

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	PD-1-14 改6
提出年月日	平成29年8月8日

## 東海第二発電所

### 地震による損傷の防止

平成29年8月  
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

## 第4条：地震による損傷の防止

### 目 次

#### 第1部

##### 1. 基本方針

###### 1.1 要求事項の整理

下線部：今回提出範囲

###### 1.2 追加要求事項に対する適合性

###### (1) 位置，構造及び設備

###### (2) 安全設計方針

###### (3) 適合性説明

###### 1.3 気象等

###### 1.4 設備等

###### 1.5 手順等

#### 第2部

##### 1. 耐震設計の基本方針

###### 1.1 基本方針

###### 1.2 適用規格

##### 2. 耐震設計上の重要度分類

###### 2.1 重要度分類の基本方針

###### 2.2 耐震重要度分類

##### 3. 設計用地震力

###### 3.1 地震力の算定法

###### 3.2 設計用地震力

##### 4. 荷重の組合せと許容限界

###### 4.1 基本方針

##### 5. 地震応答解析の方針

###### 5.1 建物・構築物

###### 5.2 機器・配管系

###### 5.3 屋外重要土木構造物

###### 5.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備 又は津波監視設備が設置された建物・構築物

##### 6. 設計用減衰定数

##### 7. 耐震重要施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響

##### 8. 水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せに関する影響評価方針

##### 9. 構造計画と配置計画

(別 添)

- 別添－1 設計用地震力
- 別添－2 動的機能維持の評価
- 別添－3 弾性設計用地震動  $S_d$  ・静的地震力による評価
- 別添－4 上位クラス施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討について
- 別添－5 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方針
- 別添－6 屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方
- 別添－7 主要建屋の構造概要について

(別 紙)

- 別紙－1 既工認との手法の相違点の整理について（設置変更許可申請段階での整理）
- 別紙－2 原子炉建屋の地震応答解析モデルについて
- 別紙－3 原子炉建屋屋根トラス評価モデルへの弾塑性解析適用について
- 別紙－4 土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について
- 別紙－5 機器・配管系における手法の変更点について
- 別紙－6 下位クラス施設の波及的影響の検討について
- 別紙－7 水平 2 方向及び鉛直方向の適切な組合せに関する検討について
- 別紙－8 屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定について
- 別紙－9 地震により発生する応力を考慮した燃料被覆管の応力評価について
- 別紙－10 使用済燃料乾式貯蔵建屋の杭の健全性について

## 東海第二発電所

既工認との手法の相違点の整理について  
(設置変更許可申請段階での整理)  
(耐震)

## 1-1 既工認との手法の相違点の整理について(設置変更許可申請段階での整理)

### 1. はじめに

本資料は、設置変更許可審査段階におけるプラントの耐震成立性確認を目的として、今後提出する東海第二発電所の補正工認（以下「今回工認」という。）で採用する予定の評価手法のうち、当該発電所の既工認（以下「既工認」という。）の評価手法と相違があり、他社のプラントの既工認（以下「他プラント既工認」という。）で採用実績のないものを網羅的に整理する方針について示すものである。

### 2. 整理方針

#### (1) 整理対象

プラントの耐震成立性を確認するための重要な耐震Sクラス設備、耐震Sクラス設備に波及的影響を及ぼす恐れのある設備及び耐震Sクラス設備を支持する施設を対象とする。

#### (2) 整理方針

既工認の手法と今回工認の手法の差異を整理するとともに、他プラント既工認での採用実績の有無を整理する。これらから、既工認又は他プラント既工認での採用実績がないものを抽出する。

さらに、東海第二発電所は、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4601-1987 等の規格基準制定前に建設されたプラントであることを踏まえ、既工認の手法と今回工認の手法に相違が無くても、規格基準に沿った手法で耐震評価がされているかを確認する。なお抽出された設備において、他プラント既工認での適用実績がない場合は、適用例のない手法として整理する。

(3) 既工認の手法と今回工認の手法の相違点の整理フロー

既工認の手法と今回工認の手法の相違点の整理フローについて、第1図に示すとともに、整理フローの検討内容を下記に示す。

① 既工認と今回工認との比較のための整理

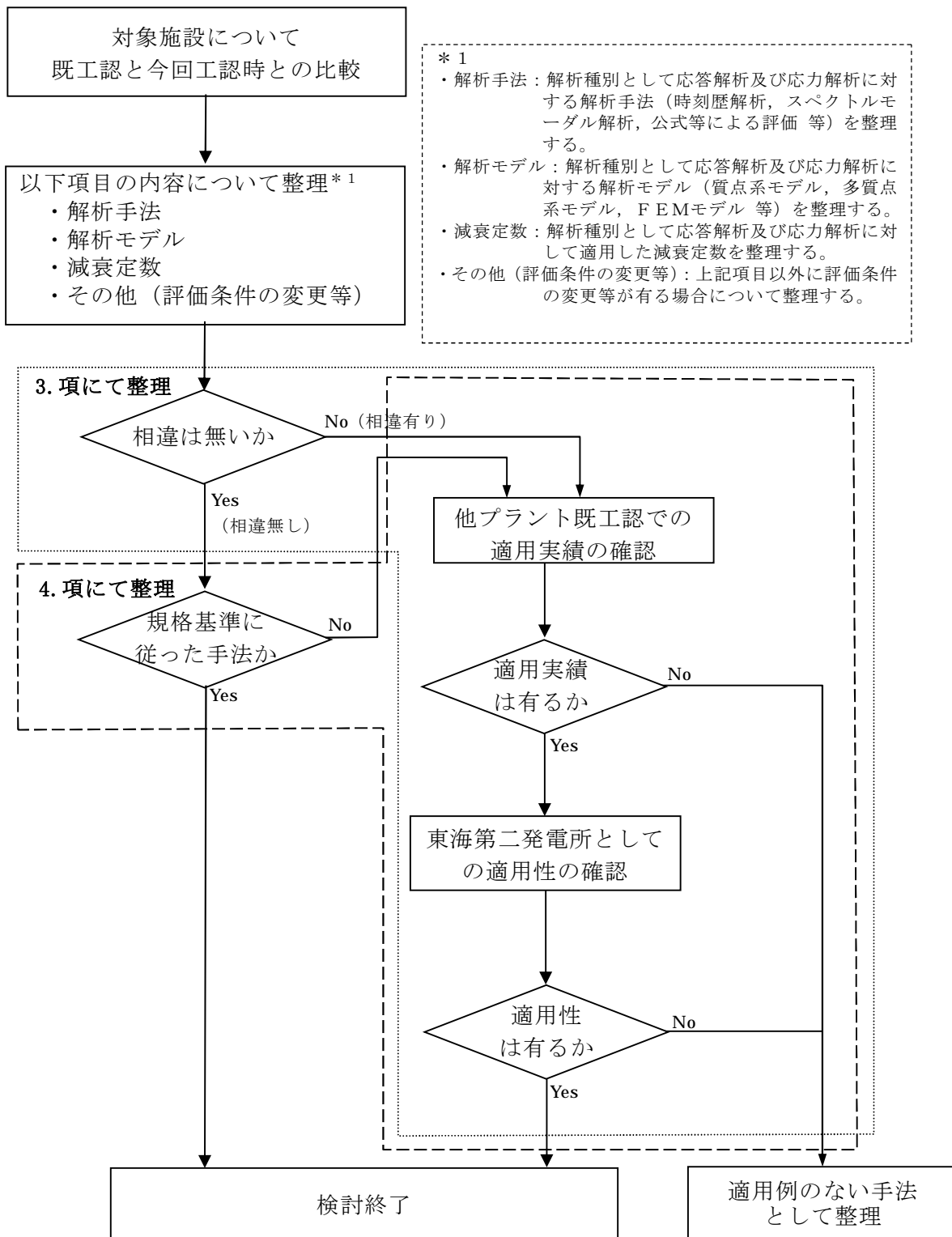
整理対象として抽出した設備について、既工認と今回工認時との比較を行うために、解析手法、解析モデル、減衰定数及びその他（評価条件の変更等）に対して、既工認の手法及び今回工認の手法について設備ごとに内容を整理する。

② 既工認と今回工認との整理結果から適用例の無い手法の抽出

整理内容について、既工認の手法と今回工認の手法とに相違が有れば、他プラントの既工認での適用実績の確認を行う。適用実績が無い場合は、適用例の無い手法として整理する。他プラントの既工認での適用実績がある場合においても東海第二発電所として適用性を確認し、適用性が無い場合には適用例の無い手法として整理する。

③ 規格基準に沿った手法であることの確認

既工認の手法と今回工認の手法とに相違が無いことが確認された場合においても、今回工認の手法が規格基準に沿った手法であることを確認する。規格基準に沿った手法でない場合においては、②の手順に従って適用例の無い手法として整理するかを判断する。



第1図 既工認の手法と今回工認の手法の相違点の整理フロー

### 3. 既工認の手法と今回工認の手法の相違点の整理結果

第1図の相違点の整理フローに基づき、既工認の手法と今回工認の手法の比較を行うために、解析手法、解析モデル、減衰定数及びその他（評価条件の変更等）の相違点について、設備ごとに整理した。整理した結果として建物・構築物を別表1に、屋外重要土木構造物を別表2に、機器・配管系を別表3に示す。

既工認の手法と今回工認の手法に相違が有ったものについては、建物・構築物、屋外重要土木構造物、機器・配管系ごとにその適用性等を以下別紙にて示す。

#### 【建物・構築物】

別紙－2 原子炉建屋の地震応答解析モデルについて

別紙－3 応力解析における弾塑性解析の適用

#### 【屋外重要土木構造物】

別紙－4 土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について

#### 【機器・配管系】

別紙－5 機器・配管系における手法の変更点について

上記の結果、建物・構築物及び屋外重要土木構造物については、既工認の手法と今回工認の手法との比較において全ての施設に対して相違有り（既工認と異なる手法）と整理された。

一方で機器・配管系の一部施設については、既工認の手法と今回工認の手法との比較において相違無し（既工認と同じ手法）と整理されたため、当該施設に対して4.項にて規格基準に沿った手法かの確認を行う。

### 4. 今回工認の手法が既工認と同じ手法を用いる施設に対する規格基準に沿った手法かの確認



機器・配管系において、今回工認の手法が既工認と同じ手法を用いると整理された施設に対して、規格基準に沿った手法であることの確認を第 4-1 表に記載するとともに、以下のとおり整理した。

(1) 原子炉圧力容器スタビライザ

評価に用いる手法は、大型機器系連成解析モデルを用いた地震応答解析結果から得られる原子炉圧力容器スタビライザの各部材に発生する荷重に対して、荷重が受け持つ部材の断面積から応力を算出する一般的な材料力学の計算式であり、許認可実績を有する手法である。

(2) 建設工認以降に設置又は取り替えた設備

建設以降に設置又は取り替えた設備として、使用済燃料貯蔵ラック、使用済燃料乾式貯蔵容器及び放射線モニタについては、設置又は取替時の工事計画認可申請において、JEAG4601-1987 等に基づく耐震計算を実施しており、今回工認でも同様の評価を実施する計画である。

(3) ポンプ、タンク類の一般機器

ポンプ、タンク類の一般機器については、既工認では JEAG4601-1987 等に則っていない計算式にて応力算出を実施していたが、今回工認においては、各構造タイプに応じて JEAG4601-1987 等に基づく規格基準に従った手法で評価を実施する。

以上のとおり、機器・配管系における評価対象設備において規格基準に沿った手法の適用等の採用により、適用例のない手法と整理されるものが無いことが確認できた。

5. まとめ

設置変更許可審査段階における既工認との手法の相違点の検討として、東海第二発電所の今回工認で採用する予定の評価手法において、他プラント既工認で採用実績を有する手法を採用すること、また現行の規格基準に沿った手法を採用することを確認した。

第4-1表 機器・配管系における今回工認に用いる手法の適用性の整理

4. 項 の項目	規格基準に沿った手法 であるのか等の確認	対象設備
(1)	荷重が受け持つ部材の断面積から応力を算出する一般的な材料力学の計算式であり，許認可実績を有する手法で評価を実施する。	原子炉圧力容器スタビライザ
(2)	既工認の手法が，設置又は取替により JEAG4601-1987 等に従った手法で実施しているため，今回工認においても同様の手法で評価を実施する。	使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料乾式貯蔵容器 放射線モニタ
(3)	既工認は，独自の規格計算式により評価を実施しているが，今回工認においては JEAG4601-1987 のその他機器（ポンプ，ブローア類）の評価法に基づき評価を実施する。	原子炉隔離時冷却系ポンプ 原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービン 残留熱除去系海水ストレーナ 非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ ほう酸水注入系ポンプ 放射線モニタ 中央制御室換気系送風機 中央制御室非常用排風機 中央制御室換気系フィルタユニット 非常用ガス再循環系排風機非常用ガス再循環系フィルタトレイン 非常用ガス処理系排風機 非常用ガス処理系フィルタトレイン 再結合装置 ディーゼル機関 発電機 その他電源装置 (交流電源装置，蓄電池)
	既工認は，独自の規格計算式により評価を実施しているが，今回工認においては JEAG4601-1987 の平底たて置円筒形の評価法に基づき評価を実施する。	ほう酸水貯蔵タンク
	既工認は，独自の規格計算式により評価を実施しているが，今回工認においては JEAG4601-1987 の電気計装機器の構造健全性評価法に基づき評価を実施する。	電気盤 (ベンチ盤，直立盤，現場盤)

別表1 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表（建物・構築物）

(※1) 共通適用あり：規格・基準等に基づきプラントの仕様等により適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較										備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法 に相違			
	解析手法 (公式等による評価, スペクトルモーダル解析, 時刻歴解析他)			解析モデル			減衰定数			その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であることの 理由も記載)				
	○：同じ ●：異なる -：該当なし	相違内容		○：同じ ●：異なる -：該当なし	相違内容		○：同じ ●：異なる -：該当なし	相違内容		○：同じ ●：異なる -：該当なし							相違内容		
		工認	解析種別		内容	工認		解析種別	方向								内容	工認	解析種別
耐震壁	○	既工認	応答解析	時刻歴応答解析	●	既工認	応答解析	水平	【建物モデル】 水平：1軸多質点系モデル 鉛直：応答解析を実施せず 【相互作用】 SRモデル ○水平方向 基礎底面：Timoshenko, Barkan等の式に基づき底 面ばね（水平、回転）を評価	●	既工認	応答解析	水平	コンクリート：5% 基礎底面ばね：5%	●	建設工認 第1回 添付書類Ⅲ-1-4「原子 炉建屋の地震応答計算 書」	○ ○ ○ ○ ○ ○	同じ設備及び高浜 3、4号機を参照	-
		今回工認	応答解析	時刻歴応答解析		今回工認	応答解析	水平	【建物モデル】 水平：1軸多質点系モデル 鉛直：1軸多質点系モデル 【相互作用】 SRモデル ○水平方向 基礎底面：NOVAKの側面ばね（水平）を近似法により 評価 側面ばね：振動アドミタンス理論に基づき底面 ばね（水平、回転）を近似法により評価 ○鉛直方向 基礎底面：振動アドミタンス理論に基づき底面 ばね（鉛直）を近似法により評価		今回工認	応答解析	水平	コンクリート：5% 側面ばね：NOVAKばねに基 づくJEA4601-1991の近似 法で評価 基礎底面ばね：振動アド ミタンス理論に基 づく、JEA4601-1991の近似 法で評価					
	●	既工認	応力解析	静的応力解析	●	既工認	応力解析	水平	2次元フレームモデル	●	既工認	-	-	-	●	建設工認 第1回 添付書類Ⅲ-5「原子炉 建屋の強度計算書」	○ ○ ○ ○ ○	同じ設備及び川内 1、2号機を参照	-
		今回工認	応答解析 応力解析	弾塑性解析		今回工認	応答解析 応力解析	水平	3次元フレームモデル		今回工認	応答解析	水平	コンクリート：5% 鋼材：2%					
原子炉格納施設の基礎	○	既工認	応力解析	原子炉建屋の地震応答解析結果 を用いた静的応力解析	●	既工認	応力解析	水平	3次元FEMモデル（構造的にほぼ対称であることか ら半分のみをモデル化）	-	既工認	-	-	○	建設工認 第1回 添付書類Ⅲ-3-3-14 「原子炉格納容器底部 コンクリートマット強 度計算書」	○ ○ ○ ○ ○	同じ設備及び高浜 3、4号機を参照	-	
		今回工認	応力解析	原子炉建屋の地震応答解析結果 を用いた静的応力解析		今回工認	応力解析	水平	3次元FEMモデル（全体をモデル化）		今回工認	-	-						今回工認
使用済燃料プール	●	既工認	-	-	●	既工認	-	-	●	既工認	-	-	-	●	記載なし	○ ○ ○ ○ ○	高浜3、4号機を参照	-	
		今回工認	応力解析	原子炉建屋の地震応答解析結果 を用いた静的応力解析		今回工認	応力解析	水平		3次元FEMモデル	今回工認	-	-						今回工認
耐震壁	○	既工認	応答解析	時刻歴応答解析	●	既工認	応答解析	水平	【建物モデル】 水平：1軸多質点系モデル 鉛直：応答解析を実施せず 【相互作用】 SRモデル ○水平方向 基礎底面：3次元薄層要素法による杭と地盤のイ ンピーダンス（水平、回転）を近似法により評価	○	既工認	応答解析	水平	コンクリート：5% 基礎底面ばね：3次元薄層 要素法により杭と地盤の インピーダンスを求め、 JEA4601-1991の近似法で 評価	●	発管発第63号 添付書類Ⅳ-2-3「使用 済燃料乾式貯蔵建屋の 耐震性についての計算 書」	○ ○ ○ ○ ○	同じ設備及び高浜 3、4号機を参照	-
		今回工認	応答解析	時刻歴応答解析		今回工認	応答解析	水平	【建物モデル】 水平：1軸多質点系モデル（NS方向）、 2軸多質点系モデル（EW方向） 鉛直：1軸多質点系モデル 【相互作用】 SRモデル ○水平方向 基礎底面：3次元薄層要素法による杭と地盤のイ ンピーダンス（水平、回転）を近似法により評価 ○鉛直方向 基礎底面：3次元薄層要素法による杭と地盤のイ ンピーダンス（鉛直）を近似法により評価		今回工認	応答解析	水平	コンクリート：5% 基礎底面ばね：3次元薄層 要素法により杭と地盤の インピーダンスを求め、 JEA4601-1991の近似法で 評価					
	○	既工認	応力解析	静的応力解析	○	既工認	応力解析	水平	3次元FEMモデル	-	既工認	-	-	-	○	発管発第63号 添付書類Ⅳ-2-3「使用 済燃料乾式貯蔵建屋の 耐震性についての計算 書」	○ ○ ○ ○ ○	同じ設備を参照	-
		今回工認	応力解析	静的応力解析		今回工認	応力解析	水平	3次元FEMモデル		今回工認	-	-	今回工認					
基礎	○	既工認	応力解析	静的応力解析	○	既工認	応力解析	水平	3次元FEMモデル	-	既工認	-	-	○	発管発第63号 添付書類Ⅳ-2-3「使用 済燃料乾式貯蔵建屋の 耐震性についての計算 書」	○ ○ ○ ○ ○	同じ設備を参照	-	

別表2 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表（屋外重要土木構造物）

(※1) 共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較													備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法 に相違					
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)			解析モデル				減衰定数			その他 (評価条件の変更等)				備考 (※1) ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であることの 理由も記載)						
	○：同じ ●：異なる -：該当なし	相違内容		○：同じ ●：異なる -：該当なし	相違内容			○：同じ ●：異なる -：該当なし	相違内容			○：同じ ●：異なる -：該当なし	相違内容											
		工認	解析種別		内容	工認	解析種別		方向	内容	工認		解析種別							方向	内容	工認	内容	
耐震Sクラス施設の間接支持構造物	取水構造物	●	既工認	応答解析	時刻歴モーダル解析	●	既工認	応答解析	水平	質点系モデル	●	既工認	応答解析	水平	コンクリート：5%	●	既工認	許容応力度法	建設工認 第7回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備にかかわる耐震設 計の基本方針」 添付資料Ⅲ-3-1「残留 熱除去系海水系ポンプ の基礎に関する説明 書」	○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	(解析手法) 解析手法は、高浜3,4号機工認で共通 適用例がある。 (解析モデル) 解析モデルは、高浜3,4号機工認で共 通適用例がある。 (減衰定数) 線形での減衰定数は、高浜3,4号機 工認で共通適用例がある。 履歴モデルにより構造物の履歴減衰 を用いる場合の減衰定数については、 柏崎6,7号機で共通適用例(審査中) がある。	(高浜3,4号機) 海水ポンプ室等 (柏崎6,7号機) スクリーン室等	-	
	今回工認	応答解析	時刻歴解析	今回工認	応答解析	水平	地質データに基づくFEMモデ ル	鉛直	-	今回工認	応答解析	水平	コンクリート：5% あるいは 1%履歴減衰	鉛直	-	今回工認	非線形解析 限界状態設計法							
屋外二重管 <b>追而</b>			既工認	応答解析			既工認	応答解析	水平			既工認	応答解析	水平			既工認		建設工認 第8回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計基 本方針」 添付資料Ⅲ-2-4「屋外 海水配水配管外管の 耐震性についての計算 書」					
				応力解析				鉛直	既工認				応力解析	鉛直				既工認					応力解析	鉛直
			今回工認	応答解析			今回工認	応答解析	水平			今回工認	応答解析	水平			今回工認						今回工認	
				応力解析				鉛直	今回工認				応力解析	鉛直				今回工認						応力解析

別表3 (1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表 (機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較												備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	他プラントを含めた既工認での適用例			既工認と今回工認の手法 に相違		
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数					その他 (評価条件の変更等)		内容		参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であることの 理由も記載)
	相違内容				相違内容				相違内容					相違内容					
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容		工認	内容				
原子炉本体	シュラウド	既工認	応答解析	時刻歴解析	●	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	●	既工認	応答解析	水平	1.0%	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心 構造物の耐震性につ いての計算書」	(解析手法) ○：共通適用あり ×：個別適用あり ○：適用なし	○	-	
			鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-							
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	●	既工認	応力解析	水平	FEMモデル	●	既工認	応力解析	水平	-						
		鉛直	FEMモデル	●	既工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	●	既工認	応力解析	鉛直	-						
	今回工認	応答解析	時刻歴解析	○	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○	今回工認	応答解析	水平	1.0%						
		鉛直	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)			鉛直	1.0%												
		応力解析	公式等による評価	○	今回工認	応力解析	水平	-	○	今回工認	応力解析	水平	-						
		鉛直	-	○	今回工認	応力解析	鉛直	-	○	今回工認	応力解析	鉛直	-						
	シュラウドサポート	既工認	応答解析	時刻歴解析	●	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	●	既工認	応答解析	水平	1.0%	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類Ⅲ-2-4「シュ ラウドサポートの耐震 性についての計算書」	(解析モデル) ○：減衰定数 ○：応答解析 ○：その他 解析コード：○	○	-	
			鉛直	FEMモデル			●	既工認	応力解析			水平	-	●					既工認
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	○	既工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	○	既工認	応力解析	鉛直	-						
		鉛直	FEMモデル	○	既工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	○	既工認	応力解析	鉛直	-						
	今回工認	応答解析	時刻歴解析	○	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○	今回工認	応答解析	水平	1.0%						
		鉛直	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)			鉛直	1.0%												
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	○	今回工認	応力解析	水平	FEMモデル	○	今回工認	応力解析	水平	-						
		鉛直	-	○	今回工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	○	今回工認	応力解析	鉛直	-						
	上部格子板	既工認	応答解析	時刻歴解析	●	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	●	既工認	応答解析	水平	1.0%	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心 構造物の耐震性につ いての計算書」	(解析モデル) ○：減衰定数 ○：応答解析 ○：その他 解析コード：○	○	-	
			鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-							
		応力解析	公式等による評価	○	既工認	応力解析	水平	-	○	既工認	応力解析	水平	-						
		鉛直	-	○	既工認	応力解析	鉛直	-	○	既工認	応力解析	鉛直	-						
今回工認	応答解析	時刻歴解析	○	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○	今回工認	応答解析	水平	1.0%							
	鉛直	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)			鉛直	1.0%													
	応力解析	FEM解析及び公式等による評価	○	今回工認	応力解析	水平	FEMモデル	○	今回工認	応力解析	水平	-							
	鉛直	-	○	今回工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	○	今回工認	応力解析	鉛直	-							
炉心支持板	既工認	応答解析	時刻歴解析	○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○	既工認	応答解析	水平	1.0%	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心 構造物の耐震性につ いての計算書」	(解析モデル) ○：減衰定数 ○：応答解析 ○：その他 解析コード：○	○	-		
		鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-								
	応力解析	公式等による評価	○	既工認	応力解析	水平	-	○	既工認	応力解析	水平	-							
	鉛直	-	○	既工認	応力解析	鉛直	-	○	既工認	応力解析	鉛直	-							
今回工認	応答解析	時刻歴解析	○	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○	今回工認	応答解析	水平	1.0%							
	鉛直	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)			鉛直	1.0%													
	応力解析	公式等による評価	○	今回工認	応力解析	水平	-	○	今回工認	応力解析	水平	-							
	鉛直	-	○	今回工認	応力解析	鉛直	-	○	今回工認	応力解析	鉛直	-							
燃料支持金具	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心 構造物の耐震性につ いての計算書」	(解析手法) ○：減衰定数 ○：応答解析 ○：その他 解析コード：○	○	-		
		鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-								
	応力解析	-	○	既工認	応力解析	水平	-	○	既工認	応力解析	水平	-							
	鉛直	-	○	既工認	応力解析	鉛直	-	○	既工認	応力解析	鉛直	-							
今回工認	応答解析	時刻歴解析	○	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○	今回工認	応答解析	水平	1.0%							
	鉛直	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)			鉛直	1.0%													
	応力解析	公式等による評価	○	今回工認	応力解析	水平	-	○	今回工認	応力解析	水平	-							
	鉛直	-	○	今回工認	応力解析	鉛直	-	○	今回工認	応力解析	鉛直	-							
制御棒案内管	既工認	応答解析	時刻歴解析	○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○	既工認	応答解析	水平	1.0%	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類Ⅲ-2-7「制御 棒案内管の耐震性につ いての計算書」	(解析モデル) ○：減衰定数 ○：応答解析 ○：その他 解析コード：○	○	-		
		鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-								
	応力解析	公式等による評価	○	既工認	応力解析	水平	-	○	既工認	応力解析	水平	-							
	鉛直	-	○	既工認	応力解析	鉛直	-	○	既工認	応力解析	鉛直	-							
今回工認	応答解析	時刻歴解析	○	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○	今回工認	応答解析	水平	1.0%							
	鉛直	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)			鉛直	1.0%													
	応力解析	公式等による評価	○	今回工認	応力解析	水平	-	○	今回工認	応力解析	水平	-							
	鉛直	-	○	今回工認	応力解析	鉛直	-	○	今回工認	応力解析	鉛直	-							

別表3(1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり: 規格・基準等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり: プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較														他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違		
	解析手法 (公式等による評価, スペクトルモーダル解析, 時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)				備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	内容		参照した設備名称	減衰定数の実績 ○: 構造上の差異なし ×: 構造上の差異あり (適用可能であること の理由も記載)
	相違内容				相違内容				相違内容				相違内容								
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	内容							
原子炉本体	円筒胴	既工認	応答解析	時刻歴解析	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	1.0%	●	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-2「炉心回り円筒胴の強度計算書」	(解析モデル) ○: 共通適用あり ×: 個別適用あり ○: 適用例なし	○	-	
			鉛直	-				鉛直	-			鉛直	-								
		今回工認	応答解析	FEM解析及び公式等による評価	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	今回工認	水平	FEMモデル	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	今回工認	水平	-	○	今回工認	解析コード: ASHSD2					
		鉛直	FEMモデル	鉛直				-	鉛直			-									
	下鏡	既工認	応答解析	時刻歴解析	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	1.0%	●	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-4「下鏡板および支持スカートの強度計算書」	(解析モデル) ○: 共通適用あり ×: 個別適用あり ○: 適用例なし	○	-	
			鉛直	-				鉛直	-			鉛直	-								
		今回工認	応答解析	FEM解析及び公式等による評価	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	今回工認	水平	FEMモデル	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	今回工認	水平	-	○	今回工認	解析コード: ASHSD2					
		鉛直	FEMモデル	鉛直				-	鉛直			-									
	制御棟駆動機構ハウジング貫通部	既工認	応答解析	時刻歴解析	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	1.0%	●	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-5「制御棟駆動機構および中性子計測ハウジング貫通部の強度計算書」	(解析モデル) ○: 共通適用あり ×: 個別適用あり ○: 適用例なし	○	-	
			鉛直	-				鉛直	-			鉛直	-								
		今回工認	応答解析	FEM解析及び公式等による評価	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	今回工認	水平	FEMモデル	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	今回工認	水平	-	○	今回工認	解析コード: ASHSD2					
		鉛直	FEMモデル	鉛直				-	鉛直			-									
	中性子計測ハウジング貫通部	既工認	応答解析	時刻歴解析	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	1.0%	-	既工認	-	発管業発144号 添付書類2-2-2「中性子計測ハウジング貫通部の応力計算書」	(解析モデル) ○: 共通適用あり ×: 個別適用あり ○: 適用例なし	○	-	
			鉛直	-				鉛直	-			鉛直	-								
		今回工認	応答解析	FEM解析及び公式等による評価	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	今回工認	水平	FEMモデル	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	今回工認	水平	-	○	今回工認	-					
		鉛直	FEMモデル	鉛直				-	鉛直			-									
	再循環水出口ノズル(N1)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 (配管反力)	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	3次元はりモデル	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	0.5%	●	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-6「再循環水出口ノズルの強度計算書」	(減衰定数) ○: 共通適用あり ×: 個別適用あり ○: 適用例なし	○	-	
			鉛直	3次元はりモデル				鉛直	-			鉛直	-								
		今回工認	応答解析	FEM解析及び公式等による評価	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	今回工認	水平	FEMモデル	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	今回工認	水平	-	○	今回工認	解析コード: ASHSD2					
		鉛直	FEMモデル	鉛直				-	鉛直			-									
再循環水入口ノズル(N2)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 (配管反力)	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	3次元はりモデル	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	0.5%	●	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-7「再循環水入口ノズルの強度計算書」	(減衰定数) ○: 共通適用あり ×: 個別適用あり ○: 適用例なし	○	-		
		鉛直	3次元はりモデル				鉛直	-			鉛直	-									
	今回工認	応答解析	FEM解析及び公式等による評価	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	今回工認	水平	FEMモデル	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	今回工認	水平	-	○	今回工認	解析コード: ASHSD2						
	鉛直	FEMモデル	鉛直				-	鉛直			-										

別表3(1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり: 規格・基準等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり: プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較												備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違		
	解析手法 (公式等による評価, スペクトルモーダル解析, 時刻歴解析他)			解析モデル			減衰定数			その他 (評価条件の変更等)				内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○: 構造上の差異なし ×: 構造上の差異あり (適用可能であることの理由も記載)				
	相違内容	既工認	解析種別	内容	相違内容	既工認	解析種別	方向	内容	相違内容	既工認	内容					相違内容		内容	
																				○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし
原子炉本体	蒸気出口ノズル (N3)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-8「蒸気出口ノズルの強度計算書」	(減衰定数) 応答解析: ○ (その他) 解析コード: ○	○	-		
			鉛直	3次元はりモデル		鉛直	-													
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	水平	FEMモデル		水平	-	鉛直							-	
		今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	3.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2					水平	3.0%
			鉛直	3次元はりモデル		鉛直	3.0%													
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	水平	FEMモデル		水平	-	鉛直								
	給水ノズル (N4)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-9「給水ノズルの強度計算書」	(減衰定数) 応答解析: ○ (その他) 解析コード: ○	○	-		
			鉛直	3次元はりモデル		鉛直	-													
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	水平	FEMモデル		水平	-	鉛直							-	
		今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2					水平	2.0%
			鉛直	3次元はりモデル		鉛直	2.0%													
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	水平	FEMモデル		水平	-	鉛直								
	低圧炉心スプレインノズル (N5A)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-10「炉心スプレインノズル(N5)の強度計算書」	(減衰定数) 応答解析: ○ (その他) 解析コード: ○	○	-		
			鉛直	3次元はりモデル		鉛直	-													
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	水平	FEMモデル		水平	-	鉛直							-	
		今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2					水平	2.0%
			鉛直	3次元はりモデル		鉛直	2.0%													
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	水平	FEMモデル		水平	-	鉛直								
	高圧炉心スプレインノズル (N5B)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-10「炉心スプレインノズル(N5)の強度計算書」	(減衰定数) 応答解析: ○ (その他) 解析コード: ○	○	-		
			鉛直	3次元はりモデル		鉛直	-													
応力解析			FEM解析及び公式等による評価	応力解析		水平	FEMモデル	水平		-	鉛直	-								
今回工認		応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2	水平					2.0%	
		鉛直	3次元はりモデル		鉛直	2.0%														
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	水平	FEMモデル		水平	-	鉛直									-
低圧注水ノズル (N17)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-13「低圧注水ノズルの強度計算書」	(減衰定数) 応答解析: ○ (その他) 解析コード: ○	○	-			
		鉛直	3次元はりモデル		鉛直	-														
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	水平	FEMモデル		水平	-	鉛直							-		
	今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2					水平	2.0%	
		鉛直	3次元はりモデル		鉛直	2.0%														
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	水平	FEMモデル		水平	-	鉛直									-
上鏡スプレインノズル (N6)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-14「上鏡スプレインノズル(N6)の強度計算書」	(減衰定数) 応答解析: ○ (その他) 解析コード: ○	○	-			
		鉛直	3次元はりモデル		鉛直	-														
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	水平	FEMモデル		水平	-	鉛直							-		
	今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	3.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2					水平	3.0%	
		鉛直	3次元はりモデル		鉛直	3.0%														
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	水平	FEMモデル		水平	-	鉛直									-

別表3(1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり: 規格・基準等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり: プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較														他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
	解析手法 (公式等による評価, スペクトルモーダル解析, 時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○: 構造上の差異なし ×: 構造上の差異あり (適用可能であることの理由も記載)	
	相違内容				相違内容				相違内容				相違内容						
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	内容					
原子炉本体	ベントノズル(N7)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-16「ベントノズル(N7)の強度計算書」	○	-		
			鉛直	3次元はりモデル		鉛直	-												
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	応力解析	水平	FEMモデル	応力解析	水平	-	応力解析	鉛直	-							
		鉛直	FEMモデル	鉛直	FEMモデル	鉛直	-												
	今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2	-					
		鉛直	3次元はりモデル		鉛直	2.0%													
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	応力解析	水平	FEMモデル	応力解析	水平	-	応力解析	鉛直	-							
		鉛直	FEMモデル	鉛直	FEMモデル	鉛直	-												
	ジェットポンプ計測管貫通部ノズル(N8)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-17「ジェットポンプ計測ノズル(N8)の強度計算書」	○	-		
			鉛直	3次元はりモデル		鉛直	-												
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	応力解析	水平	FEMモデル	応力解析	水平	-	応力解析	鉛直	-							
		鉛直	FEMモデル	鉛直	FEMモデル	鉛直	-												
	今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2	-					
		鉛直	3次元はりモデル		鉛直	2.0%													
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	応力解析	水平	FEMモデル	応力解析	水平	-	応力解析	鉛直	-							
		鉛直	FEMモデル	鉛直	FEMモデル	鉛直	-												
	液体ボイズン及び炉心差圧計測ノズル(N10)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-12「液体ボイズンおよび炉心差圧計測ノズルの強度計算書」	○	-		
			鉛直	3次元はりモデル		鉛直	-												
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	応力解析	水平	FEMモデル	応力解析	水平	-	応力解析	鉛直	-							
		鉛直	FEMモデル	鉛直	FEMモデル	鉛直	-												
今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2	-						
	鉛直	3次元はりモデル		鉛直	2.0%														
	応力解析	FEM解析及び公式等による評価	応力解析	水平	FEMモデル	応力解析	水平	-	応力解析	鉛直	-								
	鉛直	FEMモデル	鉛直	FEMモデル	鉛直	-													
円筒計測ノズル(N11, N12, N16)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-18「円筒計測ノズルの強度計算書」	○	-			
		鉛直	3次元はりモデル		鉛直	-													
	応力解析	FEM解析及び公式等による評価	応力解析	水平	FEMモデル	応力解析	水平	-	応力解析	鉛直	-								
	鉛直	FEMモデル	鉛直	FEMモデル	鉛直	-													
今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2	-						
	鉛直	3次元はりモデル		鉛直	2.0%														
	応力解析	FEM解析及び公式等による評価	応力解析	水平	FEMモデル	応力解析	水平	-	応力解析	鉛直	-								
	鉛直	FEMモデル	鉛直	FEMモデル	鉛直	-													
ドレンノズル(N15)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-19「ドレンノズルの強度計算書」	○	-			
		鉛直	3次元はりモデル		鉛直	-													
	応力解析	FEM解析及び公式等による評価	応力解析	水平	FEMモデル	応力解析	水平	-	応力解析	鉛直	-								
	鉛直	FEMモデル	鉛直	FEMモデル	鉛直	-													
今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析(配管反力)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2	-						
	鉛直	3次元はりモデル		鉛直	2.0%														
	応力解析	FEM解析及び公式等による評価	応力解析	水平	FEMモデル	応力解析	水平	-	応力解析	鉛直	-								
	鉛直	FEMモデル	鉛直	FEMモデル	鉛直	-													
ブラケット類	既工認	応答解析	時刻歴解析	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	既工認	応答解析	水平	1.0%	既工認	-	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-2-20「スタビライザブラケットの強度計算書」	○	-			
		鉛直	-		鉛直	-													
	応力解析	公式等による評価	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	応力解析	鉛直	-								
	鉛直	-	鉛直	-															
今回工認	応答解析	時刻歴解析	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	今回工認	応答解析	水平	1.0%	今回工認	-	-						
	鉛直	-		鉛直	1.0%														
	応力解析	公式等による評価	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	応力解析	鉛直	-								
	鉛直	-	鉛直	-															



