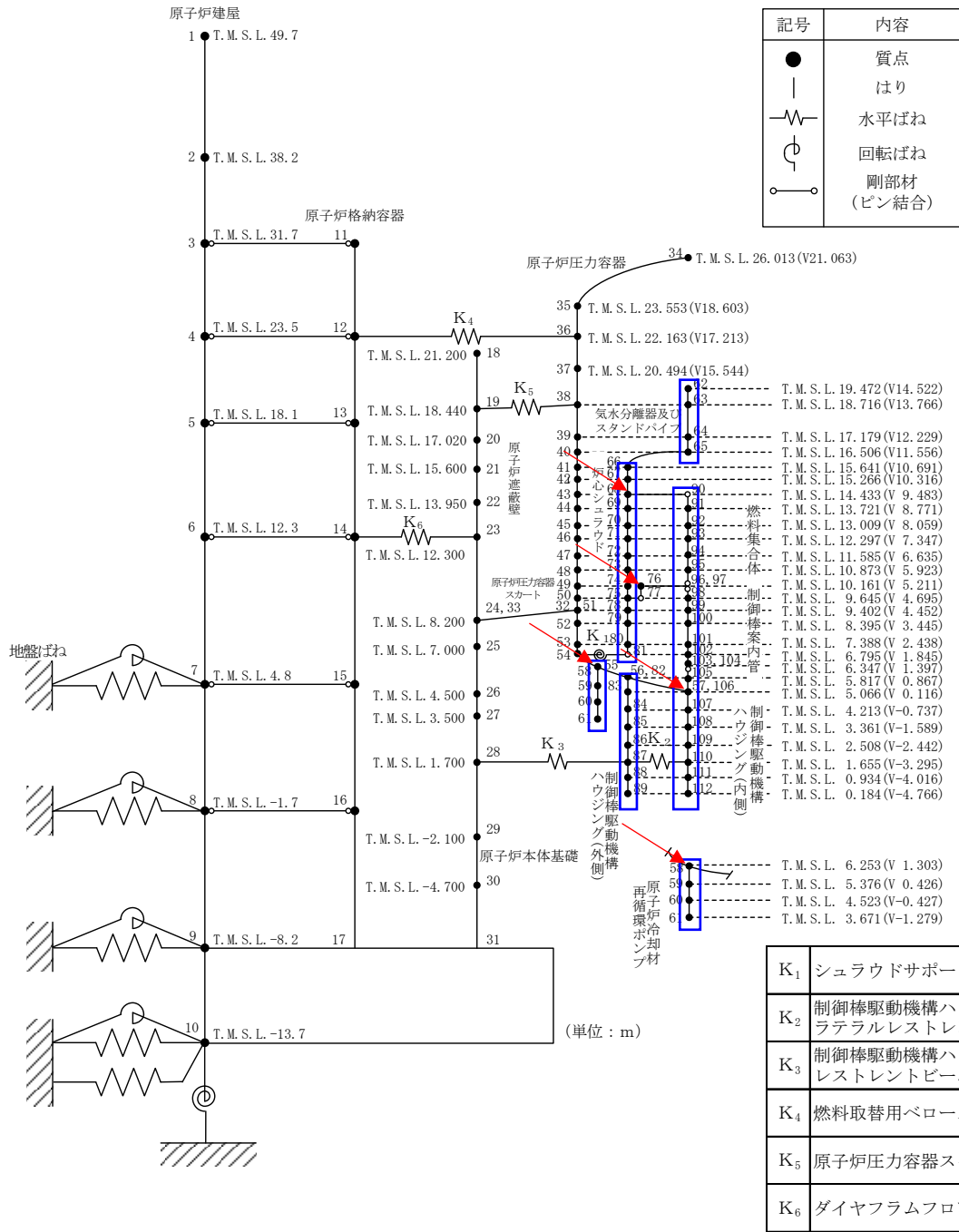
図IV (2) - 2 大型機器系の地震応答解析モデルでの算出位置 (EW 方向)



K<sub>θ</sub> トラス端部回転拘束ばね  
→ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)  
 : 算出質点 (時刻歴フロー)  
 (V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」P17に加筆)

図IV (2) - 3 大型機器系の地震応答解析モデルでの算出位置 (UD 方向)



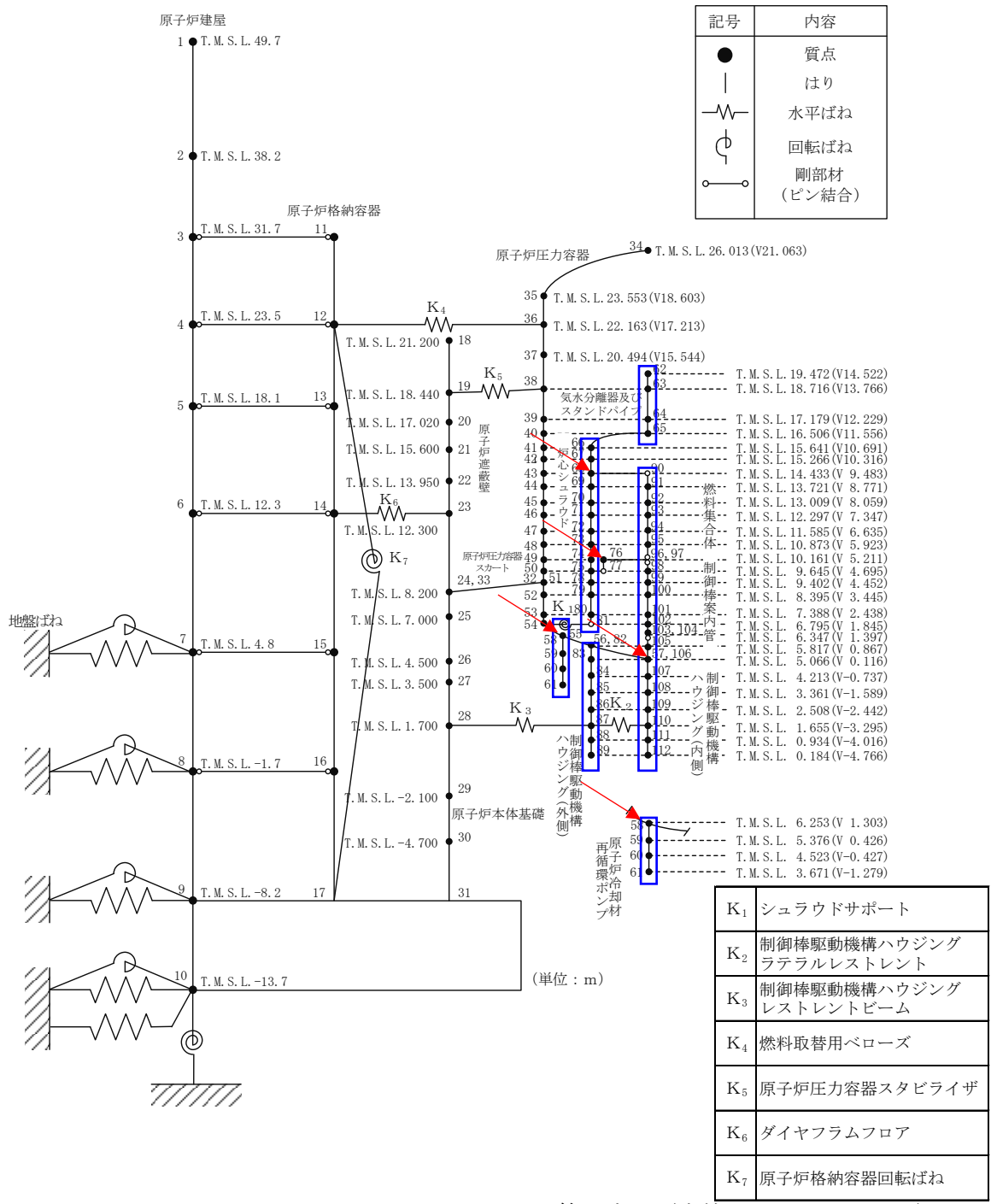


→ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)

□ : 算出質点 (時刻歴フロー)

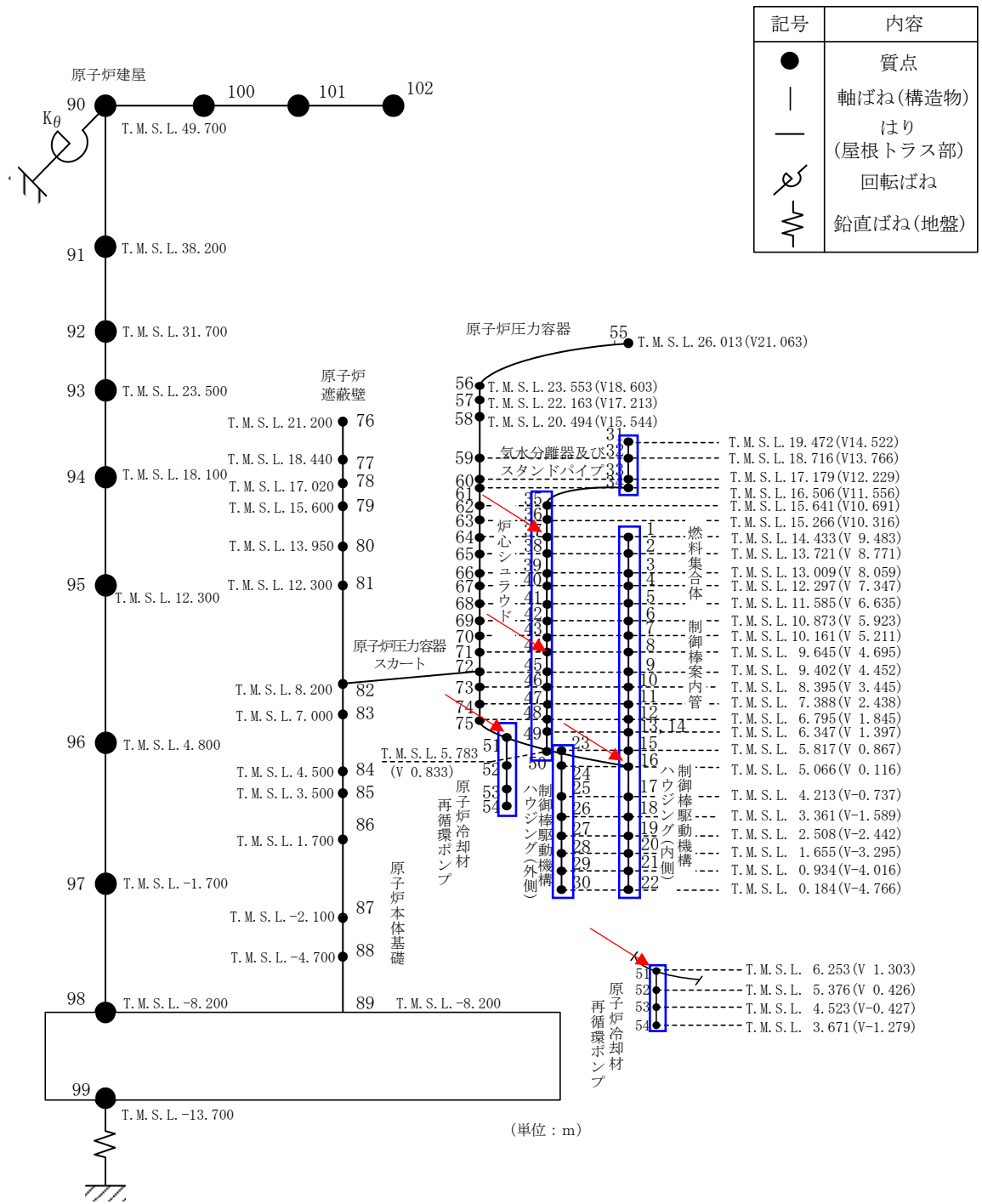
(V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」P18に加筆)

図IV (3) - 1 炉内構造物系の地震応答解析モデルでの算出位置 (NS方向)



→ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)  
 □ : 算出質点 (時刻歴フロー)  
 (V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」P19に加筆)

図IV (3) - 2 炉内構造物系の地震応答解析モデルでの算出位置 (EW 方向)



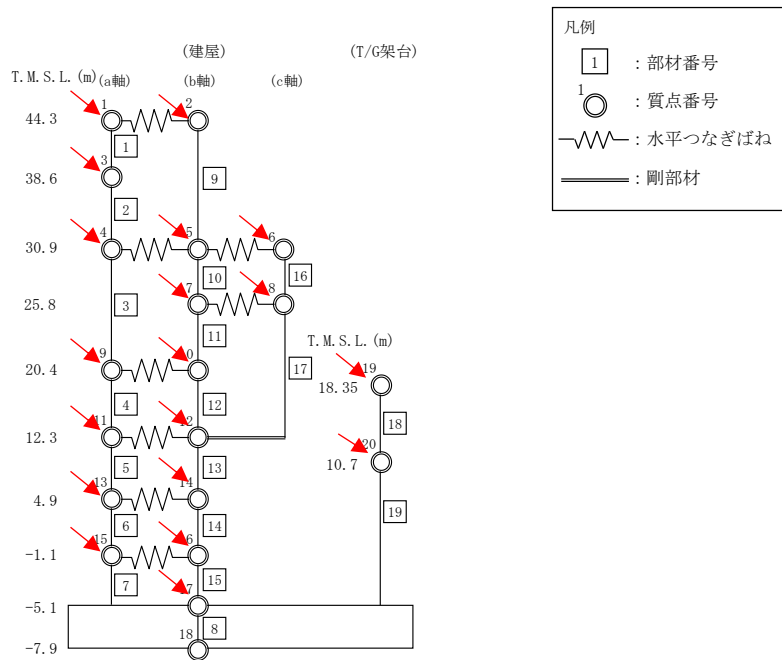
$K_{\theta}$  トラス端部回転拘束ばね

→ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)

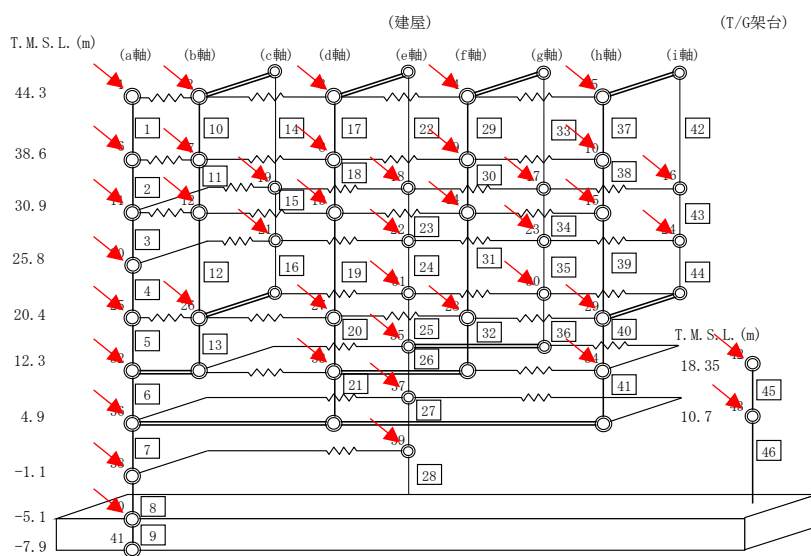
□ : 算出質点 (時刻歴フロー)

(V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」P17に加筆)

図IV (3) - 3 炉内構造物系の地震応答解析モデルでの算出位置 (UD 方向)



NS 方向

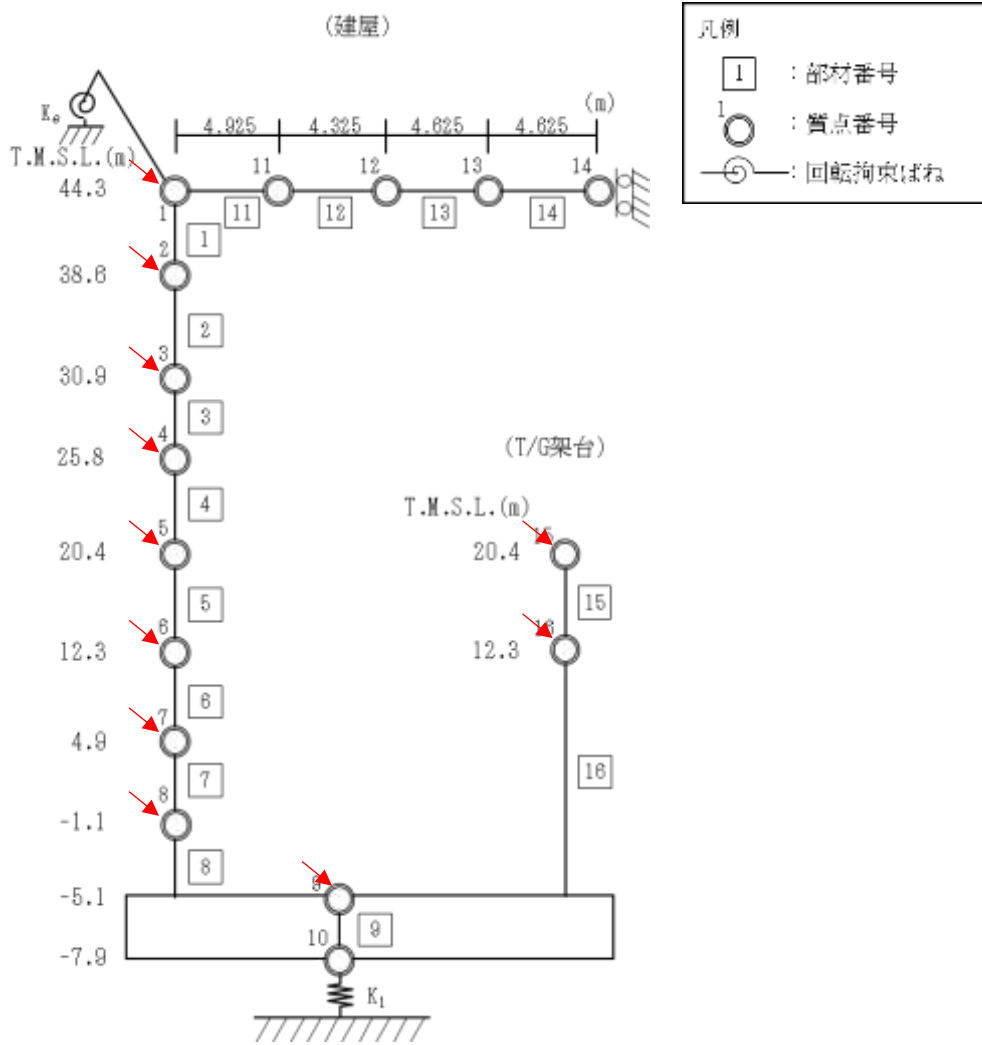


EW 方向

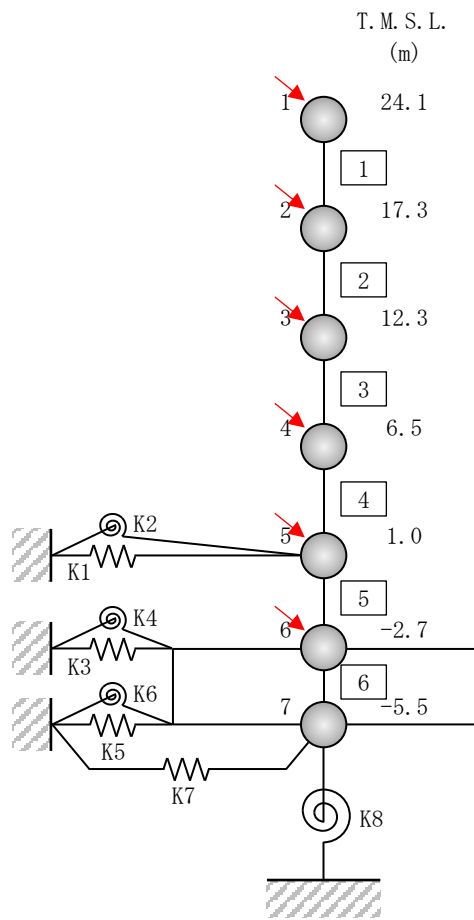
→ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)

(V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」P20 に加筆)

図IV (4) - 1 タービン建屋の地震応答解析モデルでの算出位置 (水平方向)



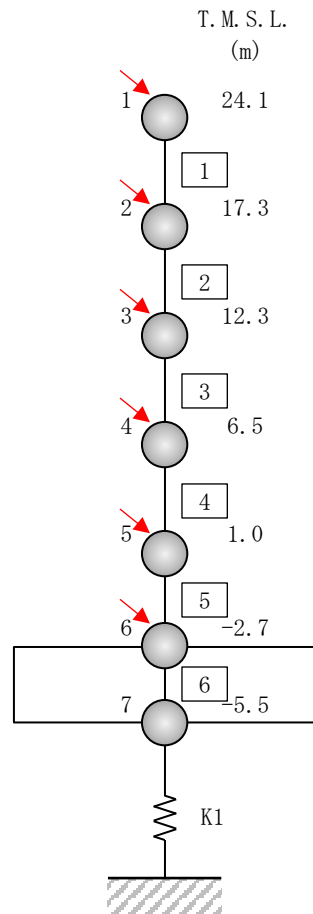
図IV (4) - 2 タービン建屋の地震応答解析モデルでの算出位置 (鉛直方向)



→ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)

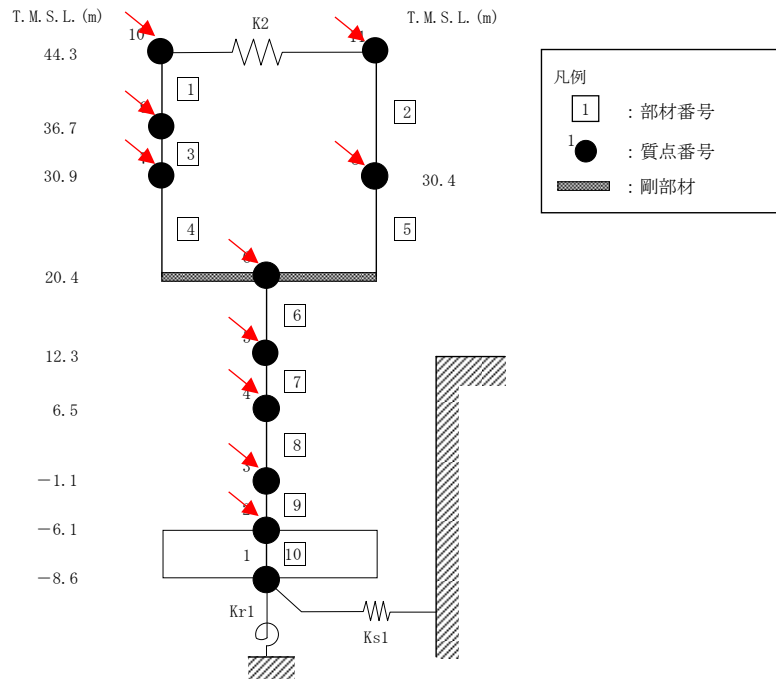
(V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」P22に加筆)

図IV (5) - 1 コントロール建屋の地震応答解析モデルでの算出位置 (水平方向)

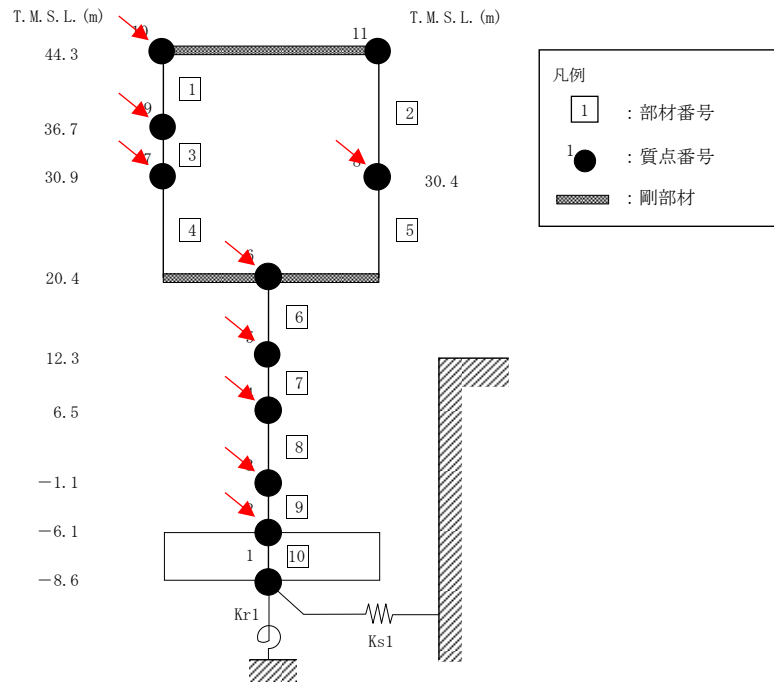


→ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)  
 (V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」P23 に加筆)

図IV (5) - 2 コントロール建屋の地震応答解析モデルでの算出位置 (鉛直方向)



NS 方向



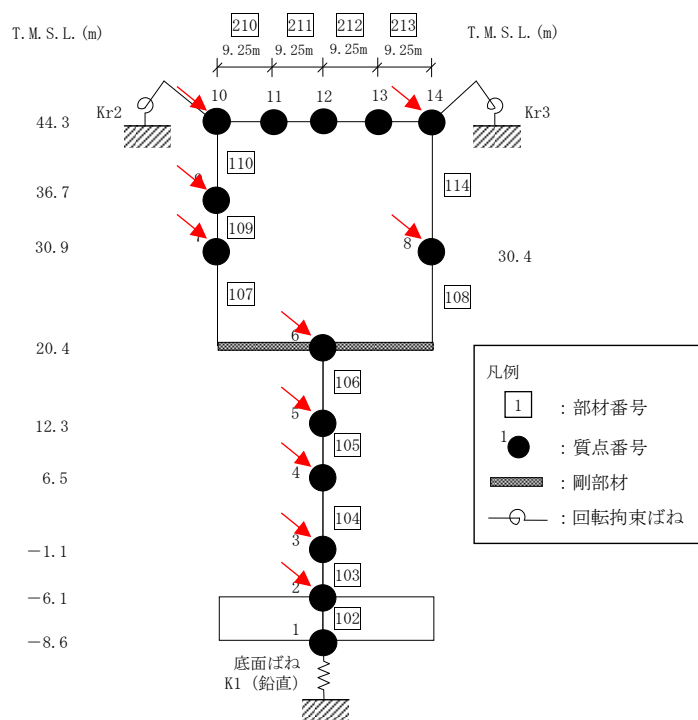
EW 方向

→ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)

(V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」P34に加筆)

図IV (6) - 1 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデルでの算出位置 (水平方向)





→ : 算出床面 (応答スペクトルフロー)

(V-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方針」 P35 に加筆)

図IV (6) - 2 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデルでの算出位置 (鉛直方向)

(補足)

- 補足 1 ピーク応力法における各ピークのサイクル数の求め方
- 補足 2 等価繰返し回数算出プログラムについて
- 補足 3 疲労評価の対象設備及び部位毎のピーク応力
- 補足 4 ピーク応力の算出方法について
- 補足 5 他方向入力を対象とした等価繰返し回数算定方法について
- 補足 6 柏崎刈羽 7 号機の等価繰返し回数の保守性について
- 補足 7 ピーク応力の大きさと等価繰返し回数の関係について
- 補足 8 等価繰返し回数の算出に用いる地震動の考え方について

補足1 ピーク応力法における各ピークのサイクル数の求め方

柏崎刈羽7号機のピーク応力法における各ピーク点におけるサイクル数についてはレインフロー法を用いて求める。図 補1. 1 に示す通り、実際の材料挙動に着目し、片振りとなるピーク点については0.5、両振りとなるピーク点については1 と割り当てている。なお、このサイクル数のカウント方法は疲労設計において、材料の応力-ひずみ挙動との対応が良いことから、一般的に用いられている手法である。

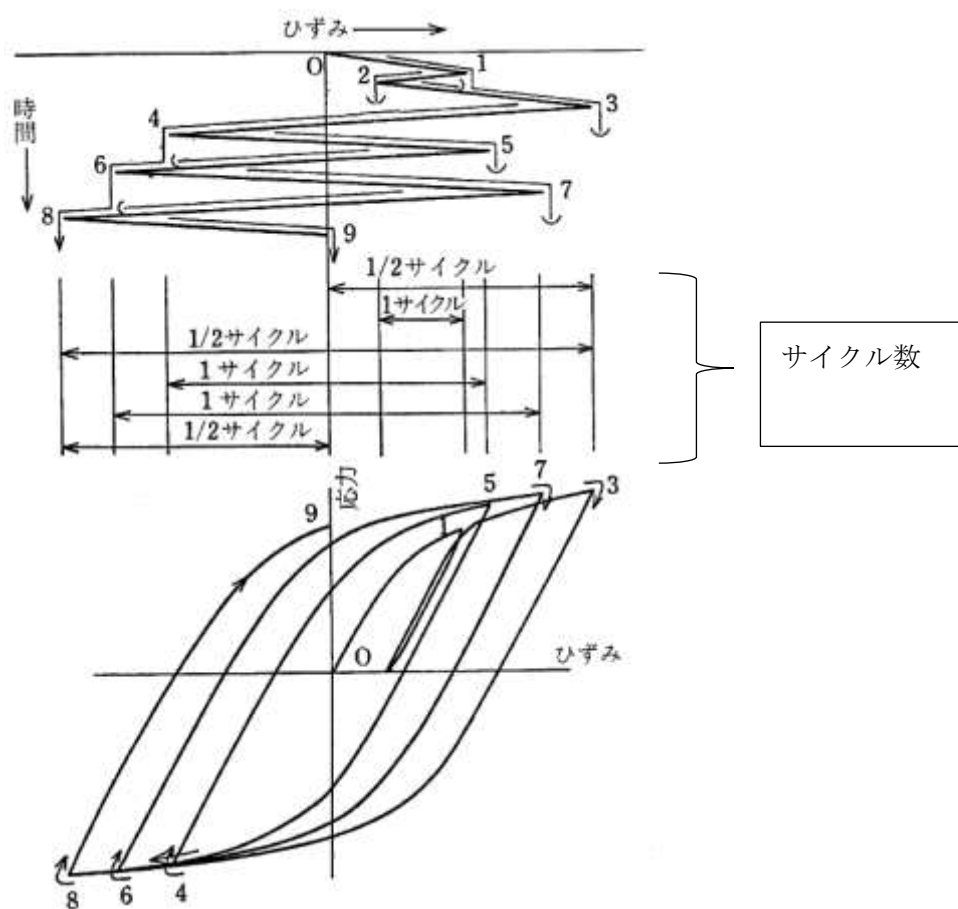


図 補1. 1 レインフロー法の概要

また、本カウント法に関する文献は以下がある。

- ・遠藤達雄ら他, 「Rain Flow Method」の提案とその応用, 九州工業大学研究報告(工学) No.28, 1974

## 補足 2 等価繰返し回数算出プログラムについて

### 1. はじめに

今回工認における等価繰返し回数算出において使用した計算機プログラム（解析コード）について説明する。

柏崎刈羽 7 号機に等価繰返し回数の算出において地震応答解析モデルごとに 2 つの算出プログラム（表 補 2. 1）を使用しており、使用状況、解析コードの概要を以降に記載する。

表 補 2. 1 柏崎刈羽 7 号機の地震応答解析モデル別の算出プログラム

別紙 No.	算出に用いた算出プログラム	地震応答解析モデル
別紙 1	PLTCOM2	原子炉建屋の地震応答解析モデル 大型機器系の地震応答解析モデル 炉内構造物系の地震応答解析モデル
別紙 2	HERO	タービン建屋の地震応答解析モデル コントロール建屋の地震応答解析モデル 廃棄物処理建屋の地震応答解析モデル

別紙1 PLTCOM2

1. 解析コードの概要

項目 \ コード名	等価繰返し回数算出プログラム (PLTCOM2)
使用目的	等価繰返し回数の算出
開発機関	日立GEニュークリア・エナジー株式会社
開発時期	2017年
使用したバージョン	Ver1.00
コードの概要	<p>等価繰返し回数算出プログラム (PLTCOM2) (以下、「本解析コード」という。) は、耐震設計に使用する条件を作成することを目的に、レインフロー法等を用いた方法で等価繰返し回数を算出する機能を統合したシステムである。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p><b>【検証 (Verification)】</b></p> <p>本解析コードの検証の内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本解析コードでレインフロー法によって算出した等価繰返し回数の値と、手計算で計算した値が一致することを確認している。</li> <li>・本解析コードの運用環境について、動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。</li> </ul> <p><b>【妥当性確認 (Validation)】</b></p> <p>本解析コードの妥当性確認内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・算出方法は J E A G 4 6 0 1 記載の設計用繰返し回数の設定 (ピーク応力法) のフローに従っており、妥当性に問題はない。</li> </ul>

2. 解析コード（PLTCOM2）における等価繰返し回数算出機能の検証

2. 1. 概要

本工事計画認可申請書において使用した解析コード（PLTCOM2）（以下、「本解析コード」という。）を用いて得られた計算結果の妥当性を確認し、本解析コードの検証を行うものである。本解析コードを用いた、等価繰返し回数算出フロー（ピーク応力法）を図 補2別1. 2. 1-1 に示す。

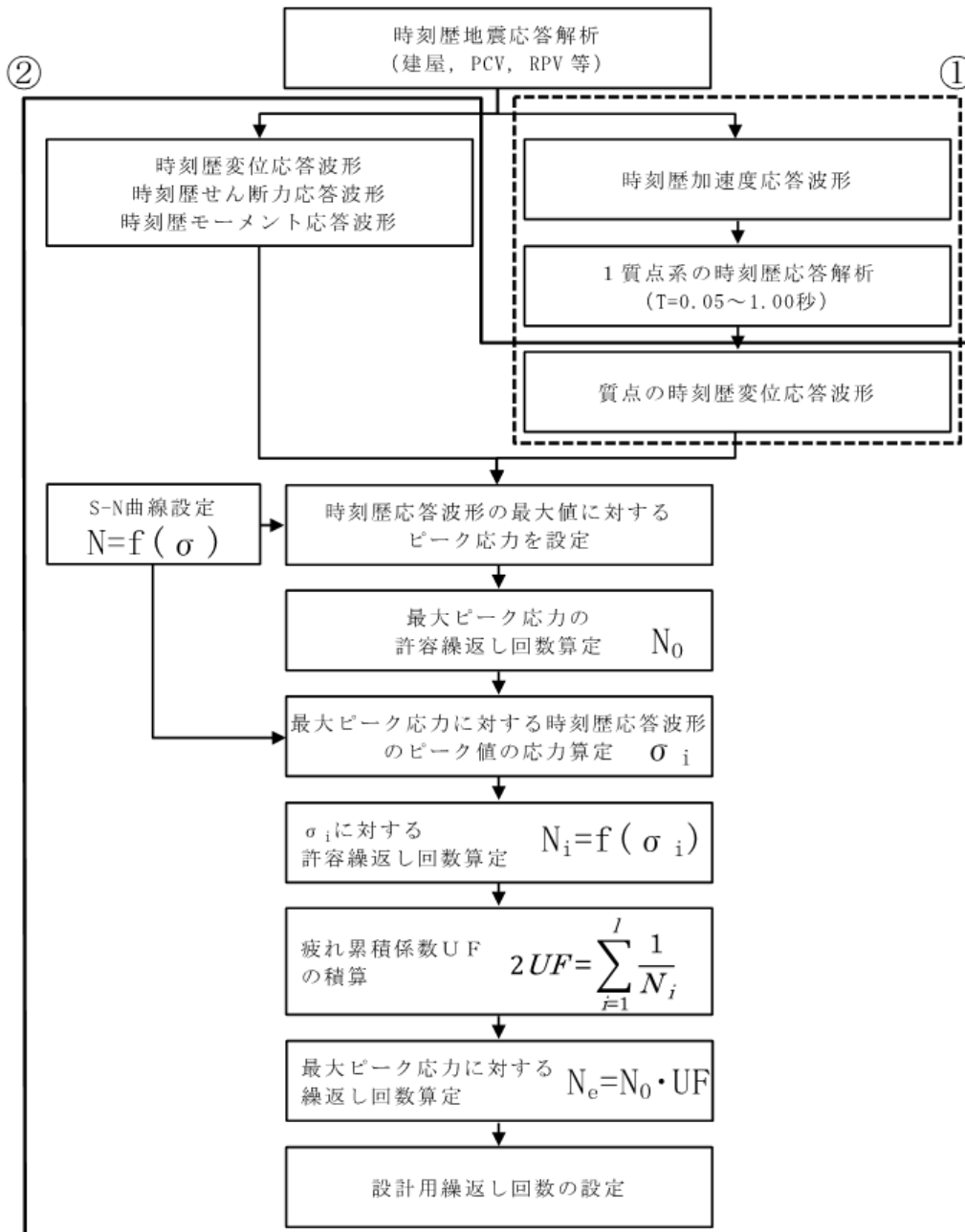


図 補2別1. 2. 1-1 等価繰返し回数算出フロー（ピーク応力法）

## 2. 2. 解析コードの検証

### (1) 検証の概要

本解析コードによる計算結果の妥当性の確認には、手計算により算出した等価繰返し回数を用いる。

本解析コードと手計算により算出した等価繰返し回数の比較をすることにより、解析コードの検証を行った。

### (2) 検証ケース

図 補2別1. 2. 2-1 に示す時刻歴データを入力地震動として、本解析コードを用いて計算する。等価繰返し回数算出において、図 補2別1. 2. 1-1 に示す等価繰返し回数算出フロー（ピーク応力法）の①と②で計算を行っているが、①の時刻歴加速度応答波形による1質点系の時刻歴応答解析は、「Seismic Analysis System (SAS)」の設計用床応答スペクトル作成機能と同モジュールを使用している。

時刻歴加速度応答波形による1質点系の時刻歴応答解析後の処理は②と同じであるため、本検証では、②の計算結果と手計算により算出した等価繰返し回数の比較をする。

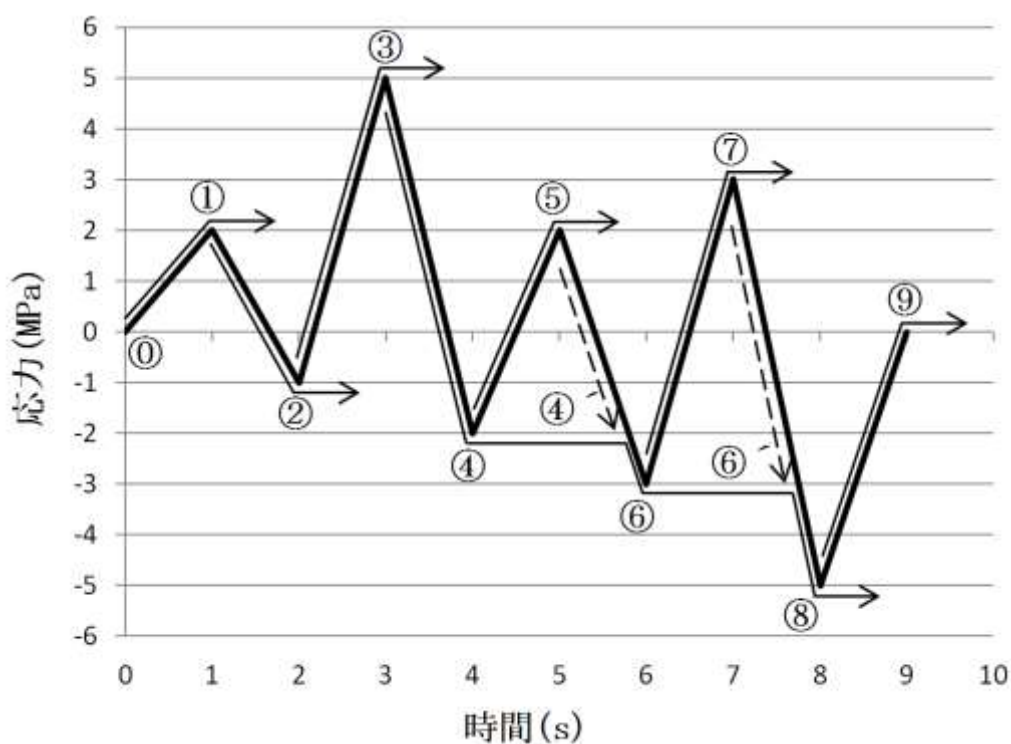


図 補2別1. 2. 2-1 入力地震動

(3) 算出条件

J E A G 4 6 0 1 記載の等価繰返し回数算出フロー（ピーク応力法）のうち時刻歴波形に対する等価繰返し回数を算出する。算出条件を表 補 2 別 1 . 2 . 2 - 1 に、使用する設計疲労線図の材料データを表 補 2 別 1 . 2 . 2 - 2 に示す。

表 補 2 別 1 . 2 . 2 - 1 算出条件

設定項目	算出条件
設計疲労線図	炭素鋼，低合金鋼及び高張力鋼 ( $S_u \leq 550\text{MPa}$ )
最大ピーク応力	1471MPa

表 補 2 別 1 . 2 . 2 - 2 設計疲労線図 材料データ

許容繰返し回数(回)	繰返しピーク応力強さ(MPa)
$1.00 \times 10^1$	3999
$2.00 \times 10^1$	2827
$5.00 \times 10^1$	1896
$1.00 \times 10^2$	1413
$2.00 \times 10^2$	1069
$5.00 \times 10^2$	724
$1.00 \times 10^3$	572
$2.00 \times 10^3$	441
$5.00 \times 10^3$	331
$1.00 \times 10^4$	262
$1.20 \times 10^4$	248
$2.00 \times 10^4$	214
$5.00 \times 10^4$	159
$1.00 \times 10^5$	138
$2.00 \times 10^5$	114
$5.00 \times 10^5$	93
$1.00 \times 10^6$	86



(4) 計算結果の比較

本解析コード及び手計算で計算した等価繰返し回数  $N_e$  を表 2. 2-3 に示す。そのうち、応力に対する許容繰返し回数  $N_i$  は J S M E 設計・建設規格に記載の補間方法を用いて算出した。また、 $N_0$  は  $N_i$  における最大ピーク応力である。

手計算による  $\sigma_i$  に対する許容繰返し回数  $N_i$  の計算結果を表 補 2 別 1. 2. 2-4, 手計算による疲れ累積係数  $U F$  の計算結果を表 補 2 別 1. 2. 2-5 に示す。

(5) 検証結果

表 補 2 別 1. 2. 2-3 に示す等価繰返し回数の比較結果のとおり、両者は一致しており、本解析コードを用いて得られた計算結果の妥当性を確認した。

表 補2別1. 2. 2-3 本解析コード及び手計算による等価繰返し回数の計算結果

No.	項目	本解析コードによる 計算結果	手計算による計算結果

表 補2別1. 2. 2-4 手計算による  $\sigma_i$  に対する許容繰返し回数  $N_i$  の計算結果

ピーク点		ピーク応力 (MPa)	最大ピーク応力に対する 時刻歴応答波形の ピーク応力 $\sigma_i$ (MPa)	$\sigma_i$ に対する 許容繰返し回数 $N_i$ (回)
START	END			

表 補2別1. 2. 2-5 手計算による疲れ累積係数  $U_F$  の計算結果

疲れ累積係数 $U_F$

別紙2 HERO

1. 解析コードの概要

項目 \ コード名	等価繰返し回数の計算プログラム (HERO)
使用目的	等価繰返し回数の算出
開発機関	東芝エネルギーシステムズ 株式会社
開発時期	2017年～2018年
使用したバージョン	Ver.1.00, 2.00 及び 4.00
コードの概要	<p>等価繰返し回数算出プログラム (HERO) (以下, 「本解析コード」という。) は, 耐震設計に使用する条件を作成することを目的に, レインフロー法等を用いた方法で等価繰返し回数を算出する機能を有するシステムである。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p><b>【検証 (Verification)】</b>            本解析コードの検証内容は, 以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本解析コードで算出した 1 質点系の応答計算の値と手計算の値が一致していることを確認している。</li> <li>・ 本解析コードでレインフロー法によって算出した等価繰返し回数の値と, 手計算で計算した値が一致していることを確認している。</li> <li>・ 本解析コードの運用環境について, 動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。</li> </ul> <p><b>【妥当性確認 (Validation)】</b>            本解析コードの妥当性確認内容は, 以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1 質点系の応答計算機能は, 理論モデルをそのままコード化したものであり, 妥当性は確認されている。</li> <li>・ 床応答曲線を作成する際, 入力とする時刻歴データの時間刻み幅, データの形式は, 妥当性を確認している範囲内での使用であることを確認している。</li> <li>・ 時刻歴波の時間刻み, 固有周期計算間隔は J E A G 4 6 0 1 に従っており, 妥当性は確認されている。</li> <li>・ 算出方法は J E A G 4 6 0 1 記載の設計用繰返し回数の設定 (ピーク応力法) のフローに従っており, 妥当性に問題はない。</li> </ul>

2. 解析コード（HERO）における等価繰返し回数算出機能の検証

2. 1 概要

本工事計画認可申請書において使用した解析コード（HERO）（以下、「本解析コード」とする。）を用いて得られた計算結果の妥当性を確認し、本解析コードの検証を行うものである。本解析コードを用いた、等価繰返し回数算出フロー（ピーク応力法）を図 補2別2. 2. 1-1 に示す。

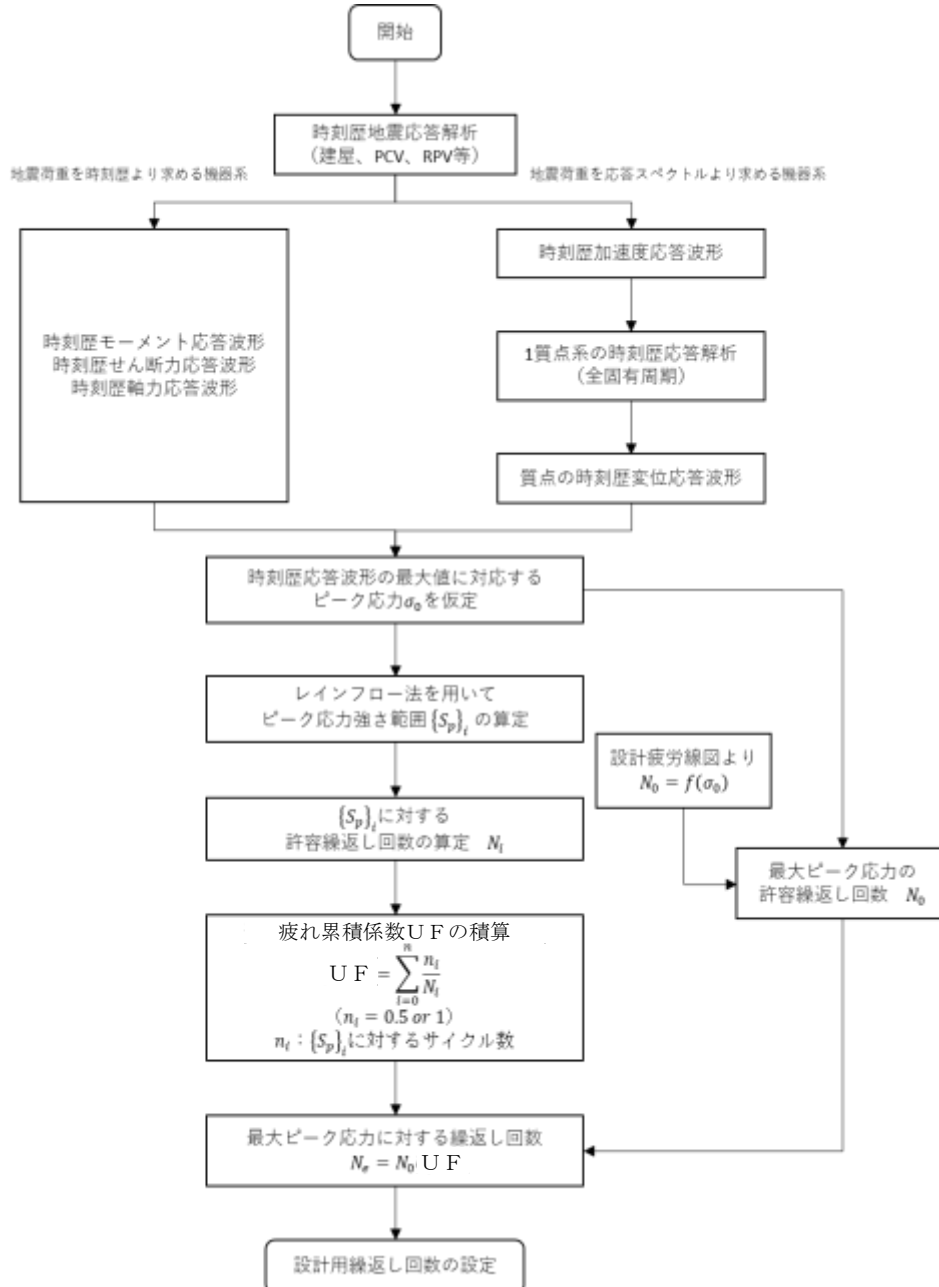


図 補2別2. 2. 1-1 等価繰返し回数の算出フロー（ピーク応力法）

## 2. 2 解析コードの検証

### 2. 2. 1 直接積分法

#### (1) 検証の概要

本解析コードに実装されている1質点系応答計算のうち、直接積分法（Nigam法）の関数部の検証を行った。なお、本解析コードによる算出結果の妥当性確認には、手計算により算出した各固有周期での絶対応答加速度（理論解）を用いて、本解析コードにより算出した各固有周期での絶対応答加速度を比較し検証を行った。

#### (2) 検証ケース

検証ケースを表 補2別2. 2. 2. 1-1に示す。

表 補2別2. 2. 2. 1-1 直接積分法の検証ケース

入力波	正弦波
減衰定数	5 [%]
固有周期	0.01 ~ 10 [s] (0.01 [s] 刻み全1000点)
入力振動数	1, 2, 5, 10, 20 [Hz]
入力時間間隔	0.005 [s]
入力継続時間	10 [s]
入力振幅	0.20394 [G]

#### (3) 算出条件

1質点系応答計算における検証ケースのモデルを表 補2別2. 2. 2. 1-2, 図 補2別2. 2. 2. 1-1に示す。

表 補2別2. 2. 2. 1-2 各変数の値

$m$	50000 [kg]
$k$	0.01 ~ 10.0 [s]の固有周期による変数
$\alpha$	0.20394 [G]
$\omega$	$2\pi f$ ( $f = 1.0, 2.0, 5.0, 10.0$ and $20.0$ [Hz])
$h$	0.05 (減衰定数)
$c$	0.01 ~ 10.0 [s]の固有周期による変数

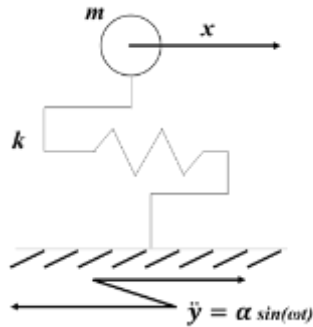


図 補2別2. 2. 2. 1-1 1質点系の検証例題

(4) 理論式

図 補2別2. 2. 2. 1-1に対し，正弦波の時刻歴を入力条件とした場合の絶対応答加速度の理論式は，下式より計算される。

1質点系の固有振動数は次式となる。

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

図 補2別2. 2. 2. 1-1に示す1質点系の振動方程式は，以下となる。

$$\ddot{x} + 2h\omega_0\dot{x} + \omega_0^2x = -\ddot{y} = -\alpha\sin\omega t$$

$$2h\omega_0 = \frac{c}{m}, \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad \ddot{y} = \alpha\sin\omega t$$

上式を解くことで相対応答変位は下式より計算される。

$$x = e^{-h\omega_0 t} (A\cos\omega_d t + B\sin\omega_d t) + \frac{2h\omega\omega_0\alpha}{S^2} \cos\omega t + \frac{(\omega^2 - \omega_0^2)\alpha}{S^2} \sin\omega t$$

ここで，用いる定数は以下の通り。

$$S = \sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4h^2\omega^2\omega_0^2}$$

$$A = x_0 - \frac{2h\omega\omega_0\alpha}{S^2}$$

$$B = \frac{1}{\sqrt{1-h^2}} \left\{ hx_0 + \frac{v_0}{\omega_0} - \frac{(\omega^2 - \omega_0^2 + 2h^2\omega_0^2)\omega\alpha}{\omega_0 S^2} \right\}$$

$$\omega_d = \sqrt{1-h^2}\omega_0$$

また、上式より相対応答加速度を求める理論式は下式となる。

$$\ddot{x} = h^2\omega_0^2 e^{-h\omega_0 t} (A\cos\omega_d t + B\sin\omega_d t) - 2h\omega_0 e^{-h\omega_0 t} (-A\omega_d \sin\omega_d t + B\omega_d \cos\omega_d t) + e^{-h\omega_0 t} (-A\omega_d^2 \cos\omega_d t - B\omega_d^2 \sin\omega_d t) + D\{2h\omega_0 \cos\omega t + (\omega^2 - \omega_0^2)\sin\omega t\}$$

ここで、

$$x(0) = x_0 = 0, \quad \dot{x}(0) = v_0 = 0$$

$$D = -\frac{\omega^2 \alpha}{S^2}$$

よって、絶対応答加速度の理論式は下式となる。

$$\ddot{\zeta} = \ddot{x} + \ddot{y}$$

#### (5) 計算結果

理論解と Nigam 法の計算結果の比較を図 補2別2. 2. 2. 1-2 に示す。

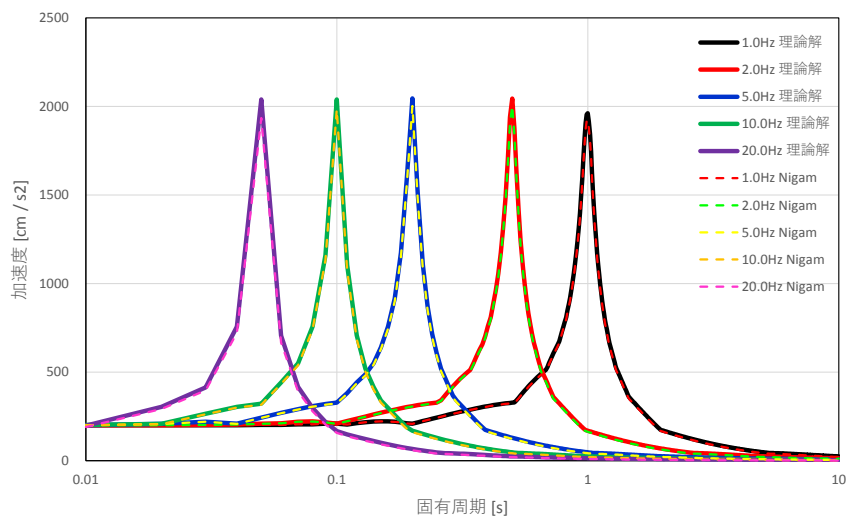


図 補2別2. 2. 2. 1-2 理論解と Nigam 法の計算結果の比較

図 補2別2. 2. 2. 1-2 より理論解と Nigam 法の計算結果はよく一致しており、HERO による1質点系応答計算の妥当性を確認した。



## 2. 2. 2 サイクルカウント法

### (1) 検証の概要

本解析コードによる計算結果の妥当性の確認には、手計算により算出した等価繰返し回数を用いる。

本解析コードと手計算により算出した等価繰返し回数を比較することにより、解析コードの検証を行った。

### (2) 検証ケース

図 補2別2. 2. 2. 2-1に示す時刻歴データを入力として、本解析コードを用いて計算する。等価繰返し回数の算出において、図 補2別2. 2. 2. 2-1に示す等価繰返し回数の算出フロー（地震荷重を時刻歴より求める機器系の算出フローと地震荷重を応答スペクトルより機器系の算出フロー）で計算を行っているが、本検証では「地震荷重を時刻歴より求める機器系の算出フローを用い、本解析コードによる算出結果と手計算による算出結果を比較し検証する。

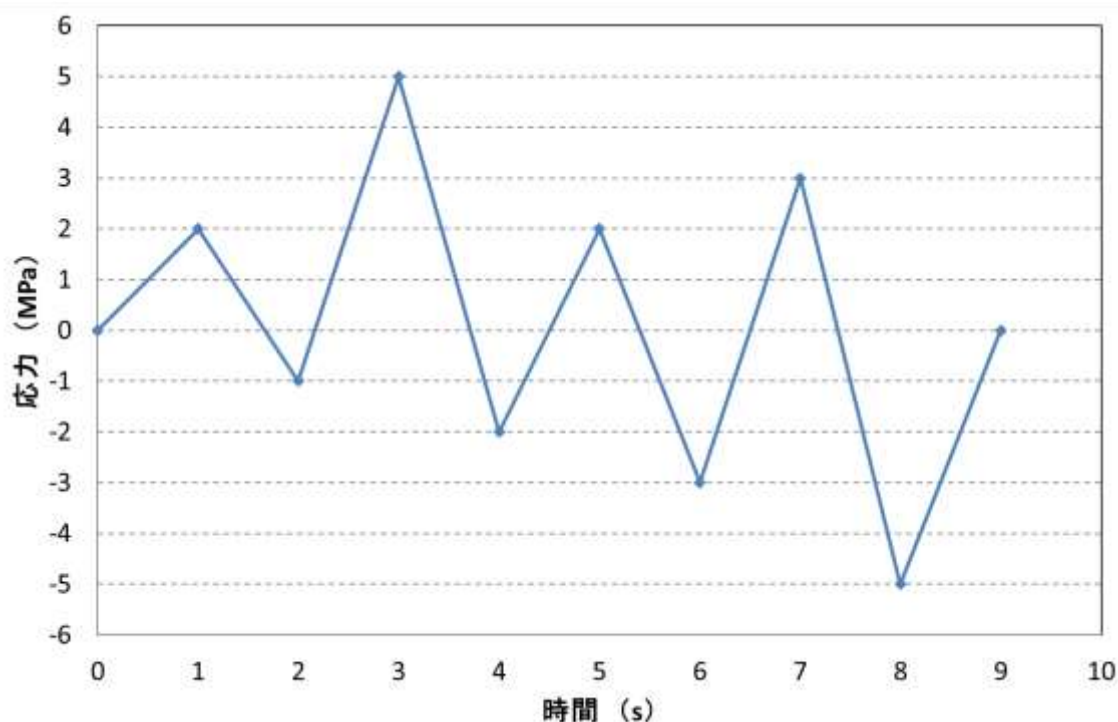


図 補2別2. 2. 2. 2-1 入力に用いる時刻歴データ

(3) 算出条件

J E A G 4 6 0 1 記載の等価繰返し回数の算出フロー（ピーク応力法）のうち、時刻歴波形に対する等価繰返し回数を算出する。算出条件を表 補 2 別 2. 2. 2. 2-1, 算出に使用する設計疲労線図の材料データを表 補 2 別 2. 2. 2. 2-2 に示す。

表 補 2 別 2. 2. 2. 2-1 算出条件

設定項目	算出条件
設計疲労線図	炭素鋼, 低合金鋼及び高張力鋼 ( $S_u \leq 550\text{MPa}$ )
最大ピーク応力	1471MPa

表 補 2 別 2. 2. 2. 2-2 設計疲労線図 材料データ  
(炭素鋼, 低合金鋼および高張力鋼 ( $S_u \leq 550\text{MPa}$ ))

許容繰返し回数 (回)	繰返しピーク応力強さ (MPa)
$1.00 \times 10^1$	3999
$2.00 \times 10^1$	2827
$5.00 \times 10^1$	1896
$1.00 \times 10^2$	1413
$2.00 \times 10^2$	1069
$5.00 \times 10^2$	724
$1.00 \times 10^3$	572
$2.00 \times 10^3$	441
$5.00 \times 10^3$	331
$1.00 \times 10^4$	262
$1.20 \times 10^4$	248
$2.00 \times 10^4$	214
$5.00 \times 10^4$	159
$1.00 \times 10^5$	138
$2.00 \times 10^5$	114
$5.00 \times 10^5$	93
$1.00 \times 10^6$	86

(4) 計算結果の比較

レインフロー法の算出フロー①～⑥を図 補2別2. 2. 2. 2-2示す。

本解析コード及び手計算で計算した等価繰返し回数  $N_0$  を表 補2別2. 2. 2. 2-3に示す。そのうち、応力に対する許容繰返し回数  $N_i$  はJ SME設計・建設規格に記載の補間方法を用いて算出した。また、 $N_0$  は  $N_i$  における最大ピーク応力である。

手計算によるピーク応力強さ  $\{S_p\}_i$  に対する許容繰返し回数  $N_i$  の計算結果を表 補2別2. 2. 2. 2-4, 手計算による疲れ累積係数UFの算出結果を表 補2別2. 2. 2. 2-5に示す。

(5) 検証結果

表 補2別2. 2. 2. 2-3に示す等価繰返し回数の比較結果のとおり、両者は一致しており、本解析コードを用いて得られた計算結果の妥当性を確認した。

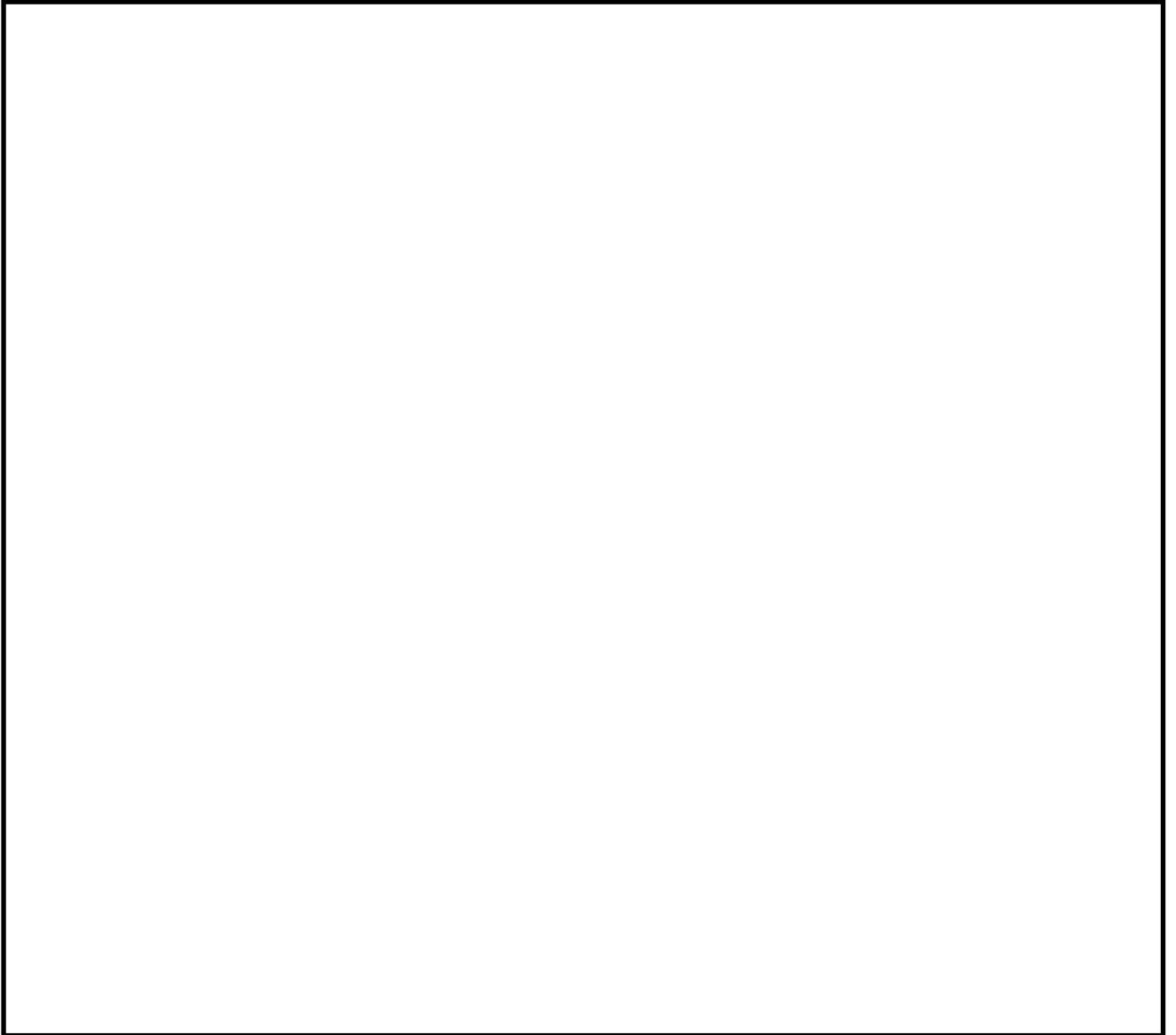


図 補2別2. 2. 2-2 レインフロー法の算出フロー

表 補2別2. 2. 2. 2-3 本解析及び手計算による等価繰返し回数の計算結果

No.	項目	本解析コードによる 計算結果	手計算による 計算結果

表 補2別2. 2. 2. 2-4 手計算による  $\{S_p\}_i$  に対する許容繰返し回数  $N_i$  の算出結果


No.	サイクル数	ピーク応力 $\{S_p\}_i$ (MPa)	$\{S_p\}_i$ に対する 繰返し応力強さ (MPa)	$\{S_p\}_i$ に対する 許容繰返し回数 $N_i$ (回)

表 補2別2. 2. 2-5 手計算による疲れ累積係数  $U_F$  の算出結果

疲れ累積係数 $U_F$

補足3 疲労評価の対象設備及び部位毎のピーク応力

設備名称	評価部位	ピーク応力(MPa) (水平2方向考慮なし)	ピーク応力(MPa) (水平2方向考慮あり)
一律に設定する等価繰返し回数を用いる疲労評価対象設備			
原子炉压力容器	原子炉压力容器支持 スカート	230	325
	下部鏡板	77	108
	給水ノズル (N4)	—	278
	胴板	130	184
	制御棒駆動機構ハウ ジング貫通孔	298	421
	原子炉冷却材再循環 ポンプ貫通孔 (N1)	515	894
	主蒸気ノズル (N3)	—	330
	低圧注水ノズル (N6)	—	721
	上蓋スプレィ・ベン トノズル (N7)	—	337
	原子炉停止時冷却材 出口ノズル (N8)	—	262
	原子炉停止時冷却材 出口ノズル (N10)	—	339
	原子炉冷却材再循環 ポンプ差圧検出ノズ ル (N9)	257	373
	炉心支持板差圧検出 ノズル (N11)	257	373
	計装ノズル (N12)	—	140
	計装ノズル (N13)	—	140
	計装ノズル (N14)	—	327
	ドレンノズル (N15)	—	326
高圧炉心注水ノズル (N16)	—	245	
原子炉冷却材再循環 ポンプモータケーシ ング	390	592	
制御棒駆動機構	スプールピースの最 小断面	15	—*1
原子炉冷却材再循環 ポンプ	モータカバー	12	—*2
	補助カバー	1	
燃料集合体	燃料被覆管	58	74

設備名称	評価部位	ピーク応力(MPa) (水平2方向考慮なし)	ピーク応力(MPa) (水平2方向考慮あり)
原子炉補機冷却水系 熱交換器 (A), (B), (D), (E)	胴板		—※3
下部ドライウェルア クセストンネルスリ ープ及び鏡板 (所員 用エアロック付)	鏡板のスリーブとの 結合部	—	605
	スリーブのフランジ プレートとの結合部	—	630
下部ドライウェル所 員用エアロック	下部ドライウェル所 員用エアロック 円筒胴と鏡板との結 合部	—	704
配管 (最大ピーク応 力発生箇所: 純水補 給水系配管(MUWP- C3B-1))	配管本体	—	1039
個別に設定する等価繰返し回数を用いる疲労評価対象設備			
原子炉補機冷却水系 配管 (RCW-T-3)	配管本体	—	1631
原子炉補機冷却水系 配管 (RCW-T-4)	配管本体	—	1631
消火系配管(FP- 025R2)	配管本体	—	1443
非放射性ドレン移送 系配管 (MSC- 002R2)	配管本体	—	1407
雑用水系配管 (DW- 006R2)	配管本体	—	1319
タービン補機冷却水 系配管 (TCW- 001R2)	配管本体	—	1245

- ※1 評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向入力の影響は軽微である。
- ※2 鉛直方向荷重の影響が支配的であるため、水平方向地震動は荷重条件として考慮していない。したがって、水平2方向入力の影響はない。
- ※3 水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらない。したがって水平2方向入力の影響は軽微である。(詳細はKK7補足-024「工事計画に係る説明資料(耐震性に関する説明書)資料4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する検討について」参照。)



#### 補足4 ピーク応力の算出方法について

ここでは、代表設備（クラス1配管のうち地震+地震以外の疲れ累積係数UFが最大となる配管モデルRHR-PD-2）のピーク応力算出方法について説明する。

地震時のピーク応力算出フローを図 補4. 1に、算出方法を以下に示す。

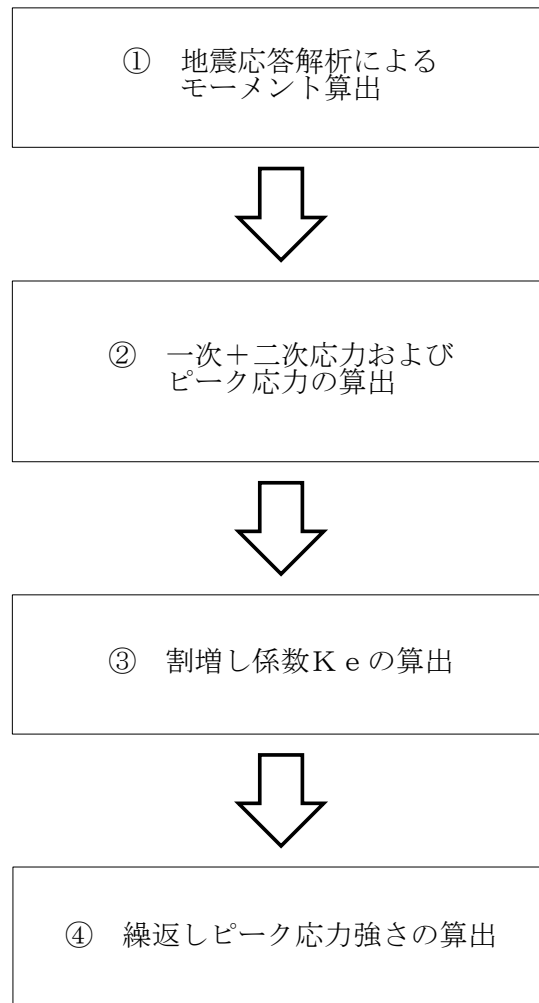


図 補4. 1 地震時のピーク応力算出フロー

① 地震応答解析によるモーメント算出

RHR-PD-2の地震応答解析(3次元はりモデルを用いたスペクトルモーダル解析)を実施し、RHR-PD-2に生じるモーメントを算出する。この地震応答解析から得られたモーメントを表 補4. 1に示す。

表 補4. 1 地震応答解析から得られたモーメント (N・mm)

	Mx	My	Mz
慣性力			
相対変位			

② 一次+二次応力およびピーク応力の算出

表 補4. 1に示すモーメントにより算出した一次+二次応力  $S_n$  及びピーク応力  $S_p$  は以下による。(J E A G 4 6 0 1-1987 (6.6.2-22), (6.6.2-25) )

$$S_n = \frac{C_2 \times M_{iS}}{Z}$$

$$= \text{[ ] (MPa)}$$

$$S_p = \frac{K_2 \times C_2 \times M_{iS}}{Z}$$

$$= \text{[ ] (MPa)}$$

一次+二次応力及びピーク応力の算出で用いている記号は以下の通り。

- $S_n$  : 一次+二次応力 (MPa)
- $S_p$  : ピーク応力(MPa)
- $K_2, C_2$  : 応力係数 ( J S M E 設計・建設規格(2005/2007) PPB-3812.3)
- $M_{iS}$  : 表 補4. 1より生じるモーメントの全振幅(モーメントの各方向をSRSS) (N・mm)
- $Z$  : 管の断面係数(mm<sup>3</sup>)

③ 割増し係数  $K_e$  の算出

②にて求めた一次+二次応力  $S_n$  が  $3 S_m$  以上となるため、割増し係数  $K_e$  を算出する。当該配管は J S M E 設計・建設規格(2005/2007)PVB-3315(2) a.(b)の場合に該当するため、割増し係数  $K_e$  は以下の通りとなる（J S M E 設計・建設規格(2005/2007)PVB-84）。

$$K_e = K_e' = 1 + (q - 1) \left( 1 - \frac{3S_m}{S_n} \right)$$

$$= \boxed{\phantom{0.000000}}$$

割増し係数  $K_e$  の算出で用いている記号は以下の通り。

- $S_m$  : 最高使用温度(302°C)における設計応力強さ (MPa)  
 $q$  : J S M E 設計・建設規格(2005/2007)表 PVB-3315-1 のうち RHR-PD-2 の材料である炭素鋼の値

