

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-023-04 改 05
提出年月日	2023年4月18日

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する
検討について

2023年4月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目 次

今回提出範囲：

1. 検討の目的
2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動
 - 2.1 島根原子力発電所の基準地震動
 - 2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動
3. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討結果
 - 3.1 建物・構築物
 - 3.2 機器・配管系
 - 3.3 屋外重要土木構造物等
 - 3.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備

別紙 1 建物・構築物における評価部位の抽出に関する説明資料

別紙 2 原子炉建物 3 次元 F E M モデルを用いた精査

別紙 3 原子炉建物 3 次元 F E M モデルによる地震応答解析

別紙 4 機器・配管系に関する影響検討

別紙 5 方向性を考慮しない水平地震動における位相の異なる模擬地震波の作成

1. 検討の目的

平成 25 年に制定された「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第 6 号)」(以下「技術基準」という。)は、従前の耐震設計審査指針から充実が図られている。

そのうち、新たに要求された水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せについて、耐震設計に係る工認審査ガイドにおいて、以下の内容が示されている。

耐震設計に係る設工認審査ガイド(抜粋)

3.5.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せ(4.5.2 及び 5.5.2 も同様)

水平 2 方向及び鉛直方向の地震力による応力の組合せを適切に行っていることを確認する。

(1) 動的な地震力の組合せ

水平 2 方向及び鉛直方向の地震力による応力の組合せを簡易的に行う際には、各方向の入力地震動の位相特性や建物・構築物の構造、応答特性に留意し、非安全側の評価にならない組合せ方法を適用していること。

なお、各方向の入力地震動の位相特性や建物・構築物の三次元応答特性により応答の同時性を考慮する必要がある場合は、各方向の各時刻歴での応答値を逐次重ね合わせる等の方法により、応答の同時性を考慮していること。

上記審査ガイドを踏まえ、従来の設計手法における水平 1 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震計算に対して、施設の構造特性から水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のあるものを抽出し、施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

2.1 島根原子力発電所の基準地震動

島根原子力発電所の基準地震動 S_s は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を評価して、これらの評価結果に基づき策定している。「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」としては、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施し、その結果を踏まえ、応答スペクトルに基づく地震動として基準地震動 S_s-D 、断層モデルを用いた地震動として基準地震動 S_s-F1 及び S_s-F2 を策定している。また、「震源を特定せず策定する地震動」として基準地震動 S_s-N1 及び S_s-N2 を策定している。

基準地震動 S_s の応答スペクトル図(水平方向)を図 2-1-1 に、基準地震動 S_s の応答スペクトル図(鉛直方向)を図 2-1-2 に示す。

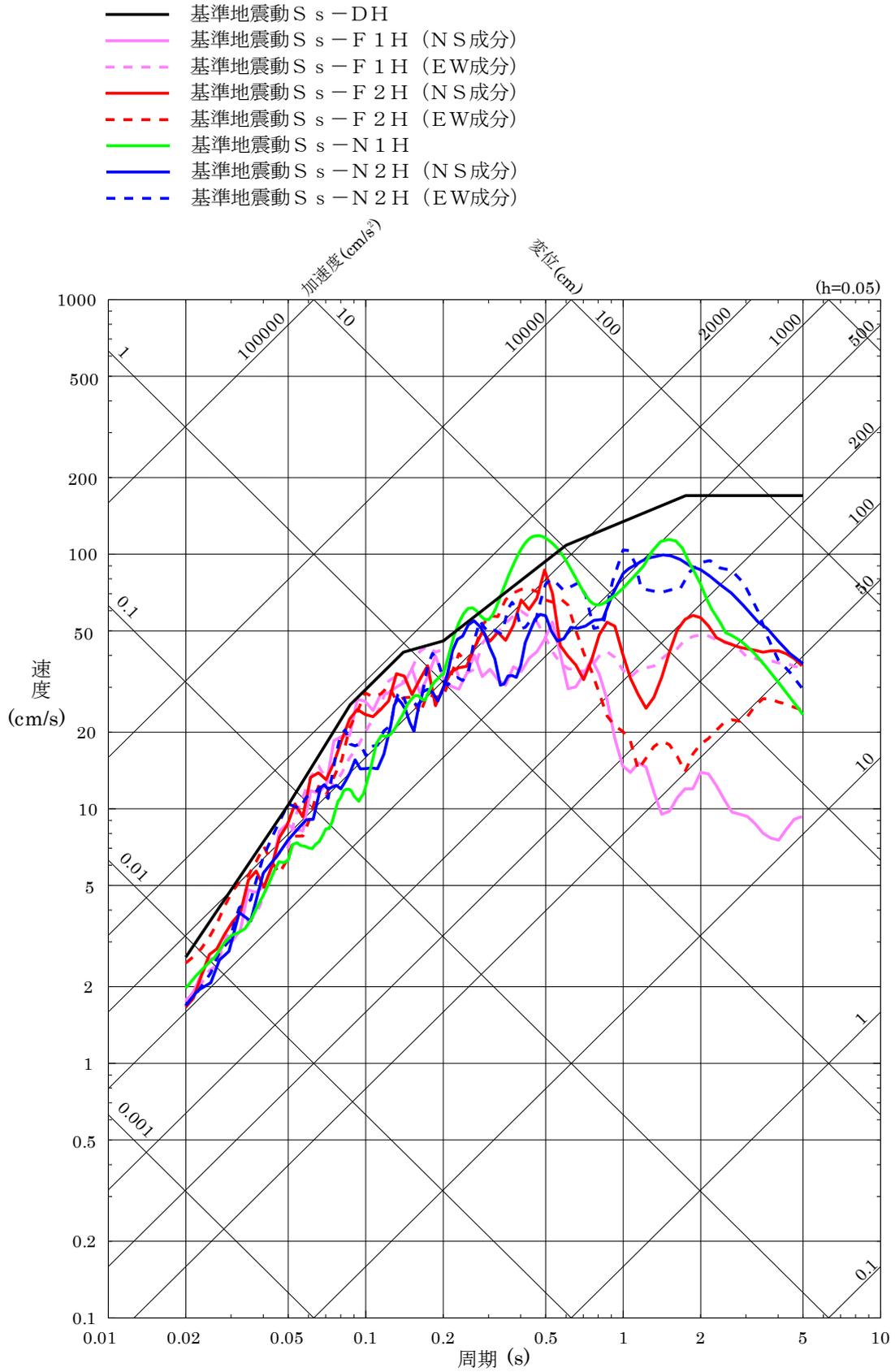


図 2-1-1 基準地震動 S_s の応答スペクトル (水平方向)

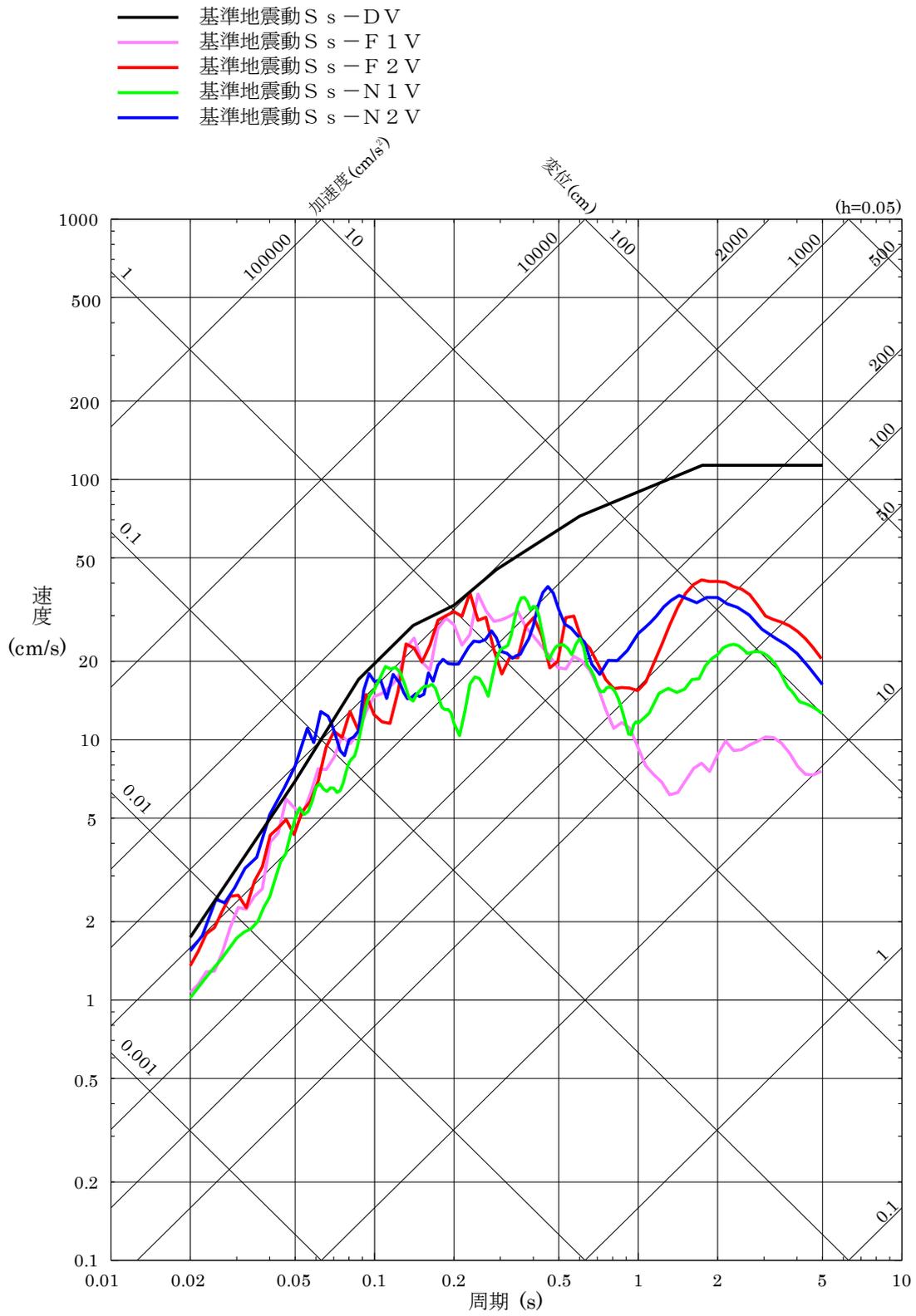


図 2-1-2 基準地震動 S_s の応答スペクトル (鉛直方向)

2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる基準地震動 S_s は、複数の基準地震動における地震動の特性及び包絡関係を施設の特性による影響も考慮したうえで確認し、本影響評価に用いる。

3. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討結果

本資料ではVI-2-1-8「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」の「2. 基本方針」に記載の対象について建物・構築物、機器・配管系、屋外重要土木構造物等、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備に分類し検討した結果を示す。

なお、VI-2「耐震性に関する説明書」の別添として整理している火災防護設備、溢水防護に係る施設、可搬型重大事故等対処施設、地下水位低下設備に係る施設、代替淡水源を監視するための設備及び漂流防止装置については下記資料にて水平2方向及び鉛直地震力の組合せに関する検討を行う。

- ・ VI-2-別添 1-4

「火災防護設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価」

- ・ VI-2-別添 2-8

「溢水防護に係る施設の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」

- ・ VI-2-別添 3-7

「可搬型重大事故等対処施設の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」

- ・ VI-2-別添 4-4

「地下水位低下設備に係る施設の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価」

- ・ VI-2-別添 5-3

「代替淡水源を監視するための設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」

- ・ VI-2-別添 6-3

「漂流防止装置の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価」

3.2 機器・配管系

3.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

機器・配管系における従来 of 水平方向及び鉛直方向の組合せによる設計手法では、建物・構築物の振動特性を考慮し、変形するモードが支配的となり応答が大きくなる方向（応答軸方向）に基準地震動を入力して得られる各方向の地震力（床応答）を用いている。

応答軸（強軸・弱軸）が明確となっている設備の耐震評価においては、水平各方向の地震力を包絡し、変形モードが支配的となる応答軸方向に入力するなど、従来評価において保守的な取り扱いを基本としている。

一方、応答軸が明確となっていない設備で3次元的な広がりを持つ設備の耐震評価においては、基本的に3次元のモデル化を行っており、建物・構築物の応答軸方向の地震力をそれぞれ入力し、この入力により算定される荷重や応力のうち大きい方を用いて評価を実施している。設備配置及び応答軸の概念図を図3-2-1に示す。

さらに、応答軸以外の振動モードが生じにくい構造の採用、応答軸以外の振動モードが生じにくいサポート設計の採用といった構造上の配慮など、水平方向の入力に対して配慮した設計としている。

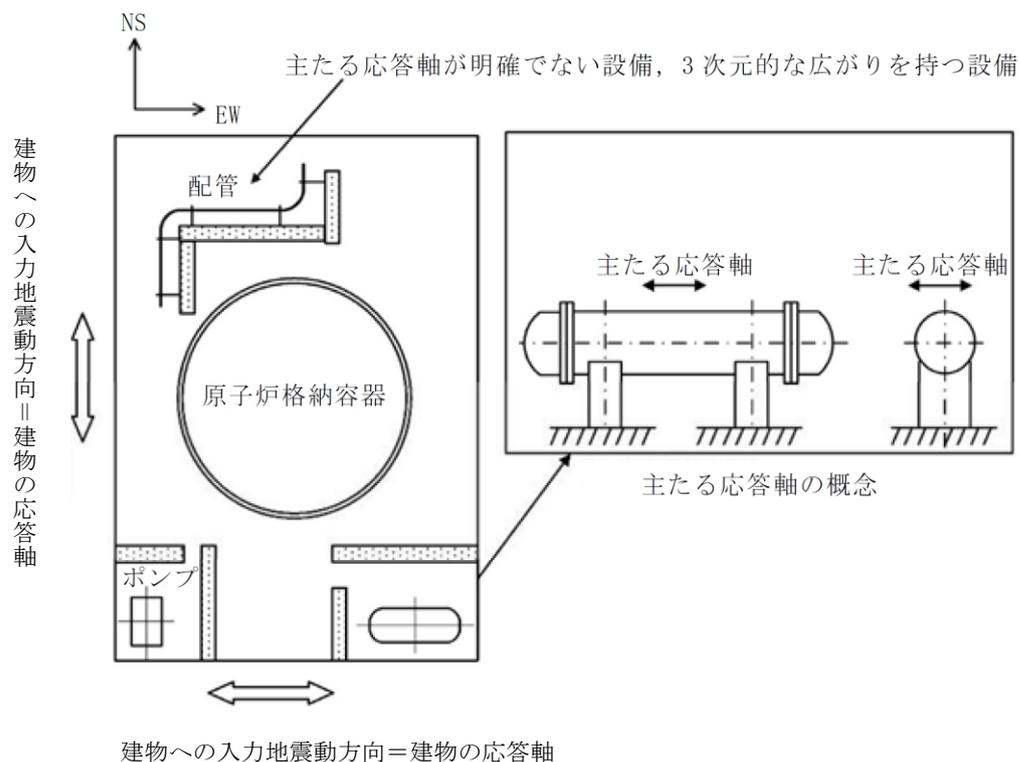


図 3-2-1 設備配置及び応答軸の概念図

3.2.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

機器・配管系において、水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合に影響を受ける可能性がある設備の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備とする。

対象とする設備を機種ごとに分類し、それぞれの構造上の特徴をもとに荷重の伝達方向、その荷重を受ける構造部材の配置及び構成等により水平2方向の地震力による影響を受ける可能性がある設備を抽出する。

構造上の特徴により影響の可能性がある設備は、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の検討を実施する。水平各方向の地震力が1：1で入力された場合の発生値を従来の評価結果の荷重又は算出応力等を水平2方向及び鉛直方向に整理して組み合わせる又は新たな解析等により高度化した手法を用いる等により、水平2方向の地震力による設備に発生する荷重や応力を算出する。

これらの検討により、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた荷重や応力の結果が、従来の発生値と同等である場合は影響のない設備とし、評価対象として抽出せず、従来の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される場合は、設備が有する耐震性への影響を確認する。

設備が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価は、基準地震動 S_s-D 、 $F1$ 、 $F2$ 、 $N1$ 及び $N2$ を対象とするが、複数の基準地震動 S_s における地震動の特性及び包絡関係、地震力の包絡関係を確認し、代表可能である場合は代表の基準地震動 S_s にて評価する。また、水平方向の地震動は、それぞれの位相を変えた地震動を用いることを基本とするが、保守的な手法を用いる場合もある。

スロッシング評価については、水平2方向の影響が考えられることから、水平2方向による影響を確認する。燃料プール等のスロッシングによる溢水量評価は、添付書類「VI-1-1-9-3 溢水評価条件の設定」に記載のとおり、水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた場合の溢水量として、保守的に水平1方向＋鉛直方向の溢水量に、直交する水平1方向＋鉛直方向の溢水量を足し合せ、影響を確認している。

3.2.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ影響評価方法

機器・配管系において、水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した評価*又は水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せで評価した上で、その計算結果に基づき水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響の可能性のある設備を構造及び発生値の増分の観点から抽出し、影響を評価する。影響評価は従来設計で用いている質点系モデルによる評価結果を用いて行うことを基本とする。影響評価のフローを図3-2-2に示す。

なお、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する際は、地震時に水平2方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方であるSquare-Root-of-the-Sum-of-the-Squares法（以下「最大応答の非同時性を考慮したSRSS法」という。）を適用する。この組合せ方法については、現状の耐震評価は基本的に概ね弾性範囲でとどまる体系であることに加え、国内と海外の機器の耐震解析は、基本的に線形モデルにて実施している等類似であり、水平2方向及び鉛直方向の位相差は機器の応答にも現れることから、米国Regulatory Guide 1.92の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考としているものである。

注記*：耐震計算書において水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した評価を実施している設備を表3-2-1に示す。なお、表3-2-1に示した設備についても本項以降に検討結果を記載する。

表 3-2-1 耐震計算書において水平 2 方向及び鉛直方向地震力を
考慮した評価を実施している設備 (1/2)

設 備		水平 2 方向を考慮した評価部位	
		全評価部位	一部評価部位*
圧力 原子 容器	ノズル	○	
	ブラケット類 (蒸気乾燥器支持ブラケット, 炉心 スプレイブラケット, 給水スパーチャブラケッ ト)	○	
原子 炉圧 力容 器 内 部 構 造 物	ジェットポンプ計測配管貫通部シール	○	
	差圧検出・ほう酸水注入系配管 (ティーより N11 ノズルまでの外管)	○	
	蒸気乾燥器		○
	スパーチャ 炉内配管	○	
	ジェットポンプ	○	
燃料プール水位・温度 (SA)		○	
燃料プール水位 (SA)		○	
ECCS ストレーナ 原子炉隔離時冷却系 ストレーナ		○	
ECCS ストレーナ部ティー 原子炉隔離時冷却系 ストレーナ部ティー		○	
ECCS ストレーナ取付部コネクタ		○	
ECCS ストレーナ取付部サポート		○	
水圧制御ユニット		○	
ダクト本体・サポート			○
中央制御室待避室遮蔽		○	
原子 炉格 納容 器	サブプレッションチェンバ	○	
	サブプレッションチェンバサポート	○	
	ハッチ類	○	
	原子炉格納容器配管貫通部	○	
	原子炉格納容器電気配線貫通部	○	
真空破壊装置		○	
ダウンカマ		○	
ベント管		○	
ベント管ベローズ		○	
ベントヘッド		○	
ドライウェルスブレイ管		○	
サブプレッションチェンバスブレイ管		○	
遠隔手動弁操作設備		○	
配管本体, サポート (多質点はりモデル解析)		○	
水密扉 (建物内, 燃料移送ポンプエリア)			○
防水壁 (ディーゼル燃料移送ポンプエリア)		○	

表 3-2-1 耐震計算書において水平 2 方向及び鉛直方向地震力を
考慮した評価を実施している設備 (2/2)

設 備	水平 2 方向を考慮した評価部位	
	全評価部位	一部評価部位*
建物開口部竜巻防護対策設備（竜巻防護ネット対策設備）	○	
建物開口部竜巻防護対策設備（竜巻防護鋼板対策設備）	○	
原子炉建物天井クレーン		○
燃料取替機		○
中央制御室天井照明	○	
主排気ダクト	○	
取水槽ガントリクレーン		○

注記*：一部の部位に対して水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した評価を実施している設備に「○」を記載する。

① 評価対象となる設備の整理

耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備，常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備を評価対象とし，機種ごとに分類し整理する（図3-2-2①）。

② 構造上の特徴による抽出

機種ごとに構造上の特徴から水平2方向の地震力が重複する観点，若しくは応答軸方向以外の振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点にて検討を行い，水平2方向の地震力による影響の可能性のある設備を抽出する（図3-2-2②）。

③ 発生値の増分による抽出

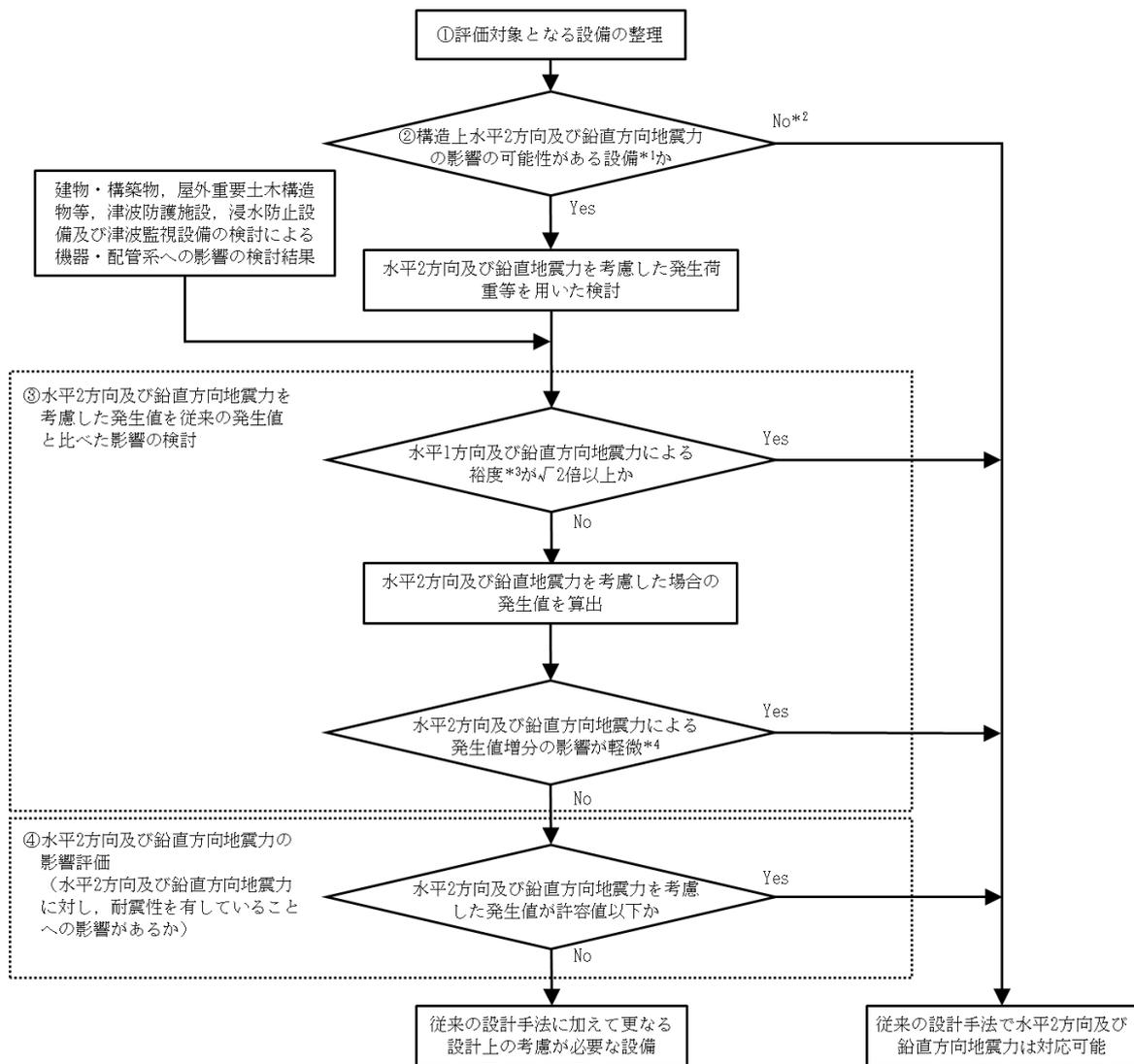
水平2方向の地震力による影響の可能性のある設備に対して，水平2方向の地震力が各方向1:1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め，従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して，水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し，耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

また，建物・構築物，屋外重要土木構造物等，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の検討により，機器・配管系への影響の可能性のある部位が抽出された場合は，機器・配管系への影響を評価し，耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

影響の検討は，機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備を対象とする（図3-2-2③）。

④ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価

③の検討において算出された荷重や応力を用いて、設備が有する耐震性への影響を確認する（図3-2-2④）。



注記*1：水平1方向及び鉛直方向による裕度が1.1未満の設備を含む。

*2：工認耐震計算書において水平2方向を考慮した評価を行っているものを含む。

*3：評価結果の裕度（＝許容値／発生値）及び評価条件における裕度（＝耐震計算に用いる耐震条件／設計用条件I）を考慮する。

*4：発生値の増分（水平2方向/水平1方向） ≤ 1.00

なお、水平1方向の発生値は今回工認耐震計算書における発生値であり、設計用条件Iに対して余裕のある条件で評価を行った場合を含む。

図3-2-2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価フロー（機器・配管系）

3.2.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備の抽出

評価対象設備を機種ごとに分類した結果を表3-2-2に示す。機種ごとに分類した設備の各評価部位、応力分類に対し構造上の特徴から水平2方向の地震力による影響を水平2方向の地震力が重畳する観点より検討し、影響の可能性のある設備を抽出した。

(1) 水平2方向の地震力が重畳する観点

水平1方向の地震力に加えて、さらに水平直交方向に地震力が重畳した場合、水平2方向の地震力による影響を検討し、影響が軽微な設備以外の影響検討が必要となる可能性があるものを抽出する。以下の場合、水平2方向の地震力により影響が軽微な設備であると整理した（別紙4.1表1及び表2参照）。

なお、ここでの影響が軽微な設備とは、構造上の観点から発生応力への影響に着目し、その増分が1割程度以下となる機器を分類しているが、水平1方向地震力及び鉛直方向による裕度（許容応力／発生応力）が1.1未満の機器については、個別に検討を行うこととする。