別表3(1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり: 規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり: プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較														他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違			
	解析手法 (公式等による評価, スペクトルモーダル解析, 時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)				備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	内容		参照した設備名称	減衰定数の実績 ○: 構造上の差異なし ×: 構造上の差異あり (適用可能であることの理由も記載)	
	相違内容				相違内容				相違内容				相違内容									
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	内容								
原子炉圧力容器支持構造物	支持スカート	既工認	応答解析	時刻歴解析	●	既工認	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	●	既工認	水平	1.0%	●	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-4「下鏡板と支持スカートの強度計算書」	○	-				
			鉛直	-			鉛直	-			鉛直	-										
		今回工認	応答解析	FEM解析及び公式等による評価	○	今回工認	水平	FEMモデル	○	今回工認	水平	-	-	今回工認	解析コード: ASHSD2				○	-		
			鉛直	FEMモデル			鉛直	-			鉛直	-										
		原子炉圧力容器基礎ボルト	既工認	応答解析	時刻歴解析	●	既工認	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	●	既工認	水平	1.0%	-	既工認				-	建設工認 第7回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-2「原子炉圧力容器基礎ボルトの耐震性についての計算書」	○	-
				鉛直	-			鉛直	-			鉛直	-									
	今回工認		応答解析	公式等による評価	○	今回工認	水平	-	○	今回工認	水平	-	-	今回工認	-	○	-					
			鉛直	-			鉛直	-			鉛直	-										
	原子炉圧力容器スタビライザ		既工認	応答解析	時刻歴解析	○	既工認	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	既工認	水平	1.0%	-	既工認	-	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-2「スタビライザの強度計算書」	-	○			
				鉛直	-			鉛直	-			鉛直	-									
		今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	水平	-	○	今回工認	水平	-	-	今回工認	-	○				-		
			鉛直	-			鉛直	-			鉛直	-										
原子炉本体	格納容器スタビライザ	既工認	応答解析	時刻歴解析	○	既工認	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	既工認	水平	1.0%	-	既工認	-	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-2「スタビライザの強度計算書」	-	○				
			鉛直	-			鉛直	-			鉛直	-										
		今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	水平	-	○	今回工認	水平	-	-	今回工認	-				○	-		
			鉛直	-			鉛直	-			鉛直	-										
		制御棒駆動機構ハウジング支持金具	既工認	応答解析	時刻歴解析	●	既工認	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	●	既工認	水平	1.0%	-	既工認				-	建設工認 第20回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-3「制御棒駆動機構ハウジング支持金具の強度計算書」	○	-
				鉛直	-			鉛直	-			鉛直	-									
	今回工認		応答解析	公式等による評価	○	今回工認	水平	-	○	今回工認	水平	-	-	今回工認	-	○	-					
			鉛直	-			鉛直	-			鉛直	-										
	差圧検出・ほう酸水注入配管	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	○	既工認	水平	多質点系モデル	●	既工認	水平	不明	●	既工認	解析コード: EBASCO社 構造解析コード	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-5「炉内配管およびスパーージャの耐震性についての計算書」	○	-				
			鉛直	-			鉛直	-			鉛直	-										
		今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	水平	-	○	今回工認	水平	-	-	今回工認	解析コード: NSTRAN				○	-		
			鉛直	-			鉛直	-			鉛直	-										

別表3(1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較												他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違							
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	内容		参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であること の理由も記載)					
	相違内容				相違内容				相違内容				相違内容											
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	内容										
原子炉本体	蒸気乾機	既工認	応答解析	時刻歴解析	●	既工認	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	●	既工認	水平	1.0%	-	既工認			-			建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心構造物の耐震性についての計算書」	(解析モデル) 応答解析：○ (減衰定数) 応答解析：○	○	-	
			応力解析	公式等による評価			水平	-			水平	-			鉛直	-								
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	○	今回工認	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	今回工認	水平	1.0%	-	今回工認	-									
			応力解析	公式等による評価			鉛直	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			鉛直	1.0%				水平	-	鉛直	-					
		気水分離器及びスタンドパイプ	既工認	応答解析	時刻歴解析	●	既工認	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	●	既工認	水平	1.0%	-	既工認	-	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心構造物の耐震性についての計算書」	(解析モデル) 応答解析：○ (減衰定数) 応答解析：○	○					-
				応力解析	公式等による評価			水平	-			水平	-											
	今回工認		応答解析	時刻歴解析	○	今回工認	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	今回工認	水平	1.0%	-	今回工認	-									
			応力解析	公式等による評価			鉛直	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			鉛直	1.0%				水平				-	鉛直	-		
	シュラウドヘッド		既工認	応答解析	時刻歴解析	●	既工認	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	●	既工認	水平	1.0%	-	既工認	-				建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心構造物の耐震性についての計算書」	(解析手法) 応力解析 (解析モデル) 応答解析：○ (減衰定数) 応答解析：○	○	-	
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			水平	2次元軸対象モデル			水平	-											
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	○	今回工認	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	今回工認	水平	1.0%	-	今回工認	-									
			応力解析	公式等による評価			鉛直	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			鉛直	1.0%				水平	-	鉛直	-					
ジェットポンプ		既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	●	既工認	水平	多質点モデル	●	既工認	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-6「ジェットポンプの耐震性についての計算書」	(解析手法) 応答解析：○ (解析モデル) 応答解析：○	○	-					
			応力解析	公式等による評価			鉛直	-			鉛直	-												鉛直
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○	今回工認	水平	多質点モデル	○	今回工認	水平	-	-	今回工認	-										
		応力解析	公式等による評価			鉛直	多質点モデル			鉛直	-				水平					-	鉛直	-		
	給水スパーージャ	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○	既工認	水平	多質点モデル	○	既工認	水平	-	●	既工認	解析コード：EBASCO社 構造解析コード					建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-5「炉内配管およびスパーージャの耐震性についての計算書」	(その他) 解析コード：○	○	-	
			応力解析	公式等による評価			鉛直	多質点モデル			鉛直	-												鉛直
今回工認		応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○	今回工認	水平	多質点モデル	○	今回工認	水平	-	-	今回工認	解析コード：NSTRAN										
		応力解析	公式等による評価			鉛直	多質点モデル			鉛直	-				水平	-	鉛直	-						
炉心スプレイスパーージャ		既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	●	既工認	水平	-	●	既工認	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-5「炉内配管およびスパーージャの耐震性についての計算書」	(解析モデル) 応答解析：○	○	-					
			応力解析	公式等による評価			鉛直	-			鉛直	-												鉛直
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○	今回工認	水平	多質点モデル	○	今回工認	水平	-	-	今回工認	-										
		応力解析	公式等による評価			鉛直	多質点モデル			鉛直	-				水平					-	鉛直	-		

別表3 (1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表 (機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較													備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違						
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)					解析モデル					減衰定数				その他 (評価条件の変更等)		内容	参照した設備名称		減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であることの理由も記載)					
	相違内容					相違内容					相違内容				相違内容										
	工認	解析種別	内容	○：同じ ●：異なる -：該当なし		工認	解析種別	方向	内容	○：同じ ●：異なる -：該当なし		工認	解析種別		方向	内容					○：同じ ●：異なる -：該当なし				
原子炉本体	残留熱除去系配管 (原子炉圧力容器内)	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	(解析手法) 応答解析：○ 応力解析：○ (解析モデル) 応答解析：○ 応力解析：○	○	-					
			応力解析	-			既工認	応力解析	水平			-	既工認	-											
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	-				今回工認	-	今回工認	-	
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	多質点モデル		今回工認	応力解析	鉛直	-		今回工認	-				今回工認	-	今回工認	-	
	炉心スプレー系配管 (原子炉圧力容器内)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	不明	●	既工認	解析コード：EBASCO社 構造解析コード	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-5「炉内配管およびスパーージャの耐震性についての計算書」	(減衰定数) 応答解析：○ (解析モデル) 応答解析：○ (その他) 解析コード：○	○	-				
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直			多質点モデル	既工認	応力解析			鉛直					-			
		今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	解析コード：NSTRAN					今回工認	-	今回工認	-
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	多質点モデル		今回工認	応力解析	鉛直	1.0%		今回工認	-					今回工認	-	今回工認	-
	差圧検出・ほう酸水注入系配管 (原子炉圧力容器内)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	不明	●	既工認	解析コード：EBASCO社 構造解析コード	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-5「炉内配管およびスパーージャの耐震性についての計算書」	(解析モデル) 応答解析：○ (減衰定数) 応答解析：○ (その他) 解析コード：○	○	-				
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直			多質点系モデル	既工認	応力解析			鉛直					-			
		今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	解析コード：NSTRAN					今回工認	-	今回工認	-
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	多質点系モデル		今回工認	応力解析	鉛直	1.0%		今回工認	-					今回工認	-	今回工認	-
中性子計測案内管	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	1.0%	-	既工認	-	発管発144号 添付書類Ⅳ-1-2「中性子計測案内管の耐震性についての計算書」	(解析モデル) 応答解析：○ (減衰定数) 応答解析：○	○	-					
		応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直			多質点モデル	既工認	応力解析			鉛直					-				
	今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	-					今回工認	-	今回工認	-	
		応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	多質点モデル		今回工認	応力解析	鉛直	1.0%		今回工認	-					今回工認	-	今回工認	-	
円筒部	既工認	応答解析	時刻歴解析	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	(応答解析) -	既工認	応答解析	水平	5.0%	-	既工認	-	建設工認 第3回 添付書類Ⅲ-3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-4「原子炉本体の基礎に関する説明書」	(解析モデル) 応答解析：○ (減衰定数) 応答解析：○	○	-					
		応力解析	FEM解析			既工認	応力解析	鉛直			シェルモデル	既工認	応力解析			鉛直					-				
	今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)		今回工認	応答解析	水平	5.0%		今回工認	-					今回工認	-	今回工認	-	
		応力解析	FEM解析		今回工認	応力解析	鉛直	シェルモデル		今回工認	応力解析	鉛直	-		今回工認	-					今回工認	-	今回工認	-	
アンカ部	既工認	応答解析	時刻歴解析	(応答解析) ○ (応力解析) ●	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	5.0%	-	既工認	-	建設工認 第3回 添付書類Ⅲ-3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-4「原子炉本体の基礎に関する説明書」	(解析手法) 応答解析：○ (解析モデル) 応答解析：○ (減衰定数) 応答解析：○	○	-					
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直			シェルモデル	既工認	応力解析			鉛直					-				
	今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)		今回工認	応答解析	水平	5.0%		今回工認	-					今回工認	-	今回工認	-	
		応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)		今回工認	応力解析	鉛直	-		今回工認	-					今回工認	-	今回工認	-	

別表3 (1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表 (機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較												備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	(※1) ○：共通適用あり □：個別適用あり ×：適用例なし	他プラントを含めた既工認での適用例			既工認と今回工認の手法に相違						
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数						その他 (評価条件の変更等)		内容		参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であることの理由も記載)				
	相違内容				相違内容				相違内容						相違内容									
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容			工認	内容								
使用済燃料貯蔵ラック	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	シェルモデル	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	1.0%	-	既工認	-	発管業発274号 添付書類2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類2-2-1「使用済燃料貯蔵設備の耐震性についての計算書」	-	-	○			
			鉛直	シェルモデル			鉛直	-																
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			鉛直	-											
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	シェルモデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		-	今回工認					-		
			鉛直	シェルモデル			鉛直	-																
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			鉛直	-											
	使用済燃料乾式貯蔵容器	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	発管業発435号 添付書類IV-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類IV-2-2「使用済燃料乾式貯蔵容器の耐震計算書」	-	-	○		
				鉛直	シェルモデル			鉛直	-															
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			鉛直	-										
			今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		-	今回工認					-	
				鉛直	シェルモデル			鉛直	-															
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			鉛直	-										
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	燃料取扱機	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	発管業発第18号 1-1「燃料取扱装置燃料取扱機の耐震性についての計算書」	(解析手法) ○ (解析モデル) ○ (減衰定数) ○ 応答解析：○	-	-	-		
			鉛直	-			鉛直	-																
			応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			鉛直	-											
		今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		-	今回工認						-	
			鉛直	はりモデル			鉛直	2.0%																
			応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			鉛直	-											
	原子炉建屋クレーン	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	発管業発第312号 1-1「届出設備に係る耐震設計の基本方針」 1-2-1「原子炉建屋クレーンの耐震性についての計算書」	(解析手法) ○ (解析モデル) ○ (減衰定数) ○ 応答解析：○	-	-	-	
				鉛直	-			鉛直	-															
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			鉛直	-										
			今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		-	今回工認						-
				鉛直	多質点モデル			鉛直	2.0%															
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			鉛直	-										
使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	発管業発第63号 添付書類IV-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類IV-2-4「天井クレーンの耐震性についての計算書」	(解析手法) ○ (解析モデル) ○ (減衰定数) ○ 応答解析：○	-	-	-		
			鉛直	-			鉛直	-																
			応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			鉛直	-											
		今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		-	今回工認						-	
			鉛直	多質点モデル			鉛直	2.0%																
			応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			鉛直	-											
原子炉冷却系施設	主蒸気系	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	(解析手法) ○ 応答解析：○ 応力解析：○	-	-	-		
				鉛直	-			鉛直	-															
				応力解析	-			応力解析	水平	-			鉛直	-										
			今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		-	今回工認					-	
				鉛直	-			鉛直	-															
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			鉛直	-										

別表3(1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり: 規格・基準等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり: プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較												他プラントを含めた既工認での適用例								
	解析手法 (公式等による評価, スペクトルモデル解析, 時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○: 構造上の差異なし ×: 構造上の差異あり (適用可能であることの 理由も記載)	既工認と今回工認の手法 に相違		
	相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容										
	工認	解析種別	内容	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	内容							
主蒸気系 主蒸気速がし安全弁自動 減圧機能用アキュムレータ	既工認	応答解析	—	(応答解析) — (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	(応答解析) — (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	—	既工認	—	—	—	—		
		応力解析	—			応力解析	鉛直	—			応力解析	鉛直	—								
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) — (応力解析) —	今回工認	応答解析	水平	—	(応答解析) — (応力解析) —	今回工認	応答解析	水平	—	—	今回工認	—	—	—	—	—	
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	—			応力解析	鉛直	—								
残留熱除去系熱交換器	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	—	(応答解析) ● (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	—	既工認	—	—	—	—	—	
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	—			応力解析	鉛直	—								
	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(応答解析) ● (応力解析) —	今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	(応答解析) ● (応力解析) —	今回工認	応答解析	水平	1.0%	—	今回工認	—	—	—	—	—	—
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	多質点モデル			応力解析	鉛直	1.0%								
残留熱除去系ポンプ	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	(応答解析) ● (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	—	既工認	—	—	—	—	—	
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	—			応力解析	鉛直	—								
	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(応答解析) ● (応力解析) —	今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	(応答解析) ● (応力解析) —	今回工認	応答解析	水平	1.0%	—	今回工認	—	—	—	—	—	—
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	多質点モデル			応力解析	鉛直	1.0%								
残留熱除去系ストレーナ	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	—	(応答解析) ● (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	—	既工認	—	—	—	—	—	
		応力解析	FEM解析			応力解析	鉛直	—			応力解析	鉛直	—								
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○ (応力解析) ○	今回工認	応答解析	水平	ビームモデル	(応答解析) ● (応力解析) —	今回工認	応答解析	水平	1.0%	—	今回工認	—	—	—	—	—	—
		応力解析	FEM解析			応力解析	鉛直	ビームモデル			応力解析	鉛直	1.0%								
高圧炉心スプレイスポンプ	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	(応答解析) ● (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	1.0%	—	既工認	—	—	—	—	—	
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	—			応力解析	鉛直	—								
	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(応答解析) ● (応力解析) —	今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	(応答解析) ● (応力解析) —	今回工認	応答解析	水平	1.0%	—	今回工認	—	—	—	—	—	—
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	多質点モデル			応力解析	鉛直	—								
高圧炉心スプレイスストレーナ	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	—	(応答解析) ● (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	—	既工認	—	—	—	—	—	
		応力解析	FEM解析			応力解析	鉛直	—			応力解析	鉛直	—								
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○ (応力解析) ○	今回工認	応答解析	水平	ビームモデル	(応答解析) ● (応力解析) —	今回工認	応答解析	水平	1.0%	—	今回工認	—	—	—	—	—	—
		応力解析	FEM解析			応力解析	鉛直	ビームモデル			応力解析	鉛直	1.0%								

別表3 (1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較												他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違							
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	内容		参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であること の理由も記載)					
	相違内容				相違内容				相違内容				相違内容											
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	内容										
低圧炉心スプレイ系 低圧炉心スプレイポンプ	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平 多質点モデル	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平 -	-	既工認			-			建設工認 第9回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「低圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書」	(解析手法) ○：共通適用あり ×：個別適用あり ○：適用例なし	○	-	
			応力解析	公式等による評価			鉛直 -	鉛直 -			鉛直 -	鉛直 -												
			今回工認	応答解析			スペクトルモーダル解析	今回工認			応答解析	水平 多質点モデル			水平 1.0%	今回工認	応答解析	水平 -	今回工認					-
			応力解析	公式等による評価			鉛直 多質点モデル	鉛直 1.0%			鉛直 -	鉛直 -												
低圧炉心スプレイ系 低圧炉心スプレイシステム	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平 -	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平 -	-	既工認	-	発室発 623号 添付書類Ⅳ-1-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅳ-1-3-1「高圧炉心スプレイ系システムの耐震性についての計算書」	(解析モデル) ○：共通適用あり ×：個別適用あり ○：適用例なし	○	-					
			応力解析	FEM解析			鉛直 -	鉛直 -			鉛直 -	鉛直 -												
			今回工認	応答解析			各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認			応答解析	水平 ビームモデル			水平 1.0%					今回工認	応答解析	水平 -	今回工認	-
			応力解析	FEM解析			鉛直 ビームモデル	鉛直 1.0%			鉛直 -	鉛直 -												
原子炉隔離時冷却系 原子炉隔離時冷却系ポンプ	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平 -	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平 -	-	既工認	-	建設工認 第9回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-2「原子炉隔離時冷却系ポンプの耐震性についての計算書」	-	-	○					
			応力解析	公式等による評価			鉛直 -	鉛直 -			鉛直 -	鉛直 -												
			今回工認	応答解析			各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認			応答解析	水平 -			水平 -					今回工認	応答解析	水平 -	今回工認	-
			応力解析	公式等による評価			鉛直 -	鉛直 -			鉛直 -	鉛直 -												
原子炉隔離時冷却系 原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用蒸気タービン	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平 -	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平 -	-	既工認	-	建設工認 第9回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-2「原子炉隔離時冷却系ポンプの耐震性についての計算書」	-	-	○					
			応力解析	公式等による評価			鉛直 -	鉛直 -			鉛直 -	鉛直 -												
			今回工認	応答解析			各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認			応答解析	水平 -			水平 -					今回工認	応答解析	水平 -	今回工認	-
			応力解析	公式等による評価			鉛直 -	鉛直 -			鉛直 -	鉛直 -												
残留熱除去系海水系 残留熱除去系海水ポンプ	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平 多質点モデル	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平 1.0%	-	既工認	-	発室発149号 添付書類Ⅳ-1-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅳ-1-2-1「残留熱除去系海水系ポンプの耐震性についての計算書」	(解析モデル) ○：共通適用あり ×：個別適用あり ○：適用例なし	○	-					
			応力解析	公式等による評価			鉛直 -	鉛直 -			鉛直 -	鉛直 -												
			今回工認	応答解析			スペクトルモーダル解析	今回工認			応答解析	水平 多質点モデル			水平 1.0%					今回工認	応答解析	水平 -	今回工認	-
			応力解析	公式等による評価			鉛直 多質点モデル	鉛直 -			鉛直 -	鉛直 -												
残留熱除去系海水系 残留熱除去系海水システム	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平 -	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平 -	-	既工認	-	建設工認 第14回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-3「残留熱除去系海水系機器・配管の耐震性についての計算書」	-	-	○					
			応力解析	公式等による評価			鉛直 -	鉛直 -			鉛直 -	鉛直 -												
			今回工認	応答解析			各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認			応答解析	水平 -			水平 -					今回工認	応答解析	水平 -	今回工認	-
			応力解析	公式等による評価			鉛直 -	鉛直 -			鉛直 -	鉛直 -												

別表3 (1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較												他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違																									
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)			解析モデル				減衰定数		その他 (評価条件の変更等)			備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であること の理由も記載)																										
	相違内容	相違内容		相違内容	相違内容		相違内容	相違内容																																		
		工認	解析種別		工認	解析種別		工認	内容																																	
原子炉冷却系統施設	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	既工認	応答解析	水平	1.0%	発室発574号 添付書類IV-1-5「申請設備(ポンプ)に係る耐震設計の基本方針」 添付書類IV-1-7-1「非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの耐震性についての計算書」	-	-	-	-																									
			応力解析	公式等による評価		応答解析	鉛直	-		応答解析	鉛直	-																														
		今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	今回工認	応答解析	水平	1.0%						-	-	-	-	-	-																			
			応力解析	公式等による評価		応答解析	鉛直	-		応答解析	鉛直	-																														
		非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	既工認	応答解析	水平	-	既工認	応答解析	水平												-	建設工認 第16回 添付書類III-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類III-2-10「非常用予備発電装置内燃機冷却水設備機器・配管の耐震性についての計算書」	-	-	-	-	○												
				応力解析	公式等による評価		応答解析	鉛直	-		応答解析	鉛直												-																		
	今回工認		応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認	応答解析	水平	-	今回工認	応答解析	水平	-	-	-	-	-	-							-							-											
			応力解析	公式等による評価		応答解析	鉛直	-		応答解析	鉛直	-																														
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ		既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	既工認	応答解析	水平						1.0%	発室発574号 添付書類IV-1-5「申請設備(ポンプ)に係る耐震設計の基本方針」 添付書類IV-1-7-1「非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの耐震性についての計算書」	-	-	-	-									-	-									
				応力解析	公式等による評価		応答解析	鉛直	-		応答解析	鉛直						-																								
		今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	今回工認	応答解析	水平	1.0%						-							-	-	-	-	-	-				-								
			応力解析	公式等による評価		応答解析	鉛直	-		応答解析	鉛直	-																														
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ		既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	既工認	応答解析	水平	-	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第16回 添付書類III-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類III-2-10「非常用予備発電装置内燃機冷却水設備機器・配管の耐震性についての計算書」	-	-	-	-							-							-				○							
			応力解析	公式等による評価		応答解析	鉛直	-		応答解析	鉛直	-																														
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認	応答解析	水平	-	今回工認	応答解析	水平	-	-							-	-	-	-	-									-	-			-						
		応力解析	公式等による評価		応答解析	鉛直	-		応答解析	鉛直	-																															
	制御棒駆動装置	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	既工認	応答解析	水平							-							建設工認 第18回 添付書類III-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類III-2-3「制御棒駆動水圧系機器配管の耐震性についての計算書」	-	-	-	-	-				-			-	-				
			応力解析	公式等による評価		応答解析	鉛直	-		応答解析	鉛直							-																								
今回工認		応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	今回工認	応答解析	水平	-		-	-	-	-	-	-						-							-				-				-			
		応力解析	公式等による評価		応答解析	鉛直	-		応答解析	鉛直	-																															
ほう酸水注入系		既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	既工認	応答解析	水平	-	既工認	応答解析	水平	-							建設工認 第18回 添付書類III-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類III-2-4「ほう酸水注入系機器配管の耐震性についての計算書」	-	-	-	-									-	-			-				-	○	
			応力解析	公式等による評価		応答解析	鉛直	-		応答解析	鉛直	-																														
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認	応答解析	水平	-	今回工認	応答解析	水平	-	-													-	-	-	-	-	-				-			-	-				-
		応力解析	公式等による評価		応答解析	鉛直	-		応答解析	鉛直	-																															

別表3 (1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較												他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違												
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	内容		参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であることの理由も記載)										
	相違内容				相違内容				相違内容				相違内容																
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	内容															
計測制御系統施設	ほう酸水注入系	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第18回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「ほう酸水注入系機器配管の耐震性についての計算書」	-	-	-	○									
				応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析						水平	-							
			今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-						今回工認	応答解析	水平	-					
				応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析	水平	-						今回工認	応力解析	水平	-					
	起動領域計装ドライチェューブ	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	1.0%	●	既工認	解析コード：HISAC	発管業発第58号 1-1 届出設備に係る耐震設計の基本方針 1-2-1 起動領域計装ドライチェューブ耐震性についての計算書	(その他) 解析コード：○	○	-							
				応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析			水平					-						
			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	応答解析					水平	-	解析コード：SAP-IV				
				応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析					水平	-					
	出力領域計装検出器集合体	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「炉心構造物の耐震性についての計算書」	(解析手法) 応答解析：○ (解析モデル) 応答解析：○ (減衰定数) 応答解析：○	○	-							
				応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析			水平					-						
			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	応答解析					水平	-					
				応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析					水平	-					
ベンチ盤	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第11回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「盤に関する耐震計算書」	-	-	○								
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析			水平					-							
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析					水平	-						
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析					水平	-						
直立盤	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第11回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「盤に関する耐震計算書」	-	-	○								
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析			水平					-							
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析					水平	-						
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析					水平	-						
現場盤	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第11回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「盤に関する耐震計算書」	-	-	○								
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析			水平					-							
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析					水平	-						
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析					水平	-						



別表3 (1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較												他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違											
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	内容		参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であること の理由も記載)									
	相違内容				相違内容				相違内容				相違内容															
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	内容														
プロセスモニタリング設備 主蒸気管放射線モニタ	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		既工認	応答解析	水平	-	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-			発管業発第105号 添付書類1-1「届出設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類1-2「放射線管理設備の耐震性についての計算書」			-	-	-	○					
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-		応力解析	鉛直	-																
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平		-	今回工認	応答解析		水平	-	今回工認		-										
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-		応力解析	鉛直	-																
	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		既工認	応答解析	水平	-	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	発管業発第105号 添付書類1-1「届出設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類1-2「放射線管理設備の耐震性についての計算書」	-		-	-					○				
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-		応力解析	鉛直	-																
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平		-	今回工認	応答解析		水平											-	今回工認	-	
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-		応力解析	鉛直	-																
既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		既工認	応答解析	水平	-	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「換気系機器の耐震性についての計算書」			-			-	-	○						
	応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-		応力解析	鉛直	-																	
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平		-	今回工認	応答解析		水平										-		今回工認	-		
	応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-		応力解析	鉛直	-																	
既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		既工認	応答解析	水平	-	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-		建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「換気系機器の耐震性についての計算書」	-		-	-				○					
	応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-		応力解析	鉛直	-																	
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平		-	今回工認	応答解析		水平											-	今回工認	-		
	応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-		応力解析	鉛直	-																	
既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		既工認	応答解析	水平	-	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-3「非常用ガス再循環系排風機の耐震性についての計算書」			-			-	-	○						
	応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-		応力解析	鉛直	-																	
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平		-	今回工認	応答解析		水平											-	今回工認	-		
	応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-		応力解析	鉛直	-																	

別表3 (1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表 (機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較														他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違								
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数		その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であることの理由も記載)											
	相違内容				相違内容				相違内容		相違内容																
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容					工認	内容									
放射線管理施設	非常用ガス再循環系フィルタトレイン	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平	-	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「非常用ガス再循環系フィルタトレインの耐震性についての計算書」	-	-	-	○								
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析						水平	-						
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○：同じ ●：異なる -：該当なし	今回工認	応答解析	水平	-	○：同じ ●：異なる -：該当なし	今回工認	応答解析	水平	-						今回工認	-	-	-	-	-		
			応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	水平			-	今回工認	応力解析												水平	-
		非常用ガス処理系排風機	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平	-	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平						-	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-6「非常用ガス処理系排風機の耐震性についての計算書」	-	-	-	-	○	
				応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認						応力解析							水平
	今回工認		応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○：同じ ●：異なる -：該当なし	今回工認	応答解析	水平	-	○：同じ ●：異なる -：該当なし	今回工認	応答解析	水平	-	今回工認	-	-	-	-	-							
			応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	水平			-	今回工認	応力解析													水平
	非常用ガス処理系フィルタトレイン		既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平	-	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-7「非常用ガス処理系フィルタトレインの耐震性についての計算書」	-	-	-	-							○
				応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析												
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○：同じ ●：異なる -：該当なし	今回工認	応答解析	水平	-	○：同じ ●：異なる -：該当なし	今回工認	応答解析	水平	-	今回工認						-	-	-	-	-		
			応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	水平			-	今回工認	応力解析												水平	
原子炉格納容器		ドライウエール	既工認	応答解析	時刻歴解析	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平	1.0%						建設工認 第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	-	-	-	○	-	
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直			シェルモデル	既工認	応力解析												
	今回工認		応答解析	時刻歴解析	○：同じ ●：異なる -：該当なし	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○：同じ ●：異なる -：該当なし	今回工認	応答解析	水平	1.0%	今回工認	-	-	-	-	-							
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			今回工認	応力解析	鉛直			シェルモデル	今回工認	応力解析													鉛直
	サブプレッションチェンバ		既工認	応答解析	時刻歴解析	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平	1.0%	建設工認 第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	-	-	-	○							-
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直			シェルモデル	既工認	応力解析												
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	○：同じ ●：異なる -：該当なし	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○：同じ ●：異なる -：該当なし	今回工認	応答解析	水平	1.0%	今回工認						-	-	-	-	-		
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			今回工認	応力解析	鉛直			シェルモデル	今回工認	応力解析												鉛直	
		上部シアラフ及びスタビライザ	既工認	応答解析	時刻歴解析	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○：同じ ●：異なる -：該当なし	既工認	応答解析	水平	1.0%						建設工認 第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	-	-	-	○	-	
				応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直			シェルモデル	既工認	応力解析												
	今回工認		応答解析	時刻歴解析	○：同じ ●：異なる -：該当なし	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○：同じ ●：異なる -：該当なし	今回工認	応答解析	水平	1.0%	今回工認	-	-	-	-	-							
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			今回工認	応力解析	鉛直			シェルモデル	今回工認	応力解析													鉛直

別表3 (1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較														他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違		
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であること の理由も記載)			
	相違内容				相違内容				相違内容				相違内容								
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	内容							
原子炉格納容器	下部シアラグとダイヤフラムブラケット	既工認	応答解析	時刻歴解析	○	●	-	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	●	-	既工認	応答解析	水平	1.0%	建設工認 第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	(解析手法) 応力解析：○ (解析モデル) 応力解析：○ 応力解析：○ (減衰定数) 応答解析：○	○	-	
			応力解析	公式等による評価				既工認	応答解析				鉛直	-							
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	○	●	-	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	今回工認	応答解析	水平	1.0%	今回工認	応答解析	水平					1.0%
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価	○	●	-	鉛直	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	●	-	鉛直	1.0%	今回工認	応答解析					鉛直
	剛アンカー部	既工認	応答解析	時刻歴解析	○	●	-	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	●	-	既工認	応答解析	水平	1.0%	建設工認 第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	(解析モデル) 応力解析：○ (解析モデル) 応力解析：○ 応力解析：○ 応答解析：○	○	-	
			応力解析	公式等による評価				既工認	応答解析				鉛直	-							
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	○	●	-	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	今回工認	応答解析	水平	1.0%	今回工認	応答解析	水平					1.0%
			応力解析	公式等による評価	○	●	-	鉛直	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	●	-	鉛直	1.0%	今回工認	応答解析					鉛直
	イクイメントハッチ	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○	●	-	水平	-	○	●	-	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	(解析手法) 応力解析：○ (解析モデル) 応力解析：○ 応力解析：○	○	-	
			応力解析	公式等による評価				既工認	応答解析				鉛直	-							
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○	●	-	水平	-	今回工認	応答解析	水平	-	今回工認	応答解析	水平					-
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価	○	●	-	鉛直	シュルモデル	○	●	-	鉛直	-	今回工認	応力解析					鉛直
パーソナルエアロック	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○	●	-	水平	-	○	●	-	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	(解析手法) 応力解析：○ (解析モデル) 応力解析：○ 応力解析：○	○	-		
		応力解析	公式等による評価				既工認	応答解析				鉛直	-								
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○	●	-	水平	-	今回工認	応答解析	水平	-	今回工認	応答解析	水平					-	
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	○	●	-	鉛直	シュルモデル	○	●	-	鉛直	-	今回工認	応力解析					鉛直	-
サブプレッショントラップ	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○	●	-	水平	-	○	●	-	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	(解析手法) 応力解析：○ (解析モデル) 応力解析：○ 応力解析：○	○	-		
		応力解析	公式等による評価				既工認	応答解析				鉛直	-								
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	○	●	-	水平	-	今回工認	応答解析	水平	-	今回工認	応答解析	水平					-	
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	○	●	-	鉛直	シュルモデル	○	●	-	鉛直	-	今回工認	応力解析					鉛直	-
配管貫通部	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	○	●	-	水平	3次元はりモデル	○	●	-	既工認	応答解析	水平	0.5%	建設工認 第20回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-6「格納容器貫通部の耐震性についての計算書」	(解析手法) 応力解析：○ (解析モデル) 応力解析：○ (減衰定数) 応答解析：○	○	-		
		応力解析	公式等による評価				既工認	応答解析				鉛直	-								
	今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	○	●	-	水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%	今回工認	応答解析	水平					0.5%~3.0%	
		応力解析	FEM解析	○	●	-	鉛直	シュルモデル	○	●	-	鉛直	-	今回工認	応力解析					鉛直	-

別表3(1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり: 規格・基準等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり: プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較											他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違				
	解析手法 (公式等による評価, スペクトルモーダル解析, 時刻歴解析他)					解析モデル					減衰定数		その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)		内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○: 構造上の差異なし ×: 構造上の差異あり (適用可能であること の理由も記載)	
	相違内容					相違内容					相違内容		相違内容							
	工認	解析種別	内容	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	工認	解析種別	方向	内容	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	工認	解析種別	方向	内容	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし		工認	内容		
原子炉格納容器	電気配線貫通部	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	(解析手法) ○: 共通適用あり ○: 個別適用あり ×: 適用例なし		
			応力解析	-			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析			水平		-	
		今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応答解析) ○	今回工認	応答解析	水平	ビームモデル	1.0%	(応答解析) ○	今回工認	応答解析	水平	1.0%	-	今回工認		-	
			応力解析	FEM解析			既工認	応力解析	鉛直	-			既工認	応力解析	鉛直				-	
			応答解析	スペクトルモーダル解析			今回工認	応答解析	鉛直	ビームモデル			-	今回工認	応答解析				鉛直	1.0%
			応力解析	FEM解析			今回工認	応力解析	鉛直	ビームモデル			-	今回工認	応力解析				鉛直	-
	ダイヤフラムフロア	既工認	応答解析	時刻歴解析	(応答解析) ○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	5.0%	(応答解析) ○	既工認	応答解析	水平	5.0%	-	既工認	-	建設工認 第3回 添付書類Ⅲ-3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-2「申請設備の耐震性についての計算書」	
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直	FEMモデル			-	既工認	応力解析			鉛直		-
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	(応答解析) ○	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	5.0%	(応答解析) ○	今回工認	応答解析	水平	5.0%	-	今回工認	-		
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直	FEMモデル			-	既工認	応力解析			鉛直		-
			応答解析	時刻歴解析			今回工認	応答解析	鉛直	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			-	今回工認	応答解析			鉛直		5.0%
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			今回工認	応力解析	鉛直	FEMモデル			-	今回工認	応力解析			鉛直		-
ベント管	既工認	応答解析	時刻歴解析	(応答解析) ○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル	0.5%	(応答解析) ○	既工認	応答解析	水平	0.5%	-	既工認	-	建設工認 第3回 添付書類Ⅲ-3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-2「申請設備の耐震性についての計算書」		
		応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直	-			既工認	応力解析	鉛直			-			
	今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応答解析) ○	今回工認	応答解析	水平	ビームモデル	0.5%	(応答解析) ○	今回工認	応答解析	水平	0.5%	-	今回工認	-			
		応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直	-			既工認	応力解析	鉛直			-			
		応答解析	時刻歴解析			今回工認	応答解析	鉛直	ビームモデル			-	今回工認	応答解析			鉛直		0.5%	
		応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	鉛直	-			今回工認	応力解析	鉛直			-			
格納容器スプレイヘッド	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応答解析) ○	既工認	応答解析	水平	ビームモデル	0.5%	(応答解析) ○	既工認	応答解析	水平	0.5%	-	既工認	-	建設工認 第3回 添付書類Ⅲ-3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-2「申請設備の耐震性についての計算書」		
		応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直	-			既工認	応力解析	鉛直			-			
	今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応答解析) ○	今回工認	応答解析	水平	ビームモデル	0.5%	(応答解析) ○	今回工認	応答解析	水平	0.5%	-	今回工認	-			
		応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直	-			既工認	応力解析	鉛直			-			
		応答解析	スペクトルモーダル解析			今回工認	応答解析	鉛直	ビームモデル			-	今回工認	応答解析			鉛直		0.5%	
		応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	鉛直	-			今回工認	応力解析	鉛直			-			
再結合装置フロア	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第24回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-3「可燃性ガス濃度制御系機器配管の耐震性についての計算書」			
		応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直			-	既工認	応力解析			鉛直		-		
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ○	今回工認	応答解析	水平	-	-	今回工認	-				
		応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直			-	既工認	応力解析			鉛直		-		
		応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価			今回工認	応答解析	鉛直			-	今回工認	応答解析			鉛直		-		
		応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	鉛直			-	今回工認	応力解析			鉛直		-		
再結合装置	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第24回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-3「可燃性ガス濃度制御系機器配管の耐震性についての計算書」			
		応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直			-	既工認	応力解析			鉛直		-		
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ○	今回工認	応答解析	水平	-	-	今回工認	-				
		応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	鉛直			-	既工認	応力解析			鉛直		-		
		応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価			今回工認	応答解析	鉛直			-	今回工認	応答解析			鉛直		-		
		応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	鉛直			-	今回工認	応力解析			鉛直		-		

別表3(1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち機器の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較														他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違 ○：相違有り △：相違無し	
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であることの理由も記載)		
	相違内容				相違内容				相違内容				相違内容							
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	内容						
非常用電源設備	ディーゼル機関	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	既工認	応答解析	水平	—	既工認	応答解析	水平	—	既工認	—	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	—	—	—	○	
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		—	既工認	応力解析		水平						—
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認	応答解析	水平	—	今回工認	応答解析	水平	—	今回工認	—						
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		—	今回工認	応力解析		水平						—
	始動空気だめ	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	既工認	応答解析	水平	—	既工認	応答解析	水平	—	既工認	—	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	(解析手法) ○：応力解析 ○：(解析モデル) ○：応力解析	—	—	—	—
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		—	既工認	応力解析		水平						
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認	応答解析	水平	—	今回工認	応答解析	水平	—	今回工認	—						
			応力解析	FEM解析		今回工認	応力解析	水平		FEMモデル	今回工認	応力解析		水平						
	燃料油デイツク	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	既工認	応答解析	水平	—	既工認	応答解析	水平	—	既工認	—	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	(解析手法) ○：応力解析 ○：(解析モデル) ○：応力解析	—	—	—	—
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		—	既工認	応力解析		水平						
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認	応答解析	水平	—	今回工認	応答解析	水平	—	今回工認	—						
			応力解析	FEM解析		今回工認	応力解析	水平		FEMモデル	今回工認	応力解析		水平						
発電機	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	既工認	応答解析	水平	—	既工認	応答解析	水平	—	既工認	—	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	—	—	—	—	○	
		応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		—	既工認	応力解析		水平							—
	今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認	応答解析	水平	—	今回工認	応答解析	水平	—	今回工認	—							
		応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		—	今回工認	応力解析		水平							—
高圧炉心スプレイス非常用ディーゼル発電機	ディーゼル機関	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	既工認	応答解析	水平	—	既工認	応答解析	水平	—	既工認	—	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	—	—	—	—	○
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		—	既工認	応力解析		水平						
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認	応答解析	水平	—	今回工認	応答解析	水平	—	今回工認	—						
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		—	今回工認	応力解析		水平						
	始動空気だめ	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	既工認	応答解析	水平	—	既工認	応答解析	水平	—	既工認	—	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	(解析手法) ○：応力解析 ○：(解析モデル) ○：応力解析	—	—	—	—
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		—	既工認	応力解析		水平						
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認	応答解析	水平	—	今回工認	応答解析	水平	—	今回工認	—						
			応力解析	FEM解析		今回工認	応力解析	水平		FEMモデル	今回工認	応力解析		水平						