④ 繰返しピーク応力強さの算出

ピーク応力  $S_p$  及び割増し係数  $K_e$  を用い、繰返しピーク応力強さ  $S_l$  は以下の通りになる。（J S M E 設計・建設規格(2005/2007)PVB-82）

$$S_l = \frac{K_e \times S_p}{2} \boxed{\phantom{0.000000}} \text{ (MPa)}$$

縦弾性係数  $E$  による温度補正を行い、繰返しピーク応力強さ  $S_l'$  は以下となる。

$$S_l' = \boxed{\phantom{0.000000}} 881 \text{ (MPa)}$$

繰返しピーク応力強さの算出で用いている記号は以下の通り。

- $S_l$  : 繰返しピーク応力 (温度補正前) (MPa)  
 $S_l'$  : 繰返しピーク応力 (温度補正後) (MPa)  
 $E$  : 最高使用温度(302°C)における縦弾性係数 (MPa)

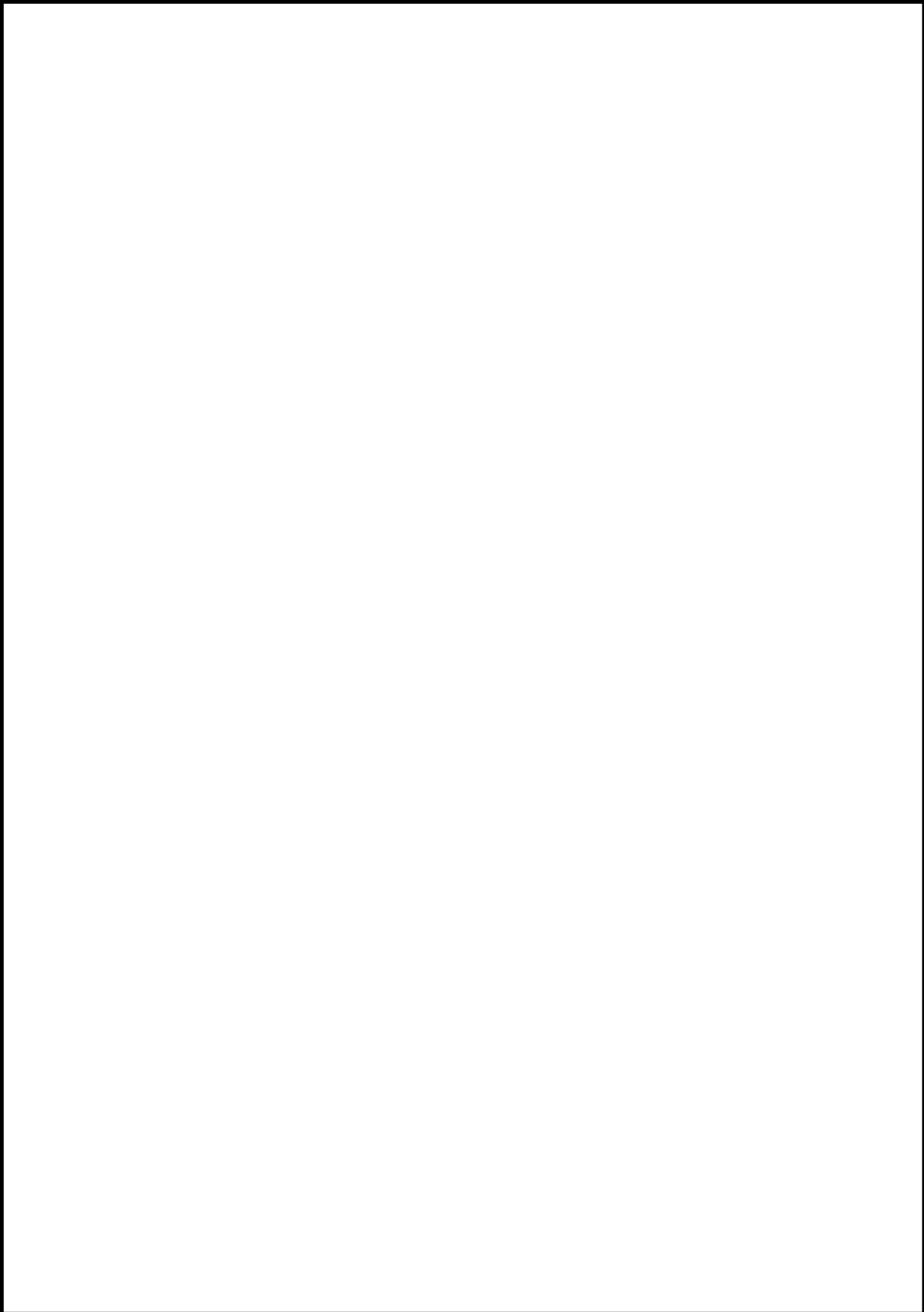
## 補足5 多方向入力を対象とした等価繰返し回数算定方法について

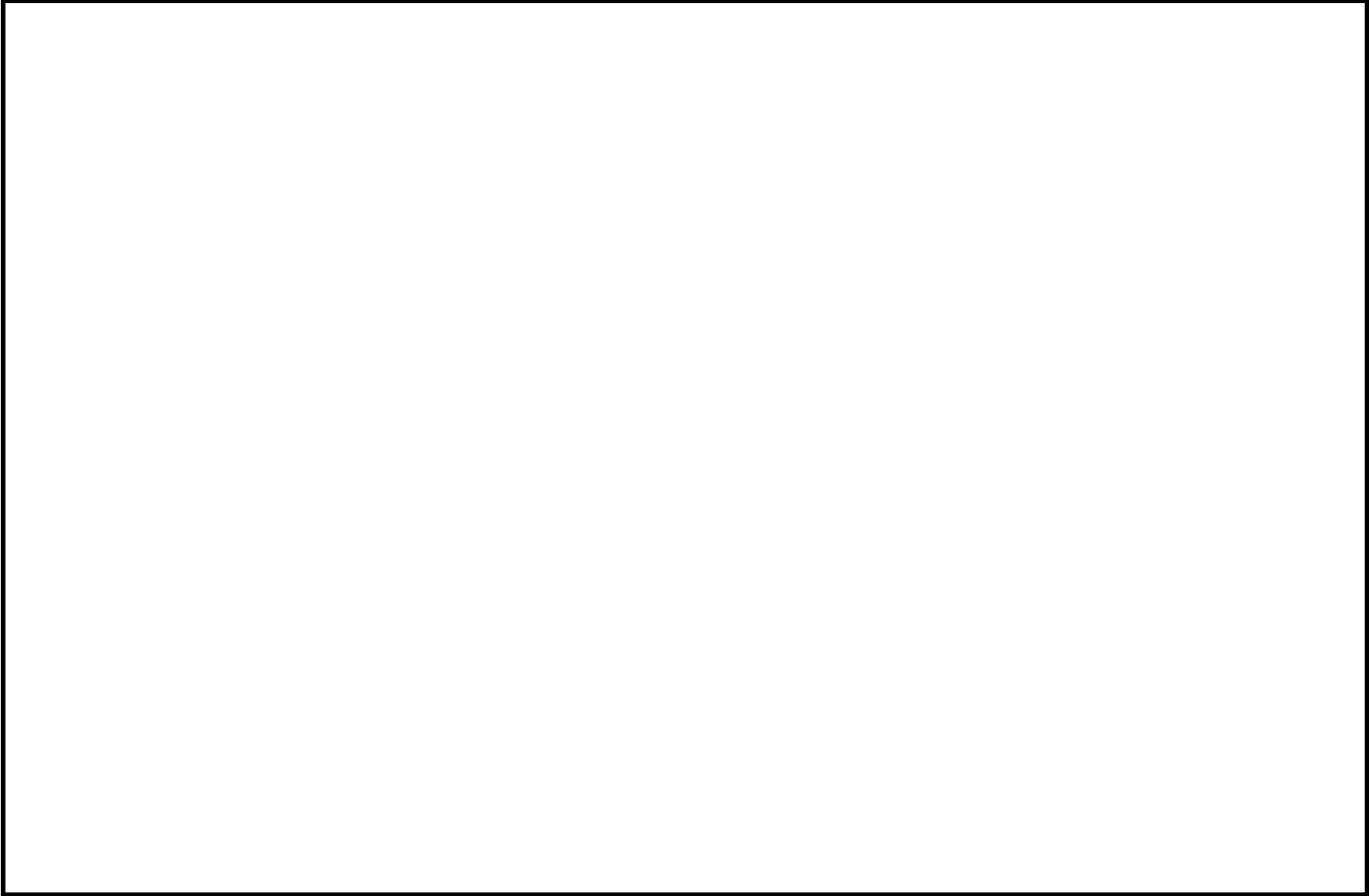
### 1. はじめに

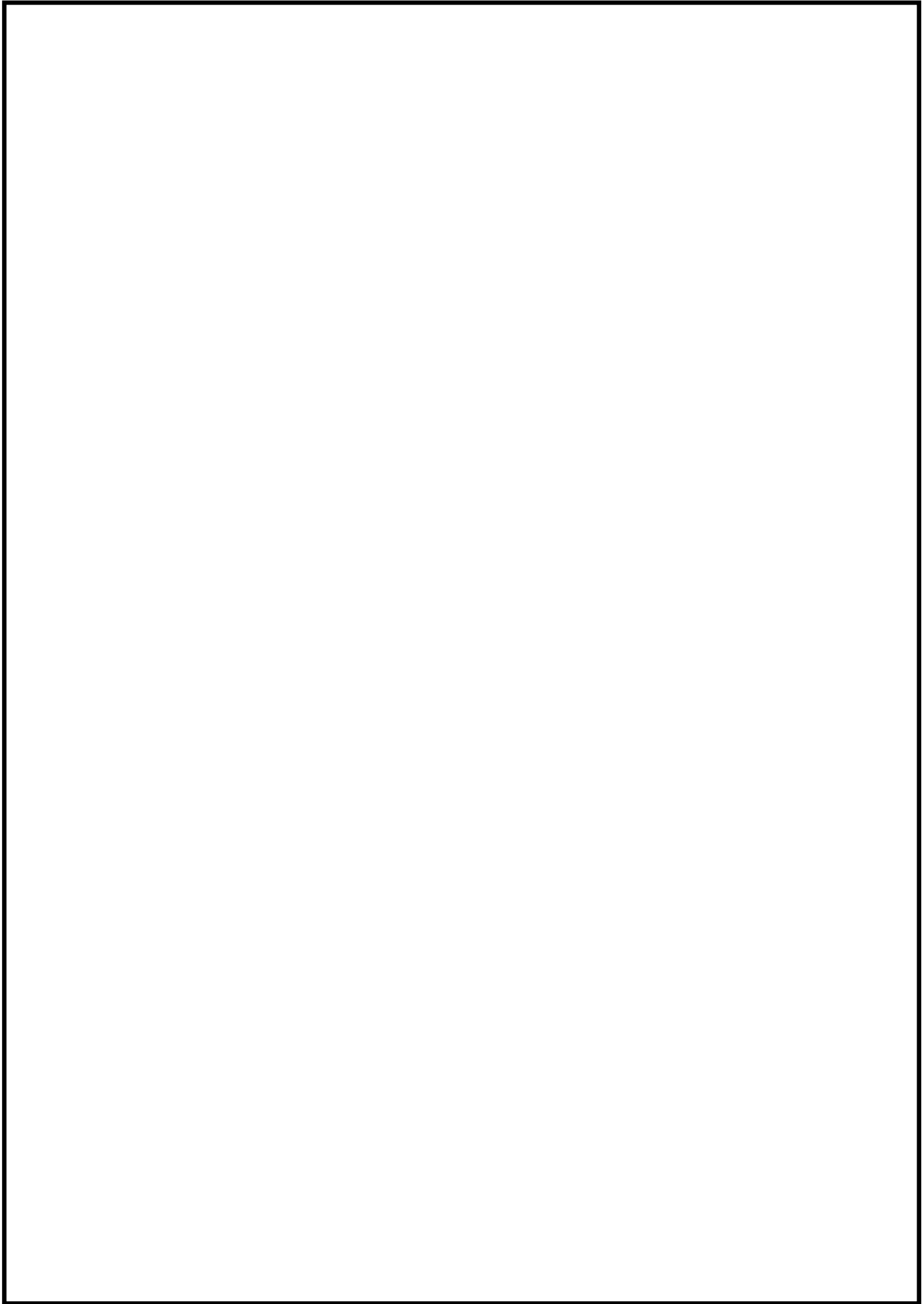
本資料は多方向入力を対象とした等価繰返し回数算定方法についてまとめたものである。

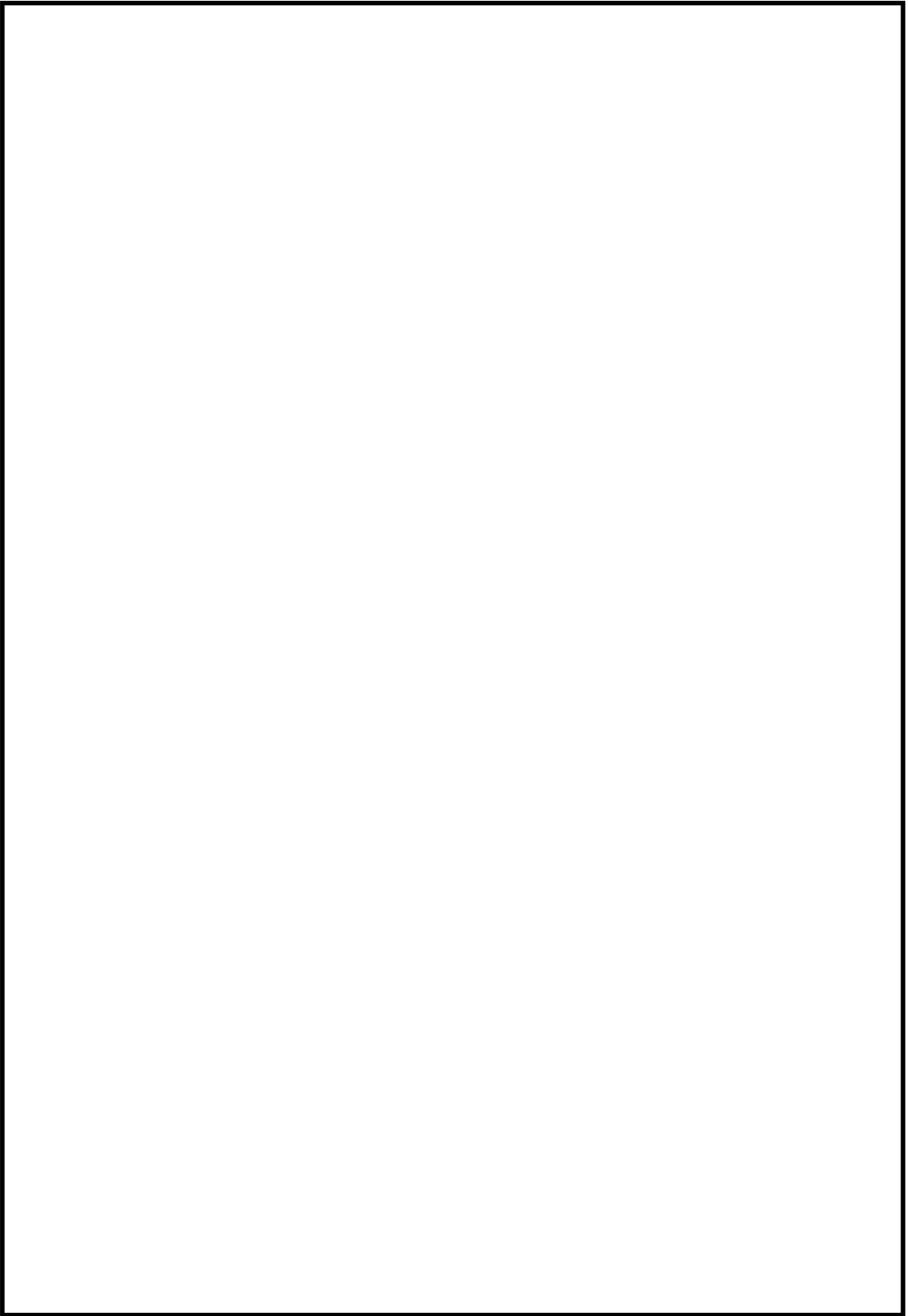
本内容は電共研「新規規制基準対応を踏まえた機器・配管系評価方法に関する研究」(平成29年3月)にて検討されており、2項にて電共研における成果を示し、3項にて柏崎刈羽7号機において多方向入力時に各方向の等価繰返し回数の最大値を用いることは妥当であることを示すものである。





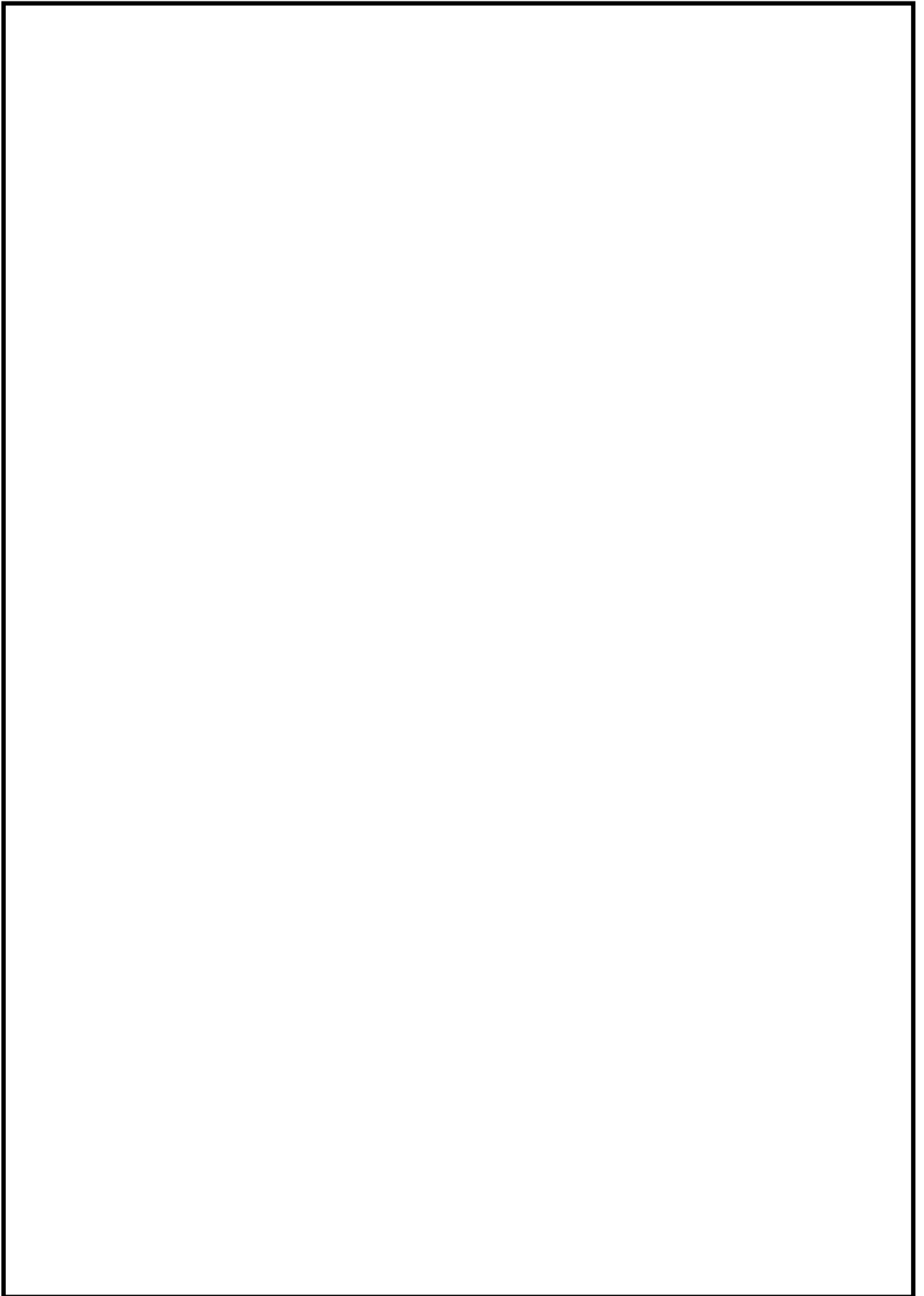


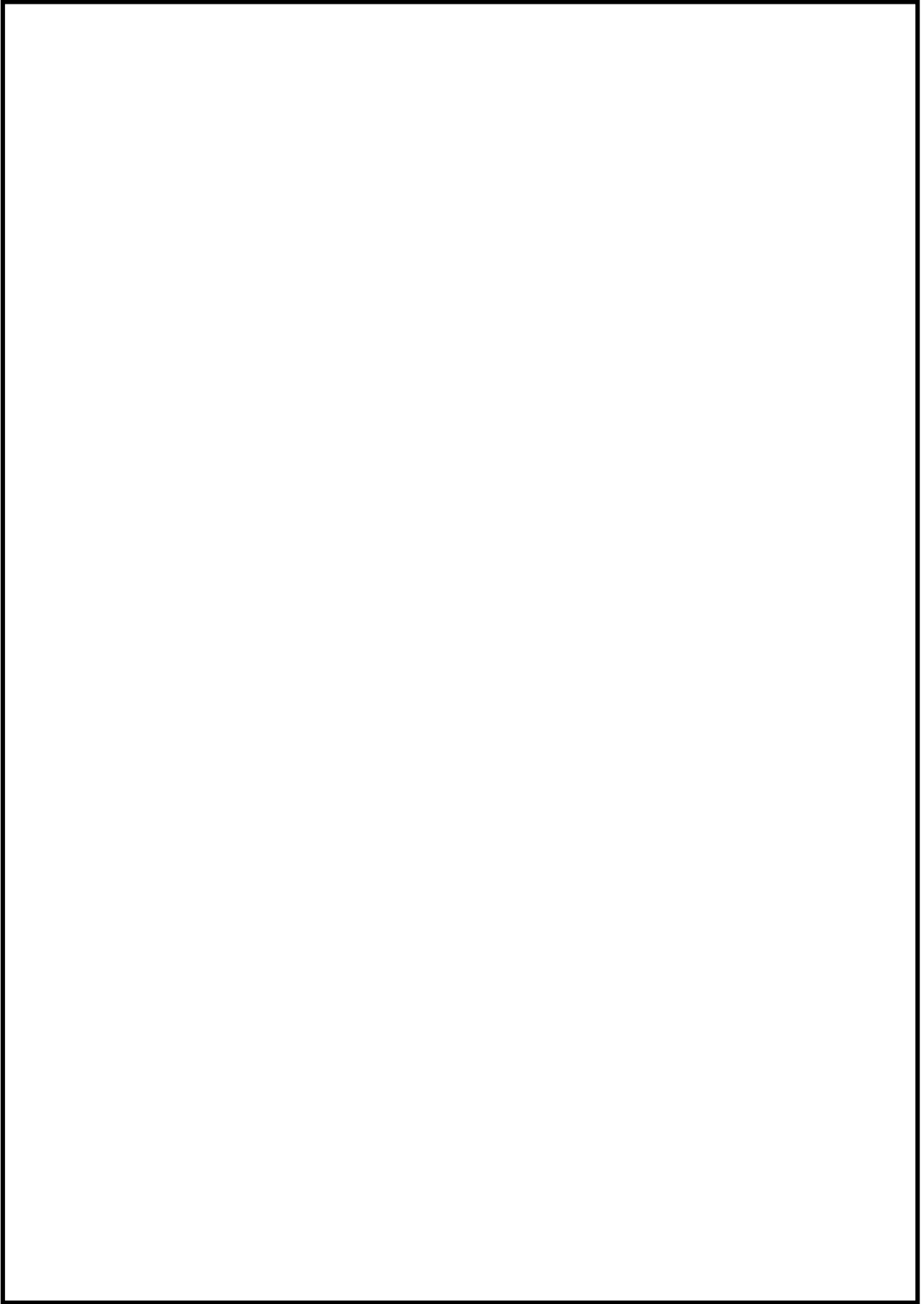


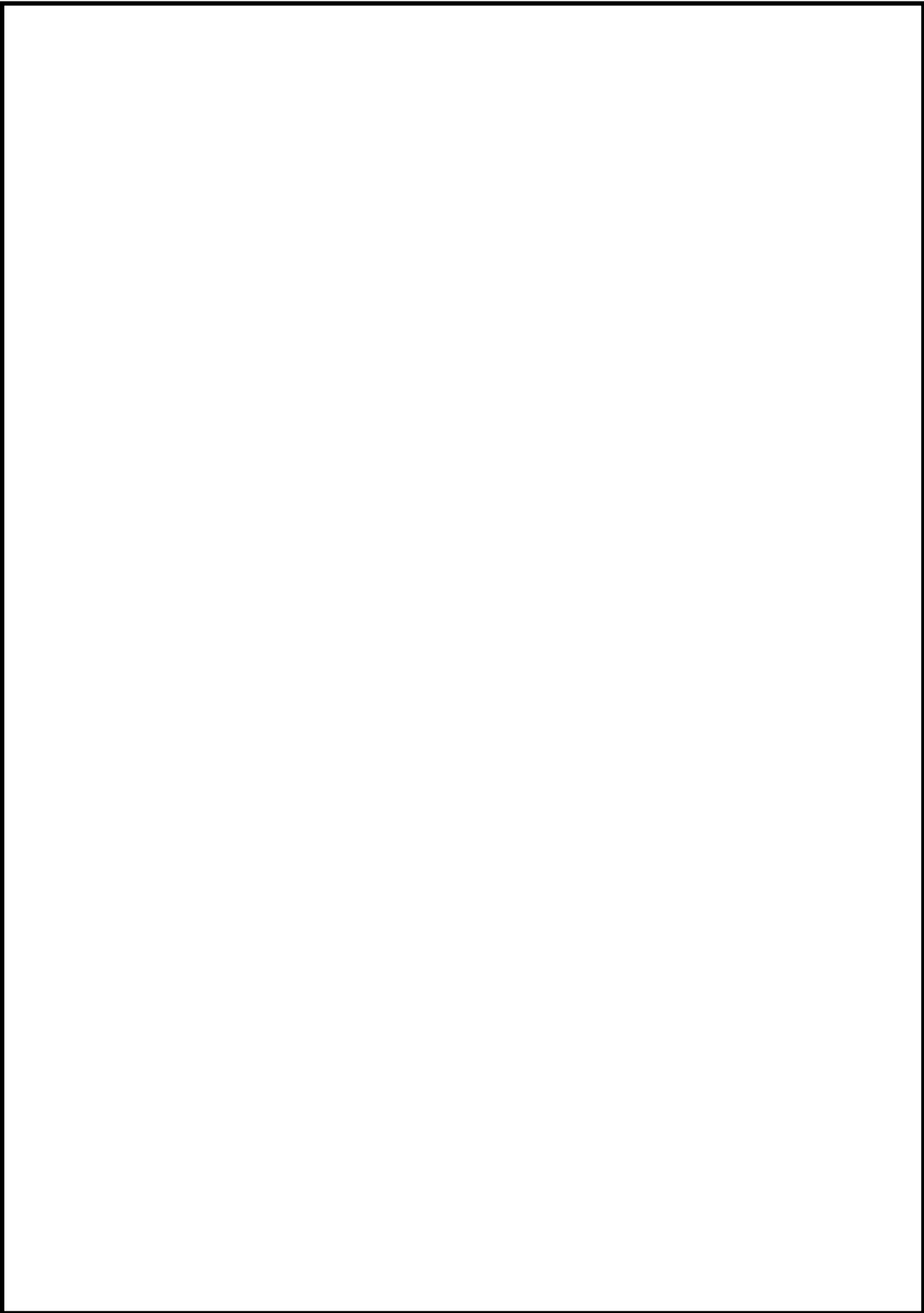


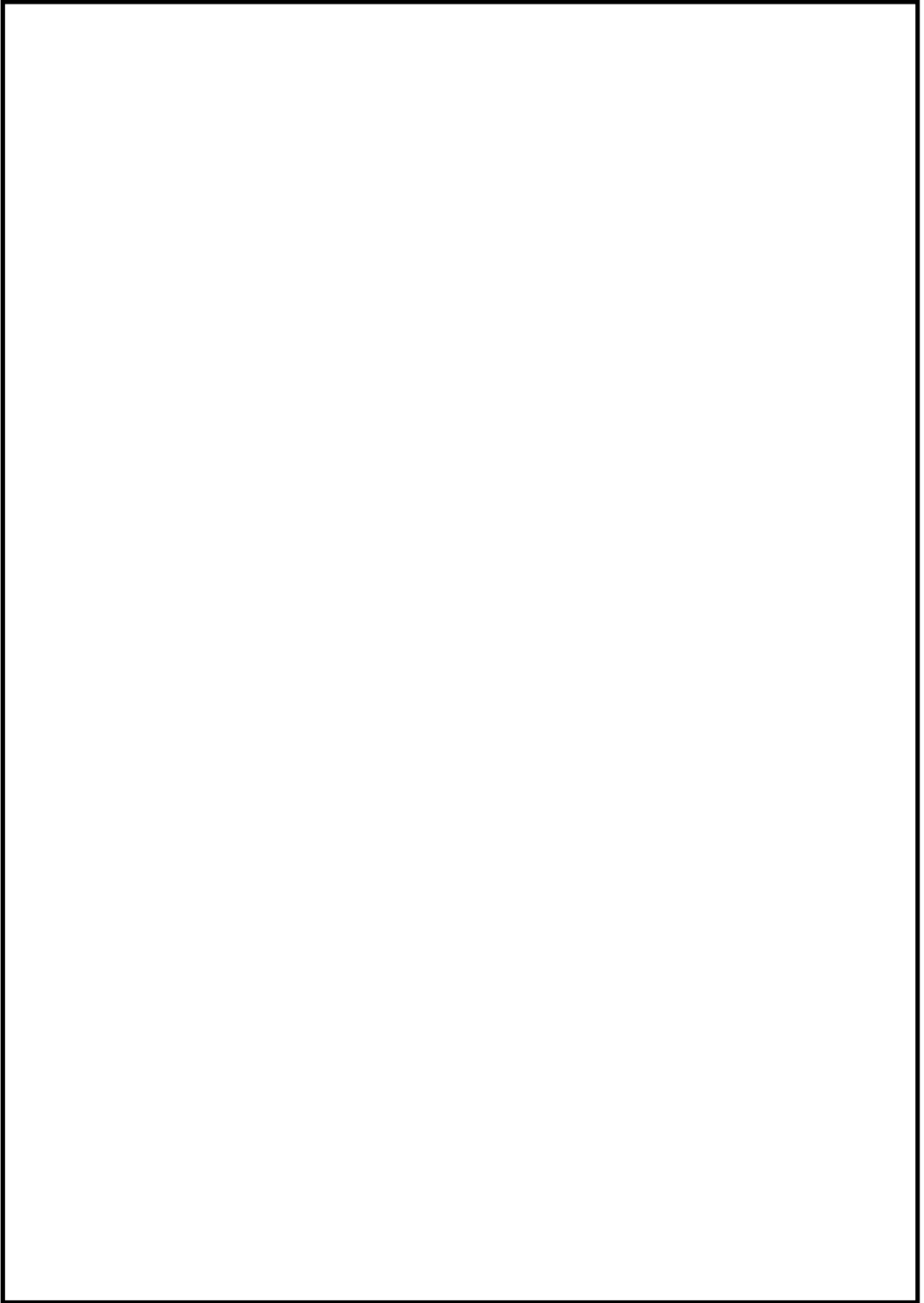


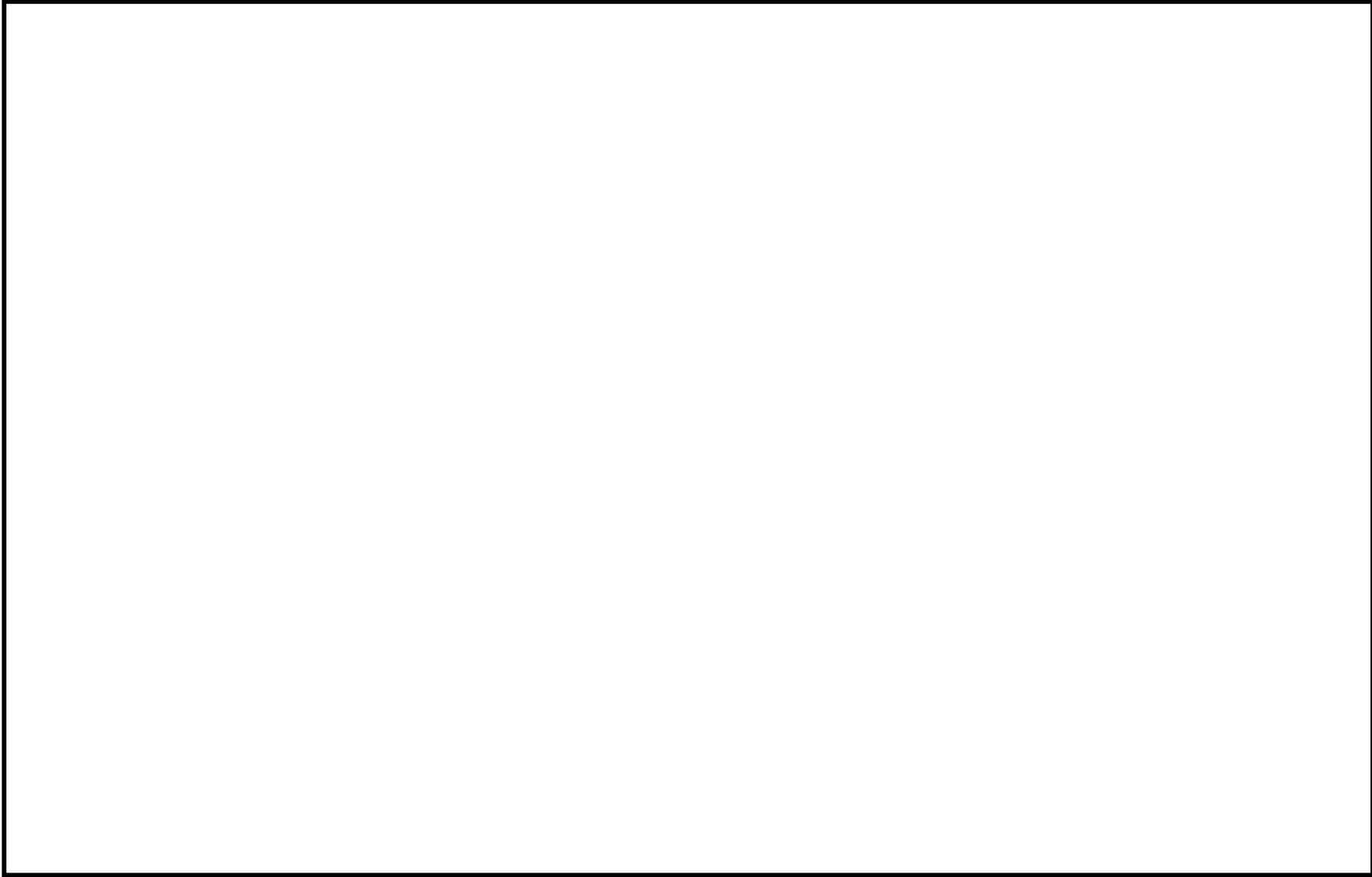


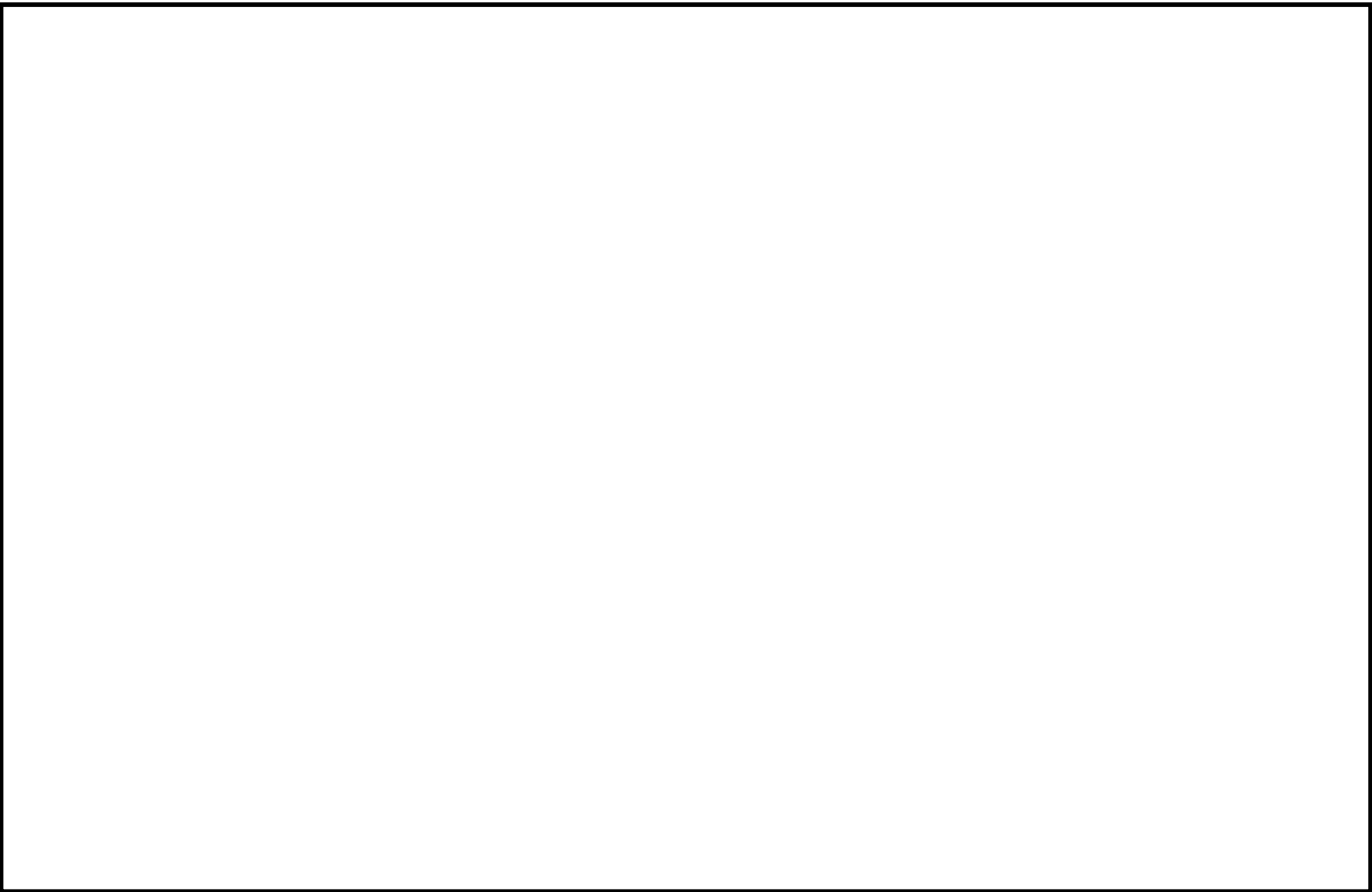






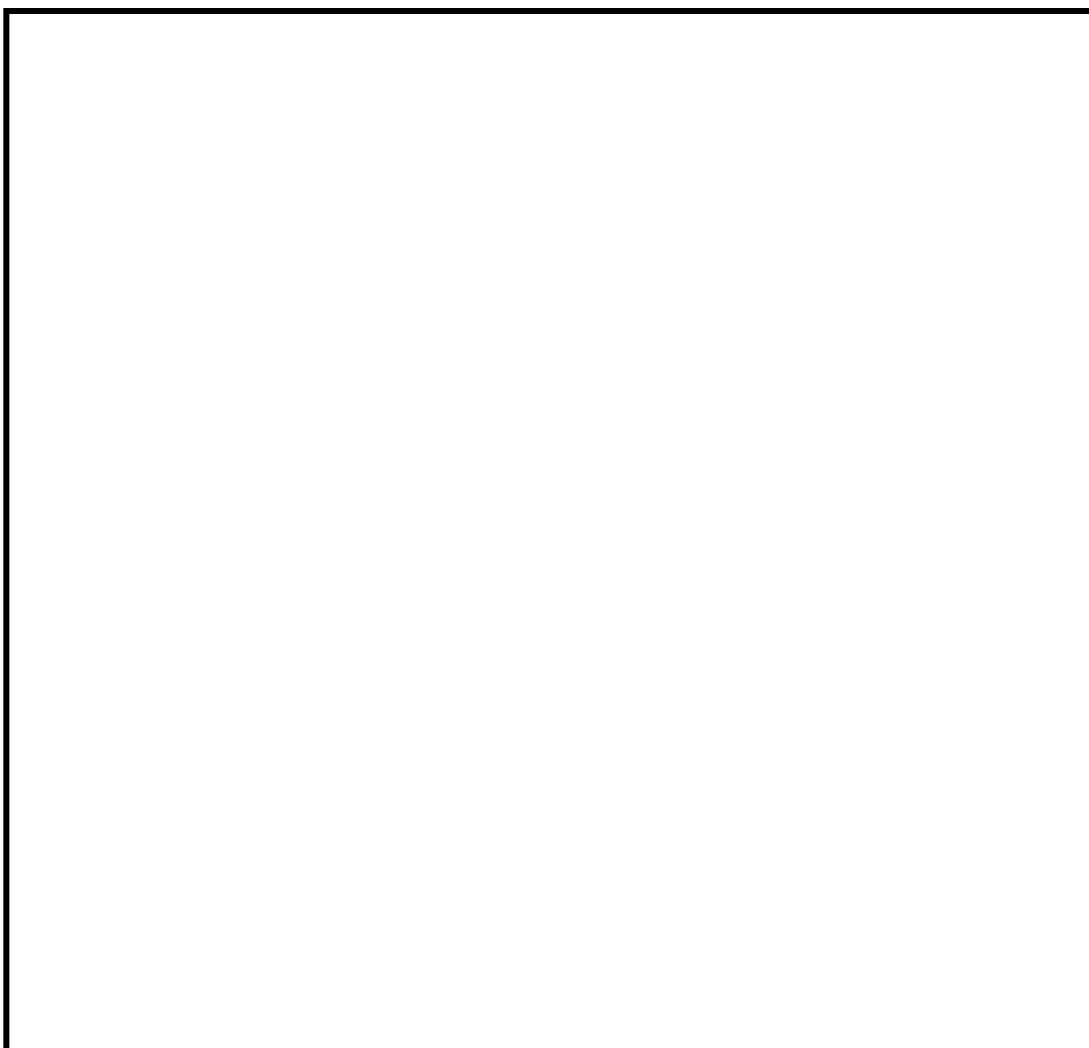




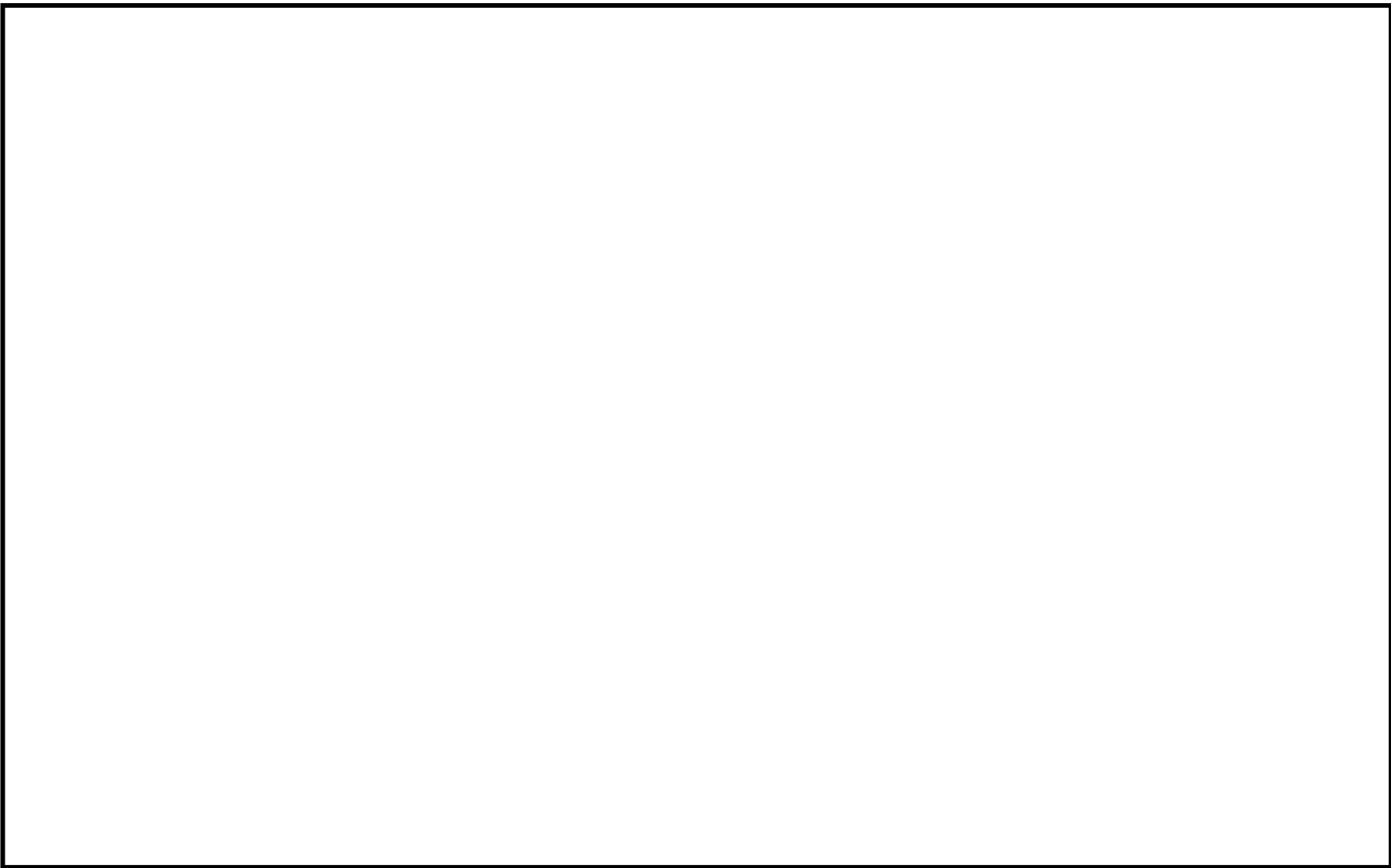


3. 柏崎刈羽7号機における多方向入力を対象とした等価繰返し回数算定方法について

2. 2. 2項において2方向同時入力の結果について纏めているが、下記理由により3方向同時入力に対しても同様に各方向の等価繰返し回数の最大値を用いることは妥当であると言える。







## 補足6 柏崎刈羽7号機 等価繰返し回数の保守性について

### 1. はじめに

柏崎刈羽7号機の今回工認では一律に設定する等価繰返し回数（ $S_s$ ：200回， $S_d$ ：200回）の設定を行っている。この設定の保守性について説明する。

### 2. 検討事項

本資料では以下項目を検討し、柏崎刈羽7号機の一律に設定する等価繰返し回数の設定の保守性を示す。

- (1) 等価繰返し回数算出パラメータの比較（3. 参照）
- (2) 柏崎刈羽7号機の地震動の特性を踏まえた保守性の整理（4. 参照）
- (3) 柏崎刈羽7号機の疲労評価に含まれる保守性の整理（5. 参照）

### 3. 等価繰返し回数算出パラメータの比較

本文3.（2）にて説明している等価繰返し回数の算出に用いるパラメータについて先行プラントと比較した結果を表 補6. 1に示す。

表 補6. 1より、先行と同等か、又は保守的に設定していることを確認した。

④-3は先行プラントと比較し差異があることを確認したが、柏崎刈羽7号機が有する地震動の特性を踏まえた保守性を4. にて検討する。

表 補6. 1 柏崎刈羽7号機 一律に設定する等価繰返し回数算出パラメータの整理

パラメータ	柏崎刈羽7号機	先行プラント(東海第二)	差異理由
①ピーク応力	1471MPa	1471MPa	差異なし。
②固有周期	全固有周期	全固有周期	差異なし。
③対象床面 (質点)	全床面(質点)	【原子炉建屋に設置された機器・配管系】 全床面(質点) 【原子炉格納容器, 原子炉压力容器等大型機器】 代表設備の設置床面	先行の代表性を持たせた床面(質点)を対象とする代わりに, 柏崎刈羽7号機は工認添付にて耐震条件を作成する全床面(質点)を対象としている。
④-1 地震動 (基準地震動 $S_s$ の種類)	基準地震動 $S_s$ ( $S_s-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ )の全8波を考慮。	基準地震動 $S_s$ ( $S_s-D, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 31$ )の全8波を考慮。	差異なし。
④-2 地震動 (基準地震動 $S_s$ の等価繰返し回数 の算出用)	基準地震動 $S_s$ 1回分に加えてNCO及び弾性設計用地震動 $S_d$ の1/3倍した地震動5回分考慮。	基準地震動 $S_s$ 1回分を考慮。	柏崎刈羽7号機は米国の知見を参考に, 弾性設計用地震動 $S_d$ の1/3倍した地震動5回分を, 本来考慮すべき基準地震動 $S_s$ 1回分に対して追加している。また, 過去に経験したNCOも追加する。

表 補6. 1 柏崎刈羽7号機 一律に設定する等価繰返し回数算出パラメータの整理(続き)

パラメータ	柏崎刈羽7号機	先行 (東海第二)	差異理由
④-3 地震動 (弾性設計用地震動S <sub>d</sub> の設定)	基準地震動S <sub>s</sub> の等価繰返し回数と同じ等価繰返し回数を用いる。	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> の発生回数は基準地震動S <sub>s</sub> より発生頻度が高いため弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 2回分を考慮。	柏崎刈羽7号機では、基準地震動S <sub>s</sub> の等価繰返し回数を用いることで、ピーク応力、算出用地震動(S <sub>s</sub> ×1回+(1/3)S <sub>d</sub> ×5回+NCO)で保守性を持たせている。 なお、基準地震動S <sub>s</sub> による疲れ累積係数UFが大きい設備に対し、個別に設定する等価繰返し回数を設定することで疲れ累積係数UFが0.5程度となることを確認している(補足6.5参照)。このため、弾性設計用地震動S <sub>d</sub> による疲れ累積係数UFは、基準地震動S <sub>s</sub> による疲れ累積係数UFより小さくなることを考えると、先行プラントと同様に概ね弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 2回分の耐震性を有していると考えられる。
⑤減衰定数	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0(%)	0.5,1.0(%)	等価繰返し回数の算出を網羅的に実施するため、機器・配管系の設備評価によく用いられる8減衰を用いる。
⑥設計疲労線図	炭素鋼, 低合金鋼および高張力鋼	炭素鋼, 低合金鋼および高張力鋼	差異なし。
⑦材料物性の不確かさ等の考慮	地震応答解析モデルの材料物性の不確かさ等による影響を考慮。	建屋剛性及び地盤物性の影響検討を実施。	柏崎刈羽7号機では不確かさ等のケースを含めて設定している。

#### 4. 柏崎刈羽7号機の地震動の特性を踏まえた保守性の整理

等価繰返し回数を用いた疲労評価において、疲れ累積係数UFは以下の式にて算出される。

$$UF = \frac{N_e}{N_0}$$

$N_e$  : 地震による等価繰返し回数

$N_0$  : 疲労評価対象設備に発生するピーク応力での許容繰返し回数

本来であれば、等価繰返し回数  $N_e$  と許容繰返し回数  $N_0$  は同一の地震動を基に算出した値を用いて疲労評価を行えば良いが、柏崎刈羽7号機では基準地震動が複数 ( $S_{s-1} \sim S_{s-8}$ ) 存在するため、基準地震動  $S_{s-1} \sim S_{s-8}$  の等価繰返し回数を包絡した上で、一律に設定する等価繰返し回数を200回と定めている。

また、許容繰返し回数を算出するためのピーク応力を求める際にも、基準地震動  $S_{s-1} \sim S_{s-8}$  の耐震条件 (床応答スペクトル, 最大応答加速度) を包絡させた上で、応力計算を実施している。

したがって、疲れ累積係数UFは基準地震動ごとの組合せを考慮せず、全ての基準地震動において最も厳しい (等価繰返し回数は大きい, 許容繰返し回数は小さい) 値を用いて求めているため、疲れ累積係数UFは保守的な値となる。

そこで、柏崎刈羽7号機において許容繰返し回数及び等価繰返し回数が厳しくなる地震動を整理し、疲労評価における地震動の特性を踏まえた保守性を整理する。

##### (1) 許容繰返し回数が厳しくなる (小さくなる) 地震動

許容繰返し回数は各疲労評価対象設備のピーク応力により定まる値であり、ピーク応力が大きくなるほど、許容繰返し回数は小さくなる。設備評価におけるピーク応力の大小は、その評価条件である地震力と比例することから、加速度の大きい地震動を確認する。疲労評価対象設備が多く設置されている原子炉建屋の最大応答加速度及び一部の床応答スペクトルを表 補6.2 及び図 補6.1 に示す。その結果、いずれも基準地震動  $S_{s-1}$  及び  $S_{s-2}$  が支配的であることが確認できた。

また、本文3.(3)に記載の通り等価繰返し回数に対して支配的な地震動は  $S_{s-3}$  系であるが、基準地震動  $S_{s-3}$  の最大応答加速度は、基準地震動  $S_{s-1}$  及び  $S_{s-2}$  より1~4割程度小さくなっている。仮にこの割合をピーク応力1471MPaに対して適用し、設計疲労線図より許容繰返し回数を求めると、基準地震動  $S_{s-1}$  及び  $S_{s-2}$  に対し基準地震動  $S_{s-3}$  の許容繰返し回数は1.2~3.4倍になる。

表 補6. 2 (1) 基準地震動 S<sub>s</sub> ごとの最大応答加速度 (原子炉建屋の地震応答解析モデル：水平方向)

構造物名	質点 番号	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答加速度( $\times 9.80665\text{m/s}^2$ ) $\times 1.0$																包絡値
			S <sub>s</sub> -1		S <sub>s</sub> -2		S <sub>s</sub> -3		S <sub>s</sub> -4		S <sub>s</sub> -5		S <sub>s</sub> -6		S <sub>s</sub> -7		S <sub>s</sub> -8		
			NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	
原子炉建屋	1	49.700	1.81	1.69	1.12	1.48	1.11	1.04	0.81	0.93	0.69	1.04	0.83	0.95	0.69	1.20	1.48	1.38	1.81
	2	38.200	1.25	1.29	0.88	1.18	0.91	0.86	0.63	0.71	0.53	0.87	0.65	0.73	0.51	0.92	1.15	1.10	1.29
	3	31.700	1.12	1.05	0.79	1.12	0.80	0.77	0.54	0.63	0.49	0.79	0.56	0.65	0.45	0.82	1.03	0.97	1.12
	4	23.500	0.95	0.92	0.69	1.00	0.70	0.70	0.44	0.63	0.44	0.70	0.46	0.67	0.40	0.71	0.94	0.92	1.00
	5	18.100	0.85	0.83	0.61	0.94	0.65	0.63	0.38	0.63	0.40	0.65	0.39	0.67	0.35	0.65	0.84	0.84	0.94
	6	12.300	0.76	0.79	0.54	0.86	0.61	0.61	0.33	0.62	0.36	0.60	0.33	0.66	0.30	0.61	0.74	0.76	0.86
	7	4.800	0.67	0.70	0.51	0.81	0.58	0.58	0.28	0.56	0.32	0.53	0.28	0.60	0.29	0.58	0.64	0.66	0.81
	8	-1.700	0.71	0.71	0.47	0.85	0.60	0.58	0.26	0.50	0.30	0.51	0.29	0.54	0.27	0.57	0.57	0.58	0.85
	9	-8.200	0.60	0.60	0.46	0.74	0.64	0.63	0.28	0.45	0.27	0.51	0.31	0.48	0.26	0.57	0.51	0.52	0.74
	10	-13.700	0.65	0.63	0.47	0.71	0.68	0.67	0.28	0.44	0.27	0.51	0.32	0.46	0.26	0.59	0.48	0.49	0.71

  : 当該質点で最大となる地震動

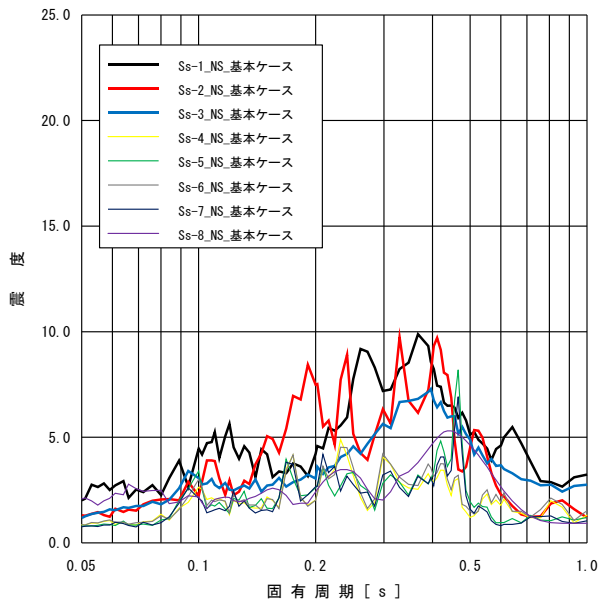
(V-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方針」 p3-2 に加筆)

表 補6. 2 (2) 基準地震動 S<sub>s</sub> ごとの最大応答加速度 (原子炉建屋の地震応答解析モデル：鉛直方向)

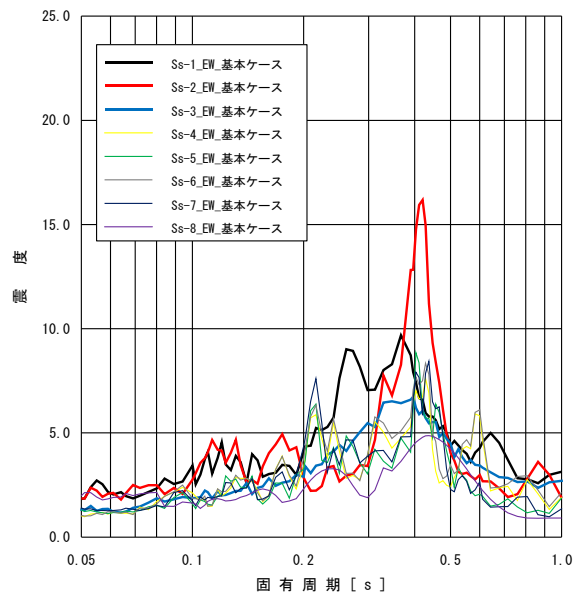
構造物名	質点 番号	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答加速度 ( $\times 9.80665\text{m/s}^2$ ) $\times 1.0$								包絡値
			Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	
			鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	
原子炉建屋	1	49.700	0.98	0.63	0.67	0.49	0.48	0.51	0.49	0.37	0.98
	2	38.200	0.95	0.61	0.63	0.46	0.47	0.48	0.48	0.32	0.95
	3	31.700	0.91	0.60	0.62	0.44	0.46	0.46	0.46	0.29	0.91
	4	23.500	0.89	0.59	0.61	0.43	0.45	0.45	0.45	0.28	0.89
	5	18.100	0.87	0.58	0.61	0.42	0.44	0.43	0.43	0.27	0.87
	6	12.300	0.85	0.57	0.60	0.40	0.43	0.43	0.42	0.25	0.85
	7	4.800	0.83	0.54	0.60	0.39	0.42	0.42	0.39	0.24	0.83
	8	-1.700	0.80	0.52	0.60	0.39	0.41	0.41	0.37	0.25	0.80
	9	-8.200	0.79	0.50	0.60	0.38	0.40	0.39	0.35	0.26	0.79
	10	-13.700	0.79	0.50	0.60	0.38	0.40	0.39	0.35	0.26	0.79

0.98 : 当該質点で最大となる地震動

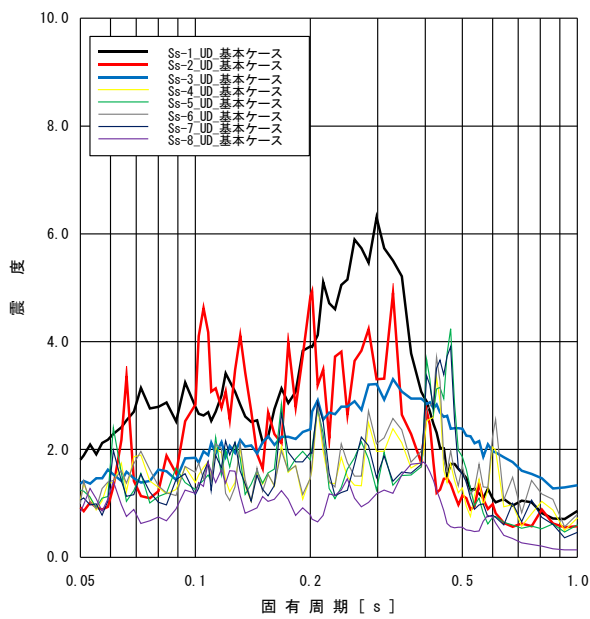
(V-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方針」 p3-3 に加筆)



(a) NS 方向



(b) EW 方向

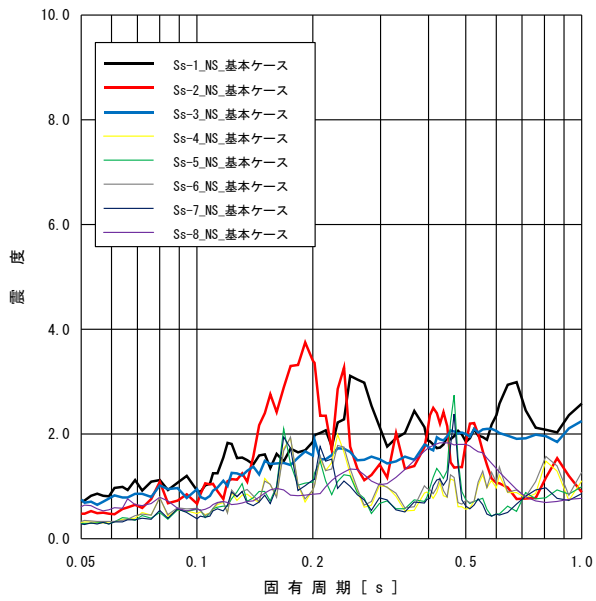


(c) 鉛直方向

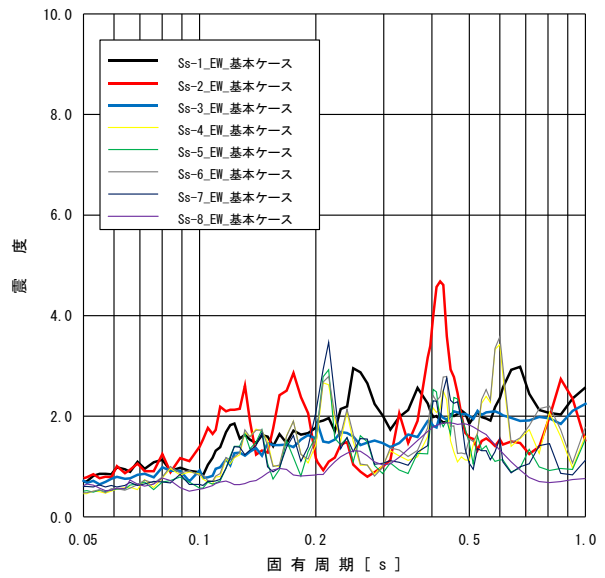
図 補 6. 1 (1) 原子炉建屋の床応答スペクトル

(T.M.S.L.49.700m, 減衰 1.0%)

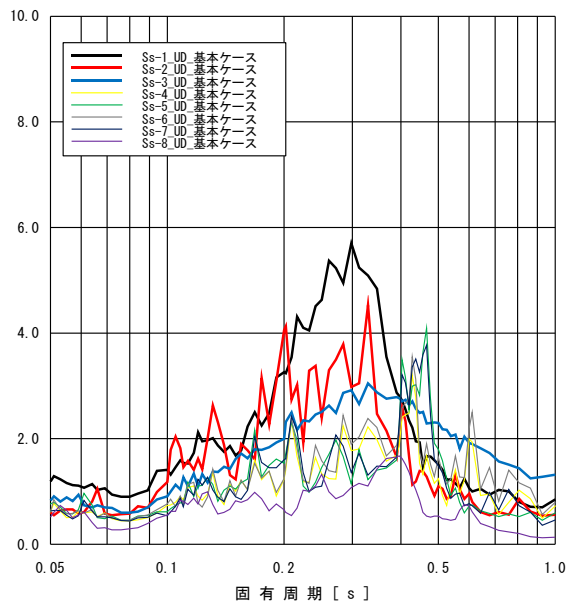




(a) NS 方向



(b) EW 方向



(c) 鉛直方向

図 補6. 1 (2) 原子炉建屋の床応答スペクトル

(T.M.S.L.-8.200m, 減衰 1.0%)

## (2) 等価繰返し回数が厳しくなる（大きくなる）地震動

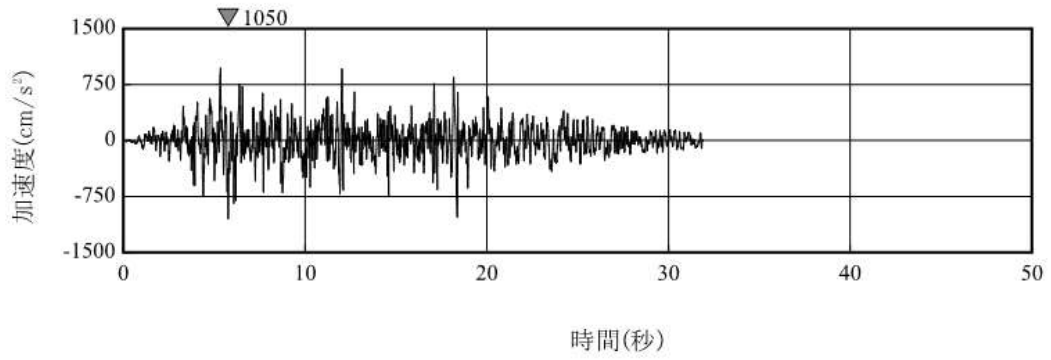
基準地震動  $S_s - 1 \sim 3$  の解放基盤表面における加速度時刻歴波形を図 補 6. 2 に示す。また、基準地震動  $S_s - 1 \sim S_s - 8$  の継続時間を表 補 6. 3 に示す。

今回工認の等価繰返し回数の算出に用いるピーク応力法は、時刻歴波形の最大値に対応するピーク応力を仮定して、等価繰返し回数の算出を行う手法である。この手法の特徴から、地震動波形の加速度振幅の最大値は等価繰返し回数の算出に大きな影響を与えないと考えられる。一方で、最大加速度振幅に近い加速度振幅が多く、加えて、継続時間が長い地震動が等価繰返し回数を大きく算出すると考えられる。

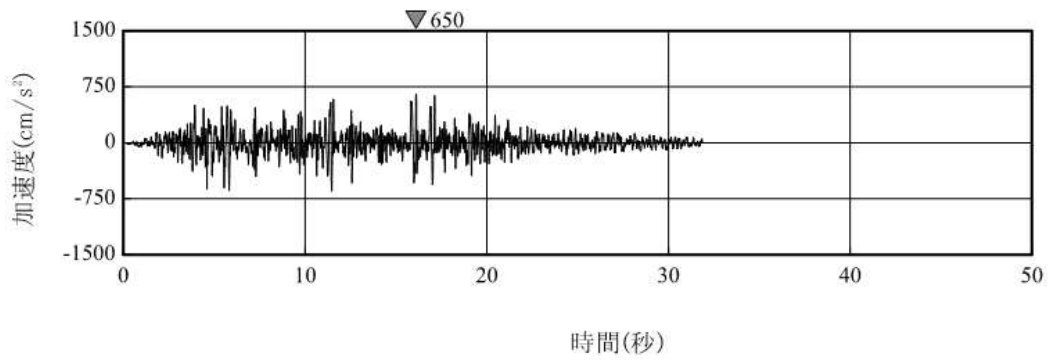
図 補 6. 2 より、基準地震動  $S_s - 3$  の最大加速度振幅は基準地震動  $S_s - 1$  及び  $S_s - 2$  と比べて小さいものの、最大加速度振幅に近い加速度振幅が多く続く波形である。更に、地震動のうち等価繰返し回数算出に有意な影響を与える主要な地震動が続く時間は基準地震動  $S_s - 3$  が基準地震動  $S_s - 1$  及び  $S_s - 2$  と比べて長い波形となっている。

全 8 波の地震動の等価繰返し回数の最大値を地震応答解析モデル毎に整理した結果を表 補 6. 4 に示す。表より  $S_s - 3$  系の地震動が最大の回数となっており、この回数を基に一律に設定する等価繰返し回数を 200 回としている。

ここで、(1) の結果から、許容繰返し回数が厳しくなる地震動は基準地震動  $S_s - 1$  及び  $S_s - 2$  であるため、それらの地震動の等価繰返し回数を一律に設定する等価繰返し回数 200 回と比較すると、0.2~0.8 倍ほどの小さい値となる。このため、地震動毎に見れば一律に設定する等価繰返し回数は十分に保守的に設定されている。



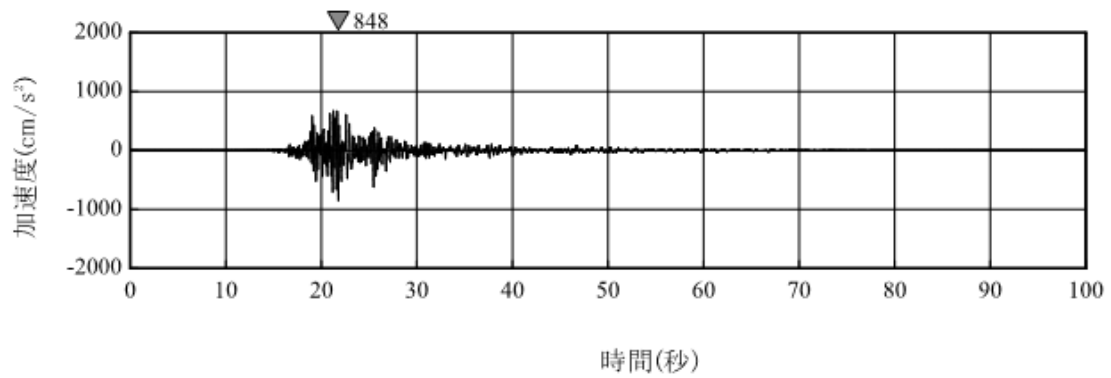
(a) Ss-1H



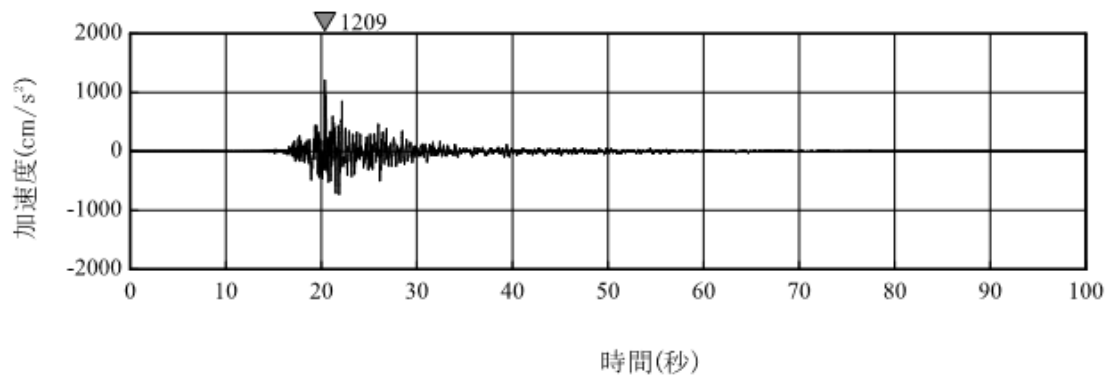
(b) Ss-1V

(V-2-1-2 「基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の策定概要」 p157 より抜粋)