A. 水平2方向の地震力を受けた場合でも、その構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの

制御棒・破損燃料貯蔵ラックのサポートや横置き容器等は、水平2方向の地震力を想定した場合、水平1方向を拘束する構造であることや水平各方向で振動性状及び荷重の負担断面が異なる構造であることにより、特定の方向の地震力の影響を受ける部位であるため、水平1方向の地震力しか負担しないものとして分類した。その他の設備についても同様の理由から水平1方向の地震力しか負担しないものを分類した。

B. 水平2方向の地震力を受けた場合、その構造により最大応力の発生箇所が異なるもの

一様断面を有する容器類の胴板等は、水平2方向の地震力を想定した場合、それぞれの水平方向地震力に応じて応力が最大となる箇所があることから、最大応力の発生箇所が異なり、水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した。その他の設備についても同様の理由から最大応力の発生箇所が異なり、水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものを分類した。

C. 水平2方向の地震力を組み合わせても水平1方向の地震による応力と同等といえるもの

原子炉圧力容器スタビライザ及び原子炉格納容器スタビライザは、周方向8箇所を支持する構造で配置され、水平1方向の地震力を6体で支持する設計としており、水平2方向の地震力を想定した場合、地震力を負担する部位が増え、ま

た、最大反力を受けもつ部位が異なることで、水平1方向の地震力による荷重と水平2方向の地震力を想定した場合における荷重が同等になるものであり、水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等のものと分類した。その他の設備についても、同様の理由から水平2方向の地震力を組み合わせても1方向の地震による応力と同様のものと分類した。

- D. 工認耐震計算書において、水平2方向を考慮した評価を行っているもの
蒸気乾燥器支持ブラケットは、工認耐震計算書において、水平2方向地震を考慮した評価を行っているため、水平2方向の影響を考慮しても影響がないものとして分類した。その他の設備についても、同様の理由から水平2方向の影響を考慮しても影響がないものを分類した（別紙4.1表3参照）。
水平2方向の考慮方法についての詳細は別紙4.1（補紙）に示す。

- (2) 水平方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点
水平方向とその直交方向が相関する振動モードが生じることで有意な影響が生じる可能性のある設備を抽出する。

機器・配管系設備のうち、水平方向の各軸方向に対して均等な構造となっている機器は、評価上有意なねじれ振動は発生しない。

一方、3次元的な広がりを持つ配管系等は、系全体として考えた場合、有意なねじれ振動が発生する可能性がある。しかし、水平方向とその直交方向が相関する振動モードが想定される設備は、3次元のモデル化を行っており、その振動モードは適切に考慮した評価としているため、この観点から抽出される設備はなかった（別紙4.1表1及び表2参照）。

- (3) 水平1方向及び鉛直方向地震力に対する水平2方向及び鉛直方向地震力の増分の観点

(1), (2)において影響の可能性のある設備について、水平2方向の地震力が各方向1:1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の設計手法による発生値を比較し、その増分により影響の程度を確認し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出した（別紙4.2表1及び表2参照）。

水平1方向に対する水平2方向の地震力による発生値の増分の検討は、機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備を対象とする。別紙4.5に対象の考え方を示し、別紙4.1表1及び表2に(1), (2)において抽出された設備のうち対象とした部位や応力分類の詳細を示す。水平2方向の地震力の組合せは米国Regulatory Guide 1.92の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として最大応答の非同時性を考慮したSRSS法により組み合わせ、発生値の増分を算出する。増分の算出は、耐震計算書で考慮している保守性により増分が低減又は包絡されることも考慮する。算

出の方法を以下に示す。

- ・耐震計算書のデータを用いた簡易的な算出では、地震・地震以外の応力に分離可能なものは地震による発生値のみ組み合わせた後、地震以外による応力と組み合わせで算出する。
- ・設備によっては解析等で求められる発生荷重より大きな設計荷重を用いているものもあるため、上記組合せによる発生値を設計荷重が上回ることを確認したものは、水平2方向の地震力による発生値の増分はないものとして扱う。
- ・応答軸が明確な設備で、設備の応答軸の方向あるいは厳しい応力が発生する向きへ地震力を入力している場合は、耐震性への影響が懸念されないものとして扱う。

3.2.5 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備の抽出結果

3.2.4項(1)及び(2)による影響を整理した結果を別紙4.1に、3.2.4項(3)による影響を整理した結果を別紙4.2に示す。なお、別紙4.2では、別紙4.1にて影響ありとされた設備、又は裕度が1.1未満の設備を抽出して記載しているが、応答軸が明確な設備については耐震性への影響が懸念されないものとして整理している。また、水平2方向の地震力を組み合わせる場合、発生応力は最大応答の非同時性を考慮したSRSS法では最大 $\sqrt{2}$ 倍、組合せ係数法で最大1.4倍となるため、裕度（許容応力／発生応力）が $\sqrt{2}$ 以上ある設備については、水平2方向の地震力による影響の評価は不要とし、別紙4.2で裕度が $\sqrt{2}$ 以上あるか確認している。

3.2.6 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

別紙4.1において抽出された設備について、水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値（発生荷重、発生応力、応答加速度）を以下の方法により算出する。

発生値の算出における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せは、米国Regulatory Guide 1.92の「Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として非同時性を考慮したSRSS法を適用する。

(1) 耐震計算書のデータを用いた算出

耐震計算書の水平1方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた評価結果を用いて、以下の条件により水平2方向及び鉛直方向の地震力に対する発生値を算出することを基本とする。

- ・水平各方向及び鉛直方向地震力をそれぞれ個別に用いて耐震計算書の発生値を算出している設備は、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせで水平2方向を考慮した発生値の算出を行う。

水平2方向発生値

$$= \sqrt{(\text{NS方向地震力による発生値})^2 + (\text{EW方向地震力による発生値})^2 + (\text{UD方向地震力による発生値})^2}$$

- ・水平1方向と鉛直方向の地震力を組み合わせたうえで耐震計算書の発生値を各方向で算出している設備は、鉛直方向を含んだ水平各方向別の発生値を組み合わせることで水平2方向を考慮した発生値の算出を行う。

水平2方向発生値

$$= \sqrt{(\text{NS + UD 方向地震力による発生値})^2 + (\text{EW + UD 方向地震力による発生値})^2}$$

- ・水平方向を包絡した地震力と鉛直方向地震力を組み合わせたうえで耐震計算書の発生値を算出している設備は、鉛直方向を含んだ水平各方向同一の発生値を組み合わせることで水平2方向を考慮した発生値の算出を行う。

水平2方向発生値

$$= \sqrt{(\text{水平方向包絡 + 鉛直方向地震力による発生値})^2 + (\text{水平方向包絡 + 鉛直方向地震力による発生値})^2}$$

- また、算出に当たっては必要に応じて以下も考慮する。
- ・発生値が地震以外の応力成分を含む場合、地震による応力成分と地震以外の応力成分を分けて算出する。

3.2.7 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果

別紙4.2において水平2方向での発生値の増分の影響が無視できないと整理した設備について、3.2.6項の影響評価条件において算出した発生値に対して設備の耐震性への影響を確認する。評価した内容を設備ごとに示し、その影響評価結果については重大事故等の状態も考慮した結果について別紙4.3に示す。

3.2.8 まとめ

機器・配管系において、水平2方向の地震力の影響を受ける可能性がある設備について、従来設計手法における保守性も考慮した上で抽出し、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して影響を評価した。その結果、耐震計算書の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される設備については、水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値が許容値を満足し、設備が有する耐震性に影響のないことを確認した。

本影響評価は、水平2方向及び鉛直方向地震力により設備が有する耐震性への影響を確認することを目的としている。そのため、耐震計算書の発生値をそのまま用いて水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを評価しており、以下に示す保守側となる要因を含んでいる。

- ・耐震計算書の発生値（水平1方向及び鉛直方向地震力による応力成分と圧力等の地震以外の応力成分の組合せ）に対して、係数（ $\sqrt{2}$ ）を乗じて水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値として算出しているため、係数を乗じる必要のない

い鉛直方向地震力による応力成分と圧力等の地震以外の応力成分についても係数を乗じている。

- ・耐震計算書において水平各方向を包絡した床応答スペクトルを各方向に入力している設備は各方向の大きい方の地震力が水平2方向に働くことを想定した発生値として算出している。

以上のことから、水平2方向及び鉛直方向地震力については、機器・配管系が有する耐震性に影響がないことを確認した。また、建物・構築物、屋外重要土木構造物等、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の検討により、機器・配管系への影響の可能性がある部位は抽出されなかった。

なお、3次元FEMモデルを用いた精査（別紙2）を踏まえて面外応答による影響検討対象として、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁及び床に設置される機器・配管系の設備を抽出し、影響を検討した結果、面外応答による影響を考慮しても機器・配管系の耐震評価に影響がないことを確認した。また、3次元FEMモデルによる地震応答解析（別紙3）において、3次元FEMモデルの応答スペクトルが質点系モデルの応答スペクトルを上回る箇所があることを踏まえて機器・配管系への影響を検討した結果、機器・配管系の耐震評価に影響がないことを確認した（別紙4）。

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (1/12)

設備		部位
燃料集合体		燃料被覆管
炉心支持構造物	炉心シュラウド	上部胴 下部胴
		中間胴
		上部格子板支持面 炉心支持板支持面
		レグ
	シュラウドサポート	シリンダ プレート 下部胴
		グリッドプレート
	上部格子板	補強ビーム 支持板 スタッド
	炉心支持板	中央燃料支持金具 周辺燃料支持金具
燃料支持金具	下部溶接部 長手中央部	
制御棒案内管		
原子炉圧力容器	円筒胴	円筒胴
	下鏡	下鏡 下鏡と円筒胴の接合部 原子炉圧力容器支持スカートと円筒胴の接合部
		ハウジング スタブチューブ
	制御棒貫通孔	原子炉中性子計装ハウジング
	原子炉中性子計装孔	
	ノズル	各部位
	ブラケット類	スタビライザブラケット 蒸気乾燥器支持ブラケット 炉心スプレイブラケット 給水スパーチャブラケット
原子炉圧力容器支持構造物	原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト
	原子炉圧力容器支持スカート	支持スカート

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (2/12)

設備		部位
原子炉圧力容器付属構造物	原子炉圧力容器スタビライザ	ロッド
		ブラケット
	原子炉格納容器スタビライザ	パイプ
		フランジボルト
		ガセットプレート
	制御棒駆動機構ハウジング支持金具	レストレントビーム一般部 レストレントビーム端部 レストレントビーム結合ボルト
ジェットポンプ計測配管貫通部シール	貫通部シール	
差圧検出・ほう酸水注入系配管（ティ ーよりN11ノズルまでの外管）	差圧検出管	
原子炉圧力容器内部構造物	蒸気乾燥器	蒸気乾燥器ユニット
		耐震用ブロック
	気水分離器及びスタンドパイプ シュラウドヘッド 原子炉中性子計装案内管	各部位
	スパージャ 炉内配管	各部位
	ジェットポンプ	ライザ ディフューザ ライザブレース
使用済燃料貯蔵ラック	ラック部材 （板、シートプレート及びラックベー ス）	
	ラック取付ボルト 基礎ボルト	
制御棒・破損燃料貯蔵ラック	ラック	
	サポート	
	底部基礎ボルト	
	サポート部基礎ボルト	
燃料プール水位・温度（SA）	架構	
	ワークテーブルフック	
	基礎ボルト	
燃料プール水位（SA）	検出器保護管	
	検出器架台基礎ボルト	

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (3/12)

設備	部位
燃料プール監視カメラ	基礎ボルト
	取付ボルト
燃料プール監視カメラ用冷却設備	基礎ボルト
	取付ボルト
アキュムレータ	胴板
	脚
残留熱除去系熱交換器	胴板
	ラグ
	基礎ボルト
	追設基礎ボルト
立形ポンプ	コラムパイプ バレルケーシング
	基礎ボルト
	取付ボルト
ECCSストレーナ 原子炉隔離時冷却系ストレーナ	各部位（フランジ，取付ボルト以外）
	フランジ
	ボルト
ECCSストレーナ部ティー 原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティー	ティー
	フランジ
ECCSストレーナ取付部コネクタ	コネクタ
	フランジ
ECCSストレーナ取付部サポート	サポートパイプ
	サポートパイプ溶接部
	サポートプレート
	サポートボルト
横形ポンプ 補機海水ストレーナ ポンプ駆動用タービン 空調ファン 空調ユニット	基礎ボルト
	取付ボルト
	胴板
	脚
	基礎ボルト
原子炉補機冷却系熱交換器	基礎ボルト
	連結板
	胴板
	脚

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (4/12)

設備	部位
横置円筒形容器	胴板
	脚
	基礎ボルト
たて置円筒形容器 (スカート支持)	胴板
	スカート
	基礎ボルト
制御棒駆動機構	フランジ
水圧制御ユニット	フレーム
	取付ボルト
平底たて置円筒形容器	胴板
	基礎ボルト
核計測装置	各部位
伝送器 (矩形床置)	基礎ボルト
	取付ボルト
伝送器 (矩形壁掛)	基礎ボルト
	溶接部
伝送器 (サポート鋼材固定)	基礎ボルト
	溶接部
制御盤, 電気盤 (矩形床置)	基礎ボルト
	取付ボルト
制御盤, 電気盤 (矩形壁掛)	基礎ボルト
	取付ボルト
	溶接部
モニタリング設備 (矩形床置)	取付ボルト
モニタリング設備 (矩形壁掛)	基礎ボルト 取付ボルト
通信連絡設備 (アンテナ類) (矩形床置)	基礎ボルト
通信連絡設備 (アンテナ類) (矩形壁掛)	基礎ボルト
	取付ボルト
ダクト本体, サポート	ダクト本体 (矩形)
	ダクト本体 (円形)
	サポート

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (5/12)

設備		部位	
中央制御室待避室遮蔽		構造フレーム（鉄骨，鋼板）	
		基礎ボルト 遮蔽パネル接合部ボルト	
		構造フレーム接合部高力ボルト	
		遮蔽パネル 気密用鋼板	
原子炉格納容器	ドライウエル	ドライウエル上ふた球形部とナックル部の接合部 円筒部とナックル部の接合部 ナックル部と球形部の接合部 球形部の板厚変化部 球形部と円筒部の接合部 円筒部と球形部の接合部	
		円筒部	
		基部	
		サプレッションチェンバ	サプレッションチェンバ胴中央部上部 サプレッションチェンバ胴中央部下部 サプレッションチェンバ胴中央部内側 サプレッションチェンバ胴中央部外側
			サプレッションチェンバ胴エビ継部上部 サプレッションチェンバ胴エビ継部下部 サプレッションチェンバ胴エビ継部内側 サプレッションチェンバ胴エビ継部外側 サプレッションチェンバ胴と内側サポート補強板との接合部 サプレッションチェンバ胴と外側サポート補強板との接合部
	シヤラグ	内側メイルシヤラグ 外側メイルシヤラグ 内側フィメイルシヤラグ 内側フィメイルシヤラグリブ付根部 外側フィメイルシヤラグ	

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (6/12)

設備		部位
原子炉格納容器	シヤラグ	内側メイルシヤラグ接触部
		外側メイルシヤラグ接触部
		内側フィメイルシヤラグ接触部
		外側フィメイルシヤラグ接触部
		コンクリート (ベースプレート部, シヤプレート部)
		基礎ボルト
	サブプレッションチェンバサポート	ベースプレート
		シヤプレート
		内側シヤラグサポート
		シヤラグ取付部
		サポート
		ベースとベースプレートの接合部
	ハッチ類	シアキー
		ベースプレート
		シアプレート
		コンクリート
		ボルト 基礎ボルト
	原子炉格納容器配管貫通部	ハッチ円筒胴
		ハッチ本体と補強板との結合部
	原子炉格納容器電気配線貫通部	原子炉格納容器胴とスリーブとの結合部
スリーブ		
真空破壊装置	ドライウェルとスリーブとの結合部	
	スリーブ	
ダウンカマ	スリーブとベント管との結合部	
	スリーブ	
ベント管	ダウンカマ	
	ベントヘッダとダウンカマの結合部	
ベント管ベローズ	ヘッダ接続部	
	ベント管円筒部	
	ベント管とドライウェルとの接合部	
ベント管ベローズ	ベント管ベローズ	

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (7/12)

設備	部位
ベントヘッダ	ベントヘッダ
	ベントヘッダ補強リング取付部
	ベントヘッダサポート
	サプレッションチェンバ補強リング
	ボルト
ドライウェルスプレイ管	上部スプレイ管案内管
	上部スプレイ管ティー部
	上部スプレイ管案内管サポート
	下部スプレイ管
	下部スプレイ管案内管
	下部スプレイ管ティー部
	下部スプレイ管サポート
サプレッションチェンバスプレイ管	スプレイ管
	スプレイ管えび状の管部
	スプレイ管ティー部
	スプレイ管案内管
	スプレイ管サポート
ブローアウトパネル閉止装置	シャフト
	コネクタ
	軸受取付ボルト
	駆動部取付ボルト
	取付ボルト
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	ブレース
	ベース取付溶接部
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	基礎ボルト
静的触媒式水素処理装置	静的触媒式水素処理装置本体
	架台
	取付ボルト
	基礎ボルト
遠隔手動弁操作設備	基礎ボルト
	取付ボルト
ディーゼル発電機	基礎ボルト
	取付ボルト
ガスタービン発電機	基礎ボルト
	取付ボルト

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (8/12)

設備	部位
その他電源設備	基礎ボルト 取付ボルト
配管本体, サポート (多質点はりモデル解析)	配管, サポート
防波壁通路防波扉 (1号機北側, 2号機北側)	ヒンジ部 (ヒンジ板)
	ヒンジ部 (ヒンジピン)
	ヒンジ部 (ヒンジボルト)
	カンヌキ部
	アンカーボルト
1号機取水槽流路縮小工	縮小板
	固定ボルト
	取水管 (フランジ部)
	取水管 (管胴部)
屋外排水路逆止弁	扉体部
	固定部
取水槽除じん機エリア水密扉 (北)	ヒンジ部
	カンヌキ部
	アンカーボルト
取水槽除じん機エリア水密扉 (東) 取水槽除じん機エリア水密扉 (西)	扉板
	芯材
	外部縦柱
	水密扉戸当り用支柱
	固定プレート
	締付ボルト
水密扉 (建物内, 燃料移送ポンプエリア)	外部縦柱固定ボルト
	アンカーボルト
	ヒンジ部
	カンヌキ部
	アンカーボルト
	パネル部 (パネル板)
	パネル部 (パネル芯材)
	パネル部 (柱, はり)
パネル部 (アンカーボルト)	
防水壁 (取水槽除じん機エリア)	鋼板
	はり
	柱
	アンカーボルト

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (9/12)

設備	部位
防水壁（ディーゼル燃料移送ポンプエリア）	鋼板
	胴縁
	はり 柱
	ブレース
	アンカーボルト
堰（柱支持型）	鋼板
	はり材 柱材
	アンカーボルト
堰（鋼板折曲げ型）	鋼板
	アンカーボルト
堰（鉄筋コンクリート製）	アンカー筋
	主筋
	堰底部のコンクリート
防水板	鋼板
	芯材
	アンカーボルト
床ドレン逆止弁	弁本体
	フローとガイド
	基礎ボルト
貫通部止水処置	モルタル
	電路貫通部金属ボックスのアンカーボルト
津波監視カメラ	架台
	架台溶接部
	取付ボルト
	架台基礎ボルト
取水槽水位計	取付ボルト
原子炉本体の基礎	円筒部
	たてリブ
	基礎ボルト
	ベースプレート
建物開口部竜巻防護対策設備（竜巻防護ネット対策設備）	フレーム
	アンカーボルト

表 3-2-2 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (10/12)

設備	部位
建物開口部竜巻防護対策設備 (竜巻防護鋼板対策設備)	フレーム
	アンカーボルト
取水槽循環水ポンプエリア防護対策設備	鋼板
	架構
	ベースプレート
	アンカーボルト
取水槽海水ポンプエリア竜巻防護対策設備	鋼板
	はり
	柱
	架構
	ベースプレート
	アンカーボルト
原子炉建物天井クレーン	クレーン本体ガーダ
	落下防止ラグ
	トロリストッパ
	トロリ
	吊具
燃料取替機	燃料取替機構造物フレーム
	ブリッジ脱線防止ラグ (本体)
	トロリ脱線防止ラグ (本体)
	走行レール
	横行レール
チャンネル着脱装置	ブリッジ脱線防止ラグ (取付ボルト)
	トロリ脱線防止ラグ (取付ボルト)
	吊具 (ワイヤロープ)
	吊具 (先端金具)
チャンネル着脱装置	ガイドレール
	カート
	固定ボルト
	ローラチェーン
チャンネル取扱ブーム	ブーム
	回転ポスト
	固定ポスト
	基礎ボルト
制御棒貯蔵ハンガ	制御棒落下防止ポール
	ポール支持金具
	基礎ボルト

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (11/12)

設備	部位
原子炉浄化系補助熱交換器	胴板
	脚
	基礎ボルト
	追設基礎ボルト
中央制御室天井照明	補強材
	支持鋼材
	補強斜材
	取付ボルト (照明ボルト)
	継手ボルト 基礎ボルト
防煙垂れ壁	溶接部
	フレーム部材 基礎ボルト
タービン補機冷却系熱交換器	脚
	基礎ボルト
	追設基礎ボルト
主排気ダクト	ダクト本体
	支持構造物部材
	支持装置
取水槽ガントリクレーン	クレーン本体ガーダ
	脚
	転倒防止装置アーム
	トロリストッパ
	トロリ
	吊具
	単軸粘性ダンパ
	ブレース
	クレビス
除じん機	フレーム取付ボルト
	フレーム耐震サポート
	フレーム耐震ピン
	アジャストボルト
	尾軸受取付ボルト
原子炉ウェルシールドプラグ	シールドプラグ本体
	支持部

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (12/12)

設備	部位
耐火障壁	フレーム部材
	基礎ボルト
ガンマ線遮蔽壁	胴基部 開口集中部

別紙 4 機器・配管系に関する影響検討

目 次

今回提出範囲：

別紙 4.1	機器・配管系の耐震評価における水平 2 方向入力の影響有無整理結果	別紙 4.1-1
別紙 4.2	水平 2 方向の地震による代表設備の増分影響結果	別紙 4.2-1
別紙 4.3	水平 2 方向の地震による発生値と許容値の比較結果	別紙 4.3-1
別紙 4.4	個別設備に関する補足説明	別紙 4.4-1
別紙 4.5	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価における代表性	別紙 4.5-1
別紙 4.6	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ方法の検討	別紙 4.6-1
別紙 4.7	原子炉建物 3 次元 FEM モデルの面外応答に係る機器・配管系への影響検討	別紙 4.7-1
別紙 4.8	原子炉建物 3 次元 FEM モデルの応答解析結果に係る機器・配管系への影響検討	別紙 4.8-1

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)			
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由		
燃料集合体	燃料被覆管	一次応力	○	—	水平2方向の影響がある。	×	—		
		一次+二次応力	○	—	同上				
		一次+二次+ピーク応力	○	—	同上				
炉心支持構造物	炉心シュラウド	上部胴 下部胴	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	—	
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
		中間胴	一次一般膜応力	△	B				同上
			一次一般膜応力+一次曲げ応力 座屈	△ △	B B				同上 同上
	シュラウドサポート	レグ	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円周配置であるため、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。	×	—	
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
			座屈	△	B				同上
	上部格子板	グリッドプレート	一次一般膜応力	△	B	評価部位は格子構造であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。	×	—	
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
	炉心支持板	補強ビーム 支持板	一次一般膜応力	△	B	水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。	×	—	
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
		スタッド	一次一般膜応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。			
一次一般膜応力+一次曲げ応力			△	C	同上				
燃料支持金具	中央燃料支持金具 周辺燃料支持金具	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	—		
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上	
炉心支持構造物	制御棒案内管	下部溶接部 長手中央部	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	—	
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
原子炉圧力容器	円筒胴	円筒胴	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	—	
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
			一次+二次応力	△	B				同上
			一次+二次+ピーク応力	△	B				同上
	下鏡	下鏡 下鏡と円筒胴の接合部 原子炉圧力容器支持スカートと 円筒胴の接合部	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	—	
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
			一次+二次応力	△	B				同上
			一次+二次+ピーク応力	△	B				同上

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)			
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由		
原子炉圧力容器	制御棒貫通孔	ハウジング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B				
			一次+二次応力	△	B				
			一次+二次+ピーク応力	△	B				
		スタブチューブ	一次一般膜応力	△	B				同上
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
			一次+二次応力	△	B				同上
			一次+二次+ピーク応力	△	B				同上
	原子炉中性子計装孔	原子炉中性子計装ハウジング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B				
			一次+二次応力	△	B				
			一次+二次+ピーク応力	△	B				
	ノズル	各部位	一次一般膜応力	△	D	評価においては3次的に配置されている接続配管の応答を使用しており、この配管応答は水平2方向を考慮した評価を実施していることから、ノズルについても水平2方向を考慮した評価となっている。	○	3次元はリモデルの応答解析結果(配管反力)を用い、耐震評価を実施している。	
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	D				
			一次+二次応力	△	D				
			一次+二次+ピーク応力	△	D				
ブラケット類	スタビライザブラケット	一次一般膜応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】	×	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	C					
	蒸気乾燥器支持ブラケット	一次一般膜応力	△	D	水平2方向入力時の地震力を4つのブラケットのうち2つで分担した荷重を方向ごとに考慮した評価を行っている。【補足説明資料2】	×	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D					
	炉心スプレイブラケット	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D					
	給水スパーチャブラケット	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D					
		純せん断応力	△	D	同上				
原子炉圧力容器支持構造物	原子炉圧力容器基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向ごとに最大応力の発生点異なる。水平2方向の入力を想定した場合にも水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】	×	-		
		せん断応力	△	C					
原子炉圧力容器支持構造物	原子炉圧力容器支持スカート	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B					
		一次+二次応力	△	B					
		一次+二次+ピーク応力	△	B					
		座屈	△	B					