別表3 (1) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

(※1) 共通適用あり：規格・基準等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較													他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違																				
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数			その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であることの理由も記載)																					
	相違内容				相違内容				相違内容			相違内容																										
	工認	解析種別	内容		工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認						内容																			
非常用電源設備	高圧炉心スプレイス系非常用ディーゼル発電機	燃料油デイトンク	(応答解析) ○ (応力解析) ●	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) — (応力解析) ●	既工認	応答解析	水平	—	(応答解析) — (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	(解析手法) 応力解析：○ (解析モデル) 応力解析：○	—	—	—	—																
					応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			—	既工認	応力解析							水平	—														
					—	—			—	—	—			—	—	—							—	—														
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	—		今回工認	応答解析	水平	—							今回工認	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
					—	—		—	—	—	—		—	—	—	—							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
					応力解析	FEM解析		—	—	—	—		—	—	—	—							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	発電機	(応答解析) ○ (応力解析) ○	—	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) — (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	(応答解析) — (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	—	—	—	—	—	—														
						応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			—	既工認	応力解析								水平	—												
						—	—			—	—	—			—	—	—								—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
					今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	—		今回工認	応答解析	水平	—								今回工認	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
						—	—		—	—	—	—		—	—	—	—								—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
						応力解析	公式等による評価		—	—	—	—		—	—	—	—								—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
バイタル交流電源	(応答解析) ○ (応力解析) ○	—	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) — (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	(応答解析) — (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-6「その他の発電装置に関する耐震計算書」	—	—	—	—	—	—	—														
					応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			—	既工認	応力解析									水平	—												
					—	—			—	—	—			—	—	—									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	—		今回工認	応答解析	水平	—									今回工認	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
					—	—		—	—	—	—		—	—	—	—									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
					応力解析	公式等による評価		—	—	—	—		—	—	—	—									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
蓄電池	(応答解析) ○ (応力解析) ○	—	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) — (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	(応答解析) — (応力解析) —	既工認	応答解析	水平	—	建設工認 第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-6「その他の発電装置に関する耐震計算書」	—	—	—	—	—	—	—														
					応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			—	既工認	応力解析									水平	—												
					—	—			—	—	—			—	—	—									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	—		今回工認	応答解析	水平	—									今回工認	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					—	—		—	—	—	—		—	—	—	—									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					応力解析	公式等による評価		—	—	—	—		—	—	—	—									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

別表3 (2) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち配管系の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり:規格・基準種等に基づきプラントの仕様等により適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用例あり:プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備				既工認と今回工認時との比較												備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	他プラントを含めた既工認での適用例				規格基準 に沿った手法								
				解析手法 (公式等による評価、スペクトルモデル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数					その他 (評価条件の変更等)					内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 (○:構造上の差異なし ×:構造上の差異あり -:既工認から手法を 変更し他プラントで実 績も記載)	○:YES ×:NO(適用性を別 途検討) -:既工認から手法を 変更し他プラントで実 績がある手法				
				相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容			内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 (○:構造上の差異なし ×:構造上の差異あり -:既工認から手法を 変更し他プラントで実 績も記載)	規格基準 に沿った手法									
				工認	解析種別	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認											内容			
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	主配管	燃料プール冷却浄化系	配管本体	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	(減衰定数) 応答解析:○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	-	-						
					既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-							既工認	応力解析	鉛直	-		
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%							今回工認	応答解析	鉛直	0.5~3.0%	今回工認	動的地震力の組合せ: S R S S法
					今回工認	応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析	鉛直	-							今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	主配管	燃料プール冷却浄化系	配管支持構造物	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	-	-						
					既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-							既工認	応力解析	鉛直	-		
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%							今回工認	応答解析	鉛直	0.5~3.0%	今回工認	-
					今回工認	応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	応力解析	鉛直	-							今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-
原子炉冷却系統施設	主配管	原子炉再循環系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	-	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工事 第16回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-3「再循 環系機器、配管の耐震 性についての計算書」	(減衰定数) 応答解析:○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	-	-					
					既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								既工認	応力解析	鉛直	-	
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%								今回工認	応答解析	鉛直	0.5~3.0%	今回工認
			配管支持構造物	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	-	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	-	-					
					既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								既工認	応力解析	鉛直	-	
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%								今回工認	応答解析	鉛直	0.5~3.0%	今回工認
	主配管	主蒸気系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	-	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工事 第11回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-2「主蒸 気配管の耐震性につ いての計算書」	(減衰定数) 応答解析:○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	-	-					
					既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								既工認	応力解析	鉛直	-	
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%								今回工認	応答解析	鉛直	0.5~3.0%	今回工認
			配管支持構造物	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	-	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	-	-					
					既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								既工認	応力解析	鉛直	-	
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%								今回工認	応答解析	鉛直	0.5~3.0%	今回工認
主配管	給水系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	-	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工事 第11回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-3-4「給 水系配管の耐震性につ いての計算書」	(減衰定数) 応答解析:○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	-	-						
				既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								既工認	応力解析	鉛直	-		
				今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%								今回工認	応答解析	鉛直	0.5~3.0%	今回工認	動的地震力の組合せ: S R S S法
主配管	給水系	配管支持構造物	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	-	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	-	-						
				既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								既工認	応力解析	鉛直	-		
				今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%								今回工認	応答解析	鉛直	0.5~3.0%	今回工認	-

別表3 (2) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち配管系の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり:規格・基準種等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用例あり:プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備				既工認と今回工認時との比較												他プラントを含めた既工認での適用例				規格基準に沿った手法				
				解析手法 (公式等による評価、スペクトルモデル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)					備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 (○:構造上の差異なし ×:構造上の差異あり -:既工認から手法を 変更し他プラントで実 績も記載)
				相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容								
				工認	解析種別	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容						
原子炉冷却系統 施設	主配管	残留熱除去系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	建設工認 第16回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類Ⅲ-2-4「残留 熱除去系配管の耐震性 についての計算書」	○	-				
				○	今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	応答解析	鉛直	3次元はりモデル	●	今回工認	応答解析	鉛直	-							
			○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5~3.0%								
			○	今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	応答解析	鉛直	3次元はりモデル	●	今回工認	応答解析	鉛直	0.5~3.0%								
			○	既工認	応答解析	公式等による評価	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	水平	-								
			○	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)	○	今回工認	応答解析	鉛直	-	○	今回工認	応答解析	鉛直	-								
	主配管	高圧炉心スプレイス	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	建設工認 第9回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類Ⅲ-2-8「高圧 炉心スプレイス配管の 耐震性についての計算 書」	○	-				
				○	今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	応答解析	鉛直	3次元はりモデル	●	今回工認	応答解析	鉛直	-							
			○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5~3.0%								
			○	今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	応答解析	鉛直	3次元はりモデル	●	今回工認	応答解析	鉛直	0.5~3.0%								
			○	既工認	応答解析	公式等による評価	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	水平	-								
			○	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)	○	今回工認	応答解析	鉛直	-	○	今回工認	応答解析	鉛直	-								
主配管	低圧炉心スプレイス	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	建設工認 第9回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類Ⅲ-2-6「高圧 炉心スプレイス配管の 耐震性についての計算 書」	○	-					
			○	今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	応答解析	鉛直	3次元はりモデル	●	今回工認	応答解析	鉛直	-								
		○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5~3.0%									
		○	今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	応答解析	鉛直	3次元はりモデル	●	今回工認	応答解析	鉛直	0.5~3.0%									
		○	既工認	応答解析	公式等による評価	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	水平	-									
		○	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)	○	今回工認	応答解析	鉛直	-	○	今回工認	応答解析	鉛直	-									
主配管	原子炉隔離時冷却系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	建設工認 第16回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類Ⅲ-2-5「原子 炉隔離時冷却系配管の 耐震性についての計算 書」	○	-					
			○	今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	応答解析	鉛直	3次元はりモデル	●	今回工認	応答解析	鉛直	-								
		○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5~3.0%									
		○	今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	応答解析	鉛直	3次元はりモデル	●	今回工認	応答解析	鉛直	0.5~3.0%									
		○	既工認	応答解析	公式等による評価	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	水平	-									
		○	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)	○	今回工認	応答解析	鉛直	-	○	今回工認	応答解析	鉛直	-									



別表3(2) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち配管系の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり:規格・基準種等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用例あり:プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備		既工認と今回工認時との比較												備考			他プラントを含めた既工認での適用例			規格基準に沿った手法			
		解析手法 (公式等による評価、スペクトルモデル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)		備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	(※1) ○:共通適用例あり □:個別適用例あり ×:適用例なし	内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○:構造上の差異なし ×:構造上の差異あり (適用可能であること の理由も記載)	規格基準 に沿った手法 ○:YES ×:NO(適用性を別 途検討) -:既工認から手法を 変更し他プラントで実 績がある手法		
		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容											
		工認	解析種別 内容	工認	解析種別 方向 内容	工認	解析種別 方向 内容	工認	解析種別 方向 内容	工認	解析種別 内容	工認	解析種別 内容										
○:同じ ●:異なる -:該当なし		○:同じ ●:異なる -:該当なし		○:同じ ●:異なる -:該当なし		○:同じ ●:異なる -:該当なし		○:同じ ●:異なる -:該当なし		○:同じ ●:異なる -:該当なし													
主配管	残留熱除去系海水系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	○	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工認 第8回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-2「残留 熱除去系海水系配管の 耐震性についての計算 書」	○	-	
			○	今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○	今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%	○	今回工認	動的地震力の組合せ: S R S 法				
		配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	鉛直	-	-	既工認	-	築室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	○	-
			-	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)	○	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○	今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%	-	今回工認	-				
主配管	非常用ディーゼル発電機 用海水系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	○	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工認 第16回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-6「非常 用予備発電装置内燃機 関冷却設備・配管の耐 震性についての計算 書」	○	-	
			○	今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○	今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%	○	今回工認	動的地震力の組合せ: S R S 法				
		配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	鉛直	-	-	既工認	-	築室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	○	-
			-	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)	○	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○	今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%	-	今回工認	-				
原子炉冷却系統 施設	高圧炉心スプレイス非常 用ディーゼル発電機用海 水系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	○	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工認 第16回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-6「非常 用予備発電装置内燃機 関冷却設備・配管の耐 震性についての計算 書」	○	-	
			○	今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○	今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%	○	今回工認	動的地震力の組合せ: S R S 法				
		配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	鉛直	-	-	既工認	-	築室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	○	-
			-	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)	○	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○	今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%	-	今回工認	-				
主配管	原子炉冷却材浄化系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	○	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工認 第18回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-2「原子 炉冷却材浄化系配管の 耐震性についての計算 書」	○	-	
			○	今回工認	応答解析	公式等による評価	○	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○	今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%	○	今回工認	動的地震力の組合せ: S R S 法				
		配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	鉛直	-	-	既工認	-	築室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	○	-
			-	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)	○	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○	今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%	-	今回工認	-				

別表3(2) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち配管系の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり:規格・基準種等に基づきプラントの仕様等により適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用例あり:プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備		既工認と今回工認時との比較												備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	他プラントを含めた既工認での適用例			規格基準 に沿った手法 ○:YES ×:NO(適用性を別 途検討) -:既工認から手法を 変更し他プラントで実 績がある手法							
		解析手法 (公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数					その他 (評価条件の変更等)		内容		参照した設備名称	減衰定数の実績 ○:構造上の差異なし ×:構造上の差異あり (適用可能であること の理由も記載)					
		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		工認	内容												
		工認	解析種別 内容	工認	解析種別 方向 内容	工認	解析種別 方向 内容	工認	解析種別 内容																
主配管	制御機駆動水圧系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工認 第18回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-3「制御 機駆動水圧機器配管の 耐震性についての計算 書」	(減衰定数) 応答解析:○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-			
				今回工認	応答解析	公式等による評価		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%							今回工認	動的地震力の組合せ: S R S 法	
		配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	鉛直	-	既工認	-	発室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	○	-			
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 (配管反力)		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%							今回工認	-	
		計測制御系統設備	主配管	ほう酸水注入系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工認 第18回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-4「ほう 酸水注入系機器配管の 耐震性についての計算 書」	(減衰定数) 応答解析:○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-
							今回工認	応答解析	公式等による評価		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%						
	配管支持 構造物				-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	鉛直	-	既工認	-	発室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	○	-	
						今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 (配管反力)		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%							今回工認
	配管本体				-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	鉛直	-	既工認	-	-	(減衰定数) 応答解析:○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-	
						今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%							今回工認
	配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	鉛直	-	既工認	-	発室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	○	-				
			今回工認	応答解析	公式等による評価		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%							今回工認	-		
放射性廃棄物の 廃棄施設	主配管	放射線ドレン移送系	配管本体	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	鉛直	-	既工認	-	-	(減衰定数) 応答解析:○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-		
					今回工認	応答解析	公式等による評価		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%							今回工認	-
			配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	鉛直	-	既工認	-	発室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	○	-		
					今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 (配管反力)		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%							今回工認	-
			配管本体	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	鉛直	-	既工認	-	-	(減衰定数) 応答解析:○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-		
					今回工認	応答解析	公式等による評価		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%							今回工認	-
配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	鉛直	-	既工認	-	発室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(解析手法) 応答解析:○ 応力解析:○ (解析モデル) 応答解析:○ (減衰定数) 応答解析:○	○	-					
		今回工認	応答解析	公式等による評価		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%							今回工認	-			

別表3 (2) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち配管系の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり:規格・基準等に基づきプラントの仕様等により適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用例あり:プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備		既工認と今回工認時との比較												備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	他プラントを含めた既工認での適用例			規格基準 に沿った手法								
		解析手法 (公式等による評価、スペクトルモデル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数					その他 (評価条件の変更等)		内容		参照した設備名称	減衰定数の実績 (○:構造上の差異なし ×:構造上の差異あり (適用可能であること の理由も記載))						
		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		内容														
		工認	解析種別	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向		内容													
放射線管理施設	主配管	非常用ガス再循環系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工認 第22回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-5「非常 用ガス再循環系配管の 耐震性についての計算 書」	(減衰定数) ○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-			
					既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-									
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5~3.0%							今回工認	応答解析	水平
			今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-	○	-					
			主配管	非常用ガス処理系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工認 第22回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-5「非常 用ガス処理系配管の耐 震性についての計算 書」	(減衰定数) ○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-	
							既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-							
	今回工認	応答解析					スペクトルモデル解析	今回工認	応答解析		水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析		水平	0.5~3.0%	今回工認	応答解析							水平
	今回工認	応力解析			公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-	○	-					
	原子炉格納施設	主配管			可燃性ガス濃度制御系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工認 第24回 添付書類Ⅳ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅳ-2-3「可燃 性ガス濃度制御系機器 配管の耐震性について の計算書」	(減衰定数) ○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-
								既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-						
			今回工認	応答解析				スペクトルモデル解析	今回工認	応答解析		水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析		水平	0.5~3.0%	今回工認	応答解析						
			今回工認	応力解析		公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-	○	-				
主配管			不活性ガス系	配管本体		○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(応答解析) ○ (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工認 第18回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-5「不活 性ガス系配管の耐震性 についての計算書」	(減衰定数) ○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-	
							既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-							
	今回工認	応答解析			スペクトルモデル解析		今回工認	応答解析	水平		3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平		0.5~3.0%	今回工認	応答解析	水平							0.5~3.0%
	今回工認	応力解析		公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-	○	-						
	主配管	不活性ガス系		配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) - (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	○	-				
						既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								
今回工認			応答解析			スペクトルモデル解析	今回工認	応答解析		水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析		水平	0.5~3.0%	今回工認	応答解析					水平	0.5~3.0%	今回工認	-
今回工認			応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-	○	-						

別表3(2) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち配管系の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法 個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備				既工認と今回工認時との比較												備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	他プラントを含めた既工認での適用例				規格基準 に沿った手法								
				解析手法 (公式等による評価、スペクトルモデル解析、時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数					その他 (評価条件の変更等)					内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であること の理由も記載)	規格基準 に沿った手法 ○：YES ×：NO (適用性を別 途検討) -：既工認から手法を 変更し他プラントで実 績がある手法				
				相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容			内容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり (適用可能であること の理由も記載)	規格基準 に沿った手法									
				工認	解析種別	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認	解析種別	方向	内容	工認											内容			
その他発電用原 子炉の付属施設	主 配 管	軽油移送系	配管本体	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	(減衰定数) 応答解析：○ (その他) 動的地震力の組合せ： ○	-							
						応力解析	-			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-												
						応答解析	スペクトルモデル解析			水平	3次元はりモデル	鉛直			0.5%~3.0%	応答解析	鉛直			0.5%~3.0%									
						応力解析	公式等による評価			水平	-	応力解析			鉛直	-	応力解析			鉛直			-						
						今回工認	応答解析			スペクトルモデル解析	水平	3次元はりモデル			鉛直	0.5%~3.0%	今回工認			応答解析			鉛直	0.5%~3.0%	今回工認	応答解析	鉛直	-	
						今回工認	応力解析			公式等による評価	水平	-			今回工認	応力解析	鉛直			-			今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直
	配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	(応答解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) ● (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(解析手法) 応答解析：○ 応力解析：○ (解析モデル) 応答解析：○ (減衰定数) 応答解析：○	-								
				応力解析	-			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-														
				応答解析	スペクトルモデル解析 (配管反力)			水平	3次元はりモデル	鉛直			0.5%~3.0%	応答解析	鉛直			0.5%~3.0%											
				今回工認	応答解析			スペクトルモデル解析 (配管反力)	水平	3次元はりモデル			鉛直	0.5%~3.0%	今回工認			応答解析				鉛直	0.5%~3.0%	今回工認	応答解析	鉛直	-		
				今回工認	応力解析			公式等による評価	水平	-			今回工認	応力解析	鉛直			-				今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-
				今回工認	応力解析			公式等による評価	水平	-			今回工認	応力解析	鉛直			-				今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-

## 東海第二発電所

機器・配管系における手法の変更点について  
(耐震)

## 1. はじめに

今回工認における機器・配管系の耐震評価において、既工認から評価手法を変更するものについて、「別紙 1 既工認との手法の相違点の整理について（設置変更許可申請段階での整理）」の整理結果を踏まえ、以下に結果を示すものである。

## 2. 手法の相違点

### (1) 原子炉建屋クレーンへの非線形時刻歴応答解析の適用

原子炉建屋クレーンの解析では、より詳細な手法を用いる観点から、すべり及び浮き上がりの条件を考慮した非線形時刻歴応答解析にて評価を実施する。原子炉建屋クレーンの非線形時刻歴応答解析の適用については、他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料 1 参照）。

### (2) ポンプ等の解析モデルの精緻化

最新の工認実績等を踏まえ、ポンプ等の一部設備に対して解析モデルの質点数の変更、設備の支持構造に沿った解析モデルの精緻化を行う。多質点モデルによる地震応答解析モデルの適用は、他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料 2 参照）。

### (3) 容器等の応力解析への F E Mモデルの適用

既工認において、公式等による評価にて耐震計算を実施していた設備について、3次元 F E Mモデル、多質点モデルを適用した耐震評価を実施する。F E Mモデルを用いて応力解析を行う手法は、他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料 3 参照）。

### (4) 解析コードの変更

今回工認における格納容器、原子炉圧力容器等の主要設備の耐震評価に

適用する解析コードについては、建設時に適用した解析コードから他プラントを含む既工認において適用実績がある解析コードに変更する（詳細は添付資料4参照）。

(5) 最新知見として得られた減衰定数の採用

最新知見として得られた減衰定数を採用する設備は以下のとおりであり、その値は、振動試験結果等を踏まえ、設計評価用として安全側に設定した減衰定数を採用したものである。

また、鉛直方向の動的地震力を適用することに伴い、鉛直方向の設計用減衰定数についても新たに設定している。

天井クレーン、燃料取替機及び配管系の減衰定数並びに鉛直方向の設計用減衰定数は他プラントを含む既工認において適用実績がある（詳細は添付資料5参照）。

① 天井クレーンの減衰定数

② 燃料取替機の減衰定数

③ 配管系の減衰定数

(6) 水平方向と鉛直方向の動的地震力の二乗和平方根法による組合せ

今回工認の評価では、鉛直方向の動的地震力が導入されたことから、水平方向と鉛直方向の地震力の組み合わせとして、既往の研究等に基づき二乗和平方根（以下「SRSS」という。）法を用いる。SRSS法による荷重の組み合わせは、他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料6参照）。

(7) 鉛直方向応答解析モデルの追加

今回工認では、鉛直方向に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、鉛直方向の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を新たに採用し鉛

直地震動に対する評価を実施する。鉛直方向応答解析モデルは他プラントを含む既工認にて適用実績があるモデルである。(詳細は添付資料7参照)。

### 3. 添付資料

- (1) 原子炉建屋クレーンへの非線形時刻歴応答解析の適用について
- (2) ポンプ等の解析モデルの精緻化について
- (3) 容器等の応力解析へのFEMモデルの適用について
- (4) 解析コードの変更について
- (5) 最新知見として得られた減衰定数の採用について
- (6) 水平方向と鉛直方向の動的地震力の二乗和平方根法による組合せについて
- (7) 鉛直方向応答解析モデルの追加について



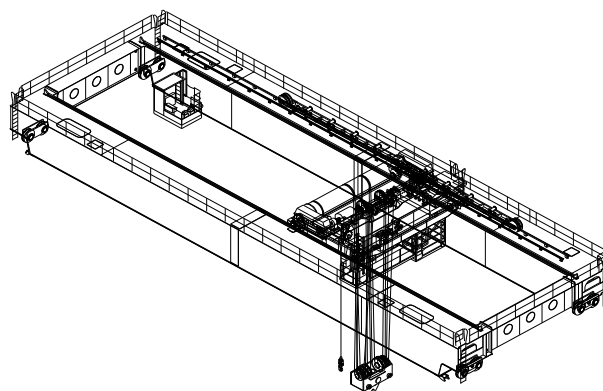
## 原子炉建屋クレーンへの非線形時刻歴応答解析の適用について

## 1. 概要

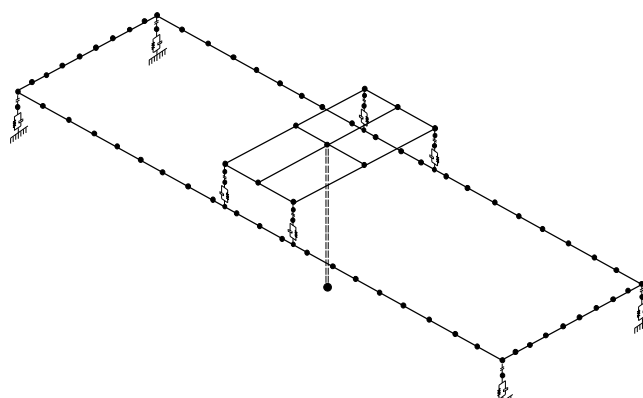
原子炉建屋クレーン（第 1-1 図）の耐震評価は、既工認では鉛直方向は静的地震力のみであったことから簡便に手計算により実施していた。

今回工認では、鉛直方向の動的地震力を考慮する必要があること及びクレーンの車輪部がレール上に固定されていないという構造上の特徴を踏まえ、鉛直方向の地震力に対する車輪部の浮き上がり挙動を考慮した解析モデル（第 1-2 図）を用いた非線形時刻歴応答解析により評価を実施する。

なお、本モデル及び評価手法は大間 1 号炉の建設工認にて適用例があり、大間 1 号炉と東海第二発電所の原子炉建屋クレーンは類似構造であることから、東海第二発電所の原子炉建屋クレーンにも適用可能である。



第 1-1 図 原子炉建屋クレーン構造概要図



第 1-2 図 今回工認の解析モデル

## 2. 原子炉建屋クレーンの構造

大間1号炉と東海第二発電所の原子炉建屋クレーンは、第1-3図に示すとおり原子炉建屋に設置された走行レール上をガーダ及びサドルが走行し、ガーダ上に設置された横行レールをトロリが横行する構造であり、いずれも同様の構造（別紙1参照）となっており、地震力に対し以下の挙動を示す。

### (1) 走行方向の水平力

- a. クレーンは走行レール上に乗っているだけで固定されていないため、走行方向の水平力がクレーンに加わっても、クレーンはレール上をすべるだけで、クレーン自身にはレールと走行車輪間の最大静止摩擦力以上の水平力は加わらない。
- b. クレーンの走行車輪は、駆動輪又は従動輪である。
- c. 駆動輪は、電動機及び減速機等の回転部分と連結されているため、地震の加速度が車輪部に加わると回転部分が追従できず、最大静止摩擦力以上の力が加わればレール上をすべる。

### (2) 横行方向の水平力

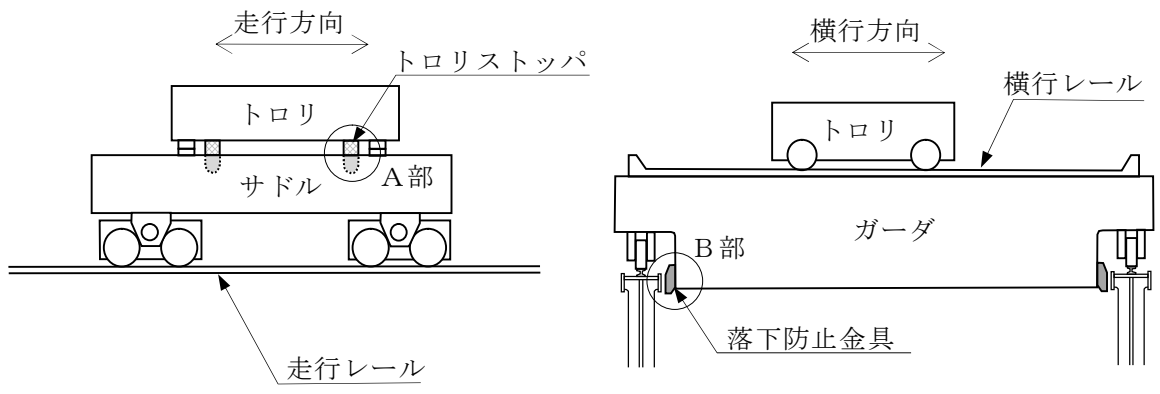
- a. ガーダ関係
  - (a) 横行方向は、走行レールに対して直角方向であるため、ガーダは建屋と固定されているものとし、水平力がそのままガーダに作用する。
- b. トロリ関係
  - (a) トロリはガーダの上に乗っているだけでガーダとは固定されていないため、水平力がトロリに加わっても、トロリはレール上をすべるだけで、トロリ自身にはレールと横行車輪間の最大静止摩擦力以上の水平力は加わらない。
  - (b) トロリの横行車輪は、駆動輪又は従動輪である。

(c) トロリの駆動輪は、電動機及び減速機等の回転部分と連結されているため、地震の加速度が車輪部に加わると回転部分が追従できず、最大静止摩擦力以上の力が加わればレール上をすべる。

(3) 鉛直力

ガーダ及びトロリは、レールと固定されていないことから、鉛直方向の地震力によってレールから浮き上がる可能性がある。

また、東海第二発電所の原子炉建屋クレーンは、今後実施する耐震補強工事により、大間1号炉のトロリストッパ及び脱線防止ラグと同様な構造変更を行うことにより、車輪まわりのトロリストッパ及び落下防止金具とレールの間を取り合い構造は、認可実績のある大間1号炉の原子炉建屋クレーンと同様の構造となることから、車輪まわりを含めた地震応答解析モデルは大間1号炉と同様にモデル化することができる（構造変更の概要は別紙2参照）。



	大間1号炉	東海第二発電所
A部		
B部		

第1-3図 車輪まわりの構造比較

### 3. 解析評価方針

#### (1) 評価方法

既工認と今回工認の評価方法を第 1-1 表に示す。今回工認では、鉛直方向の動的地震力を考慮する必要があること及びクレーンの車輪部の構造を変更しておりレール上に固定されていないという構造上の特徴を踏まえ、鉛直方向の地震力に対する車輪部の浮き上がり、衝突の挙動を考慮した 3 次元 FEM 解析モデルを用いた非線形時刻歴応答解析により評価を実施する。

第 1-1 表 既工認と今回工認の評価方法の比較

項 目	東海第二発電所		大間 1 号炉
	既工認	今回工認	
解析手法	公式等による 評価	非線形時刻歴 応答解析	同左
解析モデル	—	3 次元 F E M 解析モデル	同左
車輪－レール間の境 界条件	すべり考慮	すべり，浮き上 がり，衝突考慮	同左
地震力	水平	動的地震力	同左
	鉛直		同左
減衰定 数	水平	2.0% <sup>※2</sup>	同左
	鉛直		同左
解析プログラム	—	Abaqus (Ver. 6. 5-4)	同左

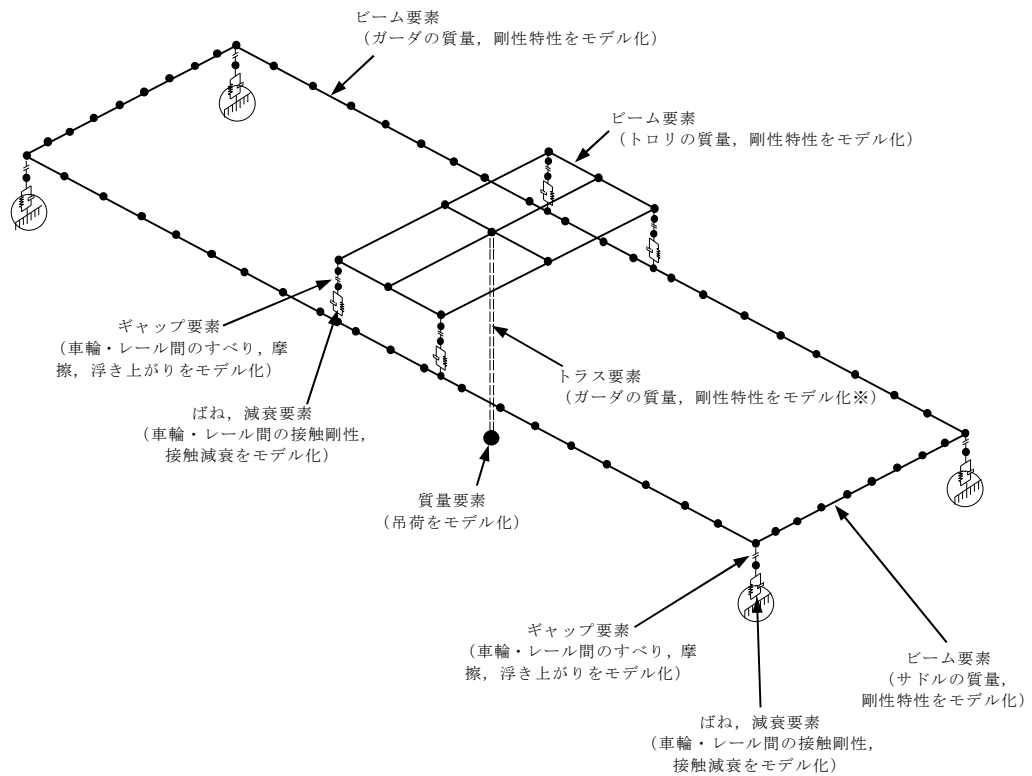
※ 1 : 既工認では剛として耐震評価を実施しているため減衰定数は使用していない。

※ 2 : 添付資料 5 にて適用性を説明。

(2) 地震応答解析モデル

クレーンを構成する主要部材をビーム要素でモデル化し、車輪部はレール上に乗っており固定されておらず、すべり、浮き上がり及び衝突の挙動を示す構造であることから、ギャップ要素、ばね要素及び減衰要素でモデル化する。クレーンの解析モデルを第 1-4 図に示す。

なお、今回工認の原子炉建屋クレーンのモデル化は、大間 1 号炉と同一の設定方法とする（車輪部の非線形要素については別紙 3 参照）。



○ 原子炉建屋におけるクレーン設置フロアの床応答加速度時刻歴の入力位置

※ ワイヤロープ長さは、最大吊荷荷重を取扱う際の実運用を踏まえて、クレーン本体の評価が保守的になるように設定する。

第 1-4 図 原子炉建屋クレーン地震応答解析モデル

### (3) 地盤物性等の不確かさに対する検討方針

スペクトルモーダル解析等では、床応答加速度は地盤物性等の不確かさによる固有周期のシフトを考慮して周期方向に±10%拡幅したものをを用いている。

本評価では設計用床応答スペクトルを用いない時刻歴応答解析を採用することから、今回工認では地盤物性等の不確かさによる建屋固有周期のシフトの影響も考慮し、機器評価への影響が大きい地震動に対し ASME Boiler Pressure Vessel Code SECTION III, DIVISION1-NONMANDATORY APPENDIX N-1222.3 Time History Broadening) に規定された設計用床応答スペクトルで考慮されている拡幅±10%に相当するゆらぎを仮定する手法による検討を行う予定である。

なお、ゆらぎを考慮した設計用床応答スペクトルの谷間にクレーンの固有周期が存在する場合は、ASME の規程に基づきピーク位置が固有周期にあたるようにゆらぎを考慮した評価も行う。

## 4. 別紙

- (1) 原子炉建屋クレーンの主要諸元
- (2) 原子炉建屋クレーンの耐震補強工事による構造変更
- (3) クレーン車輪部の非線形要素（摩擦・接触・減衰）
- (4) 原子炉建屋クレーンの地震時挙動に関する補足説明

## 5. 参考文献

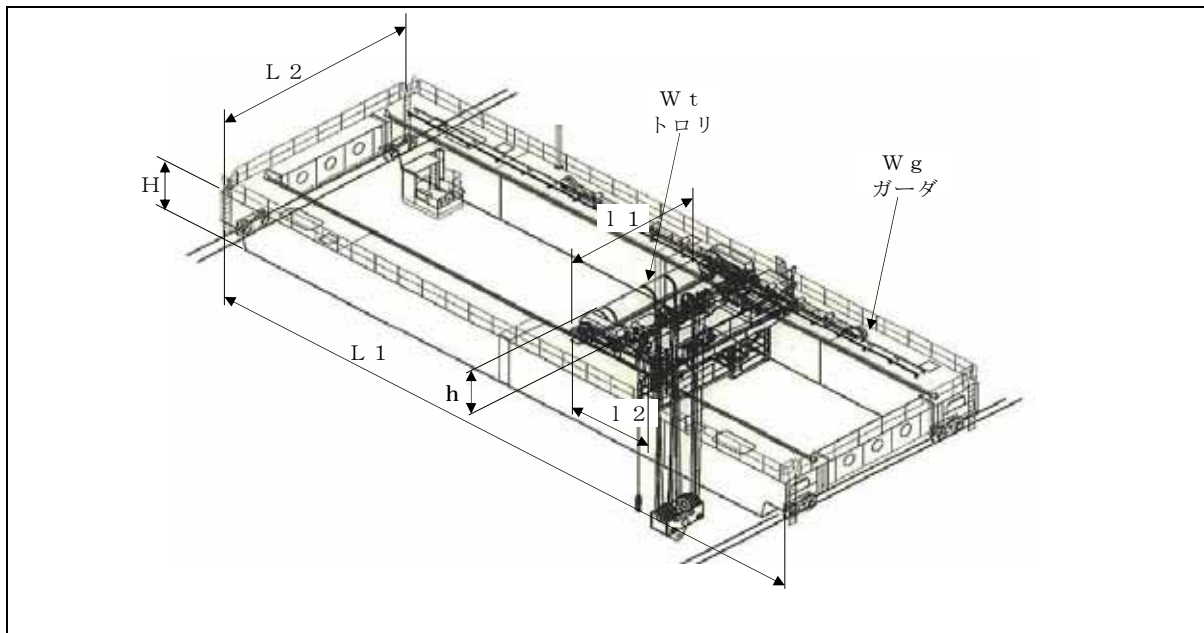
- (1) 平成 19 年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査

動的上下動耐震試験(クレーン類)に関わる報告書(08 耐部報-0021, (独)  
原子力安全基盤機構)

- (2) 平成 20 年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査  
動的上下動耐震試験(クレーン類)に関わる報告書(08 耐部報-0021, (独)  
原子力安全基盤機構)

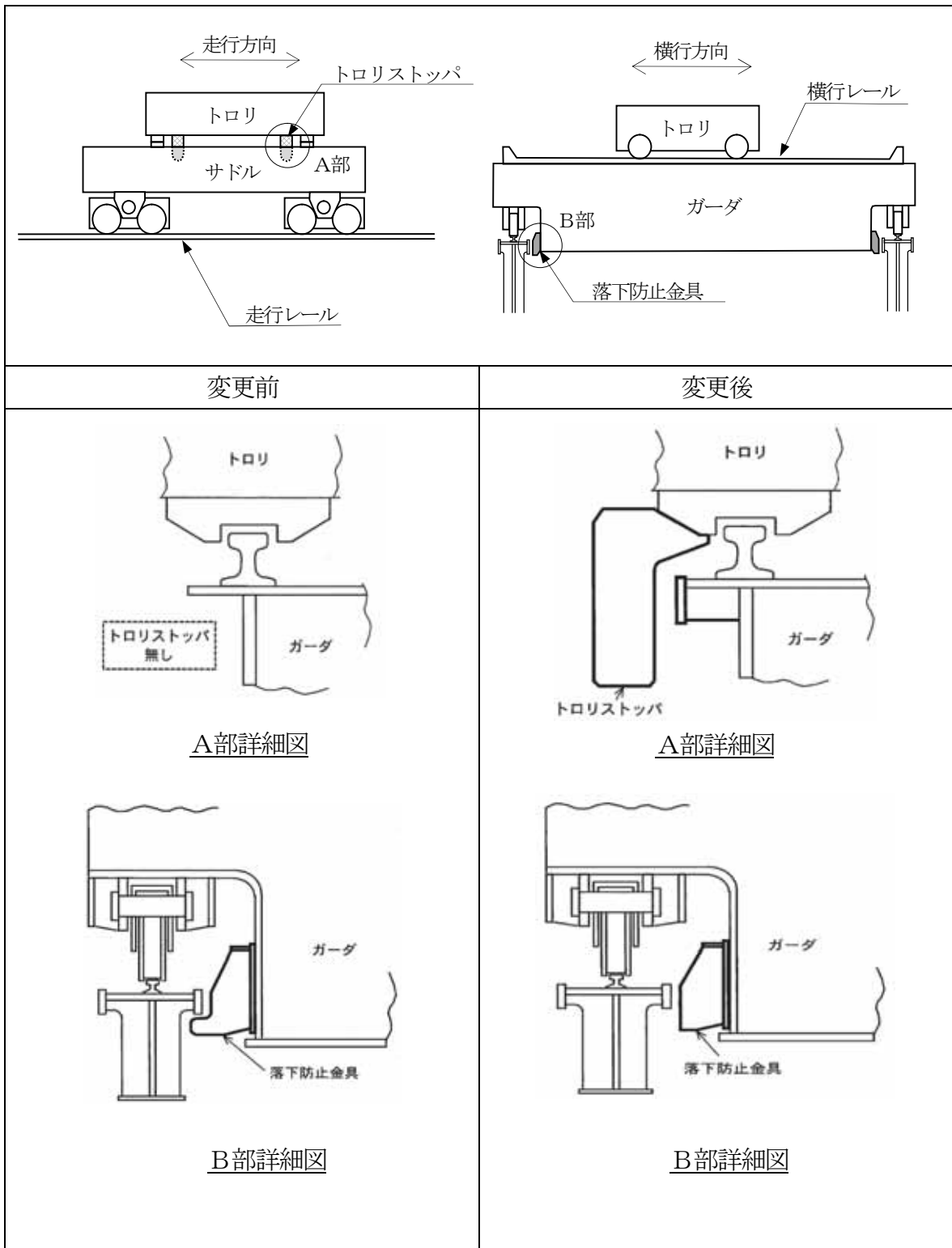


別紙 1 原子炉建屋クレーンの主要諸元



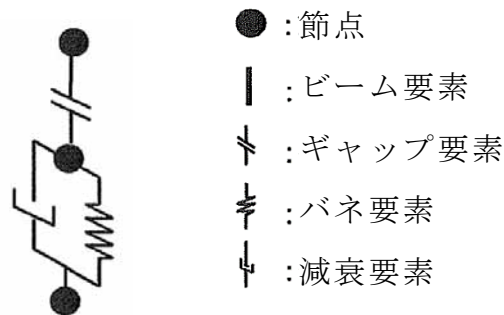
仕様		大間 1 号炉	東海第二発電所
トロリ	質量 W t (ton)	80.0	48.0
	高さ h (m)	2.815	2.280
	スパン l 1 (m)	7.7	5.6
	スパン l 2 (m)	4.6	4.1
ガーダ	質量 W g (ton)	190	118.0
	高さ H (m)	2.5	1.915
	スパン L 1 (m)	34.9	39.5
	スパン L 2 (m)	9.38	6.2
総質量	W (ton)	270.0	166.0