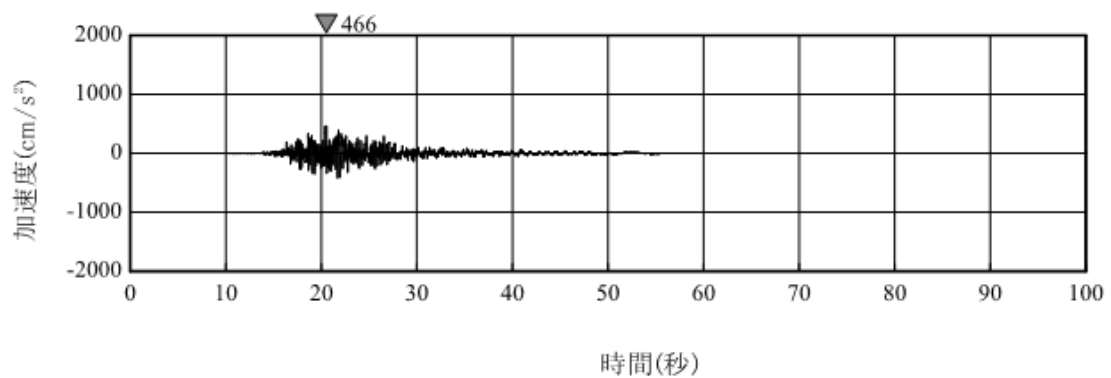
図 補6. 2 (1) 基準地震動  $S_s - 1$  の加速度時刻歴波形(大湊側)



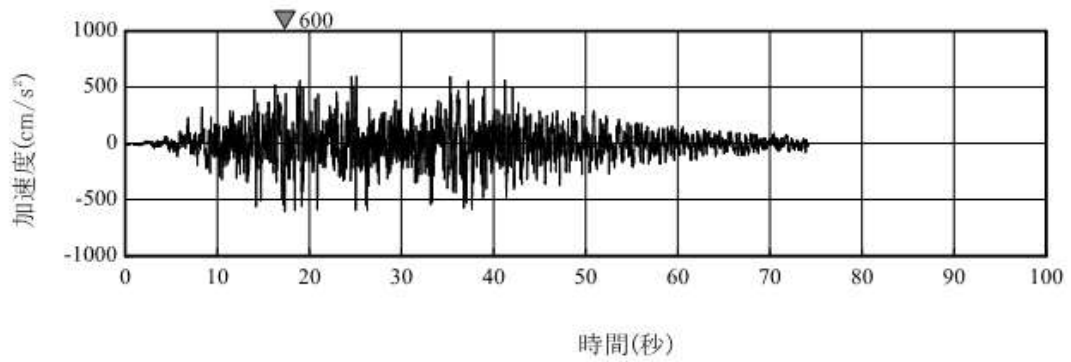
(a) Ss-2NS



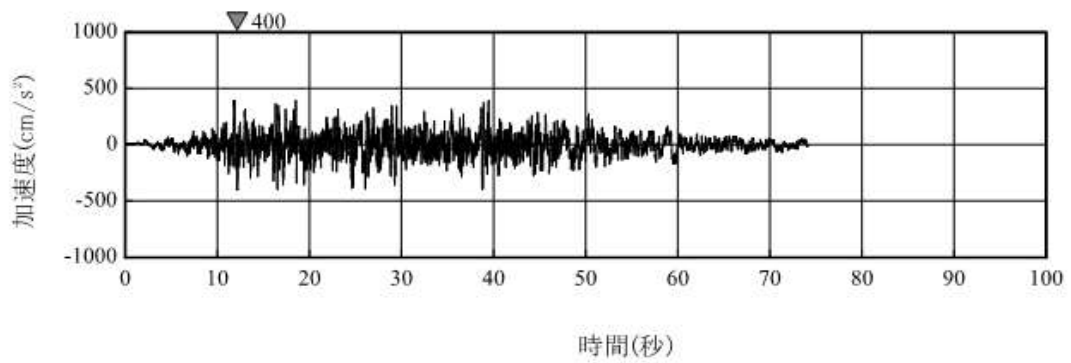
(b) Ss-2EW



(V-2-1-2 「基準地震動 S<sub>s</sub> 及び弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> の策定概要」 p159 より抜粋)  
 図 補 6. 2 (2) 基準地震動 S<sub>s</sub> - 2 の加速度時刻歴波形(大湊側)



(a) Ss-3H



(b) Ss-3V

(V-2-1-2 「基準地震動 S<sub>s</sub> 及び弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> の策定概要」 p160 より抜粋)

図 補 6. 2 (3) 基準地震動 S<sub>s</sub> - 3 の加速度時刻歴波形

(荒浜側と大湊側で共通)

表 補6. 3 解放基盤表面における基準地震動S<sub>s</sub>の継続時間

	継続時間 (sec)
S <sub>s</sub> - 1	32
S <sub>s</sub> - 2	108
S <sub>s</sub> - 3	74
S <sub>s</sub> - 4	127
S <sub>s</sub> - 5	127
S <sub>s</sub> - 6	149
S <sub>s</sub> - 7	148
S <sub>s</sub> - 8	20

表 補6. 4 地震応答解析モデルの地震動ごとの等価繰返し回数の最大値（基本ケース）

（地震応答解析モデル毎に減衰定数・方向・算出点を包絡した最大の回数）

	Ss-1×1 + 1/3Sd-1×5 + NCO	Ss-2×1 + 1/3Sd-2×5 + NCO	Ss-3×1 + 1/3Sd-3×5 + NCO	Ss-4×1 + 1/3Sd-4×5 + NCO	Ss-5×1 + 1/3Sd-5×5 + NCO	Ss-6×1 + 1/3Sd-6×5 + NCO	Ss-7×1 + 1/3Sd-7×5 + NCO	Ss-8×1 + 1/3Sd-8×5 + NCO	一律に 設定する 等価繰返 し回数
地震応答解析モデル									
原子炉建屋の 地震応答解析モデル									200
大型機器系の 地震応答解析モデル									
炉内構造物系の 地震応答解析モデル									
タービン建屋の 地震応答解析モデル									
コントロール建屋の 地震応答解析モデル									
廃棄物処理建屋の 地震応答解析モデル									

(3) 柏崎刈羽7号機の地震動の特性を踏まえた保守性の整理

(1)(2)より確認した基準地震動 $S_{s-1}$ 、 $S_{s-2}$ 及び $S_{s-3}$ における等価繰返し回数及び許容繰返し回数の大小関係と、疲れ累積係数 $UF (=N_e/N_0)$ の算出における今回工認の疲労評価手法を表 補6. 5に示す。

許容繰返し回数を小さくする地震動が $S_{s-1}$ 及び $S_{s-2}$ であり、等価繰返し回数を大きくする地震動が $S_{s-3}$ である。

表 補6. 5 各基準地震動と今回工認における繰返し回数の整理

	今回工認における 疲労評価手法	$S_{s-1}$ 及び $S_{s-2}$ を用いて 疲労評価	$S_{s-3}$ を用い て疲労評価
等価繰返し 回数( $N_e$ )	大： $S_{s-3}$ が支配的 (一律に設定する等価繰返し回数 200 回)	小	大
	1 <sup>*</sup>	0.2~0.8 <sup>*</sup>	1 <sup>*</sup>
許容繰返し 回数( $N_0$ )	小： $S_{s-1}$ 及び $S_{s-2}$ が支配的 (設計用地震力 I 又は II に基づき算出)	小	大
	1 <sup>*</sup>	1 <sup>*</sup>	1.2~3.4 <sup>*</sup>
疲れ累積係数 ( $UF = N_e/N_0$ )	1 <sup>*</sup> (= 1 / 1)	0.2~0.8 <sup>*</sup> (= 0.2~0.8 / 1)	0.3~0.9 <sup>*</sup> (= 1 / 1.2~3.4)

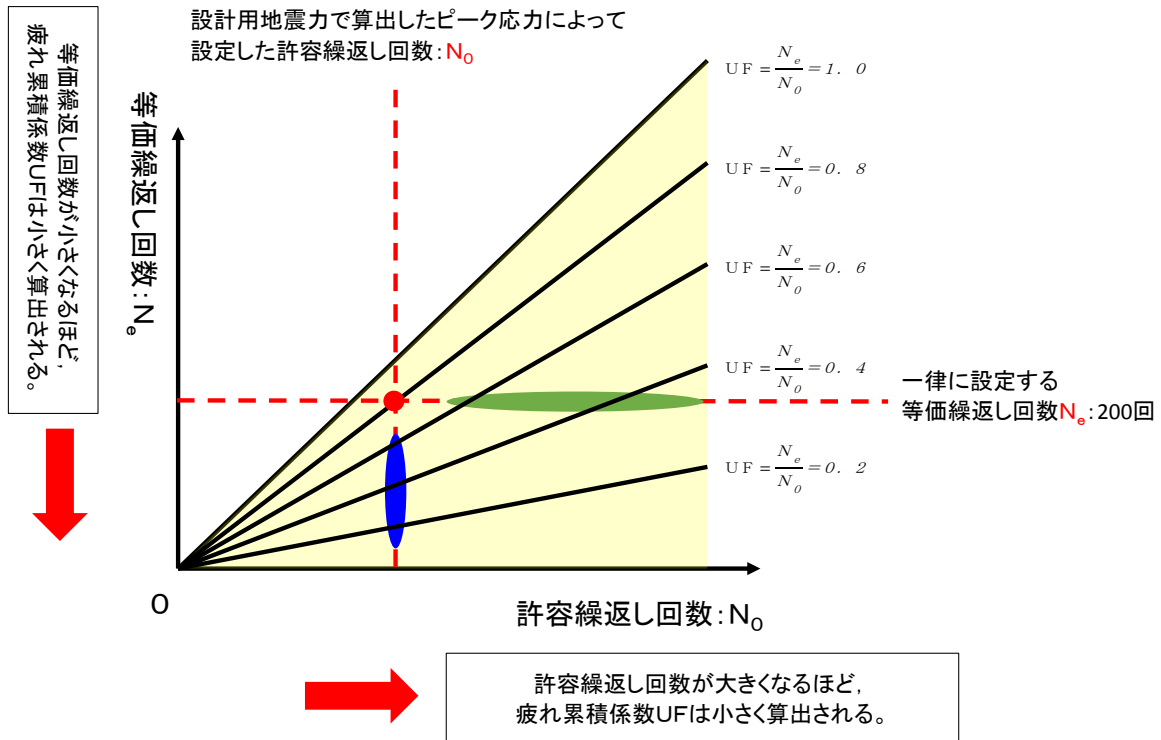
※：今回工認における各値を1とした場合の基準地震動 $S_{s-1}$ 、 $S_{s-2}$ 及び $S_{s-3}$ における割合

基準地震動 $S_{s-3}$ にて疲労評価を実施した場合、(1)より疲れ累積係数 $UF$ の分母である許容繰返し回数が1.2倍~3.4倍ほどになり疲れ累積係数 $UF$ が小さく算出される。

基準地震動 $S_{s-1}$ 及び $S_{s-2}$ にて疲労評価を実施した場合、(2)より疲れ累積係数 $UF$ の分子である等価繰返し回数が0.2~0.8倍ほどになり疲れ累積係数 $UF$ が小さく算出される。また、この保守性の概要を図 補6. 3に示す。

以上より、今回工認においては、許容繰返し回数が厳しくなる地震動は基準地震動 $S_{s-1}$ 及び $S_{s-2}$ であるが、一律に設定する等価繰返し回数は、等価繰返し回数の観点で支配的となる $S_{s-3}$ 系による回数を基に定めていることから保守的な設定と言える。





:  $UF = \frac{N_e}{N_0} \leq 1.0$  となり、疲労評価が許容値を満足する領域

: 今回工認の疲労評価手法  $UF = \frac{N_e}{N_0}$

: 基準地震動  $S_s-1$  及び  $S_s-2$  にて疲労評価を行った場合  
(X: 許容繰返し回数は今回工認の疲労評価手法とほぼ同等。  
Y: 等価繰返し回数は今回工認の疲労評価手法の0.2~0.8倍ほど)

$$UF_{(S_s-1 \cdot 2)} = \frac{N_e (S_s-1 \cdot 2)}{N_0 (S_s-1 \cdot 2)} = \frac{(0.2 \sim 0.8) \times N_e}{N_0} = (0.2 \sim 0.8) \times UF$$

: 基準地震動  $S_s-3$  にて疲労評価を行った場合  
(X: 許容繰返し回数は今回工認の疲労評価手法の1.2~3.4倍ほど。  
Y: 等価繰返し回数は今回工認の疲労評価手法とほぼ同等)

$$UF_{(S_s-3)} = \frac{N_e (S_s-3)}{N_0 (S_s-3)} = \frac{N_e}{(1.2 \sim 3.4) \times N_0} = \frac{1}{(1.2 \sim 3.4)} \times \frac{N_e}{N_0} = (0.3 \sim 0.9) \times UF$$

図 補6. 3 地震動の特性を踏まえた保守性の概要図

5. 一律に設定する等価繰返し回数を用いる疲労評価に含まれる保守性について  
 一律に設定する等価繰返し回数を用いる疲労評価対象設備のうち疲れ累積係数UFが大きく疲労評価が厳しい設備について、個別に設定する等価繰返し回数を設定することにより、十分な裕度を有しているか確認する。

5. 1 検討対象設備の抽出

今回工認の疲労評価対象設備のうち、熱+地震及び地震による疲れ累積係数UFが最も大きくなる疲労評価対象設備を代表として抽出する。表補6. 6のとおり、熱+地震による疲れ累積係数では残留熱除去系配管(RHR-PD-2)、及び地震による疲れ累積係数では所内温水系配管(HWH-R2F-5)が最大となる。

表 補6. 6 疲れ累積係数が最大となる疲労評価対象設備

ケース	設備名称	一律に設定する等価繰返し回数	疲れ累積係数UF
1. 熱+地震で最大のケース	残留熱除去系配管 (RHR-PD-2)	200回	U+US <sub>s</sub> 0.6413
			(US <sub>s</sub> 0.6350)
2. 地震で最大のケース	所内温水系配管 (HWH-R2F-5)		US <sub>s</sub> 0.9091

5. 2 個別に設定する等価繰返し回数の設定による疲れ累積係数UFの再計算  
 抽出した疲労評価対象設備について、個別に設定する等価繰返し回数を設定し、疲れ累積係数UFの再計算を行った結果を表補6. 7に示す。

表 補6. 7 疲れ累積係数UFの再計算結果

ケース	設備名称	個別に設定する等価繰返し回数	疲れ累積係数UF <sup>※</sup>
1. 熱+地震で最大のケース	残留熱除去系配管 (RHR-PD-2)	160回	U+US <sub>s</sub> 0.5143
			(US <sub>s</sub> 0.5080)
2. 地震で最大のケース	所内温水系配管 (HWH-R2F-5)	80回	US <sub>s</sub> 0.3637

※ 疲れ累積係数UFの再計算は、再計算前の疲れ累積係数UFと一律に設定する等価繰返し回数200回と個別に設定する回数の比率を用いて算出した。

表 補 6. 7に示す通り，代表として抽出した疲労評価対象設備の工認耐震計算書に記載される疲れ累積係数UFは許容値1に対して余裕が少ないが，等価繰返し回数を個別に設定して疲れ累積係数UFを再計算すると許容値1に対して十分な裕度を有していることを確認した。

## 6. まとめ

柏崎刈羽 7 号機の等価繰返し回数算出パラメータについて先行プラントと比較し，弾性設計用地震動S dの回数を除きほぼ同等であることを確認した。

また，柏崎刈羽 7 号機の地震動の特性を踏まえた保守性を整理し，疲労評価の観点から許容繰返し回数及び等価繰返し回数が保守的な設定となっていることを確認した。

加えて，今回工認において疲れ累積係数UFが最大となる疲労評価対象設備について十分な裕度を有していることを確認した。

以上より，柏崎刈羽 7 号機における等価繰返し回数の設定は，十分な保守性を有していると考えられる。

## 補足7 ピーク応力の大きさと等価繰返し回数の関係について

「昭和55年度 耐震設計の標準化に関する調査報告書」にてピーク応力の設定値が高くなるほど回数が大きくなる傾向となることが確認されている。本資料ではピーク応力を大きく設定することで、等価繰返し回数が大きく算出され、保守的な設定になることを簡単な例により説明する。

例として、図 補7. 1 に示す応答波形を仮定する。

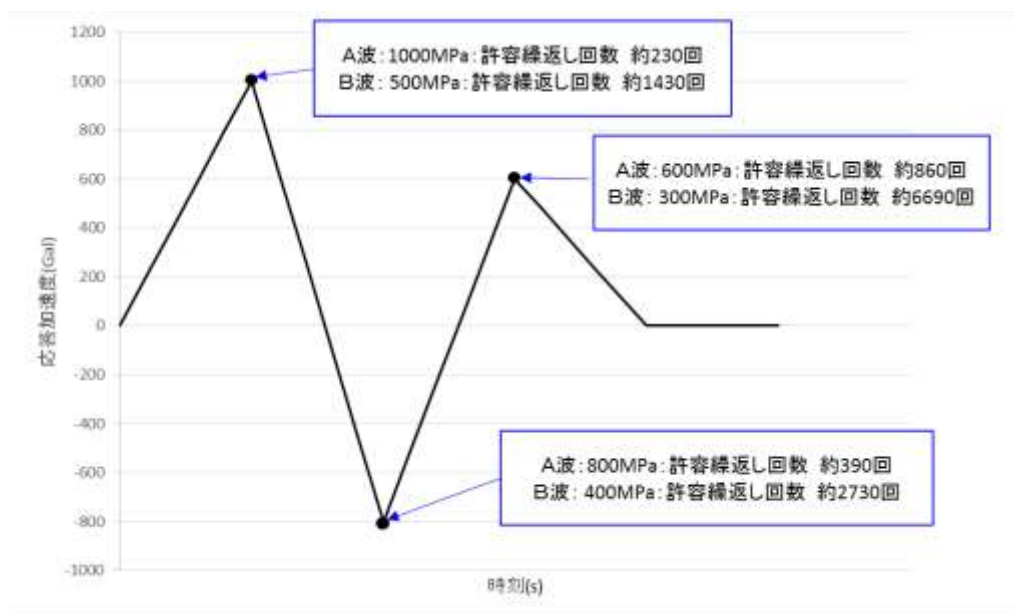
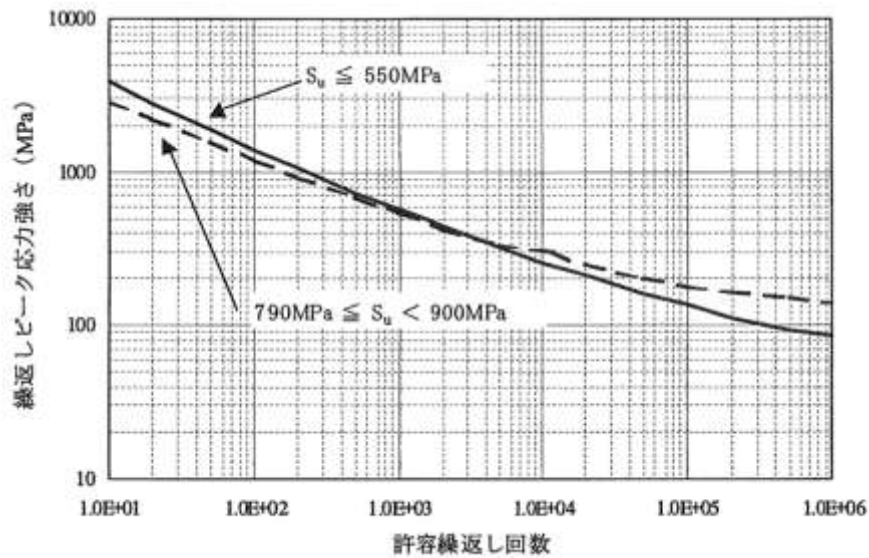


図 補7. 1 1質点系の時刻歴応答

また、大小2つの応答波は同じ波形であるが、応答振幅が2対1の関係であると仮定し、以下に示す最大ピーク応力を仮定し、それぞれの等価繰返し回数を算出する。なお、図 補7. 1の各ピーク応力は1質点系の応答波形に線形比例で設定した。

- ・ A波 : 地震動に対する最大ピーク応力 1000MPa
- ・ B波 : 地震動に対する最大ピーク応力 500MPa

各ピークにおける許容繰返し回数は、図 補7. 2に示す炭素鋼の設計疲労線図に算出し、その結果を図 補7. 1に併せて示す。



(J S M E 設計・建設規格より抜粋)

図 補 7. 2 設計疲労線図

これにより算出した等価繰返し回数は以下の関係となる。

$$\text{A波の地震動の等価繰返し回数} : \left[ \frac{1}{230} + \frac{1}{390} + \frac{1}{860} \right] \times 230 = 1.86$$

$$\text{B波の地震動の等価繰返し回数} : \left[ \frac{1}{1430} + \frac{1}{2730} + \frac{1}{6990} \right] \times 1430 = 1.74$$

上記の結果を比較すると、各ピーク応力における許容繰返し回数の差が等価繰返し回数に影響するため、A波の等価繰返し回数が大きくなる事が分かる。その許容繰返し回数の差は、図 補 7. 2 に示すとおり、ピーク応力が小さくなるにつれて、設計疲労線図の勾配が緩やかになっているため、ピーク応力が低減するほど許容繰返し回数の増加の割合が大きくなっていることによるものである。

以上より、ピーク応力を大きく設定することは、等価繰返し回数が大きく算出されるため、保守的な設定であると言える。

## 補足8 等価繰返し回数の算出に用いる地震動の考え方について

### 1. はじめに

今回工認の等価繰返し回数の算出に用いる地震動は、基準地震動 $S_s$ と $NCO$ に加え、弾性設計用地震動 $S_d$ を $1/3$ 倍した地震動5回分を追加している。本資料ではこの考え方を示す。

### 2. 米国における等価繰返し回数の考え方について

米国における等価繰返し回数設定に係る基準要求を補足8 別紙1に示す。補足8 別紙1に示すとおり、 $NUREG-0800$ に定められた **Standard Review Plan 3.7.3 Rev.4**では、プラント供用期間中に $SSE^{*1}$ 地震1回+ $OBE^{*2}$ 地震5回を想定した疲労評価を行うよう要求がある。地震1回あたりの繰返し回数としては、最低10回を考慮するよう要求がある（ $OBE$ 地震が $SSE$ 地震の $1/3$ 以下に設定される場合は、 $OBE$ 地震による設計評価は不要となる。この場合、疲労評価では $SSE$ 地震1回+ $OBE$ 地震5回の代わりにプラント供用期間中に想定される地震として $SSE$ 地震2回としてもよい。ここでの疲労評価における $SSE$ 地震2回は、 $SSE$ 地震1回+ $OBE$ 地震5回と疲れ累積係数が等価であると考えられる。 $SSE$ 地震1回で最大振幅が10回繰返すものとする。）。

※1  $SSE$  (**Safe-shutdown earthquake ground motion**)は、その事象の発生時ならび発生後において、原子力プラントが安全停止状態を達成し、維持することが可能とする地震レベル。安全設計に係る $SSC$ (建屋、システム、機器)は $SSE$ により機能喪失が生じないように設計することが求められる。

※2  $OBE$  (**Operating basis earthquake ground motion**)は、プラント運転中に起こりうる地震レベル。 $OBE$ 地震を超過する地震発生時には、プラント停止要求がある。

### 3. 今回工認の等価繰返し回数の算出に用いる地震動について

今回工認における等価繰返し回数の保守性の確保にあたり、基準地震動 $S_s$ に対して地震動を追加する。ここで追加する地震動として、2.の考え方を参考に $OBE$ 地震相当の地震動5回分を考える。

$OBE$ 地震に相当する地震動は、 $JEAG4601$ ・補-1984にある地震動 $S_0$ (地震動が発生した後の運転継続の観点から決められた地震動)が相当すると考えられる(補足8 別紙2参照)。 $JEAG4601$ ・補-1984においては、この地震動 $S_0$ は $S_1$ 地震動の $1/3$ 倍程度の大きさとされていることから、 $S_1$ 地震

動を弾性設計用地震動 S d に読替え弾性設計用地震動 S d を 1/3 倍した地震動を用いる。なお、表 8. 2-1 のとおり弾性設計用地震動 S d の 1/3 倍は、原子炉非常停止信号である地震加速度大の設定値とほぼ同等となっている。

表 補 8. 2-1 地震加速度大設定値及び弾性設計用地震動 S d の 1/3 倍の比較

T.M.S.L. (m)	地震加速度大 設定値(gal)		(1/3)× S d 最大応答加速度 (gal)	
	水平	鉛直	水平	鉛直
23.500	185*		177	151
-8.200	120*	100*	112	135

※：「柏崎刈羽第 7 号機工事計画認可申請書 4. 計測制御系統施設  
6 原子炉非常停止信号，原子炉非常停止に要する信号及び原子炉非常停止信号を発信させない条件」より引用

以上より、米国 SRP の考え方（SSE 地震：1 回分 + OBE 地震 5 回分を考慮して疲労評価）を参考として、基準地震動 S s を 1 回分と既に経験した NCO 地震動に対し、弾性設計用地震動 S d の 1/3 倍の地震動を 5 回分考慮した地震動を用いて、今回工認の等価繰返し回数を設定する。

## 等価繰返し回数に係る米国基準の整理

米国基準	地震発生回数及び応力振幅回数に関する考え方	
	要求	解釈
<p>10CFR50 Appendix S 米国連邦法であり、行政法の一つ。 10CFRは、エネルギー行政に係る事項を定めている。</p>	<p>①SSE地震は、その事象の発生時ならびに発生後において、原子力プラントが安全停止に係るSSCs（建屋、システム、機器）はSSEにより機能喪失が生じないように設計すること。</p> <p>②OBE地震は、プラント運転中に起こりうる地震レベル。OBE地震を超過する地震事象の発生時には、プラント停止要求がある。</p>	<p>・SSE地震、OBE地震が定義されているが、その発生回数の規定はない。</p> <p>・OBE地震では、プラントは運転継続する。(②)</p>
<p>SRP3.7.3 NUREG-0800によって定められるNRC許認可活動における審査方針を示したもの。 当該章は、機器設計について定める章。</p>	<p>①プラント供用期間中、少なくとも“SSE地震1回+OBE地震5回”の発生を想定する規定がある。地震1回あたりの繰返し回数としては、最低10回を考慮する。</p>	<p>・地震事象としてSSE地震時1回と、OBE地震5回を考慮した疲労評価の実施要求がある。(①)</p>
<p>ASME</p>	<p>①ASMEは Design Specification で与えられた設計条件に従い、設計・評価を行う手法を定めた民間規定であることから、地震回数、地震強度に対する要求は無い。</p> <p>②一方、Service Level A,Bの過渡事象に対する疲労評価を実施し、疲れ累積係数UFが1以下となることを求めている。</p>	<p>・OBE地震は Service Level Bに区分される(SRP3.9.3)ことから、他の過渡事象と同列に並べて、疲労評価を実施する。</p>



電氣技術指針  
原子力編

# 原子力発電所耐震設計技術指針

重要度分類・許容応力編

**JEAG 4601・補-1984**

## Ⅳ 地震動 $S_0$ に対する耐震評価

### 1. 概 要

発電用原子力設備の耐震 $A_0$ 及び $A$ クラスの機器、配管の耐震設計においては、耐震設計審査指針に規定された基準地震動 $S_1$ 、 $S_2$ に加え、地震動が発生した後の運転継続の観点から決められた地震動 $S_0$ の導入が原子力安全評価特別委員会許容応力分科会にて提案された。なお、本件に関しては、今後とも検討が必要と考えられる。

ここで、地震動 $S_0$ の大きさとしては、これを上回らない地震動が発生した場合であっても検査することなく運転継続できる値を設定するとしている。

また、地震動 $S_0$ に対する耐震評価が必要な場合の許容限界としては、これ以下の地震動が発生しても原子炉を停止することなく運転を継続してゆくこととなるので、告示で規定された運転状態Ⅰ、Ⅱに対する許容応力を限度とすることを原則としている。

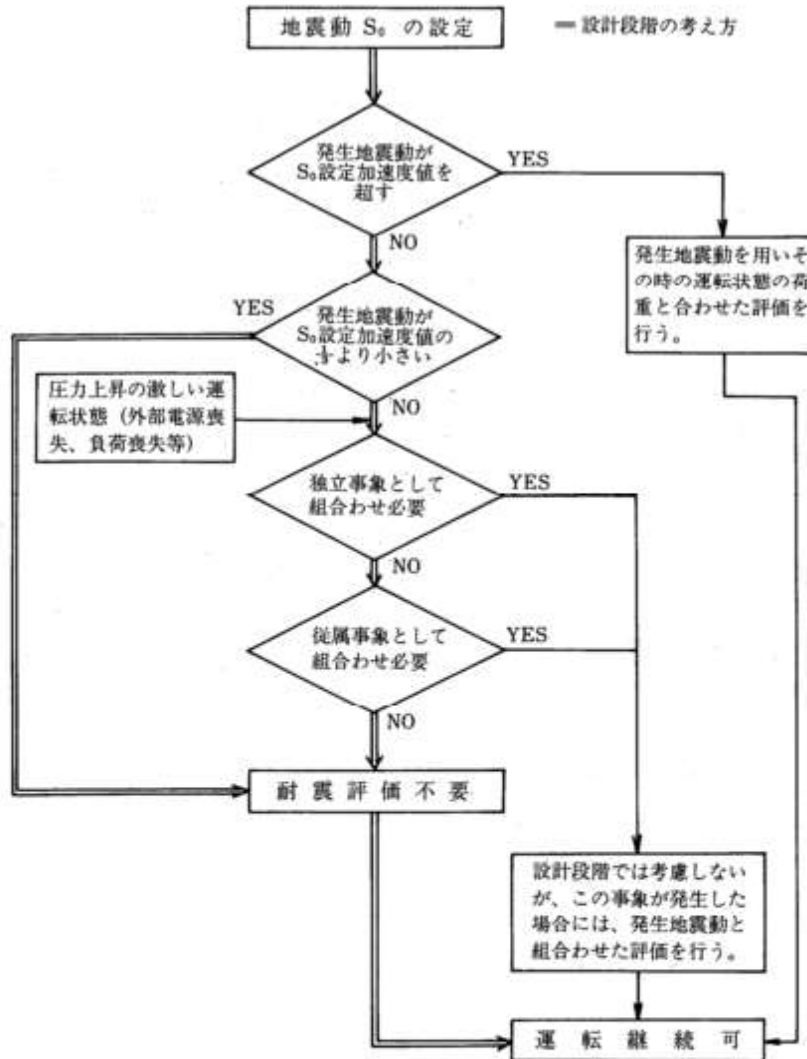
本資料は、この地震動 $S_0$ についての考え方をまとめたものであり、その大きさを適切な大きさに決めることにより、地震動 $S_0$ と他の厳しい運転状態の荷重の組合わさった事象が、実際に発生した場合のみに限り評価を行うことをあらかじめ決めておけば、設計段階においての地震動 $S_0$ に対する評価は原則として不要であることを述べている。

次の2項以降にその詳細を示す。

### 2. 地震動 $S_0$ に対する耐震評価の考え方

地震動 $S_0$ については図Ⅳ-1に示すとおりその大きさが次のように決められる場合には設計段階においては耐震評価は原則として不要となる。

図IV-1 地震動 $S_0$ に対する検討



(1) 地震動 $S_0$ の大きさ

地震動 $S_0$ の加速度値は、建築基準法施行令(昭和34年政令第344号)に示された水平震度(水平震度 $C_n$ と略記する)に相当する基準地震動の加速度値と設計に用いる同一地点における複数の基準地震動 $S_1$ のうち最も大きい最大加速度の $1/n$ の値の小さい方の値とする。

$n$ は今後とも検討が必要であるが、3.に示すように現在の耐震設計上の余裕から考えて、 $n = 3$ とする。

(2) 理 由

- a. 地震動 $S_0$ の加速度値を水平震度 $C_H$ に相当する基準地震動の加速度値以下と決めれば従属事象として外部電源喪失、負荷喪失等は一応起りえないと考えられる。

(添付1参照)

- b. 地震動 $S_0$ を上記の値より大きい値に決めても水平震度 $C_H$ 相当の地震の発生時には、プラントの安全機能の確認を要求される可能性が大きい。
- c. また、地震動 $S_0$ の加速度値を基準地震動 $S_1$ の最大加速度値の $1/n$ 以下としなければ、地震動 $S_0$ による応力が最高使用圧力と運転状態(圧力上昇の激しい運転状態を除く)の圧力による応力状態の差の裕度の中に入り、かつ疲労についても余裕があるという3の説明が成り立たない。

(3) 実際の地震動 $S_0$ の加速度値の決め方に関する考え方

サイトにおける水平震度 $C_H$ 相当の基準地震動は、50~60gal程度と考えられる。また、最大加速度値が比較的小さいサイトでは基準地震動 $S_1$ として180galとなるが、 $n=3$ の場合でも $S_0=180/3=60$ galとなる。これから地震動 $S_0$ の加速度値として全国一律に基準地震動として60gal等を決めておくことが望ましい。

3. 耐震A、及びAクラス機器の地震動 $S_0$ に対する強度の検討

(1) 序

本章では、耐震A、及びAクラス機器に地震動 $S_0$ による荷重が加わる場合に発生する応力を基準地震動 $S_1$ 、 $S_2$ による荷重が加わった場合のものと比較検討することにより、地震動 $S_0$ を基準地震動 $S_1$ の何分の1かのある程度以下に適切に設定すれば、基準地震動 $S_1$ 、 $S_2$ に対し耐震設計を行っている機器では地震動 $S_0$ については設計段階における評価は不要であることを示している。

(2) 1次応力について

a. 耐圧部の場合

地震動 $S_0$ は、基準地震動 $S_1$ 若しくは基準地震動 $S_2$ と異なり、プラント寿命中に、幾度か生じると考えられる地震動であり、したがって、通常運転時に地震動 $S_0$ が生じた場合の応力は、設計条件の許容応力以下であることが望ましいわけであるが、それでも、地震動 $S_0$ による応力が常に加わっているわけではない。

一方、最高使用圧力は、耐圧部材にとって、まず第一に考慮しなければならない荷重であり、これによって生じる応力は設計条件の許容応力以下であることが要求される。しかしながら、最高使用圧力が生ずるのは短時間の過渡状態などのごく一時期のみであり、通常運転時の圧力は、最高使用圧力より低い値となっているのがふつうである。

したがって、地震動 $S_0$ による応力、最高使用圧力による応力、及び通常運転圧力による応力について、次のような二つの組合せを検討すればよいと考えられる。

(ケース1) 最高使用圧力による応力  $\leq$  設計条件の許容応力

(ケース2) 通常運転圧力による応力

$$+ \text{地震動 } S_0 \text{ による応力} \leq \text{設計条件の許容応力}$$

したがって、次式が満されるならば、地震動  $S_0$  は考慮しなくてもよいといえることができる。

$$\text{最高使用圧力による応力} \geq \text{通常運転圧力による応力} + \text{地震動 } S_0 \text{ による応力} \dots\dots\dots \text{①}$$

以下の検討においては、1次一般膜応力によって1次応力を代表させ、また、板厚方向の応力は無視し、円周方向応力  $\sigma_t$ 、軸方向応力  $\sigma_l$  のみを考え、以下の記号を用いる。

- |  |                  |     |
|--|------------------|-----|
| $P_D$ = 最高使用圧力 (kg/md)                     | $R$ = 容器の半径 (mm) | } ② |
| $P^*$ = 通常運転時圧力 (kg/md)                    | $t$ = 容器の板厚 (mm) |     |
| $\sigma_{t1}$ = $P_D$ による円周方向応力 (kg/md)    |                  |     |
| $\sigma_{t2}$ = $P^*$ による円周方向応力 (kg/md)    |                  |     |
| $\sigma_{l1}$ = $P_D$ による軸方向応力 (kg/md)     |                  |     |
| $\sigma_{l2}$ = $P^*$ による軸方向応力 (kg/md)     |                  |     |
| $\sigma_{l3}$ = 地震動 $S_0$ による軸方向応力 (kg/md) |                  |     |

(a) 円筒形の耐圧部

①式を②の記号を用いて書き直すと、

$$\sigma_{t1} \geq \sigma_{l2} + \sigma_{l3} \dots\dots\dots \text{③}$$

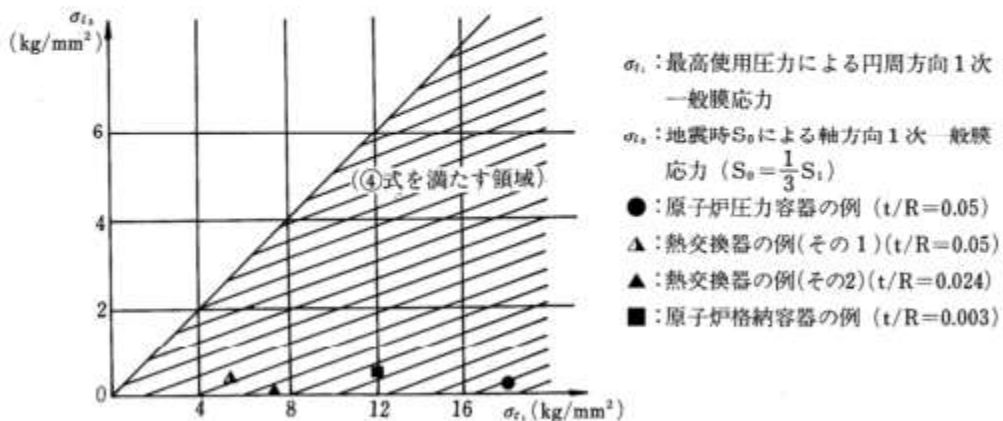
当該容器の1次一般膜応力について③式が満されていれば地震動  $S_0$  の考慮は不要となる。

さらに、 $P_D = P^*$  と仮定しても③式において  $\sigma_{l2} = 0.5 \sigma_{t1}$  となるので、③式は

$$\sigma_{t1} \geq 2 \sigma_{l3} \dots\dots\dots \text{④}$$

④式を図IV-2に示す。

図IV-2 円筒形の耐圧部について地震動  $S_0$  考慮の要否を検討する図



図IV-2には、実際の原子力発電用機器のいくつかの例が示されている。

この例から明らかなように実際には、④式は、十分な余裕をもって満されている。また、薄肉の(t/Rの小さな)機器ほど④式に対する制限が厳しい傾向がある。

したがって、あるプラントの耐震A<sub>s</sub>及びAクラス機器について地震動S<sub>0</sub>を設計上考慮しなくてもよいことを示すには、そのプラントの耐震A<sub>s</sub>及びAクラス機器のうち、t/Rの小さな順に2、3の機器について、図IV-2の斜線部にあることを確認すれば十分であると考えられる。

(b) 球形の耐圧部

①式を②の記号を用いて書き直すと、

$$\sigma_{t1} \geq \sigma_{t2} + \sigma_{t3} \quad \dots\dots\dots ⑤$$

原子力発電所において、球形の耐圧部に大きな地震荷重が加わる場合は極めてまれである。したがって、球形の耐圧部に大きな地震荷重が加わる場合には、その機器について、⑤式の成立をチェックすればよい。

b. 非耐圧部の場合

非耐圧部においては耐震設計によって板厚が決定される場合が多い。この場合には、I<sub>A</sub>とⅢ<sub>A</sub>Sの1次応力の許容値の比率を考えてみる必要がある。表IV-1はいくつかの機器の代表的な材料について、この比率を検討したものである。

表IV-1 地震動S<sub>0</sub>に対する許容値(設計条件・I<sub>A</sub>)と  
基準地震動S<sub>1</sub>に対する許容値(Ⅲ<sub>A</sub>S)の比較

	材 質	I <sub>A</sub> の1次応力の 許容値 ①	Ⅲ <sub>A</sub> Sの1次応力の許容値 ②	比 率 ②/①
第1種容器	S Q V 2 A	Pm : S <sub>m</sub> = 18.8	Pm : Min (S <sub>y</sub> , $\frac{2}{3}$ S <sub>u</sub> ) = 35.0	1.86
第2種容器	S G V 49	Pm : S = 13.4	Pm : Min (S <sub>y</sub> , 0.6 S <sub>u</sub> ) = 27.0	2.01
第3種容器	S T P L 39	Pm : S = 9.8	Pm : Min (S <sub>y</sub> , 0.6 S <sub>u</sub> ) = 21.0	2.14
第1種支持 構 造 物	—	f <sub>t</sub>	1.5 f <sub>t</sub>	1.5

表IV-1から明らかなように、基準地震動S<sub>1</sub>に対する1次応力の許容値は、地震動S<sub>0</sub>に対する許容値のせいぜい2倍強であるため、基準地震動S<sub>1</sub>の大きさが地震動S<sub>0</sub>の大きさの3倍以上であるとすると基準地震動S<sub>1</sub>が設計に対して支配的である。

(3) 疲労について

a. 疲労については、応力値の違いによる許容繰り返し回数の差と共に、地震動そのものの回数の差も考えなければならない。

表IV-2は、告示の設計疲労線図をもとに作成したものであるが、地震動S<sub>0</sub>が、基準地震動S<sub>1</sub>の $\frac{1}{3}$ 程度であれば、基準地震動S<sub>1</sub>による応力(これは、1次+2次+ピーク応

力値で片振幅40kg/mdにも達するのは極めてまれなケースである。)に対する許容繰返し回数は、地震動S<sub>0</sub>に対する許容繰返し回数に対し、はるかに支配的なことがわかる。

表IV-2 基準地震動S<sub>1</sub>地震動S<sub>0</sub>による応力の許容繰返し回数の比較  
(基準地震動S<sub>1</sub>:地震動S<sub>0</sub>=3:1のとき)

ケース	基準地震動S <sub>1</sub>		地震動S <sub>0</sub>		$\frac{N_0}{N_1}$	
	応力 (kg/md)	許容繰返し回数, N <sub>1</sub>	応力 (kg/md)	許容繰返し回数, N <sub>0</sub>		
炭素鋼 低合金鋼	1	100	$2 \times 10^2$	33.3	$5 \times 10^3$	25
	2	80	$4 \times 10^2$	36.7	$9 \times 10^3$	23
	3	60	$9 \times 10^2$	20	$2.8 \times 10^4$	31
	4	40	$2.5 \times 10^3$	13.3	$10^5$	40
オーステナイト系 ステンレス鋼	5	100	$4 \times 10^2$	33.3	$2.8 \times 10^4$	70
	6	80	$8.5 \times 10^2$	26.7	$8 \times 10^4$	94
	7	60	$2.2 \times 10^3$	20	$5 \times 10^5$	227
	8	40	$1.3 \times 10^4$	13.3	$\infty$	$\infty$

参考 (基準地震動S<sub>1</sub>:地震動S<sub>0</sub>=5:1のとき)

ケース	基準地震動S <sub>1</sub>		地震動S <sub>0</sub>		$\frac{N_0}{N_1}$	
	応力 (kg/md)	許容繰返し回数, N <sub>1</sub>	応力 (kg/md)	許容繰返し回数, N <sub>0</sub>		
炭素鋼 低合金鋼	1	100	$2 \times 10^2$	20	$2.8 \times 10^4$	140
	2	80	$4 \times 10^2$	16	$7 \times 10^4$	175
	3	60	$9 \times 10^2$	12	$2 \times 10^5$	222
	4	40	$2.5 \times 10^3$	8	$10^6$	400
オーステナイト系 ステンレス鋼	5	100	$4 \times 10^2$	20	$5 \times 10^5$	1250
	6	80	$8.5 \times 10^2$	16	$\infty$	$\infty$
	7	60	$2.2 \times 10^3$	12	$\infty$	$\infty$
	8	40	$1.3 \times 10^4$	8	$\infty$	$\infty$

注: "∞"は、告示の設計疲労線図では算定できないことを示す。

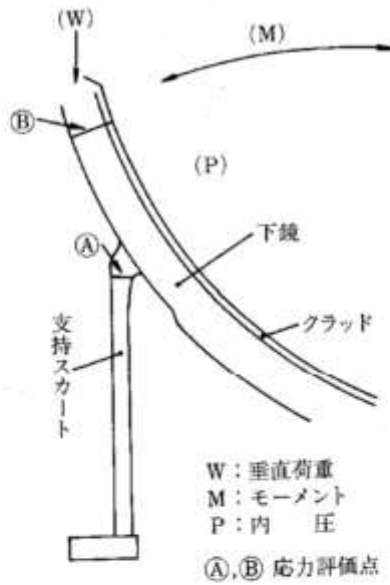
b. 地震動S<sub>0</sub>による荷重と過渡状態の応力との重ね合わせの影響

aにおいては、地震動S<sub>0</sub>を単独に考慮した場合について述べたが、ここでは過渡状態と組合せる場合について述べる。

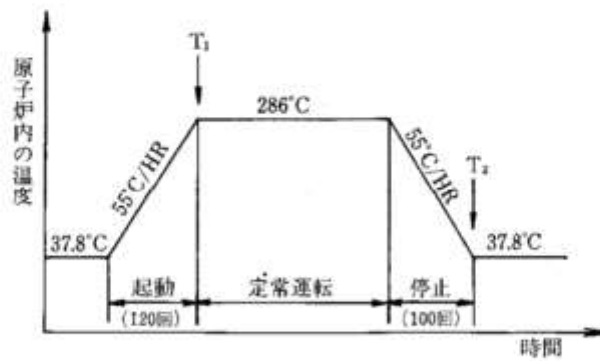
代表例として、原子炉圧力容器スカート部を考える。

図IV-3にスカート部の図を、図IV-4に考慮した過渡状態を示す。

図IV-3 支持スカート及び下鏡



図IV-4 熱サイクル ( $T_1$ ,  $T_2$ : 熱応力計算をする時間)





表IV-3に応力計算結果を示す。ただし、表IV-3の中の③項は、基準地震動 $S_1$ による応力である。表IV-3から、過渡状態における応力は、熱応力が支配的であることがわかる。

今、表IV-3を参考にして、次のようなケースを考える。

(a) 地震を除いた応力変動値……… 0～30 kg/cm<sup>2</sup>……… 120回

(b) (a)に地震動 $S_0$ を加えた応力変動値 …… 0～31 kg/cm<sup>2</sup>……… 120回

ケース(a)に対する許容くり返し回数とケース(b)に対する許容くり返し回数にはほとんど差はなく、共に $5 \times 10^4$ 回程度である。

したがって、過渡状態と地震動 $S_0$ を重ね合わせた場合にも、一般には地震動 $S_0$ の影響は小さいと考えられる。

表IV-3 応力計算結果

(単位：kg/cm<sup>2</sup>)

応力 評価点 (F)	機械的荷重による応力					熱荷重による応力		(1次+2次応力) 合計			
	P	W	M	合計	平均	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> =T <sub>1</sub> +P+W+M	C <sub>2</sub> =T <sub>2</sub> +W+M		
	①	②	③	④=①+②+③	⑤	⑥	⑦	⑧=④+⑥	⑨=②+③+⑦		
④ 内側	$\sigma_t$	4.0	-0.2	-0.6	3.2	$\sigma_t = 4.5$ $\sigma_l = -3.9$ $\sigma_r = 0.0$	-0.8	-3.8	-2.4	-4.5	
	$\sigma_l$	-4.3	-0.8	-5.0	-10.1		-28.0	11.0	-38.1	5.2	
	$\sigma_r$	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	
	④ 外側	$\sigma_t$	6.0	-0.2	0.6		6.4	17.0	-9.8	23.4	-9.4
		$\sigma_l$	4.3	-0.9	-1.0		2.4	28.0	-11.0	30.4	-12.9
		$\sigma_r$	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑤ 内側	$\sigma_t$	12.1	-0.1	-0.2	11.8	$\sigma_t = 11.8$ $\sigma_l = 11.2$ $\sigma_r = -0.5$	-2.0	2.0	9.8	1.7	
	$\sigma_l$	12.1	-0.4	-0.5	11.2		-2.0	2.0	9.2	1.1	
	$\sigma_r$	-0.9	0.0	0.0	-0.9		0.0	0.0	-0.9	0.0	
	⑤ 外側	$\sigma_t$	12.0	-0.1	-0.2		11.7	2.0	-2.0	13.7	-2.3
		$\sigma_l$	12.0	-0.4	-0.5		11.1	2.0	-2.0	13.1	-2.9
		$\sigma_r$	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.1	0.0

注： $\sigma_t$ ：円周方向応力

$\sigma_l$ ：軸方向応力

$\sigma_r$ ：半径方向応力

動的機能維持の詳細評価について

(新たな検討又は詳細検討が必要な設備の機能維持評価について)

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 動的機能維持のための新たな検討又は詳細検討が必要な設備の検討方針 .....	2
3. 動的機能維持のための新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出 .....	2
3.1 検討対象設備 .....	2
3.2 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出 .....	2
3.3 抽出結果 .....	5
4. 新たな検討が必要となる設備の動的機能維持評価について .....	6

別紙 1 新たに評価項目の検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針

## 1. はじめに

本資料では、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈等における動的機能保持に関する評価に係る一部改正（以下「技術基準規則解釈等の改正」という。）を踏まえて、動的機能維持についての検討方針、新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出及び検討結果を示す。

### 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（P18）

#### 第5条（地震による損傷の防止）

3 動的機器に対する「施設の機能を維持していること」とは、基準地震動による応答に対して、当該機器に要求される機能を保持することをいう。具体的には、当該機器の構造、動作原理等を考慮した評価を行うこと、既往研究で機能維持の確認がなされた機能確認済加速度等を超えていないことを確認することをいう。

### 耐震設計に係る工認審査ガイド（P28, 29）

#### 4.6.2 動的機能

##### 【審査における確認事項】

Sクラスの施設を構成する主要設備又は補助設備に属する機器のうち、地震時又は地震後に機能保持が要求される動的機器については、基準地震動 $S_s$ を用いた地震応答解析結果の応答値が動的機能保持に関する評価基準値を超えていないことを確認する。

##### 【確認内容】

動的機能については以下を確認する。

- (1) 水平方向の動的機能保持に関する評価については、規制基準の要求事項に留意して、機器の地震応答解析結果の応答値が JEAG4601 の規定を参考に設定された機能確認済加速度、構造強度等の評価基準値を超えていないこと。（中略）また、適用条件、適用範囲に留意して、既往の研究等において試験等により妥当性が確認されている設定等を用いること。
- (2) 鉛直方向の動的機能保持に関する評価については、規制基準の要求事項に留意して、機器の地震応答解析結果の応答値が水平方向の動的機能保持に関する評価に係る JEAG4601 の規定を参考に設定された機能確認済加速度、構造強度等の評価基準値を超えていないこと。（中略）また、適用条件、適用範囲に留意して、既往の研究等において試験等により妥当性が確認されている設定等を用いること。

(3) 上記(1)及び(2)の評価に当たっては、当該機器が JEAG4601 に規定されている機種、形式、適用範囲等と大きく異なる場合又は機器の地震応答解析結果の応答値が JEAG4601 の規定を参考にして設定された機能確認済加速度を超える場合（評価方法が JEAG4601 に規定されている場合を除く。）については、既往の研究等を参考に異常要因分析を実施し、当該分析に基づき抽出した評価項目毎に評価を行い、評価基準値を超えていないこと。また、当該分析結果に基づき抽出した評価部位について、構造強度評価等の解析のみにより行うことが困難な場合には、当該評価部位の地震応答解析結果の応答値が、加振試験（既往の研究等において実施されたものを含む。）により動的機能保持を確認した加速度を超えないこと。

## 2. 動的機能維持のための新たな検討又は詳細検討が必要な設備の検討方針

動的機器の耐震性評価法は原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991（以下 JEAG 4601 という。）に従い実施するものとするが、JEAG 4601 で定める機能確認済加速度（JEAG 4601 に定められた既往研究で機能維持の確認がなされた入力又は応答レベル）と機能維持評価用加速度との比較による評価法には適用範囲が定められている。

本資料では、JEAG 4601 に定められた機種、型式及び適用範囲から外れ新たな検討が必要な設備について、設備の抽出を行うとともに、既往の研究等を参考に地震時異常要因分析を実施し、当該分析に基づき抽出した評価項目の評価を行い、評価基準値を超えていないことを確認する。また、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため詳細検討が必要な設備について、設備の抽出を行うとともに、JEAG 4601 の基本評価項目の評価を行い、評価基準値を超えていないことを確認する。

なお、上記にて抽出した設備、評価部位について、構造強度評価等の解析のみにより行うことが困難な場合には、当該評価部位の地震応答解析結果の応答値が、新たな加振試験により動的機能維持を確認した加速度を超えないことを確認している。

## 3. 動的機能維持のための新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出

### 3.1 検討対象設備の整理

耐震 S クラス並びに常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備より、動的機器を整理し、動的機能が必要な設備を検討対象設備とする。

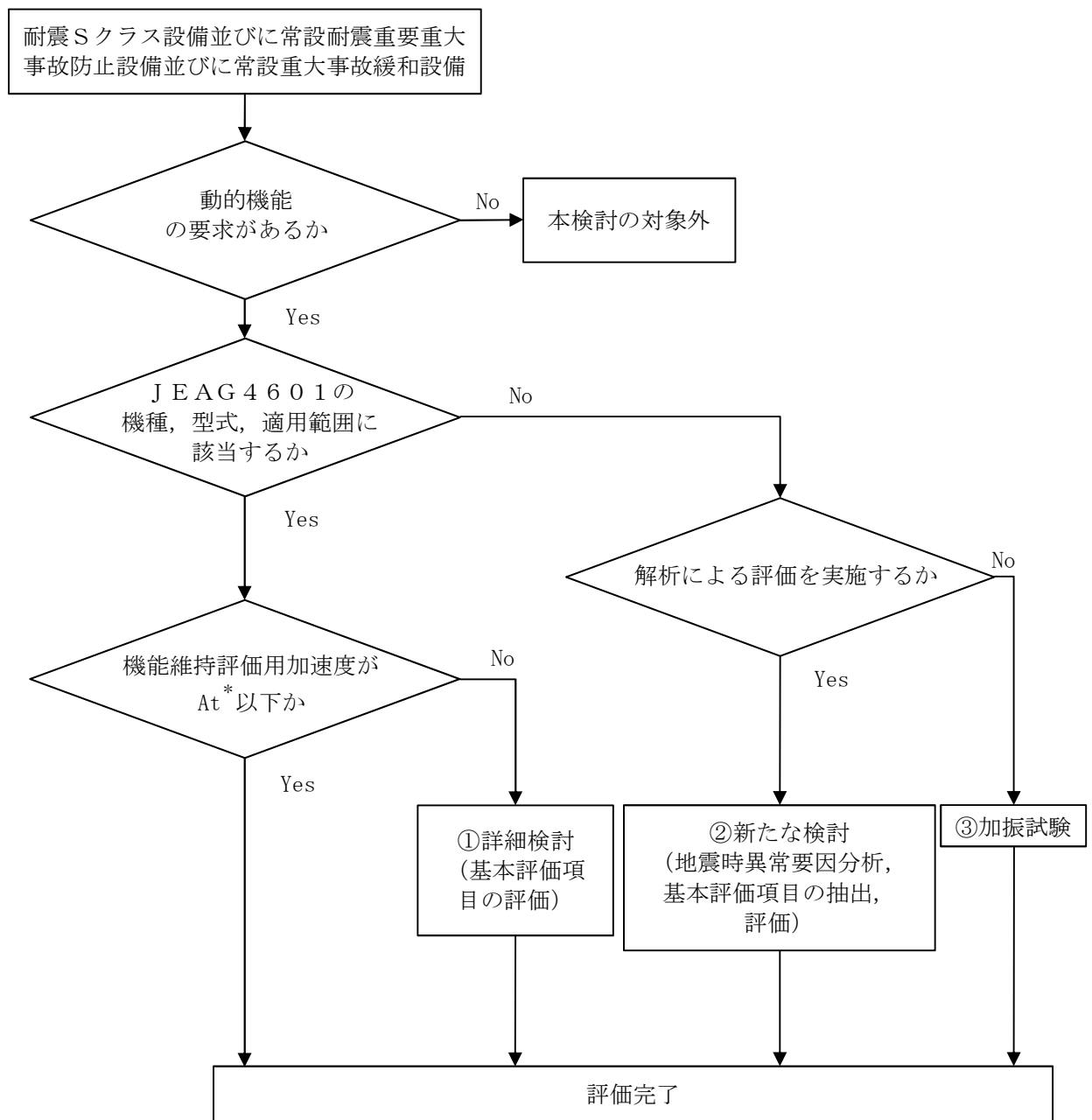
### 3.2 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出方法

図 1 にて設備の抽出及び検討のフローを示す。機能維持評価用加速度が JEAG 4601 及び既往の研究等\*により妥当性が確認されている機能確認済加速度（ $A_t$ ）以内であることの確認を行い、機能確認済加速度を超える設備については詳細検討（基本評価項目の評価）が必要な設備として抽出する。なお、弁については JEAG 4601 にて機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えた場合の詳細検討の具体的手順が定められているため、本資料の対象外とする。

また、検討対象設備について、J E A G 4 6 0 1 で定められた適用範囲と大きく異なる場合は、解析による評価を実施するか否かにより、新たな検討（地震時異常要因分析，基本評価項目の抽出，評価）が必要な設備，又は加振試験を実施する設備として抽出する。

上記を整理するために検討対象設備及び、新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出のための情報として J E A G 4 6 0 1 に該当する機種名等を別表 1 に整理した。

注記＊：電力共同研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（平成 10 年度～平成 13 年度）」



注記\* : At 機能確認済加速度

図1 動的機能維持評価フロー

### 3.3 抽出結果

別表1をもとに図1にて新たな検討，詳細検討及び加振試験を実施する設備を抽出した結果を表1に示す。

#### ①詳細検討（基本評価項目の評価）

機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超え詳細検討が必要となる設備がないことを確認した。

#### ②新たな検討（地震時異常要因分析，基本評価項目の抽出，評価）

新たな検討として，地震時異常要因分析，基本評価項目の抽出，評価が必要となる設備は，横形スクリー式ポンプ（以下「スクリー式ポンプ」という。）であり，対象として燃料移送ポンプ及び第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプが該当する。

スクリー式ポンプは，原子力発電耐震設計特別調査委員会で地震時機能維持評価について検討<sup>\*1</sup>された機器のうち，遠心式横形ポンプと類似であり，遠心式横形ポンプの地震時異常要因分析及び評価項目を参考とすることが可能である。また，電共研<sup>\*2</sup>において，スクリー式ポンプの地震時異常要因分析及び評価項目の抽出を行っており，それらの検討を用いることが可能である。

そのため，スクリー式ポンプは，新たな検討として，上記検討を参考に地震時異常要因分析，基本評価項目の抽出，評価を実施する。

注記\*1：動的機器の地震時機能維持評価に関する調査報告書（昭和62年2月）

注記\*2：動的機器の地震時機能維持の耐震余裕に関する研究（平成25年3月）



### ③加振試験

加振試験を実施する設備として以下の設備を抽出した。

#### ○高圧代替注水系ポンプ

ポンプ形式はタービン駆動の横形多段遠心式だが、ポンプとタービンが一体となった設備であり（図2参照）、J E A G 4 6 0 1の適用機種と構造が異なることから加振試験を実施。詳細は下記資料参照。

・KK7-補足-028-10-11

【高圧代替注水系ポンプの耐震性についての計算書に関する補足説明資料】

#### ○ドレン移送ポンプ

ポンプ形式は電動機駆動の単段遠心式だが、ポンプと電動機が一体となった設備であり（図3参照）、J E A G 4 6 0 1の適用機種と構造が異なることから加振試験を実施。詳細は下記資料参照。

・KK7-補足-028-10-15

【ドレン移送ポンプの耐震性についての計算書に関する補足説明資料】

#### ○第一ガスタービン発電機用ガスタービン（6,7号機共用）、第一ガスタービン発電機（6,7号機共用）

車両型設備であり（図4,5参照）解析による評価が困難なことから加振試験を実施。詳細は下記資料参照。

・KK7-補足-028-10-16

【第一ガスタービン発電機の耐震性についての計算書に関する補足説明資料】

### 4. 新たな検討が必要となる設備の動的機能維持評価について

J E A G 4 6 0 1に定められた機能確認済加速度との比較による評価方法が適用できる機種の範囲から外れ、新たに評価項目の検討が必要となる設備の動的機能維持評価について別紙1にて説明する。

・別紙1：燃料移送ポンプ、第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ

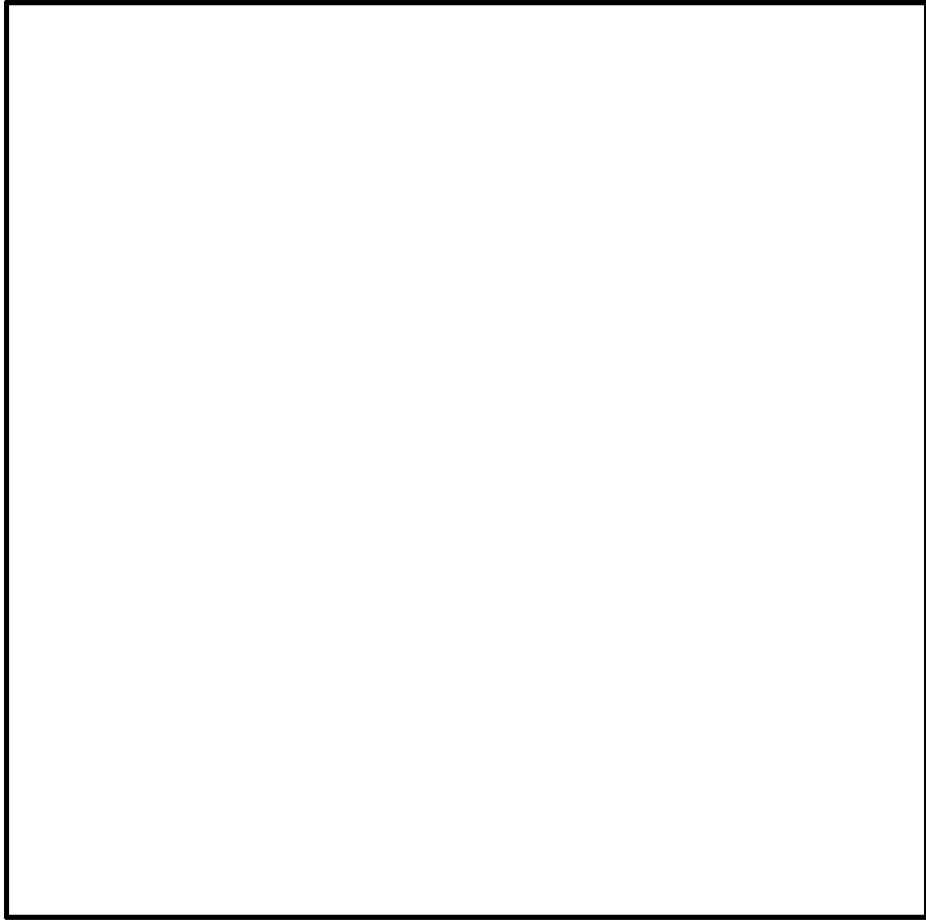


図 2 高圧代替注水系ポンプ 構造図



図 3 ドレン移送ポンプ 構造図



図 4 第一ガスタービン発電機用ガスタービン 構造図

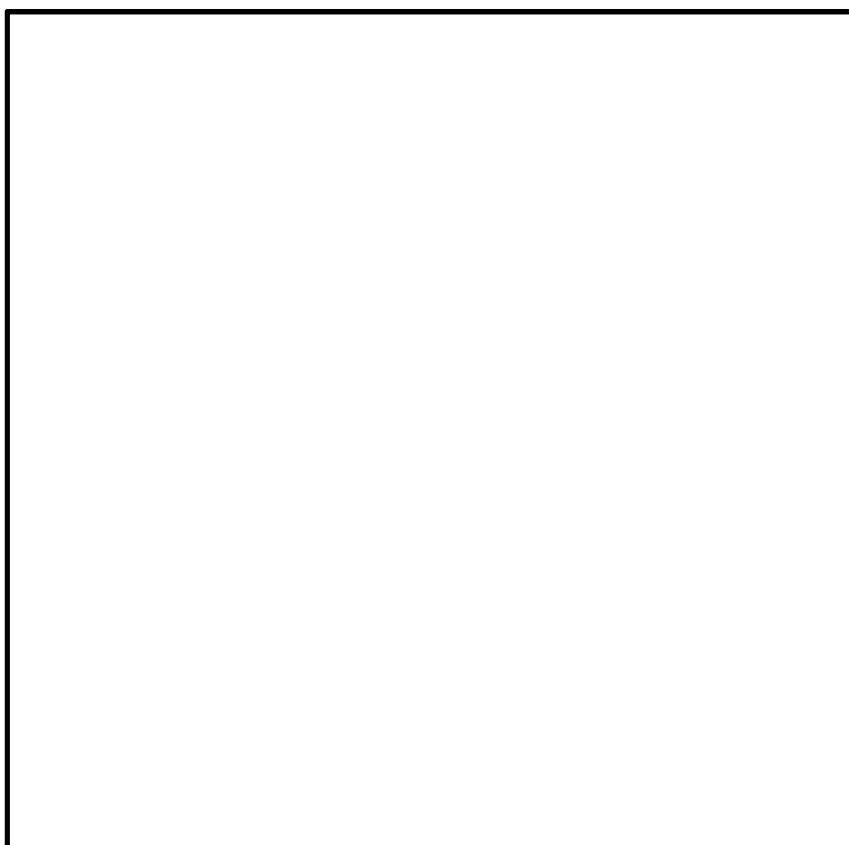


図 5 第一ガスタービン発電機 構造図

表 1(1) 新たな評価項目の検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果

機種名	設備名称	J E A G 4 6 0 1 の機種, 型式, 適用範囲に該当 するか ○ : 該当 × : 否 (新たな 評価項目の検討 又は加振試験に よる 確認 が 必 要)	機能確認済加速 度 (At) 以下か ○ : Yes × : No (詳細検 討が必要)
立形ポンプ	残留熱除去系ポンプ	○	○
	高圧炉心注水系ポンプ	○	○
	原子炉補機冷却海水ポンプ	○	○
横形ポンプ	燃料プール冷却浄化系ポンプ	○	○
	ドレン移送ポンプ	× (加振試験によ る確認)	—
	原子炉隔離時冷却系ポンプ	○	○
	復水移送ポンプ	○	○
	高圧代替注水系ポンプ	× (加振試験によ る確認)	—
	原子炉補機冷却水ポンプ	○	○
	燃料移送ポンプ	× (別紙 1 参照)	—
第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ	× (別紙 1 参照)	—	
ポンプ駆動用 タービン	原子炉隔離時冷却系ポンプ用駆動タービン	○	○
電動機	燃料プール冷却浄化系ポンプ用電動機	○	○
	残留熱除去系ポンプ用電動機	○	○
	高圧炉心注水系ポンプ用電動機	○	○
	復水移送ポンプ用電動機	○	○
	ほう酸水注入系ポンプ用電動機	○	○
	原子炉補機冷却水ポンプ用電動機	○	○
	原子炉補機冷却海水ポンプ用電動機	○	○
	中央制御室送風機用電動機	○	○
	中央制御室再循環送風機用電動機	○	○
	中央制御室排風機用電動機	○	○
	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロウ用 電動機	○	○
	非常用ガス処理系排風機用電動機	○	○
	燃料移送ポンプ用電動機	○	○
第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ 用電動機	○	○	

表 1(2) 新たな評価項目の検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果

機種名	設備名称	J E A G 4 6 0 1 の機種, 型式, 適用範囲に該当 するか ○ : 該当 × : 否 (新たな評 価項目の検討が 必要)	機能確認済加速 度 (At) 以下か ○ : Yes × : No (詳細検 討が必要)
ファン	中央制御室送風機	○	○
	中央制御室再循環送風機	○	○
	中央制御室排風機	○	○
	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	○	○
非常用ディー ゼル発電機	ディーゼル機関	○	○
	調速装置及び非常調速装置	○	○
	発電機	○	○
往復動式 ポンプ	ほう酸水注入系ポンプ	○	○
制御棒	ボロンカーバイド型制御棒	○	○*
ガスタービン 発電機	第一ガスタービン発電機用ガスタービン	× (加振試験によ る確認)	—
	第一ガスタービン発電機	× (加振試験によ る確認)	—

注記\* : 地震応答解析結果から求めた燃料集合体変位が加振試験により確認された制御棒挿入機能に支障を与えない変位に対して下回ることを確認

別表1 動的機能維持評価の検討対象設備の整理結果 (1/5)

施設区分/設備名称	動的機能維持 要求の有無	動的機能維持 の確認方法	検討対象設備としての 抽出結果 ○：検討対象とする設備 —：検討対象でない設備	J E A G 4 6 0 1 機種/型式			A t 確認			A t 超え時の評価方法が J E A G 4 6 0 1 に規定されている設備 ○：規定されている ×：規定されていない —：対象外	備考
				機種	型式	容量 ( ) 内は当該設 備の容量	方向	機能維持 評価用 加速度*	機能確認済 加速度		
原子炉本体											
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設											
使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備											
燃料プール冷却浄化系											
燃料プール冷却浄化系ポンプ	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	○	横形ポンプ	単段遠心式	~2400m <sup>3</sup> /h (250m <sup>3</sup> /h)	水平	0.94	3.2 (軸直角方向) 1.4 (軸方向)	×	
				電動機	横形ころがり 軸受機	~950kW (110kW)	水平	0.94	4.7		
							鉛直	0.90	1.0		
							鉛直	0.90	1.0		
原子炉冷却系統施設											
原子炉冷却材再循環設備											
原子炉冷却材再循環系											
原子炉冷却材再循環ポンプ (インターナルポンプ：RIP)	無	—	—	—	—	—	—	—	—	—	動的機能維持の要求はないが、地震により 軸固着を生じないことを確認する。
原子炉冷却材の循環設備											
残留熱除去設備											
残留熱除去系											
残留熱除去系ポンプ	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	○	立形ポンプ	ビットバレル形	~1800m <sup>3</sup> /h (954m <sup>3</sup> /h)	水平	0.74	10.0	×	
				電動機	立形すべり 軸受機	~2700kW (540kW)	水平	0.74	2.5		
							鉛直	0.84	1.0		
							鉛直	0.84	1.0		
格納容器圧力逃がし装置											
ドレン移送ポンプ	有	加振試験 による確認	—	—	—	—	水平	3.16	3.4	—	ポンプ形式は電動機駆動の単段遠心式だ が、ポンプと電動機が一体となった設備で あり、J E A G 4 6 0 1 の適用機種と構造 が異なることから加振試験を実施。
							鉛直	1.42	2.2		
非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備											
高圧炉心注水系											
高圧炉心注水系ポンプ	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	○	立形ポンプ	ビットバレル形	~1800m <sup>3</sup> /h (727m <sup>3</sup> /h)	水平	0.74	10.0	×	
				電動機	立形すべり 軸受機	~2700kW (1500kW)	水平	0.74	2.5		
							鉛直	0.84	1.0		
							鉛直	0.84	1.0		
原子炉隔離時冷却系											
原子炉隔離時冷却系ポンプ	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	○	横形ポンプ	多段遠心式	~700m <sup>3</sup> /h (188m <sup>3</sup> /h)	水平	0.76	3.2 (軸直角方向) 1.4 (軸方向)	×	
				ポンプ駆動 用タービン	RCIC ポンプ用	プラント出力等 による構造、寸法の 違いはほとんどな い。(135~740kW)	水平	0.76	2.4		
							鉛直	0.84	1.0		
							鉛直	0.84	1.0		

注記\*：機能維持評価用加速度は各設備の耐震性についての計算書より引用している

別表1 動的機能維持評価の検討対象設備の整理結果(2/5)