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由	
原子炉圧力容器付属構造物	原子炉圧力容器スタビライザ	ロッド	引張応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】	×	-
		ブラケット	せん断応力 曲げ応力	△ △	C C	同上 同上		
	原子炉格納容器スタビライザ	パイプ	引張応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】	×	-
			せん断応力	△	C	同上		
			圧縮応力	△	C	同上		
			曲げ応力	△	C	同上		
			組合せ応力	△	C	同上		
		フランジボルト	引張応力	△	C	同上		
		ガセットプレート	せん断応力	△	C	同上		
			曲げ応力	△	C	同上		
	組合せ応力		△	C	同上			
	制御棒駆動機構ハウジング支持金具	レストレントビーム一般部 レストレントビーム端部	曲げ応力	△	B	水平方向地震が作用する際に、加振軸上に最大応力が発生する。水平2方向の地震力が同時に作用した場合においても、それぞれの方向の加振軸上に最大応力が発生する。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
		レストレントビーム結合ボルト	引張応力	△	B	水平方向地震が作用する際に、加振軸上に最大応力が発生する。水平2方向の地震力が同時に作用した場合においても、それぞれの方向の加振軸上に最大応力が発生する。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
			せん断応力	△	B	同上		
	ジェットポンプ計測配管貫通部シール	貫通部シール	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上		
			一次+二次応力	△	D	同上		
			一次+二次+ピーク応力	△	D	同上		
	差圧検出・ほう酸水注入系配管 (ティールよりN11ノズルまでの外管)	差圧検出管	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	従来より、3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施しており、ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上		
一次+二次応力			△	D	同上			
一次+二次+ピーク応力			△	D	同上			
蒸気乾燥器	蒸気乾燥器ユニット	一次一般膜応力	△	C	従来評価で評価が厳しくなる方向に地震荷重を与えているため、水平2方向入力を考慮しても水平1方向の地震荷重と同等となる。したがって水平2方向の影響は軽微である。	×	-	
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	C	同上			
	耐震用ブロック	純せん断応力	△	D	水平2方向入力時の地震力を4つの耐震用ブロックのうち2つで分担した荷重を方向ごとに考慮した評価を行っている。【補足説明資料2】			
気水分離器及びスタンドパイプ シュラウドヘッド 原子炉中性子計装案内管	各部位	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上			
	各部位	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			
スパーージャ 炉内配管	各部位	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	従来より、3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施しており、ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。	
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
原子炉構造力物容器内 ジェットポンプ	ライザ ディフューザ ライザブレース	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	従来より、3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施しており、ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。
		一次一般膜応力＋一次曲げ応力	△	D	同上		
使用済燃料貯蔵ラック	ラック部材 (板、シートプレート及びラックベース)	引張応力	○	—	水平それぞれの方向における評価において、最大応力発生箇所は異なるものの、円形状の一樣断面でないため、発生応力は積算される。したがって、水平2方向入力の影響がある。	○	3次元FEMモデルを作成し、耐震評価を実施している。
		せん断応力	○	—	同上		
		組合せ応力	○	—	同上		
	ラック取付ボルト 基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	
せん断応力		△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			
制御棒・破損燃料貯蔵ラック	ラック	引張応力	○	—	水平それぞれの方向における評価において、最大応力発生箇所は異なるものの、円形状の一樣断面でないため、発生応力は積算される。したがって、水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	○	—	同上		
		組合せ応力	○	—	同上		
	サポート	引張応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料3】		
		せん断応力	△	A	水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しない構造となっている。したがって、水平2方向入力の影響はない。【補足説明資料3】		
		組合せ応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料3】	×	
	底部基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
	サポート部基礎ボルト	引張応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料3】		
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
燃料プール水位・温度 (SA)	架構	引張(圧縮)応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		せん断応力	○	—	同上		
		曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
		組合せ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
	ワークテーブルフック	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由
燃料プール水位 (SA)	検出器保護管	曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		組合せ応力	△	D	同上		
	検出器架台基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
燃料プール監視カメラ	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
	取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
燃料プール監視カメラ用冷却設備	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
アキュムレータ	胴板	一次一般膜応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		一次応力	○	—	同上		
		一次+二次応力	○	—	同上		
	脚	組合せ応力	○	—	同上		
残留熱除去系熱交換器	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	—
		一次応力	△	B	同上		
		一次+二次応力	△	B	同上		
	ラグ	組合せ応力	△	B	水平2方向が同時に作用した場合においても、応力評価点が区別されるため、2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	同上		
追設基礎ボルト	せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			
立形ポンプ	コラムパイプ パレルケーシング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	○	現在考慮しているX,Y方向振動モードではねじれ振動は現れない。よって、ねじれ振動モードが高次に現れる可能性があるが、有意な応答ではないため、影響がないと考えられる。
	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向ごとに最大応力の発生点異なる。水平2方向の入力を想定した場合にも水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
ECCSストレナー 原子炉隔離時冷却系ストレナー	各部位 (フランジ、取付ボルト以外)	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	—
	フランジ	曲げ応力	△	D	同上		
	ボルト	引張応力	△	D	同上		
ECCSストレナー部ティー 原子炉隔離時冷却系ストレナー部ティー	ティー フランジ	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	—

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
ECCS ストレーナ取付部コネクタ	コネクタ フランジ	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	—
ECCS ストレーナ取付部サポート	サポートパイプ サポートパイプ溶接部 サポートプレート サポートボルト	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	—
横形ポンプ 補機海水ストレーナ ポンプ駆動用タービン 空調ファン 空調ユニット	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
原子炉補機冷却系熱交換器	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】	×	—
		一次応力	△	A	同上		
		一次+二次応力	△	A	同上		
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】		
		基礎ボルト	引張応力	△	A		
連結板	引張応力	△	A	水平方向の地震荷重を分散して負担する構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。			
横置円筒形容器	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】	×	—
		一次応力	△	A	同上		
		一次+二次応力	△	A	同上		
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】		
		基礎ボルト	引張応力	△	A		
	せん断応力		△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
	組合せ応力		△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
たて置円筒形容器（スカート支持）	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-
		一次+二次応力	△	B	同上		
	スカート	組合せ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】		
		座屈	△	B	同上		
	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向ごとに最大応力の発生点異なる。水平2方向の入力を想定した場合にも水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】		
組合せ応力		△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。			
制御棒駆動機構	フランジ	一次応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-
		一次+二次応力	△	B	同上		
		一次+二次+ビーク応力	△	B	同上		
		引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
水圧制御ユニット	フレーム	せん断応力	△	D	同上	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		圧縮応力	△	D	同上		
		曲げ応力	△	D	同上		
		組合せ応力	△	D	同上		
		引張応力	△	D	同上		
	取付ボルト	せん断応力	△	D	同上	×	-
		せん断応力	△	D	同上		
平底たて置円筒形容器	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-
		一次+二次応力	△	B	同上		
		座屈	△	B	同上		
	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向ごとに最大応力の発生点異なる。水平2方向の入力を想定した場合にも水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
核計測装置	各部位	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上		
伝送器（矩形床置）	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	-
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
伝送器（矩形壁掛）	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		組合せ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
	溶接部	せん断応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
伝送器（サポート鋼材固定）	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		組合せ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
	溶接部	せん断応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
制御盤、電気盤（矩形床置）	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
制御盤、電気盤（矩形壁掛）	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		組合せ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
	溶接部	せん断応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
モニタリング設備（矩形床置）	取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
モニタリング設備（矩形壁掛）	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		組合せ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
通信連絡設備（アンテナ類）（矩形床置）	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由	
通信連絡設備（アンテナ類）（矩形壁掛）	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—	
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。			
		組合せ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。			
	取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—	
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。			
ダクト本体、サポート	ダクト本体（矩形）	座屈	△	A	弱軸の有効断面に対し、最大応答を示す方向の地震力により評価を実施しており、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—	
	ダクト本体（円形）	座屈	△	D	水平2方向を考慮したモーメント基準で設計したビッチスパンよりも振動数基準で設計したビッチスパンの方が短いスパンとなることを確認した上で、設計は振動数基準で実施していることから水平2方向を考慮した評価となっている。			
	サポート	一次応力（組合せ）	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
中央制御室待避室遮蔽	構造フレーム（鉄骨、鋼板）	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元FEMモデルを作成し、耐震評価を実施している。	
		せん断応力	△	D	同上			
		圧縮応力	△	D	同上			
		曲げ応力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
	基礎ボルト 遮蔽パネル接合部ボルト	引張応力	△	D	同上			
		せん断応力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
	構造フレーム接合部高力ボルト	せん断応力	△	D	同上			
	遮蔽パネル 気密用鋼板	組合せ応力	△	D	同上			
原子炉格納容器	ドライウエル	ドライウエル上ふた球形部とナックル部の接合部 円筒部とナックル部の接合部 ナックル部と球形部の接合部 球形部の板厚変化部 球形部と円筒部の接合部 円筒部と球形部の接合部	一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	—
		一次＋二次応力	△	B	同上			
		円筒部	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】		
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
			一次＋二次応力	△	B	同上		
		基部	一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】		
	一次＋二次応力		△	B	同上			
	座屈		△	B	同上			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由	
サブプレッションチェンバ	サブプレッションチェンバ胴中央部上部	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-	
	サブプレッションチェンバ胴中央部下部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			
	サブプレッションチェンバ胴中央部内側	一次+二次応力	△	D	同上			
	サブプレッションチェンバ胴中央部外側	一次+二次応力	△	D	同上			
サブプレッションチェンバ	サブプレッションチェンバ胴エビ継部上部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-	
	サブプレッションチェンバ胴エビ継部下部	一次+二次応力	△	D	同上			
原子炉格納容器	シヤラグ	内側メイルシヤラグ	せん断応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】	×	-
		外側メイルシヤラグ						
		内側フィメイルシヤラグ						
	シヤラグ	内側フィメイルシヤラグリブ付根部	曲げ応力	△	C	同上		
		外側フィメイルシヤラグ	組合せ応力	△	C	同上		
		内側メイルシヤラグ接触部	支圧応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】		
	シヤラグ	基礎ボルト	引張応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】		
		ベースプレート シヤプレート	せん断応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】		
			曲げ応力	△	C	同上		
	組合せ応力		△	C	同上			
	シヤラグ	内側シヤラグサポート	引張応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】		
			圧縮応力	△	C	同上		
	シヤラグ	シヤラグ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】		
			一次+二次応力	△	C	同上		
サブプレッションチェンバサポート	サポート ベースとベースプレートの接合部	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-	
		せん断応力	△	D	同上			
		圧縮応力	△	D	同上			
		曲げ応力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
	シヤキー	せん断応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		支圧圧力	△	D	同上			
	ベースプレート シヤプレート	せん断応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		曲げ応力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
	コンクリート	圧縮応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
	ボルト 基礎ボルト	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由	
原子炉格納容器	ハッチ類	ハッチ円筒胴	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上		
			一次+二次応力	△	D	同上		
	原子炉格納容器配管貫通部	ハッチ本体と補強板との結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
			一次+二次応力	△	D	同上		
			一次+二次+ピーク応力	△	D	同上		
		原子炉格納容器とスリーブとの結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
			一次+二次応力	△	D	同上		
			一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
	原子炉格納容器電気配線貫通部	スリーブ	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上		
			一次+二次応力	△	D	同上		
ドライウエルとスリーブとの結合部		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次+二次応力	△	D	同上			
		一次+二次+ピーク応力	△	D	同上			
真空破壊装置	スリーブ	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			
		一次+二次応力	△	D	同上			
	スリーブとベント管との結合部	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			
		一次+二次応力	△	D	同上			
ダウンカマ	ダウンカマ	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			
		一次+二次応力	△	D	同上			
	ベントヘッドとダウンカマの結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次+二次応力	△	D	同上			
		一次+二次+ピーク応力	△	D	同上			
ベント管	ヘッド接続部 ベント管円筒部 ベント管とドライウエルとの接合部	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			
		一次+二次応力	△	D	同上			
		一次+二次+ピーク応力	△	D	同上			
ベント管ベローズ	ベント管ベローズ	疲労	△	D	評価においては、水平2方向を考慮したサブプレッションチェンバ及びベント管の地震応答解析結果(変位)を使用していることから、水平2方向を考慮した評価となっている。			
ベントヘッド	ベントヘッド	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			
		一次+二次応力	△	D	同上			
	ベントヘッド補強リング取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次+二次応力	△	D	同上			
		引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
	ベントヘッドサポート	圧縮応力	△	D	同上			
		曲げ応力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
	サブプレッションチェンバ補強リング	サブプレッションチェンバ補強リング	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
			せん断応力	△	D	同上		
			圧縮応力	△	D	同上		
		ボルト	曲げ応力	△	D	同上		
			組合せ応力	△	D	同上		
せん断応力			△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
ボルト	ボルト	曲げ応力	△	D	同上			
		支圧圧力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
		せん断応力	△	D	同上			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
ドライウェルスプレイ管	上部スプレイ管案内管	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
	上部スプレイ管ティー部	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
	上部スプレイ管案内管サポート	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
		せん断応力	△	D	同上		
	下部スプレイ管	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
	下部スプレイ管案内管	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
	下部スプレイ管ティー部	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
一次+二次応力		△	D	同上			
下部スプレイ管サポート	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。	
	一次+二次応力	△	D	同上			
	組合せ応力	△	D	同上			
サブプレッションチェンバスプレイ管	スプレイ管	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
		一次+二次+ピーク応力	△	D	同上		
	スプレイ管えび状の管部	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
	スプレイ管ティー部	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相關する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
サプレッションチェンバースプレイ管	スプレイ管案内管	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
	スプレイ管サポート	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
		せん断応力	△	D	同上		
	ブローアウトパネル閉止装置	シャフト	組合せ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×
コネクタ		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロウ	ブレース	圧縮応力	△	A	ブレースはブロウの重心とサポートプレート設置位置のずれによる軸方向転倒防止のため設置している。そのためブレースが受け持つ荷重は現在評価対象としている軸方向の転倒モーメント分のみと考えられ、軸直方向の水平地震荷重はベース溶接部のせん断で受け持つと考えられる。したがって、水平2方向入力の影響は受けない。	×	-
	ベース取付溶接部	せん断応力	○	-	ベース溶接部で水平方向のそれぞれの水平荷重を負担する。したがって、水平2方向入力の影響がある。		
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	-
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
静的触媒式水素処理装置	静的触媒式水素処理装置本体	組合せ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
	架台	組合せ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		取付ボルト	引張応力	○	-		
	せん断応力		○	-	同上		
	組合せ応力		○	-	同上		
	基礎ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
遠隔手動弁操作設備	基礎ボルト	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により耐震評価を実施している。
		せん断応力	△	D	同上		
		組合せ応力	△	D	同上		
	取付ボルト	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により耐震評価を実施している。
		せん断応力	△	D	同上		
		組合せ応力	△	D	同上		
ディーゼル発電機	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	-
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
ガスタービン発電機	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。	×	—
その他電源設備	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。	×	—
配管本体、サポート（多質点はモデル解析）	配管、サポート	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次＋二次応力	△	D	同上	○	
防波壁通路防波扉 (1号機北側、2号機北側)	ヒンジ部（ヒンジ板）	曲げ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		引張応力	○	—	同上	×	—
		組合せ応力	○	—	同上	×	—
	ヒンジ部（ヒンジピン）	曲げ応力	○	—	同上	×	—
		せん断応力	○	—	同上	×	—
		圧縮応力	○	—	同上	×	—
		組合せ応力	○	—	同上	×	—
	ヒンジ部（ヒンジボルト）	せん断応力	○	—	同上	×	—
		引張応力	○	—	同上	×	—
	カンヌキ部	曲げ応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	—
		せん断応力	△	A	同上	×	—
		組合せ応力	△	A	同上	×	—
アンカーボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—	
	せん断応力	○	—	同上	×	—	
1号機取水槽流路縮小工	縮小板	曲げ応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
		せん断応力	△	C	同上	×	—
	固定ボルト	引張応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
		取水管（フランジ部）	曲げ応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×
	取水管（管胴部）	せん断応力	△	C	同上	×	—
		曲げ応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
	せん断応力	△	C	同上	×	—	

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由	
屋外排水路逆止弁	扉体部	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		せん断応力	○	-	同上	×	-	
		組合せ応力	○	-	同上	×	-	
	固定部	せん断応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		支圧応力	○	-	同上	×	-	
		引張応力	○	-	同上	×	-	
取水槽除じん機エリア水密扉（北）	ヒンジ部	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		せん断応力	○	-	同上	×	-	
		組合せ応力	○	-	同上	×	-	
	カンスキ部	引張応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-	
		せん断応力	△	A	同上	×	-	
	アンカーボルト	引張応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-	
		せん断応力	△	A	同上	×	-	
		組合せ応力	△	A	同上	×	-	
	取水槽除じん機エリア水密扉（東） 取水槽除じん機エリア水密扉（西）	扉板 芯材	曲げ応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-
せん断応力			△	A	同上	×	-	
外部縦柱 水密扉戸当り用支柱 固定プレート		曲げ応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-	
		せん断応力	△	A	同上	×	-	
		組合せ応力	△	A	同上	×	-	
締付ボルト		軸応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-	
		引張応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-	
外部縦柱固定ボルト		せん断応力	△	A	同上	×	-	
		引張応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-	
アンカーボルト		せん断応力	△	A	同上	×	-	
		組合せ応力	△	A	同上	×	-	
		引張応力	△	A	同上	×	-	
水密扉（建物内、燃料移送ポンプエリア）		ヒンジ部	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
			せん断応力	○	-	同上		
			組合せ応力	○	-	同上		
	カンスキ部	曲げ応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない			
		せん断応力	△	A	同上			
		組合せ応力	△	A	同上			
		引張応力	△	A	同上			
	アンカーボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上			
		組合せ応力	○	-	同上			
	パネル部（パネル板）	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上			
	パネル部（パネル芯材）	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上			
		組合せ応力	○	-	同上			
	パネル部（柱、はり）	曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		せん断応力	△	D	同上			
		軸応力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
	パネル部（アンカーボルト）	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		せん断応力	△	D	同上			
組合せ応力		△	D	同上				

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由	
防水壁(ディーゼル燃料移送ポンプエリア)	鋼板	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
	胴縁	曲げ応力	○	-	同上			
		せん断応力	○	-	同上			
		組合せ応力	○	-	同上			
	はり柱	曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		せん断応力	△	D	同上			
		圧縮応力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
	ブレース	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
組合せ応力		△	D	同上				
堰(柱支持型)	鋼板	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
	はり材柱材	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上			
		せん断応力	○	-	同上			
		組合せ応力	○	-	同上			
	アンカーボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上			
		組合せ応力	○	-	同上			
	堰(鋼板折曲げ型)	鋼板	曲げ応力	○	-			水平2方向入力の影響がある。
		アンカーボルト	引張応力	○	-			水平2方向入力の影響がある。
せん断応力			○	-	同上			
組合せ応力			○	-	同上			
堰(鉄筋コンクリート製)	アンカー筋主筋	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上			
		組合せ応力	○	-	同上			
	堰底部のコンクリート	せん断応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		圧縮応力	○	-	同上			
防水板	鋼板	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
	芯材	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上			
		せん断応力	○	-	同上			
		組合せ応力	○	-	同上			
	アンカーボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上			
組合せ応力		○	-	同上				
床ドレン逆止弁	弁本体 フロートガイド	引張応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。	×	-	
		曲げ応力	△	B	円筒形状であり水平地震の方向ごとに最大応力発生箇所が異なるため、水平2方向入力の影響は軽微である。			
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及び曲げ応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。			
	基礎ボルト	引張応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。			
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。			
貫通部止水処置	モルタル	付着荷重	△	A	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。	×	-	
		圧縮荷重	△	A	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
	電路貫通部金属ボックスのアンカーボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
津波監視カメラ	架台	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	○	—	同上		
		圧縮応力	○	—	同上		
		曲げ応力	○	—	同上		
		組合せ応力	○	—	同上		
	架台溶接部	せん断応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
	取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
	架台基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
せん断応力		△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			
組合せ応力		△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。			
取水槽水位計	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
原子炉本体の基礎	円筒部	組合せ応力度	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
	たてリブ	組合せ応力度	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力度	△	C	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向ごとに最大応力の発生点異なる。水平2方向の入力を想定した場合にも水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】		
		引抜き力	△	C	同上		
ベースプレート	曲げ応力度	△	C	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向ごとに最大応力の発生点異なる。水平2方向の入力を想定した場合にも水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)				
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由			
建物開口部竜巻防護対策設備（竜巻防護ネット対策設備）	フレーム	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-			
		圧縮応力	△	D						
		せん断応力	△	D						
		曲げ応力	△	D						
		組合せ応力	△	D						
	アンカーボルト	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
せん断応力		△	D							
組合せ応力		△	D							
建物開口部竜巻防護対策設備（竜巻防護鋼板対策設備）	フレーム	せん断応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-			
		曲げ応力	△	D						
		組合せ応力	△	D						
	アンカーボルト	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
		せん断応力	△	D						
		組合せ応力	△	D						
取水槽循環水ポンプエリア防護対策設備	鋼板	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-			
		せん断応力	○	-						
	架構	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。					
		せん断応力	○	-						
	ベースプレート	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。					
		せん断応力	○	-						
		組合せ応力	○	-						
	アンカーボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。					
		せん断応力	○	-						
		組合せ応力	○	-						
	取水槽海水ポンプエリア防護対策設備	鋼板 はり	曲げ応力	○	-			水平2方向入力の影響がある。	×	-
			せん断応力	○	-					
柱		曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。					
		圧縮応力	○	-						
		せん断応力	○	-						
		組合せ応力	○	-						
架構		曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。					
		曲げ応力	○	-						
		せん断応力	○	-						
ベースプレート		せん断応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。					
		組合せ応力	○	-						
		組合せ応力	○	-						
アンカーボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。						
	せん断応力	○	-							
	組合せ応力	○	-							
原子炉建物天井クレーン	クレーン本体ガード	せん断応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。			
		曲げ応力	△	D						
		浮上り量	△	D						
	落下防止ラグ	圧縮応力	△	A	すべり方向とすべり直交方向では、それぞれの水平方向地震を受けた場合の挙動が異なるため、方向ごとに発生応力が異なる。したがって、水平2方向の影響は軽微である。	×	-			
		せん断応力	△	A						
	トロリストッパ	曲げ応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。			
		組合せ応力	△	D						
	トロリ	浮上り量	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。					
	吊具	吊荷荷重	△	C		鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。				

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震力を組み合わせても1方向の地震力による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
燃料取替機	燃料取替機構造物フレーム ブリッジ脱線防止ラグ (本体) トロリ脱線防止ラグ (本体) 走行レール 横行レール	せん断応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		曲げ応力	△	D	同上		
		組合せ応力	△	D	同上		
	ブリッジ脱線防止ラグ (取付ボルト) トロリ脱線防止ラグ (取付ボルト)	せん断応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	×	-
	吊具 (ワイヤロープ)	支持荷重	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。		
吊具 (先端金具)	引張応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。			
チャンネル着脱装置	ガイドレール	せん断応力	○	-	3次元モデルを用いた解析を行っており、水平地震力に対する発生応力が入力方向ごとに異なる。したがって、水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		曲げ応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
	カート	せん断応力	○	-	3次元モデルを用いた解析を行っており、水平地震力に対する発生応力が入力方向ごとに異なる。したがって、水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		曲げ応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
	固定ボルト	引張応力	○	-	3次元モデルを用いた解析を行っており、水平地震力に対する発生応力が入力方向ごとに異なる。したがって、水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
	ローラチェーン	吊荷荷重	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。	×	-
チャンネル取扱ブーム	ブーム 回転ポスト 固定ポスト	組合せ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	-
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
制御棒貯蔵ハンガ	制御棒落下防止ボール	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		せん断応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
	ボール支持金具	せん断応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
	基礎ボルト	引張応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】		
せん断応力		△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)				
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由			
原子炉浄化系補助熱交換器	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】	×	-			
		一次応力	△	A	同上					
		一次+二次応力	△	A	同上					
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】					
		基礎ボルト	引張応力	△	A			水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】		
			せん断応力	△	C			水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
	組合せ応力		△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。					
	追設基礎ボルト	引張応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】					
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】					
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。					
	中央制御室天井照明	補強材	引張応力	△	D			水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
			せん断応力	△	D			同上		
支持鋼材 補強斜材		引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
		圧縮応力	△	D	同上					
		せん断応力	△	D	同上					
		曲げ応力	△	D	同上					
取付ボルト（照明ボルト） 継手ボルト 基礎ボルト		引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
		せん断応力	△	D	同上					
		組合せ応力	△	D	同上					
溶接部		せん断応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
防煙垂れ壁	フレーム部材	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-			
		せん断応力	○	-	同上					
		曲げ応力	○	-	同上					
		組合せ応力	○	-	同上					
	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】					
		せん断応力	△	C	同上					

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)			
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由		
タービン補機冷却系熱交換器	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】	×	-		
	基礎ボルト	引張応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】				
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】				
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。				
	追設基礎ボルト	引張応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】				
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】				
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。				
主排気ダクト	ダクト本体	座屈	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により耐震評価を実施している。		
	支持構造物部材 支持装置	組合せ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。				
取水槽ガントリクレーン	クレーン本体ガード 走行車輪 走行レール	せん断応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。		
		曲げ応力	△	D	同上				
		組合せ応力	△	D	同上				
	脚 脚下部継ぎ ガード継ぎ	引張応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。				
		圧縮応力	△	D	同上				
		せん断応力	△	D	同上				
		曲げ応力	△	D	同上				
	転倒防止装置アーム	組合せ応力	△	D	同上				
		組合せ応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。				
	トロリストッパ	圧縮応力	△	A	すべり方向とすべり直交方向では、それぞれの水平方向地震を受けた場合の挙動が異なるため、方向ごとに発生応力が異なる。したがって、水平2方向の影響は軽微である。			×	-
	トロリ	浮上り量	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。			○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
	吊具	吊荷荷重	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。			×	-
	単軸粘性ダンパ	荷重	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。			○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
変位		△	D	同上					
ブレース	圧縮応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。					
クレビス	せん断応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。					
	曲げ応力	△	D	同上					
	組合せ応力	△	D	同上					
	回転角度	△	D	同上					

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
除じん機	フレーム取付ボルト	せん断応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、フレーム取付ボルトは水流方向のせん断力のみ負担するため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
	フレーム耐震サポート	せん断応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、せん断力を負担する断面が水流方向、水流直角方向で異なるため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
	フレーム耐震ピン	せん断応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		曲げ応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
	アジャストボルト	圧縮応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。		
尾軸取付ボルト	せん断応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、尾軸取付ボルトは水流方向のせん断力のみ負担するため、水平2方向入力の影響は軽微である。			
原子炉ウェルシールドプラグ	シールドプラグ本体	曲げモーメント	△	C	鉛直方向荷重が支配的であるため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
		せん断力	△	C	同上	×	-
	支持部	圧縮力	△	C	同上	×	-
耐火障壁	フレーム部材	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		圧縮応力	○	-	同上		
		せん断応力	○	-	同上		
		曲げ応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
		基礎ボルト	引張応力	○	-		
	せん断応力	○	-	同上			
	ガンマ線遮蔽壁	胴基部 開口集中部	せん断応力度	△	B		
圧縮応力度			△	C	鉛直方向荷重のみ作用し、水平方向荷重が作用しない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
曲げ応力度			△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】		
組合せ応力度			△	B	同上		