別紙2 原子炉建屋クレーンの耐震補強工事による構造変更



### 別紙3 クレーン車輪部の非線形要素（摩擦・接触・減衰）

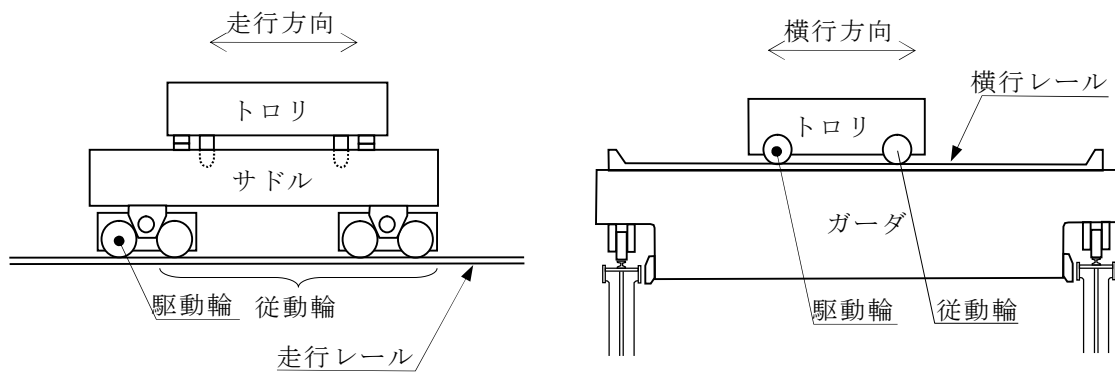
クレーン車輪部のモデル化では、すべり、浮き上がり及び衝突の挙動を模擬するためギャップ要素を用いる。また、接触部位の局所変形による接触剛性をバネ要素で、衝突による減衰効果を減衰要素で模擬し、別図 1-1 に示すように、ギャップ要素と直列に配置する。



別図 1-1 車輪部の非線形要素

#### 1. 車輪とレール間の摩擦特性

クレーンの車輪には電動機、減速機等の回転部分と連結された駆動輪と、回転部分と連結されている従動輪の2種類がある。このうち駆動輪は回転が拘束されているため、地震の加速度が車輪部に入力されると回転部分が追従できず、最大静止摩擦力以上の力が加わればレール上をすべる。ここで、摩擦係数は既工認と同様の0.3を用いる。天井クレーンの車輪とレール間の摩擦係数0.3を適用し設計震度として算定することについては、クレーン耐震設計指針（日本クレーン協会規格 JCAS 1101-2008）に定められている。また「天井クレーンのすべりを伴う地震時挙動試験(火力原子力発電 Vol.40 NO.6 1989)」にて、地震波による加振試験において、摩擦係数の平均値として0.14の結果が得られている。



別図 1-2 概要図

## 2. 車輪とレールの接触剛性

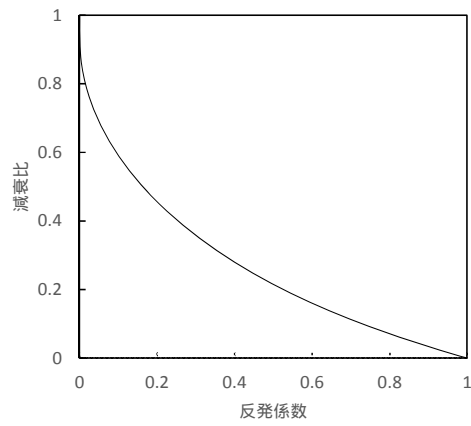
接触剛性は、「平成 20 年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 動的上下動耐震試験（クレーン試験）に関わる報告書（09 耐部報-0008,（独）原子力安全基盤機構）」<sup>(参2)</sup>を参照し、車輪とレールの衝突時の剛性を模擬するものとして接触剛性を考慮したばね要素とクレーン質量で構成される 1 自由度系の固有振動数が 20Hz 相当になるよう設定する。

## 3. 車輪とレールの衝突による減衰

衝突による減衰は、「平成 19 年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 動的上下動耐震試験（クレーン類）に関わる報告書（08 耐部報-0021,（独）原子力安全基盤機構）」<sup>(参1)</sup>にて実施した要素試験のうちの車輪反発係数試験結果から評価した反発係数から換算する。なお、減衰比と反発係数の関係式には次式を用いる。

$$e = \exp\left(-\frac{h\pi}{\sqrt{1-h^2}}\right)$$

ここで、 $e$  は反発係数、 $h$  は減衰比である。別図 1-3 に、上記の式で表される反発係数と減衰比の関係を示す。



別図 1-3 反発係数と減衰比の関係

#### 別紙 4 原子炉建屋クレーンの地震時挙動に関する補足説明

##### 1. 車輪とレールとの摩擦力及び落下防止部材との接触による摩擦力の考慮について

クレーンは、レール上を車輪で移動する構造であるため、建屋に固定されておらず、地震時にはレールに沿う方向にはすべりが発生し、摩擦力以上の荷重を受けない構造である。

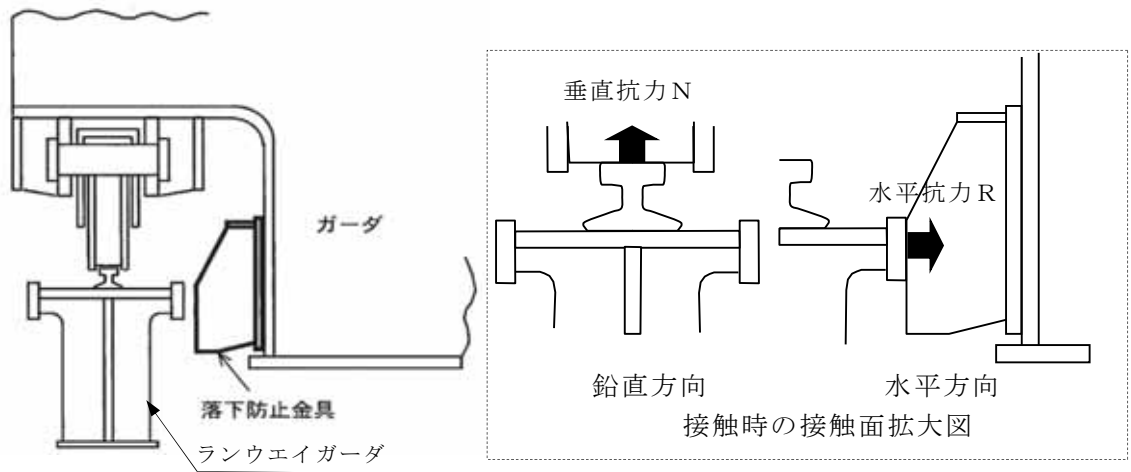
クレーン本体とランウェイガード間の取り合い部を例とすると、すべりを想定する面としては、鉛直方向（車輪からレール間）と水平方向（落下防止金具からランウェイガード間）が挙げられる（別図 1-4）。

鉛直方向には、自重が常時下向きに加わっており、地震による鉛直方向加速度が 1 G を上回りクレーン本体が浮き上がりの挙動を示すごく僅かな時間帯を除き、常に車輪はレール上面に接触し垂直抗力  $N$  が発生する状態であることから、摩擦係数  $\mu$  ( $=0.30$ ) 一定の条件の下、垂直抗力  $N$  を時々刻々変化させた摩擦力  $f$  ( $=\mu N$ ) を考慮している。

これに対して、水平方向には常時作用する荷重が無く、水平方向（横行方向）の地震力が作用し落下防止金具がランウェイガード側面に接触する際のみ水平抗力  $R$  が発生する。しかしながら、地震力は交番荷重であること及び、接触後も部材間の跳ね返りが発生することから、側面の接触時間はごく僅かな時間となる。また、大きな摩擦力が発生するためには、横行方向の地震力により瞬間的に水平抗力  $R$  が発生する間に、走行方向の大きな地震力が同時に作用することが必要であることから、各方向地震動の非同時性を考慮し、側面の接触による摩擦力は考慮していない。

なお、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して、駆動輪に接続される電動機及び減速機等の回転部分が破損し駆動輪が自由に回転する可能性も考えられ

るが、その場合は駆動輪が回転することにより摩擦力は低減することから、上記のように摩擦力を考慮した評価を行うことで保守的な評価となると言える。



別図 1-4 鉛直方向と水平方向との接触面

## 2. レール等の破損による解析条件への影響について

クレーンのモデル化にあたっては、車輪がレール上にあり、レール直角方向に対しては落下防止金具又はトロリストッパが接触して機能することを前提としている。

ここでは、地震応答解析モデルの前提としている「レール上に車輪が乗っていること」が落下防止金具又はトロリストッパの健全性を確認することで満足されることを、クレーン本体とランウェイガーダ間の取り合い部を例として示す。

クレーン横行方向に地震力が作用する際は、車輪がレール上に乗り上がる挙動が想定されるが、落下防止金具がランウェイガーダに接触することで、横行方向の移動量は制限される。落下防止金具は構造強度部材として基準地震動  $S_s$  によって生じる地震力に対して、許容応力を満足する設計としており、地震で破損することは無いため、落下防止金具とランウェイガーダ間の

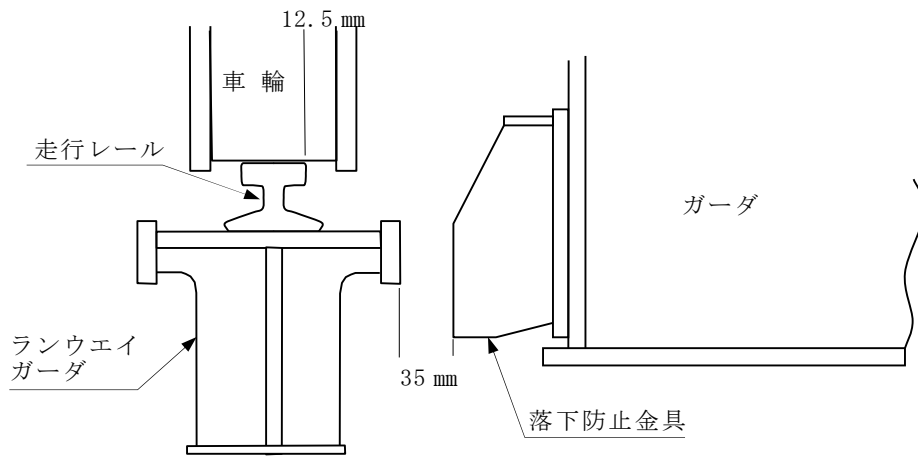
ギャップ量に相当する移動量となった場合であっても、構造上車輪はレール上から落ちることは無い（別図 1-5）。

本体ガードとトロリストッパの寸法も同様の関係となっている。

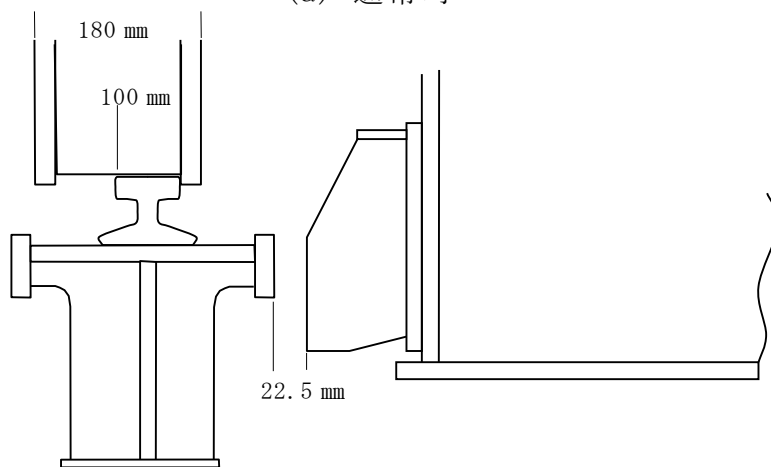
また、落下防止金具とランウェイガードが接触するより前に、車輪からレールに荷重が伝わることとなるが、車輪のつばとレールが接触（移動量 12.5mm）してから落下防止金具とランウェイガードが接触（移動量 35mm）し移動が制限されるまでの移動量は 22.5mm（=35mm-12.5mm）程度であることから、落下防止金具が接触して機能する前に鋼製部材であるレールが大きく破損することは無いと考えられる。このように、車輪のつばの有無によらず構造強度部材である落下防止金具が機能することで車輪がレール上にとどまる設計であることから、車輪のつばは地震応答解析の前提条件に影響するものではない。

以上より、地震時に落下防止金具がランウェイガードに接触して機能する前に、車輪がすべり面であるレールから落下することや、レールが大きく破損することが無いことから、落下防止金具が機能する前に地震応答解析モデルの前提を満足しなくなるおそれは無いと言える。

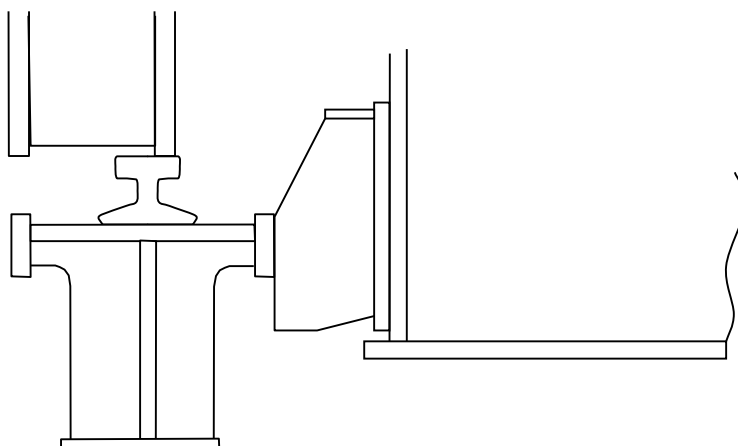




(a) 通常時



(b) 水平方向地震力により車輪のつばがレールに接触  
(水平移動量 12.5mm)



(c) 水平方向地震力により落下防止金具とランウエイガーダが接触  
(水平移動量 35mm)

(本図は車輪がレールから外されないことを示すための概念図であり、構造物の大きさや間隙については実物とは異なる。)

別図 1-5 概念図

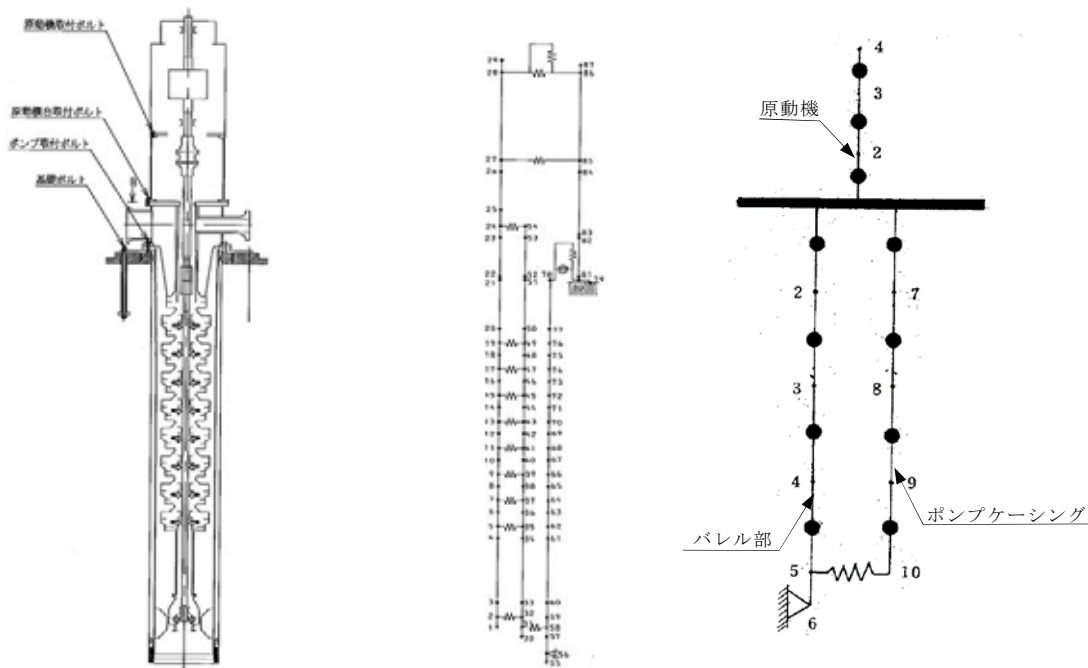
4条-別紙5-21

ポンプ等の解析モデルの精緻化について

1. 立形ポンプの解析モデルの精緻化

既工認における高圧炉心スプレイポンプ、低圧炉心スプレイポンプ及び残留熱除去系ポンプの解析モデルは、立形ポンプの構造を模擬したバレル部及びポンプケーシングによる質点系モデルを構築していた。今回工認では、最新の知見によるモデル化を行う観点から、J E A G 4601-1981 追補版に基づき、モデルの精緻化を行う（第 2-1 図参照）。

なお、本解析モデルは大間 1 号炉の既工認及び東海第二発電所の立形ポンプのうち、非常用ディーゼル発電機海水ポンプ及び残留熱熱除去系海水ポンプの既工認にて適用実績がある（第 2-2 図参照）。



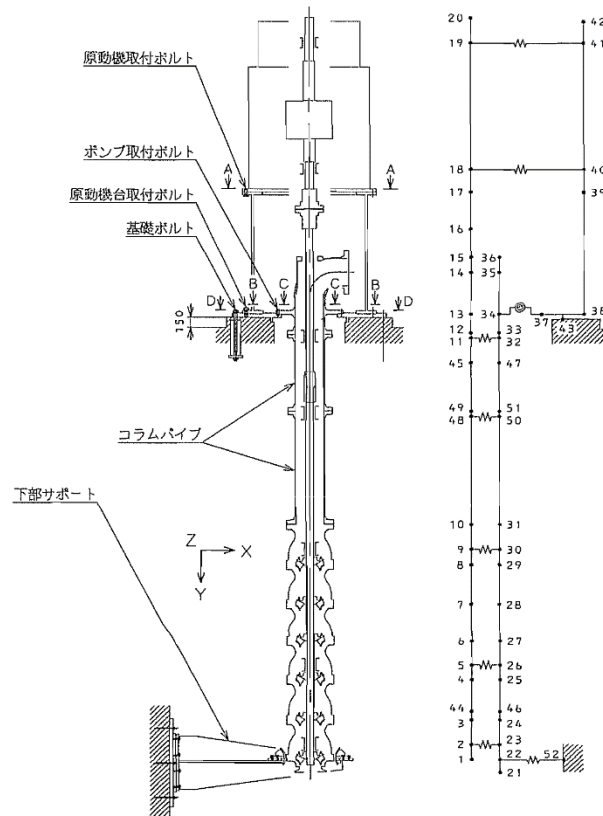
構造概要図

今回工認の解析モデル

既工認の解析モデル

第 2-1 図 立形ポンプの解析モデル図

(高圧炉心スプレイポンプ解析モデルの例)



構造概要図 既工認の解析モデル

第 2-2 図 残留熱除去系海水ポンプ解析モデル

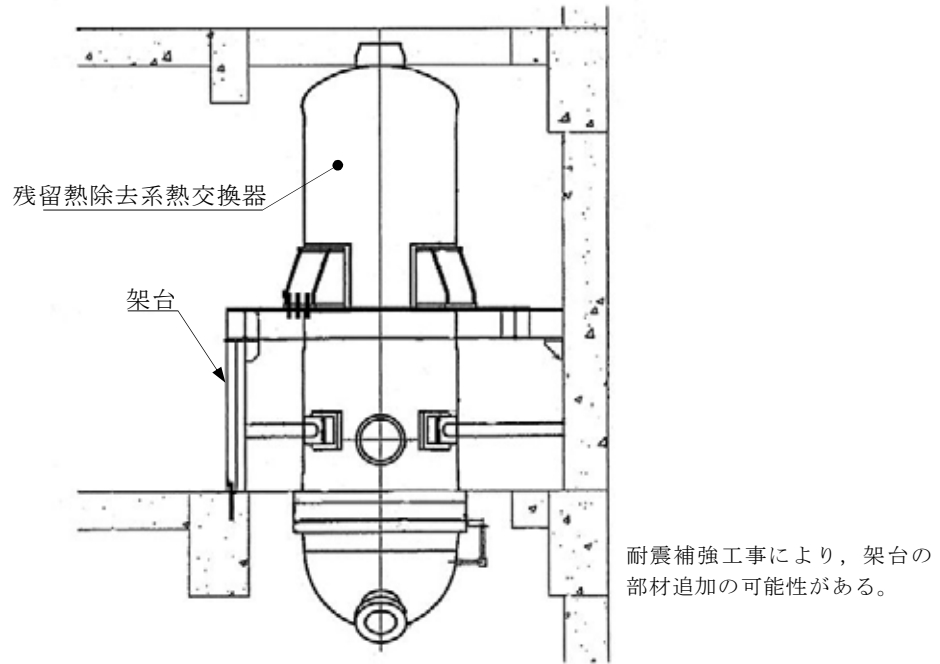
## 2. 残留熱除去系熱交換器の解析モデルの精緻化

残留熱除去系熱交換器の支持構造概要図を第 2-3 図に示す。残留熱除去系熱交換器は、原子炉建屋床面に設置された架台を介して支持する構造である。既工認における応力評価は、架台部の 1 次固有周期に対して設計用床応答スペクトルから算出される加速度を入力として、規格計算式によって熱交換器本体の評価を実施していた。

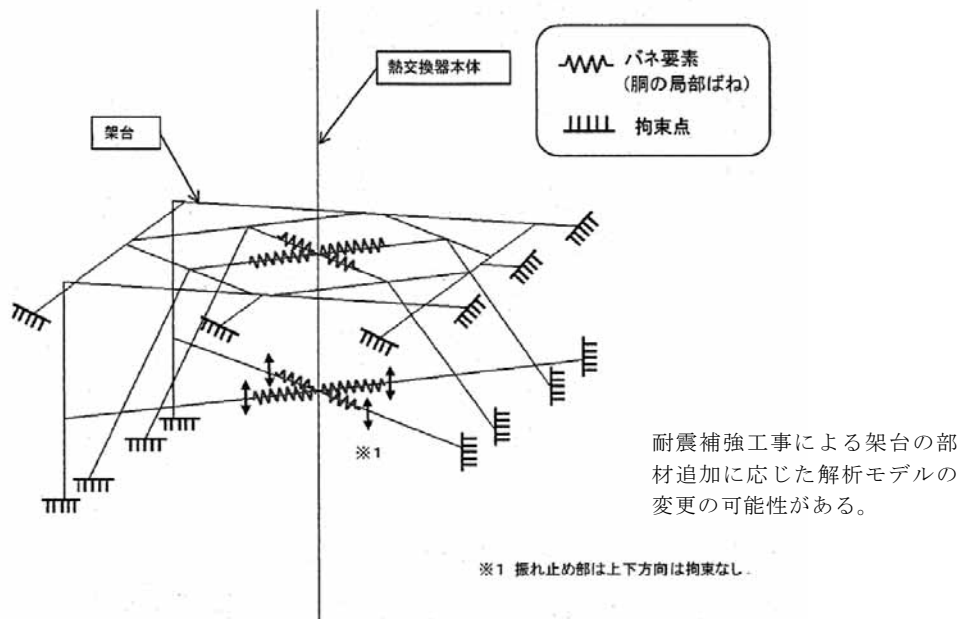
今回工認においては、架台及び熱交換器本体との相互影響を精緻に評価す

る観点から、第2-4図に示す多質点系のはりモデルを用いた地震応答解析により評価を行う。

なお、多質点系のはりモデルを用いた地震応答解析については、大間1号炉においての既工認にて適用実績がある。



第2-3図 残留熱除去系熱交換器支持構造概要図

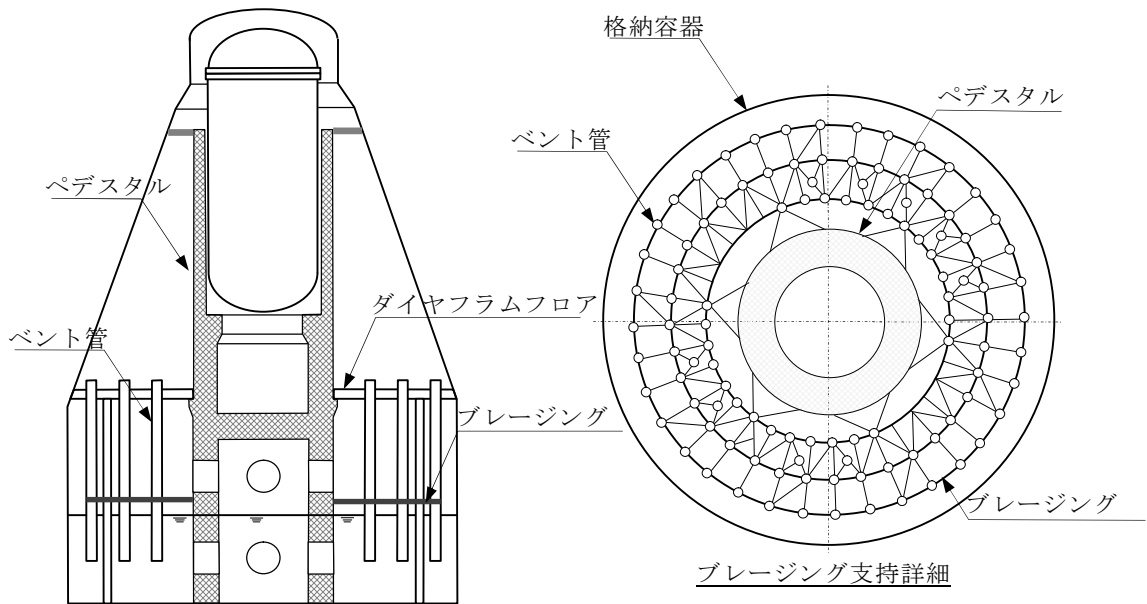


第2-4図 残留熱除去系熱交換器解析モデル図

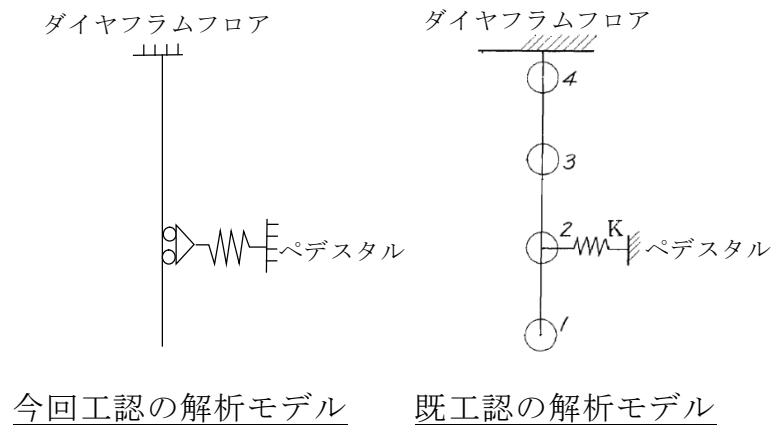
### 3. 格納容器ベント管の解析モデルの精緻化

格納容器のベント管の支持構造図を第 2-5 図に示す。ベント管はダイヤフラムフロアにより支持され、ブレイジングにて水平方向を拘束されている。

第 2-6 図にベント管の解析モデル図を示す。今回工認においては、大間 1 号炉の既工認実績を踏まえて、質点モデルからビーム要素に変更した解析モデルを用いた地震応答解析により評価を行う。



第 2-5 図 ベント管概要図



第 2-6 図 ベント管解析モデル図

## 容器等の応力解析への F E Mモデルの適用について

既工認において、公式等による評価にて耐震計算を実施していた設備について、至近の既工認の適用実績を踏まえて、3次元 F E Mモデル、多質点モデルを適用した耐震評価を実施する。F E Mモデルを用いる手法等は、大間 1 号炉を含めて他 B W R での適用実績がある手法である。

## 1. 容器への F E Mモデルの適用

パーソナルエアロック、サプレッションチェンバ、アクセスハッチ等の格納容器本体に取付く各構造物並びにディーゼル発電機の付属設備である始動用空気だめ及び燃料油デイトンクについて、実機の形状をシェル要素にて模擬し、J S M E 等に基づく材料諸元を与えてモデル化することにより、応答解析を行う。応答解析に用いる解析モデル図の例を第 3-1 図に示すとともに第 3-1 表及び第 3-2 表に解析概要を示す。



第 3-1 図 格納容器の F E Mモデル図  
(パーソナルエアロックの F E Mモデルの例)

第 3-1 表 格納容器の F E M解析概要

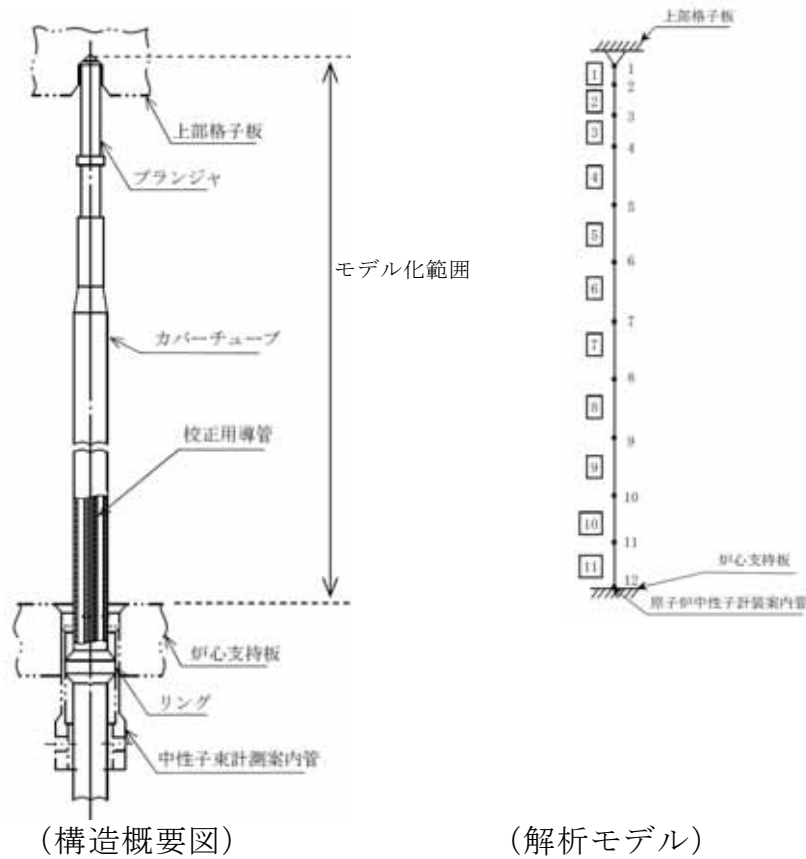
項 目	内 容
適用部位	パーソナルエアロック取付部 サプレッションチェンバアクセスハッチ取付部 イクイPMENTハッチ取付部 配管貫通部取付部 電気配線貫通部取付部 上部シアラグ取付部 下部シアラグ取付部
解析コード	NASTRAN
地震条件	別途実施する地震応答解析から得られる地震力（荷重，加速度）を入力とする。

第 3-2 表 D G用補機類容器の F E M解析概要

項 目	内 容
適用部位	非常用ディーゼル発電機用始動空気だめ及び燃料油デイタンク 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用始動空気だめ及び燃料油デイタンク
解析コード	Abaqus
地震条件	別途実施する原子炉建屋地震応答解析から得られる加速度を入力とする。

### 3. 原子炉圧力容器内構造物への多質点モデルの適用

原子炉圧力容器内構造物であるジェットポンプ、炉心スプレイスパージャ及び出力領域計装検出器（LPRM）について、実機形状を質点とはり要素に置き換えた多質点モデルにて応答解析を行う。応答解析に用いる解析モデル図の例を第 3-2 図に示すとともに第 3-3 表に解析概要を示す。



第 3-2 図 原子炉圧力容器内構造物の多質点モデル図

(出力領域計装検出器の多質点モデルの例)



第 3-3 表 原子炉压力容器内構造物解析概要

項目	内容
適用部位	ジェットポンプ* <sup>1</sup> 高圧炉心スプレイスパージャ* <sup>1</sup> 低圧炉心スプレイスパージャ* <sup>1</sup> 出力領域計装検出器* <sup>2</sup>
解析コード	NASTRAN (* 1 に適用) SAP-IV (* 2 に適用)
地震条件	別途実施する地震応答解析から得られる加速度を入力とする。

## 解析コードの変更について

今回工認における格納容器，原子炉圧力容器等の主要設備の耐震評価に適用する解析コードについては，既工認時に適用した解析コードから第 4-1 表に示す大間 1 号炉の既工認において適用実績がある解析コードに変更する。各評価対象設備の解析モデルの設定の妥当性については，工事計画認可申請の耐震計算書において説明するものとする。

第 4-1 表 格納容器，原子炉圧力容器等の解析コードの変更（1/2）

評価対象設備		解析コード		適用実績
		既工認	今回工認	
格納容器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドライウエル</li> <li>・サブプレッションチェンバ</li> <li>・ベント管</li> <li>・格納容器スプレイヘッダ</li> </ul>	ASSAL	NASTRAN	大間 1 号炉 既工認
原子炉圧力 容器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・円筒胴</li> <li>・下鏡</li> <li>・制御棒駆動機構ハウジング 貫通部</li> <li>・再循環水出口ノズル</li> <li>・再循環水入口ノズル</li> <li>・蒸気出口ノズル</li> <li>・給水ノズル</li> <li>・低圧炉心スプレイノズル</li> <li>・高圧炉心スプレイノズル</li> <li>・低圧注水ノズル</li> <li>・上鏡スプレイノズル</li> <li>・ベントノズル</li> <li>・ジェットポンプ計測管貫通 部ノズル</li> <li>・液体ポイズン及び炉心計測 ノズル</li> <li>・円筒胴計測ノズル</li> <li>・ドレンノズル</li> <li>・支持スカート</li> </ul>	ASSAL 及び FEMR	ASHSD2	大間 1 号炉 既工認
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・差圧検出・ほう酸水注入配 管</li> </ul>	EBASCO 社 構造解析コード	NASTRAN	大間 1 号炉 既工認

第 4-1 表 格納容器，原子炉压力容器等の解析コードの変更 (2/2)

設備名	評価対象項目	解析コード		適用実績
		既工認	今回工認	
炉心支持構造物 (压力容器内構造物を含む)	・シュラウドサポート	ASSAL	ASHSD2	大間 1 号炉 既工認
	・給水スパージャ ・炉心スプレイ系配管 (原子炉压力容器内) ・差圧検出・ほう酸水注入系配管 (原子炉压力容器内)	EBASCO 社 構造解析コード	NASTRAN	大間 1 号炉 既工認
	・起動領域計装	HISAC	SAP-IV	大間 1 号炉 既工認
その他機器類	・水圧制御ユニット	EBASCO 社 構造解析コード	SAP-IV	大間 1 号炉 既工認

## 最新知見として得られた減衰定数の採用について

### 1. 概要

今回工認では、以下の設備について最新知見として得られた減衰定数を採用する。これらの変更は、振動試験結果を踏まえ設計評価用として安全側に設定した減衰定数を最新知見として反映したものであり、大間1号炉の建設工認において適用実績がある。

- ① 原子炉建屋クレーン及び使用済燃料乾式貯蔵建屋クレーン（以下「建屋クレーン」という。）の減衰定数<sup>※1</sup>
- ② 燃料取替機の減衰定数<sup>※1</sup>
- ③ 配管系の減衰定数<sup>※1, ※2</sup>

※1 電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（H7～H10）」

※2 電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価手法に関する研究（H12～H13）」

なお、本資料に記載する①～③の内容については、「大間原子力発電所1号機の工事計画認可申請に関わる意見聴取会」において聴取されたものである。

また、鉛直方向の動的地震力を適用することに伴い、鉛直方向の設計用減衰定数についても大間1号炉と同様に新たに設定している。

2. 今回の評価で用いた設計用減衰定数

最新知見として反映した建屋クレーン，燃料取替機及び配管系の設計用減衰定数を第 5-1 表及び第 5-2 表に示す。

第 5-1 表 建屋クレーン及び燃料取替機の設計用減衰定数

設 備	設計用減衰定数(%)			
	水平方向		鉛直方向	
	JEAG4601* <sup>1</sup>	東海第二* <sup>2</sup>	JEAG4601* <sup>1</sup>	東海第二* <sup>2</sup>
建屋クレーン	1.0	2.0	—	2.0
燃料取替機	1.0	2.0	—	1.5(2.0)* <sup>3</sup>

注記\*1：原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版（社団法人日本電気協会）に定まる設計用減衰定数

\*2：東海第二発電所にて適用する設計用減衰定数

\*3：（ ）外は，燃料取替機のトロリ位置が端部にある場合

（ ）内は，燃料取替機のトロリ位置が中央部にある場合

 ：新たに設定したもの

 ：JEAG4601 から見直したもの

第 5-2 表 配管系の設計用減衰定数

		設計用減衰定数* <sup>1</sup> (%)			
		保温材無		保温材有* <sup>2</sup>	
		JEAG 4601* <sup>3</sup>	東海 第二* <sup>4</sup>	JEAG 4601* <sup>3</sup>	東海 第二* <sup>4</sup>
I	スナッパ及び架構レストレイント支持主体の配管系で、支持具(スナッパ又は架構レストレイント)の数が4個以上のもの	2.0	同左	2.5	3.0
II	スナッパ、架構レストレイント、ロッドレストレイント、ハンガ等を有する配管系で、アンカ及びUボルトを除いた支持具の数が4個以上であり、配管区分Iに属さないもの	1.0	同左	1.5	2.0
III	Uボルトを有する配管系で、架構で水平配管の自重を受けるUボルトの数が4個以上のもの* <sup>5</sup>	—	2.0	—	3.0
IV	配管区分I、II及びIIIに属さないもの	0.5	同左	1.0	1.5