施設区分/設備名称	動的機能維持 要求の有無	動的機能維持 の確認方法	検討対象設備としての 抽出結果 ○: 検討対象とする設備 —: 検討対象でない設備	J E A G 4 6 0 1 機種/型式			A t 確認			A t 超え時の評価方法が J E A G 4 6 0 1 に規定されている設備 ○: 規定されている ×: 規定されていない —: 対象外	備考
				機種	型式	容量 ( ) 内は当該設 備の容量	方向	機能維持 評価用 加速度*	機能確認済 加速度		
低下代替注水系											
復水移送ポンプ	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	○	横形ポンプ	単段遠心式	~2400m <sup>3</sup> /h (125m <sup>3</sup> /h)	水平	0.89	3.2 (軸直角方向) 1.4 (軸方向)	×	
				電動機	横形ころがり 軸受機	~950kW (55kW)	水平	0.89	4.7		
							鉛直	0.87	1.0		
高圧代替注水系											
高圧代替注水系ポンプ	有	加振試験 による確認	—	—	—	—	水平	1.08	<input type="checkbox"/>	—	ポンプ形式はタービン駆動の横形多段遠 心式だが、ポンプとタービンが一体となっ た設備であり、J E A G 4 6 0 1 の適用機 種と構造が異なることから加振試験を実施。
							鉛直	1.06	<input type="checkbox"/>		
ほう酸水注入系											
ほう酸水注入系ポンプ	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	○	往復動式 ポンプ	横形	流量、吐出圧力等ほ ぼ同一 (11.4m <sup>3</sup> /h)	水平	1.01	1.6	×	
				電動機	横形ころがり 軸受機	~950kW (45kW)	水平	0.93	1.0		
							鉛直	1.01	4.7		
							鉛直	0.93	1.0		
低下注水系											
残留熱除去系ポンプ											— (前段で整理済)
原子炉冷却材補給設備											
補給水系											
復水移送ポンプ											— (前段で整理済)
原子炉補機冷却設備											
原子炉補機冷却水系											
原子炉補機冷却水ポンプ	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	○	横形ポンプ	単段遠心式	~2400m <sup>3</sup> /h (A, B, D, E: 1300m <sup>3</sup> /h (C, F: 800m <sup>3</sup> /h)	水平	0.82	3.2 (軸直角方向) 1.4 (軸方向)	×	
				電動機	横形ころがり 軸受機	~950kW (A, B, D, E: 370kW (C, F: 150kW)	水平	0.82	4.7		
							鉛直	0.75	1.0		
原子炉補機冷却海水ポンプ	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	○	立形ポンプ	立形斜流式	~7600m <sup>3</sup> /h (1800m <sup>3</sup> /h)	水平	3.49	10.0	×	
				電動機	立形すべり 軸受機	~2700kW (280kW)	水平	0.95	2.5		
							鉛直	0.75	1.0		
							鉛直	0.75	1.0		
原子炉冷却材浄化設備											
計測制御系統施設											
制御材											
制御棒駆動系											
ボロンカーバイド型制御棒	有										地震応答解析結果の相対変位量と制御棒の挿入性試験結果の比較による確認

注記\*: 機能維持評価用加速度は各設備の耐震性についての計算書より引用している

別表1 動的機能維持評価の検討対象設備の整理結果 (3/5)

施設区分/設備名称	動的機能維持 要求の有無	動的機能維持 の確認方法	検討対象設備としての 抽出結果 ○: 検討対象とする設備 —: 検討対象でない設備	JEAG4601 機種/型式			At 確認			At 超え時の評価方法がJEAG 4601に規定されている設備 ○: 規定されている ×: 規定されていない —: 対象外	備考
				機種	型式	容量 ( ) 内は当該設 備の容量	方向	機能維持 評価用 加速度*	機能確認済 加速度		
ほう酸水注入設備											
ほう酸水注入系											
ほう酸水注入系ポンプ				— (前段で整理済)							
放射性廃棄物の廃棄施設											
放射線管理施設											
放射線管理用計測装置											
換気設備											
中央制御室送風機 (6,7号機共用)	有	JEAG4601 による確認	○	ファン	遠心直結式	~2900m <sup>3</sup> /min (約1667m <sup>3</sup> /min)	水平	1.37	2.3	×	
				電動機	横形ころがり 軸受機	~950kW ( ) kW	鉛直	0.93	1.0		
中央制御室再循環送風機 (6,7号機共用)	有	JEAG4601 による確認	○	ファン	遠心直動式	~2500m <sup>3</sup> /min (約133m <sup>3</sup> /min)	水平	1.27	2.6	×	
				電動機	横形ころがり 軸受機	~950kW ( ) kW	鉛直	0.91	1.0		
中央制御室排風機 (6,7号機共用)	有	JEAG4601 による確認	○	ファン	遠心直動式	~2500m <sup>3</sup> /min (約83m <sup>3</sup> /min)	水平	1.37	2.6	×	
				電動機	横形ころがり 軸受機	~950kW ( ) kW	鉛直	0.93	1.0		
原子炉格納施設											
圧力低減設備その他の安全設備											
原子炉格納容器安全設備											
格納容器スプレイ冷却系											
残留熱除去系ポンプ				— (前段で整理済)							
格納容器下部注水系											
復水移送ポンプ				— (前段で整理済)							
代替格納容器スプレイ冷却系											
復水移送ポンプ				— (前段で整理済)							
サブプレッションチェーンバブル水冷却系											
残留熱除去系ポンプ				— (前段で整理済)							
代替循環冷却系											
残留熱除去系ポンプ				— (前段で整理済)							
復水移送ポンプ				— (前段で整理済)							
ほう酸水注入系											
ほう酸水注入系ポンプ				— (前段で整理済)							
低圧代替注水系											
復水移送ポンプ				— (前段で整理済)							

注記\*: 機能維持評価用加速度は各設備の耐震性についての計算書より引用している



別表1 動的機能維持評価の検討対象設備の整理結果(4/5)

施設区分/設備名称	動的機能維持 要求の有無	動的機能維持 の確認方法	検討対象設備としての 抽出結果 ○: 検討対象とする設備 —: 検討対象でない設備	JEAG4601 機種/型式			At 確認			At 超え時の評価方法がJEAG 4601に規定されている設備 ○: 規定されている ×: 規定されていない —: 対象外	備考	
				機種	型式	容量 ( ) 内は当該設 備の容量	方向	機能維持 評価用 加速度*	機能確認済 加速度			
高圧代替注水系												
高圧代替注水系ポンプ				— (前段で整理済)								
格納容器圧力逃がし装置												
ドレン移送ポンプ				— (前段で整理済)								
可燃性ガス濃度制御系												
可燃性ガス濃度制御系 再結合装置ブロブ	有	JEAG4601 による確認	○	ファン	遠心直動式	~2500m <sup>3</sup> /min (255m <sup>3</sup> /min)	水平	0.90	2.6	×		
				電動機	横形ころがり 軸受機	~950kW (11kW)	水平	0.90	4.7			
						鉛直	0.87	1.0				
						鉛直	0.87	1.0				
非常用ガス処理系												
非常用ガス処理系排風機	有	JEAG4601 による確認	○	ファン	遠心直結式	~2900m <sup>3</sup> /min (2000m <sup>3</sup> /min)	水平	1.03	2.3	×		
				電動機	横形ころがり 軸受機	~950kW ( <input type="checkbox"/> kW)	水平	1.03	4.7			
						鉛直	0.93	1.0				
						鉛直	0.93	1.0				
その他発電用原子炉の附属施設												
非常用電源設備												
非常用発電装置												
非常用ディーゼル発電設備												
ディーゼル機関	有	JEAG4601 による確認	○	非常用ディー ゼル発電 機	機関本体	~15500kW (5295kW)	水平	0.90	1.1	×		
					ガバナ	UG形	水平	0.90	1.8			
						鉛直	0.87	1.0				
						鉛直	0.87	1.0				
機関付清水ポンプ				— (ディーゼル機関を含む)								
空気圧縮機	無	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ディーゼル機関は空気だめに貯留された 空気により始動することから、空気圧縮機 に地震時の動的機能維持の要求はない。	
燃料移送ポンプ	有	JEAG4601 による確認	○	横形ポンプ	—	( <input type="checkbox"/> m <sup>3</sup> )	水平	1.41	—	×	JEAG4601の適用対象外(スクリュ ー式ポンプ)であることから新たな検討を 実施。	
				電動機	横形ころがり 軸受機	~950kW (2.2kW)	水平	0.85	4.7			
						鉛直	0.85	1.0				
						鉛直	0.85	1.0				
発電機	有	JEAG4601 による確認	○	電動機	横形すべり 軸受機	~1400kW (—)	水平	0.89	2.6	×		
							鉛直	0.87	1.0			
代替交流電源設備												
第一ガスタービン発電機用 ガスタービン (6,7号機共用)	有	加振試験 による確認	—	—	—	—	水平	0.69	<input type="checkbox"/>	—	車両型設備であり解析による評価が困難 なことから加振試験を実施。	
							鉛直	0.71	<input type="checkbox"/>			
第一ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ (6,7号機共用)	有	JEAG4601 による確認	○	横形ポンプ	—	(3m <sup>3</sup> )	水平	0.72	—	×	JEAG4601の適用対象外(スクリュ ー式ポンプ)であることから新たな検討を 実施。	
				電動機	横形ころがり 軸受機	~950kW (1.5kW)	水平	0.72	4.7			
						鉛直	0.80	—				
						鉛直	0.80	1.0				
第一ガスタービン発電機 (6,7号機共用)	有	加振試験 による確認	—	—	—	—	水平	0.69	<input type="checkbox"/>	—	車両型設備であり解析による評価が困難 なことから加振試験を実施。	
							鉛直	0.71	<input type="checkbox"/>			

注記\*: 機能維持評価用加速度は各設備の耐震性についての計算書より引用している

別表1 動的機能維持評価の検討対象設備の整理結果（5 / 5）

施設区分/設備名称	動的機能維持 要求の有無	動的機能維持 の確認方法	検討対象設備としての 抽出結果 ○：検討対象とする設備 —：検討対象でない設備	J E A G 4 6 0 1 機種/型式			A t 確認			A t 超え時の評価方法が J E A G 4 6 0 1 に規定されている設備 ○：規定されている ×：規定されていない —：対象外	備考
				機種	型式	容量 ( ) 内は当該設 備の容量	方向	機能維持 評価用 加速度	機能確認済 加速度		
弁											
一般弁											
グローブ弁	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	—	—	—	—	—	—	—	○	
ゲート弁	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	—	—	—	—	—	—	—	○	
バタフライ弁	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	—	—	—	—	—	—	—	○	
逆止弁	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	—	—	—	—	—	—	—	○	
特殊弁											
主蒸気隔離弁	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	—	—	—	—	—	—	—	○	
安全弁	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	—	—	—	—	—	—	—	○	
制御棒駆動系スクラム弁	有	J E A G 4 6 0 1 による確認	—	—	—	—	—	—	—	○	

## 新たに評価項目の検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針

## 1. はじめに

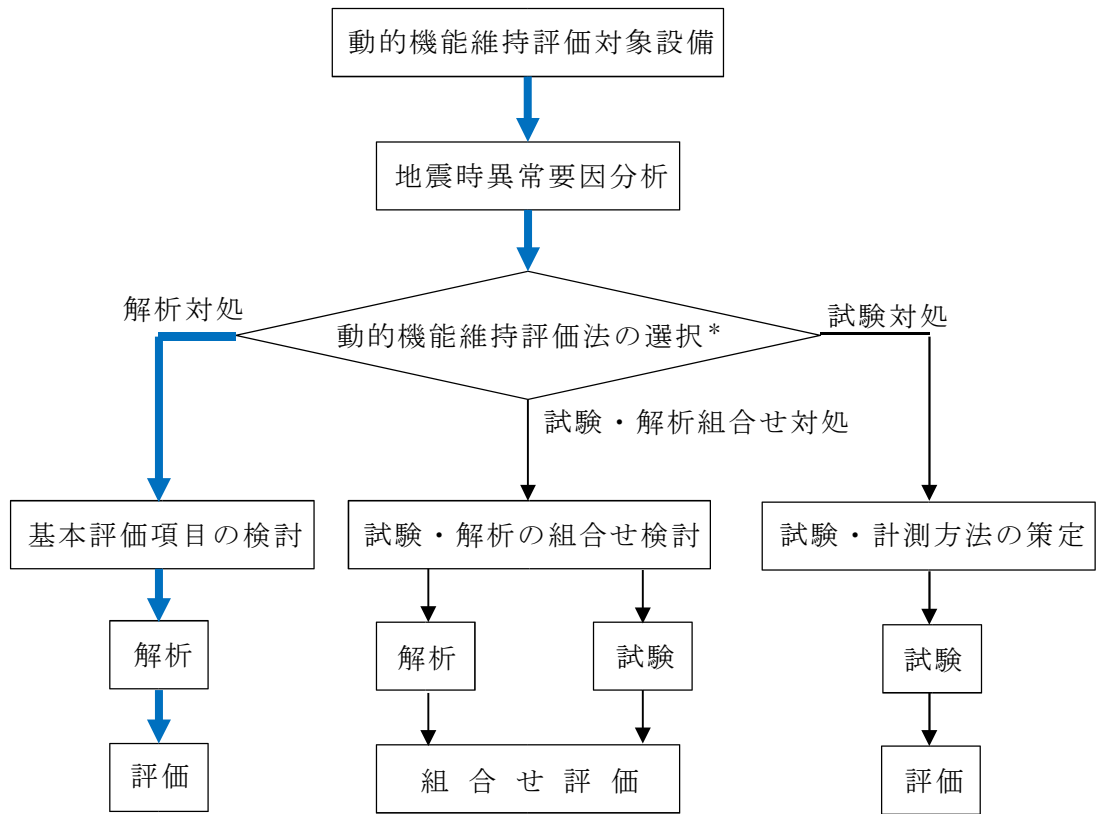
非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ及び第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ（以下「燃料移送ポンプ」という。）の動的機能維持評価については、J E A G 4 6 0 1 に定められた機能確認済加速度との比較による評価方法が適用できる機種範囲から外れることから、新たに評価項目の検討が必要となる。本資料では、燃料移送ポンプの動的機能維持の検討方針を示す。

## 2. 評価項目の抽出方針

J E A G 4 6 0 1 に定められた機能確認済加速度との比較による評価方法が適用できる機種範囲から外れた設備における動的機能維持の検討は、技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、公知化された検討として（社）日本電気協会 電気技術基準調査委員会の下に設置された原子力発電耐震設計特別調査委員会（以下「耐特委」という。）により取り纏められた類似機器における検討に基づき実施する。

耐特委での動的機能の評価においては、対象機種ごとに現実的な地震応答レベルでの異常のみならず、破壊に至るような過剰な状態を念頭に地震時に考え得る異常状態を抽出し、その分析により動的機能上の評価点を検討し、動的機能維持を評価する際に確認すべき事項として、基本評価項目を選定している。

燃料移送ポンプについては、基本的な構造が類似している機種／型式に対する耐特委での検討を参考に、型式による構造の違いを踏まえた上で地震時異常要因分析を実施し、基本評価項目を選定して動的機能維持評価を実施する。動的機能維持評価のフローを図 1 に示す。なお、J E A G 4 6 0 1 においても、機能維持評価の基本方針にて、地震時の異常要因分析を考慮し、動的機能の維持に必要な評価のポイントを明確にすることとなっている。



注記\*：対象物の複雑さ等で選択

— 本評価でのフロー

図1 動的機能維持評価のフロー

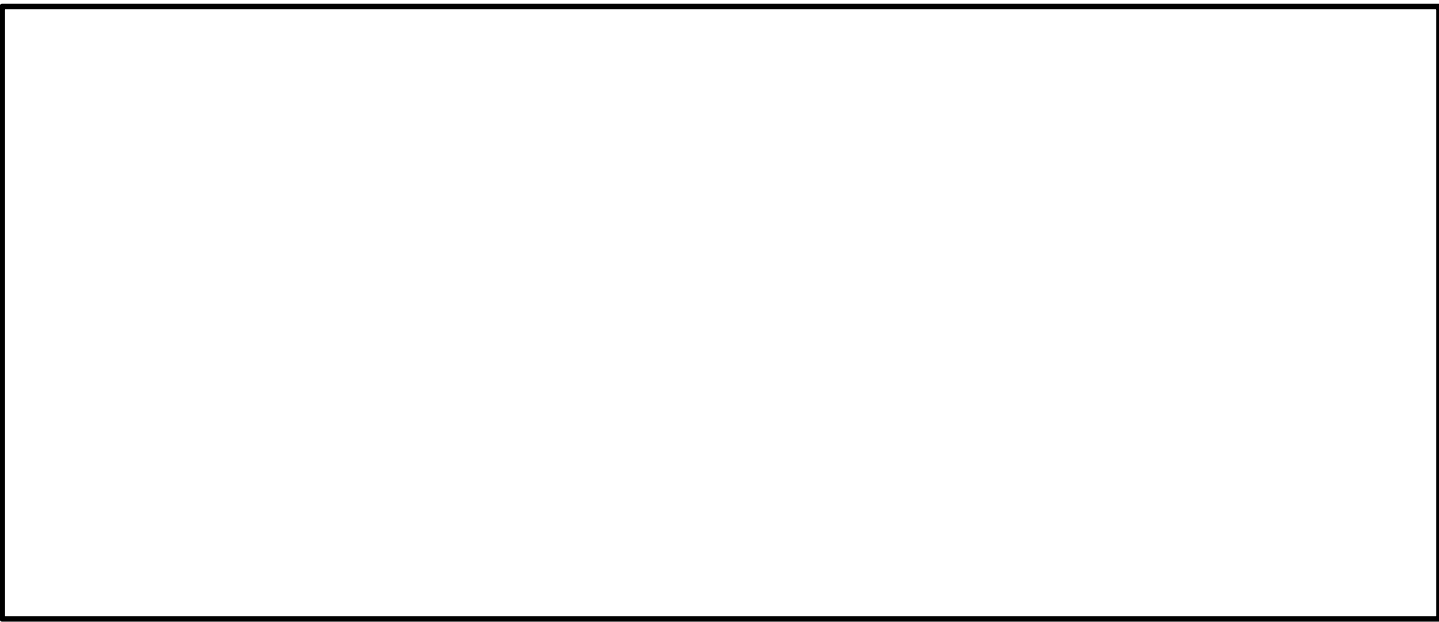
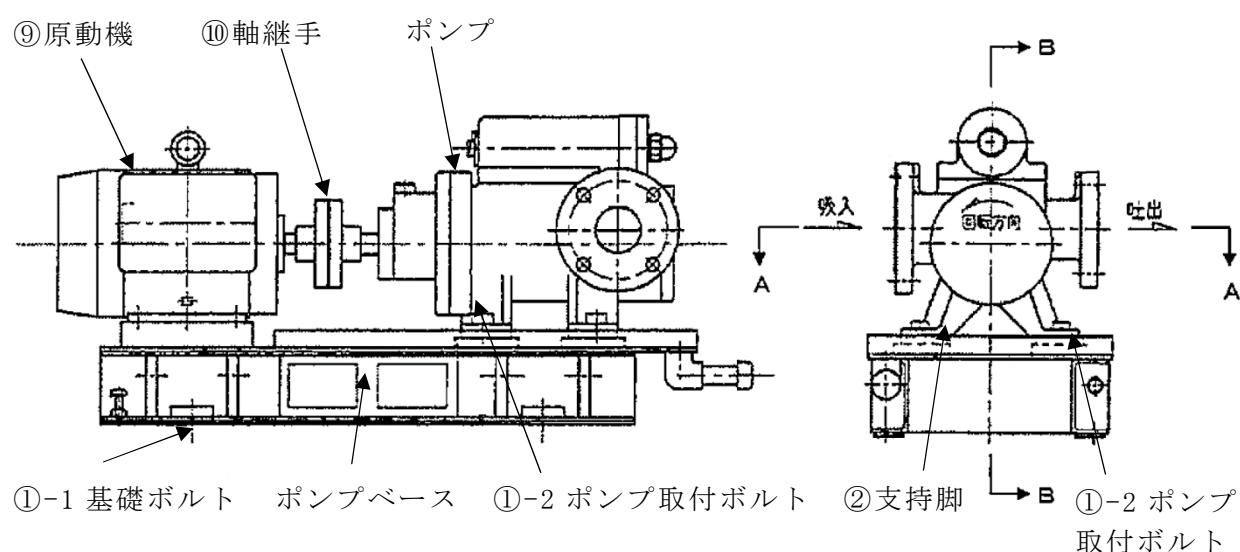
地震時異常要因分析を検討するに当たり、燃料移送ポンプ及び参考とする機種／型式を表 1 に示すとともに、図 2 に燃料移送ポンプを、図 3 に耐特委で検討され新たな検討において参考とする設備の構造概要図を示す。また、主要仕様を表 2 に示す。

燃料移送ポンプは、容積式の横形ポンプであり、一定容積の液をスクリーにて押し出す構造のスクリー式ポンプである。一方、遠心式横形ポンプ（以下「遠心式ポンプ」という。）はインペラの高速回転により液を吸込み・吐出するポンプであり、内部流体の吐出構造が異なるが、ケーシング内にて軸系が回転して内部流体を吐出する機構であること、固定方法が、基礎ボルトで周囲を固定した架台の上に、駆動機器である横形ころがり軸受の原動機とポンプが取付ボルトにより設置され、原動機からの動力を軸継手を介してポンプ側に伝達する方式であること、主軸、軸受及びメカニカルシール部のクリアランスにより地震荷重がメカニカルシール部には負荷されず、軸受を通してケーシングに伝達される構造であることから、基本構造が同じといえる。前述より遠心式ポンプを参考として、燃料移送ポンプの地震時異常要因分析を実施する。

なお、燃料移送ポンプについては、新規制基準により新たに動的機能要求が必要となり、評価する設備である。

表 1 新たな検討が必要な設備において参考とする機種／型式

新たな検討が必要な設備	機種／型式	参考とする機種／型式
非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	横形ポンプ／スクリー式	横形ポンプ／単段遠心式
第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ	横形ポンプ／スクリー式	横形ポンプ／単段遠心式



■ : 接液部

注記：スリーブ内に納められた主ねじと従ねじはかみ合って回転しており、ねじの1リードごとに作られる密閉される空間に入った流体は、ねじ面に沿って吐出側へ移動する。

図 2 燃料移送ポンプ構造概要図

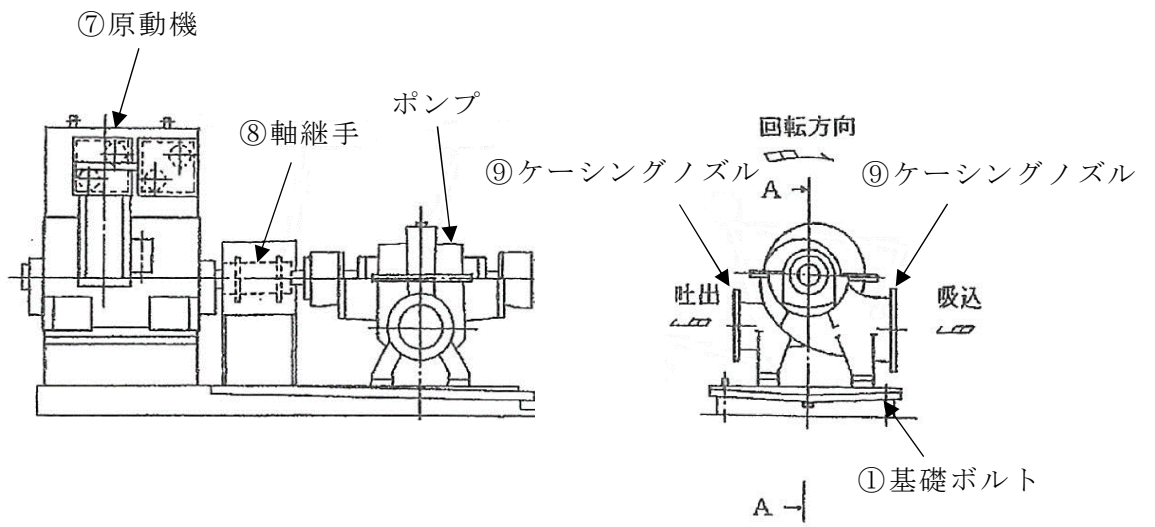


図 3 遠心式ポンプ構造概要図

表2 スクリュー式ポンプの主要仕様

		非常用ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプ	第一ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ
容 量	m <sup>3</sup> /h/個	<input type="text"/> 以上	3.0 以上
吐 出 圧 力	MPa	<input type="text"/> 以上	—
揚 程	m	—	61.4 以上
最高使用圧力	MPa	0.98	0.95
最高使用温度	℃	66	66
原 動 機 出 力	kw/個	2.2	1.5



### 3. 動的機能維持評価の評価項目の抽出

燃料移送ポンプの動的機能維持評価の評価項目の抽出に当たっては、電力共通研究（以下「電共研」という。）で検討したスクリー式ポンプに対する地震時異常要因分析を踏まえて評価項目の抽出を行う。また、当該検討において参考とした耐特委での機種／型式に対する評価項目を踏まえて検討する。動的機能維持評価のための評価項目の抽出フローを図4に示す。

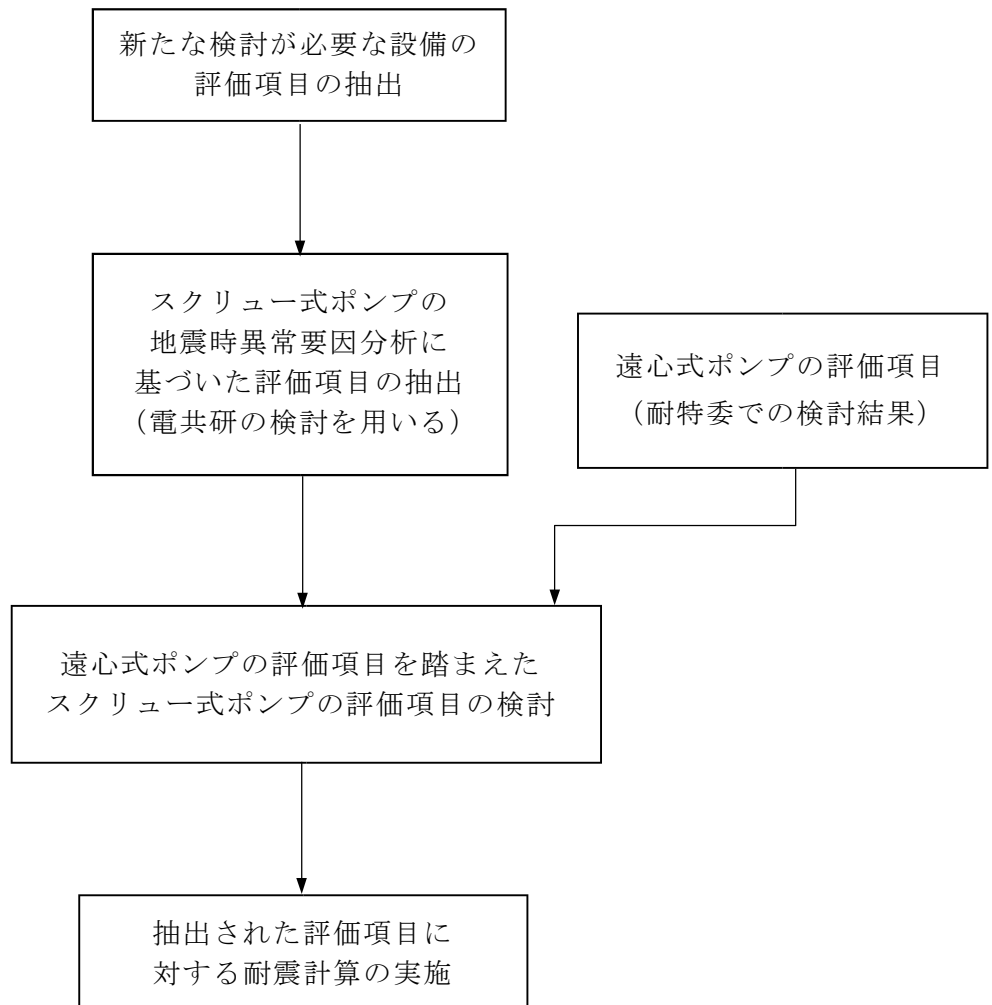
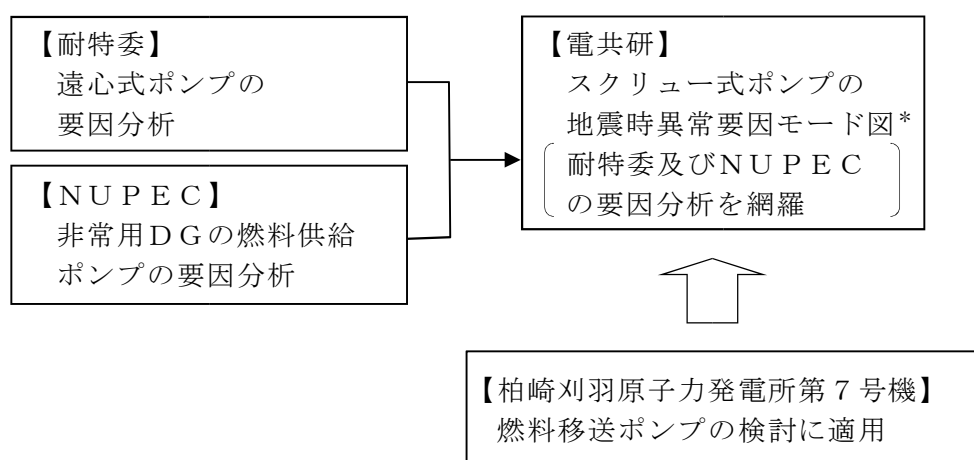


図4 動的機能維持評価のための評価項目の抽出フロー

### 3.1 スクリュー式ポンプの地震時異常要因分析による評価項目の抽出

電共研におけるスクリュー式ポンプの検討は、耐特委における遠心式ポンプ及び原子力発電技術機構（以下「NUPEC」という。）における非常用DGの燃料供給ポンプに対する異常要因分析結果（非常用ディーゼル発電機システム耐震実証試験（1992年3月））を網羅するように、スクリュー式ポンプに対する地震時異常要因分析を行い、評価項目を抽出している。図5に地震時異常要因分析の適用を示す。

電共研におけるスクリュー式ポンプの異常要因モード図を図6に、異常要因モード図に基づき抽出される評価項目を表3に示す。



注記\*：動的機器の地震時機能維持の耐震余裕に関する研究（平成25年3月）

図5 地震時異常要因分析の適用

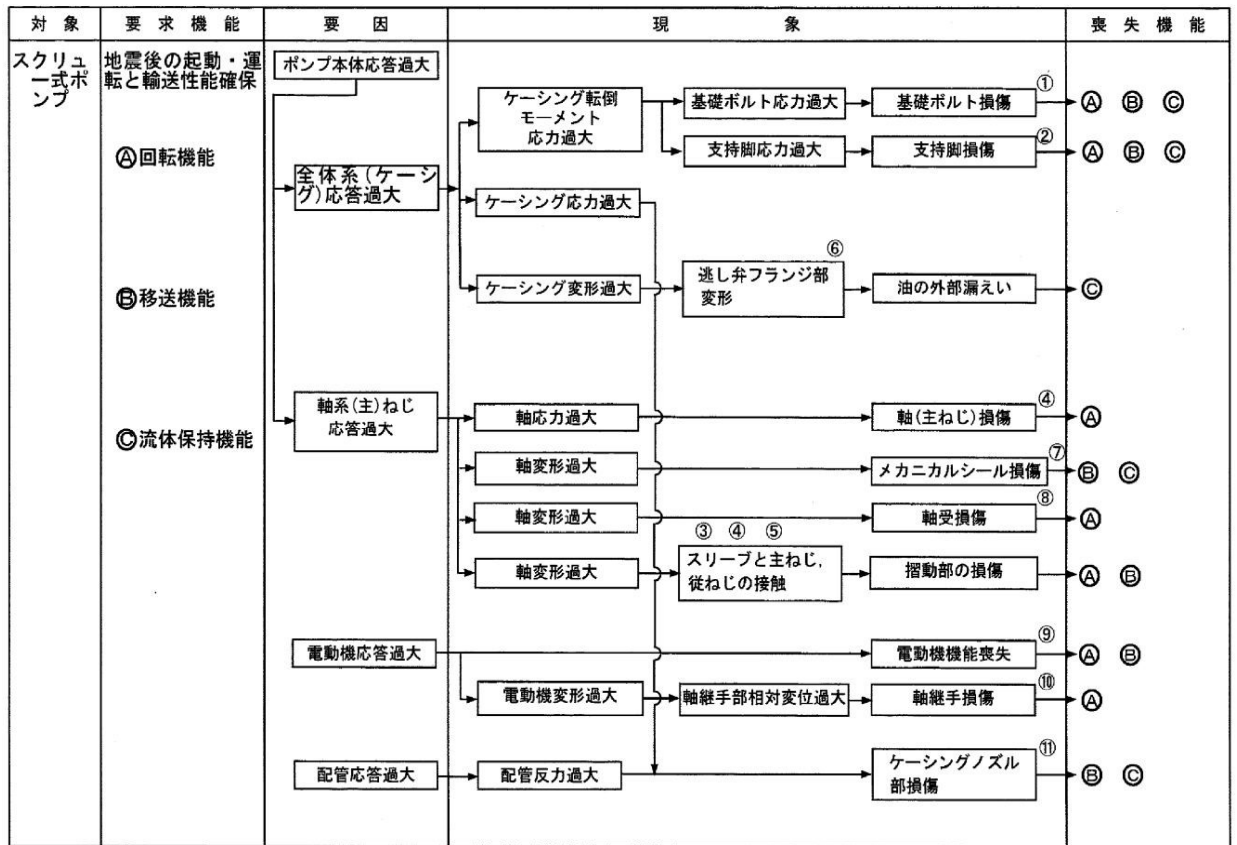


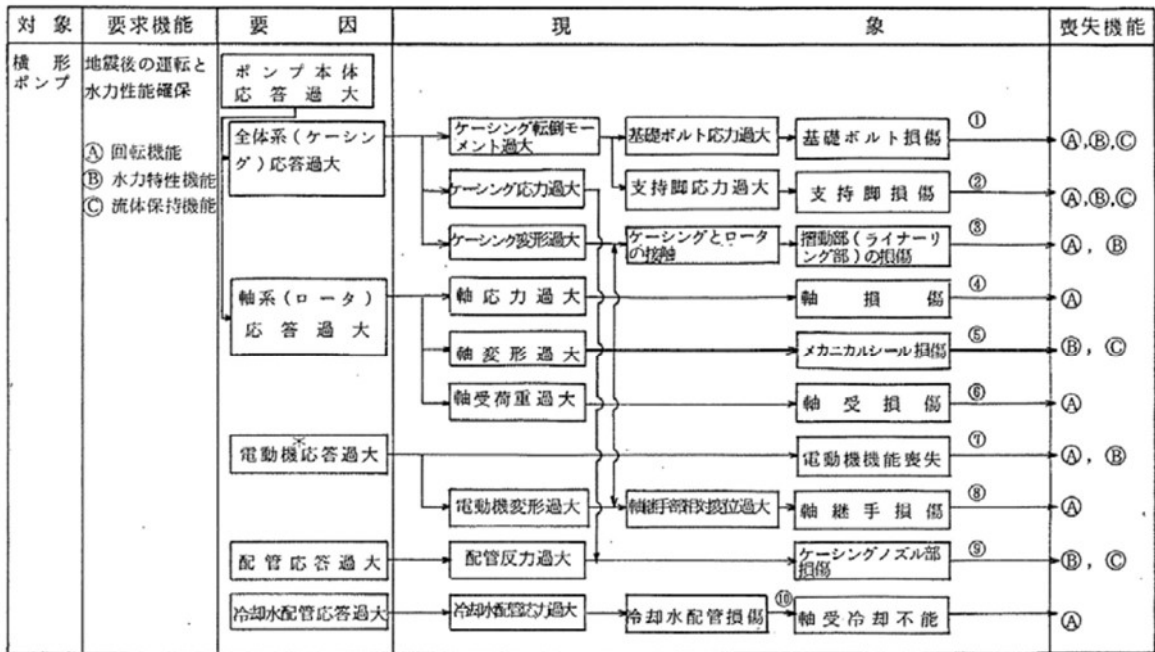
図6 スクリュー式ポンプの地震時異常要因モード図

表3 スクリュー式ポンプ異常要因モード図から抽出した評価項目

	評価項目	異常要因
①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体系の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト(取付ボルトを含む)の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することで機能喪失する。
②	支持脚	ポンプ全体系の応答が過大となることで、転倒モーメントにより支持脚の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することで機能喪失する。
③ ④ ⑤	摺動部 (③スリーブ④主ねじ ⑤従ねじのクリアランス)	軸系(主)ねじの応答が過大となることで、軸変形が過大となることによりスリーブと主ねじが接触し、摺動部が損傷に至り回転機能及び移送機能が喪失する。
④	軸系(主ねじ)	軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び移送機能が喪失する。
⑥	逃し弁	ケーシングの応答が過大となり、逃がし弁フランジ部が変形し、油の外部漏えいに至る。 ただし、ポンプと逃し弁フランジ部が結合されており、剛構造であることから変形は生じないこと、過度な地震慣性力による誤作動が起こってもすぐに復旧し、ポンプを損傷させないため、評価対象外とする。(添付1参照)
⑦	メカニカルシール	軸系(主)ねじの応答過大により軸変形に至りメカニカルシールが損傷することにより移送機能及び流体保持機能が喪失する。
⑧	軸受	軸変形が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び移送機能が喪失する。
⑨	原動機	原動機の応答が過大になり、原動機の機能が喪失することで、回転機能及び移送機能が喪失する。
⑩	軸継手	原動機の変形過大により軸受部の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能が喪失する。
⑪	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで移送機能及び流体保持機能が喪失する。

3.2 耐特委で検討された遠心式ポンプの地震時異常要因分析による評価項目の抽出

燃料移送ポンプの評価項目の検討において、公知化された検討として参考とする耐特委での遠心式ポンプの異常要因モード図を図7に、異常要因モード図から抽出される評価項目を表4に示す。



\* 駆動用タービンの場合も同様。また、増速機も含む。

図7 遠心式ポンプの地震時異常要因モード図

表 4 遠心式ポンプ異常要因モード図から抽出した評価項目

	評価項目	異常要因
① ②	基礎ボルト（取付ボルト含む）、支持脚	ポンプ全体系の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルト含む）の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。またポンプ全体系の応答が過大となることで、支持脚の応力が過大となり損傷に至り、ポンプが転倒することにより機能喪失する。
③	摺動部 （インペラとライナーリングのクリアランス）	軸変形が過大となり、インペラがライナーリングと接触することで損傷に至り、回転機能及び移送機能が喪失する。
④	軸	軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び移送機能が喪失する。
⑤	メカニカルシール	軸変形が過大となり、メカニカルシールが損傷することにより流体保持機能が喪失する。
⑥	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び移送機能が喪失する。
⑦	原動機	原動機の応答が過大になり原動機の機能が喪失することで、回転機能及び移送機能が喪失する。
⑧	軸継手	被駆動機軸と原動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び移送機能が喪失する。
⑨	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで移送機能及び流体保持機能が喪失する。
⑩	軸冷却水配管	冷却水配管の応答が過大となり、損傷することで軸冷却不能に至り、回転機能が喪失する。

### 3.3 燃料移送ポンプの評価項目

燃料移送ポンプの評価項目の抽出として、電共研におけるスクリー式ポンプの要因分析結果及び耐特委における遠心式ポンプの要因分析結果の整理結果を表5に示す。整理の結果それぞれの評価項目は、スクリー式ポンプの評価項目とほぼ同様であったが構造の違いによる差異が見られた。構造の差異として抽出された評価項目は下記のとおりである。

- ・摺動部（スクリー式ポンプ及び遠心式ポンプの両方で抽出された評価項目であるが、構成部品が異なる。）
- ・軸冷却水配管\*（スクリー式ポンプの評価項目になく遠心式ポンプのみで抽出）

注記\*：耐特委で検討された遠心式ポンプは、大型のポンプであり軸受としてすべり軸受を採用していることから、軸受の冷却が必要となる。このため、地震により軸冷却水配管の損傷に至ればポンプの機能維持に影響を及ぼすため、軸冷却水配管を評価項目として抽出している。一方でスクリー式ポンプは標準設計として、軸冷却水配管を有していない。軸冷却水配管は軸受の冷却のため設置されるが、スクリー式ポンプの軸受は内部流体で冷却が可能であるため、軸冷却水配管は設置されていない。

表 5 燃料移送ポンプの評価項目

	評価項目	異常要因
①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体系の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト(取付ボルトを含む)の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することで機能喪失する。
②	支持脚	ポンプ全体系の応答が過大となることで、転倒モーメントにより支持脚の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することで機能喪失する。
③ ④ ⑤	摺動部 (③スリーブ④主ねじ ⑤従ねじのクリアランス)	軸系(主)ねじの応答が過大となることで、軸変形が過大となることによりスリーブと主ねじが接触し、摺動部が損傷に至り回転機能及び移送機能が喪失する。
④	軸系(主ねじ)	軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び移送機能が喪失する。
⑥	メカニカルシール	軸系(主)ねじの応答過大により軸変形に至りメカニカルシールが損傷することにより移送機能及び流体保持機能が喪失する。
⑦	軸受	軸変形が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び移送機能が喪失する。
⑧	原動機	原動機の応答が過大になり、原動機の機能が喪失することで、回転機能及び移送機能が喪失する。
⑨	軸継手	原動機の変形過大により軸受部の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能が喪失する。
⑩	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで移送機能及び流体保持機能が喪失する。



### 3.4 燃料移送ポンプの評価項目の検討及び評価結果

燃料移送ポンプの評価項目について、動的機能維持が必要な項目を下記の通り検討し、選定結果及び各評価項目における選定基準値の設定を表6に、評価結果を表7及び表8に示す。

また、評価の詳細はV-2-10-1-2-1-5「燃料移送ポンプの耐震性についての計算書」及びV-2-10-1-2-2-2「第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの耐震性についての計算書」に示す。

#### ① 基礎ボルト（取付ボルトを含む）の評価

スクリー式ポンプは遠心式ポンプと同様に、基礎ボルトで固定された架台の上に、駆動機器及び被駆動機器が取付ボルトにより設置されており、地震時に有意な荷重がかかることから動的機能維持の評価項目として選定する。

#### ② 支持脚部の評価

支持脚部については、スクリー式ポンプと遠心式ポンプとで構造に大きな違いはなく、高い剛性を有するためにケーシング定着部に荷重がかかる構造となっている。このため、取付ボルト及び基礎ボルトが評価上厳しい部位であるため、取付ボルト及び基礎ボルトの評価で代表できるため、計算書の対象外とする。

#### ③④⑤ 摺動部の評価

摺動部の損傷の観点より、遠心式ポンプの検討におけるケーシングと接触して損傷するライナーリング部の評価を行うのと同様に、スクリー式ポンプにおける評価項目を以下のとおり選定する。

スクリー式ポンプのスクリー部は、構造が非常に剛であり、地震応答増幅が小さく動的機能評価上重要な部分の地震荷重が通常運転荷重に比べて十分小さいと考えられる。また、スリーブ部については、ケーシング部に設置されている。

軸系（主ねじ）についてはラジアル軸受で支持されており、軸変形によりスリーブ部と接触することで回転機能及び輸送機能が喪失に至ることが考えられるため、動的機能維持の評価項目として選定する。

#### ④ 軸系の評価

スクリー式ポンプは主ねじ及び従ねじを有する構造であり、一軸構造の遠心式ポンプとは軸の構造が異なるが、軸系の損傷によってポンプとしての機能を喪失することは同様である。このため、スクリー式ポンプにおいても、遠心式ポンプと同様に、軸応力過大により軸損傷が発生しないことを確認するため、軸系の評価を動的機能維持の評価項目として選定する。

⑥ メカニカルシール

ポンプにおいてメカニカルシールの役割は流体の保持であり，その役割はスクリー式ポンプも遠心式ポンプも同じである。当該メカニカルシールが損傷することにより，ポンプの流体保持機能喪失につながるため，動的機能維持の評価項目として選定する。

⑦ 軸受の評価

ポンプにおいて，軸受の役割は回転機能の保持であり，その役割はスクリー式ポンプも遠心式ポンプも同じである。当該軸受が損傷することにより，ポンプの機能喪失につながるため，動的機能維持の評価項目として選定する。また，評価においては発生する荷重としてスラスト方向及びラジアル方向の荷重を考慮して評価を行う。

⑧ 原動機の評価

スクリー式ポンプの原動機は横向きに設置されるころがり軸受を使用する原動機であり，耐特委で検討されている横型ころがり軸受電動機の適用範囲内であることから，機能確認済加速度との比較により評価を行う。

⑨ 軸継手の評価

スクリー式ポンプは，遠心式ポンプと同様に，軸受でスラスト荷重を受け持つことから，軸継手にはスラスト荷重による有意な応力が発生しないため，計算書の評価対象外とする。

⑩ ケーシングノズルの評価

柏崎刈羽原子力発電所第7号機で使用するスクリー式ポンプの吸込，吐出部は直接配管のフランジを接続する構造でありノズル形状を有さないため，計算書の対象外とする。

表 6 評価基準値（許容値）の設定

評価項目	評価基準値（許容値）の設定
① 基礎ボルト， ポンプ取付 ボルト，原動 機取付ボル ト	支持機能の確保の観点から，運転状態Ⅳを基本として，通常材料の実降伏点在设计値に対し余裕があることを考慮し，概ね降伏点以下と同等とした値としてⅣ <sub>A</sub> Sを許容値とした。
③④ 摺動部	主ねじとスリーブの接触により回転機能，移送機能が阻害されるという観点から，主ねじとスリーブのクリアランスを許容値とした。
④ 軸	回転機能の確保の観点から，軸（主ねじ）の変形を弾性範囲内に留めるようⅢ <sub>A</sub> Sを許容値とした。
⑥ メカニカル シール	流体保持機能の確保の観点から，シール回転環の変位可能寸法を許容値とした。
⑦ 軸受	回転機能の確保の観点から，メーカーが推奨する許容面圧を許容値とした。
⑧ 原動機	回転機能，移送機能の確保の観点から，水平方向はJ E A G 4 6 0 1に記載の電動機（横型ころがり軸受機）の機能確認済加速度である4.7 [G]，鉛直方向は1.0 [G]を許容値とした。

表 7 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ評価結果

評価部位	項目	応力分類	発生値	許容値	評価		
①-1 基礎ボルト	応力	引張 (MPa)			○		
		せん断 (MPa)			○		
①-2 ポンプ取付ボルト	応力	引張 (MPa)			○		
		せん断 (MPa)			○		
①-3 原動機取付ボルト	応力	引張 (MPa)			○		
		せん断 (MPa)			○		
④ 主ねじ	変位	— (mm)			○		
④ 軸	応力	せん断 (MPa)			○		
⑥ メカニカルシール	変位	— (mm)			○		
⑦ 軸受*	面圧	⑦-1 ラジアル(原動機側) (MPa)			○		
		⑦-1 ラジアル(負荷側) (MPa)			○		
		⑦-2 スラスト (MPa)			○		
⑧ 原動機	加速度	水平 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )			0.85	4.7	○
		鉛直 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )			0.85	1.0	○

注：①～⑦はV-2-1-7「設計用応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 $S_s$ により定まる設計用最大応答加速度Ⅱ（1.0ZPA）[水平：1.41（ $\times 9.8\text{m/s}^2$ ），鉛直1.11（ $\times 9.8\text{m/s}^2$ ）]，⑧は設計用最大応答加速度Ⅰ（1.0ZPA）で評価。

注記\*：軸受が受ける荷重のうちラジアル荷重は原動機側及び負荷側の各軸質量，スラスト荷重は軸系総質量を用いて算出

表 8 第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ評価結果

評価部位	項目	応力分類	発生値	許容値	評価		
①-1 基礎ボルト	応力	引張 (MPa)			○		
		せん断 (MPa)			○		
①-2 ポンプ取付ボルト	応力	引張 (MPa)			○		
		せん断 (MPa)			○		
①-3 原動機取付ボルト	応力	引張 (MPa)			○		
		せん断 (MPa)			○		
④ 主ねじ	変位	— (mm)					○
④ 軸	応力	せん断 (MPa)					○
⑥ メカニカルシール	変位	— (mm)					○
⑦ 軸受*	面圧	⑦-1 ラジアル(原動機側) (MPa)			○		
		⑦-1 ラジアル(負荷側) (MPa)			○		
		⑦-2 スラスト (MPa)			○		
⑧ 原動機	加速度	水平 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )	0.72	4.7	○		
		鉛直 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )	0.80	1.0	○		

注：V-2-1-7「設計用応答曲線の作成方針」に基づき，基準地震動  $S_s$  により定まる設計用最大応答加速度 I (1.0ZPA) [水平： $0.72 (\times 9.8\text{m/s}^2)$ ，鉛直  $0.80 (\times 9.8\text{m/s}^2)$ ] で評価

注記\*：軸受が受ける荷重のうちラジアル荷重は保守的に軸系総質量を用いて算出

## 逃がし弁における動的機能維持評価対象外の考え方について

## 1. 概要

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ及び第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの逃がし弁（以下「逃がし弁」という。）については、動的機能維持評価を不要としている。以下に、逃がし弁が評価不要な理由を示す。

## 2. 逃がし弁の構造について

逃がし弁は、シート面に弁をばねで押付けており、ポンプの吐出圧力が逃がし弁のばね荷重を上回った際に開き、吐出圧力が一定以上上昇しない構造となっている。また、逃がし弁はポンプ本体上部に横向きで取付けられている。

## 3. 動的機能維持評価項目について

逃がし弁における動的機能維持評価項目は、異常要因モード図から逃がし弁フランジ部の変形による油の外部漏えいが上げられる。また、その他に地震慣性力により逃がし弁の誤作動が考えられるが、誤作動により弁が開いても油が漏れないこと、一時的に油が吐出側から吸込側へ流れるがポンプ内での循環であるためポンプへの損傷はないこと、地震慣性力が無くなると弁が復旧し、通常運転状態へ戻ることから誤作動における動的機能維持の評価は不要と考える。ただし、念のため地震慣性力による誤作動が起こり得るのか確認する。

上記から逃がし弁の動的機能維持評価項目として対応となる以下の項目について、評価対象外とする考え方を 4 項及び 5 項にて確認する。

- ・逃がし弁フランジ部の変形による油の外部漏えいについて
- ・逃がし弁の地震慣性力による誤作動について

## 4. 逃がし弁フランジ部の変形による油の外部漏えいについて

逃がし弁は、剛構造であるポンプのケーシングに一体となるようフランジで取り付けられているため燃料移送ポンプと同様に剛構造となり、フランジ部の変形は生じないことから逃がし弁フランジ部の変形による油の外部漏えいは発生しないと考えられる。燃料移送ポンプの構造概要を図 1 に示す。

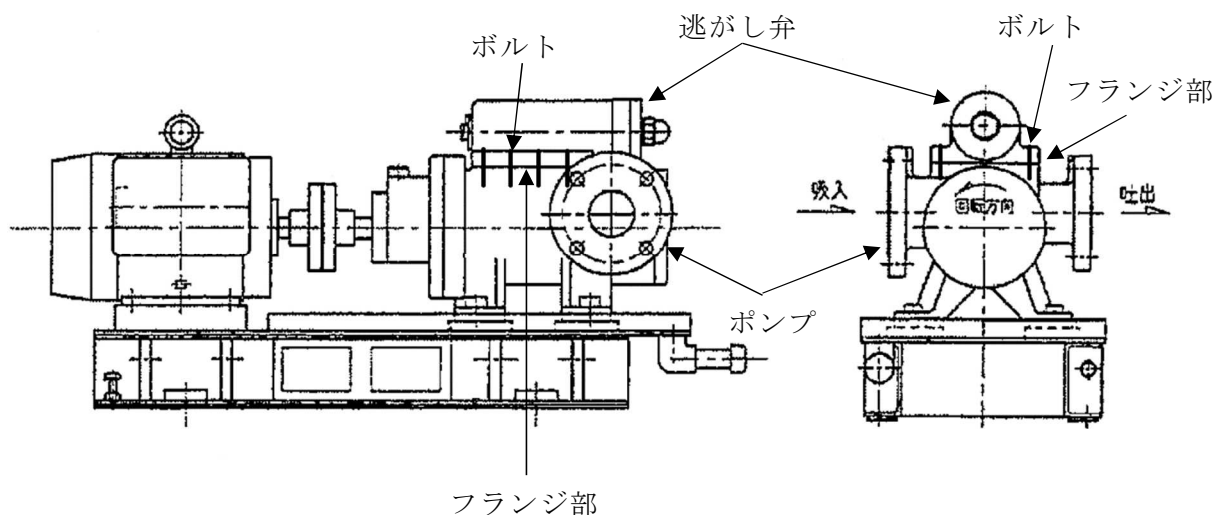


図1 燃料移送ポンプ構造概要図

5. 逃がし弁の地震慣性力による誤作動について

弁の動的機能維持の評価においては、機能維持評価用加速度と機能確認済加速度との比較を行うが、J E A G 4 6 0 1に記載されている標準的な弁は縦向きに取付けられており、評価に使用する機能確認済加速度を横向きに取付けられている逃がし弁にそのまま適用することはできないと考える。そのため、逃がし弁においては水平方向の地震慣性力により作用する力と逃がし弁のばね力との比較により構造強度に問題が無いこと及び誤作動の有無を確認する。また、逃がし弁は燃料移送ポンプと同様に剛構造と考えられることから燃料移送ポンプの機能維持評価用加速度を使用する。

5.1 逃がし弁の動的機能維持について

逃し弁が開くのに必要な力が、地震により逃し弁に作用する水平方向の地震慣性力より大きいことを次式で確認する。

評価は、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ及び第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプのうち、水平方向地震力が大きい非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプについて確認する。逃がし弁の構造図を図2に示す。

$$K \delta_0 - P A > m g C_H$$

式中の記号は以下のとおり。

記号	記号の説明	値	単位
K	ばね定数	[Redacted]	N/mm
$\delta_0$	ばね変位		mm
P	運転時に逃し弁の開方向に作用する圧力		MPa
A	圧力 P の受圧部面積		mm <sup>2</sup>
m	逃し弁質量		kg
g	重力加速度		m/s <sup>2</sup>
$C_H$	水平方向震度*	1.41	—

注：V-2-1-7「設計用応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる設計用最大応答加速度  $\Pi$  (1.0ZPA) [水平：1.41 (×9.8m/s<sup>2</sup>)、鉛直 1.11 (×9.8m/s<sup>2</sup>)] で評価

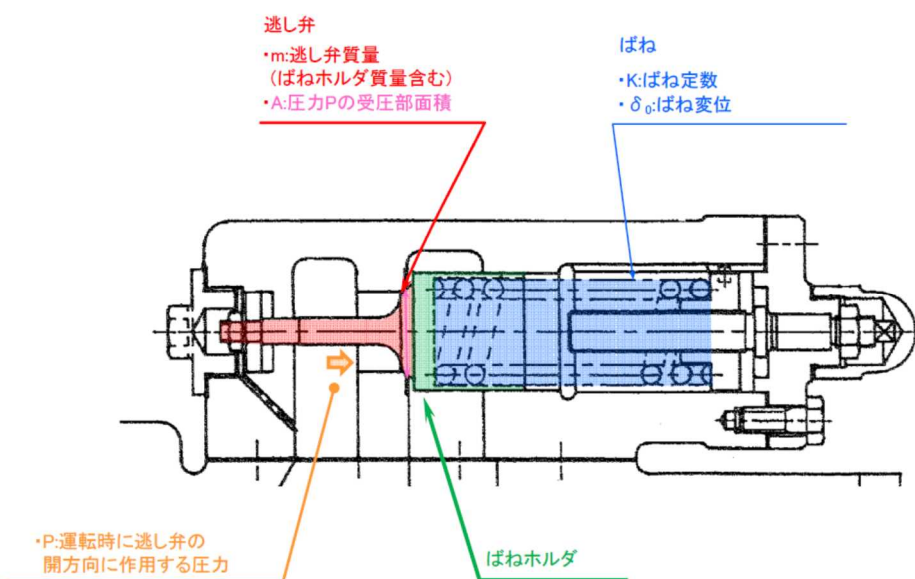


図2 逃がし弁の構造図

## 5.2 評価結果

評価結果を以下に示す。

$$K \delta_0 - P A = [Redacted] \quad [N]$$

$$m g C_H = [Redacted] \times 9.80665 \times 1.41 = [Redacted] \quad [N]$$

よって、 $K \delta_0 - P A > m g C_H$  であることから、逃し弁が開くのに必要な力は、逃し弁に作用する地震慣性力より大きいため、逃がし弁の構造強度に問題ないこと及び誤作動は起こらないと言える。



6. 結論

4 項及び 5 項の結果から，逃し弁は動的機能維持評価の対象外とすることに問題ないと考える。

以 上

弁の動的機能維持評価について

## 目 次

1. はじめに	1
2. 弁の動的機能維持評価に用いる配管系の応答値について	1
3. スペクトルモーダル解析において考慮する高振動数領域及び床応答曲線について	3
4. 高振動数領域を考慮した弁の動機機能維持評価結果	4

添付 1 高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価

添付 2 弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線について

添付 3 耐震計算書における機能維持評価対象弁の選定方法について

添付 4 弁の動的機能維持評価における有意な応答増加に関する補足説明

添付 5 機能維持評価用加速度の応答増加が確認された弁に対する要因の推定

添付 6 原子炉格納容器内に設置されている弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線について

## 1. はじめに

本資料では、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈等における動的機能保持に関する評価に係る一部改正（以下「技術基準規則解釈等の改正」という。）及びそれに伴い改正された耐震設計に係る工認審査ガイドの記載を踏まえて、弁の動的機能維持の検討方針を示す。

## 耐震設計に係る工認審査ガイド（抜粋）

弁等の機器の地震応答解析結果の応答加速度が当該機器を支持する配管の地震応答により増加すると考えられるときは、当該機器については、当該配管の地震応答の影響を考慮し、一定の余裕を見込むこと。

## 2. 弁の動的機能維持評価に用いる配管系の応答値について

技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、柏崎刈羽原子力発電所第7号機の配管系に設置される弁の動的機能維持評価に適用する加速度値の算定方針について、規格基準に基づく設計手順を整理し、比較することにより示す。規格基準に基づく手法としてJ E A G 4 6 0 1-1991 の当該記載部の抜粋を図1に示す。

### (1) 規格基準に基づく設計手順の整理

J E A G 4 6 0 1-1991 において、弁の動的機能維持評価に用いる弁駆動部の応答加速度の算定方針が示されている。

配管系が剛と判断される場合は最大加速度（以下「ZPA」という。）を用いること、また、柔の場合は設計用床応答曲線を入力とした配管系のスペクトルモーダル解析を行い算出された弁駆動部での応答加速度を用いることにより、弁の動的機能維持評価を実施することとされている。

### (2) 今回工認における柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計手順

今回工認における柏崎刈羽原子力発電所第7号機の弁駆動部での応答加速度値の設定は、耐震設計に係る工認審査ガイドの記載を踏まえ、上記の規定に加えて一定の余裕を見込むとともに、配管解析に用いるスペクトルモーダル解析では各モードの応答をモード合成して最大応答を算出していることに鑑みて、20Hzを超える振動数領域まで考慮した地震応答解析を実施する方針とする。

a. 剛の場合（配管系の1次固有周期が20Hz以上の場合）

配管系が剛な場合は、最大加速度に一定の余裕を考慮し1.2倍した値(1.2ZPA)を用いて弁駆動部の応答加速度を算出し、機能維持評価を実施する。

b. 柔の場合（配管系の1次固有周期が20Hz未満の場合）

配管系が柔の場合は、J E A G 4 6 0 1-1991 の手順と同様にスペクトルモーダル解析を行い弁駆動部の応答加速度を算出した値に加えて、剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から1.2倍した最大加速度（1.2ZPA）による弁駆動部の応答加速度を算定し、何れか大きい加速度を用いて機能維持評価を行う方針とする。

また、今回工認における弁駆動部の応答加速度の算定に用いる配管系のスペクトルモーダル解析において、剛領域の振動モードの影響を踏まえて、20Hzを超える振動数領域まで考慮した地震応答解析により、弁駆動部の応答加速度値の算定を行う。

弁の機能維持評価における規格基準に基づく耐震設計手順及び柏崎刈羽原子力発電所第7号機の耐震設計手順の比較を表1に示す。表1に示すとおり、柏崎刈羽原子力発電所第7号機における弁の機能維持評価に用いる加速度値としては、規格基準に基づく設定方法に比べて一定の裕度を見込んだ値としている。

#### (5) 地震応答解析

弁の地震応答を算出するに当たり、(4)項で作成した弁モデルを配管系モデルに組み込み、地震応答解析を実施する。この場合の解析方法は、配管系の固有値に応じて静的応答解析法あるいはスペクトルモーダル応答解析法を用いる。

配管系の固有値が剛と判断される場合は、静的応答解析を行うが、この場合弁に加わる加速度は設計用床応答スペクトルのZPA（ゼロ周期加速度）であり、これを弁駆動部応答加速度と見なして評価を行う。また、剛の範囲にない場合には、原則として(3)項で定めた設計用床応答スペクトルを入力とする配管系のスペクトルモーダル解析を行い、算出された弁駆動部応答加速度を用いて弁の評価を実施する。更に、弁の詳細評価が必要となる場合には、弁各部の強度評価に必要な応答荷重を算出する。

なお、減衰定数については現在配管系の解析に使用されている0.5~2.5%の値を用いるものとする。

図1 J E A G 4 6 0 1-1991 の抜粋 (P345)

表 1 弁の機能維持評価の耐震設計手順の比較

配管系の 固有値	J E A G 4 6 0 1 -1991	柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機
剛の場合	最大加速度 (1.0ZPA) を適用する。	最大加速度を 1.2 倍した値 (1.2ZPA) を適用
柔の場合	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。	スペクトルモーダル解析*から算定される弁駆動部の応答加速度値又は最大加速度を 1.2 倍した値 (1.2ZPA) の何れか大きい方を適用する。

注記\* : 20Hz を超える振動数領域まで考慮した地震応答解析により算定する。

### 3. スペクトルモーダル解析において考慮する高振動数領域及び床応答曲線について

高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価について、動的機能維持要求弁として原子炉格納容器内に設置される主蒸気隔離弁及び原子炉格納容器外に設置される残留熱除去系の弁に対して検討を行った。

柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機における従来の弁の機能維持評価に用いる振動数領域は 20Hz までとしていたが、新たに 30Hz、50Hz まで考慮したスペクトルモーダル解析を実施した。本検討の詳細は添付 1 に示す。

解析結果として 30Hz まで振動数を考慮した場合については、20Hz に比べて応答加速度が増加したものの、50Hz まで考慮した場合には、30Hz までの応答加速度に対して、弁駆動部の応答加速度値に増加がないことから、柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機における弁の機能維持評価に用いる振動数領域については、30Hz までを基本として評価を実施することとする。

また、床応答曲線の作成方法の妥当性確認として、30Hz まで作成した床応答曲線と 20Hz から 30Hz までの領域を最大加速度 (1.0ZPA) とした床応答曲線を用いてスペクトルモーダル解析を実施した。本検討の詳細は添付 2 に示す。

本検討より、20Hz 近傍にて卓越する応答を示す原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎については、20Hz を超えた範囲を最大加速度 (1.0ZPA) とした場合に対して、30Hz まで作成した床応答曲線を用いた場合において応答加速度の増加が確認された。弁の動的機能維持評価に用いる評価条件は以下のとおりとする。原子炉格納容器内は添付 6 に記載している床応答曲線の 50Hz 以上の領域を最大加速度 (1.0ZPA) とし、原子炉格納容器外は V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に記載している設計用床応答曲線 I の 20Hz 以上の領域を最大加速度 (1.0ZPA) とし評価に用いる。

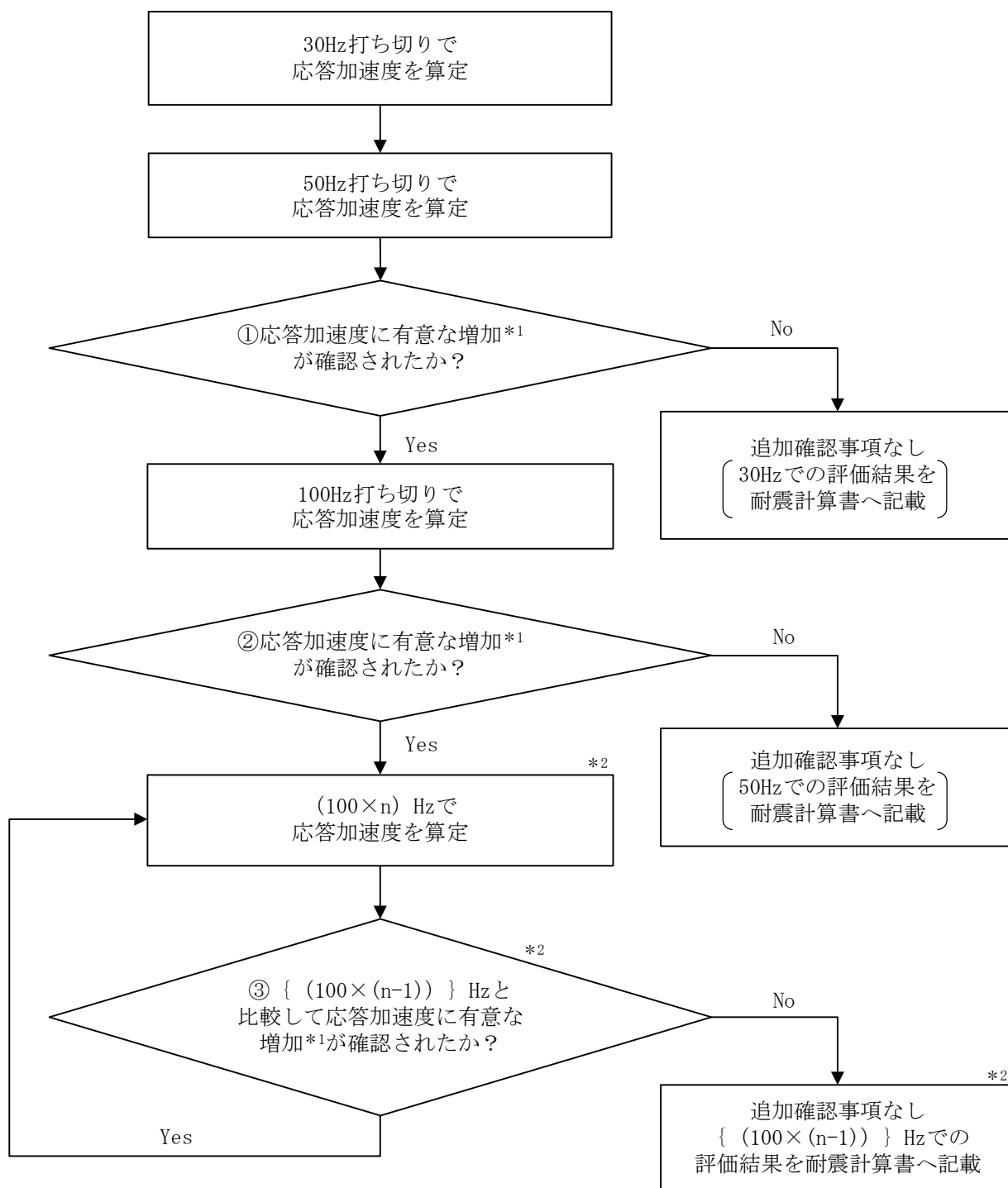
表 1 弁の動的機能維持評価に用いる評価条件

評価対象弁の設置箇所	弁の動的機能維持評価に用いる評価条件
原子炉格納容器内	床応答スペクトルの作成を 50Hz とし 50Hz を超えた範囲は最大加速度 (1.0ZPA) とする
原子炉格納容器外	床応答スペクトルの作成を 20Hz とし 20Hz を超えた範囲は最大加速度 (1.0ZPA) とする

なお、本評価は代表的な弁での検討であるため、その他の動的機能要求弁（添付 3 参照）についても、振動数領域を 30Hz 及び 50Hz まで考慮した応答加速度の比較を行うこととし、有意な応答増加が確認された場合は有意な応答増加がなくなる範囲まで振動数領域を拡張することにより、機能維持の確認を行う（図 2 参照）。有意な応答増加の詳細については添付 4 に示す。

#### 4. 高振動数領域を考慮した弁の動機機能維持評価結果

振動数領域を 30Hz 及び 50Hz まで考慮した場合の応答加速度を表 2 に示す。表 3 には 50Hz で応答加速度に有意な増加が確認された弁について、更なる高振動数領域として 100Hz まで考慮した場合の応答増加の影響確認結果を示す。表 3 に示すとおり、高振動数領域まで考慮した弁の応答加速度値として、機能維持対象弁は、有意な応答増加がないこと及び機能確認済加速度に収まることを確認した。50Hz で応答加速度に有意な増加が確認された弁に対する要因推定は添付 5 に示す。



注記\*1 : 有意な増加とは、応答加速度の増加率が10%以上且つ、応答加速度の増加値が機能確認済加速度の10%以上である場合を指す（例：機能確認済加速度が6.0Gの弁の場合、応答加速度の増加率が10%以上且つ、応答加速度の増加値が0.6G以上であれば有意な増加として扱う）

\*2 : nの初期値は2とし、③の結果がYesになるごとに1を加算していく

図2 高振動数領域を考慮した動的機能維持評価フロー



表 2(1) 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済加 速度に対する比率 (②-①) / ③)	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
1	MS	B21-F001A	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	8.17 ( 8.17 ) ( 1.72 )	9.6	1.18	8.17 ( 8.17 ) ( 1.72 )	9.6	1.18	1.00	0.00%	
					鉛直	3.27 ( 3.27 ) ( 1.06 )	6.1	1.87	3.27 ( 3.27 ) ( 1.06 )	6.1	1.87	1.00	0.00%	
2	MS	B21-F001B	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	8.17 ( 8.17 ) ( 1.72 )	9.6	1.18	8.17 ( 8.17 ) ( 1.72 )	9.6	1.18	1.00	0.00%	
					鉛直	2.66 ( 2.66 ) ( 1.06 )	6.1	2.29	2.76 ( 2.76 ) ( 1.06 )	6.1	2.21	1.04	1.64%	
3	MS	B21-F001C	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	5.72 ( 5.72 ) ( 1.72 )	9.6	1.68	5.72 ( 5.72 ) ( 1.72 )	9.6	1.68	1.00	0.00%	
					鉛直	1.84 ( 1.84 ) ( 1.06 )	6.1	3.32	2.15 ( 2.15 ) ( 1.06 )	6.1	2.84	1.17	5.09%	
4	MS	B21-F001D	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	7.45 ( 7.45 ) ( 1.72 )	9.6	1.29	7.45 ( 7.45 ) ( 1.72 )	9.6	1.29	1.00	0.00%	
					鉛直	1.74 ( 1.74 ) ( 1.06 )	6.1	3.51	2.25 ( 2.25 ) ( 1.06 )	6.1	2.71	1.29	8.37%	
5	MS	B21-F001E	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	5.31 ( 5.31 ) ( 1.72 )	9.6	1.81	5.31 ( 5.31 ) ( 1.72 )	9.6	1.81	1.00	0.00%	
					鉛直	1.94 ( 1.94 ) ( 1.06 )	6.1	3.14	2.05 ( 2.05 ) ( 1.06 )	6.1	2.98	1.06	1.81%	
6	MS	B21-F001F	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	6.13 ( 6.13 ) ( 1.72 )	9.6	1.57	6.13 ( 6.13 ) ( 1.72 )	9.6	1.57	1.00	0.00%	
					鉛直	2.25 ( 2.25 ) ( 1.06 )	6.1	2.71	2.25 ( 2.25 ) ( 1.06 )	6.1	2.71	1.00	0.00%	
7	MS	B21-F001G	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	5.62 ( 5.62 ) ( 1.72 )	9.6	1.71	5.62 ( 5.62 ) ( 1.72 )	9.6	1.71	1.00	0.00%	
					鉛直	2.05 ( 2.05 ) ( 1.06 )	6.1	2.98	2.05 ( 2.05 ) ( 1.06 )	6.1	2.98	1.00	0.00%	
8	MS	B21-F001H	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	6.43 ( 6.43 ) ( 1.72 )	9.6	1.49	6.54 ( 6.54 ) ( 1.72 )	9.6	1.47	1.02	1.15%	
					鉛直	2.15 ( 2.15 ) ( 1.06 )	6.1	2.84	2.25 ( 2.25 ) ( 1.06 )	6.1	2.71	1.05	1.64%	
9	MS	B21-F001J	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	5.52 ( 5.52 ) ( 1.72 )	9.6	1.74	5.72 ( 5.72 ) ( 1.72 )	9.6	1.68	1.04	2.09%	
					鉛直	1.94 ( 1.94 ) ( 1.06 )	6.1	3.14	2.25 ( 2.25 ) ( 1.06 )	6.1	2.71	1.16	5.09%	
10	MS	B21-F001K	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	8.37 ( 8.37 ) ( 1.72 )	9.6	1.15	8.47 ( 8.47 ) ( 1.72 )	9.6	1.13	1.01	1.05%	
					鉛直	1.84 ( 1.84 ) ( 1.06 )	6.1	3.32	1.94 ( 1.94 ) ( 1.06 )	6.1	3.14	1.05	1.64%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。