表2 動的／電氣的機能維持評価

機種	①-1 水平2方向の地震力の重複 による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震力を組み合わせても1方向の地震力による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
				振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないこと、理由 新たな応力成分が発生しないこと、理由
立形ポンプ	○	—	軸受は円周に均等に地震力を受け持つため、水平2方向入力の影響を受ける。	○	X又はY方向振動モードではねじれ振動モードは現れない。水平2方向入力によって、ねじれ振動モードが高次にて現れる可能性はあるが、有意な応答ではないため、影響がないと考えられる。
横形ポンプ	△	A	現行の機能確認済加速度における詳細評価※で最弱部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
ポンプ駆動用タービン	△	B	現行の機能確認済加速度における詳細評価※で最弱部である弁箱（主蒸気止め弁ヨーク部（立置き））に対して、水平2方向による最大応力の発生箇所が異なるため影響は軽微である。	×	—
立形機器用原動機	△	D	最弱部であるフレームに対して、現行の機能維持確認済加速度における詳細評価※において十分な裕度が確認されており、水平2方向入力による応答増加の影響は軽微である。	×	—
横形機器用原動機	△	D	最弱部である軸受けに対して、現行の機能維持確認済加速度における詳細評価※において十分な裕度が確認されており、水平2方向入力による応答増加の影響は軽微である。	×	—
空調ファン	△	A	現行の機能確認済加速度における詳細評価※で最弱部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
ディーゼル発電設備（機関本体）	△	A	現行の機能確認済加速度における詳細評価※で最弱部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
ディーゼル発電設備（ガバナ）	○	—	ガバナについては水平2方向合成による応答増加の影響がある。ただし、JEAG4601に記載の機能維持確認済加速度は1.8Gであるが、旧JNES試験より4Gまで機能維持を確認しているため、2方向合成加速度が4G未満であれば問題ない。	×	—
弁	△	D	工認耐震計算書で水平2方向を考慮した評価を実施し、応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認している。	×	—
制御棒駆動水圧系スクラム弁	○	—	制御棒駆動水圧系スクラム弁については水平2方向合成による応答増加の影響がある。	×	—
制御棒挿入性	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
盤	△	A	電気盤、制御盤等に取付けられているリレー、遮断器等の電気品は、基本的に1次元的な接点のON-OFFに関わる比較的単純な構造をしている。加えて、基本的には全て梁、扉等の強度部材に強固に固定されているため、器具の非線形応答はないと考えられる。したがって、電気品は水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料8】	×	—
伝送器・指示計	△	A	伝送器・指示計の掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y2方向成分にも共振点はないものと考えられる。よって、X、Y2方向入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
燃料プール水位・温度（SA）	△	D	工認耐震計算書で水平2方向を考慮した評価を実施し、応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認している。	○	3次元モデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施していることから、ねじれる状態についても耐震評価に用いる荷重として算出される。

表2 動的／電氣的機能維持評価

機種	①-1 水平2方向の地震力の重複 による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震力を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
				振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないこと、理由 新たな応力成分が発生しないこと、理由
燃料プール水位（SA）	△	D	工認耐震計算書で水平2方向を考慮した評価を実施し、検出器保護管に生じる応力が、弾性範囲内となることを確認している。	○	3次元モデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施していることから、ねじれる状態についても耐震評価に用いる荷重として算出される。
燃料プール監視カメラ	△	A	水平2方向の入力で対角方向に応答することはないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
燃料プール監視カメラ用冷却設備	△	A	水平2方向の入力で対角方向に応答することはないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
モニタリング設備	△	A	掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y2方向成分にも共振点はないものと考えられる。よって、X、Y2方向入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
通信連絡設備（アンテナ類）	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
原子炉建物ブローアウトパネル	△	D	3方向同時加振試験結果により水平2方向入力による影響が軽微であることを確認している。	×	—
ガスタービン発電機	△	A	水平2方向の入力で対角方向に応答することはないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
床ドレン逆止弁	△	A	掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y2方向成分にも共振点はないものと考えられる。よって、X、Y2方向入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
津波監視カメラ	△	A	水平2方向の入力で対角方向に応答することはないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
取水槽水位計	△	A	掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y2方向成分にも共振点はないものと考えられる。よって、X、Y2方向入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
地下水位低下設備揚水ポンプ	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
地下水位低下設備水位計	△	A	掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y2方向成分にも共振点はないものと考えられる。よって、X、Y2方向入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
遠隔手動弁操作設備（貫通シャフト、中間ギア）	△	D	工認耐震計算書で2方向同時加振試験による機能維持を確認している。	×	—
遠隔手動弁操作設備（L型ジョイント）	△	D	工認耐震計算書で水平2方向を考慮した評価を実施し、応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認している。	×	—
遠隔手動弁操作設備（フレキシブルシャフト連結部）	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備		部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの (SRSS法) ①-2：発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和) ①-3：発生荷重を組み合わせているもの (組合せ係数法) ②-1：発生応力を組み合わせているもの (SRSS法) ②-2：発生応力を組み合わせているもの (絶対値和) ②-3：発生応力を組み合わせているもの (組合せ係数法) ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号	
原子炉圧力容器	ノズル	各部位	一次一般膜応力	①-1	-	VI-2-3-3-1-2	
			一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	-		
			一次+二次応力	①-1	-		
			一次+二次+ピーク応力	①-1	-		
	ブラケット類	蒸気乾燥器支持ブラケット	一次一般膜応力	③	水平2方向入力時の地震力を4つのブラケットのうち2つで分担した荷重を方向ごとに考慮した評価を行っている。	VI-2-3-3-1-2	
			一次膜応力+一次曲げ応力	③	同上		
		炉心スプレイブラケット	一次一般膜応力	①-1	-		
			一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	-		
		給水スパージャブラケット	一次一般膜応力	①-1	-		
			一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	-		
原子炉圧力容器附属構	ジェットポンプ計測配管貫通部シール	貫通部シール	一次一般膜応力	①-1	-	VI-2-3-3-2-4	
			一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	-		
			一次+二次応力	①-1	-		
			一次+二次+ピーク応力	①-1	-		
	差圧検出・ほう酸水注入系配管(ティーよりN11ノズルまでの外管)	差圧検出管	一次一般膜応力	①-1	-	VI-2-3-3-2-5	
			一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	-		
			一次+二次応力	①-1	-		
			一次+二次+ピーク応力	①-1	-		
	原子炉圧力容器内部構造物	蒸気乾燥器	耐震用ブロック	純せん断応力	①-1	-	VI-2-3-3-3-2
		スパージャ炉内配管	各部位	一次一般膜応力	①-1	-	VI-2-3-3-3-6 VI-2-3-3-3-7
一次一般膜応力+一次曲げ応力				①-1	-	VI-2-3-3-3-8 VI-2-3-3-3-9 VI-2-3-3-3-10	
ジェットポンプ		ライザ ディフューザ ライザブレース	一次一般膜応力	①-1	-	VI-2-3-3-3-5	
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	①-1	-		
燃料プール水位・温度 (SA)		架構		曲げ応力	②-2	-	VI-2-4-2-4
	ワークテーブルフック		引張応力	②-2	-		
			組合せ応力	②-2	-		
燃料プール水位 (SA)	検出器保護管		曲げ応力	①-2	-	VI-2-4-2-5	
ECCSストレナ 原子炉隔離時冷却系ストレナ	各部位 (フランジ, 取付ボルト以外)		一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	-	VI-2-5-4-1-3	
			フランジ	曲げ応力	①-1	VI-2-5-5-1-2 VI-2-5-5-2-2	
			ボルト	引張応力	①-1	VI-2-5-5-4-1	
ECCSストレナ部ティー 原子炉隔離時冷却系ストレナ部ティー	ティー フランジ		一次応力	①-1	-	VI-2-5-4-1-5 VI-2-5-5-1-4 VI-2-5-5-2-4 VI-2-5-6-1-4	
ECCSストレナ取付部コネクタ	コネクタ フランジ		一次応力	①-1	-	VI-2-5-4-1-6 VI-2-5-5-1-5 VI-2-5-5-2-5	
ECCSストレナ取付部サポート	サポートパイプ サポートパイプ溶接部 サポートプレート サポートボルト		一次応力	①-1	-	VI-2-5-4-1-7 VI-2-5-5-1-6 VI-2-5-5-2-6	

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの（SRSS法） ①-2：発生荷重を組み合わせているもの（絶対値和） ①-3：発生荷重を組み合わせているもの（組合せ係数法） ②-1：発生応力を組み合わせているもの（SRSS法） ②-2：発生応力を組み合わせているもの（絶対値和） ②-3：発生応力を組み合わせているもの（組合せ係数法） ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号
水圧制御ユニット	フレーム	引張応力	②-1	—	VI-2-6-3-2-1-1
		せん断応力	②-1	—	
		圧縮応力	②-1	—	
		曲げ応力	②-1	—	
		組合せ応力	②-1	—	
	取付ボルト	引張応力	②-1	—	
		せん断応力	②-1	—	
ダクト本体、サポート	ダクト本体（円形）	座屈	③	水平2方向地震動による各方向最大荷重をベクトル和で組み合わせダクトに生じる曲げモーメントを算出している。	VI-2-8-3-1-1
	サポート	一次応力（組合せ）	①-1	—	
中央制御室待避室遮蔽	構造フレーム（鉄骨、鋼板）	引張応力	①-3	—	VI-2-8-4-4
		せん断応力	①-3	—	
		圧縮応力	①-3	—	
		曲げ応力	①-3	—	
		組合せ応力	①-3	—	
	基礎ボルト 遮蔽パネル接合部ボルト	引張応力	①-3	—	
		せん断応力	①-3	—	
		組合せ応力	①-3	—	
構造フレーム接合部高力ボルト	せん断応力	①-3	—		
遮蔽パネル 気密用鋼板	組合せ応力	①-3	—		
原子炉格納容器	サブプレッションチェンバ	サブプレッションチェンバ胴中央部上部	一次一般膜応力	②-1	VI-2-9-2-2
		サブプレッションチェンバ胴中央部下部	一次膜応力＋一次曲げ応力	②-1	
		サブプレッションチェンバ胴中央部内側	一次＋二次応力	②-1	
		サブプレッションチェンバ胴中央部外側	一次＋二次応力	②-1	
	サブプレッションチェンバサポート	サブプレッションチェンバ胴エビ継部上部	一次膜応力＋一次曲げ応力	②-1	VI-2-9-2-4
		サブプレッションチェンバ胴エビ継部下部	一次＋二次応力	②-1	
		サブプレッションチェンバ胴エビ継部内側	一次＋二次応力	②-1	
		サブプレッションチェンバ胴エビ継部外側	一次＋二次応力	②-1	
		サブプレッションチェンバ胴と内側サポート 補強板との接合部	一次＋二次応力	②-1	
		サブプレッションチェンバ胴と外側サポート 補強板との接合部	一次＋二次応力	②-1	
サブプレッションチェンバサポート	サポート ベースとベースプレートの接合部	引張応力	①-1	—	VI-2-9-2-4
		せん断応力	①-1	—	
		圧縮応力	①-1	—	
		曲げ応力	①-1	—	
		組合せ応力	①-1	—	
	シアキー	せん断応力	①-1	—	
		支圧圧力	①-1	—	
	ベースプレート シアプレート	せん断応力	①-1	—	
		曲げ応力	①-1	—	
		組合せ応力	①-1	—	
コンクリート	圧縮応力	①-1	—		
ボルト 基礎ボルト	引張応力	①-1	—		

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1:発生荷重を組み合わせているもの (SRSS法) ①-2:発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和) ①-3:発生荷重を組み合わせているもの (組合せ係数法) ②-1:発生応力を組み合わせているもの (SRSS法) ②-2:発生応力を組み合わせているもの (絶対値和) ②-3:発生応力を組み合わせているもの (組合せ係数法) ③:その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号	
原子炉格納容器	機器搬入口 逃がし安全弁搬出ハッチ 制御棒駆動機構搬出ハッチ	ハッチ円筒胴	一次一般膜応力	②-2	-	VI-2-9-2-6 VI-2-9-2-7 VI-2-9-2-8
			一次膜応力+一次曲げ応力	②-2	-	
			一次+二次応力	②-2	-	
		ハッチ本体と補強板との結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	①-1, ②-2	-	
			一次+二次応力	①-1, ②-2	-	
			一次+二次+ピーク応力	①-1, ②-2	-	
	サブプレッションチェンバアクセス ハッチ	アクセスハッチスリーブ	一次一般膜応力	③	サブプレッションチェンバの地震応答解析において水平2方向の震度をベクトル和で組み合わせ、その震度を入力としている。	VI-2-9-2-9
			一次膜応力+一次曲げ応力	③	同上	
			一次+二次応力	③	同上	
		アクセスハッチ本体とサブプレッションチェンバ 胴との結合部 アクセスハッチスリーブと補強リブとの結合部 補強リブとサブプレッションチェンバ胴との結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	③	同上	
			一次+二次応力	③	同上	
	補強リブ	組合せ応力	③	同上		
	所員用エアロック	ハッチ円筒胴	一次一般膜応力	②-3	-	VI-2-9-2-10
			一次膜応力+一次曲げ応力	②-3	-	
			一次+二次応力	②-3	-	
		ハッチ本体と補強板との結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	①-1, ②-3	-	
			一次+二次応力	①-1, ②-3	-	
			一次+二次+ピーク応力	①-1, ②-3	-	
	原子炉格納容器配管貫通部	原子炉格納容器とスリーブとの結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	-	VI-2-9-2-11
			一次+二次応力	①-1	-	
		スリーブ	一次一般膜応力	①-1	-	
			一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	-	
			一次+二次応力	①-1	-	
			一次+二次+ピーク応力	①-1	-	
原子炉格納容器電気配線貫通部	ドライウェルとスリーブとの結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	①-1, ②-2	-	VI-2-9-2-12	
		一次+二次応力	①-1, ②-2	-		
		一次+二次+ピーク応力	①-1, ②-2	-		
		一次一般膜応力	①-2	-		
真空破壊装置	スリーブ	一次膜応力+一次曲げ応力	①-2	-	VI-2-9-4-1	
		一次+二次応力	①-2	-		
		一次+二次+ピーク応力	①-2	-		
	スリーブとベント管との結合部	一次一般膜応力	①-2, ②-1	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	①-2, ②-1	-		
		一次+二次応力	①-2, ②-1	-		
		一次+二次+ピーク応力	①-2, ②-1	-		
		一次一般膜応力	①-1	-		
ダウンカマ	ダウンカマ	一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	-	VI-2-9-4-2	
		一次+二次応力	①-1	-		
		一次+二次+ピーク応力	①-1	-		
	ベントヘッドとダウンカマの結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	②-1	-		
		一次+二次応力	②-1	-		
		一次+二次+ピーク応力	②-1	-		
		一次一般膜応力	②-1	-		

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの（SRSS法） ①-2：発生荷重を組み合わせているもの（絶対値和） ①-3：発生荷重を組み合わせているもの（組合せ係数法） ②-1：発生応力を組み合わせているもの（SRSS法） ②-2：発生応力を組み合わせているもの（絶対値和） ②-3：発生応力を組み合わせているもの（組合せ係数法） ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号
ベント管	ヘッダ接続部	一次一般膜応力	②-1	-	VI-2-9-2-3
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	②-1	-	
		一次+二次応力	②-1	-	
		一次+二次+ピーク応力	②-1	-	
	ベント管円筒部	一次一般膜応力	①-1	-	
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	①-1	-	
		一次+二次応力	①-1	-	
		一次+二次+ピーク応力	①-1	-	
	ベント管とドライウェルとの接合部	一次一般膜応力	①-1	-	
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	①-1	-	
		一次+二次応力	①-1	-	
		一次+二次+ピーク応力	①-1	-	
ベント管ベローズ	ベント管ベローズ	疲労	①-2	-	VI-3-3-7-1-19
ベントヘッダ	ベントヘッダ	一次一般膜応力	②-1	-	VI-2-9-4-3
		一次膜応力+一次曲げ応力	②-1	-	
		一次+二次応力	②-1	-	
	ベントヘッダ補強リング取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	②-1	-	
		一次+二次応力	②-1	-	
	ベントヘッダサポート	引張応力	①-1	-	
		圧縮応力	①-1	-	
		曲げ応力	①-1	-	
		組合せ応力	①-1	-	
	サブプレッションチェンバ補強リング	引張応力	①-1	-	
		せん断応力	①-1	-	
		圧縮応力	①-1	-	
		曲げ応力	①-1	-	
	ボルト	せん断応力	①-1	-	
		曲げ応力	①-1	-	
		支圧圧力	①-1	-	
組合せ応力		①-1	-		
ドライウェルスブレイ管	上部ブレイ管案内管	一次応力	①-2	-	VI-2-9-4-4-1-1
		一次+二次応力	①-2	-	
	上部ブレイ管ティー部	一次応力	①-2	-	
		一次+二次応力	①-2	-	
	上部ブレイ管案内管サポート	一次応力	①-1	-	
		一次+二次応力	①-1	-	
		せん断応力	①-1	-	
	下部ブレイ管	一次応力	①-2	-	
		一次+二次応力	①-2	-	
	下部ブレイ管案内管	一次応力	①-2	-	
		一次+二次応力	①-2	-	
	下部ブレイ管ティー部	一次応力	①-2	-	
		一次+二次応力	①-2	-	
	下部ブレイ管サポート	一次応力	①-1	-	
一次+二次応力		①-1	-		
		組合せ応力	①-1	-	

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの (SRSS法) ①-2：発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和) ①-3：発生荷重を組み合わせているもの (組合せ係数法) ②-1：発生応力を組み合わせているもの (SRSS法) ②-2：発生応力を組み合わせているもの (絶対値和) ②-3：発生応力を組み合わせているもの (組合せ係数法) ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号
サプレッションチェンバスプレイ管	スプレイ管	一次応力	①-1	-	VI-2-9-4-4-1-2
		一次+二次応力	①-1	-	
		一次+二次+ピーク応力	①-1	-	
	スプレイ管えび状の管部	一次応力	①-1	-	
		一次+二次応力	①-1	-	
	スプレイ管ティー部	一次応力	①-1	-	
		一次+二次応力	①-1	-	
	スプレイ管案内管	一次応力	①-1	-	
		一次+二次応力	①-1	-	
	スプレイ管サポート	一次応力	①-1	-	
一次+二次応力		①-1	-		
せん断応力		①-1	-		
遠隔手動弁操作設備	基礎ボルト	引張応力	①-2	-	VI-2-9-4-7-1-4
		せん断応力	①-2	-	
		組合せ応力	①-2	-	
	取付ボルト	引張応力	①-1	-	
		せん断応力	①-1	-	
		組合せ応力	①-1	-	
配管本体, サポート (多質点はモデル解析)	配管, サポート	一次応力	①-1	-	VI-2-4-3-1-3 VI-2-4-3-2-1 VI-2-5-2-1-1 VI-2-5-3-1-2 VI-2-5-3-2-1 VI-2-5-4-1-4 VI-2-5-5-1-3 VI-2-5-5-2-3 VI-2-5-5-3-2 VI-2-5-5-5-2 VI-2-5-6-1-3 VI-2-5-7-1-6 VI-2-5-7-2-6 VI-2-5-7-3-1 VI-2-5-8-1-1 VI-2-6-3-2-1-2 VI-2-6-4-1-3 VI-2-6-6-1-1 VI-2-7-2-1-1 VI-2-8-3-2-1 VI-2-8-3-3-1 VI-2-9-4-4-2-1 VI-2-9-4-4-3-1 VI-2-9-4-4-4-2 VI-2-9-4-5-1-1 VI-2-9-4-5-2-1 VI-2-9-4-5-4-1 VI-2-9-4-6-1-1 VI-2-9-4-7-1-1 VI-2-10-1-2-1-9 VI-2-10-1-2-2-7 VI-2-10-1-2-3-6 VI-2-11-2-8 VI-2-10-2-11
		一次+二次応力	①-1	-	

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの (SRSS法) ①-2：発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和) ①-3：発生荷重を組み合わせているもの (組合せ係数法) ②-1：発生応力を組み合わせているもの (SRSS法) ②-2：発生応力を組み合わせているもの (絶対値和) ②-3：発生応力を組み合わせているもの (組合せ係数法) ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号
水密扉 (建物内, 燃料移送ポンプエリア)	パネル部 (柱, はり)	曲げ応力	②-3	-	VI-2-10-2-9
		せん断応力	②-3	-	
		軸応力	②-3	-	
	パネル部 (アンカーボルト)	組合せ応力	②-3	-	
		引張応力	②-3	-	
		せん断応力	②-3	-	
防水壁 (ディーゼル燃料移送ポンプエリア)	はり 柱	組合せ応力	③	水平2方向及び鉛直方向の震度を組合せ係数法により組合せたものを入力震度として3次元静的線形応力解析を行い、各部位の発生応力を算出している。	VI-2-10-2-8
		せん断応力	③		
		圧縮応力	③		
	ブレース	引張応力	③		
		せん断応力	③		
		組合せ応力	③		
建物開口部竜巻防護対策設備 (竜巻防護ネット対策設備)	フレーム	引張応力	②-3	-	VI-2-11-2-6
		圧縮応力	②-3	-	
		せん断応力	②-3	-	
	アンカーボルト	曲げ応力	②-3	-	
		組合せ応力	②-3	-	
		引張応力	②-3	-	
建物開口部竜巻防護対策設備 (竜巻防護鋼板対策設備)	フレーム	せん断応力	②-3	-	VI-2-11-2-6
		曲げ応力	②-3	-	
		組合せ応力	②-3	-	
	アンカーボルト	引張応力	②-3	-	
		せん断応力	②-3	-	
		組合せ応力	②-3	-	
原子炉建物天井クレーン	クレーン本体ガーダ	せん断応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	VI-2-11-2-7-1
		曲げ応力	③		
		浮上り量	③		
	トロリストッパ	曲げ応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
		組合せ応力	③		
	トロリ	浮上り量	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、浮上り量を算出している。	
燃料取替機	燃料取替機構造物フレーム ブリッジ脱線防止ラグ (本体) トロリ脱線防止ラグ (本体) 走行レール 横行レール	せん断応力	①-2	-	VI-2-11-2-7-2
		曲げ応力	①-2	-	
		組合せ応力	①-2	-	
	ブリッジ脱線防止ラグ (取付ボルト) トロリ脱線防止ラグ (取付ボルト)	せん断応力	①-2	-	

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの（SRSS法） ①-2：発生荷重を組み合わせているもの（絶対値和） ①-3：発生荷重を組み合わせているもの（組合せ係数法） ②-1：発生応力を組み合わせているもの（SRSS法） ②-2：発生応力を組み合わせているもの（絶対値和） ②-3：発生応力を組み合わせているもの（組合せ係数法） ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号
中央制御室天井照明	補強材	引張応力	①-1	—	VI-2-11-2-7-10
		せん断応力	①-1	—	
	支持鋼材 補強斜材	引張応力	①-1	—	
		圧縮応力	①-1	—	
		せん断応力	①-1	—	
		曲げ応力	①-1	—	
	取付ボルト（照明ボルト） 継手ボルト 基礎ボルト	引張応力	①-1	—	
		せん断応力	①-1	—	
		組合せ応力	①-1	—	
	溶接部	せん断応力	①-1	—	
主排気ダクト	ダクト本体	座屈	①-1	—	VI-2-11-2-7-13
	支持構造物部材 支持装置	組合せ応力	①-1	—	
取水槽ガントリクレーン	クレーン本体ガーダ 走行車輪 走行レール	せん断応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	VI-2-11-2-7-14
		曲げ応力	③		
		組合せ応力	③		
	脚 脚下部継ぎ ガーダ継ぎ	引張応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
		圧縮応力	③		
		せん断応力	③		
		曲げ応力	③		
	転倒防止装置アーム	組合せ応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
		組合せ応力	③		
	トロリ	浮上り量	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、浮上り量を算出している。	
	単軸粘性ダンパ	荷重	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、荷重を算出している。	
		変位	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、変位を算出している。	
	ブレース	圧縮応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
	クレビス	せん断応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
曲げ応力		③			
組合せ応力		③			
回転角度		③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、回転角度を算出している。		

水平 2 方向及び鉛直方向の動的地震力の具体的な考慮方法について

1. 概要

耐震評価における水平 2 方向及び鉛直方向の動的地震力の組合せにあたっては、各方向の動的地震力により発生する荷重又は応力を同等に組み合わせて評価を実施するが、本書にて組合せ方法について具体例を用いて説明する。

水平 2 方向及び鉛直方向の動的地震力を荷重又は応力の段階で組み合わせる方法の分類は表 1 に示す 6 通りであり、今回水圧制御ユニットの取付ボルトの耐震評価を代表例とし、各分類の組合せ方法を適用した場合の評価式について説明する。

なお、水圧制御ユニットの取付ボルトの耐震評価に実際に適用している組合せ方法は表 1 における②-1 である（評価内容の詳細は VI-2-6-3-2-1-1 「水圧制御ユニットの耐震性についての計算書」参照）。

表 1 水平 2 方向及び鉛直方向の動的地震力の組合せ方法*

組合せ段階	組合せ方法		
	SRSS 法	絶対値和	組合せ係数法
発生荷重	①-1	①-2	①-3
発生応力	②-1	②-2	②-3

注記*：表中の分類番号（①-1 他）は別紙 4.1 表 3 における分類番号を示す。

2. 水平 2 方向及び鉛直方向の動的地震力の考慮方法

2.1 荷重の段階で組合せを行う場合

水圧制御ユニットの底部取付ボルトの引張応力の評価を例とする。

底部取付ボルトに対する引張応力は、図 1 に示すフレームのせん断力 F_y 及び曲げモーメント M_z を考え、これを保守的に片側のボルトで受けるものとして計算する。