: 新たに設定したもの  
 : JEAG4601 から見直したもの

- \* 1 : 水平方向及び鉛直方向の設計用減衰定数は同じ値を使用
- \* 2 : 保温材による付加減衰定数は、配管全長に対する金属保温材使用割合が 40% 以下の場合 1.0% を適用するが、金属保温材使用割合が 40% を超える場合は、0.5% とする。
- \* 3 : 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版(社団法人 日本電気協会) に定まる設計用減衰定数
- \* 4 : 東海第二発電所にて適用する設計用減衰定数
- \* 5 : 区分III (Uボルトを有する配管系) については、新たに設定したものであり、現状 JEAG4601 では区分IVに含まれる。

(適用条件)

- a. 適用対象がアンカからアンカまでの独立した振動系であること。  
 大口径管から分岐する小口径管は、その口径が大口径管の口径の 1/2 倍以下である場合、その分岐部をアンカ相当とする独立の振動系とみなしてよい。
- b. 配管系全体として、配管系支持具の位置及び方向が局所的に集中していないこと。
- c. 配管系の支持点間の間隔が次の条件を満たすこと。  
 配管系全長 / (配管区分ごとに定められた支持具の支持点数) ≤ 15 (m / 支持点)  
 ここで、支持点とは、支持具が取付けられている配管節点をいい、複数の支持具が取付けられている場合も 1 支持点とする。
- d. 配管と支持構造物との間のガタの状態等が施工管理規程に基づき管理されていること。ここで、施工管理規程とは、支持装置の設計仕様に要求される内容を反映した施工要領等をいう。

### 3. 設計用減衰定数の考え方

#### (1) 建屋クレーン及び燃料取替機の設計用減衰定数

##### a. 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4601-1991 追補版（以下「J E A G 4601」という。）に基づく設計用減衰定数

J E A G 4601 において建屋クレーン及び燃料取替機は溶接構造物として分類されているため、設計用減衰定数は 1.0% が適用される。

##### b. 設計用減衰定数の見直し

建屋クレーン及び燃料取替機の減衰定数に寄与する要素には、材料減衰と部材間に生じる構造減衰に加え、車輪とレール間のガタや摩擦による減衰があり、溶接構造物としての 1.0% より大きな減衰定数を有すると考えられることから、実機を試験体とした振動試験が実施された。

振動試験の結果、建屋クレーンの減衰定数については水平 2.0%、鉛直 2.0% が得られた。また、燃料取替機の減衰定数については水平 2.0%、鉛直 1.5%（燃料取替機のトロリ位置が端部にある場合）、2.0%（燃料取替機のトロリ位置が中央部にある場合）が得られた。

##### c. 東海第二発電所への適用性

振動試験の概要並びに振動試験における試験体、東海第二発電所の実機及び先行認可実績のある大間 1 号炉の実機との仕様の比較を参考資料 1 及び参考資料 2 に示す。

東海第二発電所における建屋クレーン及び燃料取替機については、試験結果の適用性が確認されている大間 1 号炉の原子炉建屋クレーン及び燃料取替機と同等の基本仕様を有する。従って、今回の評価における建屋クレーンの減衰定数については水平 2.0%、鉛直 2.0% を用いる。また、燃料取替機の減衰定数については水平 1.5%（燃料取替機のトロリ位置が端部にある場合）、2.0%（燃料取替機のトロリ位置が中央部にある場合）

を用いる。

(2) 配管系の設計用減衰定数

a. J E A G 4601 に基づく設計用減衰定数

J E A G 4601 における配管系の設計用減衰定数は、配管支持装置の種類や個数によって 3 区分に分類されており、さらに保温材を設置した場合の設計用減衰定数が規定されている。

b. 今回の評価で用いる設計用減衰定数

以下、(a)、(b) に示す項目については、配管系の振動試験の研究成果に基づき、J E A G 4601 に規定する値を見直し設定する。

(a) Uボルト支持の配管系

J E A G 4601 におけるUボルト支持配管系の設計用減衰定数は、0.5%と規定されている。

Uボルト支持の配管系の減衰に寄与する要素には、主に配管支持部における摩擦があり、架構レストレイントを支持具とする配管系と同程度の減衰定数を有すると考えられることから、振動試験等が実施され、減衰定数 2.0%が得られた。

振動試験で用いられたUボルトについては、原子力発電所で採用されている代表的なものを用いていることから、振動試験等により得られた減衰定数を適用できると判断し、今回の評価におけるUボルト支持配管系の設計用減衰定数は、振動試験結果から得られた減衰定数 2.0%を設定する。

なお、参考として振動試験結果の概略を参考資料 3 に示す。

(b) 保温材を設置した配管系

J E A G 4601 における保温材を設置した設計用減衰定数は、振動試験の結果に基づき、保温材を設置していない配管系に比べ設計用減衰定



数を 0.5%付加できることが規定されている。

その後、保温材の有無に関する減衰定数の試験データが拡充され、保温材を設置した場合に付加できる設計用減衰定数を見直すための検討が行われた。

今回の評価における保温材を設置した場合に付加する設計用付加減衰定数は、振動試験結果から得られた減衰定数 1.0%を、保温材無の場合に比べて付加することとする。

なお、振動試験結果の概略を参考資料 4 に示す。

#### c. 東海第二発電所への適用性

減衰定数の検討においては、要素試験結果から減衰定数を算出するための評価式を求め、その上で、実機配管系の解析を行い、減衰定数を求めている。

要素試験においては、原子力発電所で採用されている代表的な 4 タイプ(参考資料 3 補足参照)を選定しており、東海第二発電所においても、この 4 タイプの U ボルトを採用している。また、実機配管系の解析対象とした 28 モデルには、BWR プラントの実機配管も含まれており、配管仕様(口径, 肉厚, 材質), 支持間隔・配管ルートについては、様々な配管剛性や振動モードに対応した検討を実施している。(参考資料 3 参照)

従って、今回検討した設計用減衰定数は東海第二発電所へ適用可能であり、東海第二発電所における配管の設計用減衰定数として設定する。

#### 4. 鉛直方向の設計用減衰定数について

今回工認では、鉛直方向の動的地震力を適用することに伴い、鉛直方向の設計用減衰定数を新たに設定している。今回工認で適用する設計用減衰定数について、J E A G 4601 に規定されている設計用減衰定数との比較を第 5-3 表に示す。

鉛直方向の設計用減衰定数は、基本的に水平方向と同様とするが電気盤や燃料集合体等の鉛直地震動に対し剛体挙動する設備は 1.0%とする。また、建屋クレーン、燃料取替機及び配管系については、既往の試験等により確認されている値を用いる。

なお、これらの設計用減衰定数は、大間 1 号炉の建設工認にて適用例がある。

第 5-3 表 機器・配管系の設計用減衰定数

設 備	設計用減衰定数 (%)			
	水平方向		鉛直方向	
	J E A G 4601	今回工認	J E A G 4601	今回工認
溶接構造物	1.0	同左	—	1.0
ボルト及びリベット構造物	2.0	同左	—	2.0
ポンプ・ファン等の機械装置	1.0	同左	—	1.0
燃料集合体	7.0	同左	—	1.0
制御棒駆動機構	3.5	同左	—	1.0
電気盤	4.0	同左	—	1.0
建屋クレーン	1.0	2.0	—	2.0
燃料取替機	1.0	2.0	—	1.5(2.0)*
配管系	0.5~2.0	0.5~3.0	—	0.5~3.0

注記 \* : ( ) 外は、燃料取替機のトロリ位置が端部にある場合  
( ) 内は、燃料取替機のトロリ位置が中央部にある場合

建屋クレーンの振動試験～減衰比の検討～設計用減衰定数の設定

実機を試験体とした振動試験から得られた天井クレーン構造の減衰特性に基づき、設計用減衰定数の検討を行った。

1. 代表試験体の選定

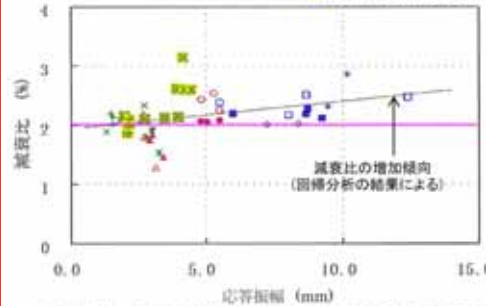
原子炉建屋天井クレーン 8 タイプ、一般用 2 タイプの天井クレーンの基本仕様（トロリ及びガーダの重量、高さ、スパン）を調査。  
各クレーンの、構成要素・基本構造、減衰に影響を与えると考えられるクレーン全重量とトロリ重量の比及び振動特性が同等であることを確認。

一般用天井クレーンを代表試験体とし、個体差及びガーダ形状の影響を確認するために、ガーダの断面形状が異なるタイプの同一仕様の試験体No.1, No.2 及びガーダの断面形状が同じタイプの試験体No.3 を使用し、合計 3 機の試験体で実施。

3. 計測データの処理

振動試験で得られた自由振動波形から減衰比を算定

【凡 例】  
試験体 No.1 (試験体 No.2)  
<ガーダ形状が異なるタイプ>  
(同一タイプ 2 機で試験を実施)  
● トロリ中央、走行ギヤ側  
○ (□) トロリ中央、架線側  
▲ トロリ 1/4、走行ギヤ側  
△ (◇) トロリ 1/4、架線側  
試験体 No.3  
<ガーダ形状が同一なタイプ>  
× トロリ主中補中、A 側  
□ トロリ主中補中、B 側  
\* トロリ主 1/4 補 1/4、A 側  
■ トロリ主 1/4 補 1/4、B 側  
+ トロリ主端補強、A 側  
田 トロリ主端補強、B 側

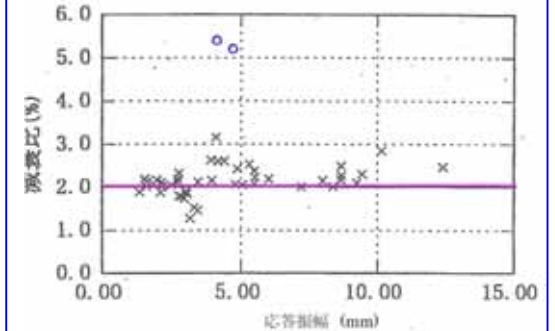


天井クレーンの減衰比と応答振幅の関係 (鉛直方向)

天井クレーンの減衰比と応答振幅の関係 (鉛直方向)

【凡 例】  
試験体 No.2  
○ 水平方向減衰比 [トロリ中央部]

試験体 No.1～No.3  
× 鉛直方向減衰比  
(左図に示した鉛直方向の結果を参考として記載)



天井クレーンの減衰比と応答振幅の関係 (水平方向)

2. 振動試験

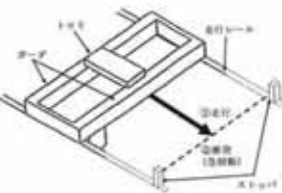
【鉛直方向の加振方法】

吊荷を床から 50mm 程度まで持ち上げた後、最大速度で下降させて床に着地させ、この時の自由振動を計測する。



【水平方向の加振方法】

クレーンを 1m 程度走行させ、急停止することにより、自由振動を計測する。



4. 設計用減衰定数の設定

【試験結果 (鉛直方向)】

応答振幅に対する減衰比の傾向は、応答振幅が比較的小さい場合には減衰比のばらつきが大きいが、応答振幅が大きくなると、減衰比の発生源となる構造減衰が増加し、減衰比が徐々に増加するとともに、そのばらつきが小さくなる。  
応答振幅 5.0mm で減衰比 2.0% 以上が得られた。

【設計用減衰定数 (鉛直方向)】

応答振幅の増加に伴い減衰比は増加傾向にあり、設計応答振幅 (トロリ位置中央部 12.2mm、端部 6.0mm) レベルで減衰比 2.0% 以上となっていることから、設計用減衰定数 2.0% と設定した。

【試験結果 (水平方向)】

水平方向の減衰比は、応答振幅レベル 4.7mm において 5.2% という結果が得られた。

【設計用減衰定数 (水平方向)】

水平方向の減衰比は、応答振幅レベル 4.7mm において 5% 程度の減衰比が得られているが、データ点数が少ない (設計応答振幅 8.9mm に達していない) ため、鉛直方向と同じ 2.0% を水平方向の設計用減衰定数と設定した。

○ 建屋クレーンの試験体と実機との仕様比較

建屋クレーンは、ガーダ2本上にトロリが設置されている構造である。表2-1に天井クレーン試験体、東海第二発電所及び大間1号炉の建屋クレーンの主要な仕様を示す。

表2-1 天井クレーン試験体、実機建屋クレーン仕様の比較

仕 様		試験体 一般用天井クレーン		実機建屋クレーン			備 考
		試験体 No1, 2	試験体 No3	東海第二		大間1号機	
				原子炉建屋 クレーン	使用済燃料 乾式貯蔵建屋 クレーン	原子炉建屋 クレーン	
トロリ	重量 $W_t$ (ton)	43.5	71.0	48.0	30.0	80.0	
	高さ $h$ (m)	2.265	3.0	2.280	0.975	2.815	
	スパン $l_1$ (m)	5.8	6.8	5.6	4.0	7.7	
	スパン $l_2$ (m)	4.1	3(主巻用) 2.5(補助巻用)	4.1	3.6	4.6	
ガーダ	重量 $W_g$ (ton)	104.5	191.5	118.0	67.0	190	
	高さ $H$ (m)	1.32	2.3	2.5	4.42	1.915	
	スパン $L_1$ (m)	33.0	33.0	39.5	20.4	34.9	
	スパン $L_2$ (m)	7.06	8.9	6.2	7.6	9.38	
総重量	$W_T$ (ton)	148.0	262.5	166.0	107.0	270.0	
トロリ重量と 総重量の比	$W_t/W_T$	0.294	0.270	0.289	0.309	0.298	

○ 試験体と実機の比較の考え方

減衰比は、一般的に振動エネルギーと消散エネルギーの比で表される。消散エネルギーはガーダ等の構造部材の材料減衰、トロリ、ガーダ等のガタや摩擦による構造減衰により発生すると考えられ、天井クレーン構造の建屋クレーンにおいては、ガーダ、トロリは固定構造ではなく、レールと車輪間にすべりが発生する構造であることから、トロリとガーダとの微小な相対運動によるエネルギーの消散が減衰特性に最も影響が大きい因子と考えられる。

ここで、トロリの相対運動による消散エネルギーはトロリ質量に比例し、振動エネルギーはクレーンの振動質量に比例する。建屋クレーンは建屋に対して走行車輪部のみで支持された両端支持はりの構造をしており、地震時の振動モードは上下・水平方向共にガーダ中央のたわみが最大となる1次モードが支配的となる。そのため、振動質量はクレーンの総質量に比例し、減衰比はトロリ質量とクレーンの総重量の比に影響を受けることになる。

上表とおり、東海第二発電所の建屋クレーンのトロリ重量と総重量の比は、試験体及び大間1号炉の実機と同程度になることを確認している。

以上から、建屋クレーンの設計用減衰定数として水平2.0%、鉛直2.0%を適用する。

# 燃料取替機への振動試験～減衰比の検討～設計用減衰定数の設定

実機を試験体とした振動試験から得られた燃料取替機の減衰特性に基づき、設計用減衰定数の検討を行った。

## 1. 代表試験体の選定

燃料取替機5機について、基本仕様（トロリ及びガードの重量、高さ、スパン）を調査。各燃料取替機の、構成要素・基本構造・サイズ・重量・振動特性が同等であることを確認。

燃料取替機5機の中から建設中プラントの燃料取替機を代表試験体として選定。

## 2. 振動試験

【加振方法（鉛直・水平方向）】  
トロリ中央部に設置した加振装置による強制加振（正弦波 5Hz から 20Hz）

## 3. 計測データの処理

振動試験で得られた周波数応答曲線からハーフパワー法で減衰比を算定

【凡例】

- マスト箱, トロリ中央
- ▲ マスト箱, トロリ中央
- マスト箱, トロリ端
- △ マスト箱, トロリ端

燃料取替機の減衰比と応答振幅の関係（鉛直方向）

【凡例】

- 水平方向減衰比[トロリ中央部]
- 水平方向減衰比[トロリ端部]
- × 鉛直方向減衰比

（左図に示した鉛直方向の結果を参考として記載）

燃料取替機の減衰比と応答振幅の関係（水平方向）

## 4. 設計用減衰定数の設定

【試験結果（鉛直方向）】  
トロリ位置が中央部の場合では、応答振幅の増加に従って減衰比は増加する傾向を示している。応答振幅0.40mmで減衰比2.0%以上が得られている。  
トロリ位置が端部の場合では、応答振幅に係らず1.5%程度の減衰比が得られている。

【試験結果（水平方向）】  
燃料取替機の水平方向の減衰比は、トロリ位置が中央部では応答振幅0.07mmにおいて3.6%、トロリ位置が端部では応答振幅0.07mmにおいて3.1%という結果が得られている。

【設計用減衰定数（鉛直方向）】  
トロリ位置が中央部の場合では、応答振幅の増加に伴い減衰比は増加傾向にあり、応答振幅レベル0.40mmでも減衰比2.0%以上となっていることから、設計用減衰定数2.0%としたとしている。  
トロリ位置が端部の場合では、応答振幅に係らず1.5%程度の減衰比が得られていることから、設計用減衰定数1.5%とした。

【設計用減衰定数（水平方向）】  
水平方向の減衰比は、応答振幅レベル0.07mmで3.6%（トロリ中央部）及び3.1%（トロリ端部）の減衰比が得られているが、データ点数が少ないため、鉛直方向と同じ2.0%を水平方向の設計用減衰定数とした。

○ 燃料取替機の試験体と実機との仕様比較

燃料取替機は、フレーム構造のブリッジ上にトロリが設置されている構造である。表 3-1 に燃料取替機試験体、東海第二発電所及び大間 1 号炉の燃料取替機の主要な仕様を示す。

表 3-1 燃料取替機試験体、実機燃料取替機仕様の比較

仕 様		試験体	実機		備 考
			東海第二	大間	
トロリ	質量 $W_t$ (ton)	15.5	15.0	27.0	
	高さ $h$ (m)	4.795	4.533	5.795	
	スパン $l_1$ (m)	3.0	2.5	3.0	
	スパン $l_2$ (m)	2.6	2.6	3.0	
ブリッジ	質量 $W_g$ (ton)	23.6	36.0	40.0	
	高さ $H$ (m)	2.005	2.415	2.075	
	スパン $L_1$ (m)	12.46	13.36	15.16	
	スパン $L_2$ (m)	4.6	4.6	4.43	
総質量	$W_f$ (ton)	39.1	51.0	67.0	

○ 試験体と実機の比較の考え方

燃料取替機については、ブリッジ等の骨組み構造の材料減衰、トロリ、ブリッジ等のガタや摩擦による構造減衰が減衰比に影響を与えと考えられる。トロリの構造減衰はトロリ位置によって異なる。試験で得られた減衰比データとしては、ブリッジ中央にトロリがある場合、ブリッジの端部にトロリのある場合の 2 種類ある。鉛直方向に関しては、ブリッジの中央にトロリがある場合の方が、ブリッジの端部にトロリがある場合に比べて、減衰比は高くなっている。

ブリッジ中央にトロリがある場合、鉛直方向に関しては、応答振幅の増加に伴い減衰比は増加傾向にあり、応答振幅レベル 0.40mm で減衰比 2.0%以上となっていることから、設計用減衰定数を 2.0%とする。水平方向の減衰比は、応答振幅レベル 0.07mm で 3.6%の減衰比が得られているが、データ点数が少ないため、鉛直方向と同じ 2.0%を水平方向の設計用減衰定数とした。

ブリッジ端部にトロリがある場合、鉛直方向に関しては、応答振幅に係らず 1.5%程度の減衰比が得られていることから、設計用減衰定数 1.5%とした。水平方向の減衰比は、応答振幅レベル 0.07mm で 3.1%の減衰比が得られているが、データ点数が少ないため、鉛直方向と同じ 2.0%を水平方向の設計用減衰定数とした。

実機への適用性の観点では、上表の試験体と東海第二発電所における燃料取替機の構造の比較から、ブリッジスパン、質量は同等以上となっており、振動特性として応答は大きくなる傾向にあると考えられる。また、試験では低加速度レベル（水平約 100Gal、鉛直約 200Gal）にて実施されているが、実際の基準地震動  $S_s$  はそれよりも大きな加速度レベルとなる。試験結果から、応答の増加に伴い減衰比も増加傾向にあるため、上記の試験結果より得られた減衰比は適用可能と考えられる。

以上から、燃料取替機の設計用減衰定数として水平 2.0%、鉛直 1.5%（燃料取替機のトロリ位置が端部にある場合）、2.0%（燃料取替機のトロリ位置が中央部にある場合）を適用する。

Uボルト支持配管系の振動試験-(1/3):①要素試験～②消散エネルギー評価式の策定～③要素試験結果との比較

Uボルト支持部1箇所での減衰特性を把握するため、最も単純な試験体で振動試験を実施

Uボルト支持配管系の研究の流れ

① 要素試験

Uボルト1個が有する減衰特性を把握



② 消散エネルギー評価式の策定

要素試験結果より、消散エネルギー評価式を策定し、減衰推算法により減衰定数を求める。



③ 要素試験結果との比較

要素試験から策定した消散エネルギー評価式について、実規模配管系で保守性を確認

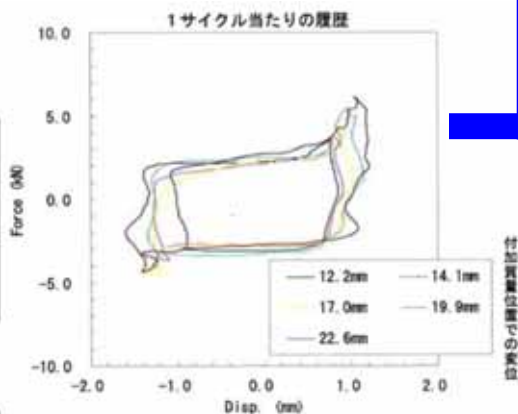
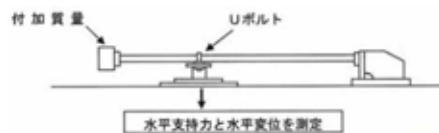


④ 実規模配管系試験

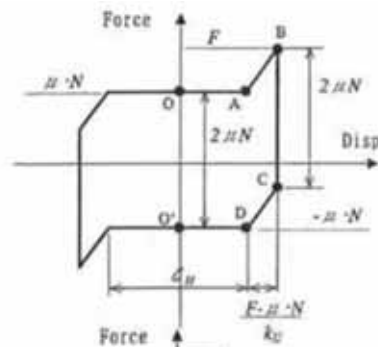
実規模配管系の試験結果と消散エネルギー評価式に基づく減衰定数を比較し、消散エネルギー評価式の保守性を確認



⑤ 配管解析に基づく設計用減衰定数の検討



変位-荷重履歴のモデル化



(消散エネルギー評価式の策定へ)

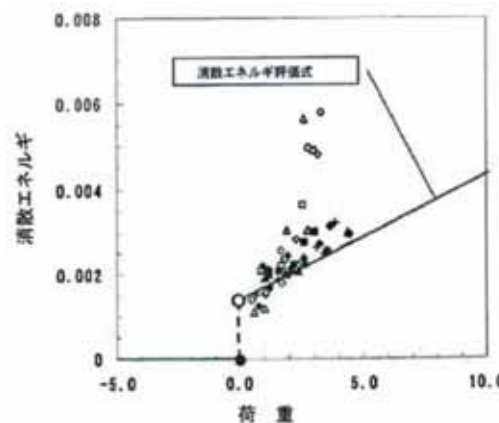
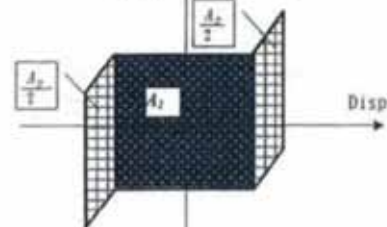
【消散エネルギー評価式の策定】

○モデル内部の面積が消散されるエネルギーであり、この面積を数式化

$$\Delta E = A_1 + A_2$$

$$A_1 = 4 \cdot \mu \cdot N \cdot \frac{\delta_H}{2}$$

$$A_2 = 4 \cdot \mu \cdot N \cdot \frac{F - \mu \cdot N}{k_u}$$



要素試験結果と消散エネルギー評価式の結果の比較



消散エネルギー評価式の保守性の確認

Uボルト支持配管系の振動試験-(2/3):④実規模配管系試験

要素試験結果に基づき策定した消散エネルギー評価式の実機への適用性確認のため、実規模配管系試験による振動試験を実施し、試験結果より得られる減衰定数と消散エネルギー評価式より得られる減衰定数の比較検討を行った。

Uボルト支持配管系の研究の流れ

① 要素試験

Uボルト1個が有する減衰特性を把握



② 消散エネルギー評価式の策定

要素試験結果より、消散エネルギー評価式を策定し、減衰推算法により減衰定数を求める。



③ 要素試験結果との比較

要素試験から策定した消散エネルギー評価式について、実規模配管系で保守性を確認



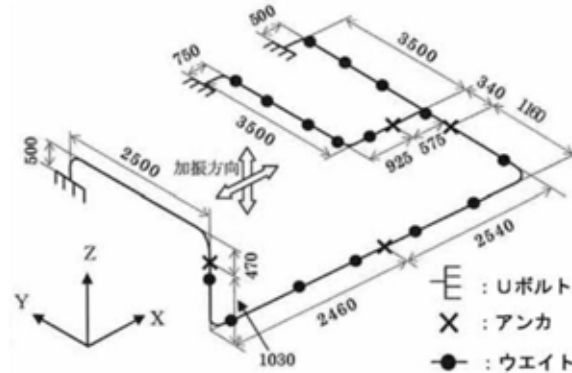
④ 実規模配管系試験

実規模配管系の試験結果と消散エネルギー評価式に基づく減衰定数を比較し、消散エネルギー評価式の保守性を確認

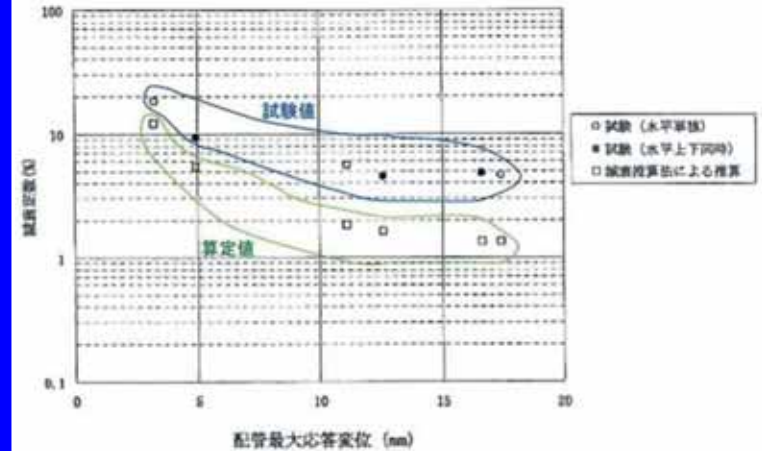


⑤ 配管解析に基づく設計用減衰定数の検討

4条一別紙5-44



試験結果と消散エネルギー評価式による減衰定数の比較



試験結果と消散エネルギー評価式による減衰定数を比較した結果、消散エネルギー評価式の方が全変位領域で下回っており、消散エネルギー評価式の保守性が確認された。



## Uボルト支持配管系の振動試験-(3/3):⑤配管解析に基づく設計用減衰定数の検討

参考資料-3 (3/8)

実機プラントにおいては、配管系の支持箇所やルートは多種多様である。ここでは、実機配管系の計算モデルに対して消散エネルギー評価式を用いて減衰定数を算出し、さらに、Uボルト支持配管系の設計用減衰定数の検討を行った。

### Uボルト支持配管系の研究の流れ

#### ① 要素試験

Uボルト1個が有する減衰特性を把握

#### ② 消散エネルギー評価式の策定

要素試験結果より、消散エネルギー評価式を策定し、減衰推算法により減衰定数を求める。

#### ③ 要素試験結果との比較

要素試験から策定した消散エネルギー評価式について、実規模配管系で保守性を確認

#### ④ 実規模配管系試験

実規模配管系の試験結果と消散エネルギー評価式に基づく減衰定数を比較し、消散エネルギー評価式の保守性を確認

#### ⑤ 配管解析に基づく設計用減衰定数の検討

変位仮定減衰定数

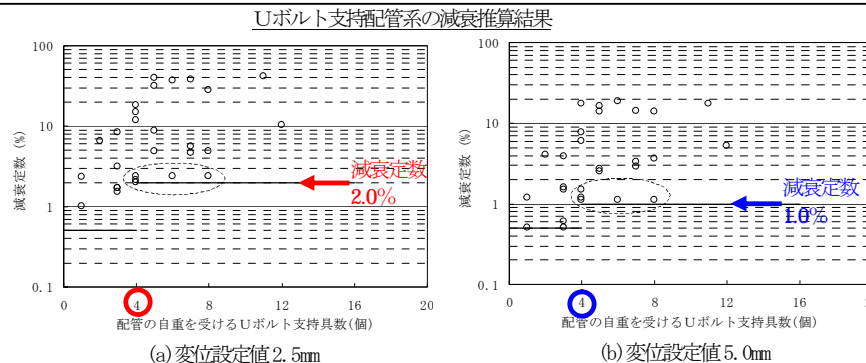
モード別減衰定数

### Uボルト支持配管系 (28モデル) に対する解析による検討 (各振動モードが全て一律の変位が生じると仮定)

- 前項までに、実規模配管系試験にて消散エネルギー評価式の保守性を確認
- 設計用減衰定数を設定するにあたっては、Uボルト支持具数や配管ルートなど様々な配管系について検討する必要がある。
- 消散エネルギー評価式による減衰定数が配管変位に依存するため、配管系の振動モード変位を一定と仮定した状態で減衰定数(変位仮定減衰定数)を算出した。  
対象はUボルト支持部を有する実機配管系(28モデル)とした。

解析の結果、Uボルト4個以上の配管系において

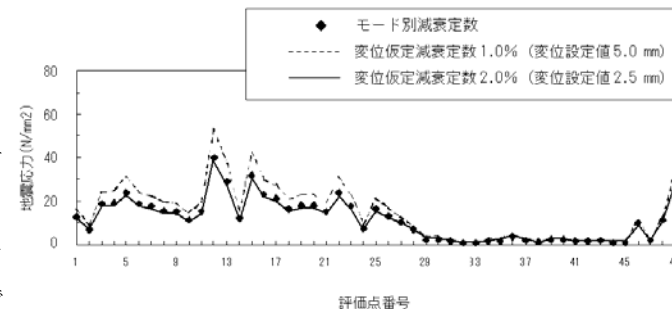
- (a) 仮定変位2.5mmの場合、減衰定数2.0%以上が得られた。
- (b) 仮定変位5.0mmの場合、減衰定数1.0%以上が得られた。



### 詳細計算による減衰定数の検討 (モード別減衰定数による検討)

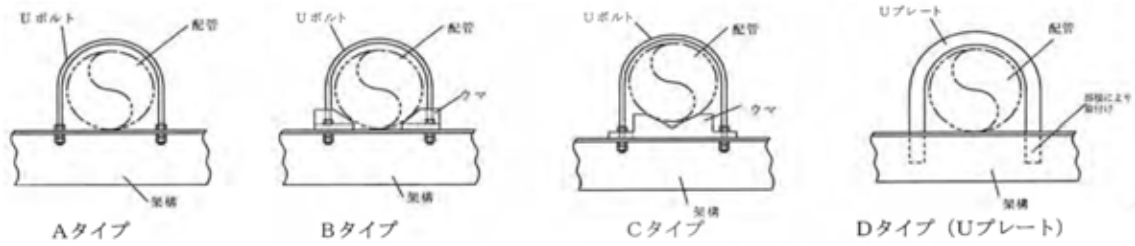
- 変位仮定減衰定数は計算結果からも判るように「仮定する変位」に依存する。
- 変位2.5mmの減衰定数及び変位5.0mmの減衰定数のそれぞれ2.0%及び1.0%を与える下限値を示した配管モデルに対して、より詳細な解析を行い、Uボルト支持配管系の設計用減衰定数を検討した。

- 比較検討の結果、詳細計算結果と変位2.5mmを与えた場合の結果がよく一致していることがわかり、Uボルト支持配管系の設計用減衰定数を2.0%に設定した。  
なお、2.0%の適用に当たっては、以下の項目を条件としている。
- Uボルトは、運転中に配管とボルト頂部との間に隙間があるよう施工されること。
- 今回、検討対象としたUボルトの据付状態であること(水平配管の自重を架構で受けるUボルト)。



【補足】要素試験に用いたUボルト支持構造物のタイプ

試験に用いたUボルトは、原子力発電所で採用されている代表的な4タイプを選定した。



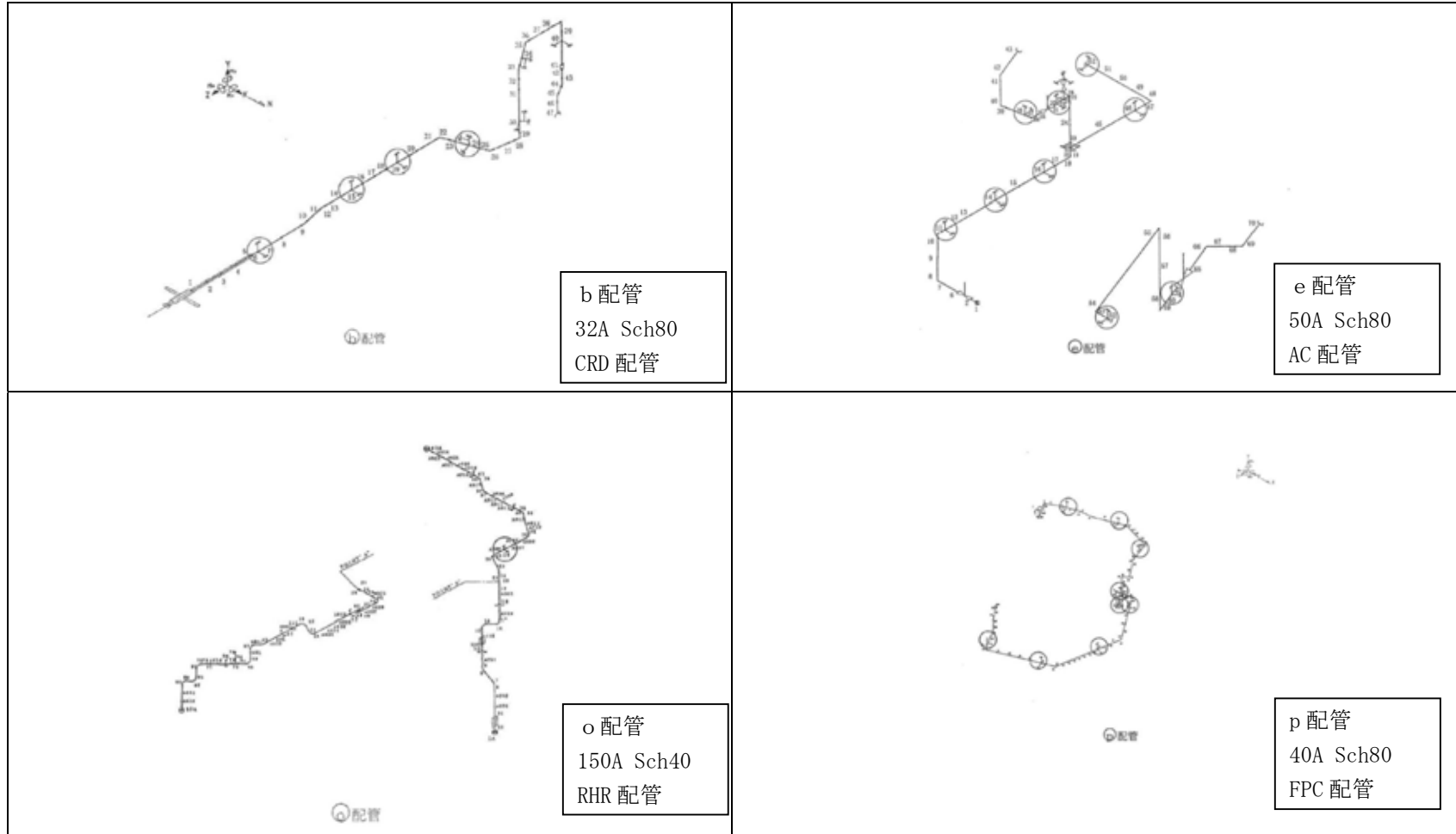
【解析を行った配管仕様】

- ・ 口径：20 A～400 A
- ・ 材質：ステンレス鋼，炭素鋼

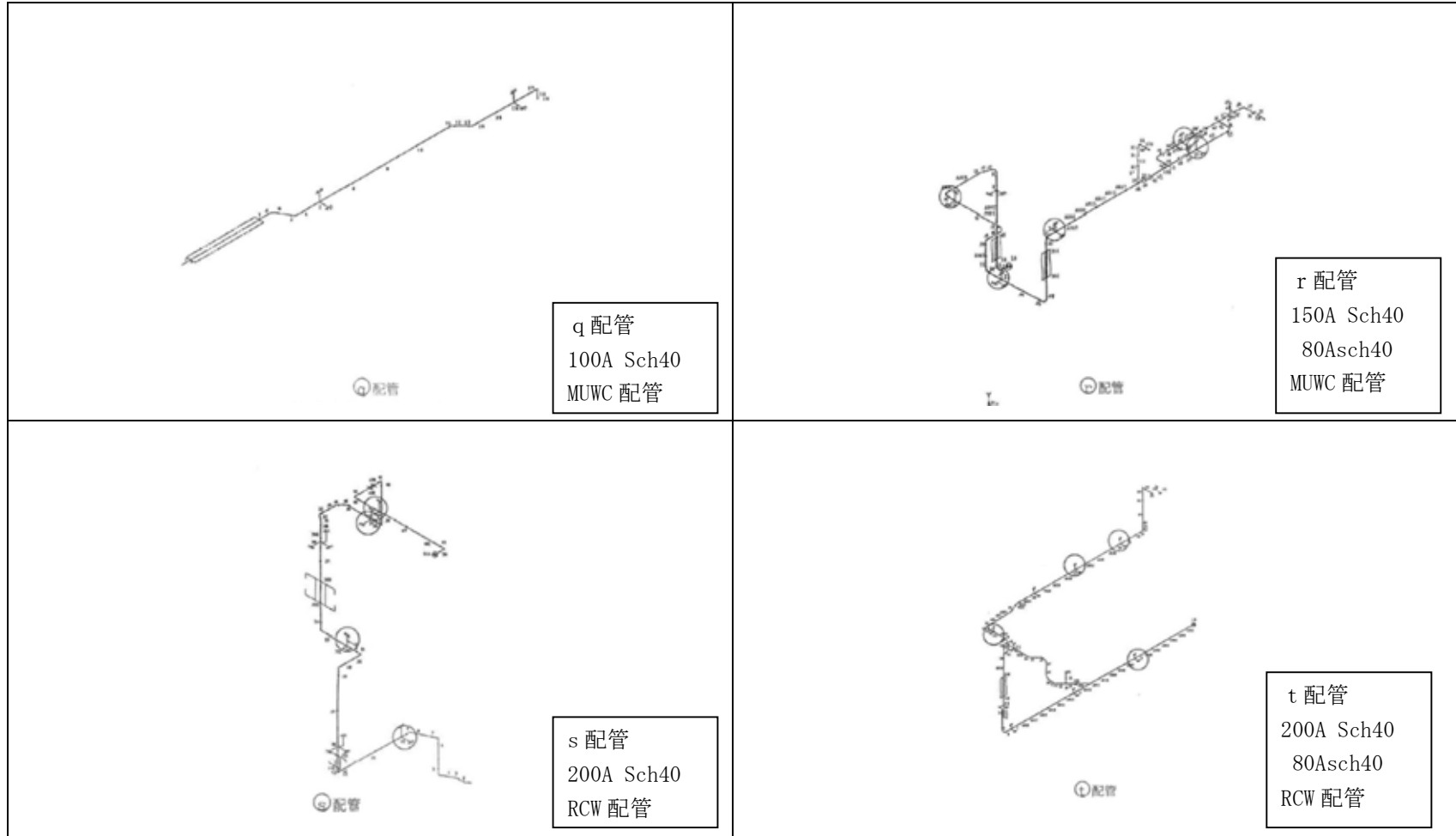
上記のうちBWR実機配管

	系統	口径
b 配管	CRD	32 A
e 配管	AC	50 A
o 配管	RHR	150 A
p 配管	FPC	40 A
q 配管	MUWC	100 A
r 配管	MUWC	150 A, 80 A
s 配管	RCW	200 A
t 配管	RCW	200 A, 80 A
u 配管	CRD	32 A