表 2(2) 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②)/①	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済加 速度に対する比率 (②-①)/③	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
11	MS	B21-F001R	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	7.15 ( 7.15 ) ( 1.72 )	9.6	1.34	7.15 ( 7.15 ) ( 1.72 )	9.6	1.34	1.00	0.00%	
					鉛直	2.25 ( 2.25 ) ( 1.06 )	6.1	2.71	2.25 ( 2.25 ) ( 1.06 )	6.1	2.71	1.00	0.00%	
12	MS	B21-F001R	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	6.13 ( 6.13 ) ( 1.72 )	9.6	1.57	6.23 ( 6.23 ) ( 1.72 )	9.6	1.54	1.02	1.05%	
					鉛直	1.94 ( 1.94 ) ( 1.06 )	6.1	3.14	1.94 ( 1.94 ) ( 1.06 )	6.1	3.14	1.00	0.00%	
13	MS	B21-F001R	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	6.74 ( 6.74 ) ( 1.72 )	9.6	1.42	6.84 ( 6.84 ) ( 1.72 )	9.6	1.40	1.01	1.05%	
					鉛直	2.45 ( 2.45 ) ( 1.06 )	6.1	2.49	2.45 ( 2.45 ) ( 1.06 )	6.1	2.49	1.00	0.00%	
14	MS	B21-F001R	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	6.33 ( 6.33 ) ( 1.72 )	9.6	1.52	6.43 ( 6.43 ) ( 1.72 )	9.6	1.49	1.02	1.05%	
					鉛直	2.86 ( 2.86 ) ( 1.06 )	6.1	2.13	2.86 ( 2.86 ) ( 1.06 )	6.1	2.13	1.00	0.00%	
15	MS	B21-F001R	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	8.17 ( 8.17 ) ( 1.72 )	9.6	1.18	8.17 ( 8.17 ) ( 1.72 )	9.6	1.18	1.00	0.00%	
					鉛直	3.47 ( 3.47 ) ( 1.06 )	6.1	1.76	3.47 ( 3.47 ) ( 1.06 )	6.1	1.76	1.00	0.00%	
16	MS	B21-F001S	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	5.41 ( 5.41 ) ( 1.72 )	9.6	1.77	5.41 ( 5.41 ) ( 1.72 )	9.6	1.77	1.00	0.00%	
					鉛直	2.66 ( 2.66 ) ( 1.06 )	6.1	2.29	2.86 ( 2.86 ) ( 1.06 )	6.1	2.13	1.08	3.28%	
17	MS	B21-F001T	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	5.52 ( 5.52 ) ( 1.72 )	9.6	1.74	5.62 ( 5.62 ) ( 1.72 )	9.6	1.71	1.02	1.05%	追加確認 対象
					鉛直	1.64 ( 1.64 ) ( 1.06 )	6.1	3.72	2.35 ( 2.35 ) ( 1.06 )	6.1	2.60	1.43	11.64%	
18	MS	B21-F001U	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	6.74 ( 6.74 ) ( 1.72 )	9.6	1.42	6.74 ( 6.74 ) ( 1.72 )	9.6	1.42	1.00	0.00%	追加確認 対象
					鉛直	1.33 ( 1.33 ) ( 1.06 )	6.1	4.59	2.25 ( 2.25 ) ( 1.06 )	6.1	2.71	1.69	15.09%	
19	MS	B21-F002A	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グローブ弁	水平	3.88 ( 3.88 ) ( 1.72 )	10.0	2.58	3.98 ( 3.98 ) ( 1.72 )	10.0	2.51	1.03	1.00%	
					鉛直	2.66 ( 2.66 ) ( 1.06 )	6.2	2.33	2.66 ( 2.66 ) ( 1.06 )	6.2	2.33	1.00	0.00%	
20	MS	B21-F002B	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グローブ弁	水平	4.49 ( 4.49 ) ( 1.72 )	10.0	2.23	4.60 ( 4.60 ) ( 1.72 )	10.0	2.17	1.02	1.10%	
					鉛直	5.21 ( 5.21 ) ( 1.06 )	6.2	1.19	5.21 ( 5.21 ) ( 1.06 )	6.2	1.19	1.00	0.00%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。

表 2(3) 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②)/①	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済加 速度に対する比率 (②-①)/③	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (②)	裕度	機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (②)	裕度			
21	MS	B21-F002C	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グロープ弁	水平	5.72 ( 5.72 ) ( 1.72 )	10.0	1.75	5.72 ( 5.72 ) ( 1.72 )	10.0	1.75	1.00	0.00%	
					鉛直	3.27 ( 3.27 ) ( 1.06 )	6.2	1.90	3.27 ( 3.27 ) ( 1.06 )	6.2	1.90	1.00	0.00%	
22	MS	B21-F002D	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グロープ弁	水平	5.21 ( 5.21 ) ( 1.72 )	10.0	1.92	5.21 ( 5.21 ) ( 1.72 )	10.0	1.92	1.00	0.00%	
					鉛直	3.88 ( 3.88 ) ( 1.06 )	6.2	1.60	3.88 ( 3.88 ) ( 1.06 )	6.2	1.60	1.00	0.00%	
23	MS	B21-F003A	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グロープ弁	水平	5.22 ( 5.22 ) ( 3.32 )	10.0	1.92	5.36 ( 5.36 ) ( 3.32 )	10.0	1.87	1.03	1.41%	
					鉛直	1.81 ( 1.81 ) ( 1.09 )	6.2	3.43	1.86 ( 1.86 ) ( 1.09 )	6.2	3.33	1.03	0.81%	
24	MS	B21-F003B	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グロープ弁	水平	4.16 ( 4.16 ) ( 3.32 )	10.0	2.40	4.36 ( 4.36 ) ( 3.32 )	10.0	2.29	1.05	2.00%	
					鉛直	1.87 ( 1.87 ) ( 1.09 )	6.2	3.32	1.93 ( 1.93 ) ( 1.09 )	6.2	3.21	1.03	0.97%	
25	MS	B21-F003C	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グロープ弁	水平	5.39 ( 5.39 ) ( 3.32 )	10.0	1.86	5.62 ( 5.62 ) ( 3.32 )	10.0	1.78	1.04	2.30%	
					鉛直	1.68 ( 1.68 ) ( 1.09 )	6.2	3.69	1.75 ( 1.75 ) ( 1.09 )	6.2	3.54	1.04	1.13%	
26	MS	B21-F003D	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グロープ弁	水平	5.08 ( 5.08 ) ( 3.32 )	10.0	1.97	5.26 ( 5.26 ) ( 3.32 )	10.0	1.90	1.04	1.80%	
					鉛直	1.92 ( 1.92 ) ( 1.09 )	6.2	3.23	2.01 ( 2.01 ) ( 1.09 )	6.2	3.08	1.05	1.46%	
27	FDW	B21-F051A	原子炉給水ライン外側 隔離弁	空気作動 逆止弁	水平	1.71 ( 0.72 ) ( 1.71 )	6.0	3.51	1.71 ( 0.72 ) ( 1.71 )	6.0	3.51	1.00	0.00%	
					鉛直	0.99 ( 0.11 ) ( 0.99 )	6.0	6.06	0.99 ( 0.62 ) ( 0.99 )	6.0	6.06	1.00	0.00%	
28	FDW	B21-F051B	原子炉給水ライン外側 隔離弁	空気作動 逆止弁	水平	1.71 ( 0.92 ) ( 1.71 )	6.0	3.51	1.71 ( 0.92 ) ( 1.71 )	6.0	3.51	1.00	0.00%	
					鉛直	0.99 ( 0.11 ) ( 0.99 )	6.0	6.06	0.99 ( 0.62 ) ( 0.99 )	6.0	6.06	1.00	0.00%	
29	MS	B21-F052A	原子炉給水ライン内側 隔離弁	逆止弁	水平	1.45 ( 0.41 ) ( 1.45 )	6.0	4.14	1.74 ( 1.74 ) ( 1.45 )	6.0	3.45	1.20	4.84%	
					鉛直	1.05 ( 0.31 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 1.03 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
30	MS	B21-F052B	原子炉給水ライン内側 隔離弁	逆止弁	水平	1.45 ( 0.41 ) ( 1.45 )	6.0	4.14	1.64 ( 1.64 ) ( 1.45 )	6.0	3.66	1.13	3.17%	
					鉛直	1.05 ( 0.31 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.43 ( 1.43 ) ( 1.05 )	6.0	4.20	1.36	6.34%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。

表 2(4) 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済加 速度に対する比率 (②-①)/③)	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (②)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
31	RHR	E11-F004A	RHR 熱交換器出口弁	電動 グロープ弁	水平	3.07 ( 3.07 ) ( 0.99 )	6.0	1.95	3.07 ( 3.07 ) ( 0.99 )	6.0	1.95	1.00	0.00%	
					鉛直	1.54 ( 1.54 ) ( 1.00 )	6.0	3.90	1.54 ( 1.54 ) ( 1.00 )	6.0	3.90	1.00	0.00%	
32	RHR	E11-F004B	RHR 熱交換器出口弁	電動 グロープ弁	水平	2.35 ( 2.35 ) ( 1.03 )	6.0	2.55	2.45 ( 2.45 ) ( 1.03 )	6.0	2.45	1.04	1.67%	
					鉛直	1.74 ( 1.74 ) ( 1.00 )	6.0	3.45	1.74 ( 1.74 ) ( 1.00 )	6.0	3.45	1.00	0.00%	
33	RHR	E11-F004C	RHR 熱交換器出口弁	電動 グロープ弁	水平	1.84 ( 1.84 ) ( 1.03 )	6.0	3.26	1.94 ( 1.94 ) ( 1.03 )	6.0	3.09	1.05	1.67%	
					鉛直	1.23 ( 1.23 ) ( 1.00 )	6.0	4.88	1.23 ( 1.23 ) ( 1.00 )	6.0	4.88	1.00	0.00%	
34	RHR	E11-F005A	RHR 注入弁 (RHR 注入隔離弁)	電動 ゲート弁	水平	3.17 ( 3.17 ) ( 1.71 )	6.0	1.89	3.27 ( 3.27 ) ( 1.71 )	6.0	1.83	1.03	1.67%	
					鉛直	0.99 ( 0.52 ) ( 0.99 )	6.0	6.06	0.99 ( 0.62 ) ( 0.99 )	6.0	6.06	1.00	0.00%	
35	RHR	E11-F005B	RHR 注入弁 (RHR 注入隔離弁)	電動 ゲート弁	水平	1.84 ( 1.84 ) ( 1.07 )	6.0	3.26	1.84 ( 1.84 ) ( 1.07 )	6.0	3.26	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 ( 0.11 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.31 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
36	RHR	E11-F005C	RHR 注入弁 (RHR 注入隔離弁)	電動 ゲート弁	水平	1.84 ( 1.84 ) ( 1.07 )	6.0	3.26	1.84 ( 1.84 ) ( 1.07 )	6.0	3.26	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 ( 0.11 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.92 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
37	RHR	E11-F006B	RHR LPFL試験 可能逆止弁	逆止弁	水平	1.45 ( 0.92 ) ( 1.45 )	6.0	4.14	1.74 ( 1.74 ) ( 1.45 )	6.0	3.45	1.20	4.84%	
					鉛直	1.05 ( 0.41 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 1.03 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
38	RHR	E11-F006C	RHR LPFL試験 可能逆止弁	逆止弁	水平	2.15 ( 2.15 ) ( 1.45 )	6.0	2.79	2.15 ( 2.15 ) ( 1.45 )	6.0	2.79	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 ( 0.72 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 1.03 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
39	RHR	E11-F008A	RHR 試験用調節弁	電動 グロープ弁	水平	3.88 ( 3.88 ) ( 0.99 )	6.0	1.55	3.98 ( 3.98 ) ( 0.99 )	6.0	1.51	1.03	1.67%	
					鉛直	1.84 ( 1.84 ) ( 1.00 )	6.0	3.26	1.84 ( 1.84 ) ( 1.00 )	6.0	3.26	1.00	0.00%	
40	RHR	E11-F008B	RHR 試験用調節弁	電動 グロープ弁	水平	2.25 ( 2.25 ) ( 1.03 )	6.0	2.67	2.45 ( 2.45 ) ( 1.03 )	6.0	2.45	1.09	3.34%	
					鉛直	1.00 ( 0.41 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.62 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。

表 2(5) 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済加 速度に対する比率 (②-①) / ③)	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (②)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
41	RHR	E11-F008C	RHR 試験用調節弁	電動 グローブ弁	水平	2.25 ( 2.25 ) ( 1.03 )	6.0	2.67	2.35 ( 2.35 ) ( 1.03 )	6.0	2.55	1.04	1.67%	
					鉛直	1.00 ( 0.52 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.62 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
42	RHR	E11-F010A	RHR 停止時冷却内側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	3.27 ( 3.27 ) ( 1.45 )	6.0	1.83	3.27 ( 3.27 ) ( 1.45 )	6.0	1.83	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 ( 0.62 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.82 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
43	RHR	E11-F010B	RHR 停止時冷却内側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.96 ( 2.96 ) ( 1.30 )	6.0	2.03	2.96 ( 2.96 ) ( 1.30 )	6.0	2.03	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 ( 0.52 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.92 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
44	RHR	E11-F010C	RHR 停止時冷却内側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.66 ( 2.66 ) ( 1.45 )	6.0	2.26	2.66 ( 2.66 ) ( 1.45 )	6.0	2.26	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 ( 0.41 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.82 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
45	RHR	E11-F011A	RHR 停止時冷却外側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.05 ( 2.05 ) ( 0.99 )	6.0	2.93	2.05 ( 2.05 ) ( 0.99 )	6.0	2.93	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 ( 0.31 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.41 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
46	RHR	E11-F011B	RHR 停止時冷却外側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.33 ( 1.33 ) ( 0.99 )	6.0	4.51	1.33 ( 1.33 ) ( 0.99 )	6.0	4.51	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 ( 0.21 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.31 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
47	RHR	E11-F011C	RHR 停止時冷却外側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.05 ( 2.05 ) ( 0.99 )	6.0	2.93	2.05 ( 2.05 ) ( 0.99 )	6.0	2.93	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 ( 0.21 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.31 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
48	RHR	E11-F013A	RHR 熱交換器バイパス 弁	電動 グローブ弁	水平	3.78 ( 3.78 ) ( 0.99 )	6.0	1.59	3.78 ( 3.78 ) ( 0.99 )	6.0	1.59	1.00	0.00%	
					鉛直	2.35 ( 2.35 ) ( 1.00 )	6.0	2.55	2.35 ( 2.35 ) ( 1.00 )	6.0	2.55	1.00	0.00%	
49	RHR	E11-F013B	RHR 熱交換器バイパス 弁	電動 グローブ弁	水平	1.64 ( 1.64 ) ( 1.03 )	6.0	3.66	1.64 ( 1.64 ) ( 1.03 )	6.0	3.66	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 ( 0.92 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.03 ( 1.03 ) ( 1.00 )	6.0	5.83	1.03	0.50%	
50	RHR	E11-F013C	RHR 熱交換器バイパス 弁	電動 グローブ弁	水平	1.84 ( 1.84 ) ( 1.03 )	6.0	3.26	1.84 ( 1.84 ) ( 1.03 )	6.0	3.26	1.00	0.00%	
					鉛直	1.03 ( 1.03 ) ( 1.00 )	6.0	5.83	1.03 ( 1.03 ) ( 1.00 )	6.0	5.83	1.00	0.00%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。

表 2(6) 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済加 速度に対する比率 (②-①)/③)	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (②)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
51	RHR	E11-F019B	RHR S/P スプレ イ注入隔離弁	電動 ゲート弁	水平	3.47 ( 3.47 ) ( 1.07 )	6.0	1.73	3.47 ( 3.47 ) ( 1.07 )	6.0	1.73	1.00	0.00%	
					鉛直	1.54 ( 1.54 ) ( 1.05 )	6.0	3.90	1.54 ( 1.54 ) ( 1.05 )	6.0	3.90	1.00	0.00%	
52	RHR	E11-F019C	RHR S/P スプレ イ注入隔離弁	電動 ゲート弁	水平	3.37 ( 3.37 ) ( 1.07 )	6.0	1.78	3.37 ( 3.37 ) ( 1.07 )	6.0	1.78	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 ( 1.03 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 1.03 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
53	HPCF	E22-F001B	HPCF CSP 側吸 込弁	電動 ゲート弁	水平	2.25 ( 2.25 ) ( 1.03 )	6.0	2.67	2.66 ( 2.66 ) ( 1.03 )	6.0	2.26	1.18	6.84%	
					鉛直	1.00 ( 0.72 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.72 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
54	HPCF	E22-F001C	HPCF CSP 側吸 込弁	電動 ゲート弁	水平	1.54 ( 1.54 ) ( 1.03 )	6.0	3.90	1.74 ( 1.74 ) ( 1.03 )	6.0	3.45	1.13	3.34%	
					鉛直	1.00 ( 0.31 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.41 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
55	HPCF	E22-F003B	HPCF 注入隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.74 ( 1.74 ) ( 0.99 )	6.0	3.45	1.74 ( 1.74 ) ( 0.99 )	6.0	3.45	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 ( 0.21 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.72 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
56	HPCF	E22-F003C	HPCF 注入隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.94 ( 1.94 ) ( 0.99 )	6.0	3.09	2.05 ( 2.05 ) ( 0.99 )	6.0	2.93	1.06	1.84%	
					鉛直	1.00 ( 0.31 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.82 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
57	HPCF	E22-F004B	HPCF 試験可能逆止 弁	逆止弁	水平	1.94 ( 1.94 ) ( 1.45 )	6.0	3.09	1.94 ( 1.94 ) ( 1.45 )	6.0	3.09	1.00	0.00%	
					鉛直	1.94 ( 1.94 ) ( 1.05 )	6.0	3.09	2.05 ( 2.05 ) ( 1.05 )	6.0	2.93	1.06	1.84%	
58	HPCF	E22-F004C	HPCF 試験可能逆止 弁	逆止弁	水平	2.86 ( 2.86 ) ( 1.45 )	6.0	2.10	2.86 ( 2.86 ) ( 1.45 )	6.0	2.10	1.00	0.00%	
					鉛直	3.07 ( 3.07 ) ( 1.05 )	6.0	1.95	3.07 ( 3.07 ) ( 1.05 )	6.0	1.95	1.00	0.00%	
59	RCIC	E51-F001	RCIC CSP 側吸 込弁	電動 ゲート弁	水平	1.54 ( 1.54 ) ( 1.03 )	6.0	3.90	1.64 ( 1.64 ) ( 1.03 )	6.0	3.66	1.07	1.67%	
					鉛直	1.00 ( 0.11 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.31 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
60	RCIC	E51-F004	RCIC 注入弁	電動 グローブ弁	水平	3.37 ( 3.37 ) ( 0.99 )	6.0	1.78	3.37 ( 3.37 ) ( 0.99 )	6.0	1.78	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 ( 0.82 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.92 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。

表 2(7) 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②)/①	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済加 速度に対する比率 (②-①)/③	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
61	RCIC	E51-F006	RCIC S/P側吸 込隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.54 ( 1.54 ) ( 1.03 )	6.0	3.90	1.54 ( 1.54 ) ( 1.03 )	6.0	3.90	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 ( 0.21 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.21 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
62	RCIC	E51-F035	RCIC蒸気ライン内 側隔離弁	電動 ゲート弁	水平	4.70 ( 4.70 ) ( 1.72 )	6.0	1.28	4.70 ( 4.70 ) ( 1.72 )	6.0	1.28	1.00	0.00%	
					鉛直	2.05 ( 2.05 ) ( 1.06 )	6.0	2.93	2.05 ( 2.05 ) ( 1.06 )	6.0	2.93	1.00	0.00%	
63	RCIC	E51-F036	RCIC蒸気ライン外 側隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.94 ( 1.94 ) ( 0.99 )	6.0	3.09	1.94 ( 1.94 ) ( 0.99 )	6.0	3.09	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 ( 0.31 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.52 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
64	RCIC	E51-F037	RCICタービン止め 弁	電動 グロープ弁	水平	2.45 ( 2.45 ) ( 0.99 )	6.0	2.45	2.56 ( 2.56 ) ( 0.99 )	6.0	2.34	1.04	1.84%	
					鉛直	1.33 ( 1.33 ) ( 1.00 )	6.0	4.51	1.33 ( 1.33 ) ( 1.00 )	6.0	4.51	1.00	0.00%	
65	CUW	G31-F002	CUW吸込ライン内側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	4.29 ( 4.29 ) ( 1.30 )	6.0	1.40	4.29 ( 4.29 ) ( 1.30 )	6.0	1.40	1.00	0.00%	
					鉛直	1.43 ( 1.43 ) ( 1.05 )	6.0	4.20	1.43 ( 1.43 ) ( 1.05 )	6.0	4.20	1.00	0.00%	
66	CUW	G31-F003	CUW吸込ライン外側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.94 ( 1.94 ) ( 1.13 )	6.0	3.09	1.94 ( 1.94 ) ( 1.13 )	6.0	3.09	1.00	0.00%	
					鉛直	1.08 ( 0.31 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.08 ( 0.41 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.00	0.00%	
67	RCW	P21-F007A	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.84 ( 1.84 ) ( 1.23 )	6.0	3.26	1.84 ( 1.84 ) ( 1.23 )	6.0	3.26	1.00	0.00%	
					鉛直	0.95 ( 0.92 ) ( 0.95 )	6.0	6.32	0.95 ( 0.92 ) ( 0.95 )	6.0	6.32	1.00	0.00%	
68	RCW	P21-F007B	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.84 ( 1.84 ) ( 1.23 )	6.0	3.26	1.84 ( 1.84 ) ( 1.23 )	6.0	3.26	1.00	0.00%	
					鉛直	1.33 ( 1.33 ) ( 0.95 )	6.0	4.51	1.43 ( 1.43 ) ( 0.95 )	6.0	4.20	1.08	1.67%	
69	RCW	P21-F007C	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	3.07 ( 3.07 ) ( 0.98 )	6.0	1.95	3.17 ( 3.17 ) ( 0.98 )	6.0	1.89	1.03	1.67%	
					鉛直	1.03 ( 1.03 ) ( 0.89 )	6.0	5.83	1.13 ( 1.13 ) ( 0.89 )	6.0	5.31	1.10	1.67%	
70	RCW	P21-F007D	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	2.05 ( 2.05 ) ( 1.23 )	6.0	2.93	2.15 ( 2.15 ) ( 1.23 )	6.0	2.79	1.05	1.67%	
					鉛直	0.95 ( 0.72 ) ( 0.95 )	6.0	6.32	0.95 ( 0.82 ) ( 0.95 )	6.0	6.32	1.00	0.00%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。

表 2(8) 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②)/①	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済加 速度に対する比率 (②-①)/③	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
71	RCW	P21-F007E	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.54 ( 1.54 ) ( 1.23 )	6.0	3.90	1.64 ( 1.64 ) ( 1.23 )	6.0	3.66	1.07	1.67%	
					鉛直	0.95 ( 0.82 ) ( 0.95 )	6.0	6.32	0.95 ( 0.92 ) ( 0.95 )	6.0	6.32	1.00	0.00%	
72	RCW	P21-F007F	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	2.86 ( 2.86 ) ( 0.98 )	6.0	2.10	2.96 ( 2.96 ) ( 0.98 )	6.0	2.03	1.04	1.67%	
					鉛直	0.92 ( 0.92 ) ( 0.89 )	6.0	6.52	0.92 ( 0.82 ) ( 0.89 )	6.0	6.52	1.00	0.00%	
73	RCW	P21-F011A	RCW冷却水供給温度 調節弁 (熱交換器側)	空気作動バ タフライ弁	水平	1.23 ( 0.11 ) ( 1.23 )	6.0	4.88	1.23 ( 1.23 ) ( 1.23 )	6.0	4.88	1.00	0.00%	
					鉛直	0.95 ( 0.41 ) ( 0.95 )	6.0	6.32	0.95 ( 0.72 ) ( 0.95 )	6.0	6.32	1.00	0.00%	
74	RCW	P21-F011B	RCW冷却水供給温度 調節弁 (熱交換器側)	空気作動バ タフライ弁	水平	1.23 ( 0.21 ) ( 1.23 )	6.0	4.88	1.54 ( 1.54 ) ( 1.23 )	6.0	3.90	1.25	5.17%	
					鉛直	0.95 ( 0.52 ) ( 0.95 )	6.0	6.32	0.95 ( 0.82 ) ( 0.95 )	6.0	6.32	1.00	0.00%	
75	RCW	P21-F011C	RCW冷却水供給温度 調節弁 (熱交換器側)	空気作動バ タフライ弁	水平	2.25 ( 2.25 ) ( 0.98 )	6.0	2.67	2.25 ( 2.25 ) ( 0.98 )	6.0	2.67	1.00	0.00%	
					鉛直	0.89 ( 0.31 ) ( 0.89 )	6.0	6.74	0.89 ( 0.62 ) ( 0.89 )	6.0	6.74	1.00	0.00%	
76	RCW	P21-F042A	RCW RHR熱交換 器冷却水出口弁	電動 グローブ弁	水平	2.76 ( 2.76 ) ( 0.99 )	6.0	2.17	2.86 ( 2.86 ) ( 0.99 )	6.0	2.10	1.04	1.67%	
					鉛直	1.64 ( 1.64 ) ( 1.00 )	6.0	3.66	1.84 ( 1.84 ) ( 1.00 )	6.0	3.26	1.12	3.34%	
77	RCW	P21-F042B	RCW RHR熱交換 器冷却水出口弁	電動 グローブ弁	水平	2.86 ( 2.86 ) ( 0.99 )	6.0	2.10	2.86 ( 2.86 ) ( 0.99 )	6.0	2.10	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 ( 0.52 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.52 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
78	RCW	P21-F042C	RCW RHR熱交換 器冷却水出口弁	電動 グローブ弁	水平	2.66 ( 2.66 ) ( 0.99 )	6.0	2.26	2.76 ( 2.76 ) ( 0.99 )	6.0	2.17	1.04	1.67%	
					鉛直	1.00 ( 0.21 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.52 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
79	RCW	P21-F048A	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	2.76 ( 2.76 ) ( 1.07 )	6.0	2.17	2.96 ( 2.96 ) ( 1.07 )	6.0	2.03	1.07	3.34%	
					鉛直	1.74 ( 1.74 ) ( 1.05 )	6.0	3.45	1.74 ( 1.74 ) ( 1.05 )	6.0	3.45	1.00	0.00%	
80	RCW	P21-F048B	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	1.94 ( 1.94 ) ( 1.13 )	6.0	3.09	2.05 ( 2.05 ) ( 1.13 )	6.0	2.93	1.06	1.84%	
					鉛直	1.08 ( 0.11 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.08 ( 0.21 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.00	0.00%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。



表 2(9) 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済加 速度に対する比率 (②-①) / ③)	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
81	RCW	P21-F048C	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	1.84 ( 1.84 ) ( 1.07 )	6.0	3.26	1.94 ( 1.94 ) ( 1.07 )	6.0	3.09	1.05	1.67%	
					鉛直	1.05 ( 0.72 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.92 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
82	RCW	P21-F048D	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	2.05 ( 2.05 ) ( 1.07 )	6.0	2.93	2.25 ( 2.25 ) ( 1.07 )	6.0	2.67	1.10	3.34%	
					鉛直	1.05 ( 0.52 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.52 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
83	RCW	P21-F048E	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	1.94 ( 1.94 ) ( 1.13 )	6.0	3.09	2.45 ( 2.45 ) ( 1.13 )	6.0	2.45	1.26	8.50%	
					鉛直	1.08 ( 0.62 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.08 ( 0.92 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.00	0.00%	
84	RCW	P21-F048F	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	1.84 ( 1.84 ) ( 1.07 )	6.0	3.26	1.94 ( 1.94 ) ( 1.07 )	6.0	3.09	1.05	1.67%	
					鉛直	1.05 ( 0.41 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.72 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
85	RSW	P41-F004A	RSWストレナー入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	2.25 ( 2.25 ) ( 1.23 )	6.0	2.67	2.25 ( 2.25 ) ( 1.23 )	6.0	2.67	1.00	0.00%	
					鉛直	1.43 ( 1.43 ) ( 0.95 )	6.0	4.20	1.43 ( 1.43 ) ( 0.95 )	6.0	4.20	1.00	0.00%	
86	RSW	P41-F004B	RSWストレナー入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.64 ( 1.64 ) ( 1.23 )	6.0	3.66	1.64 ( 1.64 ) ( 1.23 )	6.0	3.66	1.00	0.00%	
					鉛直	1.43 ( 1.43 ) ( 0.95 )	6.0	4.20	1.43 ( 1.43 ) ( 0.95 )	6.0	4.20	1.00	0.00%	
87	RSW	P41-F004C	RSWストレナー入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.54 ( 1.54 ) ( 1.13 )	6.0	3.90	1.54 ( 1.54 ) ( 1.13 )	6.0	3.90	1.00	0.00%	
					鉛直	1.54 ( 1.54 ) ( 0.90 )	6.0	3.90	1.54 ( 1.54 ) ( 0.90 )	6.0	3.90	1.00	0.00%	
88	RSW	P41-F004D	RSWストレナー入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.54 ( 1.54 ) ( 1.23 )	6.0	3.90	1.54 ( 1.54 ) ( 1.23 )	6.0	3.90	1.00	0.00%	
					鉛直	1.74 ( 1.74 ) ( 0.95 )	6.0	3.45	1.74 ( 1.74 ) ( 0.95 )	6.0	3.45	1.00	0.00%	
89	RSW	P41-F004E	RSWストレナー入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.64 ( 1.64 ) ( 1.23 )	6.0	3.66	1.64 ( 1.64 ) ( 1.23 )	6.0	3.66	1.00	0.00%	
					鉛直	1.64 ( 1.64 ) ( 0.95 )	6.0	3.66	1.64 ( 1.64 ) ( 0.95 )	6.0	3.66	1.00	0.00%	
90	RSW	P41-F004F	RSWストレナー入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.54 ( 1.54 ) ( 1.13 )	6.0	3.90	1.54 ( 1.54 ) ( 1.13 )	6.0	3.90	1.00	0.00%	
					鉛直	1.54 ( 1.54 ) ( 0.90 )	6.0	3.90	1.54 ( 1.54 ) ( 0.90 )	6.0	3.90	1.00	0.00%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。

表 2(10) 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済加 速度に対する比率 ( (②-①) / ③ )	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
91	SGTS	T22-F001A	SGTS入口隔離弁	空気作動バ タフライ弁	水平	2.15 ( 2.15 ) ( 1.38 )	6.0	2.79	2.35 ( 2.35 ) ( 1.38 )	6.0	2.55	1.09	3.34%	
					鉛直	1.15 ( 0.41 ) ( 1.15 )	6.0	5.22	1.15 ( 0.52 ) ( 1.15 )	6.0	5.22	1.00	0.00%	
92	SGTS	T22-F001B	SGTS入口隔離弁	空気作動バ タフライ弁	水平	1.64 ( 1.64 ) ( 1.38 )	6.0	3.66	1.94 ( 1.94 ) ( 1.38 )	6.0	3.09	1.18	5.00%	
					鉛直	1.15 ( 0.31 ) ( 1.15 )	6.0	5.22	1.15 ( 0.41 ) ( 1.15 )	6.0	5.22	1.00	0.00%	
93	SGTS	T22-F002A	SGTS乾燥装置入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.38 ( 0.11 ) ( 1.38 )	6.0	4.35	1.38 ( 0.41 ) ( 1.38 )	6.0	4.35	1.00	0.00%	
					鉛直	1.15 ( 0.11 ) ( 1.15 )	6.0	5.22	1.15 ( 0.11 ) ( 1.15 )	6.0	5.22	1.00	0.00%	
94	SGTS	T22-F002B	SGTS乾燥装置入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.38 ( 0.21 ) ( 1.38 )	6.0	4.35	1.38 ( 0.72 ) ( 1.38 )	6.0	4.35	1.00	0.00%	
					鉛直	1.15 ( 0.11 ) ( 1.15 )	6.0	5.22	1.15 ( 0.21 ) ( 1.15 )	6.0	5.22	1.00	0.00%	
95	SGTS	T22-F004A	SGTSフィルタ装置 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	2.89 ( 2.89 ) ( 2.27 )	6.0	2.08	3.27 ( 3.27 ) ( 2.27 )	6.0	1.83	1.13	6.34%	
					鉛直	1.23 ( 0.94 ) ( 1.23 )	6.0	4.88	1.31 ( 1.31 ) ( 1.23 )	6.0	4.58	1.07	1.34%	
96	SGTS	T22-F004B	SGTSフィルタ装置 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	2.27 ( 1.29 ) ( 2.27 )	6.0	2.64	2.48 ( 2.48 ) ( 2.27 )	6.0	2.42	1.09	3.50%	
					鉛直	1.23 ( 0.22 ) ( 1.23 )	6.0	4.88	1.23 ( 0.29 ) ( 1.23 )	6.0	4.88	1.00	0.00%	
97	FCS	T49-F001A	FCS入口第一隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.13 ( 0.92 ) ( 1.13 )	6.0	5.31	1.13 ( 1.13 ) ( 1.13 )	6.0	5.31	1.00	0.00%	
					鉛直	1.08 ( 0.11 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.08 ( 0.11 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.00	0.00%	
98	FCS	T49-F001B	FCS入口第一隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.84 ( 1.84 ) ( 1.13 )	6.0	3.26	1.84 ( 1.84 ) ( 1.13 )	6.0	3.26	1.00	0.00%	
					鉛直	1.08 ( 0.82 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.08 ( 0.92 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.00	0.00%	
99	FCS	T49-F003A	FCS入口第二隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.15 ( 2.15 ) ( 1.13 )	6.0	2.79	2.25 ( 2.25 ) ( 1.13 )	6.0	2.67	1.05	1.67%	
					鉛直	1.08 ( 0.82 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.13 ( 1.13 ) ( 1.08 )	6.0	5.31	1.05	0.84%	
100	FCS	T49-F003B	FCS入口第二隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.35 ( 2.35 ) ( 1.13 )	6.0	2.55	2.35 ( 2.35 ) ( 1.13 )	6.0	2.55	1.00	0.00%	
					鉛直	1.08 ( 0.62 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.08 ( 0.82 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.00	0.00%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。

表 2(11) 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②)/①)	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済加 速度に対する比率 ( (②-①) /③)	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
101	FCS	T49-F007A	F C S 出口第二隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.33 ( 1.33 ) ( 1.07 )	6.0	4.51	1.43 ( 1.43 ) ( 1.07 )	6.0	4.20	1.08	1.67%	
					鉛直	1.05 ( 0.21 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.82 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
102	FCS	T49-F007B	F C S 出口第二隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.35 ( 2.35 ) ( 1.07 )	6.0	2.55	2.35 ( 2.35 ) ( 1.07 )	6.0	2.55	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 ( 0.41 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.41 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
103	FCS	T49-F008A	F C S 出口第一隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.64 ( 1.64 ) ( 1.07 )	6.0	3.66	1.64 ( 1.64 ) ( 1.07 )	6.0	3.66	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 ( 0.31 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.41 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
104	FCS	T49-F008B	F C S 出口第一隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.64 ( 1.64 ) ( 1.07 )	6.0	3.66	1.74 ( 1.74 ) ( 1.07 )	6.0	3.45	1.06	1.67%	
					鉛直	1.05 ( 0.31 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.41 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
105	CRD	C12-126	スクラム弁	空気作動 グローブ弁	水平	1.30 ( - ) ( 1.30 )	6.0	4.62	1.30 ( - ) ( 1.30 )	6.0	4.62	1.00	0.00%	
					鉛直	1.27 ( - ) ( 1.27 )	6.0	4.72	1.27 ( - ) ( 1.27 )	6.0	4.72	1.00	0.00%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「－」を記載。

表 3 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (50Hz, 1.2ZPA)			MAX (100Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	50Hz→100Hzでの 増加値の機能確認済 加速度に対する比率 ( (②-①) /③)	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
1	MS	B21-F0017	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	5.62 ( 5.62 ) ( 1.72 )	9.6	1.71	5.62 ( 5.62 ) ( 1.72 )	9.6	1.71	1.00	0.00%	
					鉛直	2.35 ( 2.35 ) ( 1.06 )	6.1	2.60	2.35 ( 2.35 ) ( 1.06 )	6.1	2.60	1.00	0.00%	
2	MS	B21-F0011	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	6.74 ( 6.74 ) ( 1.72 )	9.6	1.42	6.84 ( 6.84 ) ( 1.72 )	9.6	1.40	1.01	1.05%	
					鉛直	2.25 ( 2.25 ) ( 1.06 )	6.1	2.71	2.35 ( 2.35 ) ( 1.06 )	6.1	2.60	1.04	1.64%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。

## 高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価

## 1. はじめに

高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価として、スペクトルモーダル解析にて考慮する範囲を 20Hz、30Hz 及び 50Hz までとし、弁駆動部の応答加速度を算定した。

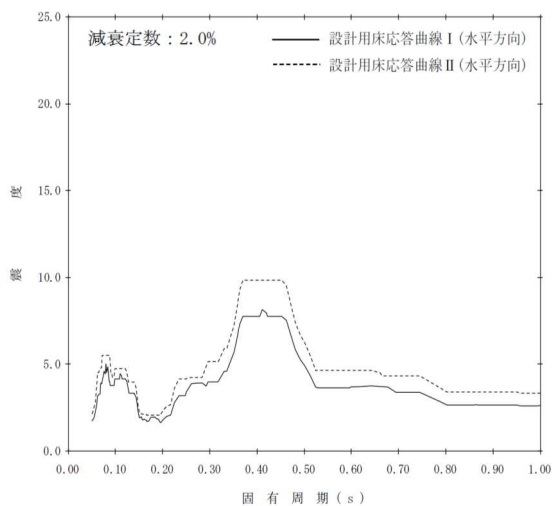
## 2. 評価対象の選定

動的機能維持の評価対象弁が設置されている建物は原子炉建屋とタービン建屋であることから、設計用床応答曲線のうち弁の動的機能維持評価に用いる原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎、原子炉建屋、タービン建屋の設計用床応答曲線の例を図 1 に示す。

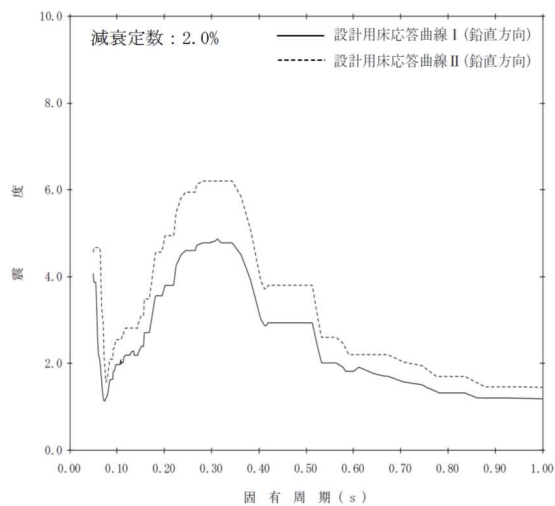
原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎の設計用床応答曲線は 20Hz 近傍で卓越しており、原子炉建屋及びタービン建屋とは異なる傾向であることが確認できる。

この傾向を踏まえ、20Hz 近傍にて卓越する応答を示す原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎の設計用床応答曲線を用いる弁と、20Hz 近傍で応答が卓越しない原子炉建屋及びタービン建屋の設計用床応答曲線を用いる弁から、20Hz まで考慮したスペクトルモーダル解析において裕度が最小となる対象として、主蒸気隔離弁及び残留熱除去系弁を評価対象として選定した。

評価対象弁近傍の解析モデルを図 2 に示す。

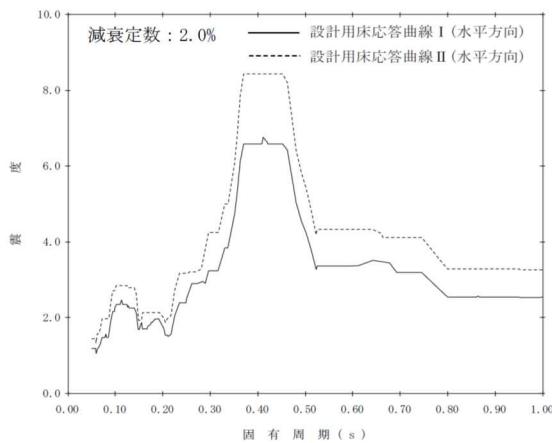


水平方向

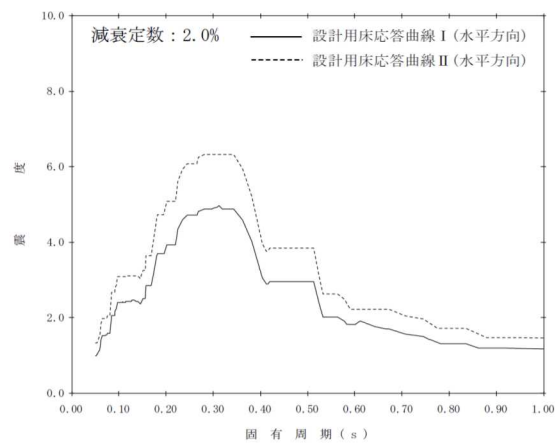


鉛直方向

図 1(1) 原子炉遮蔽壁 (T. M. S. L. 18.440m) の設計用床応答曲線 (減衰定数 2.0%)

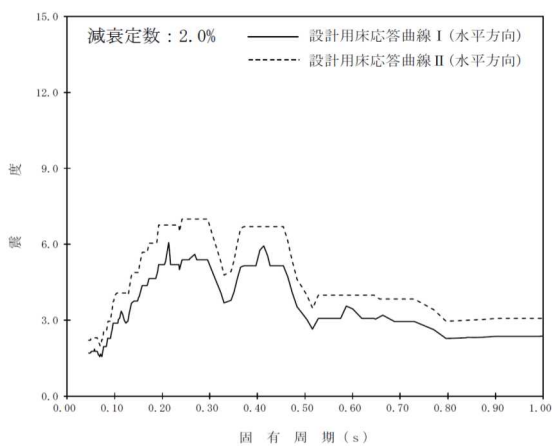


水平方向

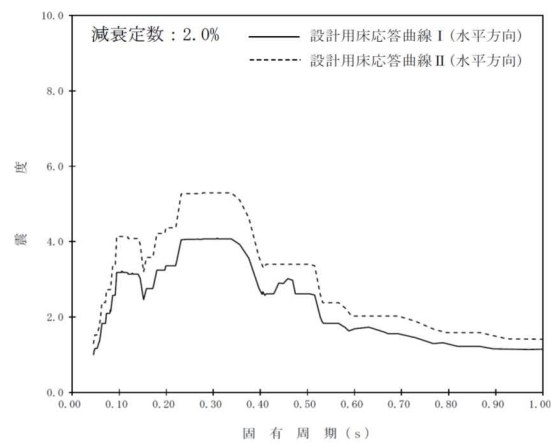


鉛直方向

図 1(2) 原子炉建屋 (T. M. S. L. 12.300m) の設計用床応答曲線 (減衰定数 2.0%)



水平方向



鉛直方向

図 1(3) タービン建屋 (T. M. S. L. 12.300m) の設計用床応答曲線 (減衰定数 2.0%)

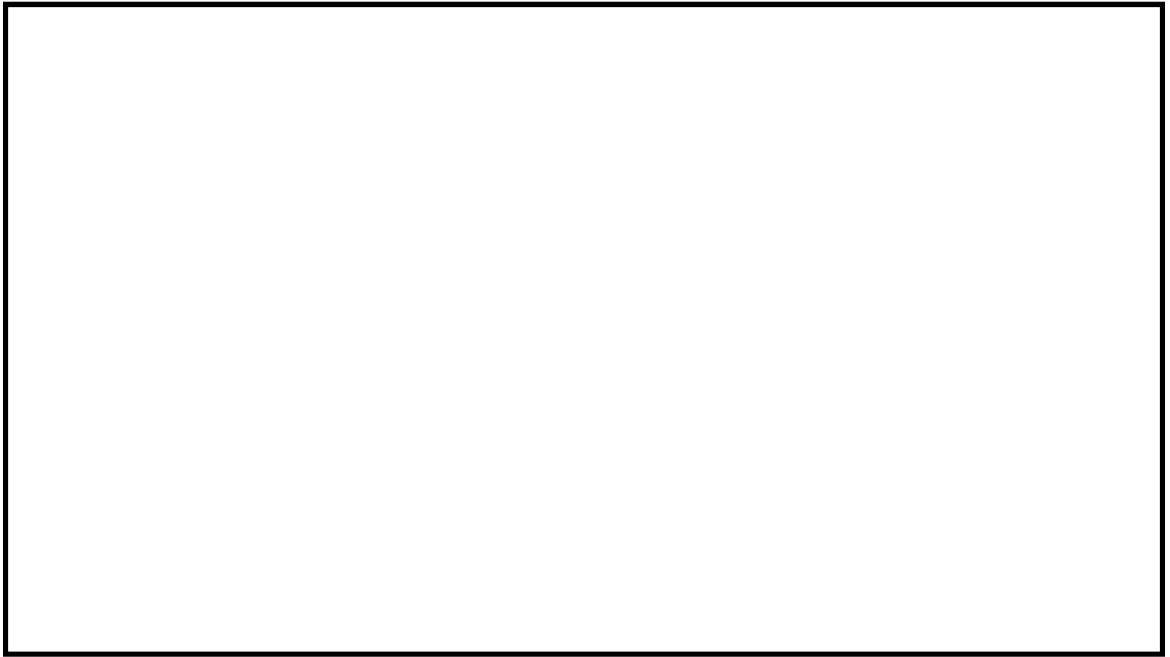


図 2(1) 評価対象弁近傍の配管解析モデル図（主蒸気系配管）



図 2(2) 評価対象弁近傍の配管解析モデル図（残留熱除去系配管）

### 3. 入力条件

当該解析モデルは柔構造であることから、スペクトルモーダル解析から算定される弁駆動部の応答加速度値又は最大加速度を 1.2 倍した値(1.2ZPA)の何れか大きい方を適用して機能維持評価を行う。

スペクトルモーダル解析における入力条件としては、設計用床応答曲線 I を用いることとする。なお設計用床応答曲線 I の作成を 20Hz としていることから、20Hz を超えた範囲について、原子炉格納容器外は最大加速度、原子炉格納容器内は床応答曲線の作成範囲を 50Hz までとした床応答曲線を入力とする(詳細は添付 2 に示す)。入力条件となる検討用床応答曲線及び動的機能維持評価用床応答曲線を図 3 に示す。各床応答曲線の適用性を添付 2 に示す。

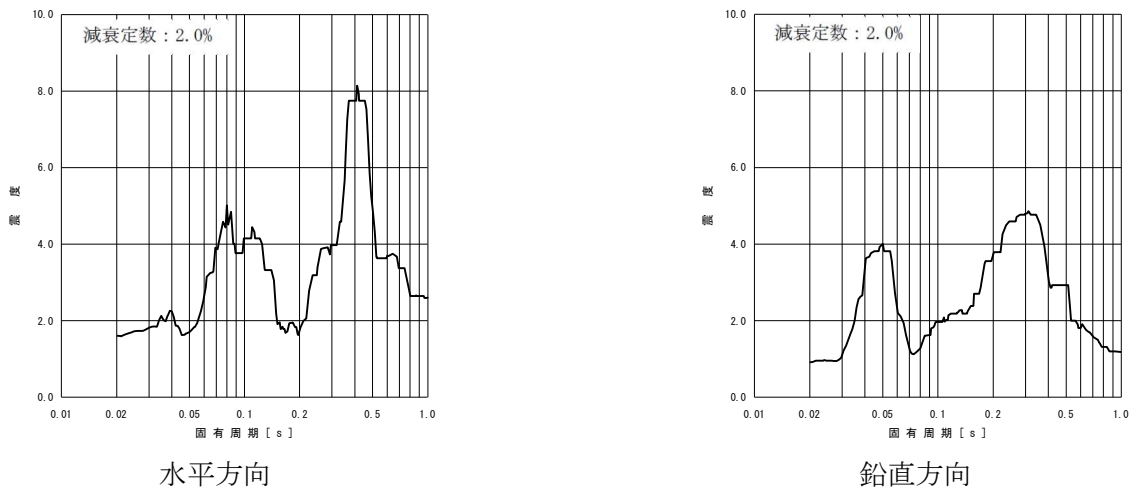


図 3(1) 原子炉遮蔽壁 (T. M. S. L. 18.440m) の検討用床応答曲線 (減衰定数 2.0%)  
(床応答スペクトルの作成範囲を 50Hz として作成)

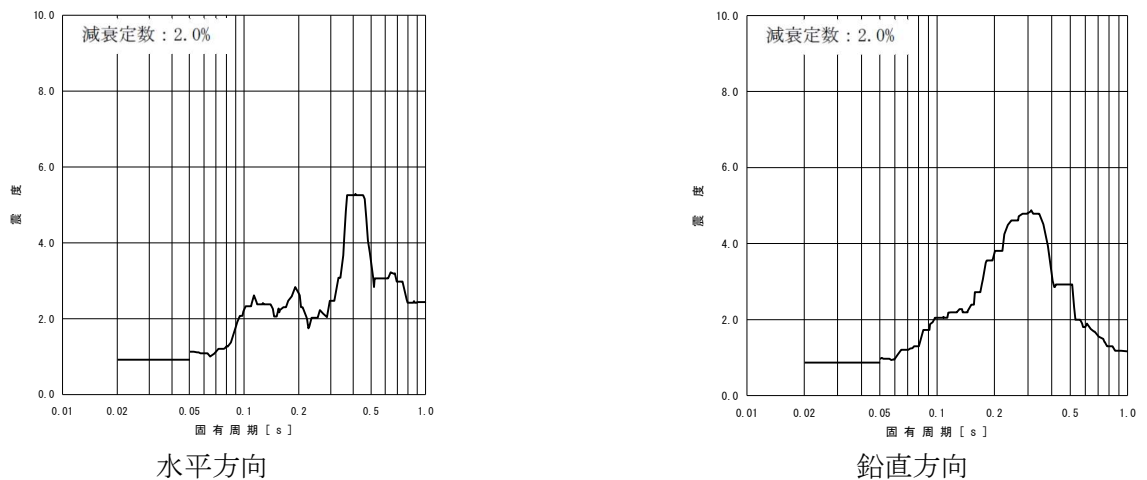


図 3(2) 原子炉建屋 (T. M. S. L. 4.800m) の動的機能維持評価用床応答曲線 (減衰定数 2.0%)  
(床応答スペクトルの作成を 20Hz とし、20Hz を超えた範囲は最大加速度として作成)



#### 4. 解析結果

解析モデルを用いた地震応答解析による弁駆動部における応答加速度の算定結果を表 1 に示す。表 1 に示すとおり 20Hz の応答加速度に対して、30Hz まで考慮した応答加速度は増加しているものの、50Hz まで考慮した応答加速度は、30Hz に対して増加は認められなかった。

表 1 弁駆動部における応答加速度

弁名称	方向	スペクトルモーダル解析 (G)			最大加速度 (1.2ZPA) (G)
		20Hz	30Hz	50Hz	
主蒸気系 主蒸気内側隔離弁 (B21-F002C)	水平	5.11	5.72	5.72	1.72
	鉛直	0.72	3.27	3.27	1.06
残留熱除去系 熱交換器バイパス弁 (E11-F013A)	水平	3.78	3.78	3.78	0.99
	鉛直	2.35	2.35	2.35	1.00

参考として、固有値解析結果のうち固有振動数及び刺激係数を表 2 に、振動モード図を図 4 に示す。

#### 5. 応答加速度増加の要因推定

B21-F002C の鉛直方向の応答加速度が 20Hz から 30Hz で大きく増加している要因を以下のとおり推定した。

B21-F002C の上流には水平 1 方向と鉛直方向を支持するレスレイント、下流側には原子炉格納容器貫通部を有しており高い剛性を有している (図 5 参照)。

また、原子炉遮蔽壁の床応答曲線は鉛直方向が卓越しており、20Hz 以降の振動数領域においても震度が大きいこと及び当該弁が設置された配管系の振動モードとして、12 次のモードが卓越していることから応答加速度が増加に至ったものと考えられる。

表 2(1) 主蒸気系配管の固有周期，刺激係数及び設計震度

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								
13次								
14次								
15次								
16次								
17次								
18次								
19次								
20次								
21次								
22次								
23次								
24次								
25次								
26次								
27次								
28次								
29次								
30次								
31次								
32次								

表 2(2) 主蒸気系配管の固有周期，刺激係数及び設計震度

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
33次								
34次								
35次								
36次								
37次								
38次								
39次								
40次								
41次								
42次								
43次								
44次								
45次								
46次								
47次								
48次								
49次								
50次								
51次								
52次								

表 2(3) 残留熱除去系配管の固有周期，刺激係数及び設計震度

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								
113次								
114次								



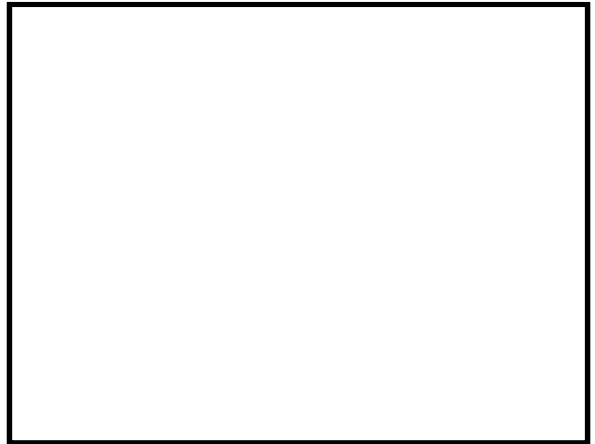
振動モード図 (1次)  
固有振動数 : 10.097Hz



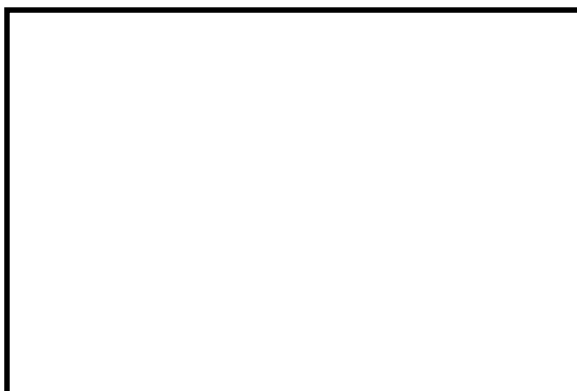
振動モード図 (2次)  
固有振動数 : 12.614Hz



振動モード図 (3次)  
固有振動数 : 14.010Hz



振動モード図 (4次)  
固有振動数 : 15.726Hz



振動モード図 (5次)  
固有振動数 : 16.617Hz



振動モード図 (6次)  
固有振動数 : 17.141Hz

図 4(1) 振動モード図 (主蒸気系配管)



振動モード図 (7 次)  
固有振動数 : 17.947Hz



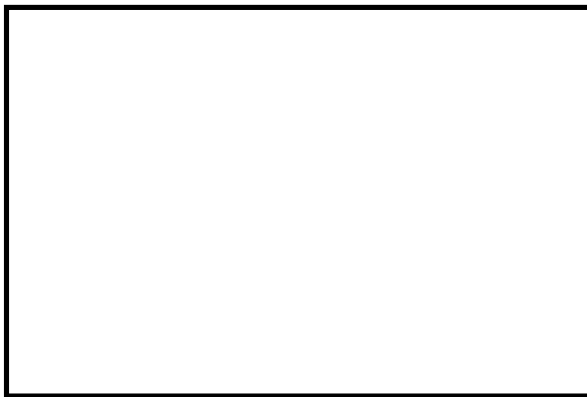
振動モード図 (8 次)  
固有振動数 : 18.225Hz



振動モード図 (9 次)  
固有振動数 : 18.695Hz



振動モード図 (10 次)  
固有振動数 : 19.231Hz

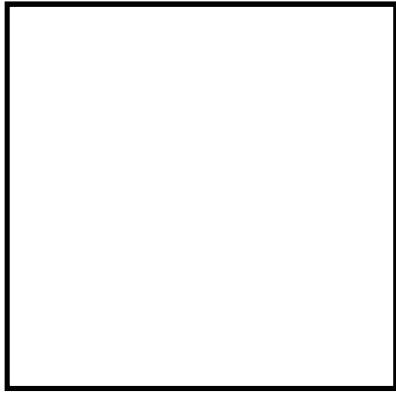


振動モード図 (12 次)  
固有振動数 : 20.513Hz

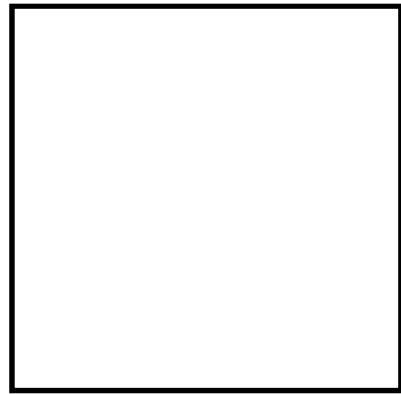


振動モード図 (51 次)  
固有振動数 : 49.285Hz

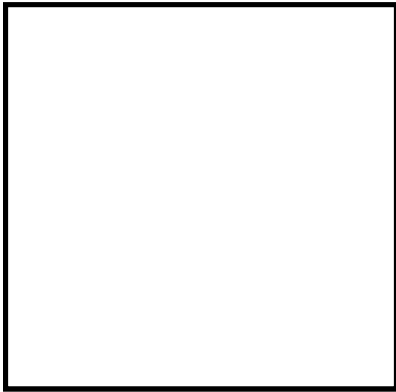
図 4(2) 振動モード図 (主蒸気系配管)



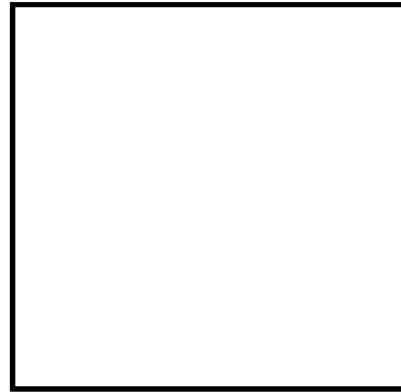
振動モード図 (1次)  
固有振動数 : 4.342Hz



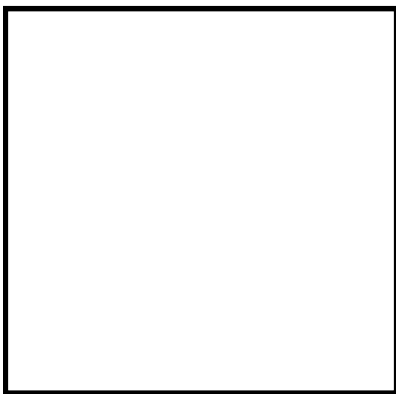
振動モード図 (2次)  
固有振動数 : 6.404Hz



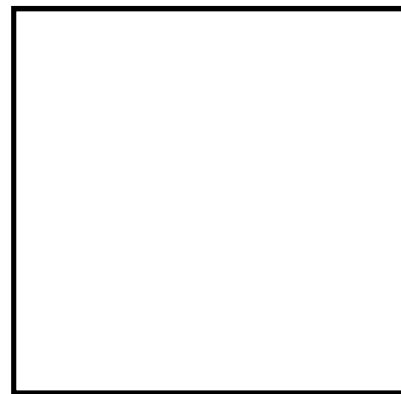
振動モード図 (3次)  
固有振動数 : 6.436Hz



振動モード図 (4次)  
固有振動数 : 6.861Hz

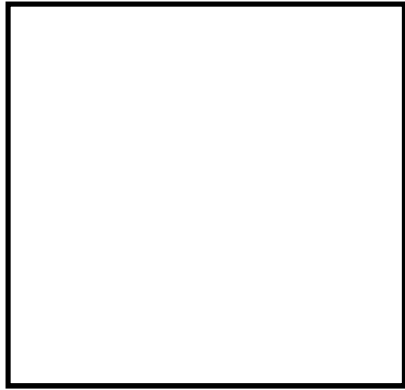


振動モード図 (5次)  
固有振動数 : 7.183Hz

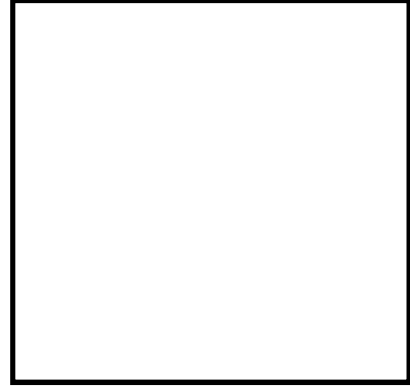


振動モード図 (6次)  
固有振動数 : 7.474Hz

図 4(3) 振動モード図 (残留熱除去系配管)



振動モード図 (7 次)  
固有振動数 : 7.688Hz



振動モード図 (8 次)  
固有振動数 : 7.800Hz



振動モード図 (9 次)  
固有振動数 : 8.578Hz



振動モード図 (10 次)  
固有振動数 : 8.720Hz



振動モード図 (113 次)  
固有振動数 : 49.975Hz

図 4(4) 振動モード図 (残留熱除去系配管)





図 5 主蒸気系配管の解析モデル図 (モデル No. MS-PD-3)

## 弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線について

## 1. はじめに

本資料では弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線の作成方法として、設計用床応答曲線の 20Hz 以上を最大加速度とすることが妥当であることを確認するため、20Hz 近傍にて卓越する応答を示す原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎及び 20Hz 近傍で応答が卓越しない原子炉建屋の設計用床応答曲線を弁の動的機能維持評価に用いる配管系を対象に妥当性を確認する。

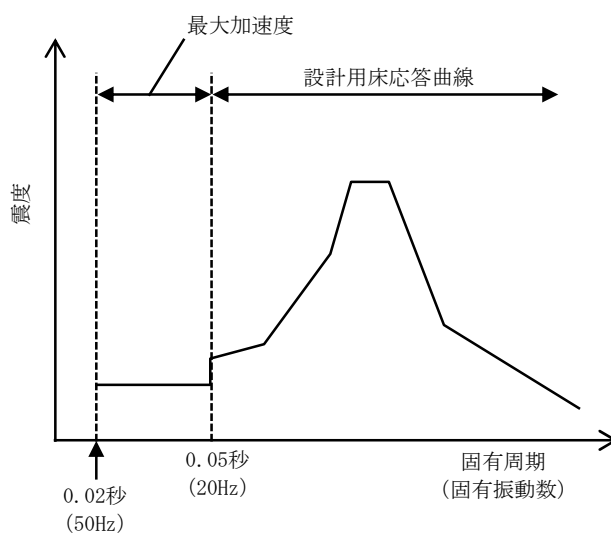


図 1 動的機能維持要求弁に用いる床応答曲線 (イメージ図)

## 2. 配管系の地震応答解析

原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎及び原子炉建屋の設計用床応答曲線を適用し、スペクトルモード解析を実施する解析モデルのうち、ここでは添付 1 と同一の主蒸気系主蒸気内側隔離弁 (B21-F002C) 及び残留熱除去系熱交換器バイパス弁 (E11-F013A) について確認を行う。評価対象弁近傍の解析モデルを図 2 に示す。

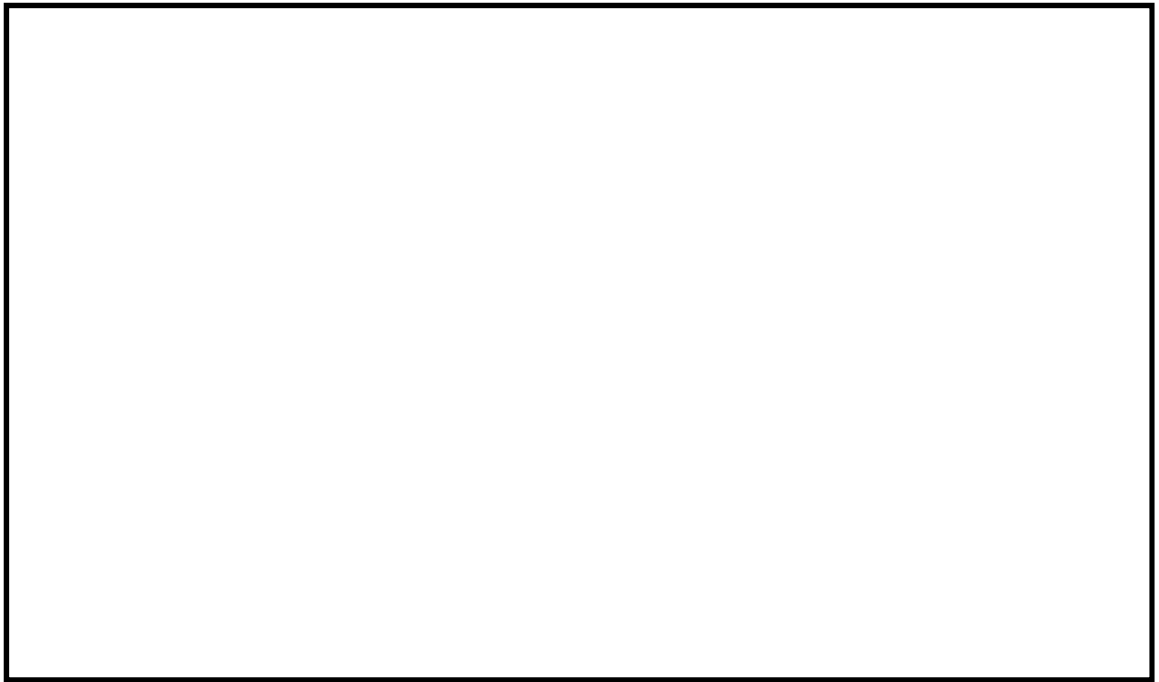


図 2(1) 評価対象弁近傍の配管解析モデル図 (主蒸気系配管)

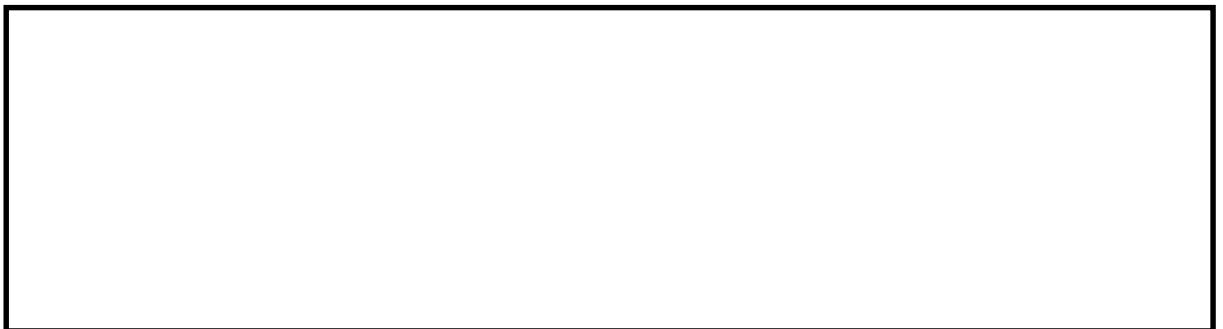


図 2(2) 評価対象弁近傍の配管解析モデル図 (残留熱除去系配管)

### 3. 確認内容

動的機能維持対象弁の応答加速度値の算出に用いる床応答曲線として、以下2種類を作成し、スペクトルモーダル解析により弁位置の応答加速度を算出することにより行う。

なお、各床応答曲線は50Hzまで作成するが、添付1にて地震応答解析において30Hz以上で応答加速度の増加が認められなかったことから、本確認においては30Hzまでを考慮した地震応答解析を実施する。

#### a. 動的機能維持評価用床応答曲線

柏崎刈羽原子力発電所第7号機の動的機能維持評価に用いる床応答曲線であり、床応答スペクトルの作成を20Hzとし、20Hzを超えた範囲は最大加速度として作成する(図3)。

#### b. 検討用床応答曲線

動的機能維持確認用床応答曲線との応答比較のために用いる床応答曲線とし、床応答スペクトルの作成範囲を50Hzとする(図4)。

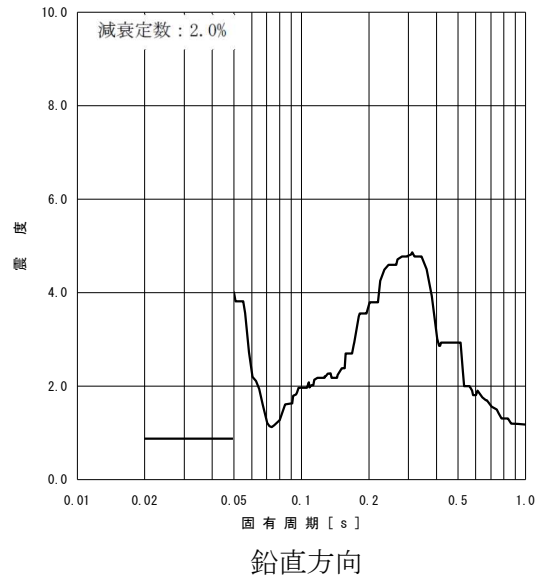
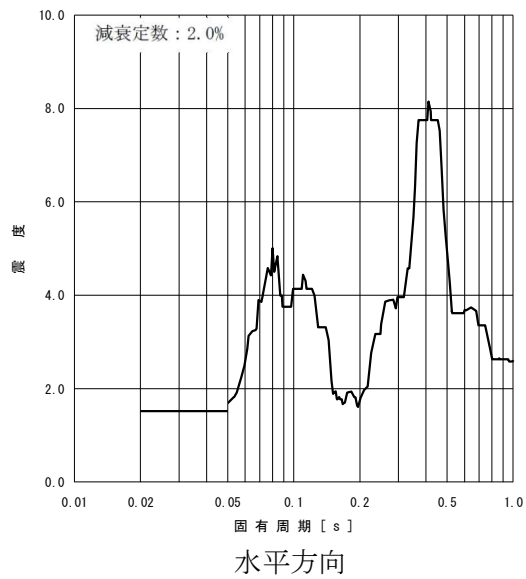


図 3(1) 動的機能維持評価用床応答曲線

(床応答スペクトルの作成を 20Hz とし, 20Hz を超えた範囲は最大加速度として作成)

(原子炉遮蔽壁 T. M. S. L. 18. 440m 減衰定数 2.0%)

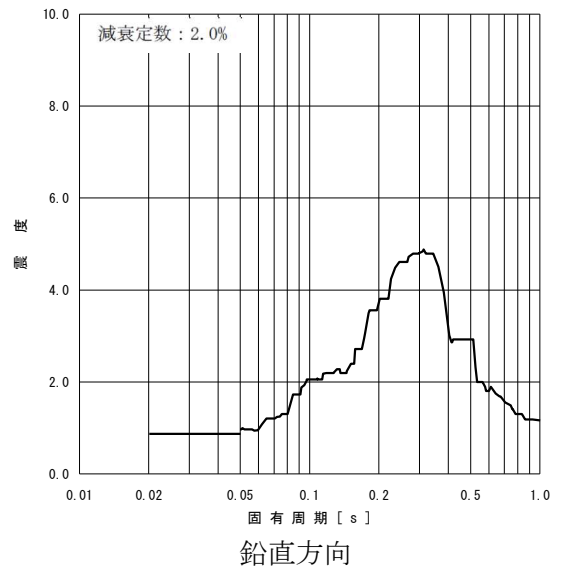
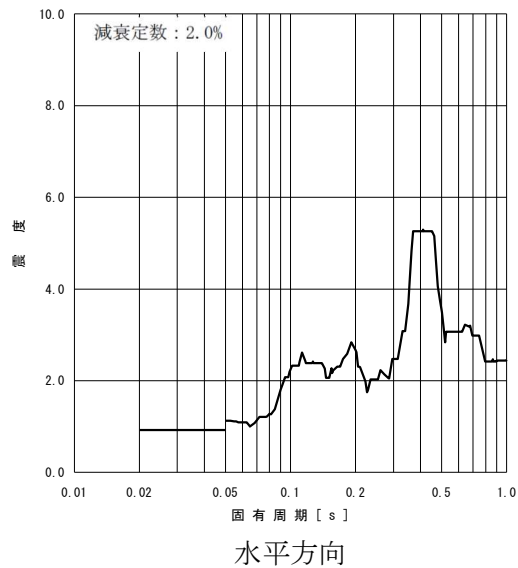


図 3(2) 動的機能維持評価用床応答曲線

(床応答スペクトルの作成を 20Hz とし, 20Hz を超えた範囲は最大加速度として作成)

(原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800m 減衰定数 2.0%)