(1) 引張力

$$F_b = |F_y| + \frac{|M_z|}{\ell_1} \dots\dots\dots (1)$$

(2) 引張応力

$$\sigma_{tb} = \frac{F_b}{N_f \cdot A_{b1}} \dots\dots\dots (2)$$

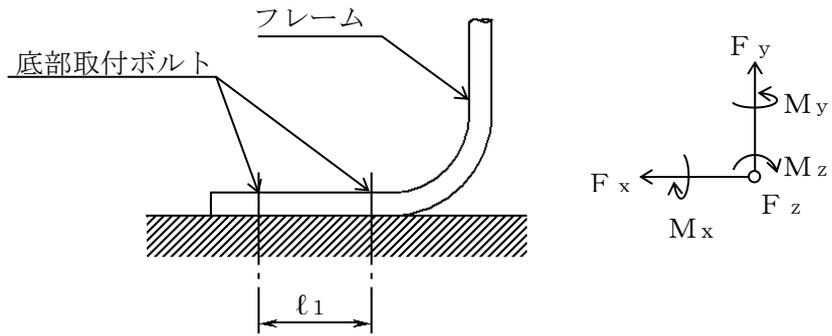


図1 フレームの底部を支持架構に取付けるボルト部の概要

(1) 式を踏まえ、水平2方向及び鉛直方向の動的地震力を考慮した場合の引張力 F_b の算出式を以下に示す。なお、引張応力 σ_{tb} の算出方法は(2)式による。

【絶対値和】 (分類①-2)

$$F_b = \left| F_{y(\text{自重})} \right| + \left| F_{y(x\text{軸入力})} \right| + \left| F_{y(y\text{軸入力})} \right| + \left| F_{y(z\text{軸入力})} \right| + \frac{\left| M_{z(\text{自重})} \right| + \left| M_{z(x\text{軸入力})} \right| + \left| M_{z(y\text{軸入力})} \right| + \left| M_{z(z\text{軸入力})} \right|}{l_1} \dots (3)$$

【S R S S法】 (分類①-1)

$$F_b = \left| F_{y(\text{自重})} \right| + \sqrt{\left| F_{y(x\text{軸入力})} \right|^2 + \left| F_{y(y\text{軸入力})} \right|^2 + \left| F_{y(z\text{軸入力})} \right|^2} + \frac{\left| M_{z(\text{自重})} \right| + \sqrt{\left| M_{z(x\text{軸入力})} \right|^2 + \left| M_{z(y\text{軸入力})} \right|^2 + \left| M_{z(z\text{軸入力})} \right|^2}}{l_1} \dots (4)$$

【組合せ係数法】（分類①-3）

$$\begin{aligned}
 F_b = & \max \left(\left| F_{y \text{ (自重)}} \right| + 0.4 \left| F_{y \text{ (x軸入力)}} \right| + 0.4 \left| F_{y \text{ (y軸入力)}} \right| + 1.0 \left| F_{y \text{ (z軸入力)}} \right| \right. \\
 & + \frac{\left| M_{z \text{ (自重)}} \right| + 0.4 \left| M_{z \text{ (x軸入力)}} \right| + 0.4 \left| M_{z \text{ (y軸入力)}} \right| + 1.0 \left| M_{z \text{ (z軸入力)}} \right|}{\ell_1}, \\
 & \left| F_{y \text{ (自重)}} \right| + 0.4 \left| F_{y \text{ (x軸入力)}} \right| + 1.0 \left| F_{y \text{ (y軸入力)}} \right| + 0.4 \left| F_{y \text{ (z軸入力)}} \right| \\
 & + \frac{\left| M_{z \text{ (自重)}} \right| + 0.4 \left| M_{z \text{ (x軸入力)}} \right| + 1.0 \left| M_{z \text{ (y軸入力)}} \right| + 0.4 \left| M_{z \text{ (z軸入力)}} \right|}{\ell_1}, \\
 & \left| F_{y \text{ (自重)}} \right| + 1.0 \left| F_{y \text{ (x軸入力)}} \right| + 0.4 \left| F_{y \text{ (y軸入力)}} \right| + 0.4 \left| F_{y \text{ (z軸入力)}} \right| \\
 & \left. + \frac{\left| M_{z \text{ (自重)}} \right| + 1.0 \left| M_{z \text{ (x軸入力)}} \right| + 0.4 \left| M_{z \text{ (y軸入力)}} \right| + 0.4 \left| M_{z \text{ (z軸入力)}} \right|}{\ell_1} \right) \cdot \cdot \quad (5)
 \end{aligned}$$

ここで、

- A_{b1} : フレームの底部を支持架構に取付けるボルトの軸断面積 (mm²)
- F_b : 底部取付ボルトに作用する引張力 (N)
- F_y : フレームのせん断力 (y 方向) (N)
- $F_{y \text{ (自重)}}$: 自重によるフレームのせん断力 (y 方向) (N)
- $F_{y \text{ (x軸入力)}}$: x 軸方向動的地震力によるフレームのせん断力 (y 方向) (N)
- $F_{y \text{ (y軸入力)}}$: y 軸方向動的地震力によるフレームのせん断力 (y 方向) (N)
- $F_{y \text{ (z軸入力)}}$: z 軸方向動的地震力によるフレームのせん断力 (y 方向) (N)
- ℓ_1 : フレームの底部を支持架構に取付けるボルト間の距離 (mm)
- M_z : フレームの曲げモーメント (z 軸) (N・mm)
- $M_{z \text{ (自重)}}$: 自重によるフレームの曲げモーメント (z 軸) (N・mm)
- $M_{z \text{ (x軸入力)}}$: x 軸方向動的地震力によるフレームの曲げモーメント (z 軸) (N・mm)
- $M_{z \text{ (y軸入力)}}$: y 軸方向動的地震力によるフレームの曲げモーメント (z 軸) (N・mm)
- $M_{z \text{ (z軸入力)}}$: z 軸方向動的地震力によるフレームの曲げモーメント (z 軸) (N・mm)
- N_f : 評価上引張力を受けるとして期待する底部取付ボルトの本数
- σ_{tb} : 底部取付ボルトに生じる引張応力の最大値 (MPa)

である。

2.2 応力による組合せを行う場合

2.1と同様、水圧制御ユニットの底部取付ボルトの引張応力の評価を例とする。

(1)式より、自重及び各方向の動的地震力により発生する引張力は(5)(6)式のとおり示される。

$$F_{b(自重)} = \left| F_{y(自重)} \right| + \frac{|M_{z(自重)}|}{\ell_1} \dots \dots \dots (5)$$

$$F_{b(x(y, z)軸入力)} = \left| F_{y(x(y, z)軸入力)} \right| + \frac{|M_{z(x(y, z)軸入力)}|}{\ell_1} \dots \dots \dots (6)$$

(2)(5)(6)式を踏まえ、水平2方向及び鉛直方向の動的地震力を考慮した場合の引張応力 σ_{tb} の算出式を以下に示す。

【絶対値和】 (分類②-2)

$$\sigma_{tb} = \frac{|F_{b(自重)}| + |F_{b(x軸入力)}| + |F_{b(y軸入力)}| + |F_{b(z軸入力)}|}{N_f \cdot A_{b1}} \dots \dots (7)$$

【S R S S法】 (分類②-1)

$$\sigma_{tb} = \frac{|F_{b(自重)}| + \sqrt{|F_{b(x軸入力)}|^2 + |F_{b(y軸入力)}|^2 + |F_{b(z軸入力)}|^2}}{N_f \cdot A_{b1}} \dots \dots (8)$$

【組合せ係数法】 (分類②-3)

$$\sigma_{tb} = \max \left(\frac{|F_{b(自重)}| + 0.4|F_{b(x軸入力)}| + 0.4|F_{b(y軸入力)}| + 1.0|F_{b(z軸入力)}|}{N_f \cdot A_{b1}}, \right. \\ \frac{|F_{b(自重)}| + 0.4|F_{b(x軸入力)}| + 1.0|F_{b(y軸入力)}| + 0.4|F_{b(z軸入力)}|}{N_f \cdot A_{b1}}, \\ \left. \frac{|F_{b(自重)}| + 1.0|F_{b(x軸入力)}| + 0.4|F_{b(y軸入力)}| + 0.4|F_{b(z軸入力)}|}{N_f \cdot A_{b1}} \right) \dots (9)$$

ここで、

$F_{b(自重)}$: 自重により底部取付ボルトに作用する引張力 (N)

$F_{b(x軸入力)}$: x軸方向動的地震力により底部取付ボルトに作用する引張力 (N)

$F_{b(y軸入力)}$: y軸方向動的地震力により底部取付ボルトに作用する引張力 (N)

$F_{b(z軸入力)}$: z軸方向動的地震力により底部取付ボルトに作用する引張力 (N)

である。

③水平2方向の地震による代表設備の増分影響検討結果（基準地震動 S s）

表1 構造強度評価

設備	応答軸が明確か（補足説明資料 に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	部位	応力分類	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における余裕度が√2以上か ○：√2以上 ×：√2未満	① 発生値 (水平1方向)	② 発生値 (水平2方向)	発生値の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	発生値（水平2方向）の算出方法 ①地震・地震以外に分離し、地震による応力をSRSS ②NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③地震・地震以外に分離し、NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④その他（算出方法を記載）
燃料集合体	×	燃料被覆管	一次応力	燃料集合体	○	-	-	-	-	-
			一次+二次応力		○	-	-	-	-	-
			一次+二次+ピーク応力		○	-	-	-	-	-
使用済燃料貯蔵ラック	×	ラック部材 (板, シートプレート及びラックベース)	引張応力	使用済燃料貯蔵ラック	○	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
制御棒・破損燃料貯蔵ラック	×	ラック	引張応力	制御棒・破損燃料貯蔵ラック	○	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
燃料プール水位・温度 (SA)	×	架構	引張(圧縮)応力	燃料プール水位・温度 (SA)	○	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
燃料プール監視カメラ	×	基礎ボルト	引張応力	燃料プール監視カメラ	○	-	-	-	-	-
アキュムレータ	×	胴板	一次一般膜応力	アキュムレータ	○	-	-	-	-	-
			一次応力		○	-	-	-	-	-
			一次+二次応力		○	-	-	-	-	-
伝送器 (矩形壁掛)	×	基礎ボルト	引張応力	低圧炉心スプレイポンプ出口圧力	○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
			溶接部		引張応力	○	-	-	-	-
伝送器 (サポート鋼材固定)	×	基礎ボルト	引張応力	スクラム排水容器水位	○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
			溶接部		引張応力	○	-	-	-	-
制御盤, 電気盤 (矩形壁掛)	×	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	1・2号SPDS伝送用アンテナ用中継器盤	○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
			溶接部		引張応力	○	-	-	-	-
モニタリング設備 (矩形壁掛)	×	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	燃料取替階放射線モニタ	○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
			基礎ボルト		引張応力	○	-	-	-	-
通信連絡設備 (アンテナ類) (矩形壁掛)	×	基礎ボルト	引張応力	衛星電話設備用アンテナ (中央制御室)	○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
			シャフト		組合せ応力	○	-	-	-	-
ブローアウトパネル閉止装置	×	軸受取付ボルト 駆動部取付ボルト 取付ボルト	引張応力	ブローアウトパネル閉止装置	○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
可燃性ガス濃度制御系再結合装置 ブロワ	×	ベース取付溶接部	せん断応力	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	○	-	-	-	-	-
静的触媒式水素処理装置	×	静的触媒式水素処理装置本体	組合せ応力	静的触媒式水素処理装置	○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
		架台	引張応力		○	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
取付ボルト	引張応力	○	-	-	-	-	-			
	組合せ応力	○	-	-	-	-	-			
基礎ボルト	引張応力	○	-	-	-	-	-	-		
	組合せ応力	○	-	-	-	-	-	-		

③水平2方向の地震による代表設備の増分影響検討結果（基準地震動S s）

表1 構造強度評価

設備	応答軸が明確か（補足説明資料 に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	部位	応力分類	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における余裕度が√2以上か ○：√2以上 ×：√2未満	① 発生値 (水平1方向)	② 発生値 (水平2方向)	発生値の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	発生値（水平2方向）の算出方法 ①地震・地震以外に分離し、地震による応力をSRSS ②NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③地震・地震以外に分離し、NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④その他（算出方法を記載）	
防波壁通路防波扉 (1号機北側, 2号機北側)	×	ヒンジ部 (ヒンジ板)	曲げ応力	防波壁通路防波扉 (1号機北側, 2号機北側)	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			引張応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
	×	ヒンジ部 (ヒンジピン)	曲げ応力		○	-	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			圧縮応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
	×	ヒンジ部 (ヒンジボルト)	せん断応力		○	-	-	-	-	-	-
			引張応力		○	-	-	-	-	-	
	×	アンカーボルト	引張応力		○	-	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
屋外排水路逆止弁	×	扉体部	曲げ応力	屋外排水路逆止弁	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-		
	×	固定部	せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			支圧応力		○	-	-	-	-		
			引張応力		○	-	-	-	-		
取水槽除じん機エリア水密扉 (北)	×	ヒンジ部	曲げ応力	取水槽除じん機エリア水密扉 (北)	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-		
水密扉 (建物内, 燃料移送ポンプエリア)	×	ヒンジ部	曲げ応力	水密扉 (建物内, 燃料移送ポンプエリア)	×	265N/mm ²	275N/mm ²	1.04	○	②	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		×	268N/mm ²	278N/mm ²	1.04	○	②	
	×	アンカーボルト	引張応力		○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-		
×	パネル部 (パネル板)	曲げ応力	○	-	-	-	-	-			
		せん断応力	○	-	-	-	-				
防水壁 (ディーゼル燃料移送ポンプエリア)	×	鋼板	曲げ応力	防水壁 (ディーゼル燃料移送ポンプエリア)	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-		
			銅縁		○	-	-	-	-		
堰 (柱支持型)	×	鋼板	曲げ応力	堰 (柱支持型)	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-		
	×	はり材 柱材	引張応力		○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-		
堰 (鋼板折曲げ型)	×	アンカーボルト	引張応力	堰 (鋼板折曲げ型)	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-		
堰 (鉄筋コンクリート製)	×	アンカー筋 主筋	引張応力	堰 (鉄筋コンクリート製)	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-		
	×	堰底部のコンクリート	せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			圧縮応力	○	-	-	-	-	-		

③水平2方向の地震による代表設備の増分影響検討結果（基準地震動S s）

表1 構造強度評価

設備	応答軸が明確か（補足説明資料 に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	部位	応力分類	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における余裕度が√2以上か ○：√2以上 ×：√2未満	① 発生値 (水平1方向)	② 発生値 (水平2方向)	発生値 の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	発生値（水平2方向）の算出方法 ①地震・地震以外に分離し、地震による応力をSRSS ②NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③地震・地震以外に分離し、NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④その他（算出方法を記載）	
防水板	×	鋼板	曲げ応力	防水板	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
	×	芯材	せん断応力		○	-	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	-
			引張応力		○	-	-	-	-	-	-
	×	アンカーボルト	せん断応力		○	-	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	-
引張応力			○	-	-	-	-	-	-		
貫通部止水処置	×	電路貫通部金属ボックスのアンカーボルト	引張応力	貫通部止水処置	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
津波監視カメラ	×	架台	引張応力	2号機排気筒津波監視カメラ	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			圧縮応力		○	-	-	-	-	-	
			曲げ応力		○	-	-	-	-	-	
	組合せ応力	○	-		-	-	-	-			
	×	架台溶接部	引張応力		○	-	-	-	-	-	-
			圧縮応力		○	-	-	-	-	-	
組合せ応力			○	-	-	-	-	-			
取水槽循環水ポンプエリア防護対策設備	×	鋼板	曲げ応力	取水槽循環水ポンプエリア防護対策設備	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
	×	架構	曲げ応力		○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
	×	ベースプレート	曲げ応力		○	-	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
	×	アンカーボルト	引張応力		○	-	-	-	-	-	-
せん断応力			○	-	-	-	-	-			
組合せ応力			○	-	-	-	-	-			
取水槽海水ポンプエリア防護対策設備	×	鋼板はり	曲げ応力	取水槽海水ポンプエリア防護対策設備	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
	×	柱	曲げ応力		○	-	-	-	-	-	-
			圧縮応力		○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-		
	×	架構	曲げ応力		○	-	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
	×	ベースプレート	曲げ応力		○	-	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
×	アンカーボルト	引張応力	○	-	-	-	-	-	-		
		せん断応力	○	-	-	-	-	-			
		組合せ応力	○	-	-	-	-	-			

③水平2方向の地震による代表設備の増分影響検討結果（基準地震動S s）

表1 構造強度評価

設備	応答軸が明確か（補足説明資料 に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	部位	応力分類	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における余裕度が $\sqrt{2}$ 以上か ○： $\sqrt{2}$ 以上 ×： $\sqrt{2}$ 未満	① 発生値 (水平1方向)	② 発生値 (水平2方向)	発生値 の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	発生値（水平2方向）の算出方法 ①地震・地震以外に分離し、地震による応力をSRSS ②NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③地震・地震以外に分離し、NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④その他（算出方法を記載）	
チャンネル着脱装置	×	ガイドレール	せん断応力	チャンネル着脱装置	○	-	-	-	-	-	
			曲げ応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
	×	カート	せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			曲げ応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
×	固定ボルト	引張応力	○	-	-	-	-	-			
チャンネル取扱ブーム	×	ブーム 回転ポスト 固定ポスト	組合せ応力	チャンネル取扱ブーム	○	-	-	-	-		
制御棒貯蔵ハンガ	×	制御棒落下防止ポール	引張応力	制御棒貯蔵ハンガ	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
×	ポール支持金具	せん断応力	○		-	-	-	-	-		
防煙垂れ壁	×	フレーム部材	引張応力		防煙垂れ壁	○	-	-	-	-	-
			せん断応力			○	-	-	-	-	-
			曲げ応力	○		-	-	-	-	-	
			組合せ応力	○		-	-	-	-	-	
除じん機	×	フレーム耐震ピン	せん断	除じん機		○	-	-	-	-	-
			曲げ応力			○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
耐火障壁	×	フレーム部材	引張応力		耐火障壁（格納容器ガスサンプリング装置冷却器）	○	-	-	-	-	-
			圧縮応力			○	-	-	-	-	-
			せん断応力			○	-	-	-	-	-
			曲げ応力	○		-	-	-	-	-	
			組合せ応力	○		-	-	-	-	-	
	×	基礎ボルト	引張応力	耐火障壁（中央制御室送風機）		○	-	-	-	-	-
			せん断応力			○	-	-	-	-	-

表2(1) 動的／電氣的機能維持評価

機種	応答軸が明確か（補足説明資料に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における余裕が $\sqrt{2}$ 以上か ○： $\sqrt{2}$ 以上 ×： $\sqrt{2}$ 未満	① 応答加速度 (水平1方向) [G]	② 応答加速度 (水平2方向) [G]	発生値の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	応答加速度（水平2方向）の算出方法 ①：応答加速度（水平1方向）を $\sqrt{2}$ 倍 ②：NS・EW方向別々の応答加速度をベクトル和 ③：その他（算出方法を記載）
立形ポンプ	×	原子炉補機海水ポンプ	○	—	—	—	—	—
ディーゼル発電設備（ガバナ）	×	非常用ディーゼル発電設備（ガバナ）	○	—	—	—	—	—
制御棒駆動水圧スクラム弁	×	制御棒駆動水圧スクラム弁	○	—	—	—	—	—
通信連絡設備（アンテナ類）	×	衛星電話設備用アンテナ（緊急時対策所）	○	—	—	—	—	—
地下水位低下設備揚水ポンプ	×	地下水位低下設備揚水ポンプ	○	—	—	—	—	—
遠隔手動弁操作設備（フレキシブルシャフト連結部）	×	遠隔手動弁操作設備（フレキシブルシャフト連結部）	○	—	—	—	—	—

表2(2) 動的／電氣的機能維持評価

機種	応答軸が明確か（補足説明資料に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における余裕が $\sqrt{2}$ 以上か ○： $\sqrt{2}$ 以上 ×： $\sqrt{2}$ 未満	① 相対変位 (水平1方向) [mm]	② 相対変位 (水平2方向) [mm]	発生値の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	相対変位（水平2方向）の算出方法 ①：相対変位（水平1方向）を $\sqrt{2}$ 倍 ②：NS・EW方向別々の相対変位をベクトル和 ③：その他（算出方法を記載）
制御棒挿入性	×	—	×	35.0	35.8	1.02	○	③NS方向の変位18.6mm, EW方向の変位35.0mmから相対変位を組合せ係数法で算出 $\sqrt{((35.0 \times 1.0)^2 + (18.6 \times 0.4)^2)}$ ≒35.8mm

④水平2方向の地震による発生値と許容値の比較結果（基準地震動S_s）

表1 構造強度評価

設備	代表設備	部位	応力分類	発生値 (水平1方向)	発生値 (水平2方向)	許容値	判定	発生値（水平2方向）の算出方法 ①：地震・地震以外に分離し，地震による応力をSRSS ②：NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③：地震・地震以外に分離し，NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④：その他（算出方法を記載）
水密扉（建物内，燃料移送ポンプエリア）	—	ヒンジ部	曲げ応力	265N/mm ²	275N/mm ²	345N/mm ²	○	②
			組合せ応力	268N/mm ²	278N/mm ²	345N/mm ²	○	

④水平2方向の地震による発生値と許容値の比較結果（基準地震動 S s）

表2 動的／電氣的機能維持評価

設備	代表設備	相対変位 (水平1方向)	相対変位 (水平2方向)	確認済相対変位	判定	発生値（水平2方向）の算出方法 ①：地震・地震以外に分離し，地震による応力をSRSS ②：NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③：地震・地震以外に分離し，NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④：その他（算出方法を記載）
制御棒挿入性	—	35.0mm	35.8mm	40mm	○	④NS方向の変位18.6mm，EW方向の変位35.0mmから相対変位を組合せ係数法で算出 $\sqrt{((35.0 \times 1.0)^2 + (18.6 \times 0.4)^2)} \approx 35.8\text{mm}$

個別設備に関する補足説明資料

今回提出範囲：

目次

1. 水平 2 方向同時加振の影響評価（原子炉圧力容器スタビライザ，原子炉格納容器スタビライザ及びシヤラグ）	1
2. 水平 2 方向同時加振の影響評価（蒸気乾燥器支持ブラケット）	6
3. 水平 2 方向同時加振の影響評価（制御棒・破損燃料貯蔵ラック）	8
4. 水平 2 方向同時加振の影響評価（円筒形容器）	10
5. 水平 2 方向同時加振の影響評価（応答軸が明確である設備）	25
6. 水平 2 方向同時加振の影響評価（矩形配置されたボルト）	28
7. 水平 2 方向同時加振の影響評価（円周配置されたボルト）	33
8. 水平 2 方向同時加振の影響評価（電気盤）	37
9. 水平 2 方向同時加振の影響評価（動的機能維持）	59
10. 水平 2 方向同時加振の影響評価（疲労評価）	60
11. 制御棒挿入性評価に対する水平 2 方向地震力の組合せ方法	63
12. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価（水密扉）	86

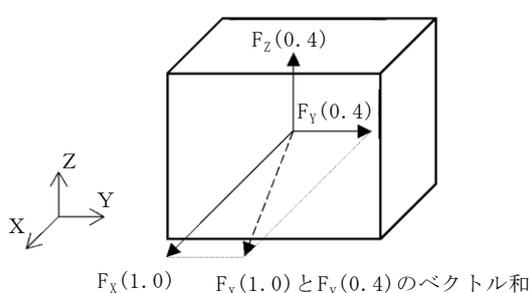
11. 制御棒挿入性評価に対する水平2方向地震力の組合せ方法

11.1 はじめに

本資料は、制御棒挿入性評価において水平2方向の地震動が作用した場合の組合せ方法についてまとめたものである。制御棒挿入性評価においては燃料集合体相対変位を評価パラメータとして用いていることから、燃料集合体相対変位に対して水平2方向の地震動が及ぼす影響について検討する。

11.2 制御棒挿入性評価における水平2方向の影響評価方法

制御棒の挿入性評価に対する水平2方向の影響評価については、既往の耐震評価においても適用実績のある組合せ係数法（1.0 : 0.4 : 0.4）を用いて水平2方向を考慮した場合の燃料集合体相対変位を算出する方針とする。組合せ係数法の概念図を図11-1に示す。



○組合せ係数法とは、最大応答の非同時性を考慮して地震力を設定する方法。

ある軸に作用する地震力を1.0と設定して、残りの軸の地震力に係数0.4を考慮するもの。

$F_x : F_y : F_z = (1.0 : 0.4 : 0.4)$ として3方向の荷重を組み合わせる。

図11-1 組合せ係数法の概念図

11.3 水平2方向の影響評価結果

制御棒の挿入性評価に適用する組合せ係数法の評価手順を図11-2に示す。また、水平1方向に対する最大の燃料集合体相対変位と組合せ係数法を用いて水平2方向を考慮した燃料集合体相対変位の結果を表11-1に示す（別紙4.3表2記載内容を再掲）。

図11-1に示すとおり、水平2方向の相対変位は、NS方向の燃料集合体相対変位及びEW方向の燃料集合体相対変位にそれぞれ係数0.4を考慮して組み合わせ得られた結果から、より大きい値となる相対変位を適用するものである。表11-1に示す結果は、基準地震動S s 5波（基本ケース及び地盤ばらつきケース）の中から、最も相対変位が大きくなるS s - F 1（地盤剛性- σ ケース）に対して、以下(a), (b)の2式より算出される相対変位のうちより大きい結果となる(b)の相対変位を示しているものである。

$$(a) \text{ NS} \times 1.0, \text{ EW} \times 0.4 \quad \sqrt{(18.6 \times 1.0)^2 + (35.0 \times 0.4)^2} \approx 23.3 \text{ mm}$$

$$(b) \text{ NS} \times 0.4, \text{ EW} \times 1.0 \quad \sqrt{(18.6 \times 0.4)^2 + (35.0 \times 1.0)^2} \approx 35.8 \text{ mm}$$