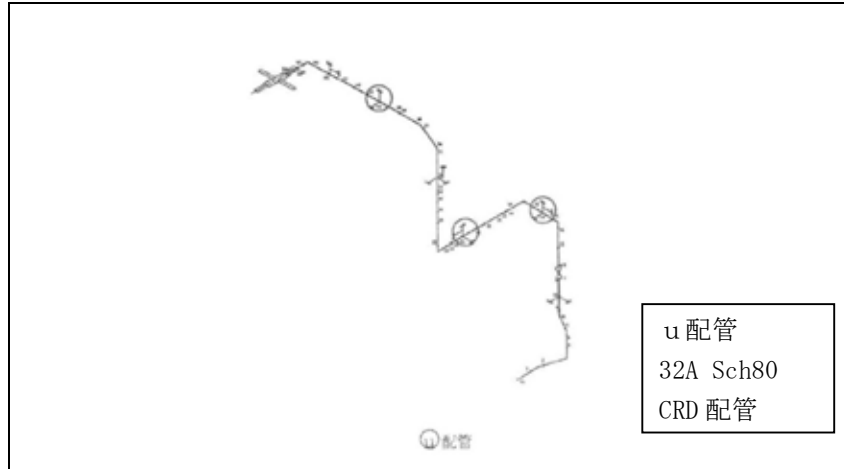
実機配管系の解析モデル図 (b・e・o・p 配管)



実機配管系の解析モデル図 (q・r・s・t 配管)



実機配管系の解析モデル図 (u 配管)



## 配管系の保温材による付加減衰定数

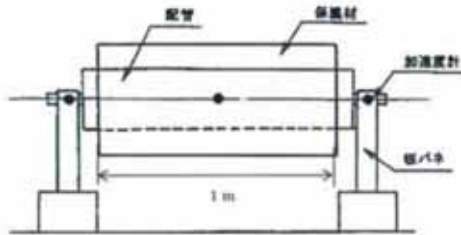
試験体を使用した振動試験から得られた配管系の保温材による付加減衰定数に基づき、設計用減衰定数の検討を行った。

### 1. 試験体

配管口径の異なる3種類（① 8B(200A), ② 12B(300A), ③ 20B(500A)）の試験体を用いて振動試験を実施

### 2. 振動試験

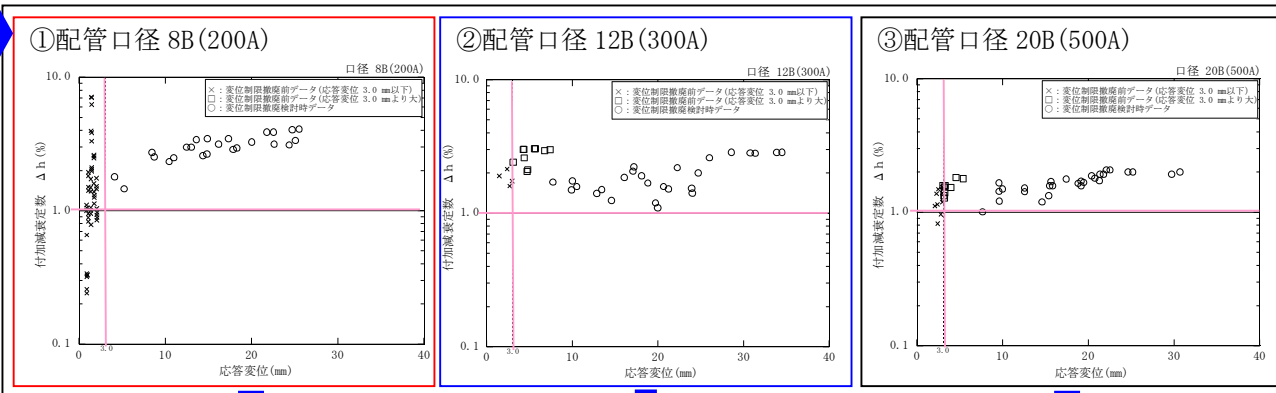
振動試験は保温材有り場合/保温材無しの場合について実施。(保温材厚さ75mm)



試験装置の概略図

### 3. 試験結果

(保温材有・無の結果を比較し、保温材が有る場合に付加できる減衰定数(以下「付加減衰定数」という。)と変位との関係を示す。)



### 4. 設計用減衰定数の設定

#### 【試験結果 (8B, 12B, 20B)】

- 応答変位 3mm 以上の領域  
保温材による付加減衰定数は1.0%以上、応答変位の漸増または一定の値を示す傾向
- 応答変位 3mm 以下の領域 (小応答領域)  
減衰データにばらつきあり、付加減衰定数 1.0% 以下の場合もある

#### 【設計用減衰定数の設定】

小応答変位領域については、配管上強度問題とならないことから、保温材による付加減衰定数は1.0%とする。

※ ただし、本試験において金属保温材が施工されている配管長さは配管全長に対し40%を超える割合であったことから、下記の適用条件を設定した。

- ① 金属保温材が施工されている配管長さが配管全長に対して40%以下の場合・・・1.0%を付加する
- ② 金属保温材が施工されている配管長さが配管全長に対して40%を超える場合・・・0.5%を付加する

水平方向と鉛直方向の動的地震力の二乗和平方根法による組合せについて

## 1. 概要

今回工認の耐震設計では、これまで静的な取扱いのみであった鉛直方向の地震力について、動的な地震力を考慮することとなるとともに、水平方向及び鉛直方向の動的な地震力による荷重を適切に組み合わせることが必要となる。

従来 of 水平方向及び鉛直方向の荷重の組合せは、静的な地震力による鉛直方向の荷重には地震継続時間や最大加速度の生起時刻のような時間の概念がなかったことから、水平方向及び鉛直方向の地震力による荷重の最大値同士の絶対値の和としていた。(以下「絶対値和法」という。)

一方、水平方向及び鉛直方向の両者がともに動的な地震力である場合、両者の最大加速度の生起時刻に差があるという実挙動を踏まえると、従来と同じように絶対値和法を用いるのではなく、時間的な概念を取り入れた荷重の組み合わせ法を検討する必要がある。

本資料では、水平方向及び鉛直方向の動的地震力の組合せに関する既往研究<sup>(1)</sup>をもとに、二乗和平方根法(以下「SRSS法(Square Root of the Sum of the Squares)」という。)による組合せ法のの妥当性を説明するものである。

なお、SRSS法による組合せは、大間1号炉の既工認において適用実績のある手法である。

## 2. 東海第二発電所で用いる荷重の組合せ法

東海第二発電所では、静的な地震力による荷重の組合せについては、従来



どおり絶対値和法を用いて評価を行う。また、動的な地震力による荷重の組合せについては、既往知見に基づき、S R S S法を用いて評価を行う。

### 3. 水平方向及び鉛直方向の地震力による荷重の組合せ法に関する研究の成果

#### 3.1 荷重の組合せ法の概要

絶対値和法とS R S S法の概要を以下に示す。

##### (1) 絶対値和法

本手法は、水平方向及び鉛直方向の地震力による最大荷重（又は応力）  
※を絶対値和で組み合わせる方法である。

この方法は、水平方向及び鉛直方向の地震力による最大荷重が同時刻に同位相で生じることを仮定しており、組合せ法の中で最も大きな荷重を与える。本手法は、主に地震力について時間の概念がない静的地震力による荷重の組合せに使用する。

$$\text{組合せ荷重（又は応力）} = |M_H|_{\max} + |M_V|_{\max}$$

$M_H$ ：水平方向地震力による荷重（又は応力）

$M_V$ ：鉛直方向地震力による荷重（又は応力）

##### (2) S R S S法

本手法は、水平方向及び鉛直方向の地震力による最大荷重（又は応力）  
※を二乗和平方根で組み合わせる方法である。

この方法は、水平方向及び鉛直方向の地震力による最大荷重の生起時刻に時間的なずれがあるという実挙動を考慮しており、水平方向及び鉛直方向地震動の同時入力による時刻歴応答解析との比較において平均的な荷重を与える。本手法は、動的な地震力による荷重の組合せに使用する。

$$\text{組合せ荷重（又は応力）} = \sqrt{(M_H) \max^2 + (M_V) \max^2}$$

$M_H$ ：水平方向地震力による荷重（又は応力）

$M_V$ ：鉛直方向地震力による荷重（又は応力）

※：荷重の段階で組み合わせる場合と，荷重による発生した応力の段階で組み合わせる場合がある。

(補足) 荷重または応力による組合せについて

水平方向及び鉛直方向の動的地震力を S R S S 法で組み合わせる際、評価対象の機器の形状や部位に応じて荷重の段階で組み合わせる場合と、荷重により発生した応力の段階で組み合わせる場合がある。ここでは、その使い分けについて具体例を用いて説明する。

#### A. 荷重の段階で組合せを行う場合

横形ポンプの基礎ボルトの引張応力の評価を例とすると、以下の式で示すように水平方向地震力と鉛直方向地震力の組合せは、荷重である水平方向地震力によるモーメント ( $m \cdot g \cdot C_H \cdot h$ ) と鉛直方向地震力によるモーメント ( $m \cdot g \cdot C_V \cdot l_1$ ) を組み合わせる。

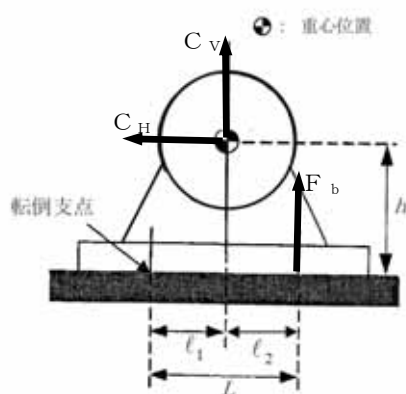
本手法については、非同時性を考慮する地震荷重についてのみ S R S S しており、実績のある妥当な手法である。

#### 【絶対値和法】

$$F_b = \frac{1}{L} \{ m g ( C_H h + C_V l_1 ) + m g C_p ( h + l_2 ) + M_p - m g l_1 \}$$

#### 【S R S S 法】

$$F_b = \frac{1}{L} \{ m g \sqrt{ ( C_H h ) ^ 2 + ( C_V l_1 ) ^ 2 } + m g C_p ( h + l_2 ) + M_p - m g l_1 \}$$



$F_b$  : 基礎ボルトに生じる引張力  
 $C_H$  : 水平方向震度  
 $C_V$  : 鉛直方向震度  
 $C_p$  : ポンプ振動による震度  
 $g$  : 重力加速度  
 $h$  : 据付面から重心までの距離  
 $l_1, l_2$  : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離  
 $L$  : 支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる基礎ボルトまでの距離  
 $m$  : 機器の運転時質量

B. 応力による組合せを行う場合

横置円筒形容器の脚部の組合せ応力の評価を例とすると、脚部には水平方向地震力による曲げモーメント  $M_{11}$  及び鉛直方向荷重  $P_1$ 、鉛直方向地震力による鉛直荷重  $(R_1 + m_{a1}g) C_V$  が作用する。(図 B-1)

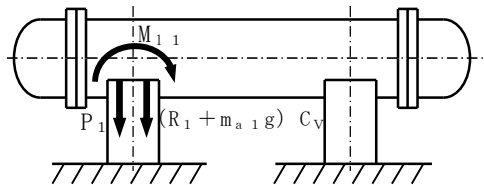


図 B-1 横置円筒系容器の脚部に作用する荷重

水平方向地震力による応力  $\sigma_{s2}$  及び鉛直方向地震力による応力  $\sigma_{s4}$  は式 B-1 及び式 B-2 で表され、脚部の組合せ応力の評価の際は、これらの応力を S R S S 法により組み合わせて式 B-4 を用いて評価を行う。

$$\sigma_{s2} = \frac{M_{11}}{Z_{sy}} + \frac{P_1}{A_s} \quad \dots \text{(式 B-1)}$$

$$\sigma_{s4} = \frac{R_1 + m_{s1}g}{A_s} C_V \quad \dots \text{(式 B-2)}$$

$\sigma_{s2}$  : 水平方向地震により脚部に生じる曲げ及び圧縮応力の和  
 $M_{11}$  : 水平方向地震力により脚底面に作用する曲げモーメント  
 $P_1$  : 水平方向地震力により胴の脚付け根部に作用する鉛直方向荷重  
 $Z_{sy}$  : 脚部の断面係数  
 $A_s$  : 脚部の断面積

$\sigma_{s4}$  : 鉛直方向地震力により生じる圧縮応力  
 $R_1$  : 脚部が受ける自重による荷重  
 $m_{a1}$  : 脚部の質量

【絶対値和法】

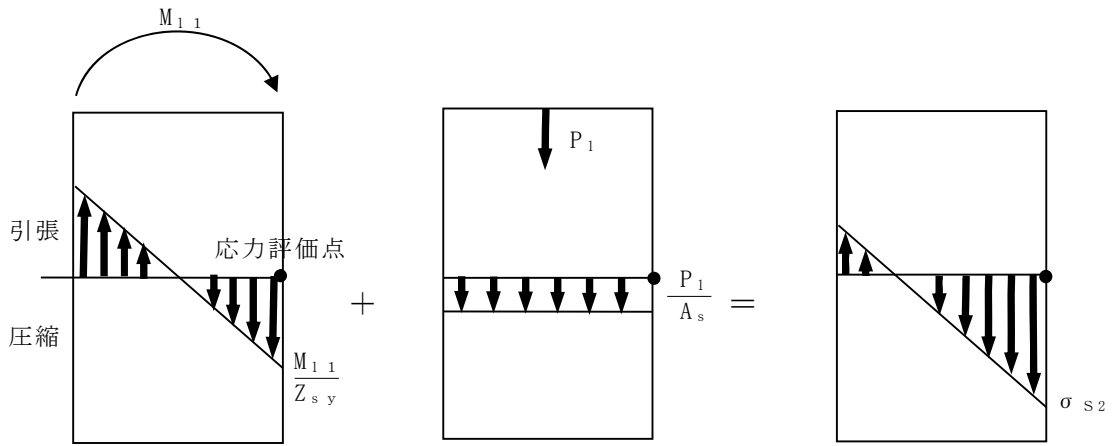
$$\sigma_{s1} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s4})^2 + 3\tau_{s2}^2} \quad \dots \text{(式 B-3)}$$

【S R S S 法】

$$\sigma_{s1} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{(\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s4}^2)})^2 + (3\tau_{s2}^2)} \quad \dots \text{(式 B-4)}$$

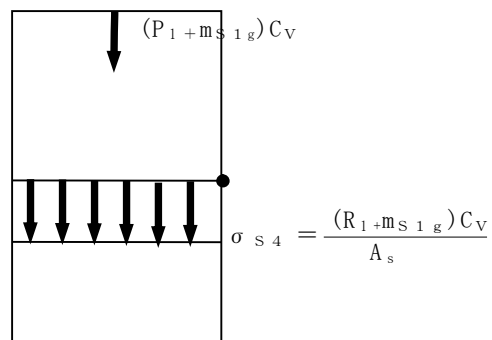
$\sigma_{s1}$  : 水平方向地震力及び鉛直方向地震力が作用した場合の脚部の組合せ応力  
 $\sigma_{s1}$  : 運転時質量により脚部に生じる圧縮応力  
 $\tau_{s2}$  : 水平方向地震力により脚に生じるせん断応力

ここで、水平方向地震力による応力  $\sigma_{s2}$  及び鉛直方向地震力による圧縮応力  $\sigma_{s4}$  は図 B-2 の示すように、ともに脚部の外表面の応力を表すものであり、脚部の同一評価点、同一応力成分であることから、これらの組合せを SRS 法により行うことは妥当である。



(ア) 曲げによる応力      (イ) 圧縮による応力      (ウ) 曲げ+圧縮による応力

(a) 水平地震力による応力評価点の応力



(b) 鉛直地震力による応力評価点の応力

図 B-2 横置円筒形容器の脚部に作用する地震力による応力概念図

### 3.2 S R S S法の妥当性

既往研究では、実機配管系に対して、水平及び鉛直地震動による最大荷重をS R S S法により組み合わせた場合と水平及び鉛直方向地震動の同時入力による時刻歴応答解析法により組み合わせた場合との比較検討を以下の通り行っている。

#### (1) 解析対象配管系モデル

解析対象とした配管は、代表プラントにおける格納容器内の配管系で給水系 (FDW) ×2 本、残留熱除去系 (RHR) 及び主蒸気系 (MS) の計 4 本の配管モデルである。当該配管系は、耐震 S クラスに分類されるものである。

#### (2) 入力地震

解析に用いた入力地震動は、地震動の違いによる影響を確認するため、兵庫県南部地震 (松村組観測波)、人工波及びエルセントロ波の 3 波を用いた。機器・配管系への入力地震動となる原子炉建屋中間階の応答波の例を第 6-1 図から第 6-3 図に示す。

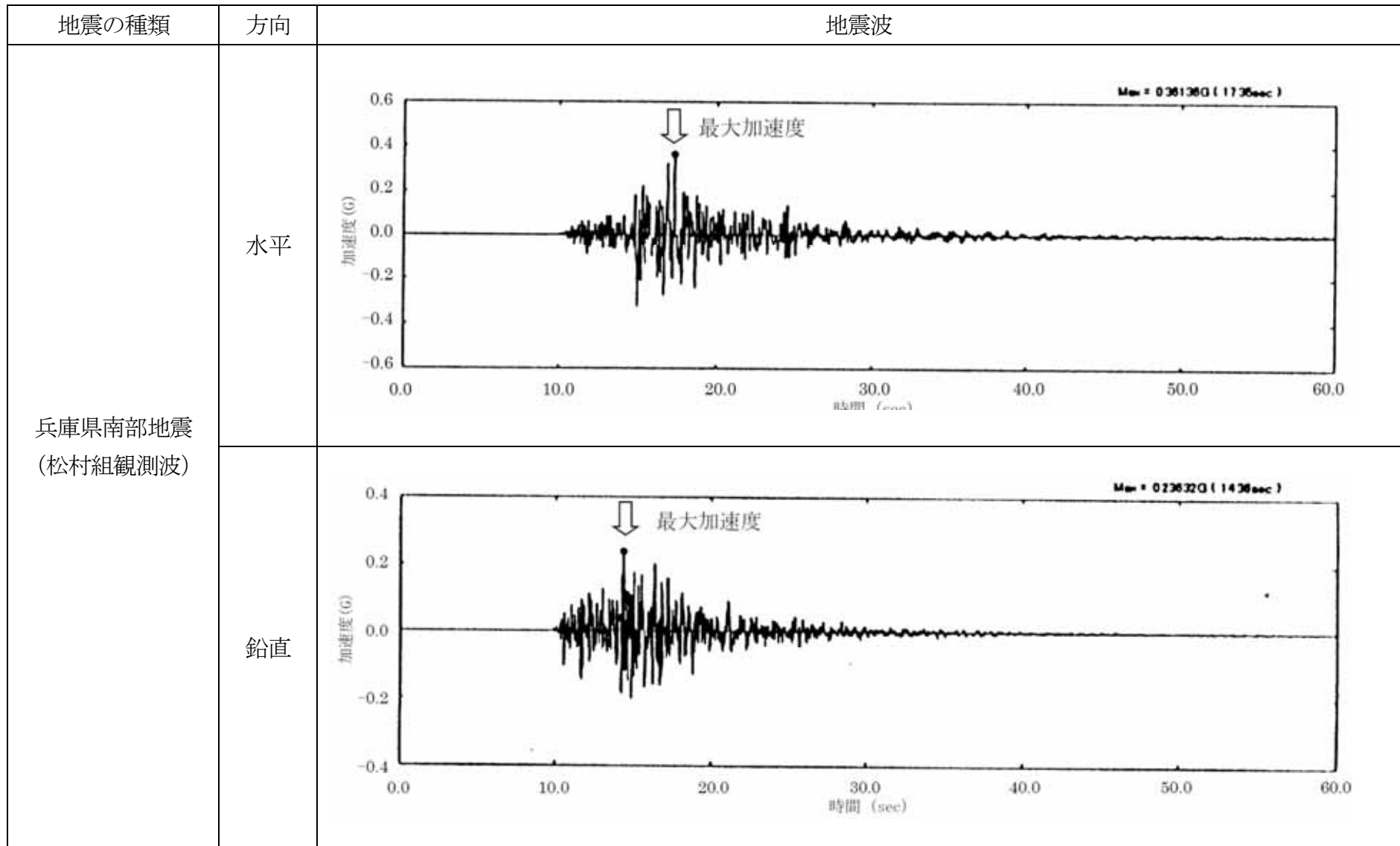
#### (3) 解析結果

解析結果を第 6-4 図から第 6-7 図に示す。第 6-4 図から第 6-7 図は、水平方向及び鉛直方向の応力に対して、同時入力による時刻歴応答解析法及び S R S S 法により組み合わせた結果をまとめたものであり、参考までに絶対値和法による結果も併記した。

第 6-4 図から第 6-7 図より、いずれの配管系においても最大応力発生点においては、時刻歴応答解析法に対して S R S S 法の方が約 1.1 倍から約 1.4 倍の比率で上回る結果となった。最大応力発生点における S R S S 法と同時入力による時刻歴応答解析との評価結果の比較を第 6-1 表に示す。また、最大応力発生点の部位を第 6-8 図から第 6-11 図に示す。

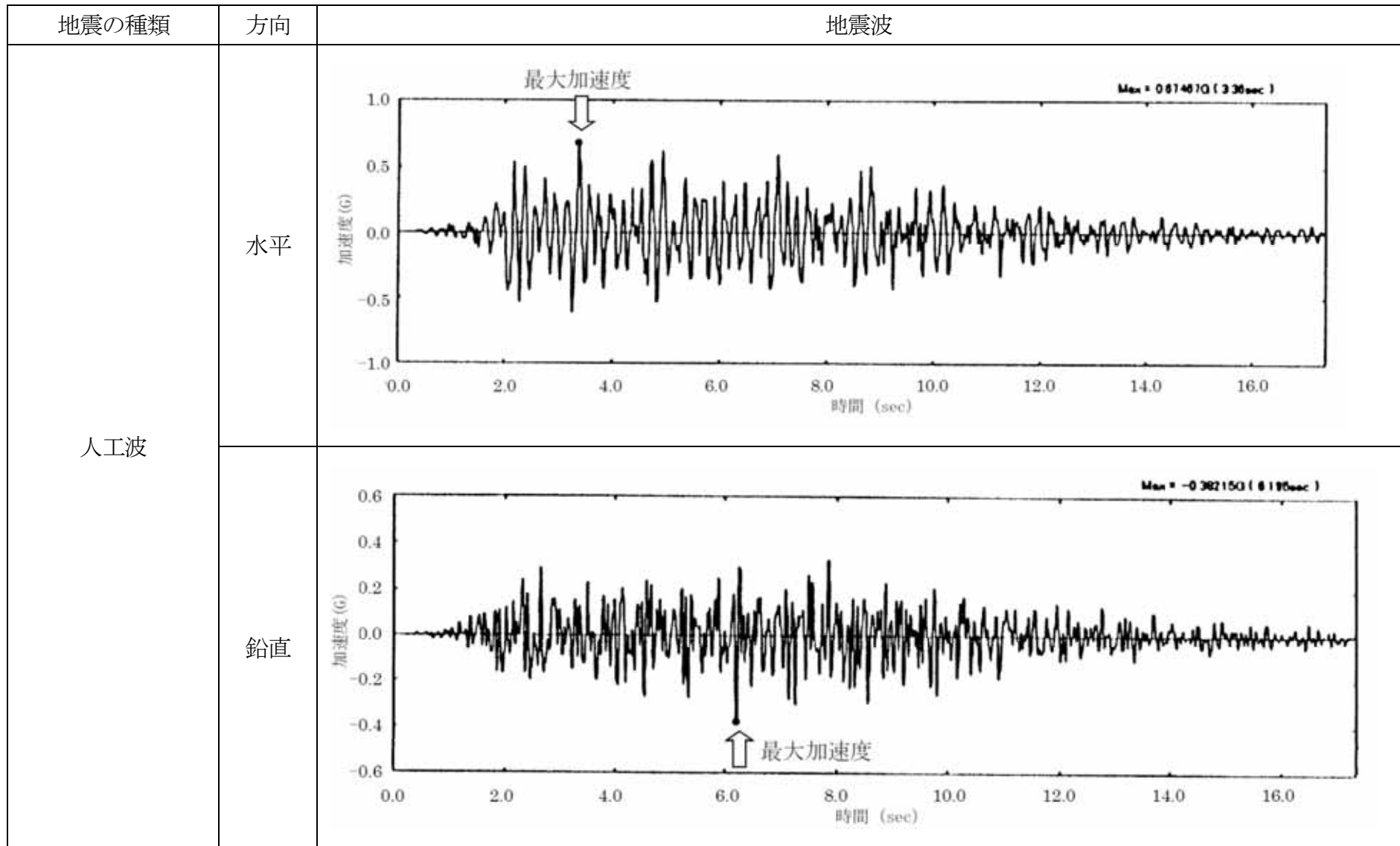
さらに、配管系全体の傾向を確認するため、配管系の主要な部位におけ

る発生応力の比較を第 6-12 図に示す。第 6-12 図は、第 6-4 図から第 6-7 図に基づき、各配管モデルの節点の応力値をプロットしたものである。第 6-12 図より、S R S S 法は発生応力の低い領域では同時入力による時刻歴応答解析法に対して平均的な結果を与え、発生応力の増加に伴い保守的な結果を与える傾向にあることが確認できる。

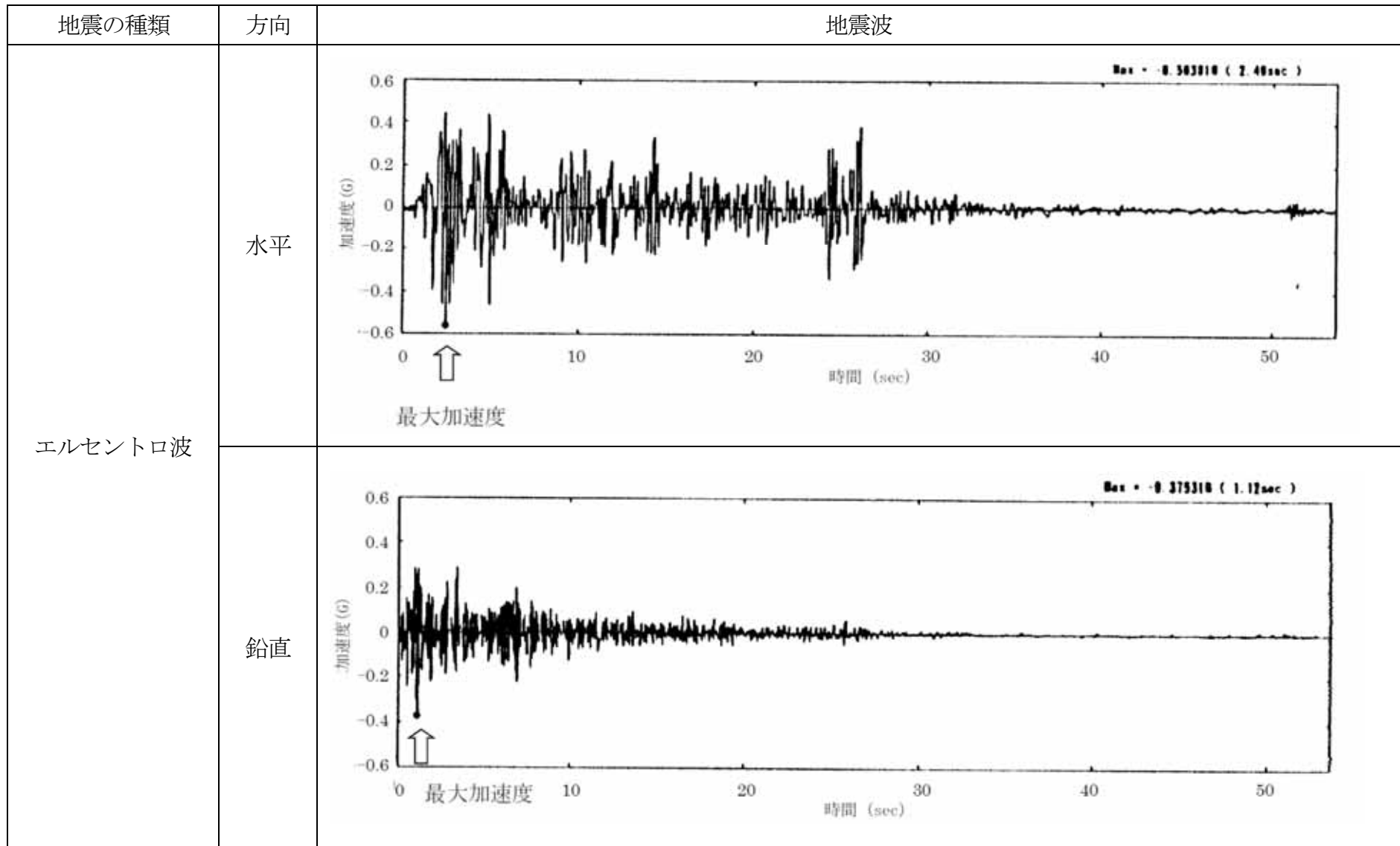


第6-1図 機器・配管系への入力地震動（兵庫県南部地震）

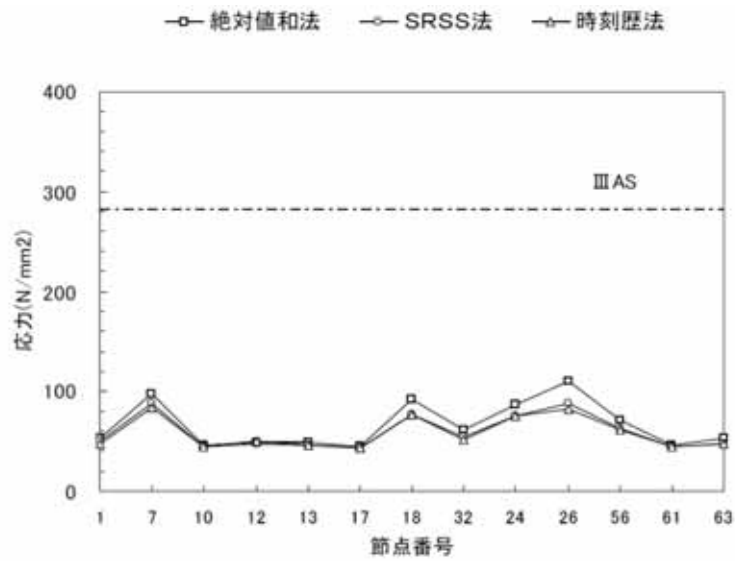




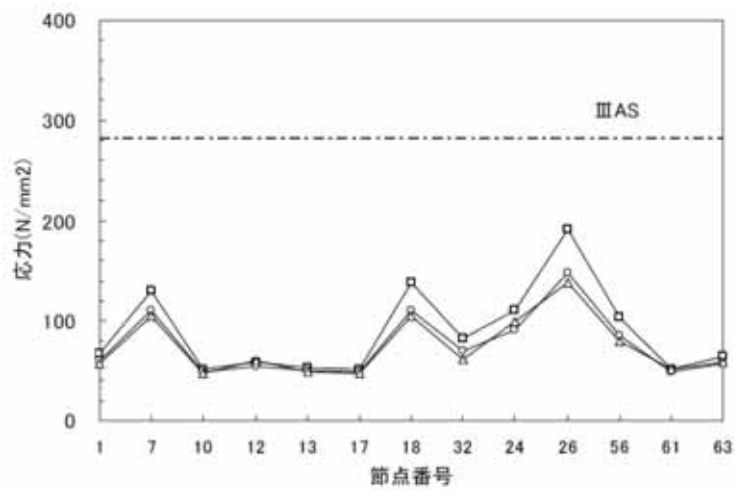
第6-2図 機器・配管系への入力地震動（人工波）



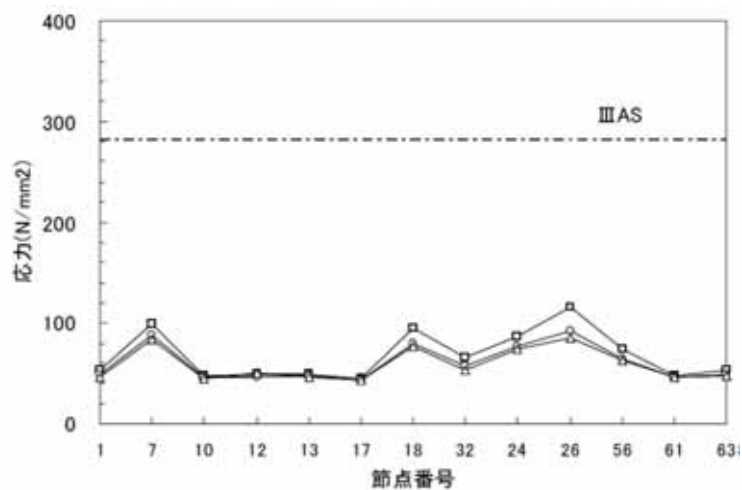
第6-3 図 機器・配管系への入力地震動 (エルセントロ波)



兵庫県南部地震（松村組観測波）



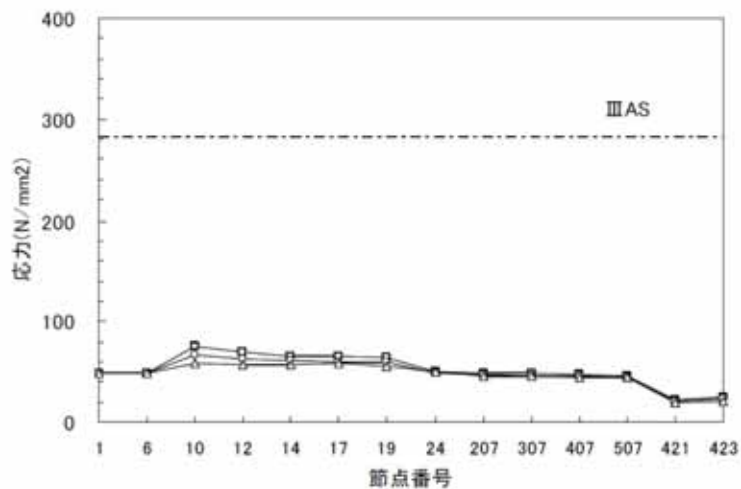
人工波



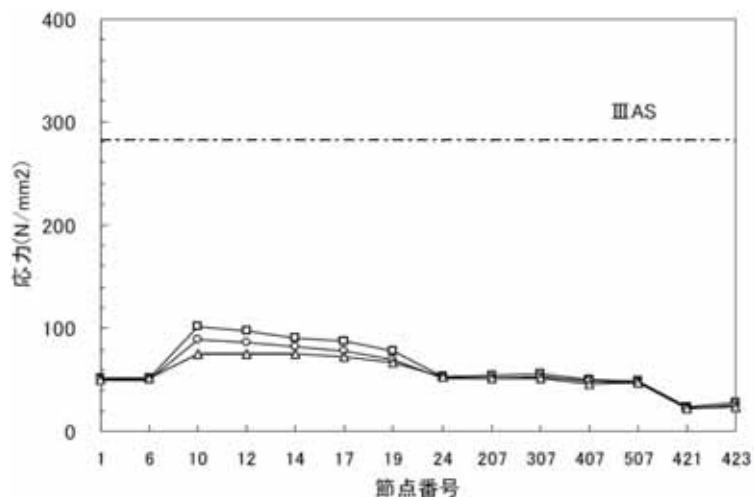
エルセントロ波

第6-4図 主要な部位における発生応力 (FDW-001 Aプラント)