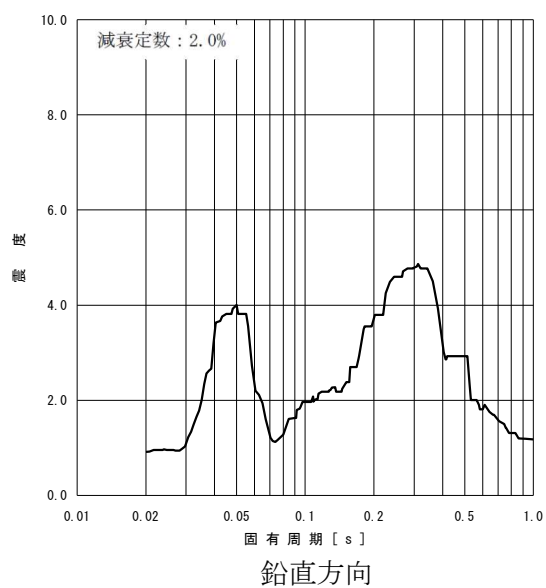
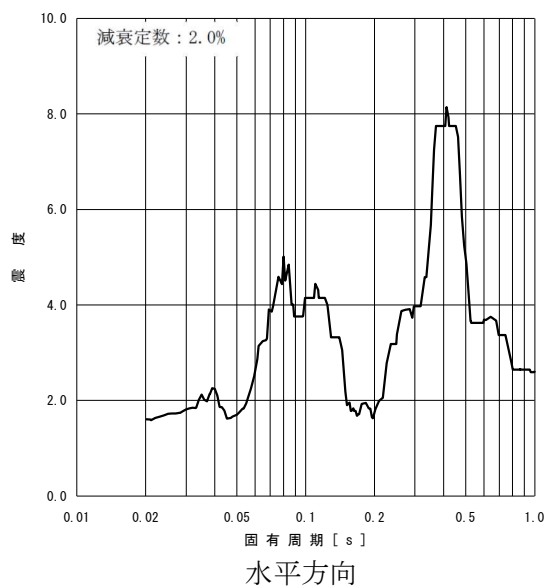


図 4(1) 検討用床応答曲線

(床応答スペクトルの作成範囲を 50Hz として作成)

(原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 18.440m 減衰定数 2.0%)

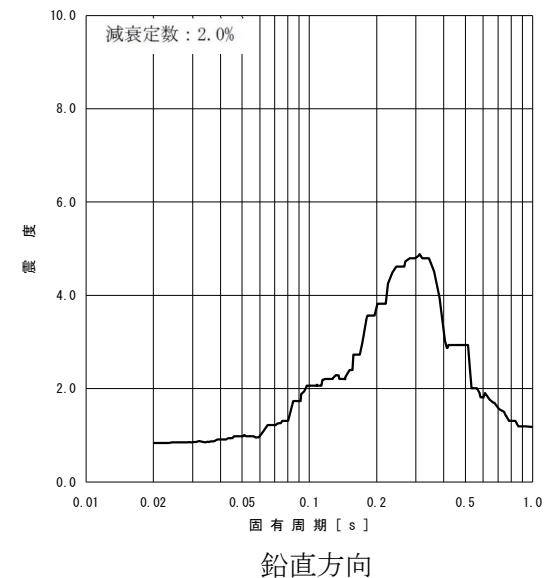
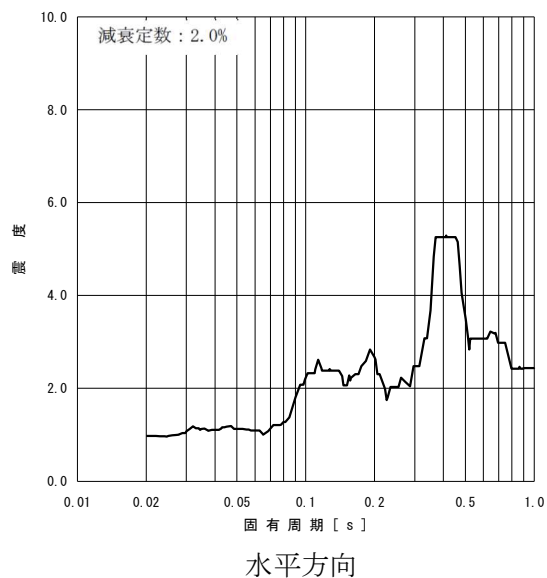


図 4(2) 検討用床応答曲線

(床応答スペクトルの作成範囲を 50Hz として作成)

(原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800m 減衰定数 2.0%)

#### 4. 確認結果

##### (1) 確認結果

各床応答曲線を用いた地震応答解析による弁駆動部の応答加速度の算定結果を表 1 に示す。

主蒸気内側隔離弁については、今回評価に適用する動的機能維持評価用床応答曲線による評価結果及び最大加速度 1.2ZPA の弁駆動部の応答加速度と比較して、検討用床応答曲線の評価結果の鉛直方向が 2 倍以上増加することを確認した。

熱交換器バイパス弁については、今回評価に適用する動的機能維持評価用床応答曲線による評価結果及び最大加速度 1.2ZPA と検討用床応答曲線の評価結果で、弁駆動部の応答加速度の差がないことを確認した。

なお、各弁共に評価結果が機能確認済加速度以下である。

表 1 弁駆動部位置における応答加速度

		主蒸気系 主蒸気内側隔離弁 (B21-F002C)		残留熱除去系 熱交換器バイパス弁 (E11-F013A)	
		弁駆動部の応答加速度 (G)			
		水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向
動的機能 維持 評価用	動的機能維持確認用床応答 曲線*1による結果	5.41	1.43	3.78	2.35
	最大加速度 1.2ZPA	1.72	1.06	0.99	1.00
	包絡値	5.41	1.43	3.78	2.35
検討用	検討用床応答曲線*2 による結果	5.72	3.27	3.78	2.35
機能確認済加速度 (G)		10.0	6.2	6.0	

注記\*1 : 床応答曲線の作成を 20Hz とし、20Hz を超えた範囲は最大加速度として作成 (図 3)

\*2 : 床応答曲線の作成を 50Hz として作成 (図 4)

(2) 確認結果を踏まえた対応

前述の通り、20Hz 近傍にて卓越する応答を示す原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎の床応答曲線を弁の動的機能維持評価に用いる配管系では、機能確認済加速度以下ではあるものの20Hz を超える範囲の作成方法による弁駆動部応答加速度への影響があることを確認した。

本解析結果を踏まえて、20Hz 近傍にて卓越する応答を示す原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎の床応答曲線を用いる、即ち原子炉格納容器内に設置されている弁の動的機能維持評価には検討用床応答曲線を用いる。

一方で、20Hz 近傍で応答が卓越しない原子炉格納容器外に設置されている弁の動的機能維持評価には動的機能維持評価用床応答曲線を用いる（表 2 参照）。

表 2 弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線の使用分類

評価対象弁の設置箇所	弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線
原子炉格納容器内	検討用床応答曲線 〔床応答スペクトルの作成範囲を50Hz として作成〕
原子炉格納容器外	動的機能維持評価用床応答曲線 〔床応答スペクトルの作成を20Hz とし、20Hz を超えた範囲は最大加速度として作成〕

参考として、固有値解析結果のうち固有振動数及び刺激係数を表 3 及び表 4 に、主要次数のモード図を図 5 及び図 6 に示す。

5. 応答加速度増加の要因推定

B21-F002C の鉛直方向の応答加速度が、動的機能維持確認用床応答曲線と比較して検討用床応答曲線を用いて評価した場合に大きく増加している要因を以下のとおり推定した。

B21-F002C の上流には水平 1 方向と鉛直方向を支持するレスレイント、下流側には原子炉格納容器貫通部を有しており高い剛性を有している（図 7 参照）。

また、原子炉遮蔽壁の床応答曲線は鉛直方向が卓越しており、20Hz 以降の震度が最大加速度（0.88G）と比較しても倍以上に大きいこと及び当該弁が設置された配管系の振動モードとして、12 次のモードが卓越していることから、動的機能維持確認用床応答曲線と比較して検討用床応答曲線を用いて評価した場合に応答加速度の増加に至ったものと考えられる。



表 3 主蒸気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								
13次								
14次								
15次								
16次								
17次								
18次								
19次								
20次								
21次								
22次								
23次								
24次								
25次								
26次								
27次								
28次								
29次								
30次								
31次								

表 4(1) 残留熱除去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								
13次								
14次								
15次								
16次								
17次								
18次								
19次								
20次								
21次								
22次								
23次								
24次								
25次								
26次								
27次								
28次								
29次								
30次								
31次								
32次								
33次								
34次								
35次								
36次								
37次								
38次								
39次								
40次								

表 4(2) 残留熱除去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
4 1 次								
4 2 次								
4 3 次								
4 4 次								
4 5 次								
4 6 次								
4 7 次								
4 8 次								
4 9 次								
5 0 次								
5 1 次								
5 2 次								
5 3 次								
5 4 次								
5 5 次								
5 6 次								
5 7 次								
5 8 次								
5 9 次								
6 0 次								
6 1 次								
6 2 次								
6 3 次								
6 4 次								
6 5 次								
6 6 次								
6 7 次								
6 8 次								
6 9 次								
7 0 次								
7 1 次								
7 2 次								

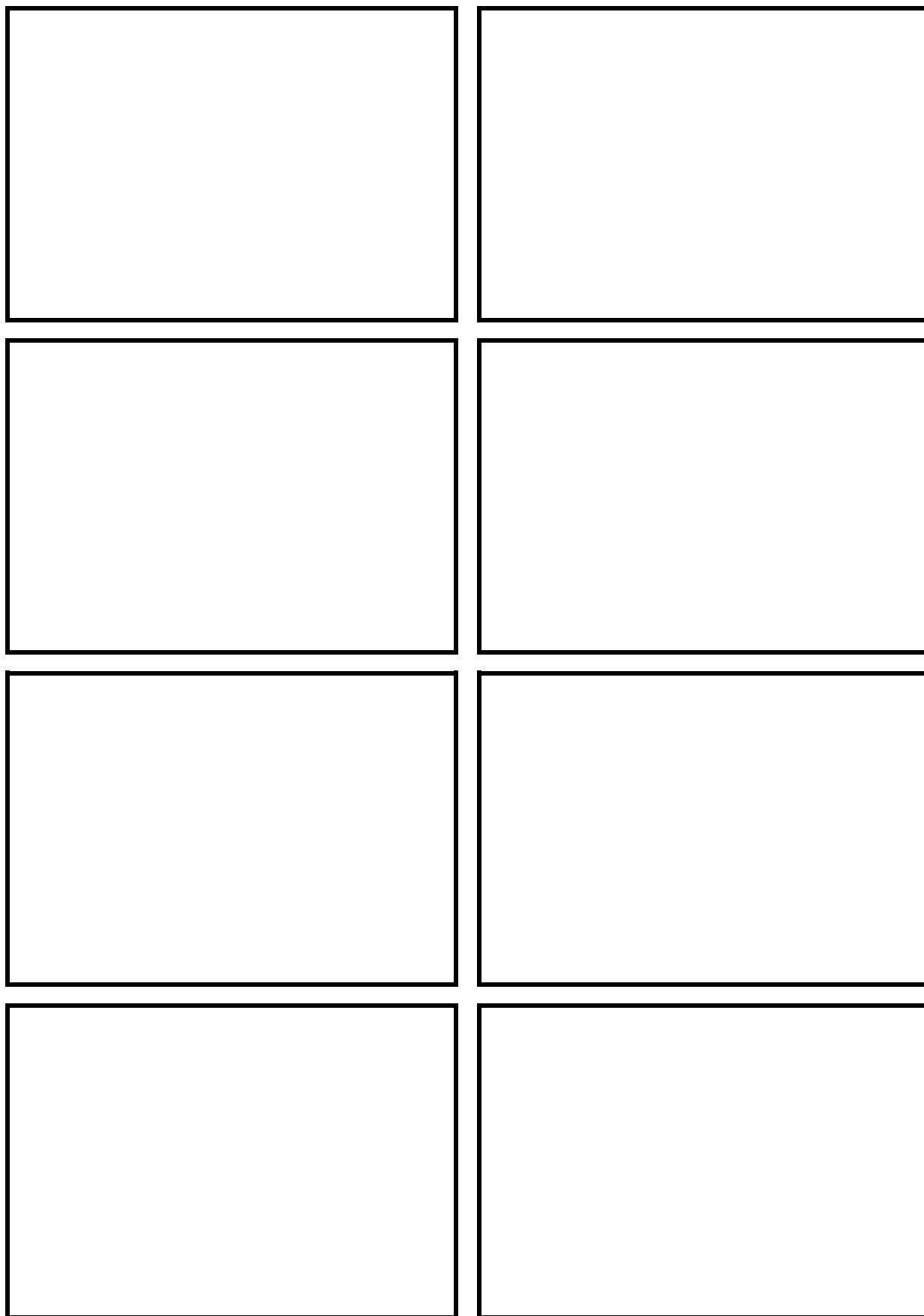


図 5(1) 主蒸気系配管の振動モード図

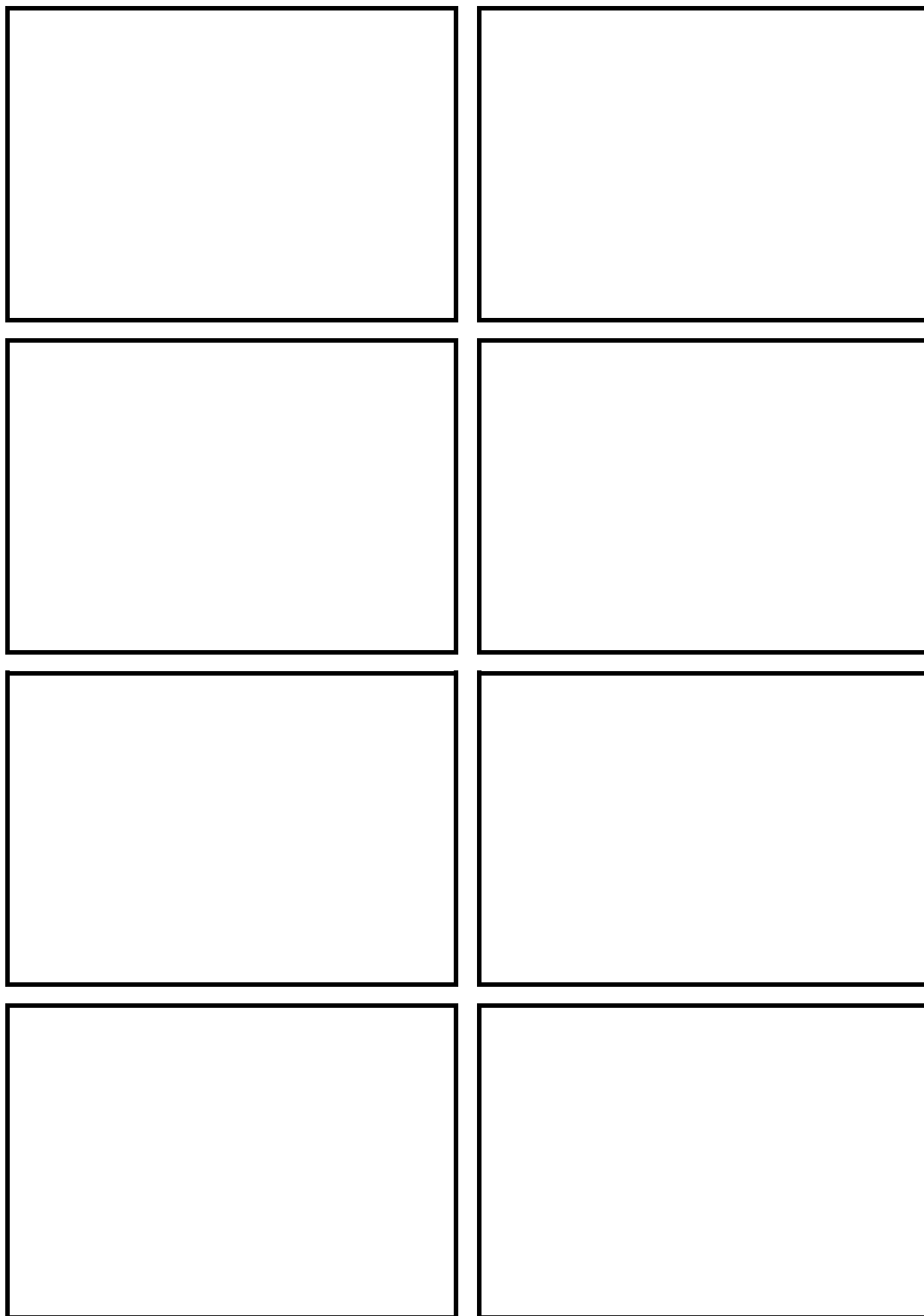


図 5(2) 主蒸気系配管の振動モード図

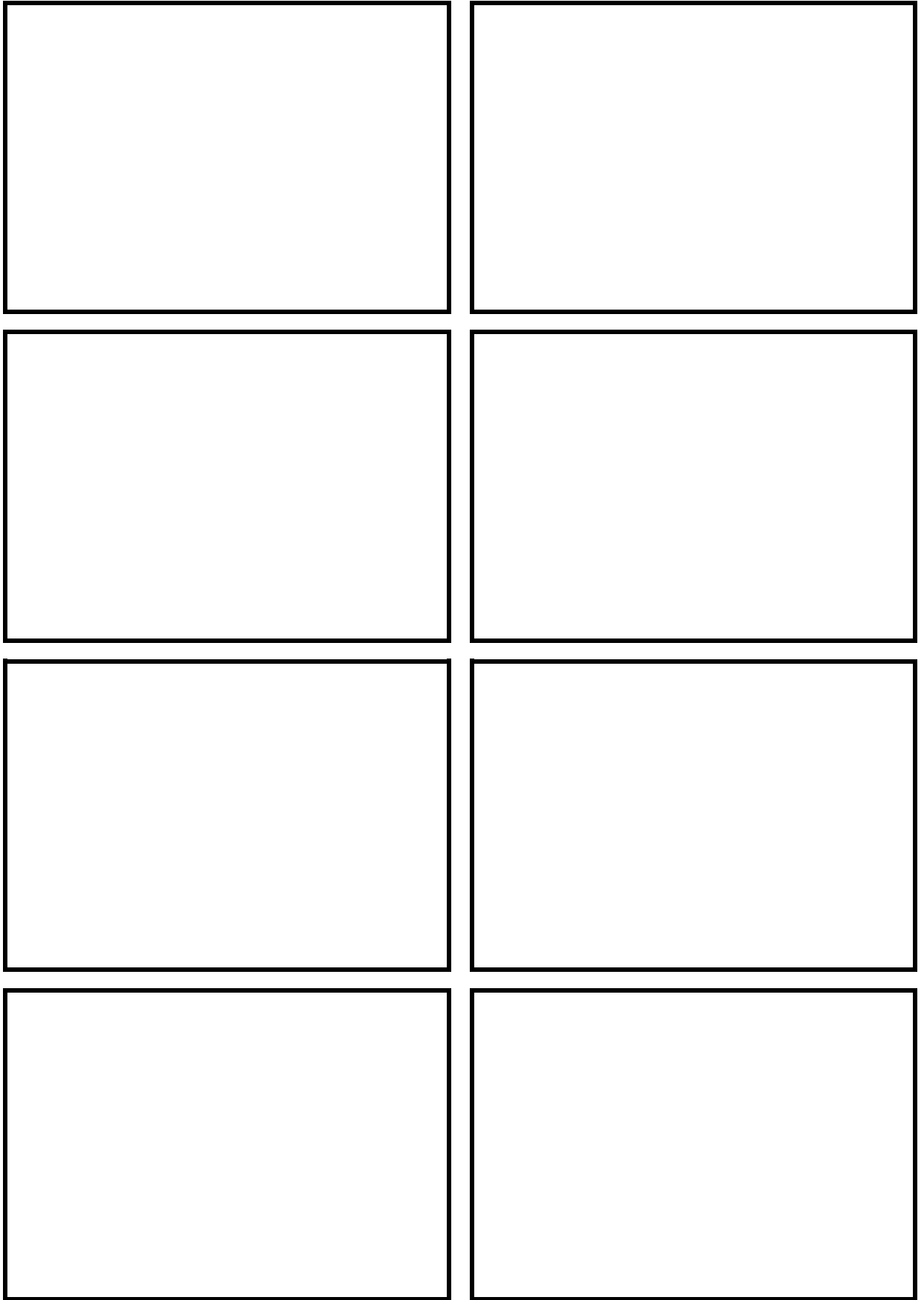


図 5(3) 主蒸気系配管の振動モード図

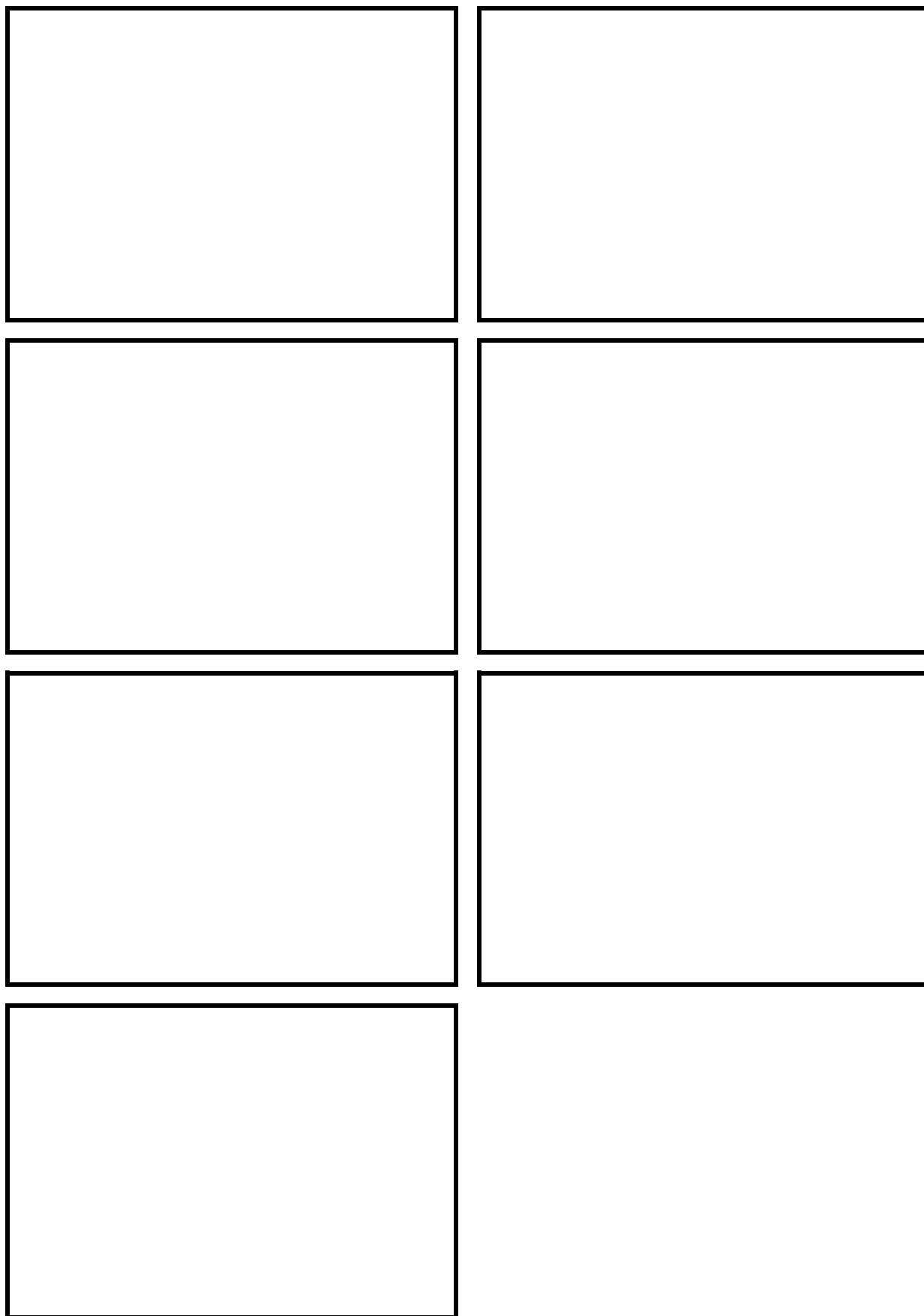


図 5(4) 主蒸気系配管の振動モード図

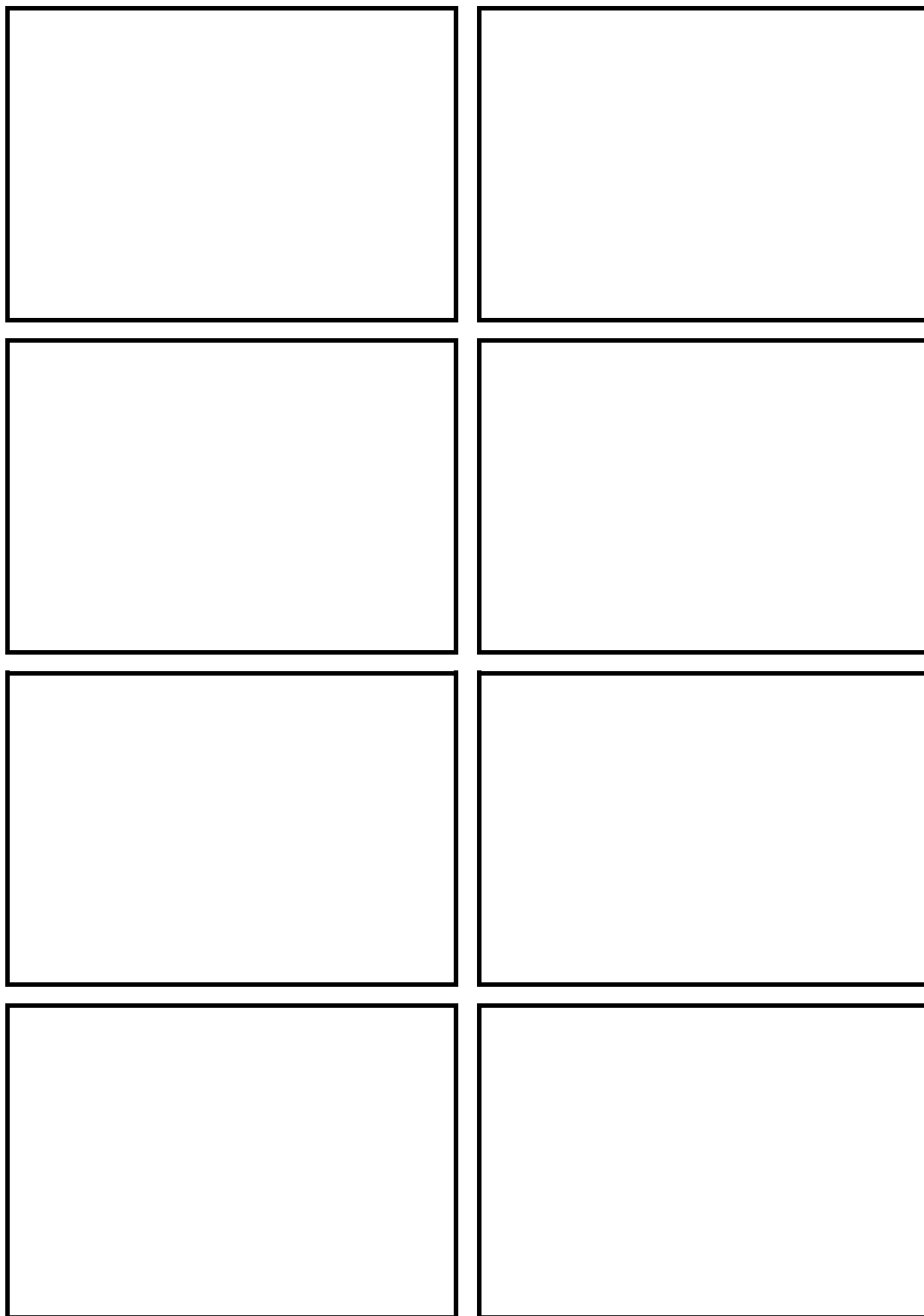


図 6(1) 残留熱除去系配管の振動モード図



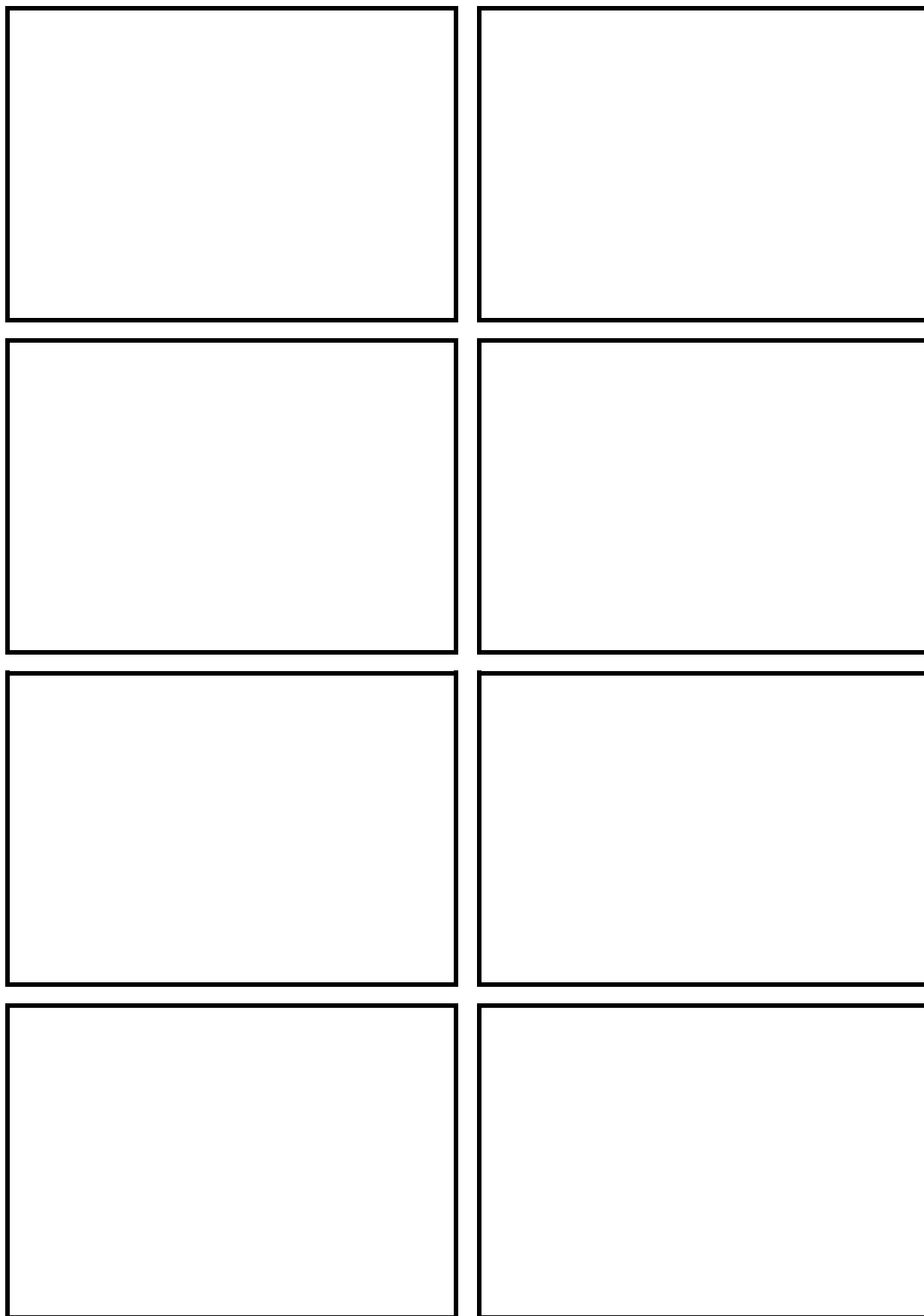


図 6 (2) 残留熱除去系配管の振動モード図

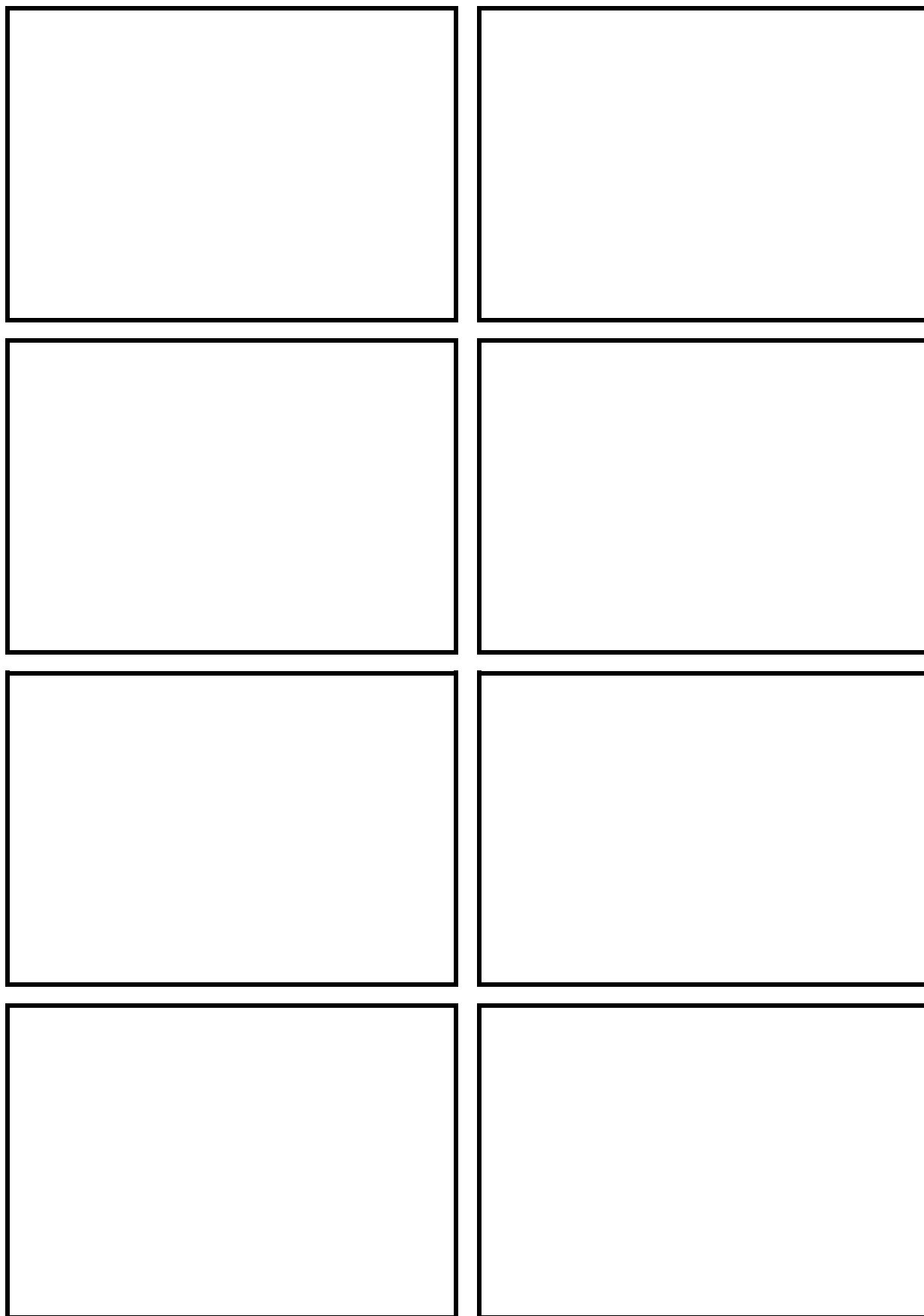


図 6 (3) 残留熱除去系配管の振動モード図

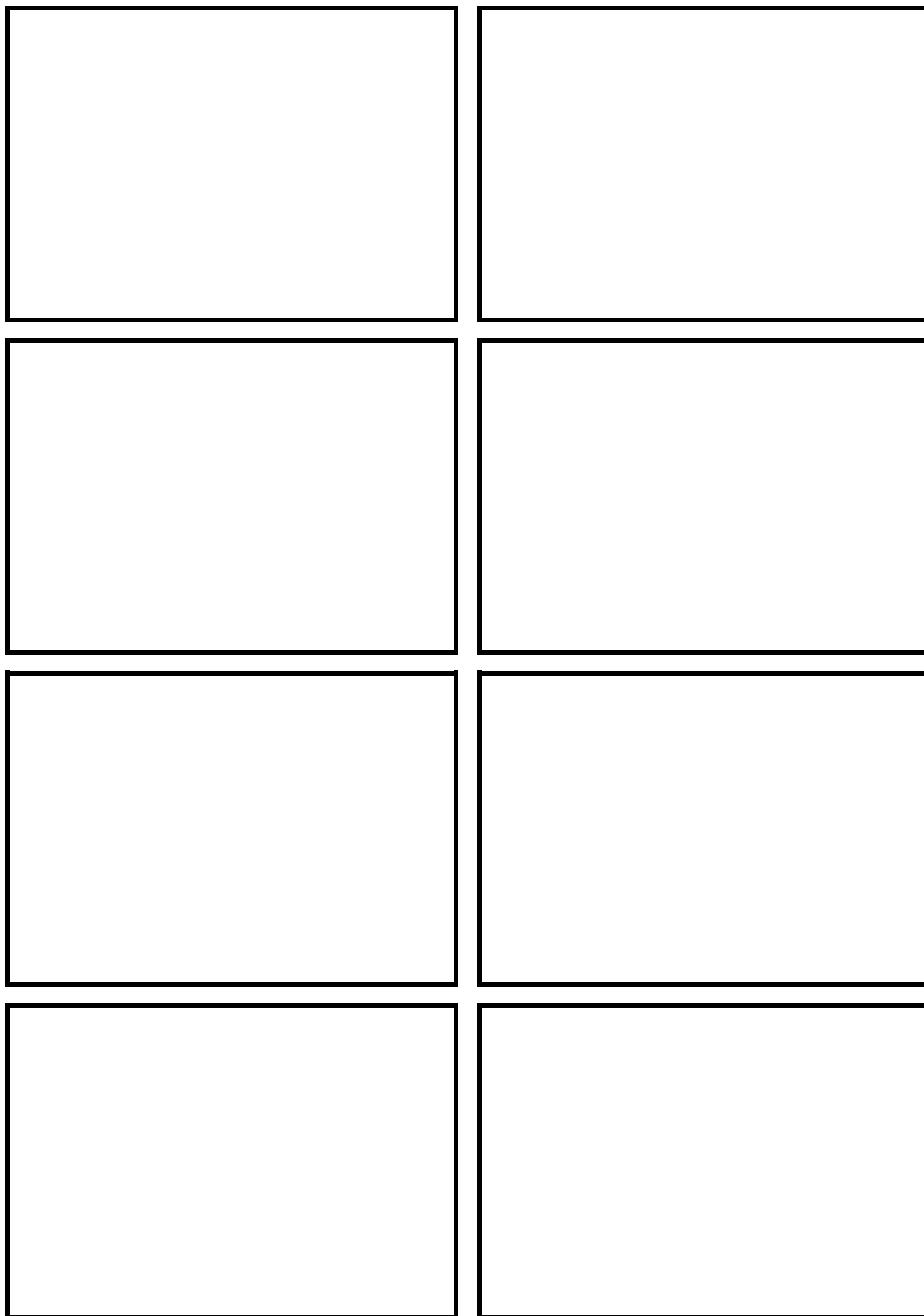


図 6(4) 残留熱除去系配管の振動モード図

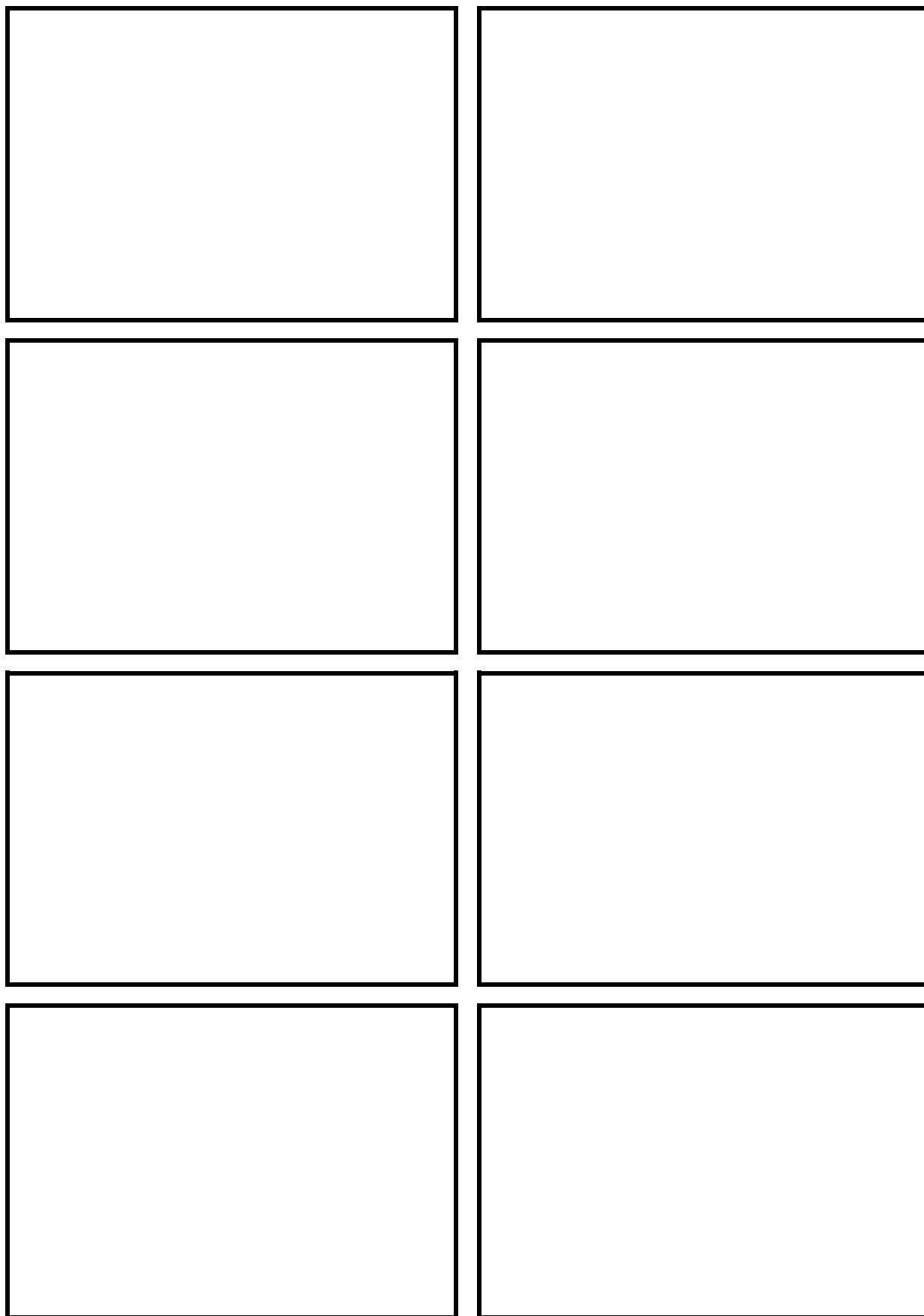


図 6 (5) 残留熱除去系配管の振動モード図

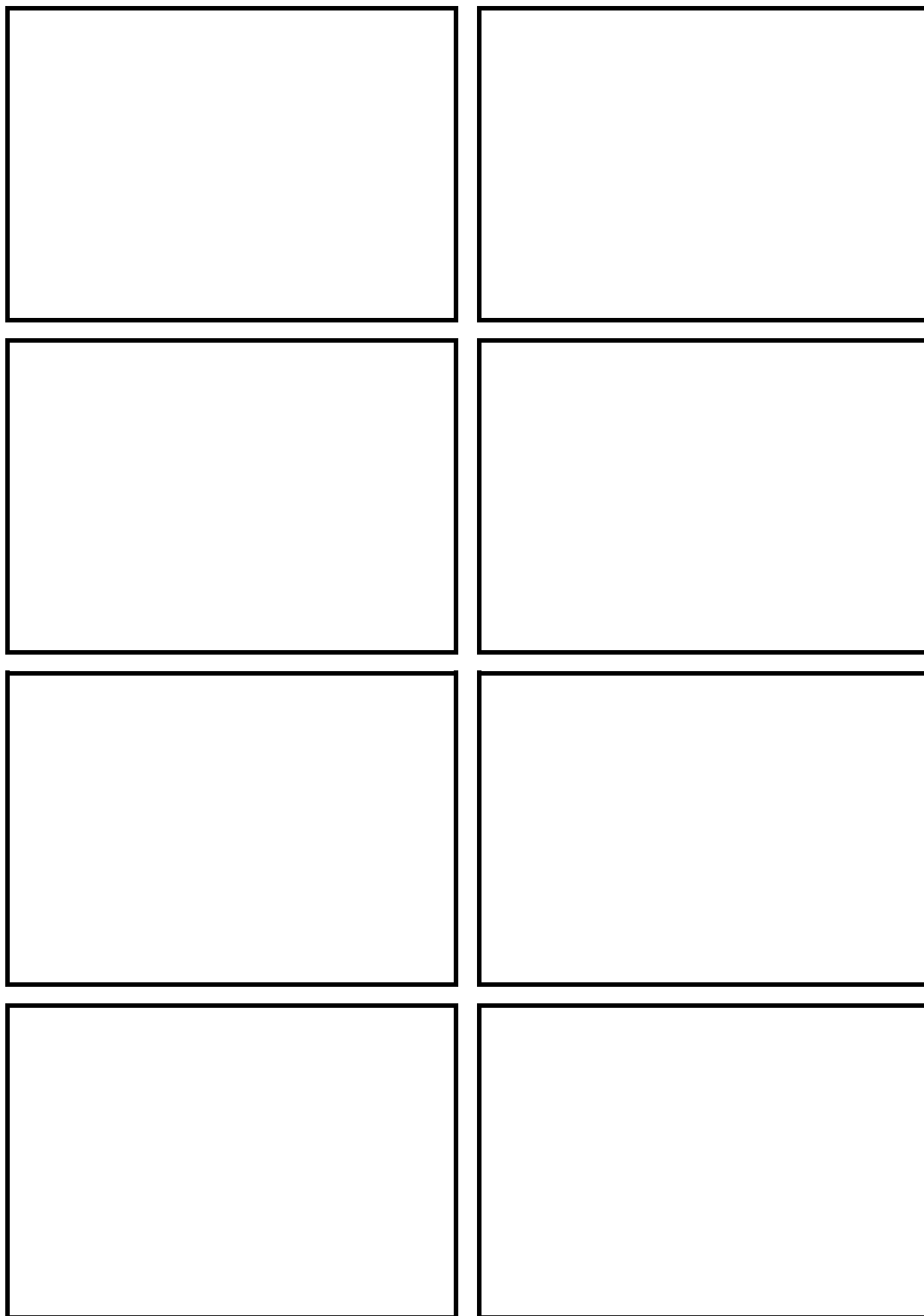


図 6 (6) 残留熱除去系配管の振動モード図

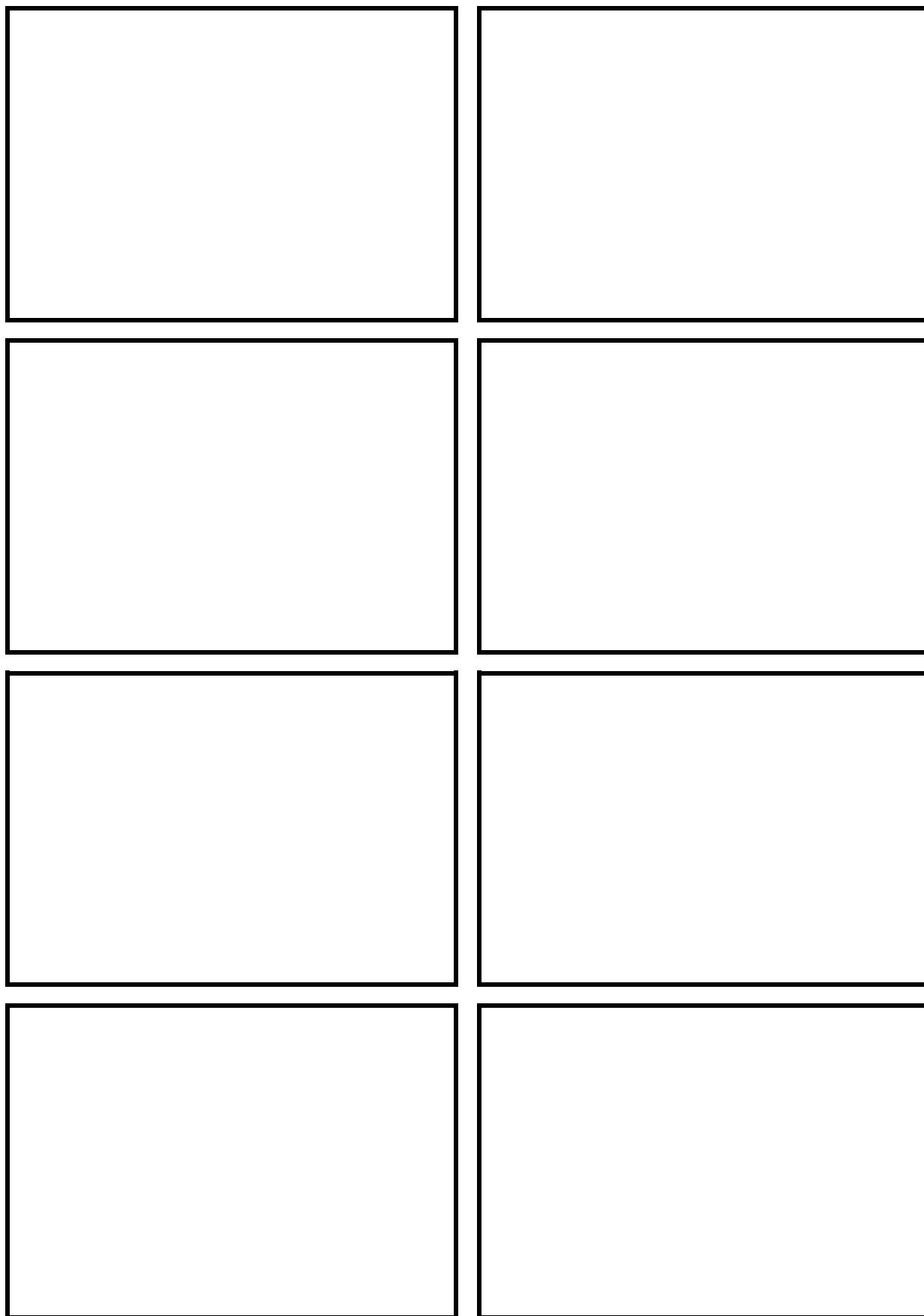


図 6 (7) 残留熱除去系配管の振動モード図

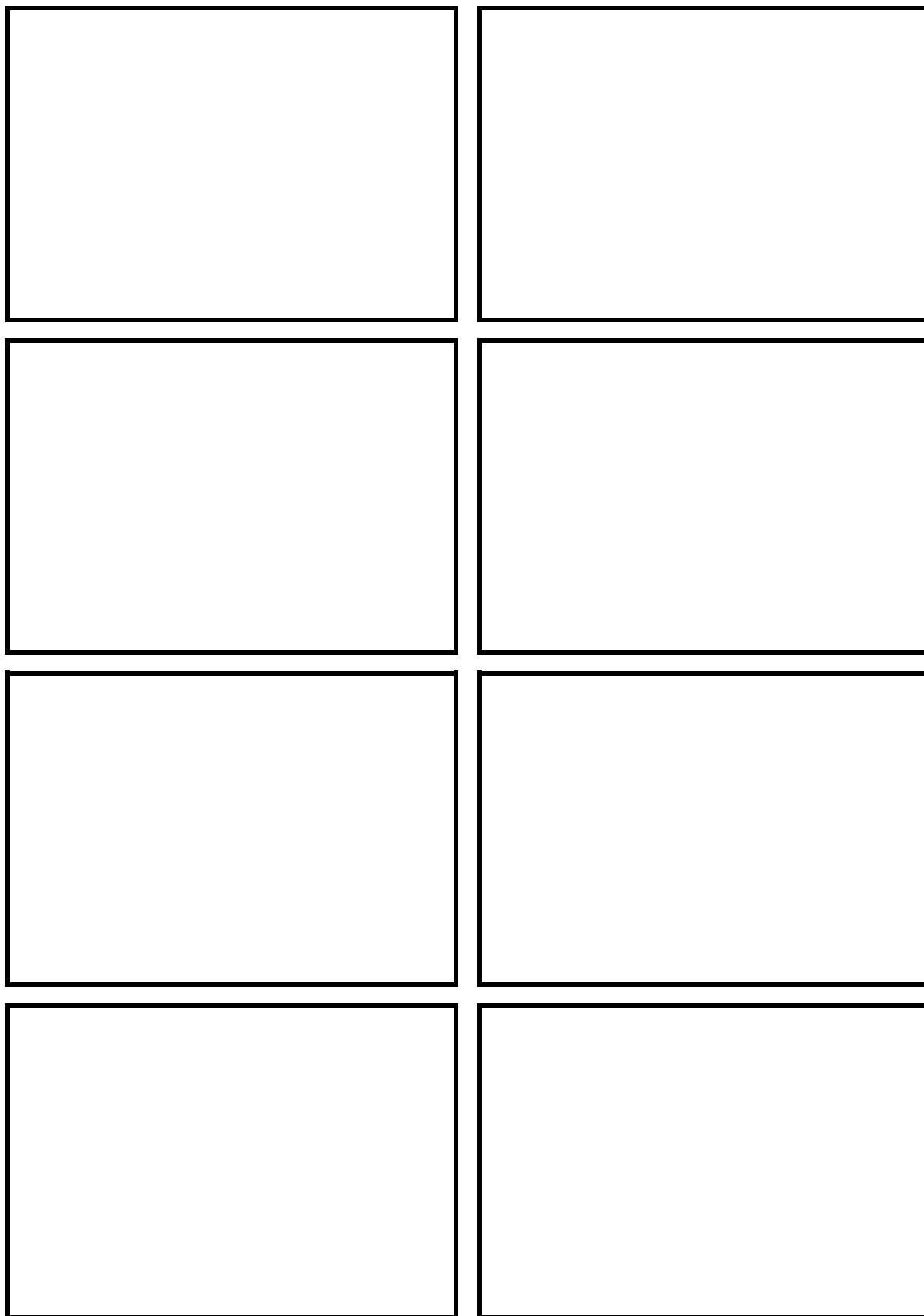


図 6(8) 残留熱除去系配管の振動モード図

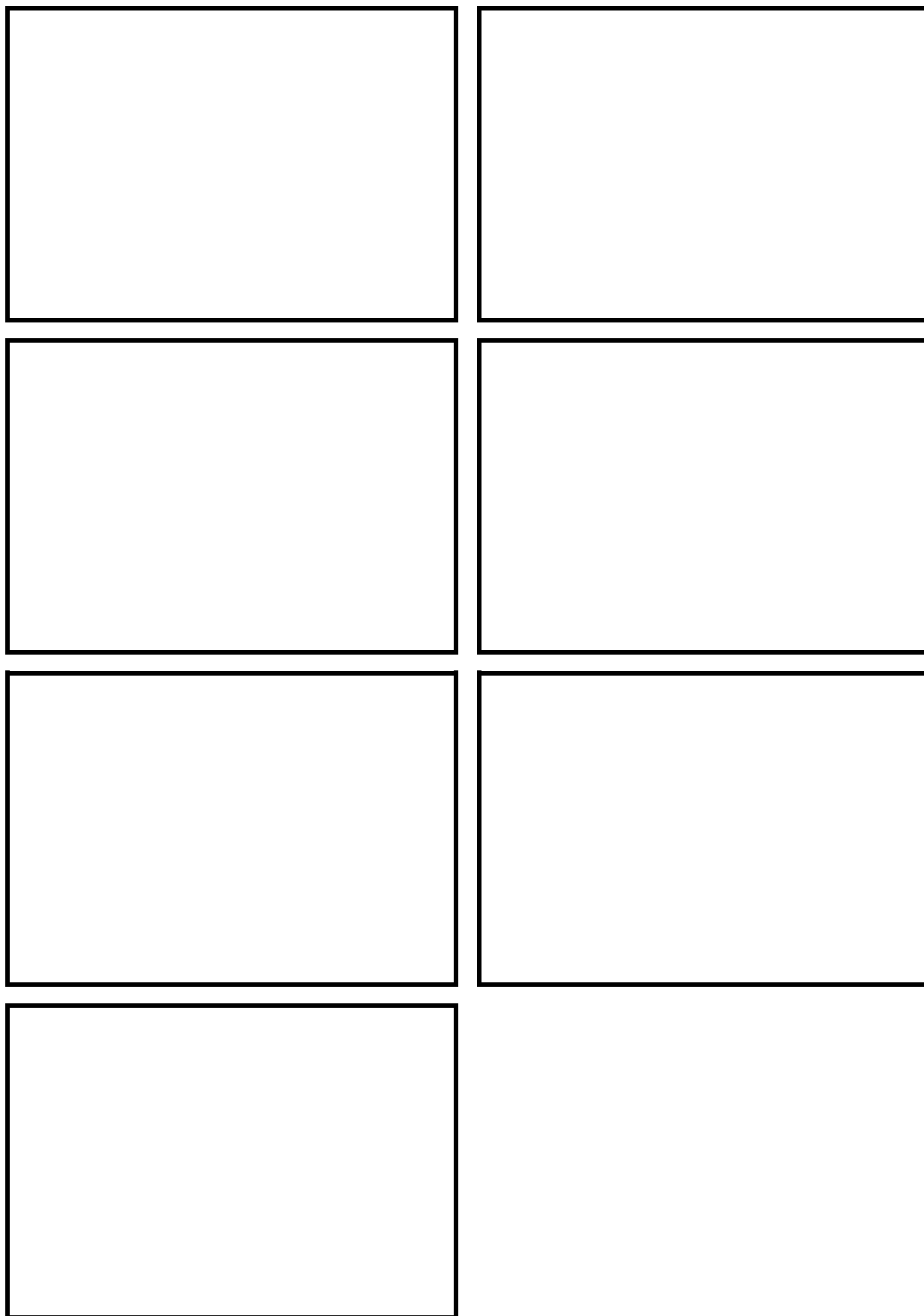


図 6 (9) 残留熱除去系配管の振動モード図



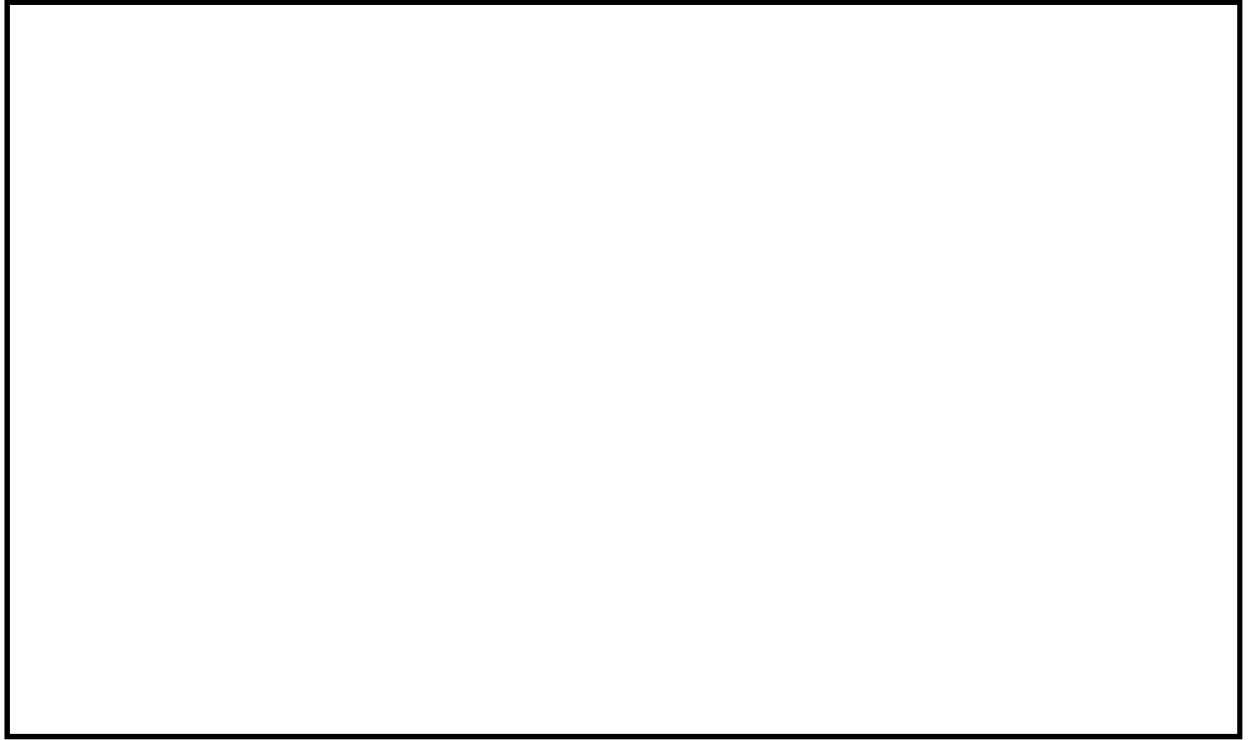


図 7 主蒸気系配管の解析モデル図 (モデル No. MS-PD-3)

## 耐震計算書における機能維持評価対象弁の選定方法について

## 1. 概要

柏崎刈羽原子力発電所第7号機については、工認耐震計算書のうち各申請設備の「管の耐震性についての計算書」において、弁の機能維持評価を実施している。「管の耐震性についての計算書」においては、工認の要目表に記載のある弁のうち、動的機能維持が要求される弁を選定し、弁型式ごとに「機能確認済加速度」に対する「評価用加速度」の裕度が最も小さい弁の評価結果を代表として記載している。

本資料は「管の耐震性についての計算書」に記載している機能維持評価の対象弁の選定根拠を説明するものである。

## 2. 機能維持評価対象弁の選定方法について

機能維持評価対象弁を選定するために、設計基準対象施設として、工認の要目表に記載のある弁から、J E A G 4 6 0 1 -1984 並びに J E A G 4 6 0 1 -1991 に基づき動的機能維持評価の要求の有無を整理した。(別添 1 参照)

また、重大事故等対象施設として工認の要目表及び基本設計方針に記載のある弁のうち、別添 1 で動的機能維持が要求される弁として整理している弁を除いて、動的機能維持評価の要求の有無を整理した結果、重大事故等対象施設として動的機能維持が要求される弁が新たに追加されないことを確認している。(動的機能維持要求が除外される理由については別添 2 参照)

## 別添 1

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	動的機能維持が 要求される弁 (●105個)	動的機能維持が 要求される理由*1 表Ⅱ-1分類例	動的機能維持要求が 除外される理由*2
1	MS	B21-F002A	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
2	MS	B21-F002B	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
3	MS	B21-F002C	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
4	MS	B21-F002D	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
5	MS	B21-F003A	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
6	MS	B21-F003B	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
7	MS	B21-F003C	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
8	MS	B21-F003D	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
9	MS	B21-F051A	原子炉給水ライン外側隔離弁	空気作動 逆止弁	●	As-(i)-③-① As-(ii)-④ A-(i)-①-③	
10	MS	B21-F051B	原子炉給水ライン外側隔離弁	空気作動 逆止弁	●	As-(i)-③-① As-(ii)-②	
11	MS	B21-F052A	原子炉給水ライン内側隔離弁	逆止弁	●	As-(i)-③-① As-(ii)-④ A-(i)-①-③	
12	MS	B21-F052B	原子炉給水ライン内側隔離弁	逆止弁	●	As-(i)-③-① As-(ii)-②	
13	CRD	C12-126	スクラム弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(iii)-①-②	
14	SLC	C41-F007	S L C P C V外側逆止弁	逆止弁	×	—	⑨
15	SLC	C41-F008	S L C P C V内側逆止弁	逆止弁	×	—	⑨
16	RHR	E11-F004A	R H R 熱交換器出口弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-④-①	
17	RHR	E11-F004B	R H R 熱交換器出口弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-④-①	
18	RHR	E11-F004C	R H R 熱交換器出口弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-④-①	
19	RHR	E11-F005A	R H R 注入弁 (R H R 注入隔離弁)	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-① A-(i)-①-③-①	
20	RHR	E11-F005B	R H R 注入弁 (R H R 注入隔離弁)	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-① A-(i)-①-③-①	
21	RHR	E11-F005C	R H R 注入弁 (R H R 注入隔離弁)	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-① A-(i)-①-③-①	
22	RHR	E11-F006B	R H R L P F L 試験可能逆止弁	逆止弁	●	As-(ii)-④-① A-(i)-①-③-①	
23	RHR	E11-F006C	R H R L P F L 試験可能逆止弁	逆止弁	●	As-(ii)-④-① A-(i)-①-③-①	
24	RHR	E11-F008A	R H R 試験用調節弁	電動 グローブ弁	●	As-(iv) A-(ii)-①	
25	RHR	E11-F008B	R H R 試験用調節弁	電動 グローブ弁	●	As-(iv) A-(ii)-①	
26	RHR	E11-F008C	R H R 試験用調節弁	電動 グローブ弁	●	As-(iv) A-(ii)-①	

## 別添 1

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	動的機能維持が 要求される弁 (●105個)	動的機能維持が 要求される理由*1 表Ⅱ-1分類例	動的機能維持要求が 除外される理由*2
27	RHR	E11-F010A	RHR 停止時冷却内側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
28	RHR	E11-F010B	RHR 停止時冷却内側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
29	RHR	E11-F010C	RHR 停止時冷却内側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
30	RHR	E11-F011A	RHR 停止時冷却外側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
31	RHR	E11-F011B	RHR 停止時冷却外側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
32	RHR	E11-F011C	RHR 停止時冷却外側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
33	RHR	E11-F013A	RHR 熱交換器バイパス弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-④-①	
34	RHR	E11-F013B	RHR 熱交換器バイパス弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-④-①	
35	RHR	E11-F013C	RHR 熱交換器バイパス弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-④-①	
36	RHR	E11-F019B	RHR S/P スプレイ注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-①-①	
37	RHR	E11-F019C	RHR S/P スプレイ注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-①-①	
38	RHR	E11-F029A	RHR SPH第一止め弁	電動 ゲート弁	×	—	⑥
39	RHR	E11-F029B	RHR SPH第一止め弁	電動 ゲート弁	×	—	⑥
40	RHR	E11-F029C	RHR SPH第一止め弁	電動 ゲート弁	×	—	⑥
41	HPCF	E22-F001B	HPCF CSP側吸込弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-①-①	
42	HPCF	E22-F001C	HPCF CSP側吸込弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-①-①	
43	HPCF	E22-F003B	HPCF 注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-①-①	
44	HPCF	E22-F003C	HPCF 注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-①-①	
45	HPCF	E22-F004B	HPCF 試験可能逆止弁	逆止弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-①-①	
46	HPCF	E22-F004C	HPCF 試験可能逆止弁	逆止弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-①-①	
47	RCIC	E51-F001	RCIC CSP側吸込弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-②-② A-(i)-①	
48	RCIC	E51-F004	RCIC 注入弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-②-② A-(i)-①	
49	RCIC	E51-F006	RCIC S/P側吸込隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-②-② A-(i)-①	
50	RCIC	E51-F035	RCIC 蒸気ライン内側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-②-② A-(i)-① As-(iv)	
51	RCIC	E51-F036	RCIC 蒸気ライン外側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-②-② A-(i)-① As-(iv)	
52	RCIC	E51-F037	RCIC タービン止め弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-②-② A-(i)-①	

別添 1

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	動的機能維持が 要求される弁 (●105個)	動的機能維持が 要求される理由*1 表Ⅱ-1分類例	動的機能維持要求が 除外される理由*2
53	CUW	G31-F002	C U W吸込ライン内側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(i)-④-①	
54	CUW	G31-F003	C U W吸込ライン外側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(i)-④-①	
55	CUW	G31-F017	C U W R P Vヘッドスプレイ 隔離弁	電動 ゲート弁	×	—	⑦
56	CUW	G31-F018	C U W R P Vヘッドスプレイ 逆止弁	逆止弁	×	—	⑧
57	RD	K11-F003	R D ドライウエルL C Wサンプ内側 隔離弁	電動 ゲート弁	×	—	②
58	RD	K11-F004	R D ドライウエルL C Wサンプ外側 隔離弁	電動 ゲート弁	×	—	②
59	RD	K11-F103	R D ドライウエルH C Wサンプ内側 隔離弁	電動 ゲート弁	×	—	③
60	RD	K11-F104	R D ドライウエルH C Wサンプ外側 隔離弁	電動 ゲート弁	×	—	③
61	RCW	P21-F007A	R C W熱交換器冷却水出口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
62	RCW	P21-F007B	R C W熱交換器冷却水出口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
63	RCW	P21-F007C	R C W熱交換器冷却水出口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
64	RCW	P21-F007D	R C W熱交換器冷却水出口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
65	RCW	P21-F007E	R C W熱交換器冷却水出口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
66	RCW	P21-F007F	R C W熱交換器冷却水出口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
67	RCW	P21-F011A	R C W冷却水供給温度調節弁（熱交換 器側）	空気作動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
68	RCW	P21-F011B	R C W冷却水供給温度調節弁（熱交換 器側）	空気作動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
69	RCW	P21-F011C	R C W冷却水供給温度調節弁（熱交換 器側）	空気作動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
70	RCW	P21-F042A	R C W R H R熱交換器冷却水出口弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
71	RCW	P21-F042B	R C W R H R熱交換器冷却水出口弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
72	RCW	P21-F042C	R C W R H R熱交換器冷却水出口弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
73	RCW	P21-F048A	R C W非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
74	RCW	P21-F048B	R C W非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
75	RCW	P21-F048C	R C W非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
76	RCW	P21-F048D	R C W非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
77	RCW	P21-F048E	R C W非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
78	RCW	P21-F048F	R C W非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	

## 別添 1

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	動的機能維持が 要求される弁 (●105個)	動的機能維持が 要求される理由*1 表Ⅱ-1分類例	動的機能維持要求が 除外される理由*2
79	RSW	P41-F004A	R S W ストレーナ入口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
80	RSW	P41-F004B	R S W ストレーナ入口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
81	RSW	P41-F004C	R S W ストレーナ入口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
82	RSW	P41-F004D	R S W ストレーナ入口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
83	RSW	P41-F004E	R S W ストレーナ入口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
84	RSW	P41-F004F	R S W ストレーナ入口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
85	SGTS	T22-F001A	S G T S 入口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	●	A-(ii)-③	
86	SGTS	T22-F001B	S G T S 入口隔離弁	電動 バタフライ弁	●	A-(ii)-③	
87	SGTS	T22-F002A	S G T S 乾燥装置入口弁	電動 バタフライ弁	●	A-(ii)-③	
88	SGTS	T22-F002B	S G T S 乾燥装置入口弁	電動 バタフライ弁	●	A-(ii)-③	
89	SGTS	T22-F004A	S G T S フィルタ装置出口弁	電動 バタフライ弁	●	A-(ii)-③	
90	SGTS	T22-F004B	S G T S フィルタ装置出口弁	電動 バタフライ弁	●	A-(ii)-③	
91	AC	T31-F001	A C P C V パージ用空気供給隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	⑤
92	AC	T31-F002	A C D/W パージ用入口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	⑤
93	AC	T31-F003	A C S/C パージ用入口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	⑤
94	AC	T31-F010	A C P C V 窒素供給隔離弁	空気作動 グローブ弁	×	—	⑤
95	AC	T31-F011	A C D/W 窒素入口隔離弁	空気作動 グローブ弁	×	—	⑤
96	AC	T31-F012	A C S/C 窒素入口隔離弁	空気作動 グローブ弁	×	—	⑤
97	AC	T31-F016	A C P C V パージ用窒素供給隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	⑤
98	AC	T31-F019	A C D/W ベント用出口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	④
99	AC	T31-F020	A C S G T S 側 P C V ベント用隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	④
100	AC	T31-F021	A C H V A C 側 P C V ベント用隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	④
101	AC	T31-F022	A C S/C ベント用出口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	④
102	FCS	T49-F001A	F C S 入口第一隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
103	FCS	T49-F001B	F C S 入口第一隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
104	FCS	T49-F003A	F C S 入口第二隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	

## 別添 1

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	動的機能維持が 要求される弁 (●105個)	動的機能維持が 要求される理由*1 表Ⅱ-1分類例	動的機能維持要求が 除外される理由*2
105	FCS	T49-F003B	F C S 入口第二隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
106	FCS	T49-F007A	F C S 出口第二隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
107	FCS	T49-F007B	F C S 出口第二隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
108	FCS	T49-F008A	F C S 出口第一隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
109	FCS	T49-F008B	F C S 出口第一隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
110	NB	B21-F001A	MS 主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
111	NB	B21-F001B	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
112	NB	B21-F001C	MS 主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
113	NB	B21-F001D	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
114	NB	B21-F001E	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
115	NB	B21-F001F	MS 主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
116	NB	B21-F001G	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
117	NB	B21-F001H	MS 主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
118	NB	B21-F001J	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
119	NB	B21-F001K	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
120	NB	B21-F001L	MS 主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
121	NB	B21-F001M	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
122	NB	B21-F001N	MS 主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
123	NB	B21-F001P	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
124	NB	B21-F001R	MS 主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
125	NB	B21-F001S	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
126	NB	B21-F001T	MS 主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
127	NB	B21-F001U	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
128	SLC	C41-F003A	S L C ポンプ出口逃がし弁	安全弁	×	—	①
129	SLC	C41-F003B	S L C ポンプ出口逃がし弁	安全弁	×	—	①
130	SLC	C41-F014	S L C ポンプ入口逃がし弁	安全弁	×	—	①