表11-1に示すとおり、水平2方向を考慮した場合でも燃料集合体相対変位が確認済

相対変位を下回ることを確認している。

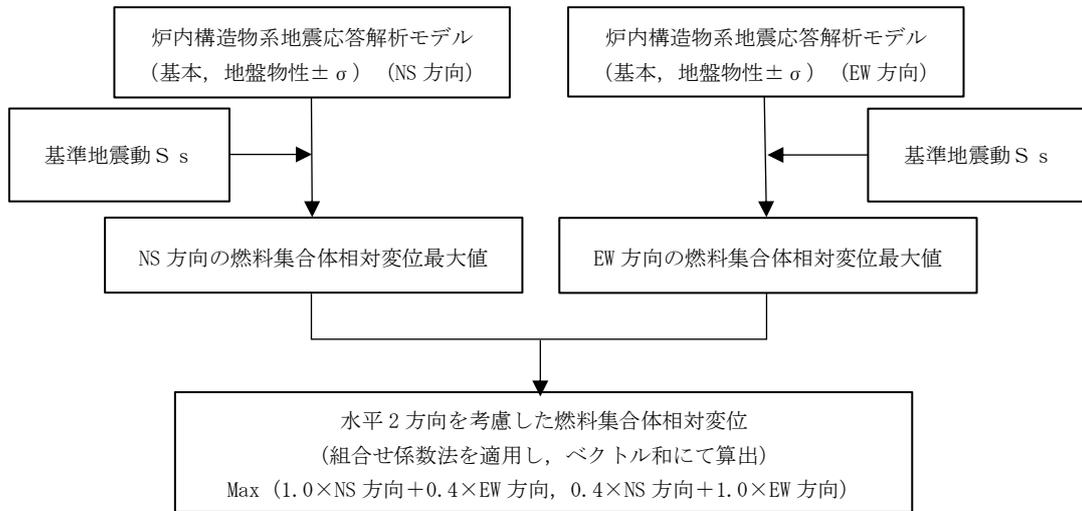


図 11-2 制御棒挿入性評価における組合せ係数法を用いた水平 2 方向の影響評価手順

表 11-1 制御棒挿入性評価における水平 2 方向の影響検討結果

評価項目	燃料集合体相対変位 (mm) *		確認済相対変位 (mm)
	水平 1 方向	水平 2 方向	
制御棒挿入性	35.0	35.8	40

注記* : 基準地震動 S s 5 波 (基本ケース及び地盤ばらつきケース) の中でも最も燃料集合体相対変位が大きくなる基準地震動 S s - F 1 (地盤物性 - σ ケース) による結果を示す。

11.4 組合せ係数法の適用性

制御棒挿入性評価に組合せ係数法を適用するに当たって、耐震設計の規格や他施設も含めた適用実績等を整理し、さらに今回工認の評価における保守性の検討を行い、組合せ係数法の適用性を以下にまとめる。

11.4.1 地震荷重の組合せ方法の規格基準における整理

原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 において、地震荷重の組合せ方法については図 3 に示すとおり、絶対値和法での組合せを実施する方針が記載されている。

ただし、「鉛直震度」と「水平動的応答」との記載から分かるとおり、本規格が制定された当時は鉛直方向について動的な地震応答が定義されておらず、鉛直方向は時間の概念がない静的な震度を適用することが前提であるため、絶対値和を基本とする指針になっているものである。

6.1.5 地震応答解析

(1) 応答解析法一般

機器・配管系は、その耐震重要度に応じた静的地震力に耐えられるように設計するが、耐震 As、A クラスは静的地震力と共に動的地震力に対しても耐えられるように設計する。また、B クラスであって、建屋を含む支持構造物の振動と共振するおそれのあるものは、B クラス相当の動的地震力によってその安全性を検討する。

動的地震力は、地震応答解析によって算定されるが、機器・配管系の地震応答解析は、据付床の設計用床応答スペクトルに基づいたスペクトルモード解析法を採用することを基本とする。

設計用床応答スペクトルは、当該系の重心位置に近い或いは耐震支持点の最も多い床のもの等最も適切な床のものを採用することを基本とするが、耐震安全評価上必要ある場合は関連する床応答スペクトルによる多入力解析又はそれと同等の近似解析法を用いることができる。

スペクトルモード解析に当たっては、考慮すべきモードは、その刺激係数が無視し得ない程度のものでとし、その重畳法は加速度、変位、応力、支点反力等の算定必要応答に対してそれぞれ Square Root of the Sum of the Squares 法（以下「SRSS」法という。）とする。

鉛直震度による応答と水平動的応答の組合せは絶対和法を採用するものとする。

原子炉格納容器、原子炉圧力容器、炉内構造物は、その構造体の規模、多様な耐震支持法、応答相対変位解析の重要性により原子炉建屋と連成した解析モデル又は分離したサブストラクチャー法に類似したモデルによる時刻歴応答解析法の採用を原則とする。ただし、上記のような特殊な重要構造物でなくても、据付点、耐震支持点の地震応答加速度波形、変位波形を入力として対象機器系の時刻歴応答解析法に基づいた動的地震力を算定することは差支えない。

図 11-3 J E A G 4 6 0 1 -1987 に記載の地震荷重の組合せ方法（機器・配管系）
(P481, 482 抜粋)

続いて、J E A G 4 6 0 1 -1987 以降に発行されている規格として、原子力発電所耐震設計技術規程 J E A C 4 6 0 1 -2008 における、地震荷重の組合せ方法についての内容を図 11-4-1~4-3 に示す。

4.3.2 水平地震力と鉛直地震力による荷重の組み合わせ法

4.3.2.1 動的地震力における組み合わせ

水平地震動と鉛直地震動を別々に動的解析モデルへ入力して地震荷重を求める場合、両者の荷重組み合わせには以下の方法が適用できる。

a. 二乗和平方根(SRSS)法

水平地震動による最大荷重の二乗と鉛直地震動による最大荷重の二乗を加算し、その値の平方根を求める方法。

b. 組み合わせ係数法

水平地震動による最大荷重及び鉛直地震動による最大荷重のいずれか小さい方に組み合わせ係数 0.4 を乗じて加算する方法。

c. 代数和法

水平地震動による荷重と鉛直地震動による荷重を計算時刻ステップ毎に代数和する方法。

なお、上記 3 方法において、地震荷重のかわりに応力を組み合わせてもよい。

また、水平地震動と鉛直地震動を動的解析モデルへ同時入力することにより、地震荷重を求める方法を用いてもよい。

図 11-4-1 J E A C 4 6 0 1 -2008 に記載の地震荷重の組合せ方法 (機器・配管系)
(P 355 抜粋)

3.3.2 設計に用いる地震力

発電用原子炉施設の建物・構築物の設計に用いる地震力は、次の方法により求めなければならない。

(1) 基準地震動 S_s による地震力

「3.1.4.3 (1)基準地震動 S_s による地震力」に示す地震力の算定においては、「3.5 地震応答解析」に適合する方法を用いなければならない。この場合において、水平地震動と鉛直地震動を同時に考慮した解析結果より地震力を算定する。

ただし、水平地震動と鉛直地震動に対して各々別の解析を実施し水平地震力と鉛直地震力を算定する場合において、水平地震力と鉛直地震力による応力の組合せは、二乗和平方根法 (SRSS法) 又は式3.3.2-1に示す組合せ係数法を用いることができる。

組合せ係数法による地震時応力

$$= \max\{(水平地震力による応力 + 0.4 \times 鉛直地震力による応力), \\ (0.4 \times 水平地震力による応力 + 鉛直地震力による応力)\}$$

図 11-4-2 J E A C 4 6 0 1 -2008 に記載の地震荷重の組合せ方法 (建物・構築物)
(P73 抜粋)

(3) 地震力の重ね合わせ

水平地震動と鉛直地震動を同時に入力して応答値を求める。ただし、線形解析や等価線形解析において、水平地震動と鉛直地震動に対して各々別の解析を実施する場合、応答値の組合せは、二乗和平方根法 (SRSS 法) 又は組合せ係数法を用いることができる。

図 11-4-3 J E A C 4 6 0 1 -2008 に記載の地震荷重の組合せ方法
(屋外重要土木構造物) (P979 抜粋)

図 11-4-1 に示すとおり、鉛直地震動が動的な地震応答となったことを踏まえて、機器配管系に対する地震荷重の組合せ方法は、二乗和平方根 (SRSS) 法、組合せ係数法及び代数和法の 3 手法が示されている。また、組合せ係数法については、水平方向及び鉛直方向の最大荷重のいずれか小さい方に係数として「0.4」を適用するよう記載されている。

図 11-4-2, 4-3 には、建物・構築物及び屋外重要土木構造物における地震荷重の組合せについての記載内容を示している。地震荷重の組合せ方法は、建物・構築物においても屋外重要土木構造物においても、二乗和平方根法 (SRSS 法) 及び組合せ係数

法が示されており、建物・構築物に対する方針には、係数「0.4」を適用するよう記載されている。

さらに、米国 REGULATORY GUIDE 1.92*の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」においても、地震応答の非同時性を考慮して、SRSS 法や組合せ係数法（1.0 : 0.4 : 0.4）によって3方向の地震荷重を組合せる方法が示されている。

以上に示すとおり、J E A C 4 6 0 1 -2008 や REGULATORY GUIDE 1.92 において、地震荷重の組合せ方法として SRSS 法と組合せ係数法が示されており、組合せ係数法に適用する係数として「0.4」が定義されている。

注記* : REGULATORY GUIDE 1.92 “COMBINING MODAL RESPONSES AND SPATIAL COMPONENTS IN SEISMIC RESPONSE ANALYSIS”

11.4.2 島根2号機における水平2方向及び鉛直方向の地震応答の組合せに係る方針

(1) 建物・構築物及び屋外重要土木構造物等

今回工認において、建物・構築物及び屋外重要土木構造物等に対する水平2方向及び鉛直方向の組合せに係る検討では、建物・構築物については組合せ係数法の適用を基本とし、屋外重要土木構造物等については、二乗和平方根（SRSS）法又は組合せ係数法の適用を基本としている。ここで、組合せ係数法を適用している建物・構築物の水平2方向及び鉛直方向に対する荷重の組合せケースについては表3-1-14等で示されている（表3-1-14を図11-5として再掲）。図11-5に示すとおり、3方向の地震荷重の組合せについては、基準地震動 S_s によって発生する3方向の荷重に対して、係数（1 : 0.4 : 0.4）及び符号を入れ替えて施設に最も厳しい条件を選定している。なお、屋外重要土木構造物等についても、組合せ係数法を適用する場合、建物・構築物と同様の考え方で施設に最も厳しい条件を選定している。

表 3-1-1 荷重の組合せケース (水平 2 方向)

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S _s 地震時	3-1	$G + P + 1.0 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-2	$G + P + 1.0 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-3	$G + P - 1.0 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-4	$G + P - 1.0 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-5	$G + P + 0.4 S_{sN} - 1.0 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-6	$G + P - 0.4 S_{sN} - 1.0 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-7	$G + P + 0.4 S_{sN} + 1.0 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-8	$G + P - 0.4 S_{sN} + 1.0 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-9	$G + P + 1.0 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-10	$G + P + 1.0 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-11	$G + P - 1.0 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-12	$G + P - 1.0 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-13	$G + P + 0.4 S_{sN} - 1.0 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-14	$G + P - 0.4 S_{sN} - 1.0 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-15	$G + P + 0.4 S_{sN} + 1.0 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-16	$G + P - 0.4 S_{sN} + 1.0 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-17	$G + P + 0.4 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} + 1.0 S_{sUD}$
	3-18	$G + P + 0.4 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} + 1.0 S_{sUD}$
	3-19	$G + P - 0.4 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} + 1.0 S_{sUD}$
	3-20	$G + P - 0.4 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} + 1.0 S_{sUD}$
	3-21	$G + P + 0.4 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} - 1.0 S_{sUD}$
	3-22	$G + P + 0.4 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} - 1.0 S_{sUD}$
	3-23	$G + P - 0.4 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} - 1.0 S_{sUD}$
	3-24	$G + P - 0.4 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} - 1.0 S_{sUD}$

図 11-5 建物・構築物における水平 2 方向及び鉛直方向の地震荷重の組合せケースの例
(表 3-1-14 再掲)

(2) 機器・配管系

機器・配管系に対する水平2方向及び鉛直方向の組合せの検討においては、前項までに示すとおり、先行プラントと同様、円筒容器や矩形配置のボルトに対する影響程度を確認するために組合せ係数法を適用している。

別紙4.4の4項で検討している円筒容器に対する水平2方向の影響検討について図11-6に再掲するが、SRSS法と組合せ係数法で手法による差異は軽微であることを確認している。

また、本検討において適用した組合せ係数法においては、水平2方向にそれぞれ同一の荷重を負荷して算出された応力に対し、係数(1:0.4)を考慮して地震による応力を算出している。一方、図11-4-1に示すとおり、地震による発生荷重に係数を考慮する方法もあるが、機器・配管系における解析手法は線形解析が基本であることから、係数を応力に考慮した場合でも荷重に考慮した場合でも結果は変わらないものとなる。

なお、参考として、応力に対して係数を考慮した場合(図11-6)と比較するために、入力荷重に対して係数(1:0.4)を考慮した場合の軸方向応力分布を表11-2,3に示す。表に示すとおり、入力荷重に係数を考慮した場合の発生応力はいずれも図11-6に示す軸方向応力分布と同一の値となっている。図11-4-1に示すJ E A C 4 6 0 1 -2008にも「地震荷重のかわりに応力を組み合わせても良い。」との記載があるが、今回検討した結果からも、荷重もしくは応力に対して組合せ係数法を考慮すれば同等の結果が得られることが分かる。

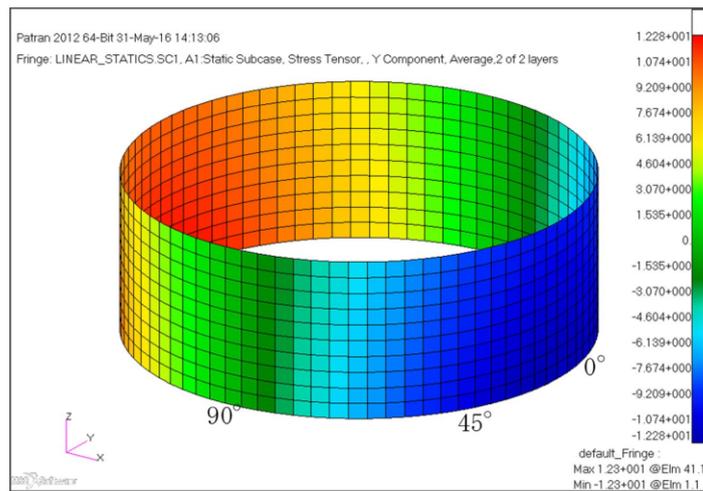


図 4-2 水平地震時軸方向コンター図 (X 方向入力)

表 4-1 水平地震時の軸方向応力分布

角度	X 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{z,x}(\theta)$	Y 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{z,y}(\theta)$	2 方向入力時応力 (MPa)	
			組合せ係数法 $\sigma_{z,c}(\theta)$	SRSS 法 $\sigma_{z,s}(\theta)$
0° 方向	12.28	0.00	12.28 $\sigma_{z,c(X)}(0^\circ) = 12.28 \times 1 + 0 \times 0.4 = 12.28$ $\sigma_{z,c(Y)}(0^\circ) = 12.28 \times 0.4 + 0 \times 1 = 4.91$	12.28
22.5° 方向	11.34	4.70	13.22 $\sigma_{z,c(X)}(22.5^\circ) = 11.34 \times 1 + 4.70 \times 0.4 = 13.22$ $\sigma_{z,c(Y)}(22.5^\circ) = 11.34 \times 0.4 + 4.70 \times 1 = 9.24$	12.28
45° 方向	8.68	8.68	12.15 $\sigma_{z,c(X)}(45^\circ) = 8.68 \times 1 + 8.68 \times 0.4 = 12.15$ $\sigma_{z,c(Y)}(45^\circ) = 8.68 \times 0.4 + 8.68 \times 1 = 12.15$	12.28
67.5° 方向	4.70	11.34	13.22 $\sigma_{z,c(X)}(67.5^\circ) = 4.70 \times 1 + 11.34 \times 0.4 = 9.24$ $\sigma_{z,c(Y)}(67.5^\circ) = 4.70 \times 0.4 + 11.34 \times 1 = 13.22$	12.28
90° 方向	0.00	12.28	12.28 $\sigma_{z,c(X)}(90^\circ) = 0 \times 1 + 12.28 \times 0.4 = 4.91$ $\sigma_{z,c(Y)}(90^\circ) = 0 \times 0.4 + 12.28 \times 1 = 12.28$	12.28

図 11-6 機器・配管系における組合せ係数法の適用例 (1/2)
(別紙 4.4 4 項より再掲, 一部加筆)

表4-5 水平地震時の応力強さ分布

角度	X 方向入力時 応力強さ (MPa) $\sigma_x(\theta)$	Y 方向入力時 応力強さ (MPa) $\sigma_y(\theta)$	2 方向入力時応力強さ (MPa)	
			組合せ係数法 $\sigma_c(\theta)$	SRSS 法 $\sigma_s(\theta)$
0° 方向	12.28	5.40	12.41	13.04
22.5° 方向	11.47	6.03	13.64	13.04
45° 方向	9.22	9.22	12.91	13.04
67.5° 方向	6.03	11.47	13.64	13.04
90° 方向	5.40	12.28	12.41	13.04

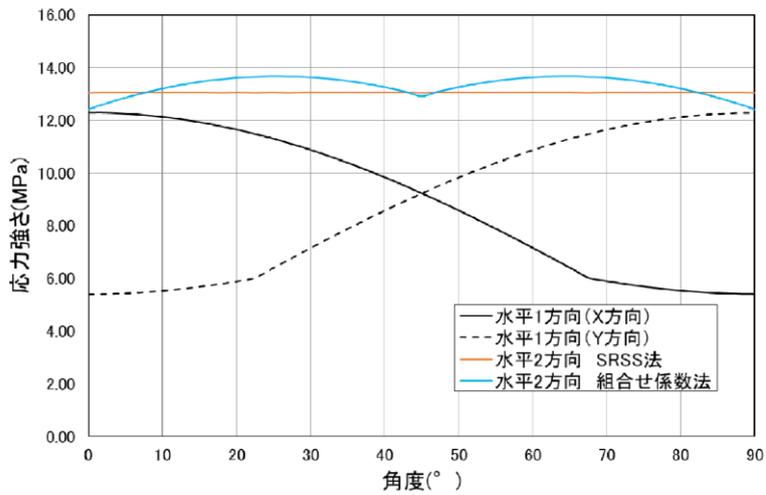


図 4-6 水平地震時応力強さ分布図

図 11-6 機器・配管系における組合せ係数法の適用例 (2/2) (別紙 4.4 4 項より再掲)

表 11-2 水平地震時の軸方向応力分布(入力荷重に係数を考慮した場合, X : Y=1 : 0.4)

角度	X : Y=1 : 0.4		2 方向入力時応力 (MPa)
	X 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{x,x}(\theta)$	Y 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{x,y}(\theta)$	組合せ係数法 $\sigma_{x,c}(\theta)$
0° 方向	12.28	0.00	12.28 $\sigma_{x,c(x)}(0^\circ) = 12.28 + 0 = 12.28$
22.5° 方向	11.34	1.88	13.22 $\sigma_{x,c(x)}(22.5^\circ) = 11.34 + 1.88 = 13.22$
45° 方向	8.68	3.47	12.15 $\sigma_{x,c(x)}(45^\circ) = 8.68 + 3.47 = 12.15$
67.5° 方向	4.70	4.54	9.24 $\sigma_{x,c(x)}(67.5^\circ) = 4.70 + 4.54 = 9.24$
90° 方向	0.00	4.91	4.91 $\sigma_{x,c(x)}(90^\circ) = 0 + 4.91 = 4.91$

表 11-3 水平地震時の軸方向応力分布(入力荷重に係数を考慮した場合, X : Y=0.4 : 1)

角度	X : Y=0.4 : 1		2 方向入力時応力 (MPa)
	X 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{x,x}(\theta)$	Y 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{x,y}(\theta)$	組合せ係数法 $\sigma_{x,c}(\theta)$
0° 方向	4.91	0.00	4.91 $\sigma_{x,c(y)}(0^\circ) = 4.91 + 0 = 4.91$
22.5° 方向	4.54	4.70	9.24 $\sigma_{x,c(y)}(22.5^\circ) = 4.54 + 4.70 = 9.24$
45° 方向	3.47	8.68	12.15 $\sigma_{x,c(y)}(45^\circ) = 3.47 + 8.68 = 12.15$
67.5° 方向	1.88	11.34	13.22 $\sigma_{x,c(y)}(67.5^\circ) = 1.88 + 11.34 = 13.22$
90° 方向	0.00	12.28	12.28 $\sigma_{x,c(y)}(90^\circ) = 0 + 12.28 = 12.28$

11.4.3 制御棒挿入性評価に適用する組合せ係数法の保守性の検討

基準地震動 S_s 5 波（基本ケース及び地盤ばらつきケース）のうち、燃料集合体の相対変位が最大となる基準地震動 $S_s - F1$ （地盤物性- σ ケース）について、水平 2 方向入力による変位履歴から最大の相対変位を算出し、組合せ係数法による結果と比較する。

評価手順を図 11-7 に示す。基準地震動 $S_s - F1$ は断層モデル手法による基準地震動であることから、原子炉本体地震応答解析モデルへの入力として、 $S_s - F1$ (NS) に基づく入力地震動を NS 方向モデルに入力し、 $S_s - F1$ (EW) に基づく入力地震動を EW 方向モデルに入力してそれぞれ燃料集合体中央位置での相対変位の時刻歴データを算出する。次に各方向の時刻歴データを時々刻々ベクトル合成することで水平 2 方向入力による変位履歴を求め、この中から最大の相対変位を算出する。

NS/EW 方向の燃料集合体相対変位による変位オービットを図 11-9 に示す。あわせて、燃料集合体相対変位の最大変位を表 11-4 に示す。表 11-4 に示すとおり変位履歴を用いて算出した最大変位は 35.1mm となっており、組合せ係数法を用いた変位 35.8mm と比較して小さい値となっていることから、組合せ係数法の結果は保守的であることが分かる。

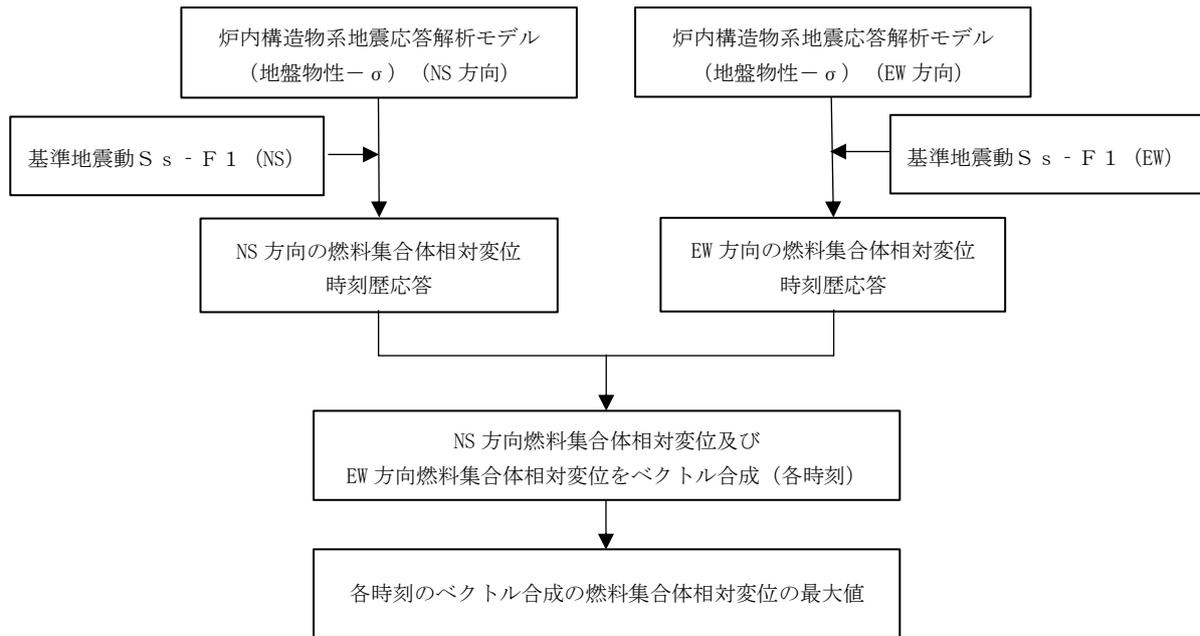


図 11-7 制御棒挿入性評価における変位履歴を用いた水平 2 方向の影響評価手順

表 11-4 燃料集合体相対変位

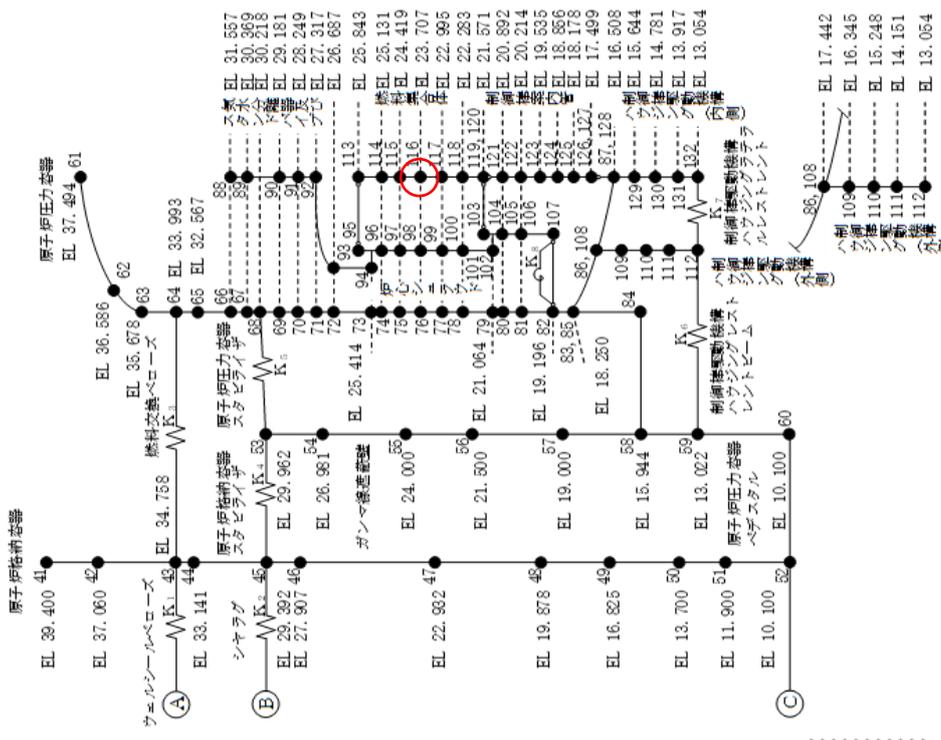
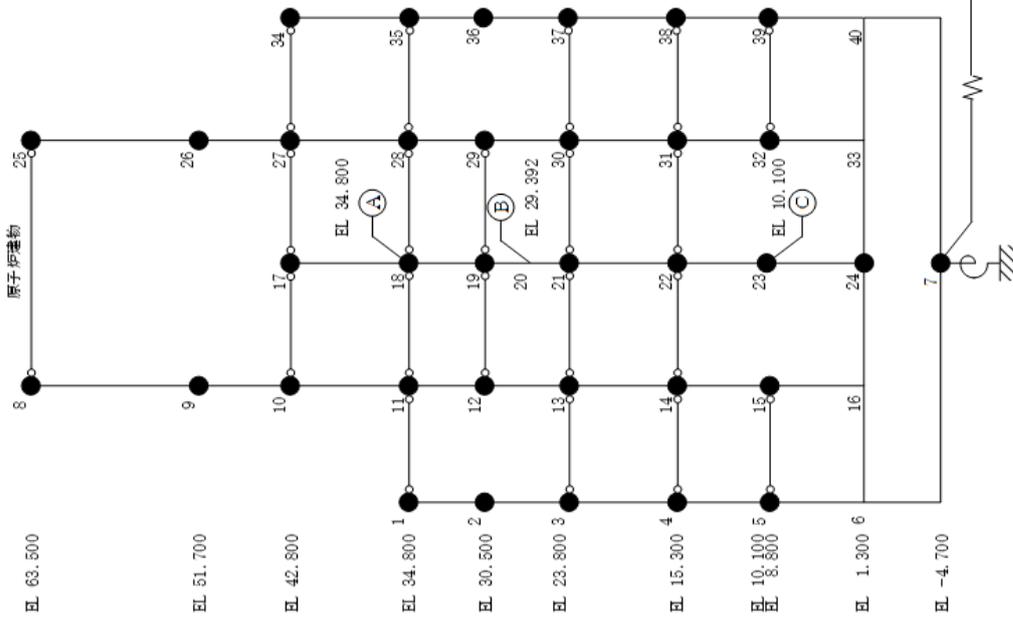
評価項目	相対変位算出方法	燃料集合体相対変位 (mm)			確認済相対変位 (mm)
		NS 方向変位	EW 方向変位	最大変位	
制御棒挿入性	変位履歴を用いて算出	1.55 ^{*1}	35.0 ^{*1}	35.1 ^{*2}	40
	組合せ係数法を適用して算出	18.6 ^{*3}	35.0 ^{*3}	35.8 ^{*4}	