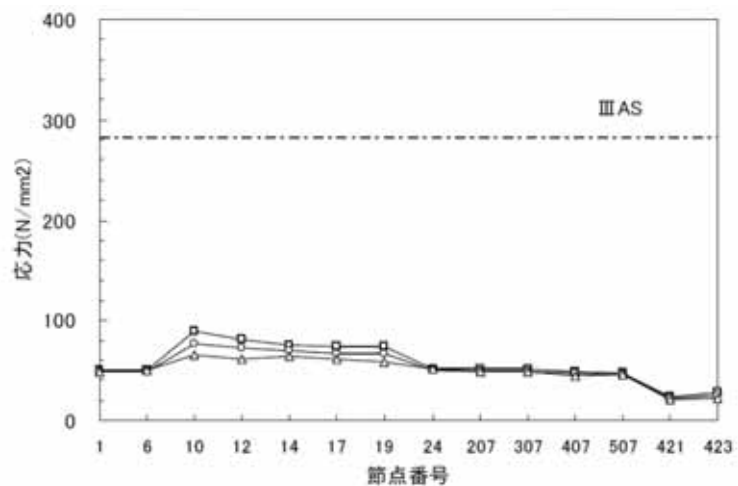
—□— 絶対値和法    —○— SRSS法    —△— 時刻歴法



兵庫県南部地震（松村組観測波）

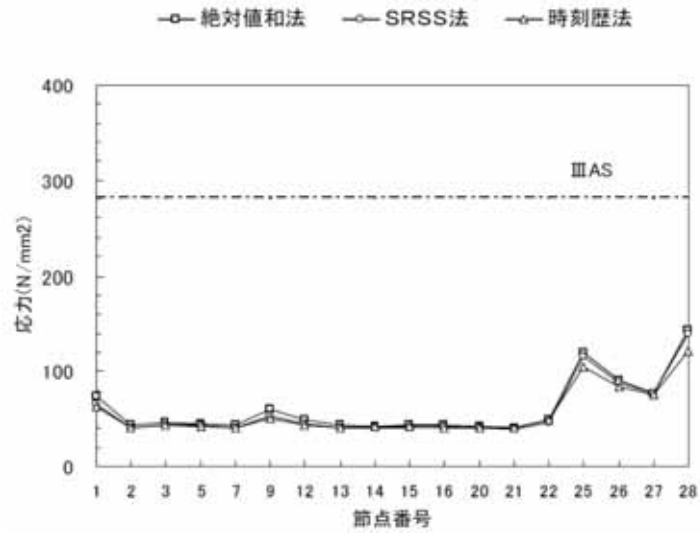


人工波

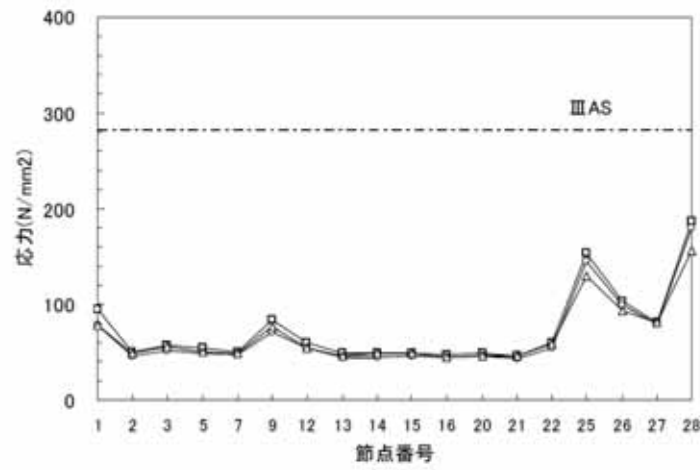


エルセントロ波

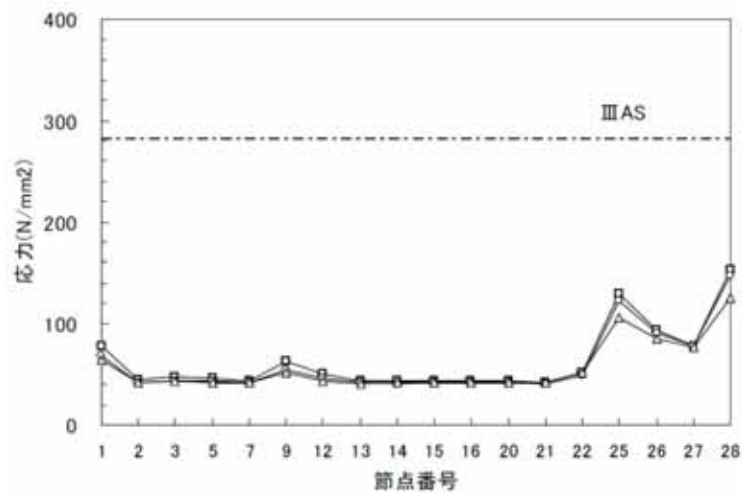
第6-5 図 主要な部位における発生応力 (MS-001 Aプラント)



兵庫県南部地震 (松村組観測波)

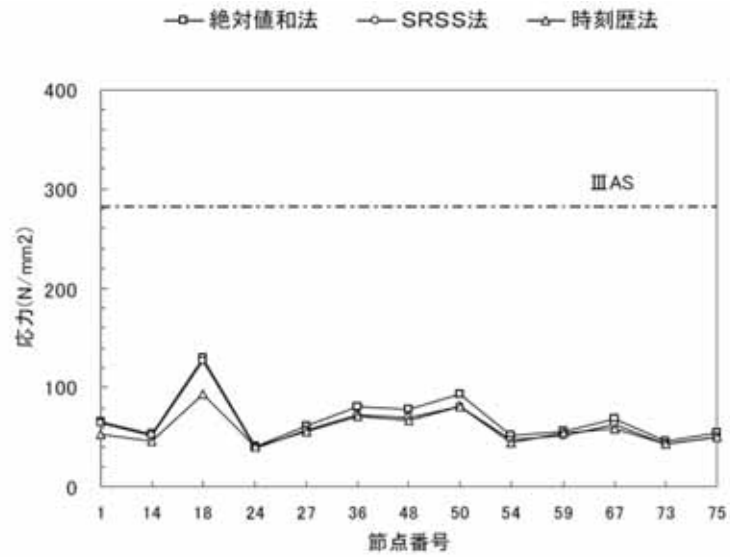


人工波

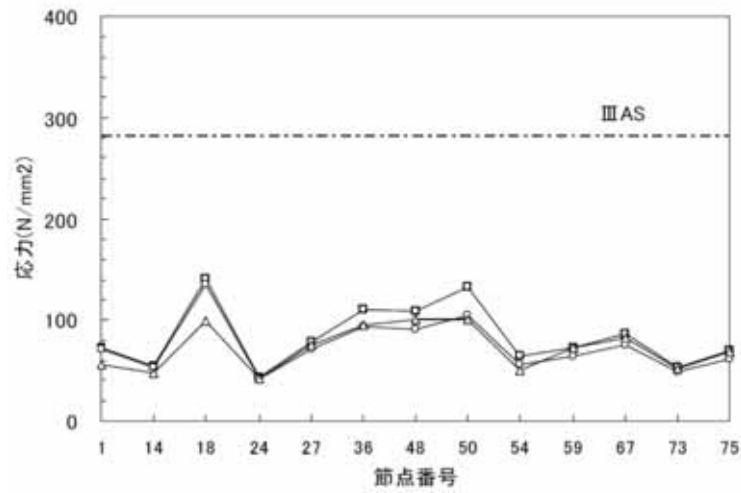


エルセントロ波

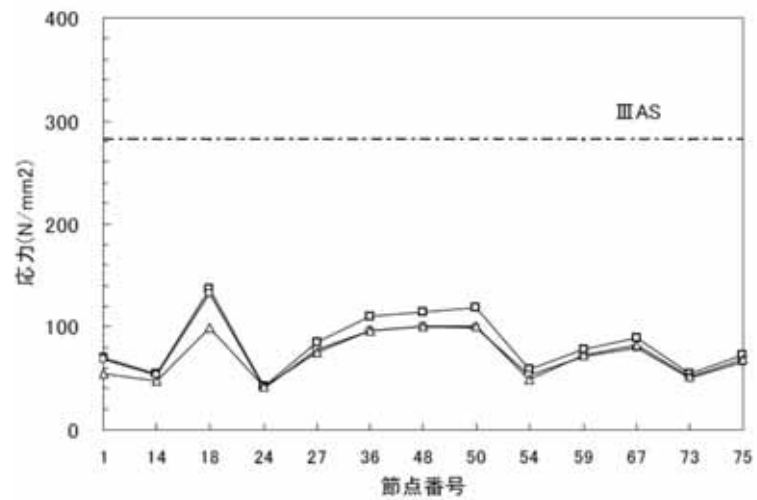
第6-6図 主要な部位における発生応力 (RHR-001 Aプラント)



兵庫県南部地震 (松村組観測波)



人工波



エルセントロ波

第6-7図 主要な部位における発生応力 (FDW-001 Bプラント)

第6-1表 S R S S法と同時入力による時刻歴応答解析法との比較（最大応力発生点）

解析対象配管	入力地震波	最大応力発生点	S R S S/同時入力
FDW-001 (Aプラント)	松村組観測波	分岐部(節点 No26)	1.08
	人工波	分岐部(節点 No26)	1.08
	エルセントロ波	分岐部(節点 No26)	1.08
MS-001 (Aプラント)	松村組観測波	分岐部(節点 No10)	1.15
	人工波	分岐部(節点 No10)	1.20
	エルセントロ波	分岐部(節点 No10)	1.18
RHR-001 (Aプラント)	松村組観測波	拘束点(節点 No28)	1.15
	人工波	拘束点(節点 No28)	1.15
	エルセントロ波	拘束点(節点 No28)	1.18
FDW-001 (Bプラント)	松村組観測波	拘束点(節点 No18)	1.35
	人工波	拘束点(節点 No18)	1.37
	エルセントロ波	拘束点(節点 No18)	1.34

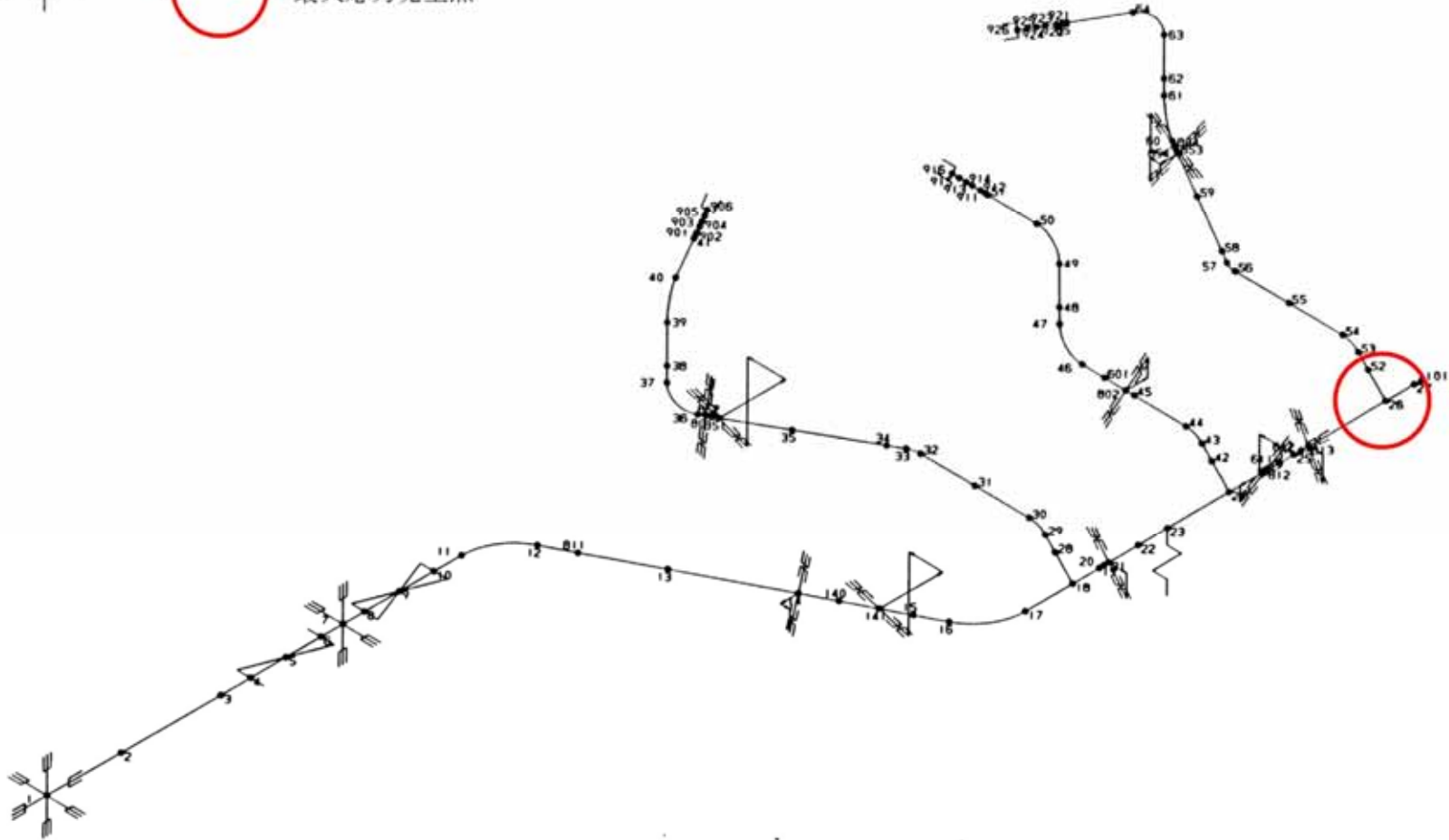
FDW：給水系配管

MS：主蒸気系配管

RHR：残留熱除去系配管



最大応力発生点

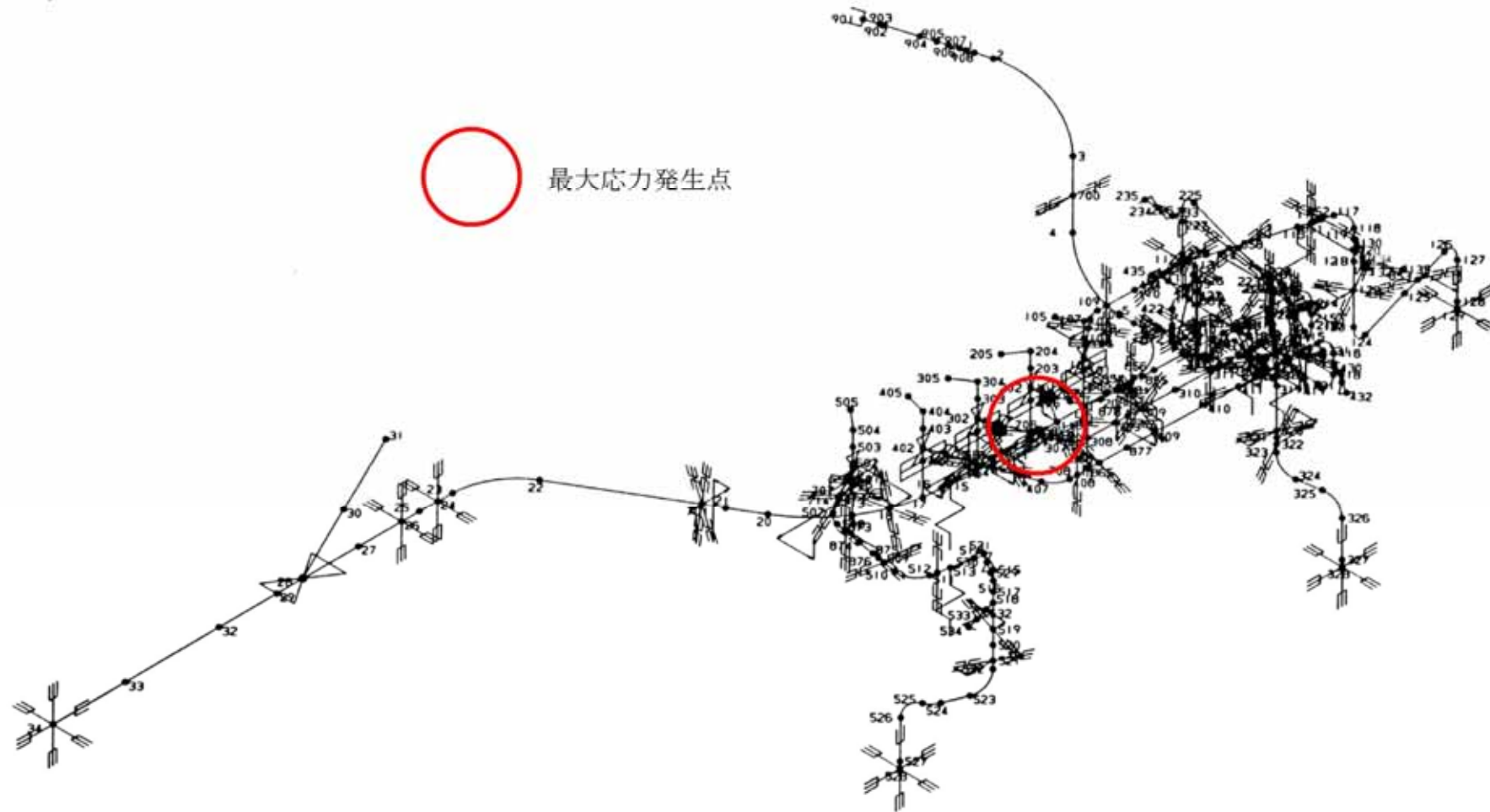


第6-8図 給水系配管 (FDW-001 Aプラント)

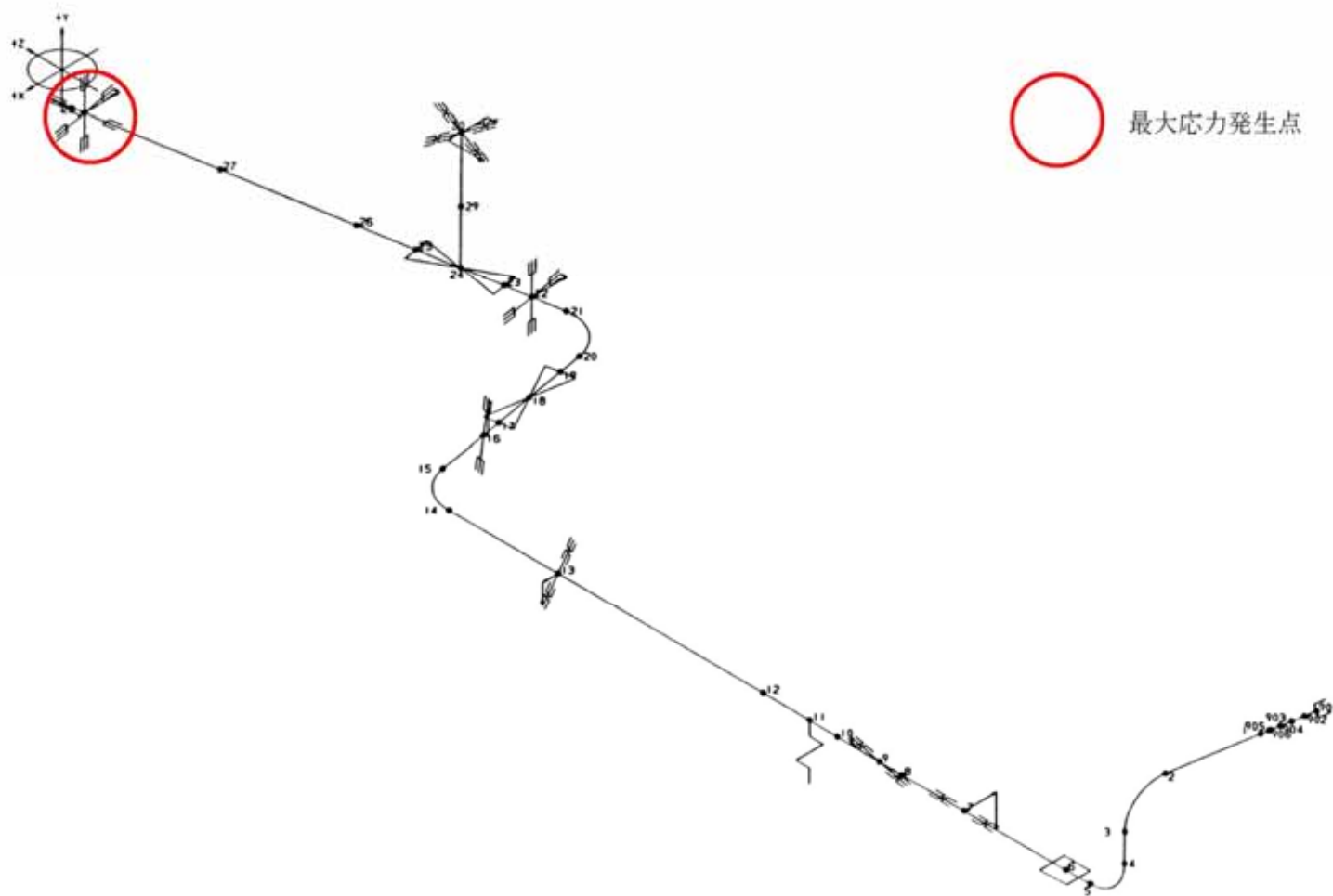




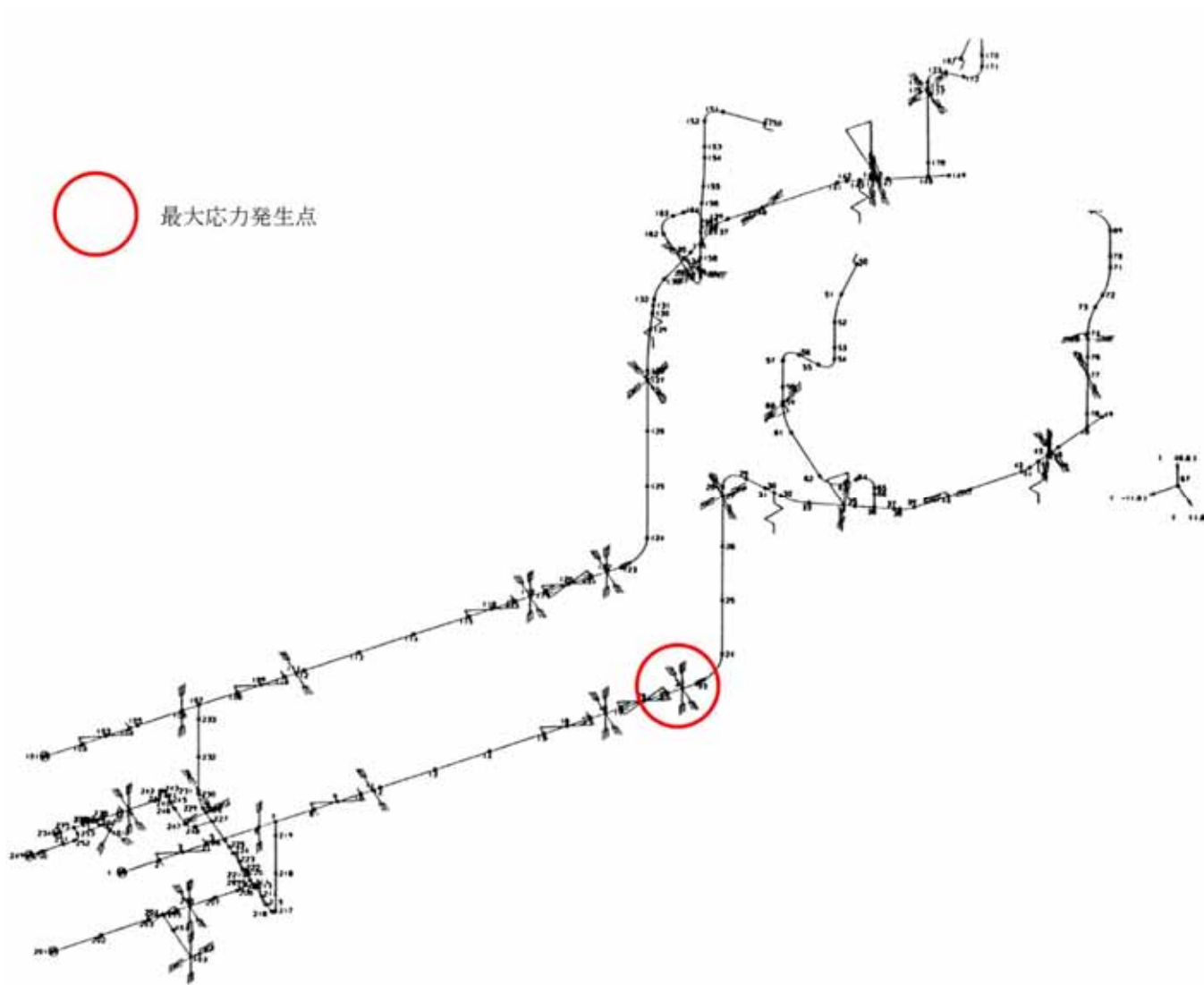
最大応力発生点



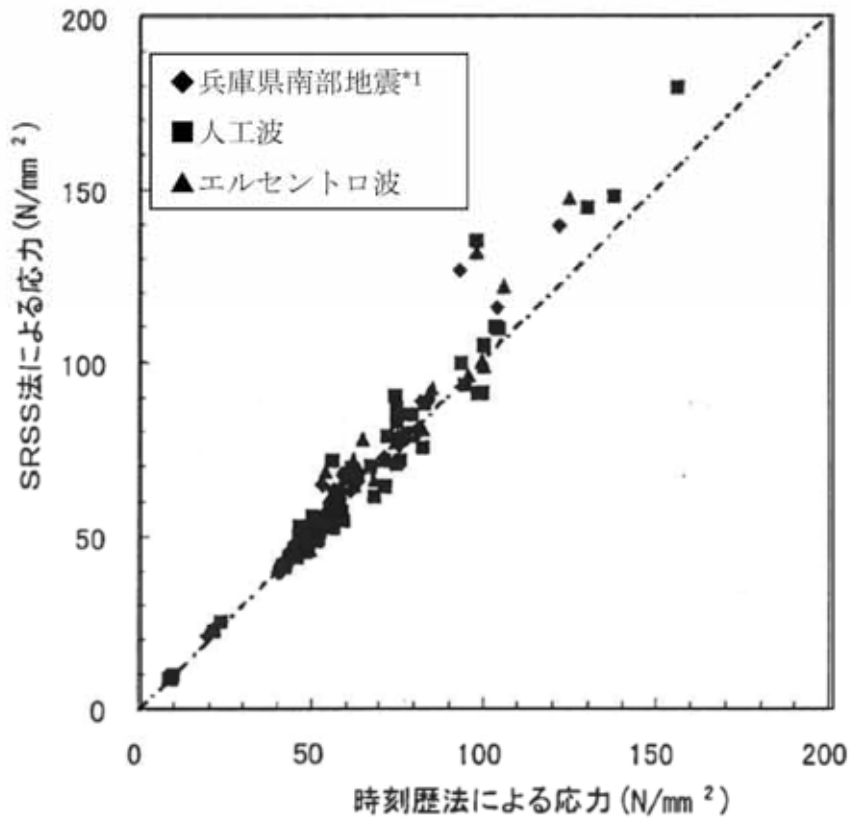
第6-9図 主蒸気系配管 (MS-001 Aプラント)



第 6-10 図 残留熱除去系配管 (RHR-001 Aプラント)



第6-11図 給水系配管 (PDW-001 Bプラント)



注記

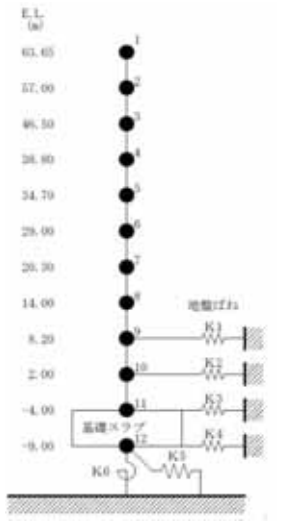
\* 1 : 松村組観測波

第6-12 図 S R S S 法による応力と時刻歴応答解析による応力の比較（主要部位）

#### 4. 東海第二発電所における水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について

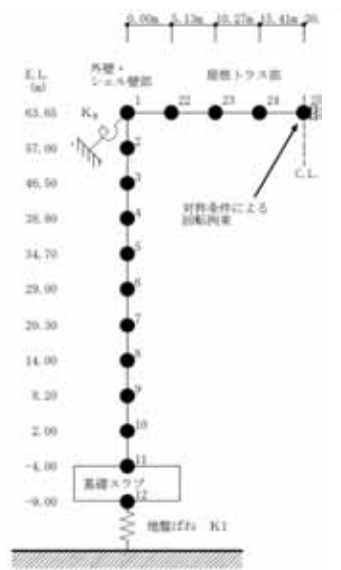
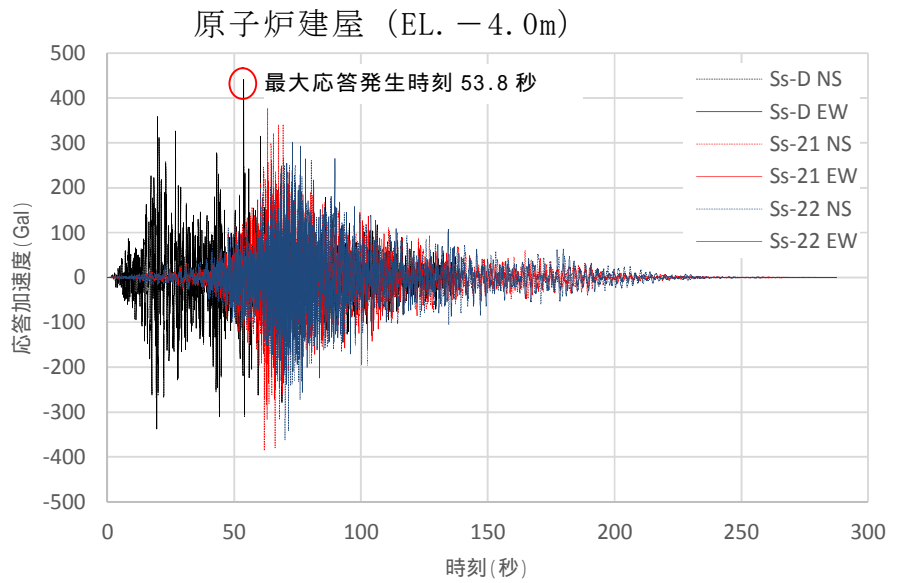
東海第二発電所における水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について、原子炉建屋を例に、原子炉建屋の施設の耐震性評価において主要な地震動である基準地震動  $S_s - D$ 、 $S_s - 21$  及び  $S_s - 22$  に対する水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差を確認した。ここで、機器・配管系の耐震評価に用いる水平方向の設計用震度は、全ての地震動に対する南北方向と東西方向の最大応答加速度を包絡した値を用いることを踏まえ、水平方向の最大応答値の生起時刻については、基準地震動  $S_s - D$ 、 $S_s - 21$  及び  $S_s - 22$  における南北方向及び東西方向を通じた最大応答加速度の生起時刻を用いた。

第 6-13 図及び第 6-2 表に示すように、水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻には約 0.9 秒～約 41 秒の差があり、東海第二発電所においても水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻には差があることを確認した。



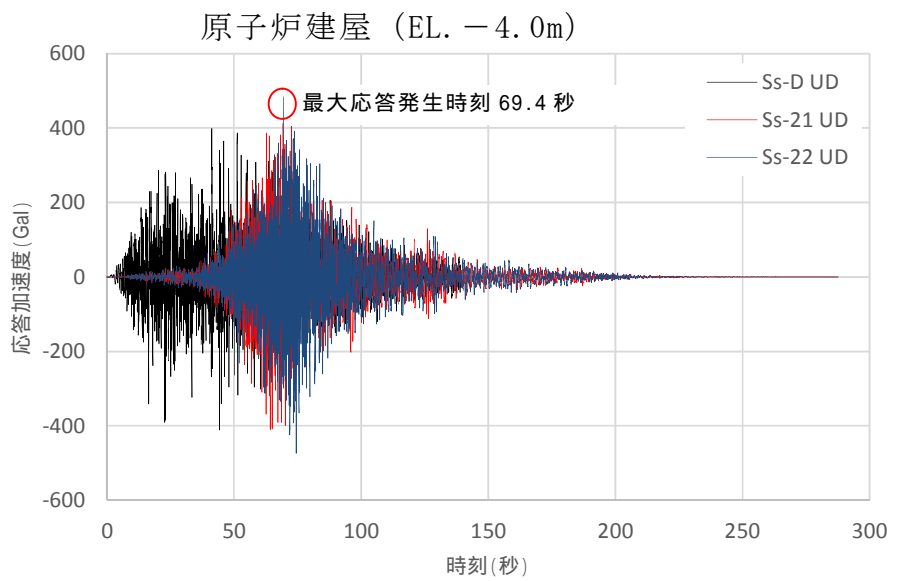
原子炉建屋モデル

(水平方向)



原子炉建屋モデル

(鉛直方向)



第 6-13 図 原子炉建屋の応答値 (EL. -4.0m の例)

第 6-2 表 最大応答値の生起時刻の差

位置 (m)	最大応答値の生起時刻 (秒)		生起時刻の差 (秒)
	水平方向	鉛直方向	
63.65	73.0	68.6	4.4
57.00	61.9	68.6	6.7
46.50	61.9	61.0	0.9
38.80	19.9	61.0	41.1
34.70	73.0	61.0	12.0
29.00	20.0	61.0	41.0
20.30	63.3	68.7	5.4
14.00	63.3	68.7	5.4
8.20	53.8	74.5	20.7
2.00	53.8	74.5	20.7
-4.00	53.8	69.4	15.6
-9.00	53.8	69.4	15.6

## 5. まとめ

以上から、東海第二発電所では、水平方向及び鉛直方向の動的な地震力の荷重の組合せ法としてS R S S法を用いることとする。

## 6. 参考文献

- (1) 電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究(ステップ2)」(平成7年～平成10年)

## 7. 別紙

別紙1 東北地方太平洋沖地震による東海第二発電所の水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について

別紙2 東海第二発電所における水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について(補足説明)



東北地方太平洋沖地震による東海第二発電所の水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について

## 1. はじめに

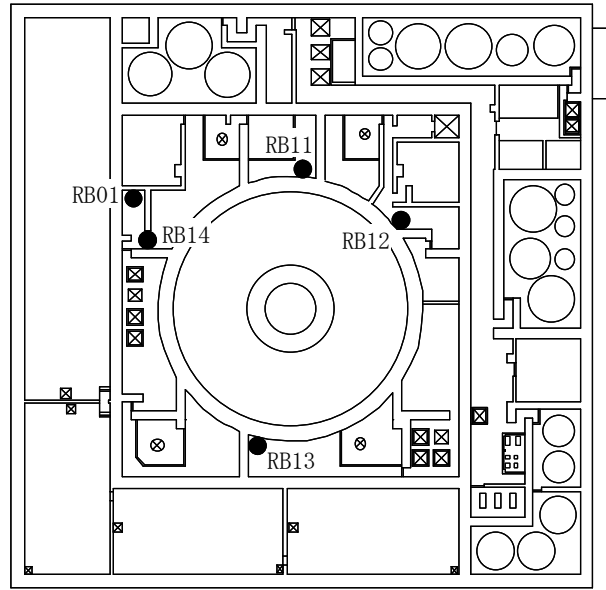
東海第二発電所では、平成 23 年 3 月 11 日に東北地方太平洋沖地震による観測記録が得られている。本資料では、東北地方太平洋沖地震による東海第二発電所の水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について参考として確認する。

## 2. 確認結果

別表 6-1 に示すように、東海第二発電所において観測された実地震についても、水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻には 0.6 秒及び 4.2 秒の差があることが確認された。また、最大応答値の生起時刻の差が比較的小さな EW-UD の生起時刻の差 0.6 秒について、別図 6-3 にて水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻には差があることを確認した。

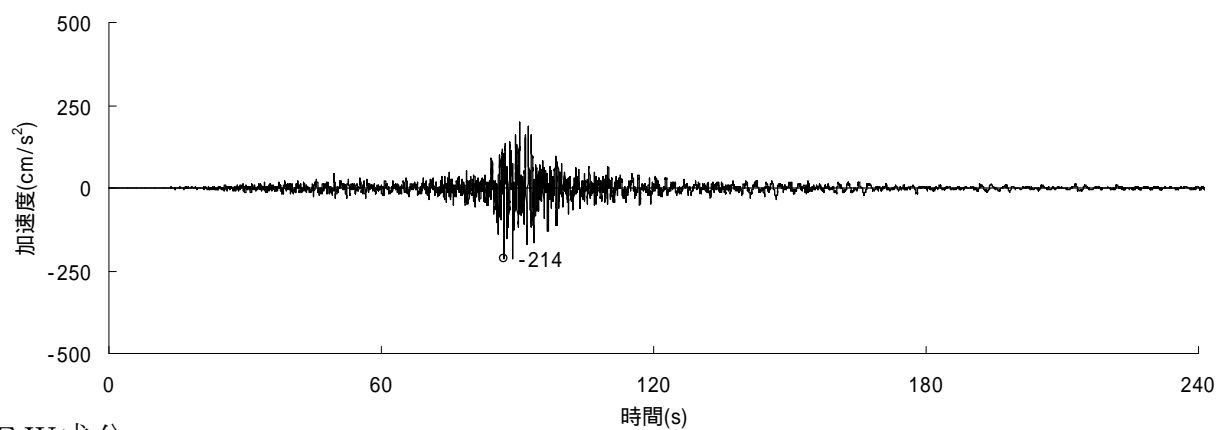
別表 6-1 東北地方太平洋沖地震の観測記録における最大応答値の生起時刻の差

位置 (m)	最大応答値の生起時刻 (秒)			生起時刻の差 (秒)	
	南北方向 (NS)	東西方向 (EW)	鉛直方向 (UD)	NS-UD	EW-UD
-4.0 (RB01)	87.0	91.8	91.2	4.2	0.6