## 別添 1

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	動的機能維持が 要求される弁 (●105個)	動的機能維持が 要求される理由*1 表Ⅱ-1分類例	動的機能維持要求が 除外される理由*2
131	RHR	E11-F039A	RHR停止時冷却ライン隔離弁逃がし弁	安全弁	×	—	①
132	RHR	E11-F039B	RHR停止時冷却ライン隔離弁逃がし弁	安全弁	×	—	①
133	RHR	E11-F039C	RHR停止時冷却ライン隔離弁逃がし弁	安全弁	×	—	①
134	RHR	E11-F042A	RHR停止時冷却吸込側逃がし弁	安全弁	×	—	①
135	RHR	E11-F042B	RHR停止時冷却吸込側逃がし弁	安全弁	×	—	①
136	RHR	E11-F042C	RHR停止時冷却吸込側逃がし弁	安全弁	×	—	①
137	RHR	E11-F051A	RHRテストライン逃がし弁	安全弁	×	—	①
138	RHR	E11-F051B	RHRテストライン逃がし弁	安全弁	×	—	①
139	RHR	E11-F051C	RHRテストライン逃がし弁	安全弁	×	—	①
140	HPCF	E22-F020B	HPCFポンプ吸込側逃がし弁	安全弁	×	—	①
141	HPCF	E22-F020C	HPCFポンプ吸込側逃がし弁	安全弁	×	—	①
142	RCIC	E51-F017	RCICポンプ吸込側逃がし弁	安全弁	×	—	①
143	HPIN	P54-F011A	HPIN非常用窒素ガス安全弁	安全弁	×	—	①
144	HPIN	P54-F011B	HPIN非常用窒素ガス安全弁	安全弁	×	—	①
145	FCS	T49-F009	FCS出口ライン逃がし弁	安全弁	×	—	①
146	FCS	T49-F015	FCS出口ライン逃がし弁	安全弁	×	—	①

注記\*1 : 別紙1 参照

\*2 : 別紙2 参照



動的機能維持の必要性の有無については、J E A G 4 6 0 1-1984 に規定されている。「表 II - 1 具体的な動的設備とその分類例 (BWR)」(P52) において、動的機能が要求される機器例が示されており、今回の別添 1 に記載の要目表対象弁に対して分類例番号を記載し、動的機能維持が要求される弁を整理した。

(例：主蒸気逃がし安全弁 → As- ( i ) -①-②, As- ( ii ) -①-①)

表 II - 1 具体的な動的設備とその分類例 (BWR)

耐震重要度分類	動的機能の分類	系 統	動的機能が要求される機器	要求機能	備 考
As	(i) 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する弁のうち、その健全性を維持するために動的機能が必要なもの	① 主蒸気系	① 主蒸気隔離弁 ② 逃がし安全弁 (安全弁機能)	$\alpha(S_2)$	図 II - 1 参照 他の動的機能分類で動的機能が要求される弁は除く。
		② 主蒸気ドレン系	① ドレンライン隔離弁	$\alpha(S_2)$	
		③ 給水系	① 給水逆止弁	$\alpha(S_2)$	
		④ 原子炉冷却材浄化系	① 隔離弁	$\alpha(S_2)$	
	(ii) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するために必要な動的設備	① 主蒸気系	① 逃がし安全弁 (逃がし弁機能)	$\beta(S_2)$	図 II - 1 参照
		② 原子炉隔離時冷却系	① タービン, ② 弁 ③ ポンプ	$\beta(S_2)$	図 II - 2 参照
		③ 高圧炉心スプレイ系	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_2)$	図 II - 3 参照
		④ 残留熱除去系 (停止時冷却モード)	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_2)$	図 II - 4 参照
		⑤ 非常用補機冷却系	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_2)$	
		⑥ 非常用電源設備	① ディーゼル ② 弁, ③ ポンプ	$\beta(S_2)$	
	(iii) 原子炉の緊急停止のために、急激に負の反応度を付加するために必要な動的設備、及び原子炉の停止状態を維持するために必要な動的設備	① 制御棒駆動系	① 駆動機構 ② スクラム弁	$\alpha(S_2)$	図 II - 5 参照
	(iv) 原子炉格納容器バウンダリを構成	① 不活性ガス系	① PCV 隔離弁	$\beta(S_1)$	図 II - 6 参照 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損

耐震重要度分類	動的機能の分類	系 統	動的機能が要求される機器	要求機能	備 考
A <sub>S</sub>	する弁のうち、原子炉冷却材圧力バウンダリ破損の一定時間後に閉止が必要なもの				(LOCA)後、一般の隔離弁は直ちに閉となるため、地震時の動的機能維持の必要はない。ただし、LOCA後、ECCS等の停止に伴う原子炉格納容器バウンダリ閉止に必要な弁は、S <sub>1</sub> 地震後機能維持を要す。 また、他の動的機能分類で動的機能が要求される弁は除く。
A	(i) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損後、炉心から崩壊熱を除去するために必要な動的設備	① 非常用炉心冷却系			
		1) 高圧炉心スプレイ系	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$	A <sub>S</sub> クラスの(ii)の③で確認
		2) 低圧炉心スプレイ系	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$	図II-7 参照
		3) 残留熱除去系(低圧炉心注水モード)	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$	図II-8 参照
		② 非常用補機冷却系	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$	A <sub>S</sub> クラスの(ii)の⑤で確認
		③ 非常用電源設備	① ディーゼル ② 弁, ③ ポンプ	$\beta(S_1)$	A <sub>S</sub> クラスの(ii)の⑥で確認
	(ii) 放射性物質の放出を伴うような事故の際にその外部放散を抑制するために必要な動的設備で、上記耐震A <sub>S</sub> クラスの(iv)以外の設備	① 残留熱除去系(PCVスプレイモード)	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$	図II-9 参照
		② 可燃性ガス濃度制御系	① ブ ロ ア	$\beta(S_1)$	図II-10 参照
		③ 非常用ガス処理系	① 排気ファン	$\beta(S_1)$	図II-11 参照
		④ 非常用補機冷却系	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$	A <sub>S</sub> クラスの(ii)の⑤で確認
⑤ 非常用電源設備		① ディーゼル ② 弁, ③ ポンプ	$\beta(S_1)$	A <sub>S</sub> クラスの(ii)の⑥で確認	
(iii) 使用済燃料プール水を捕給するために必要な動的設備	① 燃料プール水補給設備(非常用)	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$		

以下のリストは、動的機能維持要求が除外されるとしたのものについて、その具体的な理由をまとめたものである。

番号	動的機能維持要求が除外される理由
①	原子炉冷却材圧力バウンダリの健全性，原子炉停止後の崩壊熱除去等，プラントの事故対応や停止操作時において動作を必要としない安全弁であり，評価対象外。
②	ドライウェルLCWサンプ出口ラインに設置されている格納容器隔離弁であり，冷却材喪失事故直後に動作（「開」→「閉」），その後動作要求がないため（「閉」維持），評価対象外。
③	ドライウェルHCWサンプ出口ラインに設置されている格納容器隔離弁であり，冷却材喪失事故直後に動作（「開」→「閉」），その後動作要求がないため（「閉」維持），評価対象外。
④	原子炉格納容器の窒素排気ラインに設置されている格納容器隔離弁及び空気作動弁であり，冷却材喪失事故直後に動作（「開」又は「閉」→「閉」），その後動作要求がないため（「閉」維持），評価対象外。
⑤	原子炉格納容器への窒素供給ラインに設置されている格納容器隔離弁及び空気作動弁であり，冷却材喪失事故直後に動作（「開」又は「閉」→「閉」），その後動作要求がないため（「閉」維持），評価対象外。
⑥	サプレッションプール水移送ラインに設置されている電動弁であり，冷却材喪失事故直後に動作（「開」又は「閉」→「閉」），その後動作要求がないため（「閉」維持），評価対象外。
⑦	原子炉圧力容器ヘッドスプレイラインに設置されているプラント通常運転時「閉」の電動弁であり，冷却材喪失事故直後の動作要求がないため（「閉」維持），評価対象外。
⑧	原子炉圧力容器ヘッドスプレイラインに設置されている逆止弁であり，冷却材喪失事故後の動作要求がないため（「閉」維持），評価対象外。
⑨	ほう酸水注入ラインに設置されているプラント通常運転時「閉」の逆止弁であり，冷却材喪失事故後の動作要求がないため（「閉」維持），評価対象外。

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	重大事故等対象施設として動的機能維持要求が除外される理由
1	RCIC	E51-F012	R C I C 冷却水ライン止め弁	電動 グローブ弁	原子炉隔離時冷却系ポンプの冷却水ラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
2	RCIC	E51-F034	R C I C 過酷事故時蒸気止め弁	電動 ゲート弁	原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用蒸気タービンの蒸気ラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
3	HPAC	E51-F065	R C I C H P A Cタービン止め弁	電動 グローブ弁	高压代替注水系ポンプの蒸気ラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
4	HPAC	E61-F004	H P A C 注入弁	電動 グローブ弁	高压代替注水系の原子炉注水ラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
5	AC	T31-F019	A C D/Wベント用出口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	格納容器圧力逃がし装置のベントラインに設置されている空気作動弁であり、ベント操作実施時に手動操作（「閉」→「開」）が可能であるため、評価対象外。
6	AC	T31-F022	A C S/Cベント用出口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	格納容器圧力逃がし装置のベントラインに設置されている空気作動弁であり、ベント操作実施時に手動操作（「閉」→「開」）が可能であるため、評価対象外。
7	FV	T31-F070	A C P C V耐圧強化ベント用連絡配管隔離弁	電動 バタフライ弁	格納容器圧力逃がし装置のベントラインに設置されている電動弁であり、ベント操作実施時に手動操作（「閉」→「開」）が可能であるため、評価対象外。
8	FV	T31-F072	A C P C V耐圧強化ベント用連絡配管隔離弁バイパス弁	電動 バタフライ弁	格納容器圧力逃がし装置のベントラインに設置されている電動弁であり、ベント操作実施時に手動操作（「閉」→「開」）が可能であるため、評価対象外。
9	FV	T61-F001	耐圧強化ベント系PCVベントラインフィルタベント容器側隔離弁	空気作動 バタフライ弁	格納容器圧力逃がし装置のベントラインに設置されている空気作動弁であり、ベント操作実施時に手動操作（「開」→「閉」）が可能であるため、評価対象外。
10	FV	T61-F002	耐圧強化ベント系PCVベントライン排気筒側隔離弁	空気作動 バタフライ弁	耐圧強化ベント系のベントラインに設置されている空気作動弁であり、ベント操作実施時に手動操作（「閉」→「開」）が可能であるため、評価対象外。
11	HVAC	U41-F001A, B	MCR通常時外気取入れ隔離ダンパ	電動 バタフライ弁	中央制御室の通常時外気取入れラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
12	HVAC	U41-F002A, B	MCR排気隔離ダンパ	電動 バタフライ弁	中央制御室の排気ラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
13	HVAC	U41-F003A, B	MCR非常時外気取入れ隔離ダンパ	電動 バタフライ弁	中央制御室の非常時外気取入れラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
14	HVAC	U41-DAM601A, B	MCR外気取入ダンパ(A), (B) (6号機設備, 6, 7号機共用)	電動 バタフライ弁	中央制御室の通常時外気取入れラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
15	HVAC	U41-DAM602A, B	MCR非常用外気取入ダンパ(A), (B) (6号機設備, 6, 7号機共用)	電動 バタフライ弁	中央制御室の非常時外気取入れラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
16	HVAC	U41-DAM604A, B	MCR排気ダンパ(A), (B) (6号機設備, 6, 7号機共用)	電動 バタフライ弁	中央制御室の排気ラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。

## 弁の動的機能維持評価における有意な応答増加に関する補足説明

## 1. 有意な応答増加の判断基準

先行BWRプラント（東海第二発電所）では、弁の動的機能維持評価におけるスペクトルモーダル解析にて考慮する高振動数領域の判断基準として、機能維持評価用加速度の増加率が10%以上となる場合を有意な応答増加としていた。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（以下「KK7」という。）では、先行BWRプラント（東海第二発電所）と同様の判断基準に加え、機能維持評価用加速度の増加値が機能確認済加速度（以下「At」という。）の10%以上となることを有意な応答増加の判断基準としている（表1参照）。

表1 有意な応答増加とする判断基準

判断基準	先行BWRプラント	KK7
機能維持評価用加速度の増加率	機能維持評価用加速度の10%以上	機能維持評価用加速度の10%以上
機能維持評価用加速度の増加値	—	機能確認済加速度の10%以上

## 2. 機能維持評価用加速度の増加値を判断基準に加える考え方

弁の動的機能維持評価は、機能維持評価用加速度がAt以下となることを確認するものである。

先行BWRプラントと同様に機能維持評価用加速度の増加率のみを有意な応答増加の判断基準とする場合、機能維持評価用加速度が小さい弁については例え僅かな増加量であっても有意な増加があると整理して、振動数領域を拡張した更なる評価を実施することとなる。

ここで、KK7の弁の動的機能維持評価において、機能維持評価用加速度の増加率が10%以上となる対象を表2に示す。表2に示す対象のうちNo.9「P21-F007C」を例にすると、30Hzから50Hzで鉛直方向の機能維持評価用加速度が1.03から1.13へ10%増加しているものの、増加値は0.1と僅かであり機能確認済加速度6.0と比較しても十分余裕があることが確認できる。このようなケースを踏まえると、機能維持評価用加速度の増加率のみが動的機能維持評価結果に有意な影響を与える訳では無いと考えることから、KK7では機能維持評価用加速度の増加率に加えて、機能維持評価用加速度の増加値を有意な応答増加の判断基準に含めている。

また、機能維持評価用加速度の増加率や増加値だけでなく、機能維持評価用加速度がAt以下になることも確認している。

表 2(1) 増加値により有意な増加が無いと判断した対象弁

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済 加速度に対する比率 (②-①)/③)	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
1	MS	B21-F001C	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	5.72 ( 5.72 ) ( 1.72 )	9.6	1.68	5.72 ( 5.72 ) ( 1.72 )	9.6	1.68	1.00	0.00%	
					鉛直	1.84 ( 1.84 ) ( 1.06 )	6.1	3.32	2.15 ( 2.15 ) ( 1.06 )	6.1	2.84	1.17	5.09%	
2	MS	B21-F001B	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	7.45 ( 7.45 ) ( 1.72 )	9.6	1.29	7.45 ( 7.45 ) ( 1.72 )	9.6	1.29	1.00	0.00%	
					鉛直	1.74 ( 1.74 ) ( 1.06 )	6.1	3.51	2.25 ( 2.25 ) ( 1.06 )	6.1	2.71	1.29	8.37%	
3	MS	B21-F001D	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	5.52 ( 5.52 ) ( 1.72 )	9.6	1.74	5.72 ( 5.72 ) ( 1.72 )	9.6	1.68	1.04	2.09%	
					鉛直	1.94 ( 1.94 ) ( 1.06 )	6.1	3.14	2.25 ( 2.25 ) ( 1.06 )	6.1	2.71	1.16	5.09%	
4	MS	B21-F052A	原子炉給水ライン内側 隔離弁	逆止弁	水平	1.45 ( 0.41 ) ( 1.45 )	6.0	4.14	1.74 ( 1.74 ) ( 1.45 )	6.0	3.45	1.20	4.84%	
					鉛直	1.05 ( 0.31 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 1.03 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
5	MS	B21-F052B	原子炉給水ライン内側 隔離弁	逆止弁	水平	1.45 ( 0.41 ) ( 1.45 )	6.0	4.14	1.64 ( 1.64 ) ( 1.45 )	6.0	3.66	1.13	3.17%	
					鉛直	1.05 ( 0.31 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.43 ( 1.43 ) ( 1.05 )	6.0	4.20	1.36	6.34%	
6	RHR	E11-F006B	RHR LPFL試験 可能逆止弁	逆止弁	水平	1.45 ( 0.92 ) ( 1.45 )	6.0	4.14	1.74 ( 1.74 ) ( 1.45 )	6.0	3.45	1.20	4.84%	
					鉛直	1.05 ( 0.41 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 1.03 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
7	HPCF	E22-F001B	HPCF CSP側吸 込弁	電動 ゲート弁	水平	2.25 ( 2.25 ) ( 1.03 )	6.0	2.67	2.66 ( 2.66 ) ( 1.03 )	6.0	2.26	1.18	6.84%	
					鉛直	1.00 ( 0.72 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.72 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
8	HPCF	E22-F001C	HPCF CSP側吸 込弁	電動 ゲート弁	水平	1.54 ( 1.54 ) ( 1.03 )	6.0	3.90	1.74 ( 1.74 ) ( 1.03 )	6.0	3.45	1.13	3.34%	
					鉛直	1.00 ( 0.31 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00 ( 0.41 ) ( 1.00 )	6.0	6.00	1.00	0.00%	
9	RCW	P21-F007C	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	3.07 ( 3.07 ) ( 0.98 )	6.0	1.95	3.17 ( 3.17 ) ( 0.98 )	6.0	1.89	1.03	1.67%	
					鉛直	1.03 ( 1.03 ) ( 0.89 )	6.0	5.83	1.13 ( 1.13 ) ( 0.89 )	6.0	5.31	1.10	1.67%	
10	RCW	P21-F011B	RCW冷却水供給温度 調節弁 (熱交換器側)	空気作動バ タフライ弁	水平	1.23 ( 0.21 ) ( 1.23 )	6.0	4.88	1.54 ( 1.54 ) ( 1.23 )	6.0	3.90	1.25	5.17%	
					鉛直	0.95 ( 0.52 ) ( 0.95 )	6.0	6.32	0.95 ( 0.82 ) ( 0.95 )	6.0	6.32	1.00	0.00%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。

表 2(2) 増加値により有意な増加が無いと判断した対象弁

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②)/①	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済 加速度に対する比率 ( (②-①) /③)	備 考
						機能維持評価 用加速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	機能維持評価 用加速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
11	RCW	P21-F042A	RCW RHR熱交換 器冷却水出口弁	電動 グローブ弁	水平	2.76 ( 2.76 ) ( 0.99 )	6.0	2.17	2.86 ( 2.86 ) ( 0.99 )	6.0	2.10	1.04	1.67%	
					鉛直	1.64 ( 1.64 ) ( 1.00 )	6.0	3.66	1.84 ( 1.84 ) ( 1.00 )	6.0	3.26	1.12	3.34%	
12	RCW	P21-F048D	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	2.05 ( 2.05 ) ( 1.07 )	6.0	2.93	2.25 ( 2.25 ) ( 1.07 )	6.0	2.67	1.10	3.34%	
					鉛直	1.05 ( 0.52 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.05 ( 0.52 ) ( 1.05 )	6.0	5.71	1.00	0.00%	
13	RCW	P21-F048E	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	1.94 ( 1.94 ) ( 1.13 )	6.0	3.09	2.45 ( 2.45 ) ( 1.13 )	6.0	2.45	1.26	8.50%	
					鉛直	1.08 ( 0.62 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.08 ( 0.92 ) ( 1.08 )	6.0	5.56	1.00	0.00%	
14	SGTS	T22-F001B	SGTS入口隔離弁	空気作動バ タフライ弁	水平	1.64 ( 1.64 ) ( 1.38 )	6.0	3.66	1.94 ( 1.94 ) ( 1.38 )	6.0	3.09	1.18	5.00%	
					鉛直	1.15 ( 0.31 ) ( 1.15 )	6.0	5.22	1.15 ( 0.41 ) ( 1.15 )	6.0	5.22	1.00	0.00%	
15	SGTS	T22-F004A	SGTSフィルタ装置 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	2.89 ( 2.89 ) ( 2.27 )	6.0	2.08	3.27 ( 3.27 ) ( 2.27 )	6.0	1.83	1.13	6.34%	
					鉛直	1.23 ( 0.94 ) ( 1.23 )	6.0	4.88	1.31 ( 1.31 ) ( 1.23 )	6.0	4.58	1.07	1.34%	

注記\*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「—」を記載。

### 3. 弁の動的機能維持評価における高振動領域の影響

#### (1) 配管解析におけるスペクトルモーダル解析について

配管解析におけるスペクトルモーダル解析では、質点を梁要素で連結した質点モデルを作成した上で、固有値解析により求めた振動モード毎の固有周期 $[T_N]$ 、揺れやすさを表す刺激係数 $[\beta_N]$ 及び揺れる方向と大きさを表す固有ベクトル $[\phi_N]$ を用いて、各モードの応答をモード合成することによって最大応答を算出している。

具体的には、床応答曲線より固有周期 $[T_N]$ における応答加速度 $[\alpha_N]$ を読み取り、以下の式を用いてある質点に対する全モードを SRSS により合成し、機能維持評価用加速度 $[\alpha]$ を算出する。

$$\alpha = \sqrt{(\alpha_1 \beta_1 \phi_1)^2 + \dots + (\alpha_N \beta_N \phi_N)^2}$$

#### (2) 高振動数領域の影響について

KK7 では弁の動的機能維持評価において考慮する振動数領域は 30Hz を基本としており、50Hz とした場合の加速度に有意な応答増加が確認されない場合は 30Hz の機能維持評価用加速度を採用することとしている。

これは、弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線が、20Hz 近傍で応答が卓越する原子炉遮蔽壁・原子炉本体基礎の位置であっても 30Hz 近傍では概ね最大加速度 (1.0ZPA) に収束していることから、前述したスペクトルモーダル解析の特性 (各モードの応答加速度をモード合成) により、これ以降の領域における応答加速度が小さく、動的機能維持評価の成立性に影響するような機能維持評価用加速度の大きな増加は無いと考えられるためである。

具体的には、弁の機能維持評価用加速度に寄与する主要なモードが概ね 30Hz 未満にある場合には、最大加速度 (1.0ZPA) より大きな応答加速度を用いて機能維持評価用加速度が積算されるため、30Hz までの機能維持評価用加速度が大きくなる (比較的裕度が小さくなる) 傾向になり、30Hz 以上の領域では機能維持評価用加速度の積算に用いる応答加速度が小さいため、50Hz (若しくはそれ以降の振動数領域) まで計算しても機能維持評価用加速度の大きな増加は無い。

一方で、主要なモードが概ね 30Hz 未満の領域に無い場合については、30Hz までの機能維持評価用加速度は小さくなる (比較的裕度が大きくなる) 傾向になり、50Hz (若しくはそれ以降の振動数領域) まで計算した場合に機能維持評価用加速度が若干増加する可能性はあるが、この場合であっても各モードの応答加速度は最大加速度 (1.0ZPA) 程度と小さく、機能維持評価用加速度の増加量は大きくないと考えられる。また、このケースでは最大加速度 (1.2ZPA) による評価を行うことも、評価の保守性に寄与するものと言える。

機能維持評価用加速度の値に差はあるものの、これらの傾向は弁の動的機能維持評価結果から確認できる。例として、動的機能維持評価対象弁が設置されている階層のうち、解析モデル数が多い階層として、原子炉遮蔽壁 T. M. S. L. 15. 600m 及び原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800m の床応答曲線を評価に用いている弁の 20Hz, 30Hz, 50Hz での評価結果を図 1 に示す。



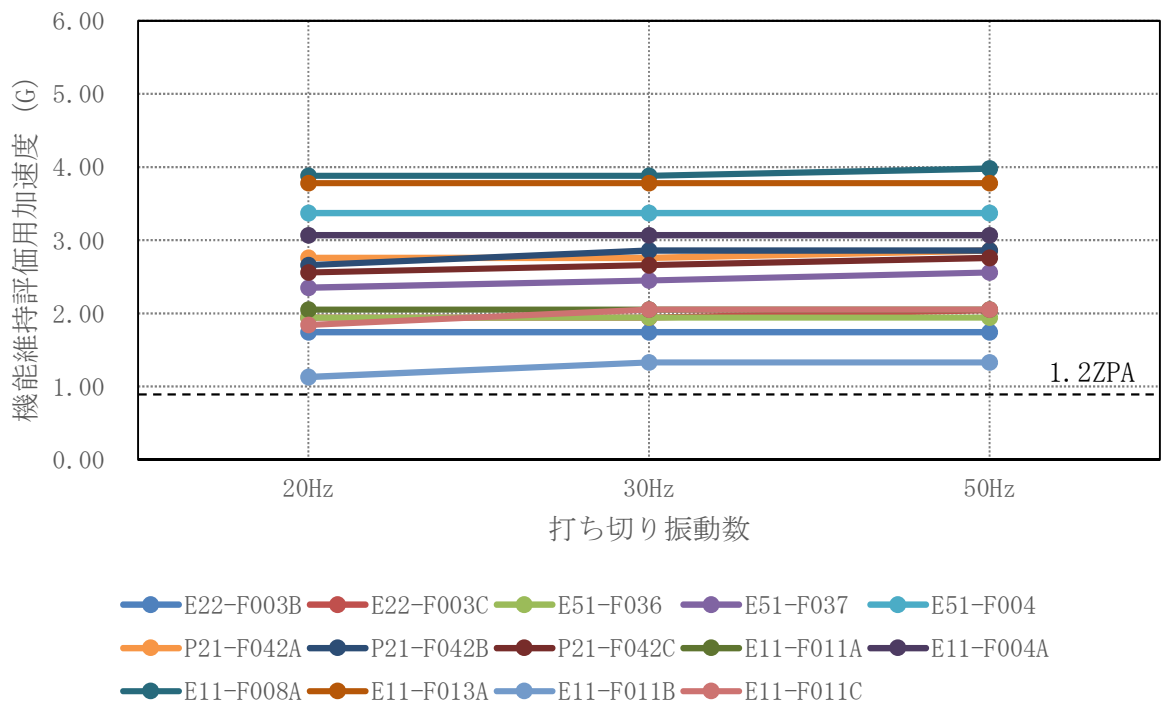


図 1(1) 原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800m を用いた評価結果 (水平方向)

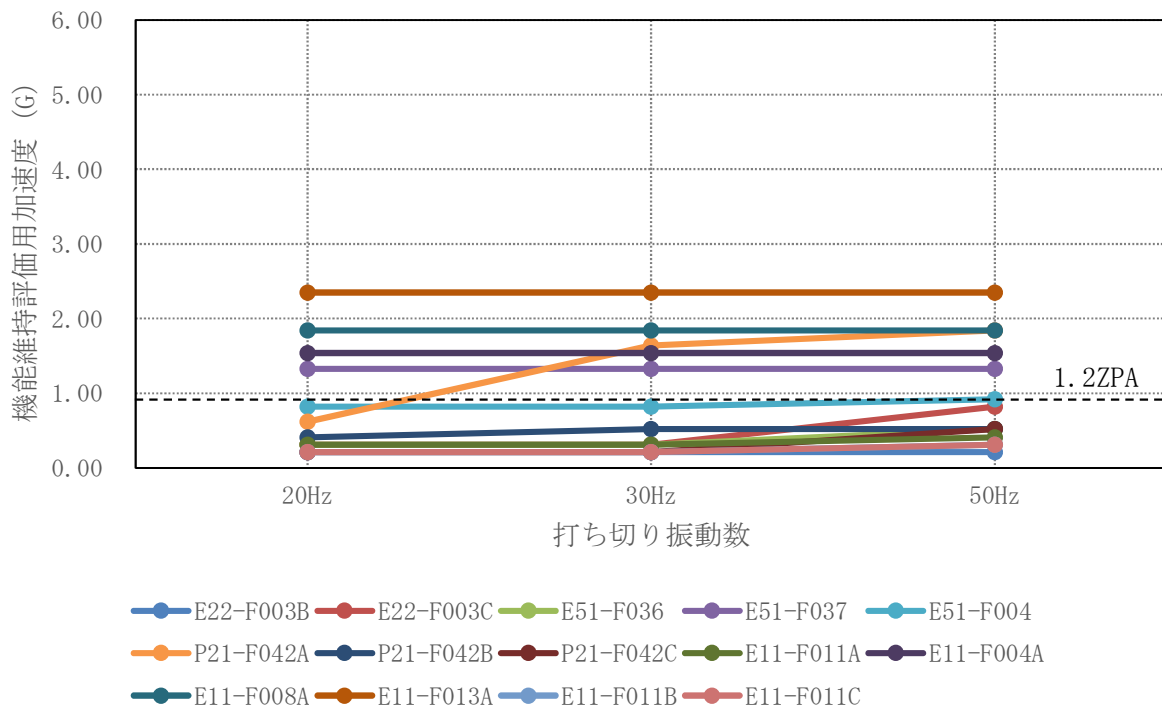


図 1(2) 原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800m を用いた評価結果 (鉛直方向)

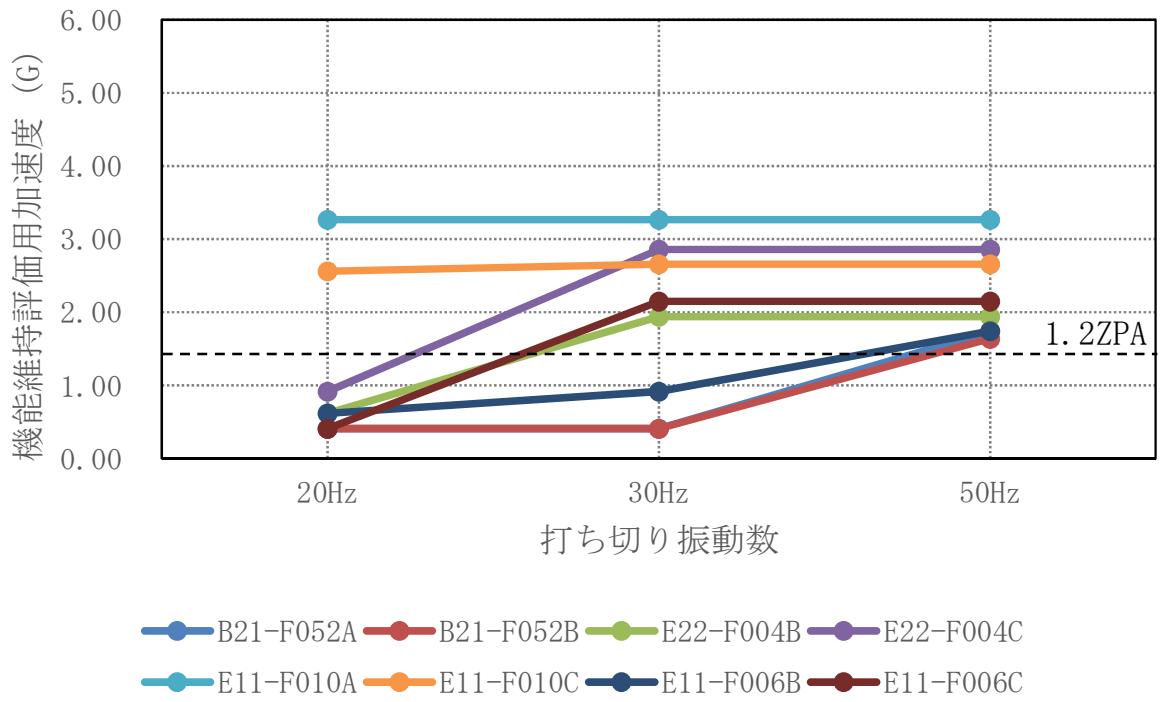


図 1(3) 原子炉遮蔽壁 T. M. S. L. 15. 600m を用いた評価結果 (水平方向)

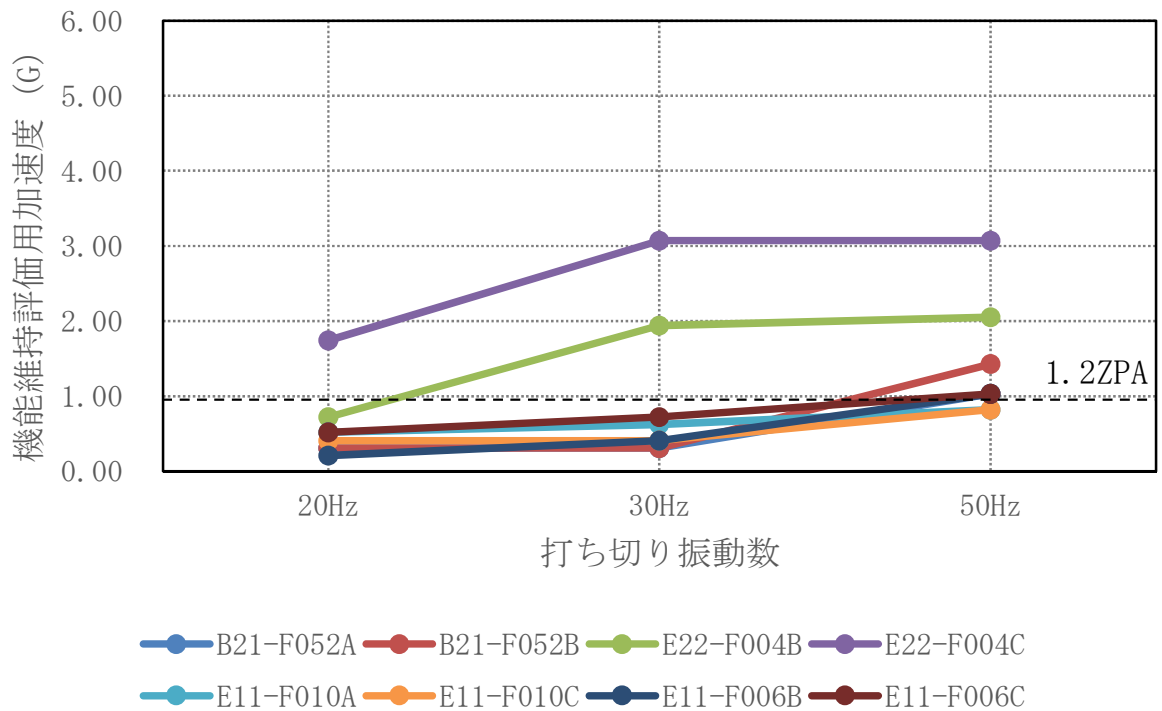


図 1(4) 原子炉遮蔽壁 T. M. S. L. 15. 600m を用いた評価結果 (鉛直方向)

## 機能維持評価用加速度の応答増加が確認された弁に対する要因の推定

## 1. はじめに

弁の動的機能維持評価対象弁 105 台のうち表 1 に示す 2 台に振動数領域を 30Hz まで考慮した場合の加速度に対して 50Hz まで考慮した場合の加速度に有意な増加が確認されたことから、当該弁について増加要因に対する検討を以下に実施する。なお、対象弁はいずれも同一モデル (MS-PD-4) に属する弁である。

表 1 有意な応答増加が確認された弁 (検討対象弁)

弁番号	弁名称	方向	機能維持評価用加速度*		機能確認 済加速度 (③)	応答増加率 (②/①)	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済 加速度比 ( (②-①) /③)
			最大値 (①) (30Hz) (1.2ZPA)	最大値 (②) (50Hz) (1.2ZPA)			
B21-F001T	主蒸気逃がし 安全弁T	鉛直	1.64 ( 1.64 ) ( 1.06 )	2.35 ( 2.35 ) ( 1.06 )	6.1	1.43	11.64%
B21-F001U	主蒸気逃がし 安全弁U	鉛直	1.33 ( 1.33 ) ( 1.06 )	2.25 ( 2.25 ) ( 1.06 )	6.1	1.69	15.08%

注記\* : 上段が動的解析結果 (30Hz 又は 50Hz) と最大応答加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (30Hz 又は 50Hz) による値, 下段が最大応答加速度 (1.2ZPA) による値

## 2. 評価加速度の増加率の検討

B21-F001T 及び B21-F001U の評価用加速度算出に用いた解析モデル図を図 1 に、当該配管系の主要仕様を表 2 に、各振動モードにおける刺激係数等の整理結果を表 3 に示す。

図 1 に示すとおり、当該弁が設置された配管の支持構造として、B21-F001T 及び B21-F001U の中間地点には鉛直方向を支持するスナッパが設置されている。これにより、鉛直方向に対して高い剛性を有していることから、30Hz 以上の高次のモードで励起することにより、50Hz まで考慮した場合での加速度が増加に至ったものと考えられる。

また、当該弁が設置された配管系の振動モードとして 24 次のモードが卓越しており、特に当該モードが加速度増加に影響を与えたものと考えられる (図 2 参照)。

### 3. まとめ

動的機能維持評価において、50Hz まで考慮した場合の加速度に増加が確認された弁について、その増加に至った要因を検討した。加速度に有意な増加が確認された B21-F001T（主蒸気逃がし安全弁 T）及び B21-F001U（主蒸気逃がし安全弁 U）の解析モデル図を図 1 に示すが、弁近傍に加速度増加に至った方向と同方向に支持構造物を有している。また、他の主蒸気逃がし安全弁と比べて、弁近傍の主蒸気管には鉛直方向に対して垂直にスナッパが設置されており、B21-F001T 及び B21-F001U 近傍の配管系は、他の主蒸気逃がし安全弁近傍の配管系よりも高い剛性を有していることにより、30Hz 以上の高次モードによる影響で加速度増加に至ったものと考えられる。

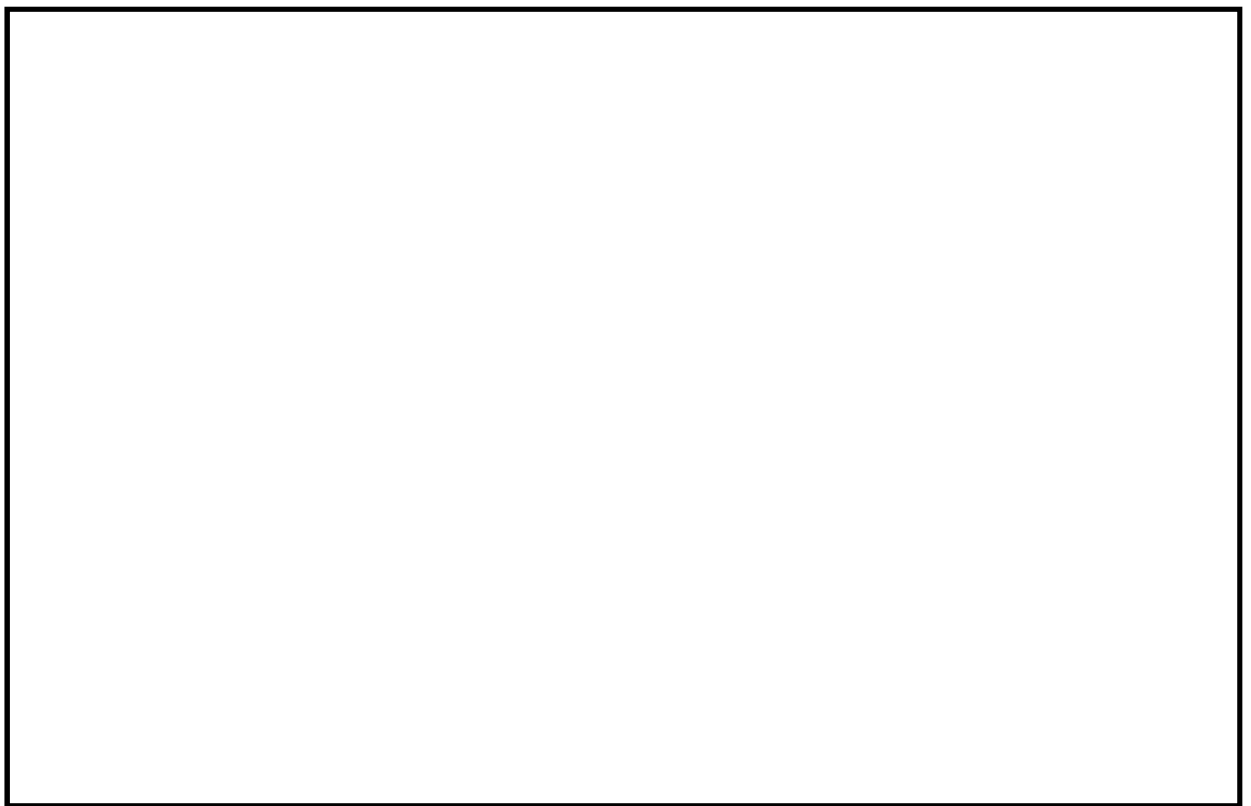


図 1 主蒸気系配管の解析モデル図（モデル No. MS-PD-4）

表 2 主蒸気系配管及び主要弁の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	8.62
最高使用温度 (°C)	302
外径 (mm)	711.2
厚さ (mm)	35.7
材料	STS480

表 3 主蒸気系配管の刺激係数等

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								
13次								
14次								
15次								
16次								
17次								
18次								
19次								
20次								
21次								
22次								
23次								
24次								
25次								
26次								
27次								
28次								
29次								
30次								
31次								
32次								
33次								
34次								

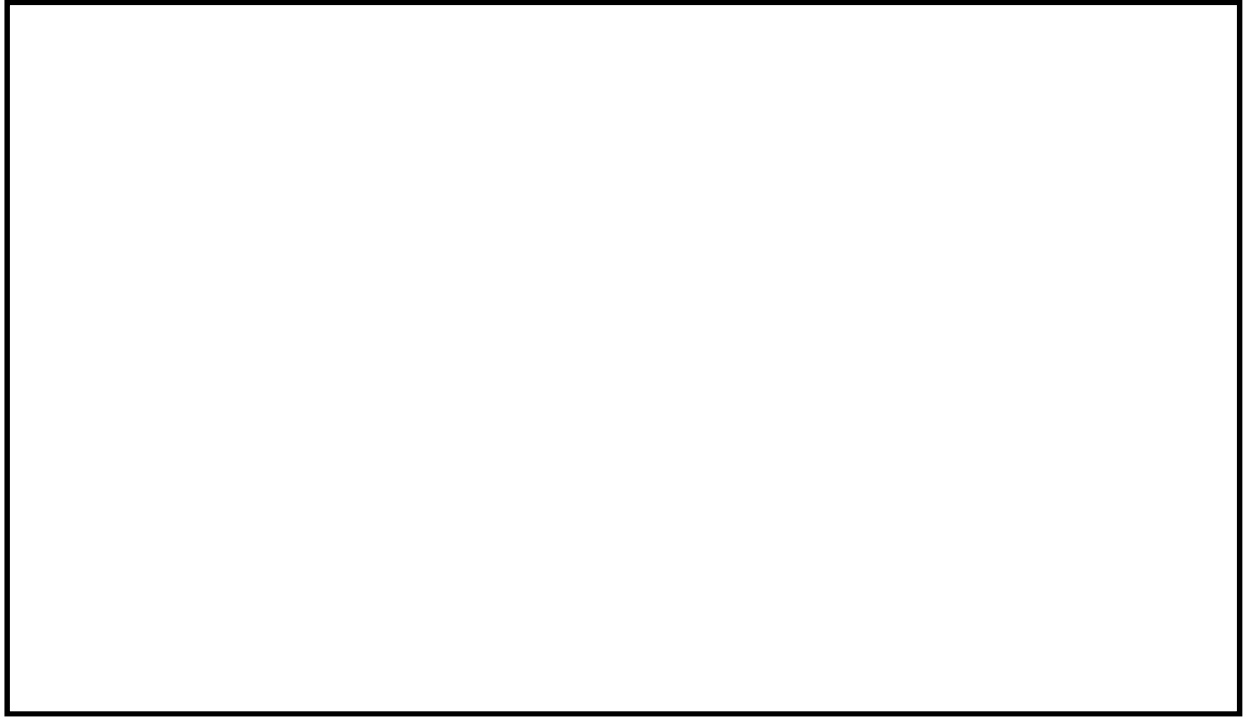


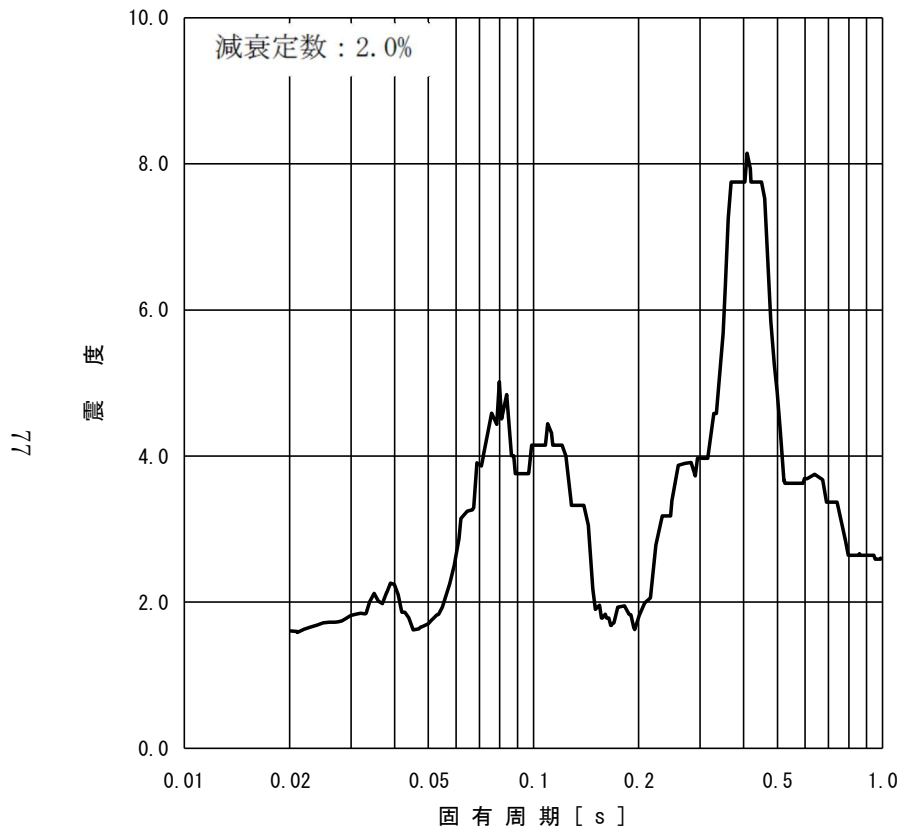
図 2 主蒸気系配管の代表的な振動モード図 (モデル No. MS-PD-4)

原子炉格納容器内に設置されている弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線について

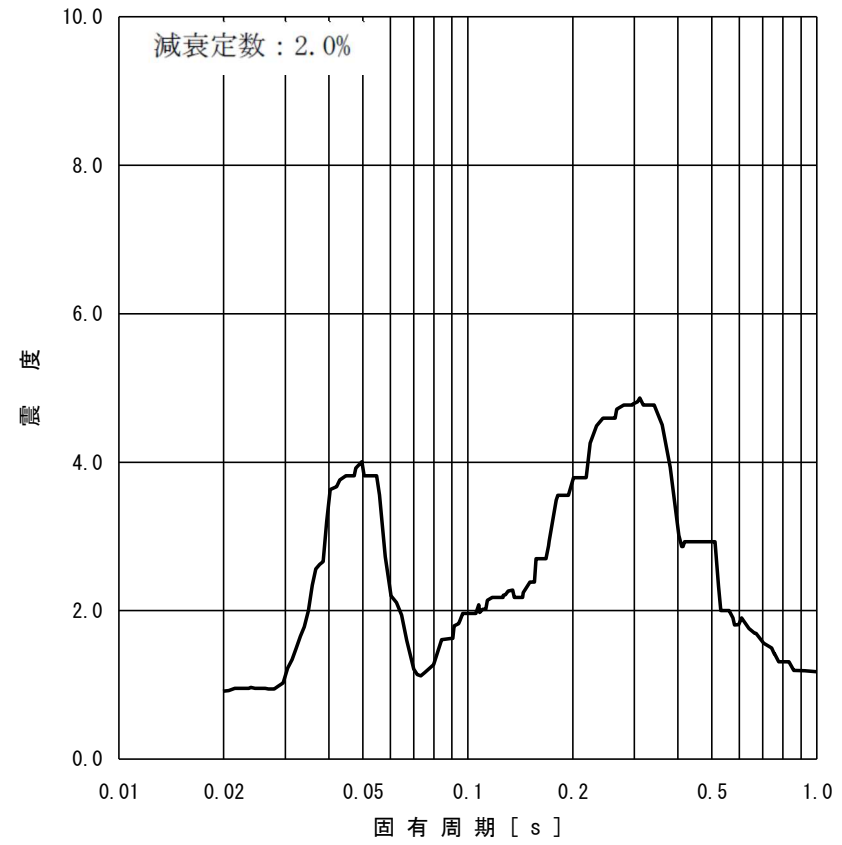
添付 2 の確認結果より，原子炉格納容器内に設置されている弁の動的機能維持評価には，床応答スペクトルの作成範囲を 50Hz として作成した床応答曲線を用いることから，V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に記載している設計用床応答曲線 I の作成方法に準拠して床応答曲線を作成した。作成した床応答曲線及び適用対象弁の内訳を表 1 に，床応答曲線を図 1～図 6 に示す。

表 1 弁の評価に用いる床応答曲線の使用内訳

弁番号	標高 (m)	減衰定数 (%)	図番号		
B21-F001A	18.44	2.0	図1		
B21-F001B					
B21-F001C					
B21-F001D					
B21-F001E					
B21-F001F					
B21-F001G					
B21-F001H					
B21-F001J					
B21-F001K					
B21-F001L					
B21-F001M					
B21-F001N					
B21-F001P					
B21-F001R					
B21-F001S					
B21-F001T					
B21-F001U					
B21-F002A					
B21-F002B					
B21-F002C					
B21-F002D					
E51-F035	15.60	3.0	図5		
E22-F004C				0.5	図2
E11-F006B				1.5	図3
E11-F006C				2.0	図4
E22-F004B					
B21-F052A					
B21-F052B					
E11-F010A	13.95	2.0	図6		
E11-F010C					
E11-F010B					
G31-F002					



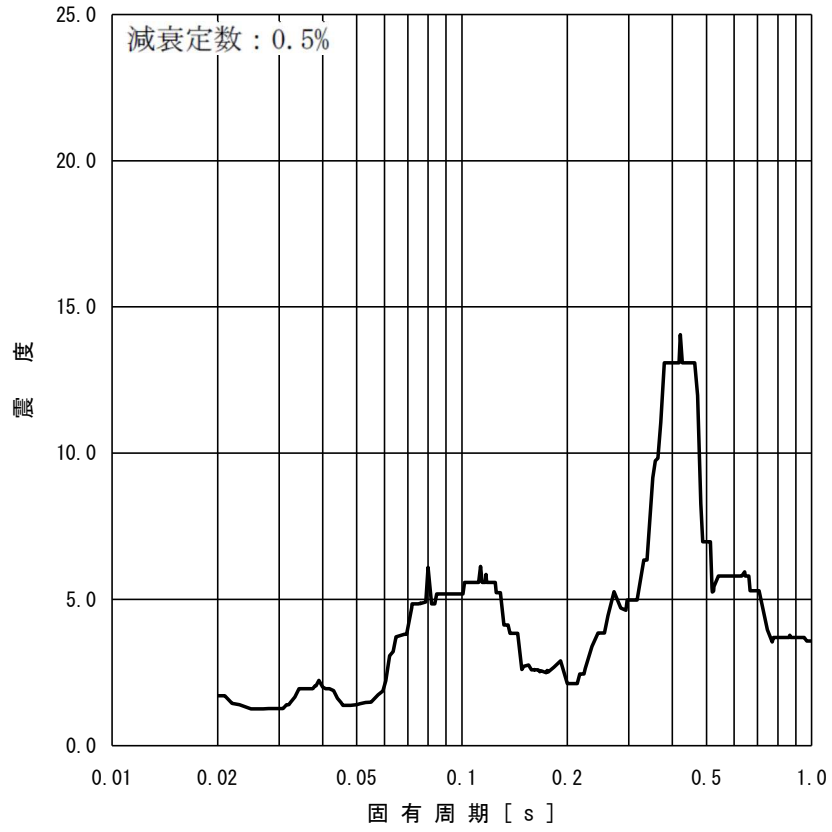
水平方向



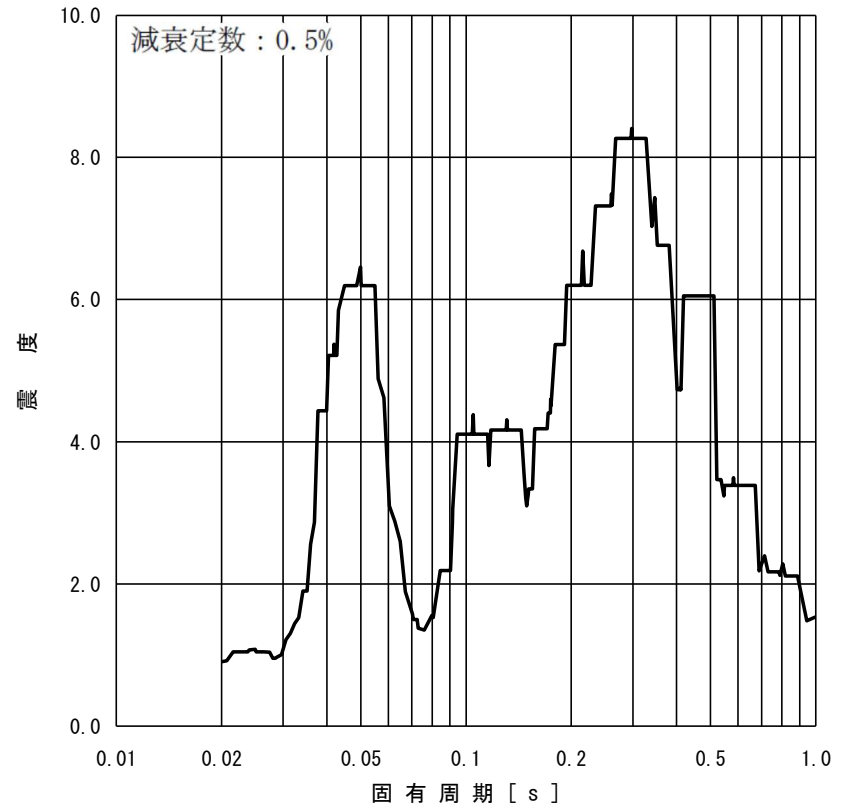
鉛直方向

図1 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 18.440m 減衰定数 2.0%



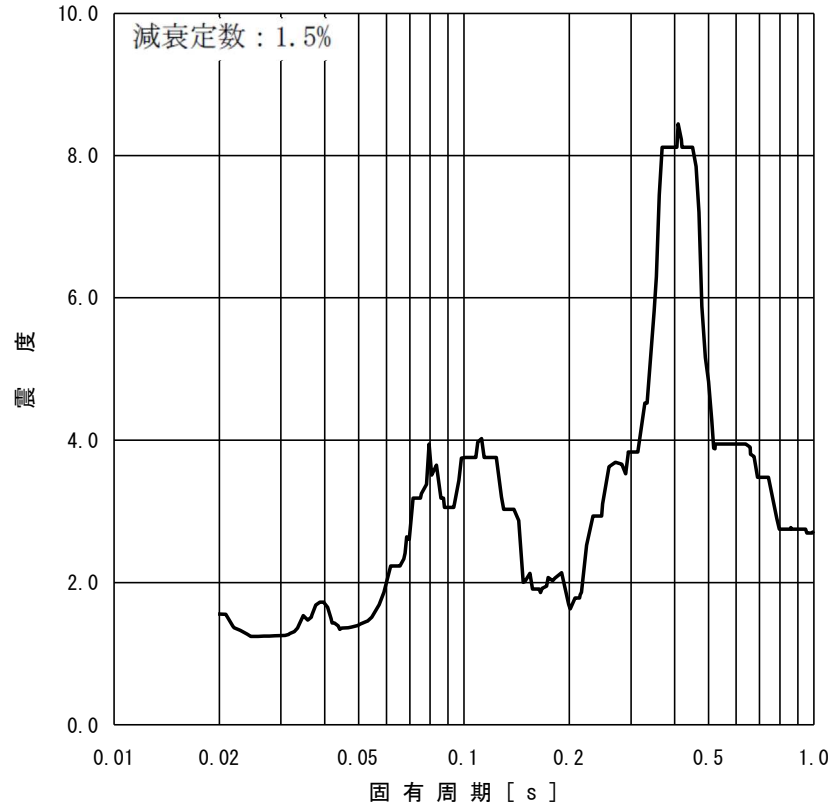


水平方向

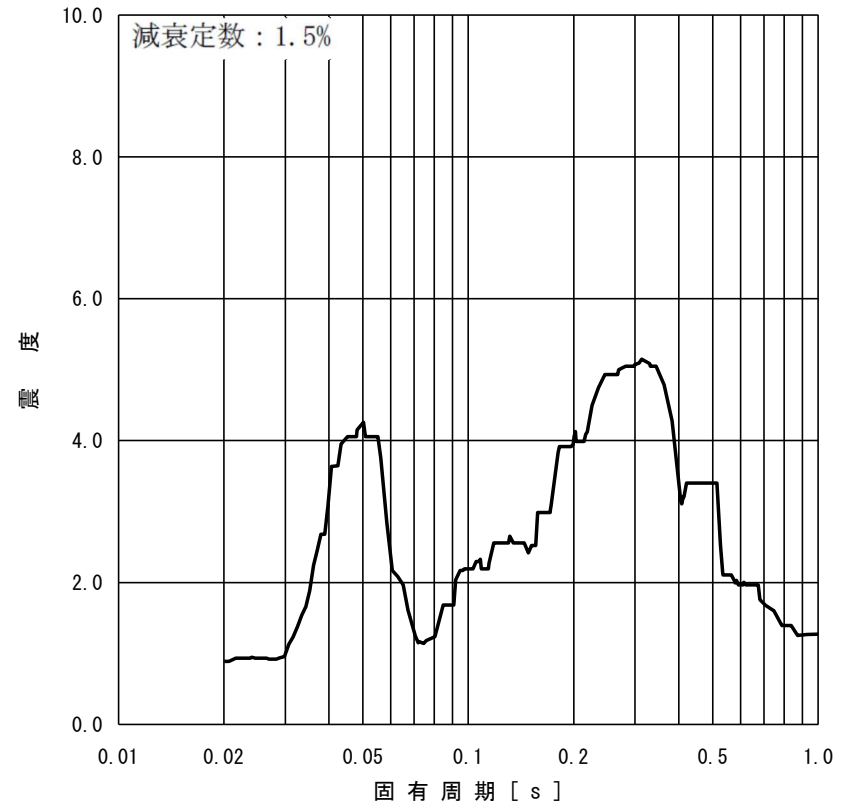


鉛直方向

図2 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 15.600m 減衰定数 0.5%

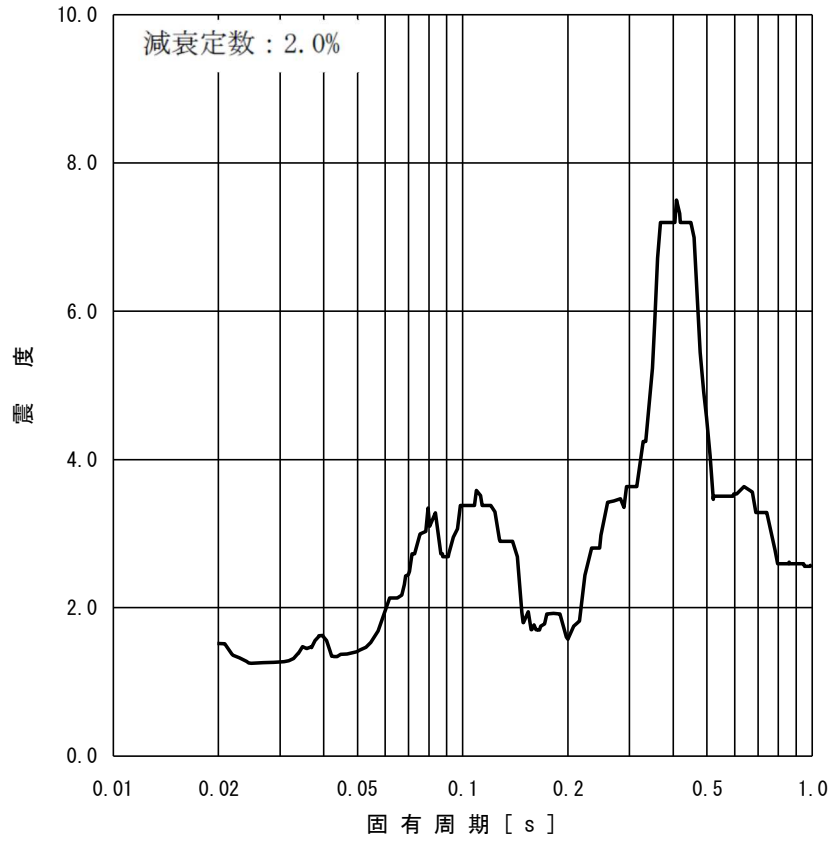


水平方向

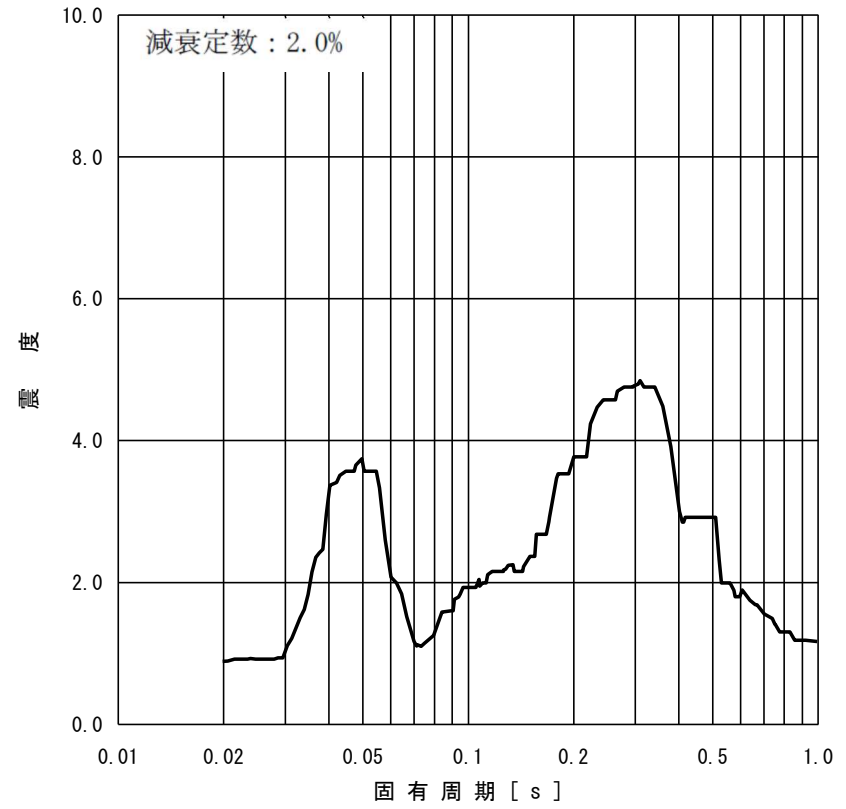


鉛直方向

図3 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 15.600m 減衰定数 1.5%

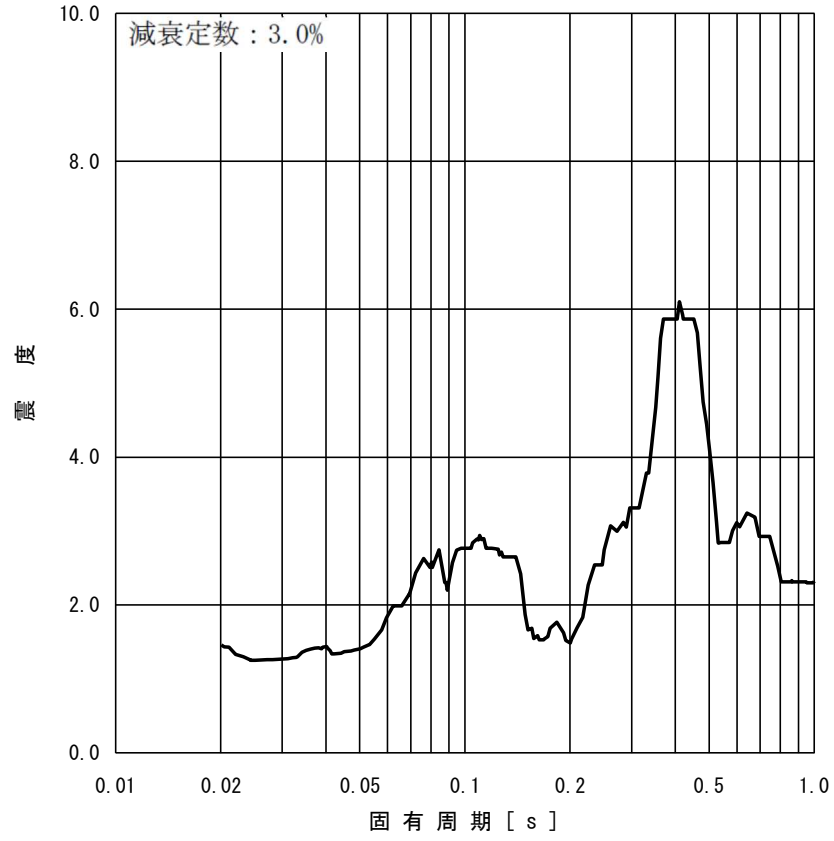


水平方向

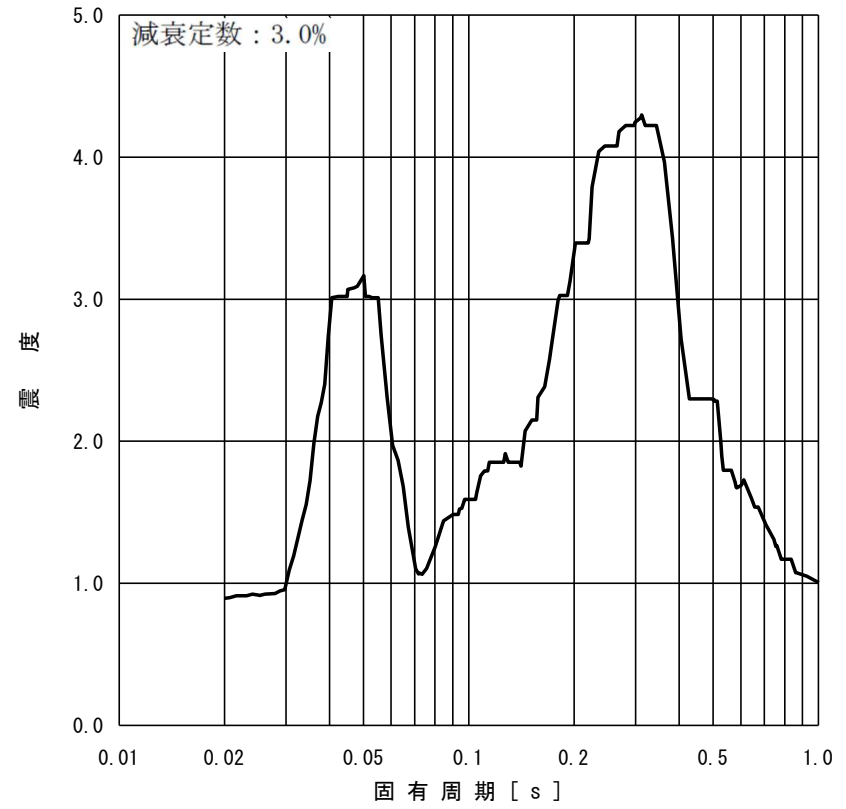


鉛直方向

図4 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 15.600m 減衰定数 2.0%

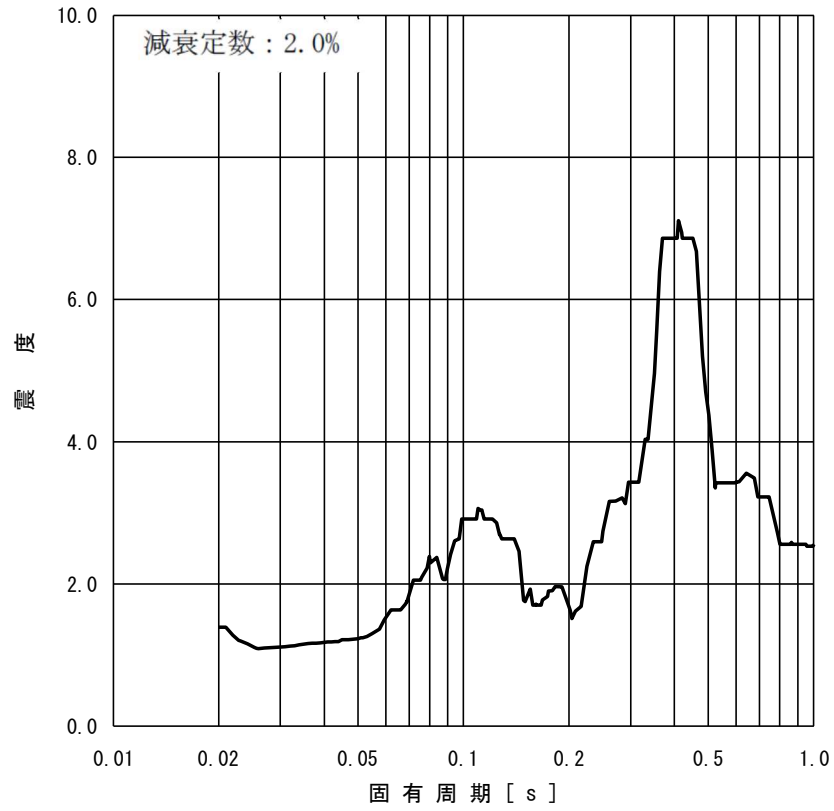


水平方向

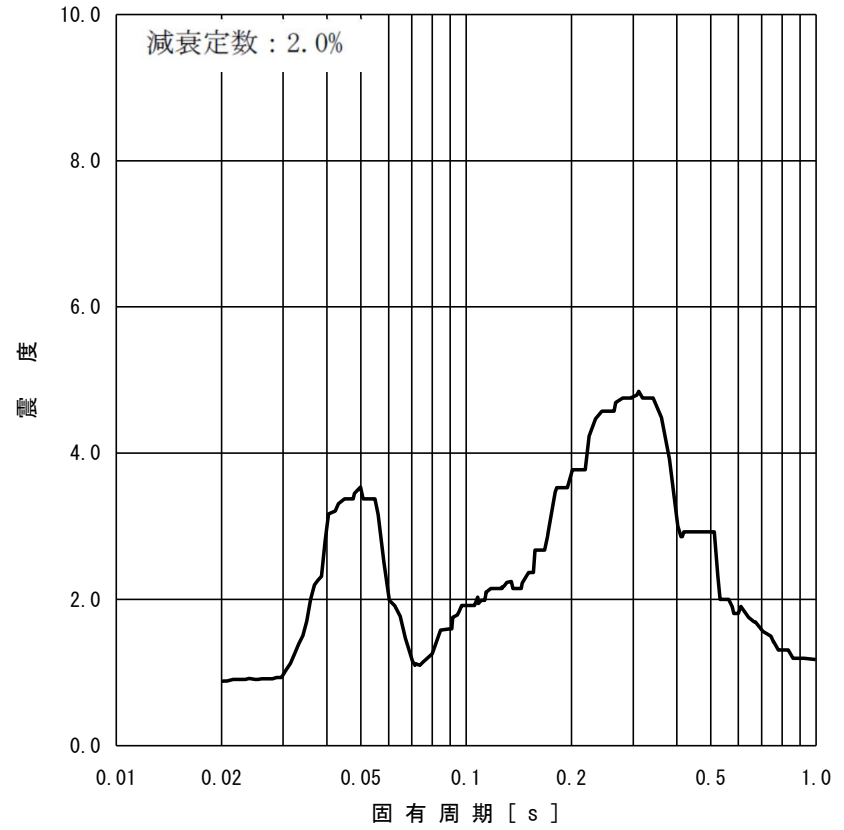


鉛直方向

図5 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 15.600m 減衰定数 3.0%



平方向



鉛直方向

図6 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 13.950m 減衰定数 2.0%

ケミカルアンカの高温環境下での使用について

## 目次

1. 概要 .....	1
2. 適用範囲 .....	1
3. ケミカルアンカの許容引張荷重.....	2
4. 付着強度試験要領 .....	3
5. 付着強度試験結果 .....	5
6. 製品の品質管理 .....	7
7. 施工時の品質管理 .....	7
8. 高温環境下での経時変化について.....	8
9. 実荷重に基づく評価 .....	10