注記*1：最大変位*2が発生した時間における NS/EW 方向の変位。なお、NS/EW 方向それぞれの全時間帯における最大変位は NS 方向：18.6mm，EW 方向：35.0mm となる。

*2：燃料集合体の地震応答の全時間帯について NS 方向変位と EW 方向変位のベクトル和を行い最も大きかった変位の値。

*3：燃料集合体の相対変位が最大となる基準地震動 S s - F 1（地盤物性-σ ケース）における NS/EW 方向の最大変位。

*4：基準地震動 S s - F 1（地盤物性-σ ケース）における NS/EW 方向の最大変位に組合せ係数法を適用し、ベクトル和にて算出した値。

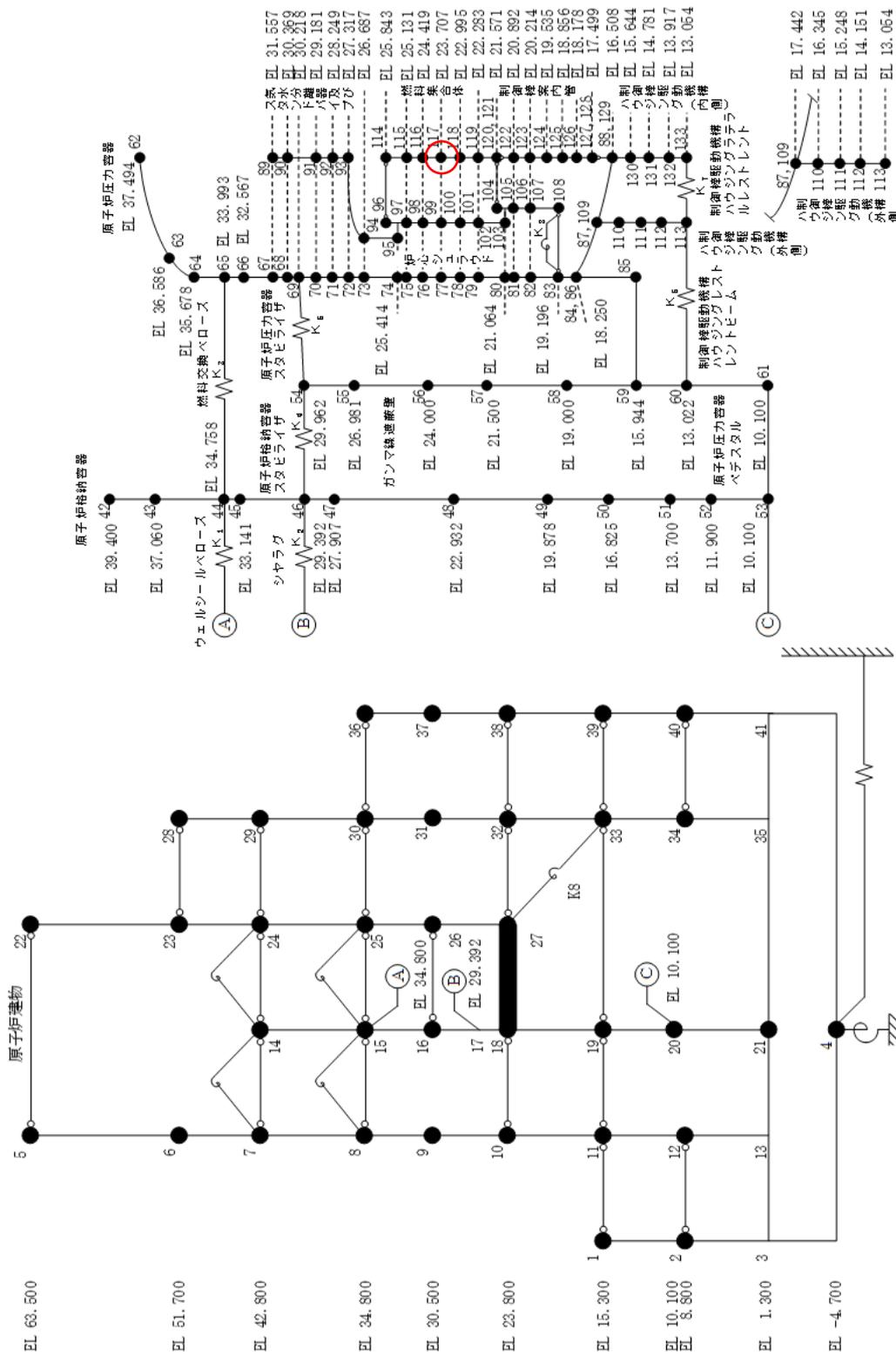


記号	内容
●	質点
— —	曲げ・せん断部材
—/—	水平ばね
⊕	回転ばね
○—○	副部材 (ピン結合)

K ₁	ウニールシールベローズ
K ₂	シヤラグ
K ₃	燃料交換ベローズ
K ₄	原子炉格納容器スタビライザ
K ₅	原子炉圧力容器スタビライザ
K ₆	制御棒駆動機構ハウジングレストレントピーム
K ₇	制御棒駆動機構ハウジングラチアルレストレント
K ₈	シヤラウドサポート

○：燃料集合体相対変位算出位置

図 11-8-1 原子炉本体地震芯答解析モデル (NS 方向)



記号	内容
●	質点
— —	曲げ・せん断部材
—/—	水平ばね
⊕	回転ばね
○	副部材 (ピン結合)

K ₁	ウェルシールドペロース
K ₂	シャラダ
K ₃	燃料交換ペロース
K ₄	原子炉格納容器スタビライザ
K ₅	原子炉圧力容器スタビライザ
K ₆	制御棒駆動機構ハウジング
K ₇	レストレントボーム
K ₈	制御棒駆動機構ハウジング ラチアルレストレント
K ₉	シヤウドサポート

○：燃料集合体相対変位算出位置

図 11-8-2 原子炉本体地震応答解析モデル (EW 方向)

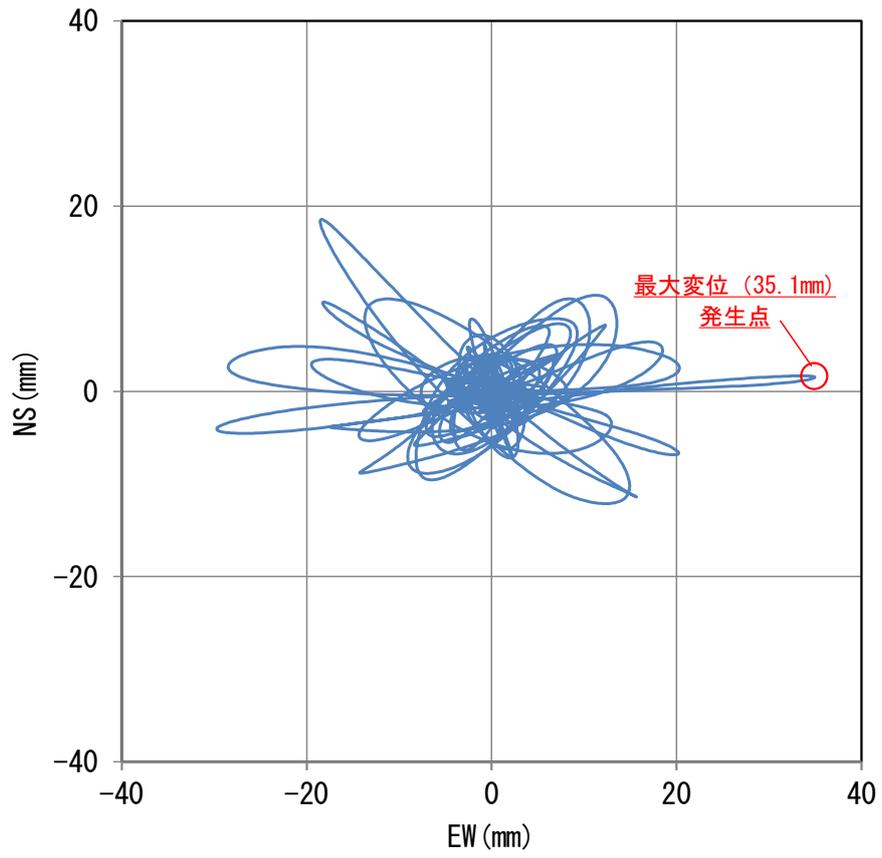


図 11-9 変位オービット (燃料集合体相対変位)

11.4.4 制御棒挿入性評価への組合せ係数法の適用性

4.1 項及び4.2 項に示すとおり、J E A G 4 6 0 1 等の規格及び先行プラントの適用実績における水平2方向の組合せ方法として、組合せ係数法が示されていること、また建物構築物等の施設を含めて組合せ係数法の適用実績が十分にあることを確認した。

以上のことから、制御棒挿入性評価に対する水平2方向の組合せ方法として、組合せ係数法を適用することが可能である。

11.5 制御棒挿入性試験への水平2方向の影響

表11-1に示した確認済相対変位は、今回工認向け(VI-2-6-2-1「制御棒の耐震性についての計算書」)にて実施した制御棒挿入試験結果(対辺方向加振)より設定している。これは燃料チャンネルの側面に対して平行な方向(対辺方向)に加振して得られた結果である。図11-10に試験結果を示す。

図11-11に、制御棒挿入性試験への水平2方向の影響を確認するために、燃料チャンネルの側面に対して平行な方向(対辺方向)と対角な方向(対角方向)に加振した影響確認向けの制御棒挿入試験結果を示す。表11-5に今回工認向けに実施した制御棒挿入試験、影響確認向けの制御棒挿入試験(対辺方向及び対角方向加振)の試験条件を示す。

今回工認向けと影響確認向け(対辺方向加振)で試験装置(図11-12, 図11-13)が異なるが、試験結果(図11-10, 図11-11)は同等であり、試験装置による差異はない。また、影響確認向け(対角方向加振)の試験については、影響確認向け(対辺方向加振)と同条件で実施しており試験条件に差異はない。

図11-11より、対角方向加振による制御棒挿入時間(75%ストロークスクラム時間)は、対辺方向加振条件と同等かもしくは短い結果となっている。これは、燃料集合体と制御棒の間隙が、対辺方向に比べ対角方向の場合の方が大きくなるためである。

図11-14に、燃料集合体と制御棒の間隙のイメージを示す。対角方向になることで燃料集合体と制御棒の間隙がおおよそ $\sqrt{2}$ 倍となることから、対角方向よりも対辺方向加振の方が厳しい条件となる。

以上のことから、制御棒挿入性評価における水平2方向の影響検討において、今回工認向けにて実施した制御棒挿入試験結果より設定した確認済相対変位を用いる。

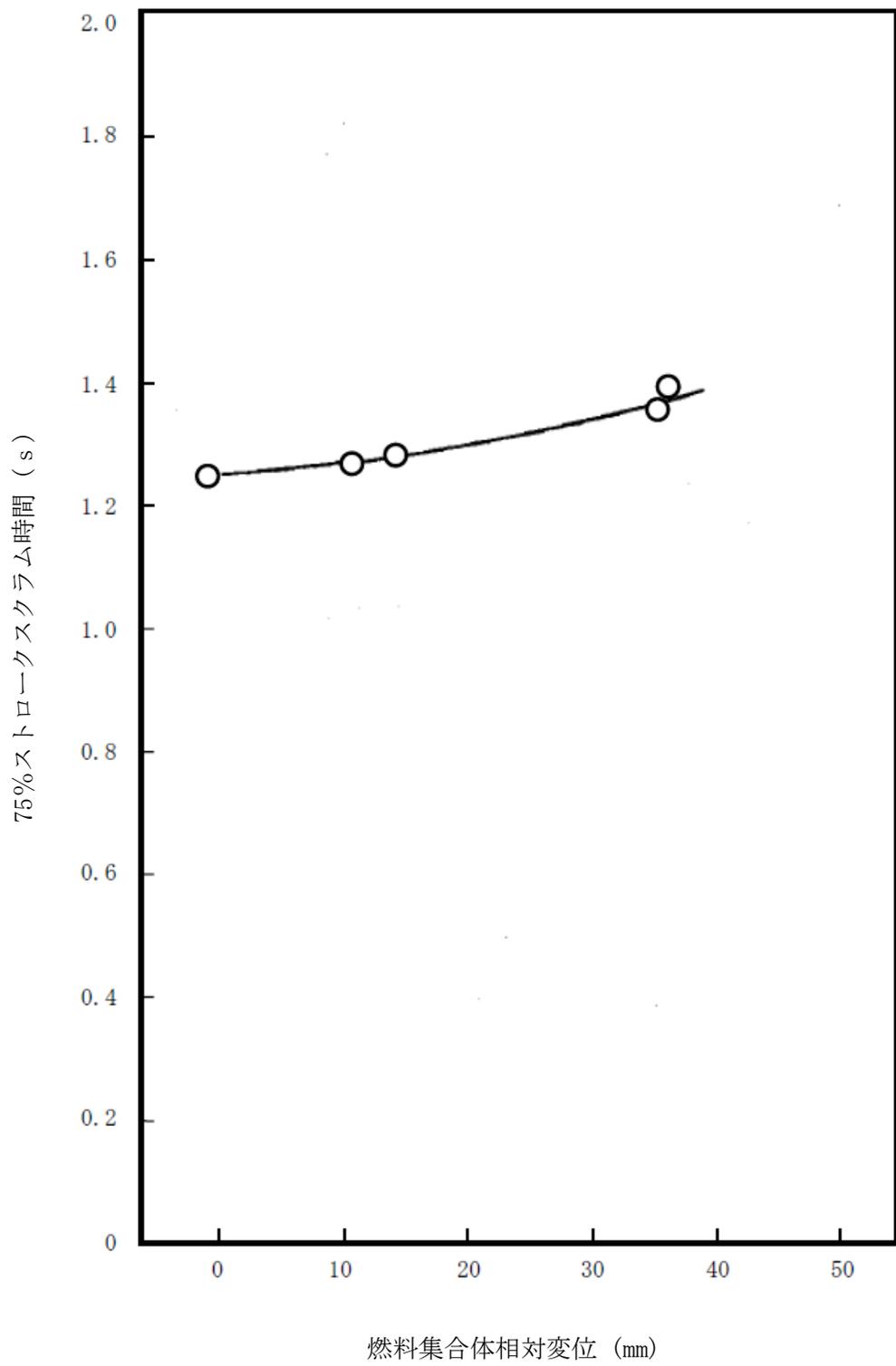


図 11-10 今回工認向け 制御棒挿入性試験結果 (対辺方向加振)

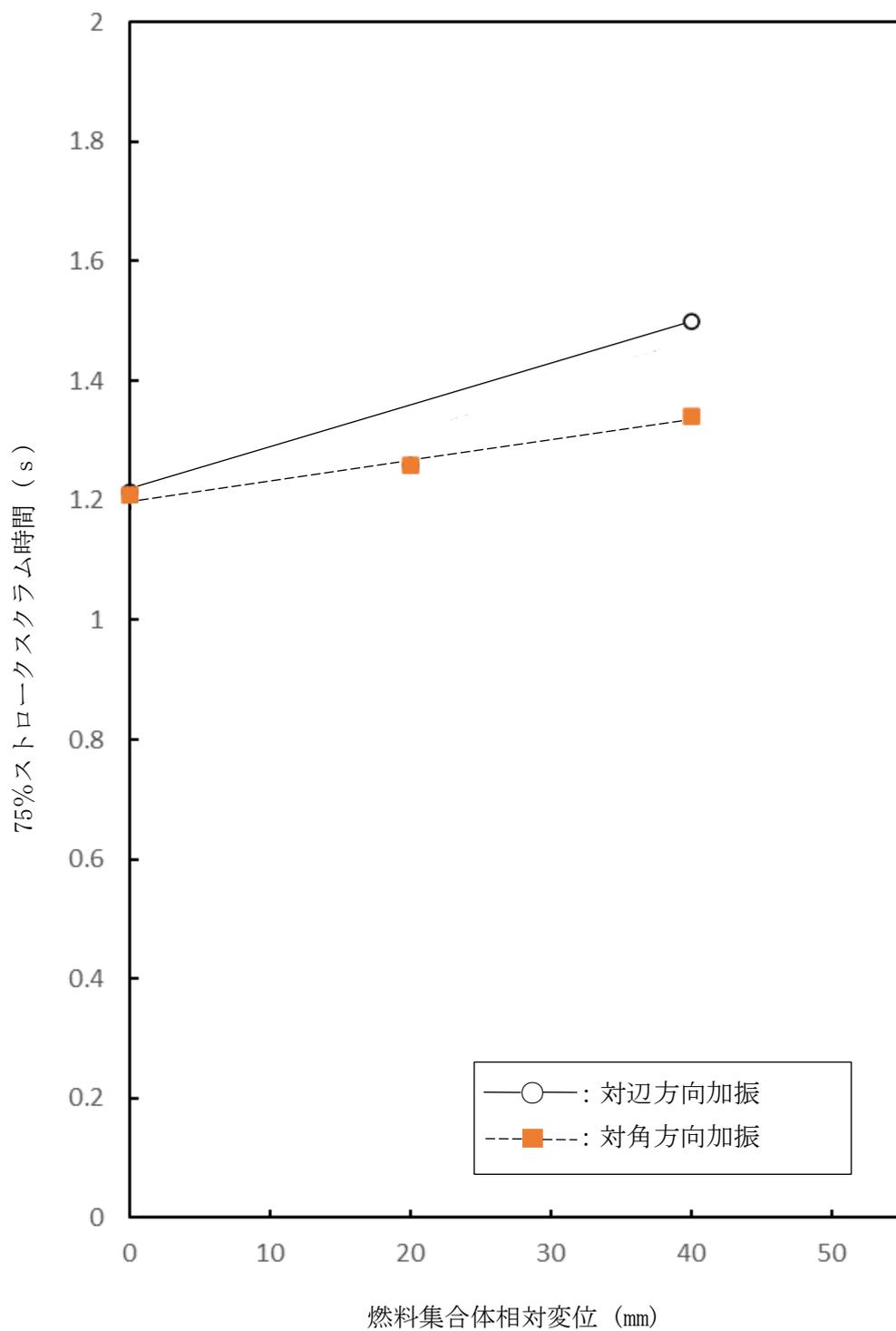


図 11-11 影響確認向け 制御棒挿入性試験結果 (対辺方向加振-対角方向加振の比較)

表 11-5 対角方向加振試験の条件（対辺方向加振試験との比較）

条件項目	今回工認向け (対辺方向加振)	影響確認向け	
		対辺方向加振	対角方向加振
機器・ 装置構成	<ul style="list-style-type: none"> ・ 質量模擬燃料集合体 ・ 制御棒（ボロンカーバイド型） ・ 燃料支持金具 ・ 制御棒案内管 ・ 制御棒駆動機構 ・ 水圧制御ユニット ・ 試験装置 図 11-12 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 試験装置 図 11-13 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同左
試験方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 加振により燃料集合体に相対変位を発生させ、その状態で 75% ストロークスクラムに要する時間を計測 ・ 正弦波により加振 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同左 ・ 同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同左 ・ 同左
温度	室温	同左	同左
圧力	常圧*1	同左	同左
チャンネル ボックス 板厚	120mil(3.05mm)*2	同左	同左