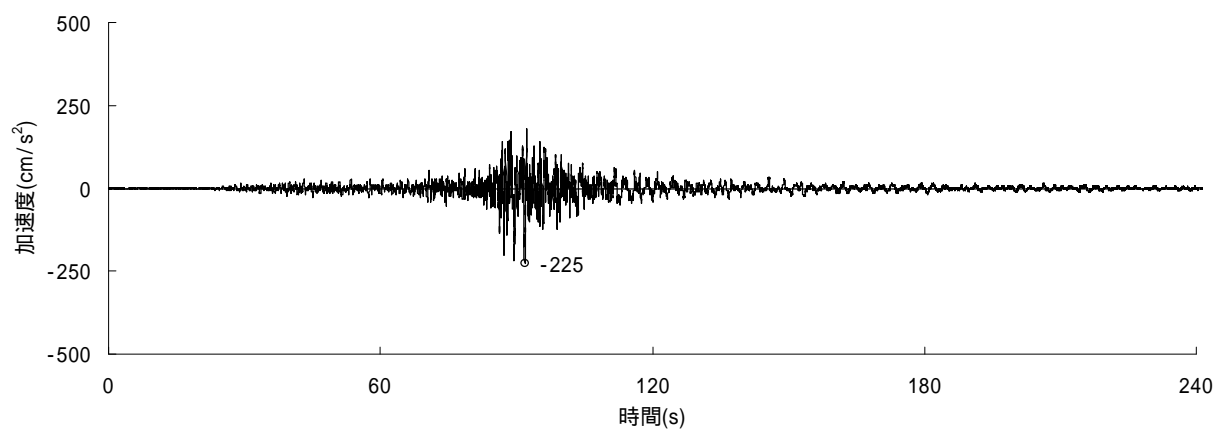


別図 6-1 原子炉建屋基礎上 (EL. -4.0m) 地震計設置位置

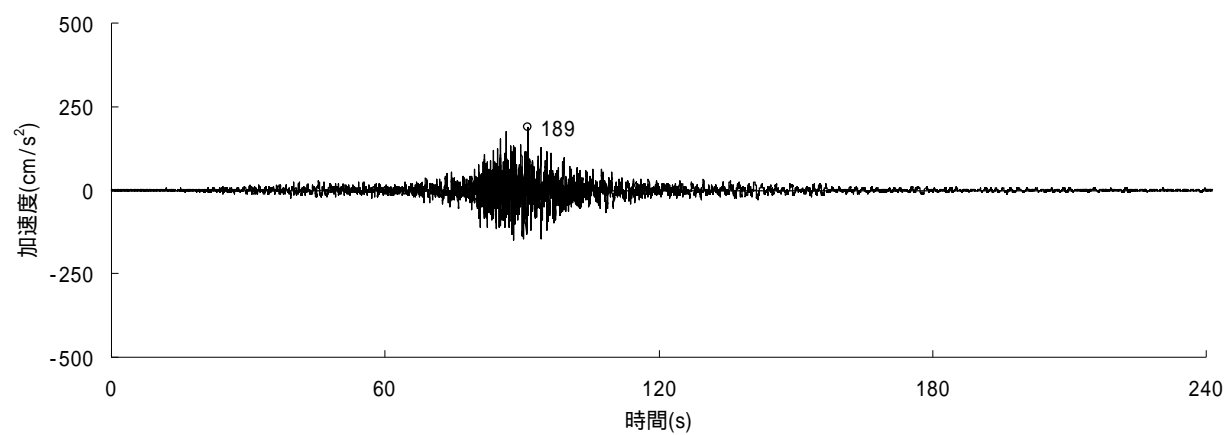
N S 成分



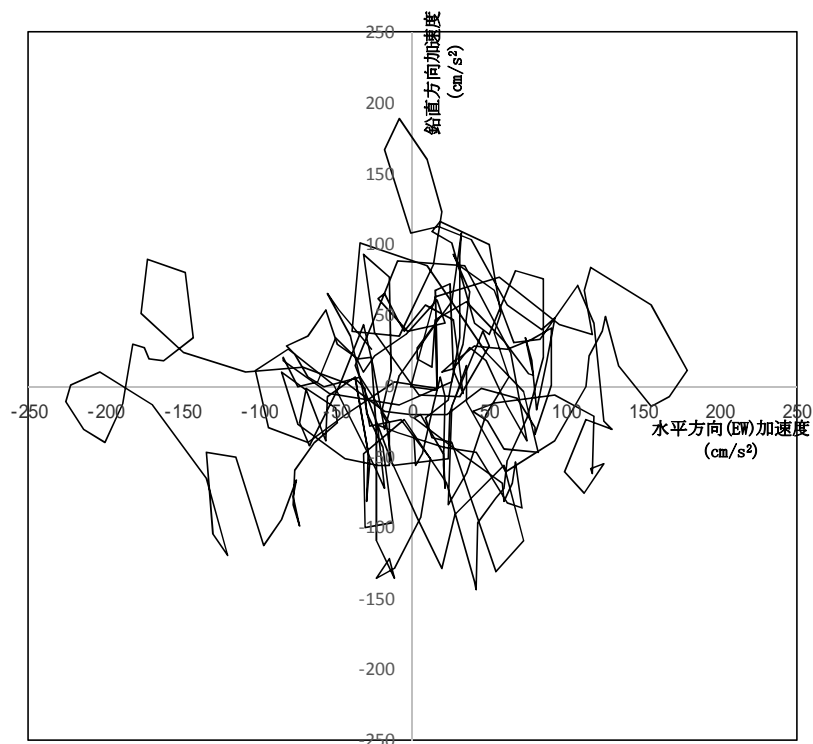
E W 成分



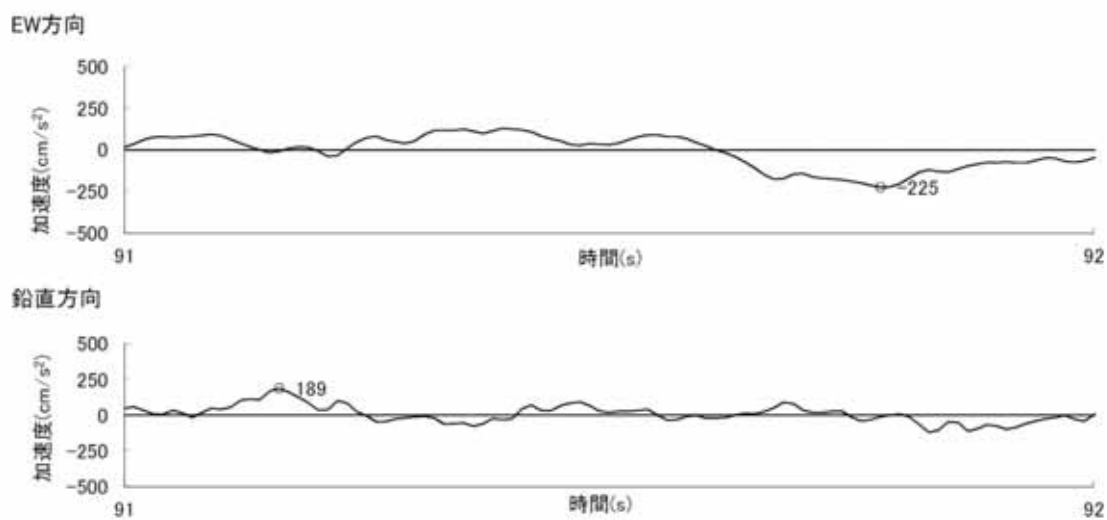
UD 成分



別図 6-2 原子炉建屋基礎上 (EL. -4.0m) RB01 の観測記録加速度時刻歴波形



原子炉建屋基礎上 (EL. -4.0m) RB01 のリサーチ波形 (90秒から93秒)



原子炉建屋基礎上 (EL. -4.0m) RB01 の観測記録加速度時刻歴波形 (91秒から92秒)

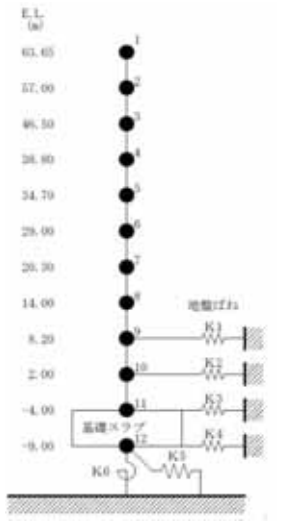
別図 6-3 最大応答値(EW-UD)における生起時刻の差

東海第二発電所における水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について（補足説明）

本資料では東海第二発電所における水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について、4項で選定した基準地震動  $S_s-D$ 、 $S_s-21$  及び  $S_s-22$  の3波に加えて、基準地震動  $S_s-31$  も加えた場合の水平方向及び鉛直方向の生起時刻の差について説明する。

4項で示した同様の手法にて水平方向と鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差を別図 6-4 及び別表 6-2 に示す。別表 6-2 には4項で整理した基準地震動  $S_s-D$ 、 $S_s-21$  及び  $S_s-22$  の3波で整理した生起時刻の差についても記載した。

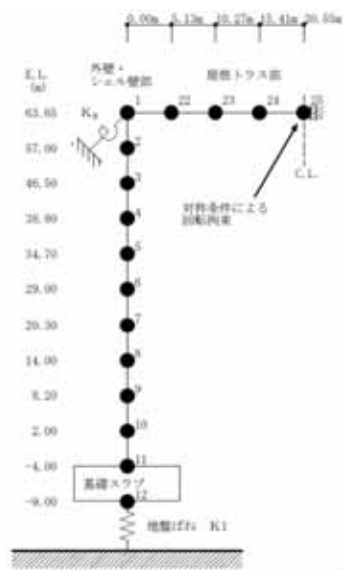
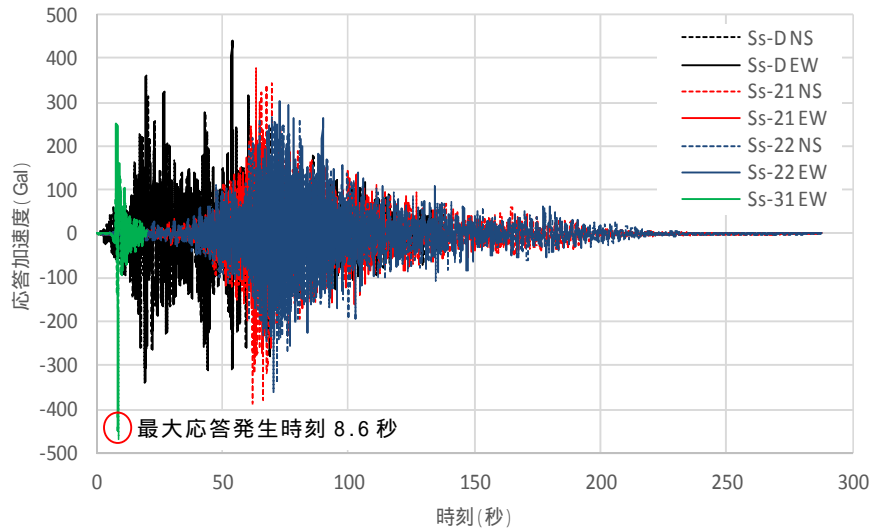
別図 6-4 に示すとおり  $S_s-31$  は、地震継続時間が短く、水平方向の最大応答値の生起時刻は約 9 秒となり、他  $S_s$  よりも早い時刻で最大応答値の生起時刻が生じる。また  $S_s-31$  の鉛直方向については、他の  $S_s$  の応答加速度値と比べても小さな傾向を示す。このため  $S_s-31$  の水平方向の最大応答値の生起時刻 9 秒と他  $S_s$  の鉛直方向の最大応答値の生起時間を用いて評価すると、生起時刻の差として大きくなる傾向となる。



原子炉建屋モデル

(水平方向)

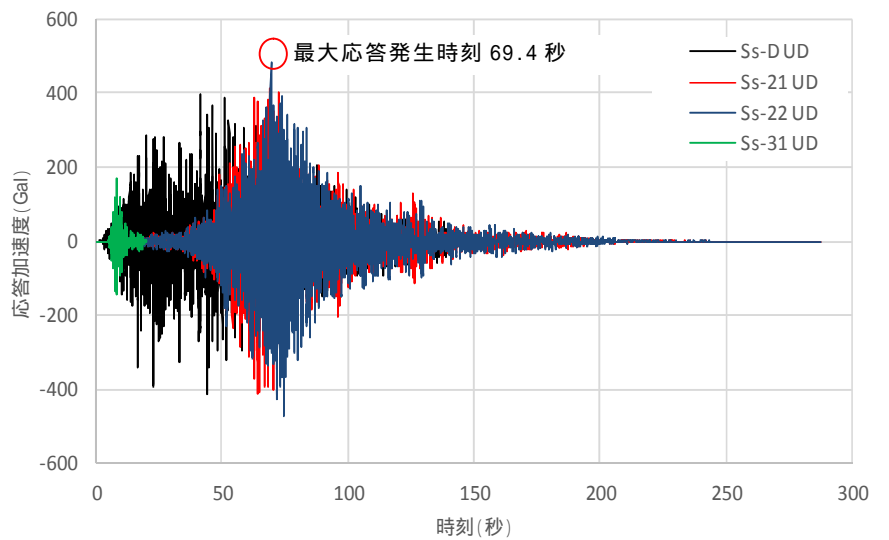
原子炉建屋 (EL. -4.0m)



原子炉建屋モデル

(鉛直方向)

原子炉建屋 (EL. -4.0m)



別図 6-4 原子炉建屋の応答値 (EL. -4.0m の例)

別表 6-2 S<sub>s</sub>-31 考慮時の最大応答値の生起時刻の差

位置 (m)	S <sub>s</sub> -31 考慮時の検討			S <sub>s</sub> 3 波時の 生起時刻 の差 (秒)
	最大応答値の 生起時刻 (秒)		生起時刻 の差 (秒)	
	水平方向	鉛直方向		
63.65	73.0	68.6	4.4	4.4
57.00	61.9	68.6	6.7	6.7
46.50	8.6	61.0	52.4	0.9
38.80	8.7	61.0	52.3	41.1
34.70	8.7	61.0	52.3	12.0
29.00	8.7	61.0	52.3	41.0
20.30	8.6	68.7	60.1	5.4
14.00	8.7	68.7	60.0	5.4
8.20	8.6	74.5	65.9	20.7
2.00	8.6	74.5	65.9	20.7
-4.00	8.6	69.4	60.8	15.6
-9.00	8.6	69.4	60.8	15.6

## 鉛直方向応答解析モデルの追加について

## 1. 概要

格納容器内の原子炉圧力容器等の大型機器は、一般機器や配管等に比べて質量が大きく、原子炉建屋との相互作用を考慮した地震応答の算定が必要である。そのため、既工認において、原子炉圧力容器（炉心支持構造物及び炉内構造物含む）、原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎等の大型機器・構造物の耐震設計では、水平方向の動的地震力については原子炉建屋と大型機器を連成させた多質点モデルによる時刻歴応答解析を行うことで動的地震力を算定し、鉛直方向については静的震度による地震荷重を算定していた。

今回工認においては、新たに鉛直方向の動的地震力に対する考慮が必要となったことから、鉛直方向についても水平方向と同様に動的地震力の算定を行う。鉛直方向の地震応答解析モデルについては、鉛直方向の各応力評価点における軸力を算定するため、従来の水平方向モデルをベースに新たに多質点モデルを作成する。

なお、鉛直方向の地震応答解析モデルは、大間 1 号炉の建設工認において適用例がある。

## 2. 地震応答解析モデルについて

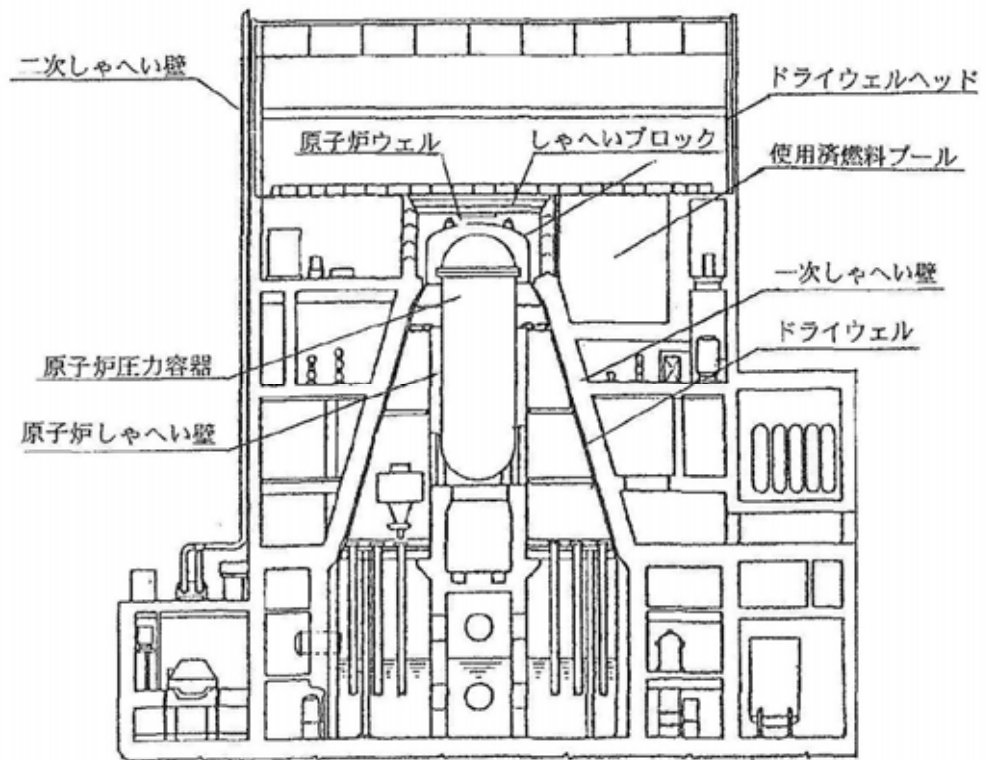
原子炉建屋、格納容器の概略断面図を第 7-1 図、原子炉圧力容器内部構造物の構造図を第 7-2 図に示す。

水平方向の解析モデルにおいては、原子炉圧力容器、原子炉遮蔽壁、原子炉本体基礎は第 7-3 図に示すような多質点モデルにてモデル化する。原子炉圧力容器は原子炉圧力容器スタビライザと等価なばねで原子遮蔽壁と結ば

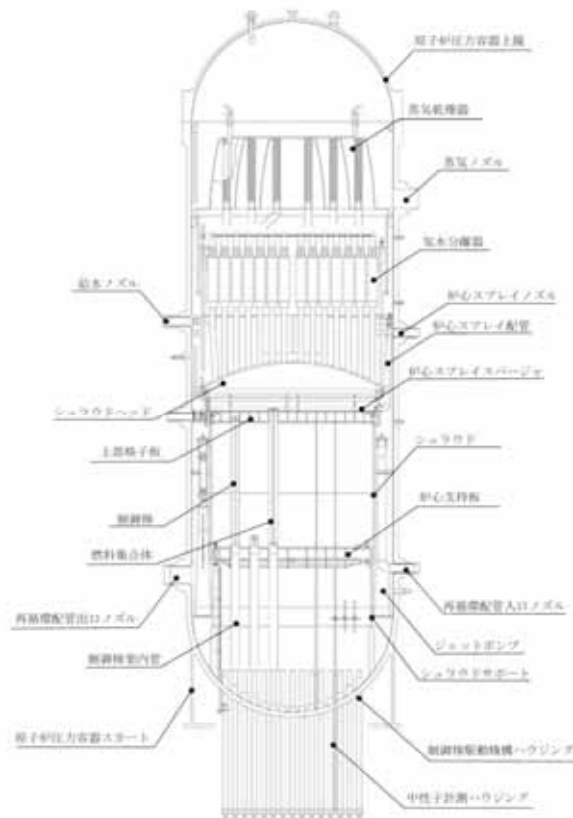


れ，原子炉本体基礎と剛に結合される。原子炉本体基礎はその下端において原子炉建屋基礎版上端と剛に結合され，さらにダイヤフラムフロアの剛性と等価なばねにより原子炉格納容器を介して原子炉建屋に支持される。

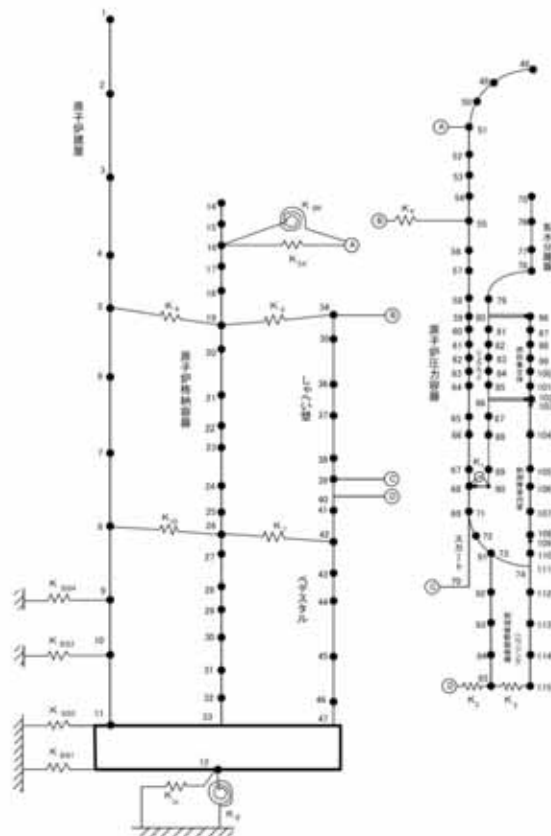
鉛直方向の解析モデルにおいても水平方向の解析モデルと同様に第 7-4 図に示すような多質点モデルにてモデル化する。原子炉圧力容器は，原子炉本体基礎と剛に結合される。原子炉本体基礎は，その下端において原子炉建屋基礎版上端と剛に結合され，原子炉建屋に支持される。



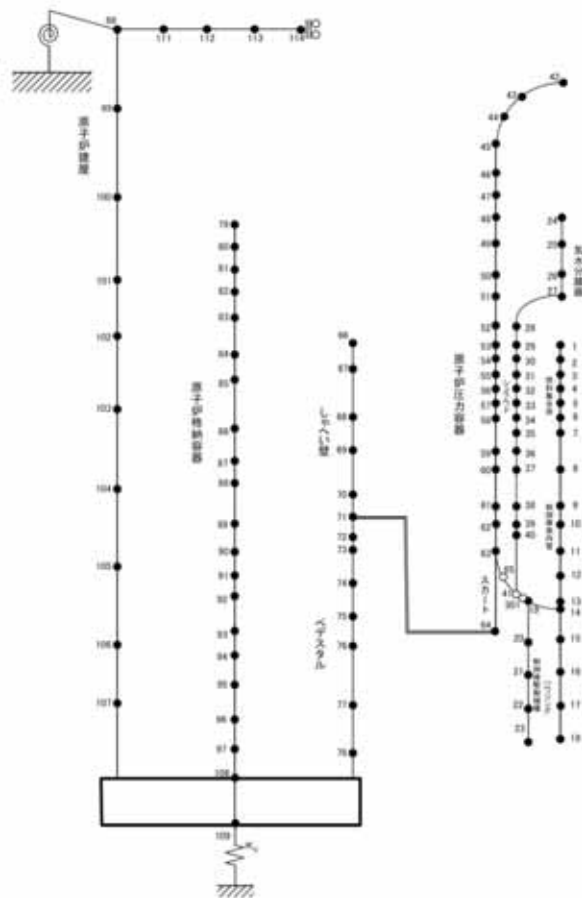
第 7-1 図 原子炉建屋，格納容器 概略断面図



第 7-2 図 原子炉圧力容器内部構造物 構造図



第 7-3 図 原子炉建屋－炉内構造物系連成 地震応答解析モデル（水平方向）



第 7-4 図 原子炉建屋－炉内構造物系連成 地震応答解析モデル（鉛直方向）

## 東海第二発電所

地震により発生する応力を考慮した燃料被  
覆管の応力評価について  
(耐震)

## 1. はじめに

燃料被覆管の応力評価に関しては、燃料の健全性を確認する観点から、原子炉設置変更許可申請書添付書類Ⅷ及び燃料体設計認可申請書添付書類Ⅱ（応力解析）において通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する内外圧力差による応力、熱応力等を考慮し、解析コードを用いて燃料被覆管の応力設計評価を実施している。また、工事計画認可申請書及び燃料体設計認可申請書添付書類Ⅱ（耐震解析）において、崩壊熱除去可能な形状の維持の観点から、地震時の一次応力も考慮した応力評価を実施している。

一方、「実用発電用原子炉の燃料体に対する地震の影響の考慮について（平成 29 年 2 月 15 日，原子力規制委員会）」（以下「資料 1」という。）において、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に、基準地震動  $S_s$  が発生した場合でも、燃料被覆管の閉じ込め機能が維持できることとして、地震により発生する応力並びに地震力と重畳する可能性のある一次応力及び二次応力を加味した評価を実施することが求められている。

本資料は、上記を踏まえて燃料被覆管の応力評価への地震動の影響について、説明するものである。

## 2. 評価項目の選定

BWR 燃料集合体は、「沸騰水型原子炉に用いられる 8 行 8 列型の燃料集合体について（昭和 49 年 12 月 25 日，原子炉安全専門審査会）」に従い、構造強度設計で以下を考慮している。

- (1) 燃料被覆管にかかる応力は、設計応力強さ限界を超えないこと。
- (2) 累積疲労サイクル数は、設計疲労寿命を超えないこと。

(3) 使用中に燃料棒の変形等による過度の寸法変化を生じないこと。

上記の内、(1) 及び (2) について地震動による影響を考慮した評価を行う。(3) は燃料集合体に異常な寸法形状変化を生じさせないため、燃料被覆管製造時における残留応力除去、上下部タイ・プレート及びスペーサによる燃料棒の保持等により考慮されている項目で、地震動による影響を直接受けるものではないことから評価対象としない。

### 3. 燃料被覆管応力評価条件

基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  が発生した場合でも、閉じ込め機能が確保されることを確認する。資料 1 に基づく燃料被覆管応力評価条件を表 1 に示す。

評価対象燃料は、 $9 \times 9$  燃料 (A 型) 及び  $9 \times 9$  燃料 (B 型) とする。

表 1 燃料被覆管の応力評価条件<sup>※1</sup>

要求事項	考慮すべき応力と地震動	許容応力
燃料被覆管の 閉じ込め機能	一次応力 ( $S_d$ を考慮) + 二次応力 ( $S_d$ を考慮)	設計降伏点 ( $S_y$ )
	一次応力 ( $S_s$ を考慮) + 二次応力 ( $S_s$ を考慮)	設計引張強さ ( $S_u$ )

※1：本評価においては $S_d$ を包絡する $S_s$ を考慮し、かつ、 $S_y$ を許容応力として評価することで、評価ケースを1ケースにする。

#### 4. 燃料被覆管応力評価方法<sup>[1]</sup>

燃料被覆管応力評価は、厚肉円筒式を用いた簡易弾性解析により、せん断歪エネルギー説 (von Mises 理論) に基づき燃料被覆管の相当応力を求め設計比を評価する。

応力評価は、燃料被覆管に発生するすべての応力を三軸方向 (半径方向、円周方向及び軸方向) について解析し、それらより相当応力を評価する。

応力設計比は、燃料棒寸法、燃料被覆管温度、燃料棒内圧、炉心条件、許容応力等の統計的入力変数の関数となる。入力変数の統計的分布は、製造実績、実機運転データ等を考慮して設定された値を用いる。これらをモンテカルロ法により統計評価を行う。モンテカルロ法による評価では、1回の試行毎に乱数が用いられ、統計的分布に従い設定された入力条件から1つの応力設計比が得られる。この試行を繰り返すことにより応力設計比の95%確率上限値を求める。応力設計比の95%確率上限値が1.0以下であることで燃料の健全性を確認する。

なお、燃料被覆管温度及び燃料棒内圧は燃料棒熱・機械設計解析コードから得られるものであり、他の入力も含めて許認可解析で保守的に設定されたものと同じものを用いる。

## 5. 疲労評価方法

燃料の疲労限界に対する設計基準は、累積損傷の法則（Miner の仮説）及び Langer-0' Donnell の考え方に基づく。具体的には炉内滞在期間 8 年を仮定した温度、圧力及び出力の予測サイクルによる疲労に加え、地震による繰り返し応力を考慮し、疲労の累積係数が 1.0 に対し余裕があることを確認する。

## 6. 評価結果

### (1) 燃料被覆管応力評価

地震により発生する応力を考慮した燃料被覆管応力評価結果を添付資料 1 に示す。通常運転時に発生する応力に加えて地震により発生する応力を考慮した場合においても、応力設計比は最大で 0.68（9×9 燃料（A 型））及び 0.71（9×9 燃料（B 型））であった。よって地震を考慮しても 1.0 より小さく十分余裕があることを確認した。

### (2) 疲労評価

地震により発生する応力を考慮した燃料被覆管疲労評価結果を添付資料 2 に示す。ジルカロイの設計疲労曲線を用いて、 $S_d$  より厳しい  $S_s$  での最大応力振幅から、許容サイクル数は  $1.0 \times 10^6$  回（9×9 燃料（A 型））及び  $1.0 \times 10^4$  回（9×9 燃料（B 型））であり、これを用いて疲労係数を求めたところ、疲労係数の増分は 1.1



$\times 10^{-4}$  (9×9燃料(A型))及び $1.1 \times 10^{-2}$  (9×9燃料(B型))であった。よって、9×9燃料(A型)及び9×9燃料(B型)の全寿命を通じた疲労の累積係数(0.0029(9×9燃料(A型))及び0.0058(9×9燃料(B型)))に、複数回の地震動による疲労係数増分を加えても疲労の累積係数は1.0より小さく十分余裕があることを確認した。

## 7. その他検討事項

燃料集合体の浮き上がりの可能性については、冷却材による流体力、水平方向加速度(10G)、鉛直方向加速度(2G)においても、浮き上がりの影響が無い(燃料支持金具から外れない)ことが過去の解析評価により確認されている<sup>[2]</sup>。

上記に加え、制御棒挿入時の突き上げや燃料集合体と上部炉心格子との摩擦を考慮した場合においてもほぼ同様の結果となることが別の試験及び解析で確認されている<sup>[3]</sup>。

基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ が発生した場合でも、水平方向加速度及び鉛直方向加速度はそれぞれ10G及び2Gより小さく、燃料集合体の浮き上がりはないことを確認した。

## 8. 添付資料

### 添付資料1

地震により発生する応力を考慮した燃料被覆管応力評価について

### 添付資料2

地震動による影響を考慮した燃料被覆管疲労評価について

## 9. 参考文献

- [ 1 ] 発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について（昭和 63 年 5 月 12 日 原子力安全委員会了承）
- [ 2 ] 平成 17 年度原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査機器耐力その 2（BWR 制御棒挿入性）に係る報告書（平成 18 年 9 月 原子力安全基盤機構）
- [ 3 ] 浜岡原子力発電所 3，4 号機「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価に関わる報告のうち耐震設計上重要な機器・配管系の耐震安全性評価（補足説明資料）（平成 19 年 10 月 23 日 中部電力株式会社）

地震により発生する応力を考慮した燃料被覆管応力評価について

通常運転時に発生する応力に加え地震による応力を考慮した燃料被覆管の応力評価結果を以下に示す。

#### 1. 評価条件

評価条件を 9 × 9 燃料 (A 型) 及び 9 × 9 燃料 (B 型) についてそれぞれ別紙 1 及び別紙 2 に示す。

#### 2. 評価結果

燃料被覆管応力評価結果を 9 × 9 燃料 (A 型) 及び 9 × 9 燃料 (B 型) について表 1 に示す。通常運転時に発生する応力に加えて地震により発生する応力を考慮した場合においても、応力設計比は最大で 0.68 (9 × 9 燃料 (A 型)) 及び 0.71 (9 × 9 燃料 (B 型)) であった。よって、地震動による影響を考慮しても 1.0 より小さく十分余裕があることを確認した。

表 1 燃料被覆管応力の評価結果

		スぺーサ間（応力設計比）	スぺーサ部（応力設計比）
		一次応力＋二次応力	一次応力＋二次応力
9 × 9 燃料 (A型)	寿命初期	0.68	0.52
	寿命中期	0.26	0.25
	寿命末期	0.21	0.20
9 × 9 燃料 (B型)	寿命初期	0.66	0.71
	寿命中期	0.34	0.29
	寿命末期	0.26	0.25

評価条件（9×9燃料（A型））

燃料タイプ : 9×9燃料（A型）  
解析コード : 簡易弾性解析コード F U R S T  
(原子炉設置変更許可, 燃料体設計認可と同じ※1)  
評価部位 : スペーサ間, スペーサ部  
評価点 : 燃料寿命初期, 中期, 末期  
運転状態 : 圧力過渡（冷却材圧力  MPa[abs]）, 出力過渡（最大過出力 20%）

考慮する応力 : ①内外圧差に基づく応力（一次応力）  
②水力振動に基づく応力（一次応力）  
③楕円度に基づく応力（一次応力）  
④スペーサの接触圧に基づく応力（スペーサ部評価のみ）（二次応力）  
⑤半径方向温度差に基づく熱応力（二次応力）  
⑥円周方向温度差に基づく熱応力（二次応力）

地震による影響を評価する場合は、以下の応力を追加する。ここで燃料集合体の加速度（水平方向）は、燃料集合体軸方向で分布を持つが、最大値を固定値として入力する。

⑦スペーサ間のたわみに基づく応力（一次応力）  
⑧チャンネル・ボックスのたわみに基づく応力（二次応力）

鉛直方向の地震加速度を考慮する場合には、さらに以下の応力を考慮する。

⑨鉛直地震加速度に基づく応力（一次応力）

⑩エクспанション・スプリングの圧縮力に基づく応力（一次応力）

許容応力 : 一次応力＋二次応力に対して設計降伏点（ $S_y$ ）

入力値 : 水平加速度 2.02G（基準地震動  $S_s$ ）

鉛直加速度 1.24G（基準地震動  $S_s$ ）

燃料集合体相対変位 16.8mm（基準地震動  $S_s$ ）

※1：地震時に燃料被覆管に発生する応力は、燃料棒を梁モデルと見立てて水平方向の加速度及びチャンネル・ボックスの曲がりにより強制変位を受けた際の応力計算式並びに鉛直方向に燃料棒が加振された場合に燃料棒断面にかかる圧縮及び引張り応力の計算式で計算する。これは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力の計算式を材料力学に基づいて設定している点と同様であり、応力計算方法は同じである。FURSTは、これらを組み合わせて計算することが可能である。

評価条件（9×9燃料（B型））

- 燃料タイプ : 9×9燃料（B型）
- 解析コード : 簡易弾性解析コードBSPAN  
(原子炉設置変更許可, 燃料体設計認可と同じ<sup>\*1</sup>)
- 評価部位 : スペーサ間, スペーサ部
- 評価点 : 燃料寿命初期, 中期, 末期
- 運転状態 : 圧力過渡(冷却材圧力  MPa[abs]<sup>\*2</sup>), 出力過渡(最大過出力 20%)
- 考慮する応力 : ①冷却材による外圧及び燃料要素内圧によって生じる  
応力（一次応力）
- ②燃料被覆管楕円度による曲げ応力（一次応力）
- ③流力振動による応力（一次応力）
- ④スペーサでの保持力による応力（二次応力）
- ⑤燃料被覆管の径方向温度勾配による応力（二次応力）
- ⑥燃料被覆管の周方向温度勾配による応力（二次応力）
- ⑦熱湾曲矯正による応力（二次応力）
- ⑧ウォータ・チャンネルと燃料要素の熱膨張差による  
応力（二次応力）
- ⑨エクспанション・スプリング及びプレナム・スプリングによる応力（二次応力）
- 地震加速度を考慮する場合には, 以下の応力を考慮する。
- ⑩スペーサ間のたわみによる応力（一次応力）

⑪チャンネル・ボックスのたわみに基づく応力（二次  
応力）

許容応力 : 一次応力＋二次応力に対して設計降伏点（ $S_y$ ）

入力値 : 水平加速度 2.02G（基準地震動  $S_s$ ）

鉛直加速度 1.24G（基準地震動  $S_s$ ）

燃料集合体相対変位 16.8mm（基準地震動  $S_s$ ）

※1：地震時に燃料被覆管に発生する応力は、燃料棒を梁モデルと見立てて水平方向の加速度及びチャンネル・ボックスの曲がりにより強制変位を受けた際の応力計算式並びに鉛直方向に燃料棒が加振された場合に燃料棒断面にかかる圧縮及び引張り応力の計算式で計算する。これは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力の計算式を材料力学に基づいて設定している点と同様であり、応力計算方法は同じである。BSPANはこれらを組み合わせて計算することが可能である。

※2：冷却材圧力  MPa[abs] に不確定性を考慮し、 MPa[abs] にて計算を行っている。



地震動による影響を考慮した燃料被覆管疲労評価について

通常運転時に発生する振動サイクルに加え地震により発生する振動サイクルを考慮した燃料被覆管疲労評価結果を以下に示す。

1. 評価条件

(1) 9×9 燃料 (A 型)

燃料タイプ : 9×9 燃料 (A 型)

解析コード : 有限要素法解析コード ANSYS

評価部位 : 下部端栓溶接部

評価点 : 燃料寿命初期, 中期, 末期

運転状態 : 圧力過渡 (冷却材圧力  MPa[abs]), 出力過渡 (最大過出力 20%)

地震荷重の繰返し数 : 110 回

許容サイクル数 : 最大応力振幅からジルカロイ設計疲労曲線に基づき  
評価

入力値 : 水平加速度 2.02G (基準地震動  $S_s$ )

鉛直加速度 1.24G (基準地震動  $S_s$ )

燃料集合体相対変位 16.8mm (基準地震動  $S_s$ )

水平加速度 1.20G (弾性設計用地震動  $S_d$ )

鉛直加速度 0.67G (弾性設計用地震動  $S_d$ )

燃料集合体相対変位 10.0mm (弾性設計用地震動  $S_d$ )

(2) 9×9燃料 (B型)

燃料タイプ : 9×9燃料 (B型)

解析コード : 有限要素法解析コードANSYS

評価部位 : 下部端栓溶接部

評価点 : 燃料寿命初期, 中期, 末期

運転状態 : 定格出力運転

地震荷重の繰返し数 : 110回

許容サイクル数 : 最大応力振幅からジルカロイの設計疲労曲線に基づき評価

入力値 : 水平加速度 2.02G (基準地震動  $S_s$ )

鉛直加速度 1.24G (基準地震動  $S_s$ )

燃料集合体相対変位 16.8mm (基準地震動  $S_s$ )

水平加速度 1.20G (弾性設計用地震動  $S_d$ )

鉛直加速度 0.67G (弾性設計用地震動  $S_d$ )

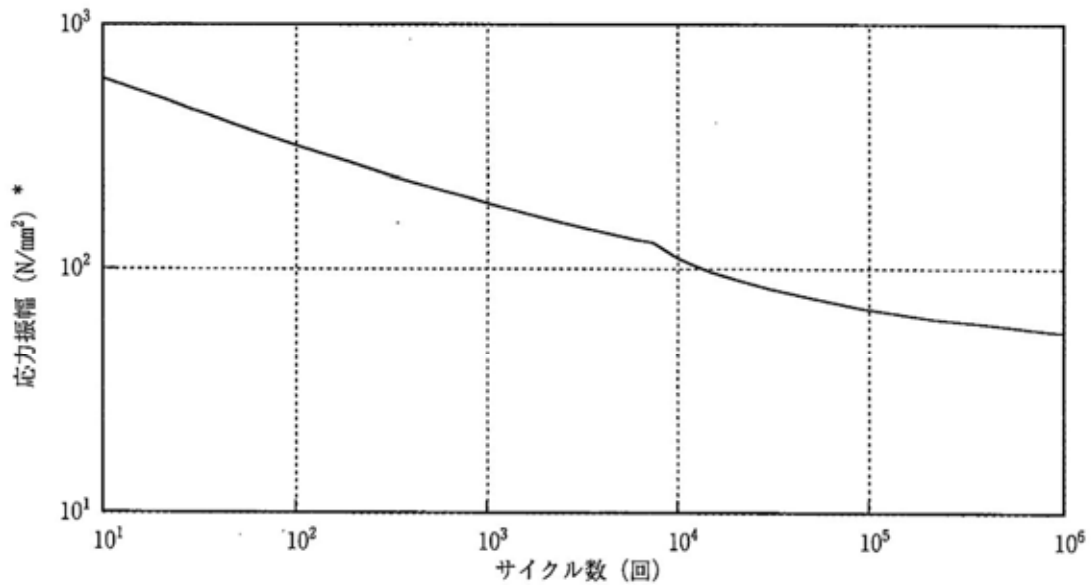
燃料集合体相対変位 10.0mm (弾性設計用地震動  $S_d$ )

## 2. 評価結果

疲労の累積係数の増分を表1に示す。最大応力振幅はジルカロイ設計疲労曲線から、許容サイクル数を  $1.0 \times 10^6$  回 (9×9燃料 (A型)) 及び  $1.0 \times 10^4$  回 (9×9燃料 (B型)) として疲労係数を求めたところ、疲労係数の増分は  $1.1 \times 10^{-4}$  (9×9燃料 (A型)) 及び  $1.1 \times 10^{-2}$  (9×9燃料 (B型)) であった。よって全寿命を通じた疲労の累積係数 ( $0.0029$  (9×9燃料 (A型)) 及び  $0.0058$  (9×9燃料 (B型))) に、複数回の地震動による疲労係数増分を加えても疲労の累積係数は許容限界値 1.0 より十分小さく十分余裕があることを確認した。

表1 9×9燃料 燃料被覆管疲労評価結果

		応力振幅 (N/mm <sup>2</sup> )	許容サイ クル数	地震時荷重 の繰返し数	疲労係数 の増分
9×9 燃料 (A型)	基準地震動 S <sub>s</sub>	48	1.0×10 <sup>6</sup>	110	0.00011
	弾性設計用 地震動 S <sub>d</sub>	30	1.0×10 <sup>6</sup>		0.00011
9×9 燃料 (B型)	基準地震動 S <sub>s</sub>	108	1.0×10 <sup>4</sup>		0.011
	弾性設計用 地震動 S <sub>d</sub>	55	1.0×10 <sup>6</sup>		0.00011



\* psiaから換算したものである。

図1 ジルカロイの設計疲労曲線<sup>[1]</sup>

参考文献

- [1] O'Donnell, W.F., and Langer, B.F. , “Fatigue Design Basis for Zircaloy Components” , Nuclear Science and Engineering, Vol.20 1964, pp.1-12