## 1. 概要

重大事故等対処設備の基礎ボルトには、ケミカルアンカを使用するものもあるが、ケミカルアンカの耐熱温度はカタログでは 80℃以下とされていることが多い。一方で、重大事故等時の環境温度が 100℃程度となる環境下で使用する設備もあることから、このような環境下を模擬した試験を行うことにより、その温度条件下で使用可能であることを示す。

## 2. 適用範囲

重大事故等時に 80℃を超える温度環境下で使用する以下の機器の基礎ボルトとして、以下の有機系カプセル式のケミカルアンカを使用しており、これらに適用する。

No.	適用機器	温度	メーカー	型式
1	燃料プール代替注水系管	100℃		
2	使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA)	100℃		
3	使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA 広域)	100℃		
4	使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (低レンジ)	100℃		
5	使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (高レンジ)	100℃		
6	静的触媒式水素再結合器			

上記ケミカルアンカは、一般社団法人日本建築あと施工アンカ協会（以下「JCAA」という。）の製品認証を受けたものであり、80℃までの使用は保証されている。



### 3. ケミカルアンカの許容引張荷重

ケミカルアンカの許容引張荷重は、日本建築学会「各種合成構造設計指針・同解説 第4編各種アンカボルト設計指針・解説」(以下「AIJ指針」という。)に従う。

ケミカルアンカの許容引張荷重は、ボルトの降伏により決まる値又はボルトの付着力により決まる値の小さい方とされており、ボルトの付着力により決まる許容引張荷重は、

$$P_{a3} = \phi_3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \tau_{bavg} \cdot \pi \cdot d_a \cdot l_{ce} \quad (N)$$

である。ここで、

$\phi_3$	:	低減係数 (=2/3 : 短期荷重)
$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	:	ボルトの配置による付着強度の低減係数
$\tau_{bavg}$	:	ボルトの基本平均付着強度 =試験により確認された強度とする。ただし、最大 $10\sqrt{F_c/21}$ (N/mm <sup>2</sup> ) とする。
$F_c$	:	コンクリートの設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )
$d_a$	:	アンカボルトの径 (mm)
$l_{ce}$	:	アンカボルトの強度算定用埋込み長さで、 $l_{ce} = l_e - 2d_a$ (mm)
$l_e$	:	アンカボルトの有効埋込み長さ (mm)

である。

まず、この式の先頭の係数 $\phi_3$ が引張荷重に対する安全率となっており、地震のような短期荷重に対しては、その値を2/3(安全率1.5)とし、その後の式はボルトの付着強度の最低保証値であり、全体として安全率が最小で1.5考慮されている。

ケミカルアンカの破壊モードにも、コンクリートのコーン状破壊があるが、AIJ指針では、これに対する制限を設けていない。これは、付着力により決まる許容引張荷重を強度算定用埋込み長さ( $l_{ce} = l_e - 2d_a$ )を用いて算定することによりコーン状破壊により決まる許容引張荷重が包括できるため、AIJ指針の図4.30に示されている。

したがって、 $\tau_{bavg} = 10\sqrt{F_c/21}$ には、ボルトの平均付着強度の上限値としての意味が内包されている。

また、基本平均付着応力度 $\tau_{bavg}$ は、へりあき及び群の影響がない条件下における付着強度であり、「試験により確認された強度とする。ただし、最大 $10\sqrt{F_c/21}$ とする。」とされている。

また、 $\tau_{bavg} = 10\sqrt{F_c/21}$ は、JCAA「あと施工アンカ設計指針(案)・同解説」(2005)(以下、「JCAA指針」という。)によれば、「接着系アンカの接着剤の付着強度は、引張強度試験結果に基づいて定めるものとし、試験値のばらつきを考慮した95%信頼強度とする」、「不良率5%以下となる算定式」とされており、解図3.1.16(a)及び解図3.1.16(b)に計算値と試験値の比較が示されているが、 $10\sqrt{F_c/21}$ で算定された値を下回る試験データが存在することは問題とされていない。

これらのことから、ボルトの付着強度 $\tau_b$ を試験により求め、その95%信頼付着強度が規格で定められている $\tau_{bavg} = 10\sqrt{F_c/21}$ 以上であることを確認する。

#### 4. 付着強度試験要領

##### 4. 1

JCAA 指針には、適切な引張強度試験方法として、JCAA「あと施工アンカ標準試験法・同解説」(現在の版は、「あと施工アンカ試験方法」)があるとされていることから、この試験方法にしたがう。以下に試験要領を示す。

##### (1) サンプル数

型式毎に 3 体とする。

##### (2) 供試体形状

供試体形状及び寸法を第 4-1 図に示す。コンクリートに孔を開け、ボルトを挿入し、ケミカルアンカを施工・固着させたものとする。施工は技量認定を受けた施工者が施工要領に基づき実施する。

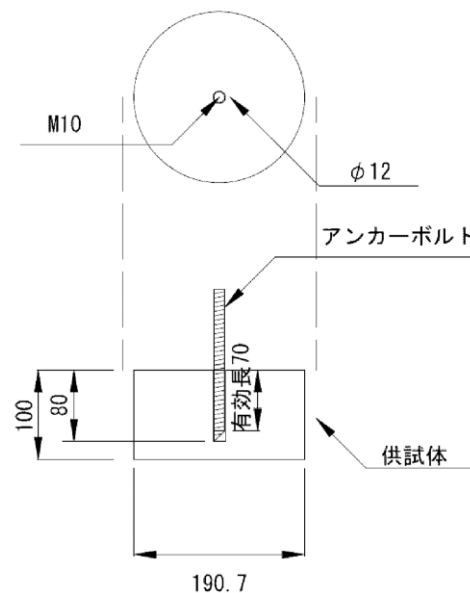


図 4-1 供試体の形状

##### (3) 試験温度

試験温度は 150℃とする。

供試体を加熱炉に入れ、コンクリート内部の温度が 150℃となるまで加熱する。その後、温度を安定させ、数時間加熱状態を保持する。

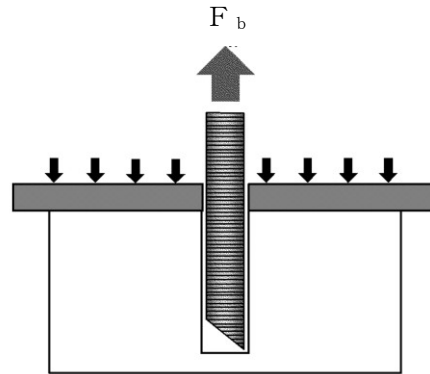
コンクリート内部の温度は、供試体と同形状の温度測定用のコンクリート供試体に埋め込まれた熱電対により計測する。

(4) 評価要領

上記供試体を引張試験装置で引張応力の平均増加率が毎秒 19.6N/mm<sup>2</sup>以下の速度で引っ張った際の最大荷重(F<sub>b</sub>(N))から、F<sub>c</sub>=21N/mm<sup>2</sup>換算のケミカルアンカの付着強度<sub>e</sub>τ<sub>b</sub> (N/mm<sup>2</sup>)を次式により求める。

コンクリートのコーン状破壊を防ぎつつ付着強度を調べる為、コンクリート表面を鋼板で拘束する。

$$e \tau_b = \frac{F_b \sqrt{F_c / 21}}{\pi \cdot d \cdot a \cdot l_e}$$



(5) 判定基準

ケミカルアンカの付着強度<sub>e</sub>τ<sub>b</sub>の95%信頼度が、10(N/mm<sup>2</sup>)以上であること。

4. 2 [ ] は現在製造が中止されているが、過去にケミカルアンカメーカーである [ ] が実施した試験の情報により、使用する温度条件下での健全性を示す。

(1) サンプル数

型式毎に3体とする。

(2) 供試体形状

供試体形状及び寸法を第4-1表に示す。コンクリートに孔を空け、ボルトを挿入し、ケミカルアンカを施工・固着させたものとする。

第4-1表 供試体形状

項目	条件
ケミカルアンカ	[ ]
ボルト	M16 (材料 SCM435)
穿孔	19φ × 130mm
コンクリート躯体	10×20cm 鋼管補強

(3) 試験温度

試験温度は室温、50、60、70、80、90、100℃とする。

供試体を加熱炉に入れ、各温度について2日間加熱状態を保持する。

(4) 評価要領

上記供試体を引っ張った際の最大荷重 ( $F_b$  (N)) から、 $F_c = 21 \text{ N/mm}^2$  換算のケミカルアンカの付着強度  ${}_e \tau_b$  ( $\text{N/mm}^2$ ) を次式により求める。

$${}_e \tau_b = \frac{F_b \sqrt{F_c / 21}}{\pi \cdot d_a \cdot l_e}$$

(5) 判定基準

ケミカルアンカの付着強度  ${}_e \tau_b$  の 95%信頼度が、 $10 (\text{N/mm}^2)$  以上であること。

5. 付着強度試験結果

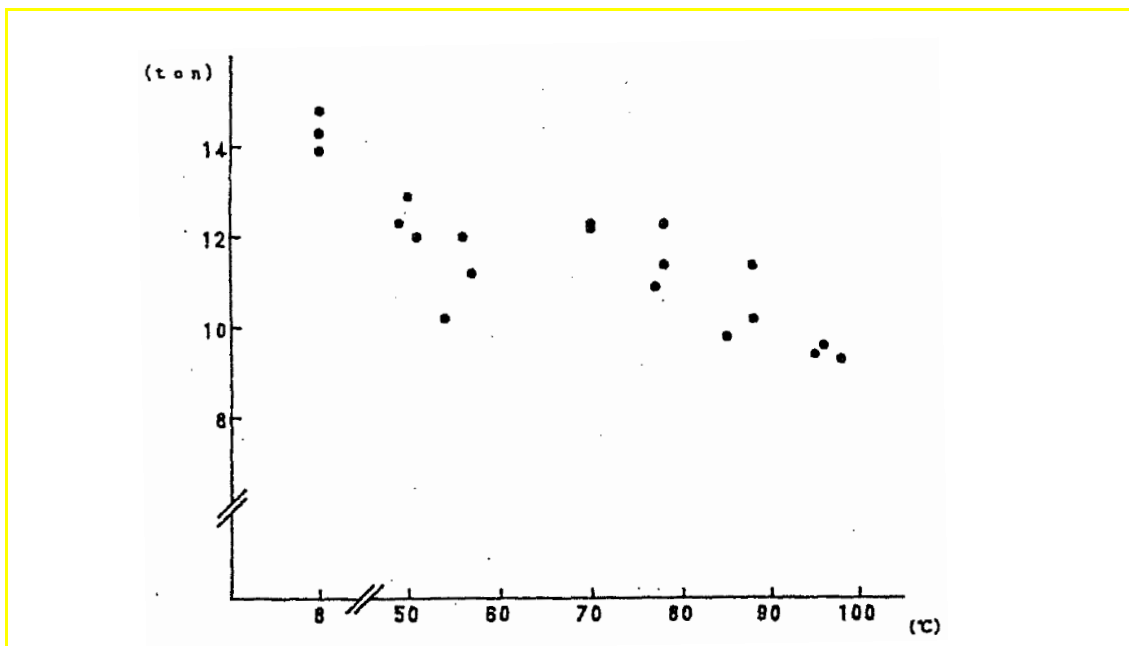
5. 1

前項の試験で得られた  $150^\circ\text{C}$  における  ${}_e \tau_b$  の 95%信頼強度は、下表のとおりである。  
 $10 (\text{N/mm}^2)$  以上であり、 $150^\circ\text{C}$  で使用することは可能である。

${}_e \tau_b$ ( $\text{N/mm}^2$ )	供試体 1	14.03
	供試体 2	10.41
	供試体 3	13.24
平均値 $\bar{x}$ ( $\text{N/mm}^2$ )		12.56
標準偏差 $\sigma$ $\sigma^2 = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 (X_i - \bar{x})^2$		1.55
95%信頼強度 ${}_e \tau_{b95}$ ( $\text{N/mm}^2$ ) $\bar{x} - 1.64 \sigma$		10.01
判定値 ( $\text{N/mm}^2$ )		10

5. 2

前項の試験で得られた各試験温度における引張強度を第5-1図に示す。



第5-1図 引張強度と温度の関係

上記の試験結果のうち 100°Cにおける  $\sigma_b$  の 95%信頼強度は、下表のとおりである。  
10(N/mm<sup>2</sup>)以上であり、100°Cで使用することは可能である。

$\sigma_b$ (N/mm <sup>2</sup> )	供試体 1	15.91
	供試体 2	16.08
	供試体 3	16.42
平均値 $\bar{x}$ (N/mm <sup>2</sup> )		16.14
標準偏差 $\sigma$ $\sigma^2 = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 (X_i - \bar{x})^2$		0.261
95%信頼強度 $\sigma_{b95}$ (N/mm <sup>2</sup> ) $\bar{x} - 1.64\sigma$		15.71
判定値(N/mm <sup>2</sup> )		10

## 6. 製品の品質管理

アンカメーカーが、型式毎、ロット毎に材料証明書を作成している。

プラントメーカーがアンカを購入する際には、指定した型式であることを確認の上、購入している。

## 7. 施工時の品質管理

ケミカルアンカの施工は、技量認定対象工事とされており、施工者の資格、及び記録を有していることから、アンカ施工によるバラツキは小さい。

- (1) 後打ちアンカ作業（穿孔、アンカ打込み、支持母材取付けに関するすべての作業）  
及び検査の技術講習を行い、技量認定した者
- (2) ケミカルアンカ打設に際して、チェック項目を決め、記録を残している。

8. 高温環境下での経時変化について

8. 1

2項適用機器のうち、を使用するNo. 1からNo. 5は、重大事故等時に、ピーク温度 100 °Cを7日間程度継続するモードがあることから、この影響について考察する。ケミカルアンカに特有な劣化モードは樹脂の劣化で、高分子樹脂が熱の影響で低分子化することで、揮発成分がガス化し、その結果、重量が減少することにより生じる。

なお、重量減少には酸化によるものも考えられるが、アンカはコンクリートに埋まっており、酸化による影響は無視できる。また、劣化が化学的反応によるものであることから、樹脂に生じている応力の影響はない。

したがって、に使用されている樹脂の熱分解挙動を試験により確認した。

(1) 昇温試験

以下の条件により昇温試験を行い、この際の樹脂の重量減少をJIS K7120「プラスチックの熱重量測定方法」に基づき測定した結果を図8-1に示す。

- ・ 温度 : 室温～450 °C
- ・ 昇温速度 : 5.0 °C/min
- ・ 測定雰囲気 : 窒素

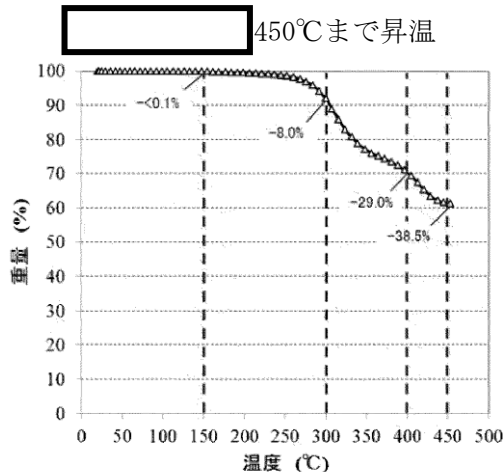


図 8-1 温度と重量減少の関係

150 °Cまでの加熱では、重量減少は検出限界未満であり、樹脂の劣化はない。

## (2) 加速試験

一定の昇温速度で 240 °C まで昇温した後、240 °C で最長 90 分保持し、この際の樹脂の重量減少を JIS K7120 「プラスチックの熱重量測定方法」に基づき測定した結果を図 8-2 に示す。

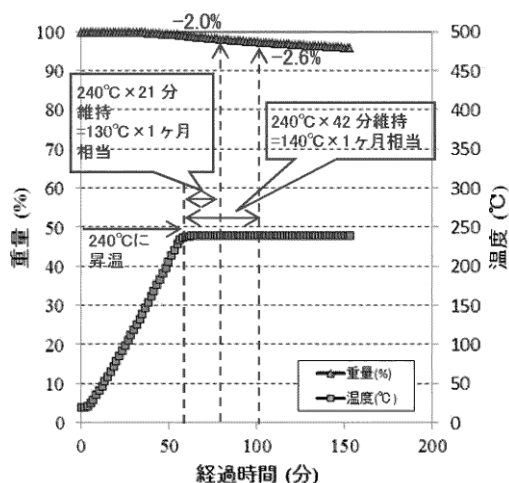


図 8-2 240°C 保持試験

樹脂の劣化に関して、アレニウス則に基づいた 10 °C 半減則が適用される。すなわち、化学的反応が劣化を支配している場合は、“温度が 10 °C 上昇すると、寿命が 1/2 になる”とされ、環境温度が変化した場合の、高分子材料のおおよその寿命の目安を得ることができる[1]。

10 °C 半減則に則って考えると、130 °C×1 ヶ月保持は 240 °C×21 分保持（加速倍率 2048 倍）に、140 °C×1 ヶ月保持は 240°C×42 分保持（加速倍率 1024 倍）に、150 °C×1 ヶ月保持は 240 °C×84 分保持（加速倍率 512 倍）に相当する。

重量減少は僅かであり、樹脂の劣化はほとんどないと言える。

[1] 渡辺茂隆, 日本ゴム協会誌, Vol. 46, No. 8, p96-103, 1973.

以上のことから、重大事故等時に想定される熱履歴を受けた場合も、熱劣化の影響は少ないと推定される。

8. 2

2 項適用機器のうち、を使用する静的触媒式水素再結合器は、重大事故等時に、ピーク温度  °C を 2 時間程度継続するモードがある。

一方で、4 項試験要領に示すように過去に  が実施した試験は、各温度において 2 日間加熱していることから、重大事故等時に想定されるモードを上回る熱履歴を受けたうえでの付着強度となっている。



## 9. 実荷重に基づく評価

基準地震動  $S_s$  によりアンカボルトに発生する引張荷重 ( $P_b(N)$ ) が、付着力により決まるアンカボルトの許容引張荷重 ( $P_{a3}(N)$ ) 以下であることを示す。

それぞれの荷重は次式で計算することができる。

$$P_b = \sigma_t \cdot \frac{\pi}{4} d_a^2$$

$$P_{a3} = \phi_3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \tau_{bavg} \cdot \pi \cdot d_a \cdot \ell_{ce}$$

ここで、

$P_b$  : アンカボルト 1 本に発生する引張荷重 (N)

$\sigma_t$  : ボルトの引張応力 ( $N/mm^2$ )

$d_a$  : アンカボルト呼径 (mm)

$\phi_3$  : 低減係数=2/3

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  : へりあきおよびアンカボルトのピッチによる低減係数

$\tau_{bavg}$  : ボルトの基本平均付着強度 = 試験により確認された強度とする。  
ただし、最大  $10\sqrt{F_c/21}$  ( $N/mm^2$ ) とする。

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 ( $N/mm^2$ )

$\ell_{ce}$  : 強度算定用埋込み長さで、 $\ell_{ce} = \ell_e - 2d_a$  (mm)

$\ell_e$  : アンカボルトの有効埋込み長さ (mm)

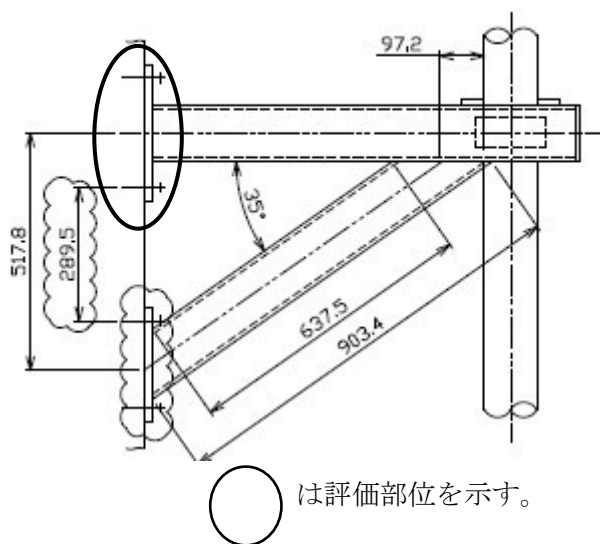
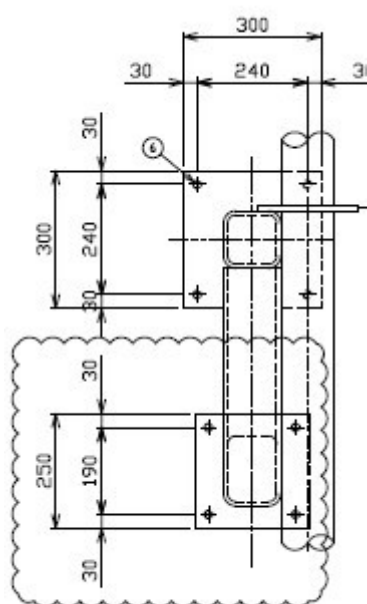
評価結果を次ページ以降に示す。

全ての設備でアンカボルトに発生する引張荷重が、アンカボルトの許容引張荷重以下であることを確認した。

(1) 燃料プール代替注水系管

環境温度 (°C)	$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$d_a$ (mm)	$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	Fc (N/mm <sup>2</sup> )	$l_e$ (mm)
100	114	16	$\alpha_1 = 0.92$ $\alpha_2 = 0.92$ $\alpha_3 = 0.92$	32.3	114

$P_b$ (N)	$P_{a3}$ (N)	$P_b/P_{a3}$
22922	26536	0.86

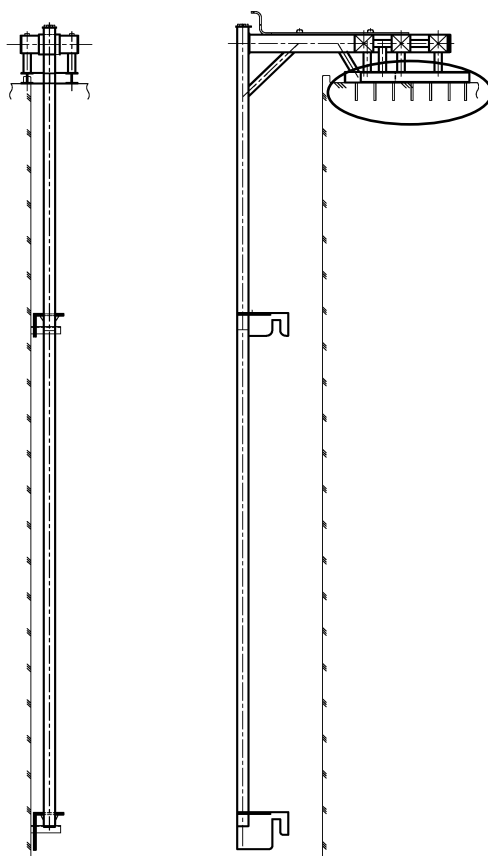
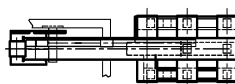


○は評価部位を示す。

(2) 使用済燃料貯蔵プール水位・温度計 (SA)

環境温度 (°C)	$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$d_a$ (mm)	$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	Fc (N/mm <sup>2</sup> )	$l_e$ (mm)
100	69	22	$\alpha_1 = 1.0$ $\alpha_2 = 0.7$ $\alpha_3 = 1.0$	32.3	228

$P_b$ (N)	$P_{a3}$ (N)	$P_b/P_{a3}$
26230	73601	0.35

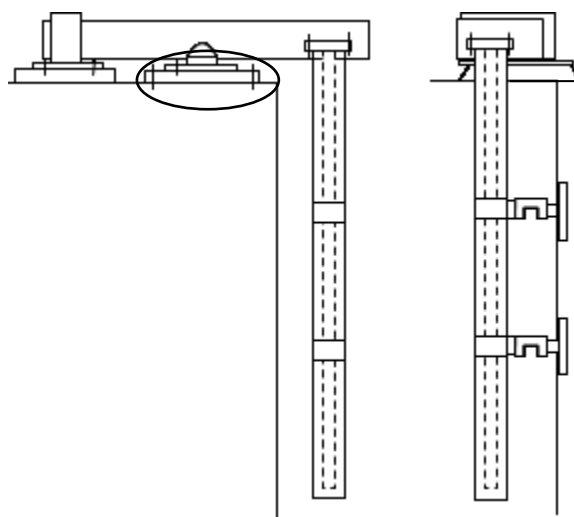


○ は評価部位を示す。

(3) 使用済燃料貯蔵プール水位・温度計 (SA 広域)

環境温度 (°C)	$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$d_a$ (mm)	$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	Fc (N/mm <sup>2</sup> )	$l_e$ (mm)
100	72	16	$\alpha_1 = 1.0$ $\alpha_2 = 1.0$ $\alpha_3 = 1.0$	32.3	114

$P_b$ (N)	$P_{a3}$ (N)	$P_b/P_{a3}$
14477	34078	0.42

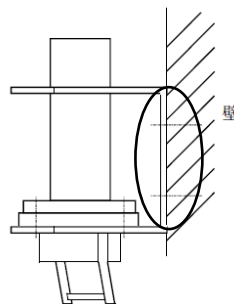
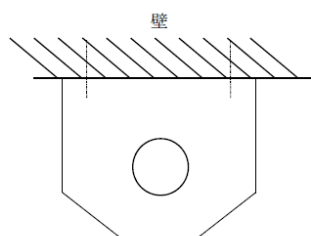


○ は評価部位を示す。

(4) 使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (低レンジ)

環境温度 (°C)	$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$d_a$ (mm)	$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	Fc (N/mm <sup>2</sup> )	$l_e$ (mm)
100	2	12	$\alpha_1 = 1.0$ $\alpha_2 = 1.0$ $\alpha_3 = 1.0$	32.3	88

$P_b$ (N)	$P_{a3}$ (N)	$P_b/P_{a3}$
227	19948	0.01

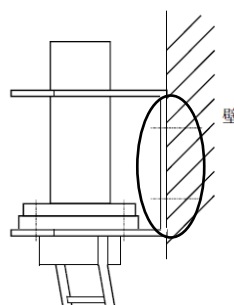
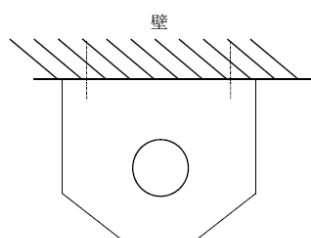


○ は評価部位を示す。

(5) 使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (高レンジ)

環境温度 (°C)	$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$d_a$ (mm)	$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	Fc (N/mm <sup>2</sup> )	$l_e$ (mm)
100	2	12	$\alpha_1 = 1.0$ $\alpha_2 = 1.0$ $\alpha_3 = 1.0$	32.3	88

$P_b$ (N)	$P_{a3}$ (N)	$P_b/P_{a3}$
227	19948	0.01



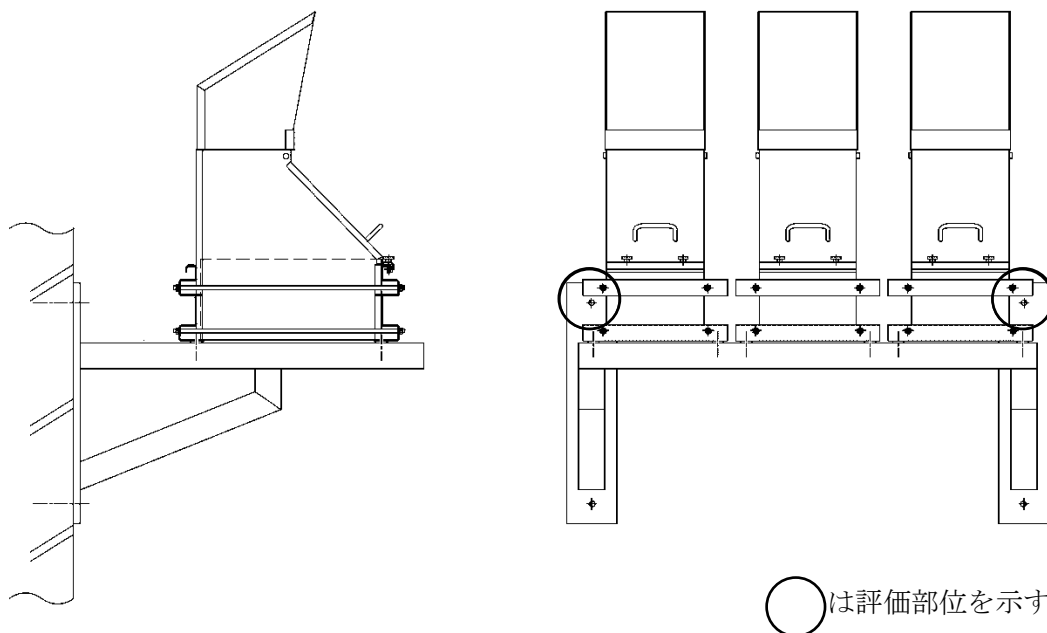
○ は評価部位を示す。

(6) 静的触媒式水素再結合器\*

環境温度 (°C)	$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$d_a$ (mm)	$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	Fc (N/mm <sup>2</sup> )	$l_e$ (mm)
	27	12	$\alpha_1 = 1.0$ $\alpha_2 = 1.0$ $\alpha_3 = 1.0$	32.3	88

$P_b$ (N)	$P_{a3}$ (N)	$P_b/P_{a3}$
3054	19948	0.15

注記\*：静的触媒式水素再結合器は、ボルトに負荷される荷重が最も大きいものを記載



加振試験について



## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 加振試験の概要 .....	3
3. 機能維持評価用加速度の設定について .....	105

## 1. 概要

耐震計算に用いる機能確認済加速度のうち、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に示す動的機器の機能確認済加速度以外のものについては、メーカー等において確認している加振試験に基づく値を用いている。

本資料は、機能維持評価のうち、

- ・ 動的機能維持評価
- ・ 電氣的機能維持評価
- ・ 止水性の維持評価

に用いた機能確認済加速度を取得した、メーカー等において確認している加振試験の概要を補足説明するものである。

「2. 加振試験の概要」に、機能維持評価に用いた機能確認済加速度を取得した加振試験の概要（加振方法、入力波、加振振動数等）について示す。

「3. 機能維持評価用加速度の設定について」に、機能維持評価に用いた機能維持評価用加速度の、機能確認済加速度を取得した加振試験の体系を踏まえた設定方法について示す。





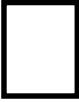











なお、本資料以外で加振試験に関する説明を行っている補足説明資料を以下の表 1-1 に整理し、各補足説明資料にて説明を行っている加振試験の概要は本資料には含めない。

表 1-1 加振試験に関する補足説明資料リスト

資料番号	資料名	備考
KK7 補足-028-4	動的機能維持の詳細評価について（新たな検討又は詳細検討が必要な設備の機能維持評価について）	—
KK7 補足-028-8	浸水防護施設の耐震性に関する説明書の補足説明資料	サブドレンポンプ フラップゲート
KK7 補足-028-9	可搬型重大事故等対処設備の耐震性に関する説明書に係る補足説明資料	車両型設備 その他設備
KK7 補足-028-10 -11	高圧代替注水系ポンプの耐震性についての計算書に関する補足説明資料	—
KK7 補足-028-10 -14	ドレン移送ポンプの耐震性についての計算書に関する補足説明資料	—
KK7 補足-028-10 -15	第一ガスタービン発電機の耐震性についての計算書に関する補足説明資料	—
KK7 補足-028-10 -21	燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置の耐震性について	—
KK7 補足-028-10 -30	遠隔手動弁操作設備の耐震性についての計算書に関する補足説明資料	—
KK7 補足-028-10 -31	5号機原子炉建屋内緊急時対策所（対策本部）二酸化炭素吸収装置の耐震性についての計算書に関する補足説明資料	—
KK7 補足-028-11 -2	電源盤・制御盤消火設備のうち配管の加振試験について	—
KK7 補足-028-11 -3	ケーブルトレイ消火設備のうち配管の加振試験について	—

2. 加振試験の概要

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
地下水排水設備水位	V-2-2-別添 1-2-4	電極式水位検出器 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること
サブドレン動力制御盤	V-2-2-別添 1-2-5	サブドレン動力制御盤 【B】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること
地下水排水設備水位	V-2-2-別添 1-3-4	電極式水位検出器 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
サブドレン動力制御盤	V-2-2-別添 1-3-5	盤内の器具  【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が  であることを確認。 2. サインビート波加振試験  における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 :  鉛直 : 	加振後に正常 に動作すること
使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA)	V-2-4-2-3	熱電対 【C】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が  であることを確認。 2. 正弦波加振試験  における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 :  鉛直 : 	加振後に正常 に動作すること
使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA 広域)	V-2-4-2-4	熱電対 【C】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が  であることを確認。 2. 正弦波加振試験  における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 :  鉛直 : 	加振後に正常 に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
使用済燃料貯蔵プール監視カメラ	V-2-4-2-5	赤外線カメラ 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置	V-2-4-2-6 (1)	空冷装置 ・冷却器 ・コンプレッサ 【B】	地震後の動的機能	水平 2 方向と鉛直の 3 方向同時	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□(X方向)、□(Y方向)、□(Z方向)であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置	V-2-4-2-6 (2)	エアクーラ 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
原子炉圧力	V-2-6-1(1)	弾性圧力検出器 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : □ 鉛直 : □	加振中及び加振後に正常に動作すること
原子炉水位 (狭帯域)	V-2-6-1(2)	差圧式水位検出器 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : □ 鉛直 : □	加振中及び加振後に正常に動作すること
原子炉水位 (広帯域)	V-2-6-1(3)	差圧式水位検出器 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : □ 鉛直 : □	加振中及び加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
格納容器内圧力	V-2-6-1(4)	弾性圧力検出器 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験  <input type="text"/> の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が <input type="text"/> であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験  <input type="text"/> における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: <input type="text"/> 鉛直: <input type="text"/>	加振中及び加振後に正常に動作すること
		弾性圧力検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験  <input type="text"/> の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が <input type="text"/> であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験  <input type="text"/> における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: <input type="text"/> 鉛直: <input type="text"/>	加振後に正常に動作すること
原子炉系炉心流量	V-2-6-1(5)	差圧式流量検出器 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験  <input type="text"/> の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が <input type="text"/> であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験  <input type="text"/> における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: <input type="text"/> 鉛直: <input type="text"/>	加振中及び加振後に正常に動作すること



設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
制御棒駆動機構充てん水圧力	V-2-6-1(6)	弾性圧力検出器 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振中及び加振後に正常に動作すること
サブプレッションチェンバプール 水位	V-2-6-1(7)	差圧式水位検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
		差圧式水位検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
地震加速度	V-2-6-1(8)	地震加速度検出器 【A】	地震時の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験  <input type="text"/> の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が <input type="text"/> であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験  <input type="text"/> における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: <input type="text"/> 鉛直: <input type="text"/>	加振中に正常に動作すること
主蒸気管トンネル温度	V-2-6-1(9)	熱電対 【A】	地震時の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験  <input type="text"/> の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が <input type="text"/> (X 方向), <input type="text"/> (Y 方向), <input type="text"/> (Z 方向) であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験  <input type="text"/> (X 方向), <input type="text"/> (Y 方向), <input type="text"/> (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: <input type="text"/> 鉛直: <input type="text"/>	加振中に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
主蒸気管流量	V-2-6-1 (10)	差圧式流量検出器 【A】	地震時の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振中に正常に動作すること
高压炉心注水系ポンプ吐出圧力	V-2-6-5-3	弾性圧力検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
残留熱除去系ポンプ吐出圧力	V-2-6-5-4	弾性圧力検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
残留熱除去系熱交換器入口温度	V-2-6-5-5	熱電対 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
残留熱除去系熱交換器出口温度	V-2-6-5-6	熱電対 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
復水補給水系温度（代替循環冷却）	V-2-6-5-7	熱電対 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
残留熱除去系系統流量	V-2-6-5-8	差圧式流量検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
原子炉隔離時冷却系系統流量	V-2-6-5-9	差圧式流量検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
高圧炉心注水系系統流量	V-2-6-5-10	差圧式流量検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
高压代替注水系系統流量	V-2-6-5-11	差圧式流量検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
復水補給水系流量 (RHR A 系代替注水流量)	V-2-6-5-12	差圧式流量検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
復水補給水系流量 (RHR B 系代替注水流量)	V-2-6-5-13	差圧式流量検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
原子炉圧力	V-2-6-5-14	弾性圧力検出器 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振中及び加振後に正常に動作すること
原子炉圧力 (SA)	V-2-6-5-15	弾性圧力検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
原子炉水位 (広帯域)	V-2-6-5-16	差圧式水位検出器 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振中及び加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
原子炉水位 (燃料域)	V-2-6-5-17	差圧式水位検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
原子炉水位 (SA)	V-2-6-5-18	差圧式水位検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
格納容器内圧力 (D/W)	V-2-6-5-19	弾性圧力検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること



設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
格納容器内圧力 (S/C)	V-2-6-5-20	弾性圧力検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること
ドライウェル雰囲気温度	V-2-6-5-21	熱電対 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること
サブプレッションチェンバ気体温度	V-2-6-5-22	熱電対 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
サブプレッションチェンバプール 水温度	V-2-6-5-23	測温抵抗体 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること
格納容器内酸素濃度	V-2-6-5-24	熱磁気風式酸素検 出器 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること
格納容器内水素濃度	V-2-6-5-25	熱伝導式水素検出 器 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
格納容器内水素濃度 (SA)	V-2-6-5-26	水素吸蔵材料式水素検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること
復水貯蔵槽水位 (SA)	V-2-6-5-27	差圧式水位検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること
復水補給水系流量 (格納容器下部注水流量)	V-2-6-5-28	差圧式流量検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
サブプレッションチェンバプール 水位	V-2-6-5-29	差圧式水位検出器 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること
格納容器下部水位	V-2-6-5-30	電極式水位検出器 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること
原子炉建屋水素濃度	V-2-6-5-31	熱伝導式水素検出器 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□(X, Y 方向), □(Z 方向)であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □(X, Y 方向), □(Z 方向)における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
ATWS 緩和設備 (代替制御棒挿入機能) ・検出器	V-2-6-7-1 (1)	差圧式水位検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること
		弾性圧力検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること
ATWS 緩和設備 (代替制御棒挿入機能) ・ATWS 緩和設備制御盤	V-2-6-7-1 (2)	盤内の器具 □ 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
ATWS 緩和設備 (代替制御棒挿入機能) ・代替制御棒挿入機能用電磁弁	V-2-6-7-1 (3)	電磁弁 【A】	地震後の動的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること
ATWS 緩和設備 (代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能) ・検出器	V-2-6-7-2 (1)	差圧式水位検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること
ATWS 緩和設備 (代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能) ・原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路	V-2-6-7-2 (2)	盤内の器具 □ 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
ATWS 緩和設備 (代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能) ・原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤	V-2-6-7-2 (3)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
代替自動減圧ロジック (代替自動減圧機能) ・検出器	V-2-6-7-3 (1)	差圧式水位検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		弾性圧力検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
代替自動減圧ロジック（代替自動減圧機能） ・安全系多重伝送盤	V-2-6-7-3 (2)	盤内の器具 □ 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□ ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 □ 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□ ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること



設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2 *3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
代替自動減圧ロジック（代替自動減圧機能） ・安全系補助継電器盤 (H11-P652)	V-2-6-7-3 (3)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ]	加振後に正常に動作すること
代替自動減圧ロジック（代替自動減圧機能） ・安全系補助継電器盤 (H11-P653)	V-2-6-7-3 (3)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
ESF 盤	V-2-6-7-4 (1)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2 *3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
安全保護系盤	V-2-6-7-4 (2)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振中及び加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2 *3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振中及び加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振中及び加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
中央制御室外原子炉停止制御盤	V-2-6-7-4 (3)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. メーカー試験 (カタログ値) により、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
中央運転監視盤	V-2-6-7-4 (4)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ]	加振後に正常に動作すること
運転監視補助盤 (H11-P703)	V-2-6-7-4 (5)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2 *3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
運転監視補助盤 (H11-P704)	V-2-6-7-4 (5)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること



設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電气的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験 [ ] (X 方向), [ ] (Y 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p> <p>3. サインビート波加振試験 [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
原子炉系記録計盤	V-2-6-7-4 (6)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電气的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。</p> <p>2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
格納容器補助盤	V-2-6-7-4 (7)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ]	加振後に正常 に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ]	加振後に正常 に動作すること
高压代替注水系制御盤	V-2-6-7-4 (8)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ]	加振後に正常 に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ]	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ]	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ]	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA 広域) 監視制御盤	V-2-6-7-4 (9)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認	水平 : [ ] 鉛直 : [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X,Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] (X,Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること



設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
格納容器圧力逃がし装置制御盤	V-2-6-7-4 (10)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X 方向), [ ] (Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] (X 方向), [ ] (Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2 *3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] (X 方向), [ ] (Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
フィルタ装置出口放射線モニタ 前置増幅器盤	V-2-6-7-4 (11)	前置増幅器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□(X,Z 方向), □(Y 方向)であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振後に正常に動作すること
起動領域モニタ前置増幅器盤	V-2-6-7-4 (12)	前置増幅器 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振中及び加振後に正常に動作すること
核計装系盤	V-2-6-7-4 (13)	盤内の器具 □ 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □ ※下線部が工認記載値	加振中及び加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振中及び加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振中及び加振後に正常に動作すること
安全系プロセス放射線モニタ盤	V-2-6-7-4 (14)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. メーカー試験（カタログ値）により、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ]	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
格納容器内雰囲気モニタ盤	V-2-6-7-4 (15)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X 方向), [ ] (Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験 [ ] (X 方向), [ ] (Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
格納容器内水素モニタ盤	V-2-6-7-4 (16)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : [ ] 鉛直 : [ ]	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X 方向), [ ] (Y, Z 方向) であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること



設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X,Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験 [ ] (X,Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X 方向), [ ] (Y,Z 方向) であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験 [ ] (X 方向), [ ] (Y,Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
事故時放射線モニタ盤 (H11-P609-1)	V-2-6-7-4 (17)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
事故時放射線モニタ盤 (H11-P609-2)	V-2-6-7-4 (17)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
使用済燃料貯蔵プール監視カメラ制御架	V-2-6-7-4 (18)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ]	加振後に正常に動作すること
データ伝送装置	V-2-6-7-5 (1)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (Y 方向), [ ] (X, Z 方向) であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] (X, Z 方向), [ ] (Y 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
安全パラメータ表示システム (SPDS) (6,7号機共用) ・緊急時対策支援システム伝送装置	V-2-6-7-6 (1)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (Y 方向), [ ] (X 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] (Y 方向), [ ] (X 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X, Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] (X, Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X,Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験 [ ] (X,Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X 方向), [ ] (Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験 [ ] (X 方向), [ ] (Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X,Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常 に動作すること
安全パラメータ表示システム (SPDS) (6,7 号機共用) ・ SPDS 表示装置	V-2-6-7-6 (2)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (Y 方向), [ ] (X 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] (X,Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常 に動作すること



設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (Y 方向), [ ] (X 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] (Y 方向), [ ] (X, Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
安全パラメータ表示システム (SPDS) (6, 7 号機共用) ・メッシュ型アンテナ 1, 2	V-2-6-7-6 (3)	メッシュ型アンテナ (アンテナ取付架台との取合部を含む) 【B】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 32.88Hz (X 方向), 32.73Hz (Y 方向), 33Hz 以上 (Z 方向) であることを確認。 2. サインビート波加振試験 32.88Hz (X 方向), 32.73Hz (Y 方向), 33Hz (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: 3.96 鉛直: 2.32	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
安全パラメータ表示システム (SPDS) (6,7号機共用) ・通信収容架 1	V-2-6-7-6 (4)	盤内の器具 ・L 2 スイッチ装置① ・L 2 スイッチ装置② ・ファイアウォール装置 ・配線用遮断器 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : 5.12 鉛直 : 2.31 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 ・メディアコンバータ 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : 3.17 鉛直 : 3.11 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
安全パラメータ表示システム (SPDS) (6,7号機共用) ・通信収容架 2	V-2-6-7-6 (4)	盤内の器具 ・ファイアウォール装置 ・L 2 スイッチ装置 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : 5.12 鉛直 : 2.31 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 ・メディアコンバータ 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : 3.17 鉛直 : 3.11 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
データ伝送設備	V-2-6-7-7	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (Y 方向), [ ] (X 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験 [ ] (Y 方向), [ ] (X 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X, Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験 [ ] (X, Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X,Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験 [ ] (X,Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X 方向), [ ] (Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。</p> <p>2. 正弦波加振試験 [ ] (X 方向), [ ] (Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2 *3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X,Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
データ表示装置 (中央制御室待避室)	V-2-6-7-8	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (Y 方向), [ ] (X 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] (X,Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (Y 方向), [ ] (X 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] (Y 方向), [ ] (X, Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常 に動作すること
衛星電話設備 (常設) ・アンテナ	V-2-6-7-9 (1)	アンテナ (アンテナ取付架 台との取合部を含む) 【B】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上 (X, Z 方向), 17.02Hz (Y 方向) であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz (X, Z 方向), 17.02Hz (Y 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: 4.35 鉛直: 2.24	加振後に正常 に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
衛星電話設備 (常設) ・通信収容架 1	V-2-6-7-9 (2)	盤内の器具 ・衛星電話端末 【A】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：3.58 鉛直：2.12	加振後に正常 に動作すること
衛星電話設備 (常設) ・通信収容架 2	V-2-6-7-9 (2)	盤内の器具 ・アナログ電話機 【A】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 20Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：3.58 鉛直：2.19	加振後に正常 に動作すること



設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
衛星電話設備（常設）（中央制御室待避室） ・アンテナ	V-2-6-7-10 (1)	アンテナ (アンテナ取付架台との取合部を含む) 【B】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上 (X, Z 方向), 17.02Hz (Y 方向) であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz (X, Z 方向), 17.02Hz (Y 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : 4.35 鉛直 : 2.24	加振後に正常に動作すること
衛星電話設備（常設）（中央制御室待避室） ・通信収容架	V-2-6-7-10 (2)	盤内の器具 ・衛星電話端末 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : 3.58 鉛直 : 2.12	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
衛星電話設備(常設)(6,7号機共用) ・アンテナ	V-2-6-7-11 (1)	アンテナ (アンテナ取付架台との取合部を含む) 【B】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 11.63Hz(X 方向), 22.37Hz(Y 方向), 11.21Hz(Z 方向)であることを確認。 2. サインビート波加振試験 11.63Hz(X 方向), 22.37Hz(Y 方向), 11.21Hz(Z 方向)における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: 4.38 鉛直: 2.16	加振後に正常に動作すること
衛星電話設備(常設)(6,7号機共用) ・通信収容架	V-2-6-7-11 (2)	盤内の器具 ・衛星電話端末 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: 3.58 鉛直: 2.12	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
無線連絡設備 (常設) ・アンテナ	V-2-6-7-12 (1)	アンテナ (アンテナ取付架 台との取合部を含 む) 【B】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入 力し、応答波形から共振点が 23.76Hz (X 方向), 23.65Hz (Y 方向), 33Hz 以上 (Z 方向) であることを確認。 2. サインビート波加振試験 23.76Hz (X 方向), 23.65Hz (Y 方向), 33Hz (Z 方向) における加振試験を行い、機能 が維持されることを確認。	水平 : 3.54 鉛直 : 2.15	加振後に正常 に動作するこ と
無線連絡設備 (常設) ・通信収容架 1	V-2-6-7-12 (2)	盤内の器具 ・デジタル簡易無 線機 【A】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入 力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上で あることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維 持されていることを確認。	水平 : 3.63 鉛直 : 2.14	加振後に正常 に動作するこ と

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
無線連絡設備（常設） ・通信収容架 2	V-2-6-7-12 (2)	盤内の器具 ・ハンドマイク 【A】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート加振試験 20Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：3.58 鉛直：2.19	加振後に正常 に動作すること
無線連絡設備（常設）（中央制御 室待避室） ・アンテナ	V-2-6-7-13 (1)	アンテナ （アンテナ取付架 台との取合部を含む） 【B】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 23.76Hz (X 方向), 23.65Hz (Y 方向), 33Hz 以上 (Z 方向) であることを確認。 2. サインビート加振試験 23.76Hz (X 方向), 23.65Hz (Y 方向), 33Hz (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：3.54 鉛直：2.15	加振後に正常 に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2 *3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
無線連絡設備（常設）（中央制御室待避室） ・通信収容架	V-2-6-7-13 (2)	盤内の器具 ・デジタル簡易無線機 <b>【A】</b>	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：3.63 鉛直：2.14 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 ・ハンドマイク <b>【A】</b>	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：3.67 鉛直：2.14 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
無線連絡設備（常設）通信収容架 (6,7号機共用) ・アンテナ	V-2-6-7-14 (1)	アンテナ (アンテナ取付架台との取合部を含む) <b>【B】</b>	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：4.20 鉛直：2.07	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
無線連絡設備（常設）通信収容架 （6,7号機共用） ・通信収容架	V-2-6-7-14 （2）	盤内の器具 ・デジタル簡易無線機 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：3.63 鉛直：2.14 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 ・ハンドマイク 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：4.08 鉛直：2.14 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備（テレビ会議システム、IP-電話機及び IP-FAX） ・衛星無線通信装置用アンテナ	V-2-6-7-15 （1）	ODU 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：8.02 鉛直：9.95	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備(テレビ会議システム, IP-電話機及び IP-FAX) ・テレビ会議システム用ディスプレイ	V-2-6-7-15 (2)	テレビ会議システム用ディスプレイ 【B】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し, 応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い, 機能が維持されることを確認。	水平: 4.74 鉛直: 2.77	加振後に正常に動作すること
統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備(テレビ会議システム, IP-電話機及び IP-FAX) ・テレビ会議システム用カメラ	V-2-6-7-15 (3)	テレビ会議システム用カメラ 【B】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し, 応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い, 機能が維持されることを確認。	水平: 4.64 鉛直: 2.16	加振後に正常に動作すること
統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備(テレビ会議システム, IP-電話機及び IP-FAX) ・通信収容架 A	V-2-6-7-15 (4)	盤内の器具 ・VOIP-GW 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し, 応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い, 機能が維持されることを確認。	水平: 3.04 鉛直: 2.07 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 ・合成分配器 【A】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：3.04 鉛直：2.06 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 ・ I P M O D E ・ C S C M O D E M 【A】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：3.04 鉛直：2.05 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 ・ L 3 スイッチ装置 【A】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：3.05 鉛直：2.03 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること



設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備(テレビ会議システム, IP-電話機及び IP-FAX) ・通信収容架 B	V-2-6-7-15 (4)	盤内の器具 ・ L 3 スイッチ装置 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し, 応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い, 機能が維持されることを確認。	水平 : 3.05 鉛直 : 2.03	加振後に正常に動作すること
統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備(テレビ会議システム, IP-電話機及び IP-FAX) ・通信端末収容台①	V-2-6-7-15 (5)	I P - F A X 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し, 応答波形から共振点が 12.6Hz (X 方向), 15.4Hz (Y 方向), 33Hz 以上 (Z 方向) であることを確認。 2. サインビート波加振試験 12.6Hz (X 方向), 15.4Hz (Y 方向), 33Hz (Z 方向) における加振試験を行い, 機能が維持されることを確認。	水平 : 3.01 鉛直 : 2.31 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 ・アナログ電話機 【A】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：3.05 鉛直：2.10 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 ・テレビ会議端末 【A】	地震後の電氣的 機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：3.07 鉛直：2.10 ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備(テレビ会議システム, IP-電話機及び IP-FAX) ・通信端末収容台②	V-2-6-7-15 (5)	IP-FAX 【A】	地震後の電氣的機能維持	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し, 応答波形から共振点が 12.6Hz (X 方向), 15.4Hz (Y 方向), 33Hz 以上 (Z 方向) であることを確認。 2. サインビート加振試験 12.6Hz (X 方向), 15.4Hz (Y 方向), 33Hz (Z 方向) における加振試験を行い, 機能が維持されることを確認。	水平 : 3.01 鉛直 : 2.31	加振後に正常に動作すること
TSC屋外緊急連絡用インターフォン	V-2-6-7-16	TSC屋外緊急連絡用インターフォン 【B】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □ の振動数領域を含む正弦波を入力し, 応答波形から共振点が □ であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □ における加振試験を行い, 機能が維持されることを確認。	水平 : □ 鉛直 : □	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
5号機TSC屋外緊急連絡用インターフォン子機	V-2-6-7-16	5号機TSC屋外緊急連絡用インターフォン子機 【B】	地震後の電氣的機能	水平単独2方向及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
原子炉圧力容器温度	V-2-6-7-17	熱電対 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独2方向及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
フィルタ装置水位	V-2-6-7-18	差圧式水位検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独2方向及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
フィルタ装置入口圧力	V-2-6-7-19	弾性圧力検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
フィルタ装置水素濃度	V-2-6-7-20	熱伝導式水素検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
フィルタ装置金属フィルタ差圧	V-2-6-7-21	差圧式圧力検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
フィルタ装置スクラバ水 pH	V-2-6-7-22	pH 検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
原子炉補機冷却水系系統流量	V-2-6-7-23	差圧式流量検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
残留熱除去系熱交換器入口冷却水流量	V-2-6-7-24	差圧式流量検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
復水移送ポンプ吐出圧力	V-2-6-7-25	弾性圧力検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
静的触媒式水素再結合器動作監視装置	V-2-6-7-26	熱電対 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
格納容器内ガスサンプリングポンプ	V-2-6-7-27	サンプリングポンプ 【A】	地震後の動的機能	水平 2 方向と鉛直の 3 方向同時	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含むランダム波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. サインビート波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること




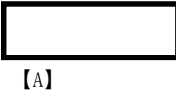



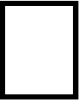





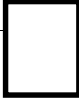

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
主蒸気管放射線モニタ	V-2-8-1(1)	電離箱 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振中及び加振後に正常に動作すること
燃料取替エリア排気放射線モニタ	V-2-8-1(2)	半導体式 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ	V-2-8-1(3)	半導体式 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること

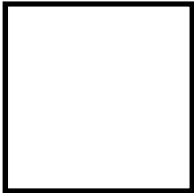















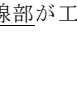


設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
格納容器内雰囲気放射線モニタ (D/W)	V-2-8-2-1 -1	電離箱 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること
格納容器内雰囲気放射線モニタ (S/C)	V-2-8-2-1 -2	電離箱 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること
フィルタ装置出口放射線モニタ	V-2-8-2-1 -3	電離箱 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
耐圧強化ベント系放射線モニタ	V-2-8-2-1 -4	電離箱 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (低レンジ)	V-2-8-2-2 -1	電離箱 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (高レンジ)	V-2-8-2-2 -2	電離箱 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること




















設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
バイタル交流電源装置	V-2-10-1-1	盤内の器具 [ ] 【A】	地震時及び地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ]	加振中及び加振後に正常に動作すること
非常用ディーゼル発電機制御盤 (1)	V-2-10-1-2 -1-8	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. メーカー試験(カタログ値)により、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具（鉛直は盤 1 面に実装し加振試験を実施） [ ] 【水平：A】 【鉛直：B】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] (X, Y 方向), [ ] (Z 方向) の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] (X, Y 方向), [ ] (Z 方向) であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] [ ] (X, Y 方向), [ ] (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
AM用直流125V充電器	V-2-10-1-3 -1	盤内の器具  【A】	地震後の電氣的機能	水平単独2方向 及び鉛直単独	1. メーカー試験(カタログ値)により,機能が維持されることを確認。	水平:  鉛直: 	加振後に正常に動作すること
AM用動力変圧器	V-2-10-1-4 -4	盤内の器具  【A】	地震後の電氣的機能	水平単独2方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含む正弦波を入力し, 応答波形から共振点が  であることを確認。 2. 正弦波加振試験  における加振試験を行い, 機能が維持されることを確認。	水平:  鉛直: 	加振後に正常に動作すること
AM用MCC	V-2-10-1-4 -5	盤内の器具  【A】	地震後の電氣的機能	水平単独2方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含む正弦波を入力し, 応答波形から共振点が  であることを確認。 2. 正弦波加振試験  における加振試験を行い, 機能が維持されることを確認。	水平:  鉛直:  ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具  【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が  であることを確認。 2. 正弦波加振試験  における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：  鉛直：  ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
AM 用切替盤	V-2-10-1-4 -6	盤内の器具  【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が  であることを確認。 2. 正弦波加振試験  における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：  鉛直： 	加振後に正常に動作すること
AM 用操作盤 (7A)	V-2-10-1-4 -7	盤内の器具  【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が  であることを確認。 2. サインビート波加振試験  における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：  鉛直：  ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ] ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
AM 用操作盤 (7B, 7C)	V-2-10-1-4 -7	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. サインビート波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： [ ] 鉛直： [ ]	加振後に正常に動作すること










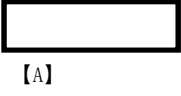





設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
メタルクラッド開閉装置	V-2-10-1-4 -8	盤内の器具（盤 1 面に実装し加振試 験を実施）  【B】	地震時及び地震 後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含むランダム波 を入力し、応答波形から共振点が□(X 方向), □(Y, Z 方向) であることを 確認。 2. 正弦波加振試験 □(X 方向), □ (Y, Z 方向) における加振試験を行い、機 能が維持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振中及び加 振後に正常に 動作すること
パワーセンタ (7C-1, 7D-1, 7E-1)	V-2-10-1-4 -9	盤内の器具（盤 1 面に実装し加振試 験を実施）  【B】	地震時及び地震 後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含むランダム波 を入力し、応答波形から共振点が□ (X 方向), □(Y, Z 方向) である ことを確認。 2. サインビート波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維 持されることを確認。	水平: □ 鉛直: □	加振中及び加 振後に正常に 動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
パワーセンタ (7C-2, 7D-2, 7E-2)	V-2-10-1-4 -9	盤内の器具 (盤 1 面に実装し加振試 験を実施)  【B】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含むランダム波 を入力し, 応答波形から共振点が  (X 方向),  (Y, Z 方向) である ことを確認。 2. サインビート波加振試験  における加振試験を行い, 機能が維 持されることを確認。	水平:  鉛直: 	加振後に正常 に動作するこ と
モータコントロールセンタ (7C-1-1, 7C-1-6, 7C-1-7, 7D-1-1, 7D-1-6, 7D-1-7, 7E-1-1A, 7E-1-3)	V-2-10-1-4 -10	盤内の器具  【A】	地震時及び地震 後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含む正弦波を入 力し, 応答波形から共振点が  で あることを確認。 2. 正弦波加振試験  における加振試験を行い, 機能が維 持されることを確認。	水平:  鉛直: 	加振中及び加 振後に正常に 動作すること
モータコントロールセンタ (7C-1-2, 7C-1-3, 7C-1-4, 7D-1-2, 7D-1-3, 7D-1-4, 7E-1-1B, 7E-1-2)	V-2-10-1-4 -10	盤内の器具  【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含む正弦波を入 力し, 応答波形から共振点が  で あることを確認。 2. 正弦波加振試験  における加振試験を行い, 機能が維 持されることを確認。	水平:  鉛直: 	加振後に正常 に動作するこ と



設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
モータコントロールセンタ (7C-2-1, 7D-2-1, 7E-2-1)	V-2-10-1-4 -10	盤内の器具 ・電磁接触器  【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 4～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。  2. 正弦波加振試験 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： <input type="text"/> 鉛直： <input type="text"/> ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 ・配線用遮断器 ・過負荷リレー  【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 4～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。  2. 正弦波加振試験 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： <input type="text"/> 鉛直： <input type="text"/> ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		盤内の器具 ・補助リレー 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 4~33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. 正弦波加振試験 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： <input type="text"/> 鉛直： <input type="text"/> ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
5 号機原子炉建屋内緊急時対策 所用電源盤	V-2-10-1-4 -12	盤内の器具 <input type="text"/> 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 <input type="text"/> の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が <input type="text"/> であることを確認。 2. 正弦波加振試験 <input type="text"/> における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： <input type="text"/> 鉛直： <input type="text"/>	加振後に正常に動作すること
5 号機原子炉建屋内緊急時対策 所用交流 110V 分電盤	V-2-10-1-4 -13	盤内の器具 <input type="text"/> 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 <input type="text"/> の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が <input type="text"/> であることを確認。 2. サインビート波加振試験 <input type="text"/> における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： <input type="text"/> 鉛直： <input type="text"/>	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
直流 125V 充電器	V-2-10-1-4 -14	盤内の器具  【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. メーカー試験 (カタログ値) により, 機能 が維持されることを確認	水平 :  鉛直 : 	加振後に正常 に動作するこ と
直流 125V 主母線盤	V-2-10-1-4 -15	盤内の器具  【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含む正弦波を入 力し, 応答波形から共振点が  で あることを確認。 2. サインビート波加振試験  における加振試験を行い, 機能が維持されることを確認。	水平 :  鉛直 : 	加振後に正常 に動作するこ と
125V 同時投入防止用切替盤	V-2-10-1-4 -16	盤内の器具  【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験  の振動数領域を含む正弦波を入 力し, 応答波形から共振点が  で あることを確認。 2. サインビート波加振試験  における加振試験を行い, 機能が維持されることを確認。	水平 :  鉛直 : 	加振後に正常 に動作するこ と

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
直流 125V HPAC MCC	V-2-10-1-4 -17	盤内の器具 <input type="text"/> 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 <input type="text"/> の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が <input type="text"/> であることを確認。 2. 正弦波加振試験 <input type="text"/> における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： <input type="text"/> 鉛直： <input type="text"/> ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 <input type="text"/> 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 <input type="text"/> の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が <input type="text"/> であることを確認。 2. 正弦波加振試験 <input type="text"/> における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平： <input type="text"/> 鉛直： <input type="text"/> ※下線部が工認記載値	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
床ドレンライン浸水防止治具 (フロート式治具)	V-2-10-2-4 -1	フロート, ねじ取 付部 【A】	地震後の機能(止 水性能)	水平単独 1 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~50Hz の振動数領域を含む正弦波を入 力し, 応答波形から共振点が 50Hz 以上で あることを確認。 2. 正弦波加振試験 20Hz における加振試験を行い, 機能が維 持されることを確認。	水平: 6.0 鉛直: 6.0	加振後に止水 性能を維持す ること
床ドレンライン浸水防止治具 (スプリング式治具)	V-2-10-2-4 -1	弁体, ねじ取付部 【A】	地震後の機能(止 水性能)	水平単独 1 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~50Hz の振動数領域を含む正弦波を入 力し, 応答波形から共振点が 50Hz 以上で あることを確認。 2. 正弦波加振試験 20Hz における加振試験を行い, 機能が維 持されることを確認。	水平: 6.0 鉛直: 6.0	加振後に止水 性能を維持す ること
床ドレンライン浸水防止治具 (閉止栓)	V-2-10-2-4 -1	閉止栓 【A】	地震後の機能(止 水性能)	水平単独 1 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5~50Hz の振動数領域を含む正弦波を入 力し, 応答波形から共振点が 50Hz 以上で あることを確認。 2. 正弦波加振試験 20Hz における加振試験を行い, 機能が維 持されることを確認。	水平: 6.0 鉛直: 6.0	加振後に止水 性能を維持す ること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
床ドレンライン浸水防止治具 (閉止キャップ)	V-2-10-2-4 -1	閉止キャップ 【A】	地震後の機能(止水性能)	水平単独 1 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～50Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 20Hz 以上であることを確認。 2. 正弦波加振試験 20Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：6.0 鉛直：6.0	加振後に止水性能を維持すること
取水槽水位計 ・検出器	V-2-10-2-4 -3(1)	差圧式水位検出器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □ の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が □ であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □ における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること
津波監視カメラ	V-2-10-2-4 -4(1)	監視カメラ 【A】	地震後の電氣的機能	水平 2 方向と鉛直の 3 方向同時	1. 共振点検索試験 □ の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が □ であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □ における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
津波監視カメラ制御架	V-2-10-2-4 -4(2)	盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること
		盤内の器具 [ ] 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 [ ] の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が [ ] であることを確認。 2. 正弦波加振試験 [ ] における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平: [ ] 鉛直: [ ]	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
火災感知器	V-2-別添 1 -2	熱感知器 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：4 鉛直：3	加振後に正常 に動作すること
		煙感知器 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：4 鉛直：3	加振後に正常 に動作すること
		煙感知器（防爆型） 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：10.00 鉛直：5.00	加振後に正常 に動作すること



設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		熱感知器（防爆型） 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：10 鉛直：10	加振後に正常に動作すること
		煙感知器（光電分離型） 【B】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：10.00 鉛直：5.00	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		煙吸引式検出設備 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 30.4Hz (X 方向), 33Hz 以上 (Y 方向), 33Hz 以上 (Z 方向) であることを確認。</p> <p>2. サインビート波加振試験 30.4Hz (X 方向), 33.0Hz (Y 方向), 33.0Hz (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	<p>水平：4.00 鉛直：3.00</p>	加振後に正常に動作すること
		煙吸引式検出設備 (防湿型) 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。</p> <p>2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	<p>水平：5.0 鉛直：5.0</p>	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		炎感知器 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。</p> <p>2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	<p>水平：12.00 鉛直：6.00</p>	加振後に正常に動作すること
		熱感知カメラ 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 23.76Hz (X 方向), 21.76Hz (Y 方向), 33Hz 以上 (Z 方向) 以上であることを確認。</p> <p>2. サインビート波加振試験 23.76Hz (X 方向), 21.76Hz (Y 方向), 33Hz (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	<p>水平：12.00 鉛直：6.00</p>	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
火災受信機盤	V-2-別添 1 -3	盤内の器具 ・パソコンパネル 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上 (X 方向), 26.3Hz (Y 方向), 33Hz 以上 (Z 方向) 以上であることを確認。</p> <p>2. サインビート波加振試験 33Hz (X 方向), 26.3Hz (Y 方向), 33Hz (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平 : 3 鉛直 : 2	加振後に正常 に動作するこ と
		盤内の器具 ・パソコンパネル 以外のもの 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	<p>1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。</p> <p>2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。</p>	水平 : 3 鉛直 : 2	加振後に正常 に動作するこ と

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
ボンベラック	V-2-別添1 -4	二酸化炭素消火設備 容器弁 【A】	地震後の動的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：4.0 鉛直：3.0	加振後に正常に動作すること
		小空間固定式消火設備 容器弁 【A】	地震後の動的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：10.0 鉛直：10.0	加振後に正常に動作すること
		SLC ポンプ・CRD ポンプ局所消火設備 容器弁 【A】	地震後の動的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：10.0 鉛直：10.0	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		電源盤・制御盤消 火設備容器弁 【B】	地震後の動的機 能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入 力し、応答波形から共振点が 32.0Hz (X 方 向), 32.6Hz (Y 方向), 33Hz 以上 (Z 方 向) であることを確認。 2. サインビート波加振試験 32.0Hz (X 方向), 32.6Hz (Y 方向), 33.0 (Z 方向) における加振試験を行い、機能 が維持されることを確認。	水平 : 3.10 鉛直 : 2.30	加振後に正常 に動作するこ と
		ケーブルトレイ消 火設備容器弁 【B】	地震後の動的機 能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入 力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上で あることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維 持されることを確認。	水平 : 3.10 鉛直 : 2.30	加振後に正常 に動作するこ と

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
		中央制御室床下フリーアクセスフロア消火設備容器弁 【B】	地震後の動的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 29.4Hz (X 方向), 29.8Hz (Y 方向), 33Hz 以上 (Z 方向) であることを確認。 2. サインビート波加振試験 29.4Hz (X 方向), 29.8Hz (Y 方向), 33.0 Hz (Z 方向) における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : 3.10 鉛直 : 2.30	加振後に正常に動作すること
		5号機原子炉建屋内緊急時対策所消火設備容器弁 【A】	地震後の動的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 1～40Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 40Hz 以上であることを確認。 2. 正弦波加振試験 40Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平 : 3 鉛直 : 2	加振後に正常に動作すること

設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
選択弁	V-2-別添 1 -5	二酸化炭素消火設備 選択弁 【A】	地震後の動的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 33Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 33Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：4.0 鉛直：3.0	加振後に正常に動作すること
制御盤	V-2-別添 1 -7	制御盤 【A】	地震後の電氣的機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 5～33Hz の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が 20Hz 以上であることを確認。 2. サインビート波加振試験 20Hz における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：6.00 鉛直：4.00	加振後に正常に動作すること



設備	記載箇所	評価部位 【加振試験 No*1】	要求機能	加振方向	試験内容*2	機能確認済 加速度*2、*3 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	判定基準
循環水系隔離システム ・漏えい検知	V-2-別添 2 -4	電極式水位検出器 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること
タービン補機冷却海水系隔離システム ・漏えい検知	V-2-別添 2 -6	電極式水位検出器 【A】	地震後の電氣的 機能	水平単独 2 方向 及び鉛直単独	1. 共振点検索試験 □の振動数領域を含む正弦波を入力し、応答波形から共振点が□であることを確認。 2. 正弦波加振試験 □における加振試験を行い、機能が維持されることを確認。	水平：□ 鉛直：□	加振後に正常 に動作すること

注記\*1：加振試験 No は、表 3-1 の No との紐付けを示す。

\*2：記載の数値については、加振試験報告書等の記録に基づいている。

\*3：機能確認済加速度が異なる器具が取り付けられている盤については、各器具の水平と鉛直の最小値を盤の機能確認済加速度として用いることから、盤の機能確認済加速度として耐震計算書に記載する数値を下線にて示す。

### 3. 機能維持評価用加速度の設定について

機能維持評価に用いる機能維持評価用加速度は、機能維持評価を要する器具を取り付ける支持構造物（盤、計装ラック、スタンション等）の構造と、加振試験の体系を踏まえ、以下の表 3-1 の考えに基づき設定する。

表 3-1 機能維持評価用加速度の設定について

No		支持構造物の加振試験有無	機能維持評価用加速度	機能確認済加速度	図解番号	具体例
A	支持構造物が剛な設備	無	1.0ZPA（設置床の最大応答加速度）	器具単体の加振試験により確認した加速度	図 3-1	AM 用 MCC 等
B	支持構造物が剛な設備	有	1.0ZPA（設置床の最大応答加速度）	支持構造物含めた加振試験により確認した加速度	図 3-2	サブドレン動力制御盤等
C	支持構造物が柔な設備	無	器具の取付位置に生じる応答加速度	器具単体の加振試験により確認した加速度	図 3-3	使用済燃料貯蔵プール水位・温度(SA 広域) 等

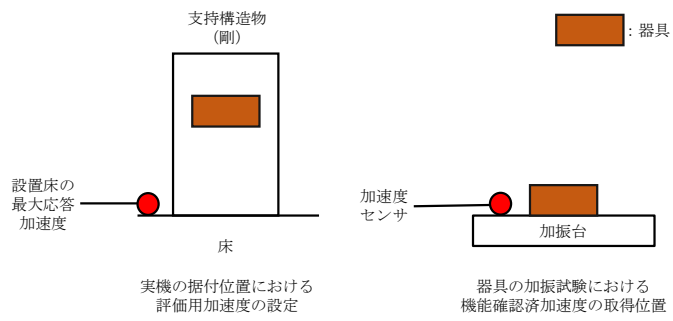


図 3-1 支持構造物が剛な設備かつ器具単体の加振試験を実施した場合

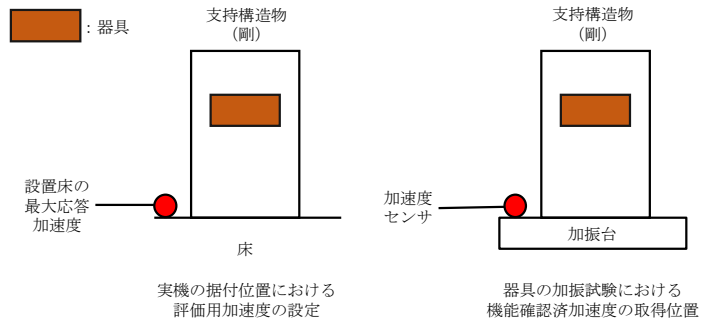


図 3-2 支持構造物が剛な設備かつ支持構造物含めた加振試験を実施した場合

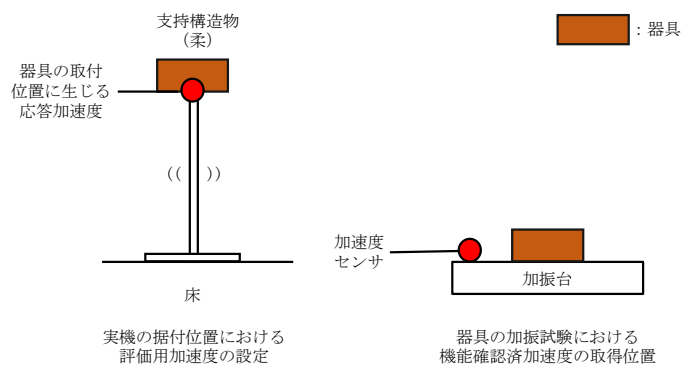


図 3-3 支持構造物が柔な設備かつ器具単体の加振試験を実施した場合