注記*1：アキュムレータ圧力の調整により原子炉定格圧力（6.93MPa[gage]）時のスクラムを模擬

*2：1mil=0.0254mm

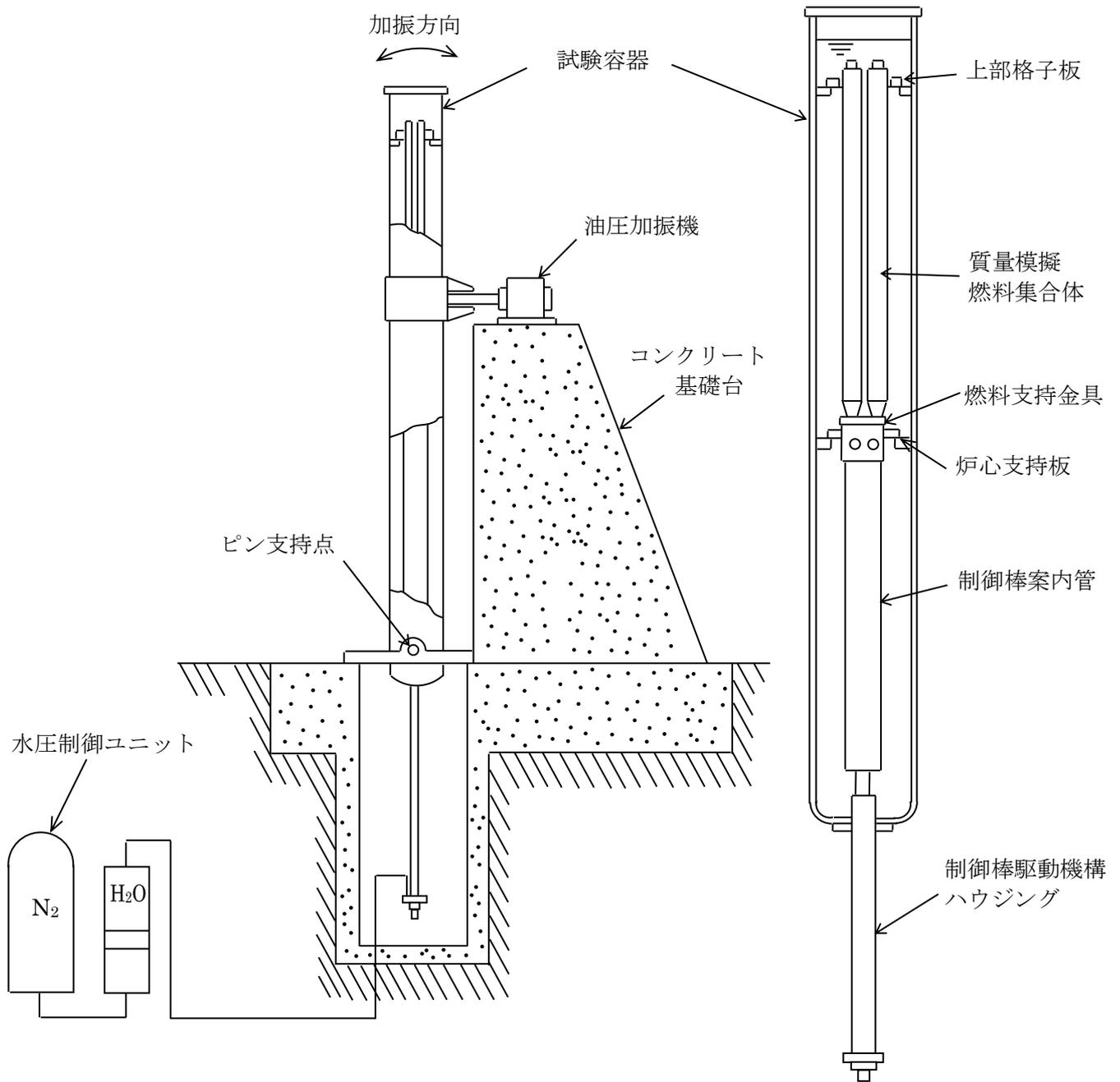


図 11-12 今回工認向け 制御棒挿入性試験 試験装置概要

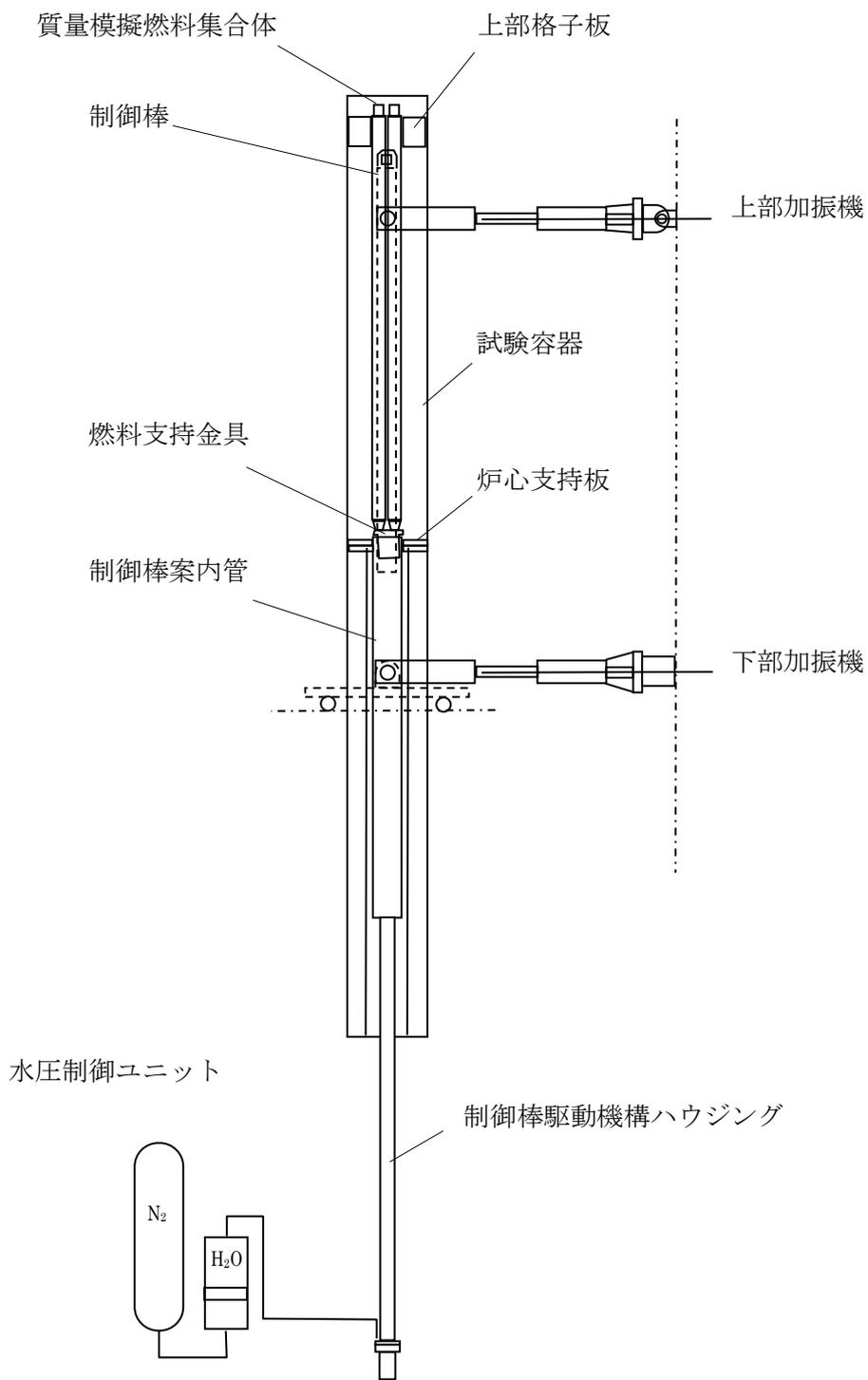
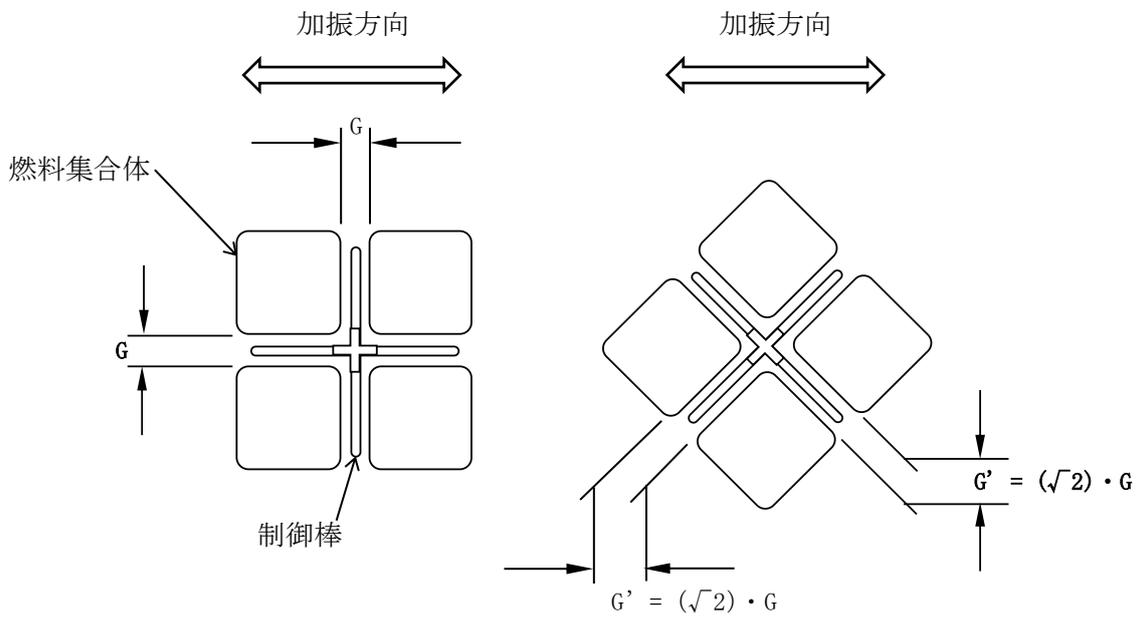


図 11-13 影響確認向け制御棒挿入性試験（対辺方向加振－対角方向加振の比較）
試験装置概要

G : 対辺方向加振時の間隙
 G' : 対角方向加振時の間隙



(a) 対辺方向加振

(b) 対角方向加振

図 11-14 燃料集合体と制御棒の間隙のイメージ図

別紙 4.8 原子炉建物 3 次元 FEM モデルの応答解析結果に
係る機器・配管系への影響検討

目 次

今回提出範囲：

1. 概要	別紙 4.8-1
2. 検討方針	別紙 4.8-1
2.1 検討対象	別紙 4.8-3
2.2 検討方法	別紙 4.8-3
2.2.1 3次元影響確認用耐震条件の作成	別紙 4.8-3
2.2.2 3次元 FEM モデルによる影響の評価	別紙 4.8-6
3. 検討内容	別紙 4.8-7
4. 評価結果	別紙 4.8-29
5. まとめ	別紙 4.8-46

別紙 4.8-1 原子炉建物 3次元 FEM モデルによる原子炉圧力容器等の地震応答への影響確認

別紙 4.8-2 計算機プログラム（解析コード）の概要

4. 検討結果

(1) 簡易評価結果

簡易評価の結果、一部の設備を除き、条件比率が設備の裕度以下となることを確認した。表4-1に条件比率が設備の裕度を上回った設備の簡易評価結果を示す。なお、配管の詳細評価対象は、評価に用いる各標高で裕度が最小となる配管を代表としている。

表 4-1 条件比率が設備の裕度を上回った設備の簡易評価結果

設備名称	評価部位	応力分類	耐震評価結果 (基準地震動 S s)			条件比率	刺激係数を 考慮した 条件比率	評価 結果	
			発生値*1 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度				
配管 (RHR-R-2)	配管本体	一次+二次 応力	353	394	1.11	1.51 (図 4-1)	1.37	×	
配管 (ADS-R-2SP)	配管本体	一次+二次 応力	260	300	1.15	1.23 (図 4-2)	1.20	×	
配管 (FCS-R-3)	配管本体	一次+二次 応力	466	438	0.93	1.64 (図 4-3)	1.28	×	
		疲労*2	0.6098*3	1	—				
配管 (NGC-R-1)	配管本体	一次+二次 応力	380	438	1.15	1.72 (図 4-4)	1.35	×	
サブプレッション チェンバ	サブプレッショ ンチェンバ胴 エビ継部外側	一次+二次 応力	478	501	1.04	水平	1.25*4 (図 4-5)	1.25*4	×
						鉛直	0.50*4 (図 4-6)		
サブプレッション チェンバサポート	ベースプレー ト (コンクリ ート反力側)	組合せ応力	251	298	1.18	水平	1.25*4 (図 4-5)	1.25*4	×
						鉛直	0.50*4 (図 4-6)		

注記*1：一次+二次応力の発生値が許容値を上回った場合は疲労評価を実施する。

*2：単位は無次元

*3：疲労評価には個別に設定する等価繰返し回数 回 (基準地震動 S s) を適用する。

*4：水平方向と鉛直方向で地震応答解析モデルが異なるため、各解析モデルにおける条件比率を示す。

(2) 詳細評価結果

簡易評価において条件比率が設備の裕度を上回った6設備に対して詳細評価を行った結果、発生値が許容値以下であることを確認した。表4-2に詳細評価結果を示す。

また、補足説明資料「補足023-13 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、詳細評価による発生値と耐震計算書に記載の発生値を比較し、対象設備の詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を上回る設備は2設備であることを確認した。よって、この2設備の評価結果をVI-2-12「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に反映する。

表 4-2 条件比率が設備の裕度を上回った設備の詳細評価結果

設備名称	評価部位	応力分類	詳細評価結果							耐震計算書との比較	
			条件種別	構造物名	EL (m)	減衰定数 (%)	発生値*1 (MPa)	許容値 (MPa)	評価結果*7	発生値 (MPa)	比較結果*8
配管 (RHR-R-2)	配管本体	一次+二次応力	FRS	原子炉建物			270*9	394	○	353*9	○
配管 (ADS-R-2SP)	配管本体	一次+二次応力	FRS	原子炉建物			201*9	300	○	260*9	○
配管 (FCS-R-3)	配管本体	一次+二次応力	FRS	原子炉建物			457*9	438	○	466*9	○
		疲労*2	—	原子炉建物			0.5883*3,*9	1		0.6098*9	○
配管 (NGC-R-1)	配管本体	一次+二次応力	FRS	原子炉建物			374*9	438	○	380*9	○
サブプレッションチェンバ	サブプレッションチェンバ胴エビ継部外側	一次+二次応力	FRS	原子炉建物	1.3	1.0	598*4	501	○	478	×
		疲労*2	—	原子炉建物	1.3	1.0	0.1465*5	1		—	
サブプレッションチェンバサポート	ベースプレート (コンクリート反力側)	組合せ応力	FRS	原子炉建物	1.3	1.0	298*6	298	○	251	×

注記*1：一次+二次応力の発生値が許容値を上回った場合は疲労評価を実施する。

*2：単位は無次元

*3：疲労評価には個別に設定する等価繰返し回数 回（基準地震動 S s）を適用する。

*4：水平方向の地震応答解析モデルにおける条件比率を耐震計算書の発生応力に乗じて評価した結果を示す。

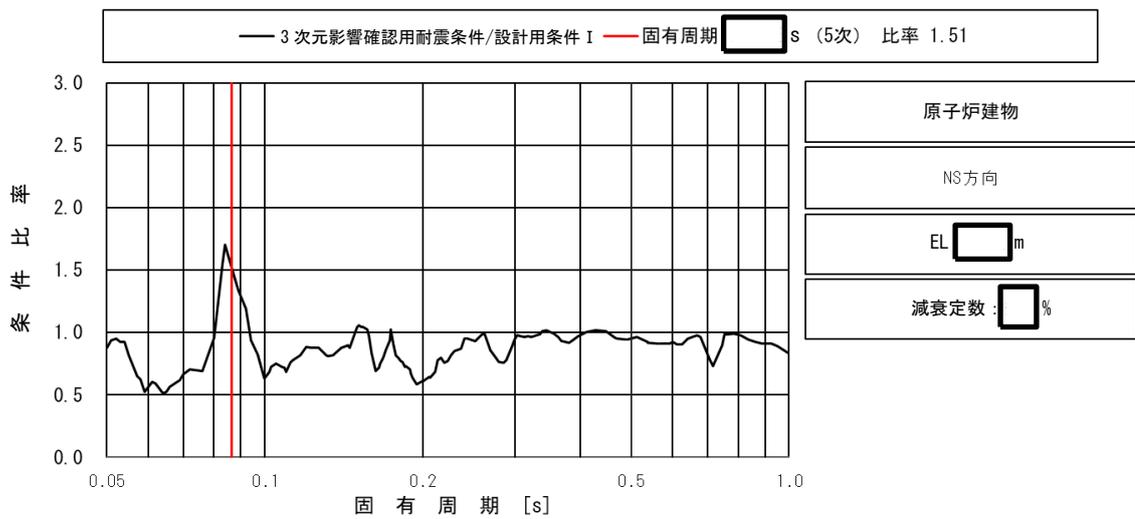
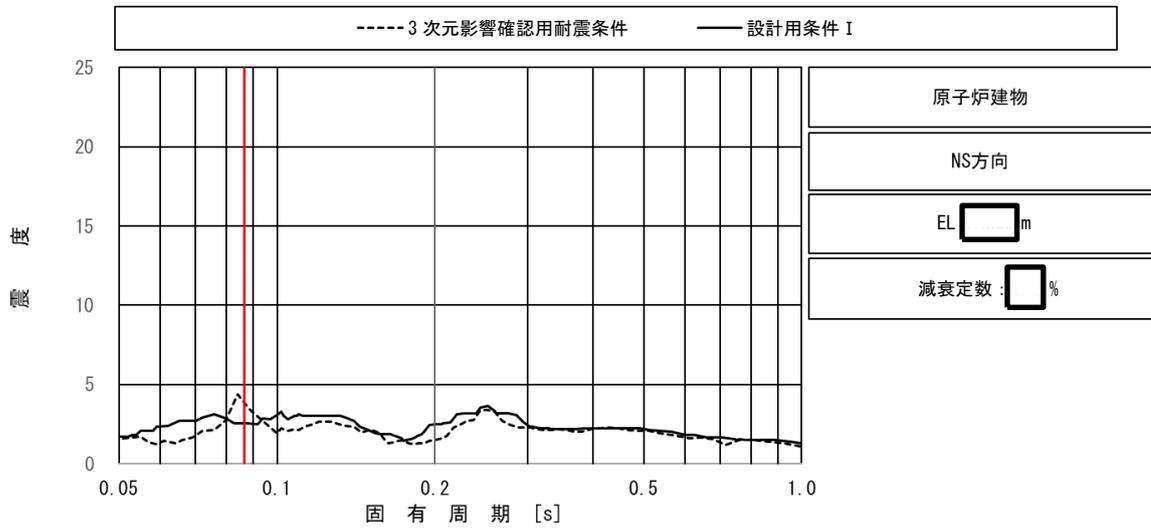
*5：疲労評価には一律に設定する等価繰返し回数 150 回（基準地震動 S s）を適用する。

*6：耐震計算書におけるサブプレッションチェンバサポートに作用する水平方向及び鉛直方向地震荷重に、水平方向及び鉛直方向の条件比率を乗じた荷重を用いて評価した結果を示す。

*7：詳細評価による発生値が許容値を上回らない場合は「○」
 詳細評価による発生値が許容値を上回る場合は「×」を記載

*8：詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を上回らない場合は「○」
 詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を上回る場合は「×」を記載

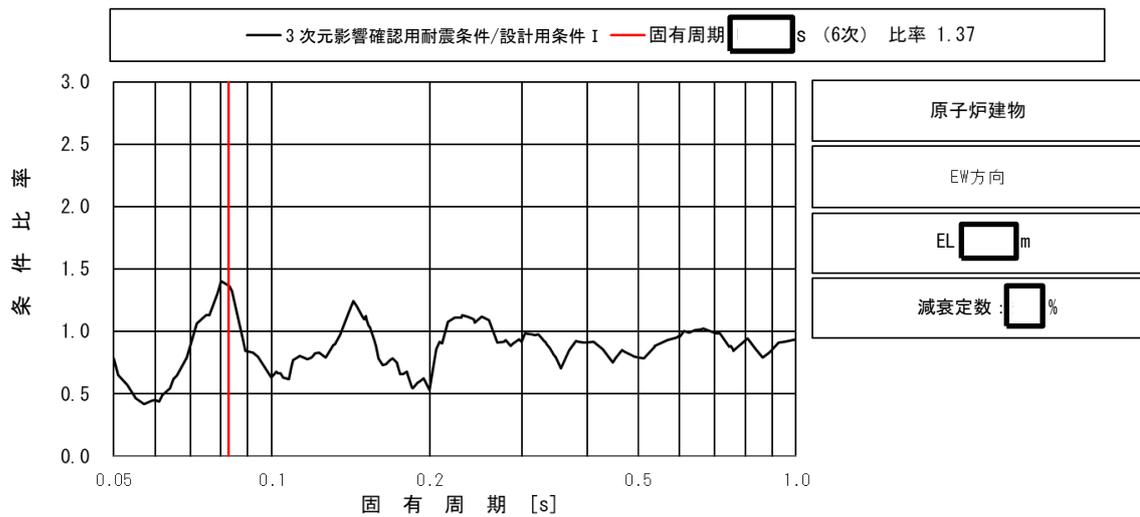
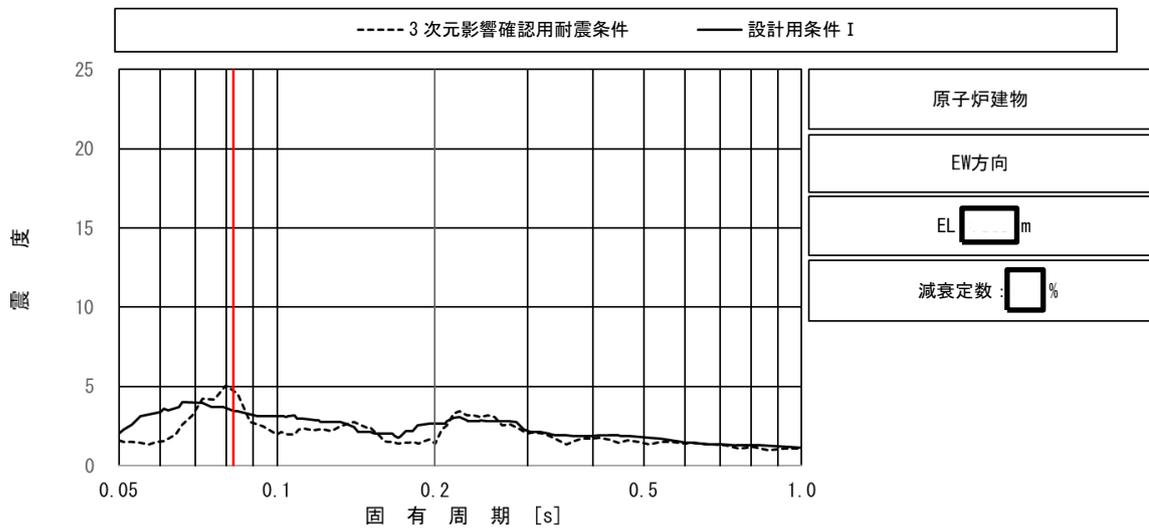
*9：主要な振動モードにおいて3次元影響確認用耐震条件が耐震計算に用いる設計条件を下回ることから詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を下回った。



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

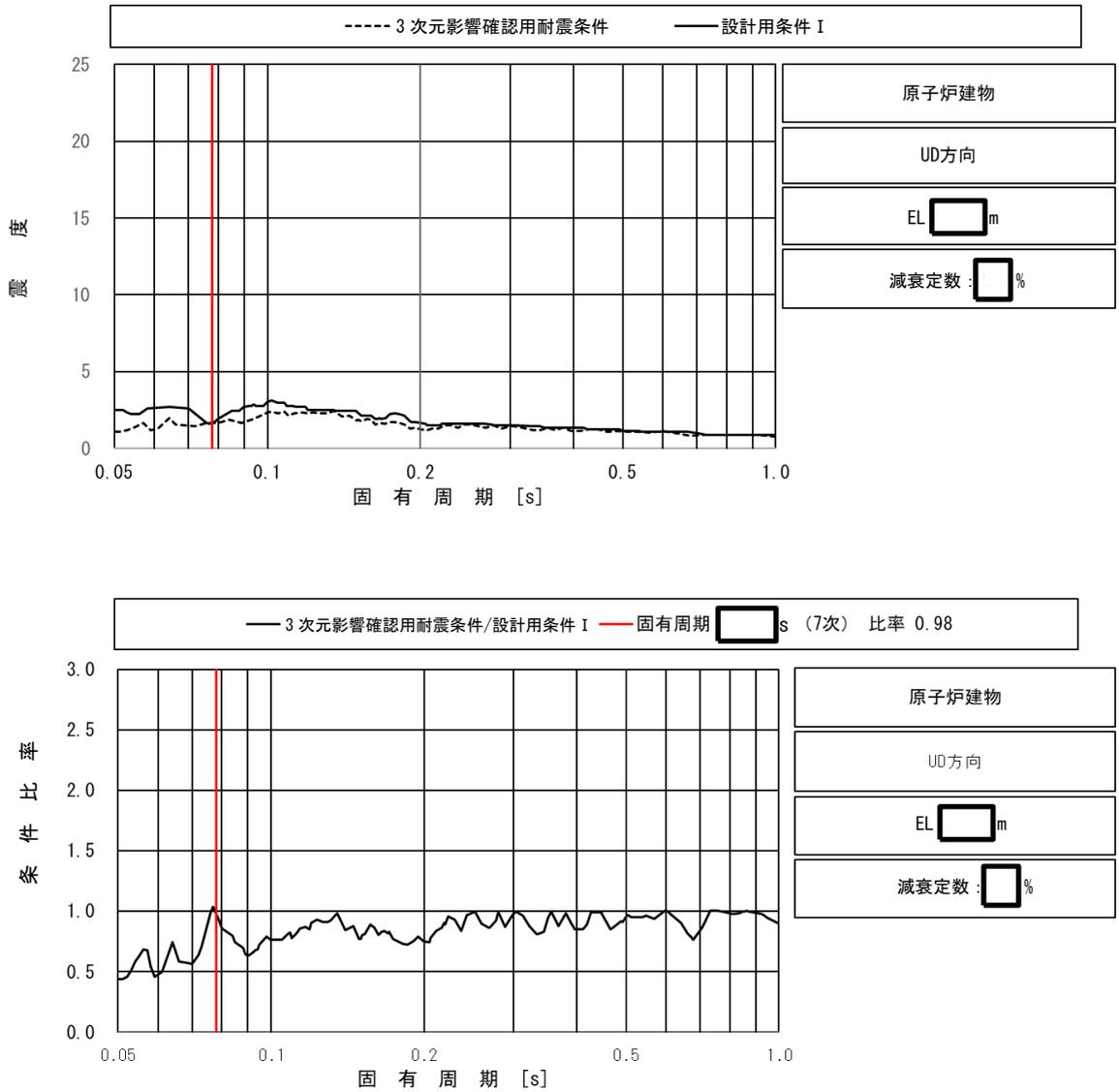
図 4-1 配管(RHR-R-2)の条件比率
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS), 原子炉建物 EL [] m) (1/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

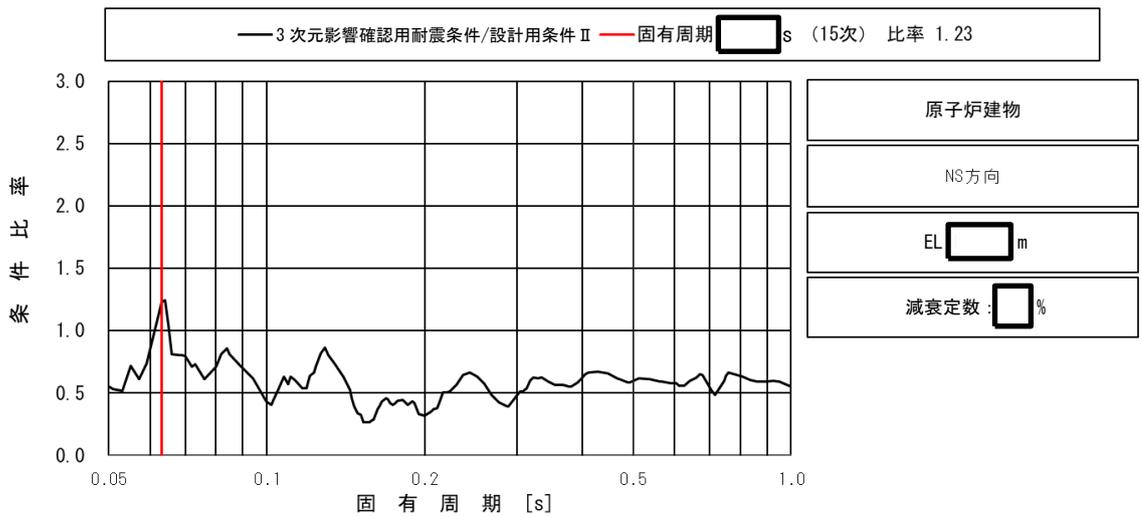
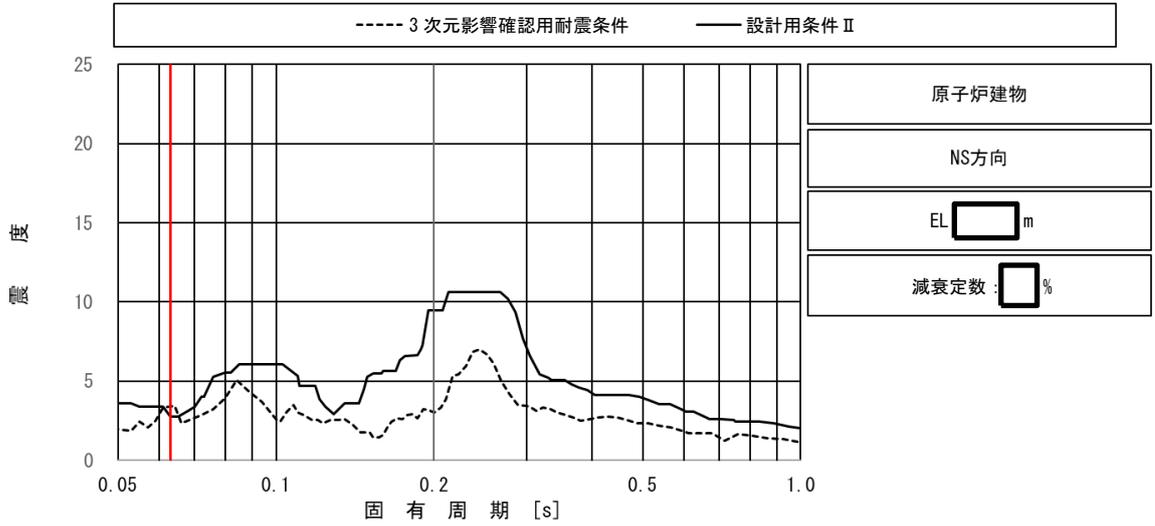
図 4-1 配管(RHR-R-2)の条件比率
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL [] m) (2/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

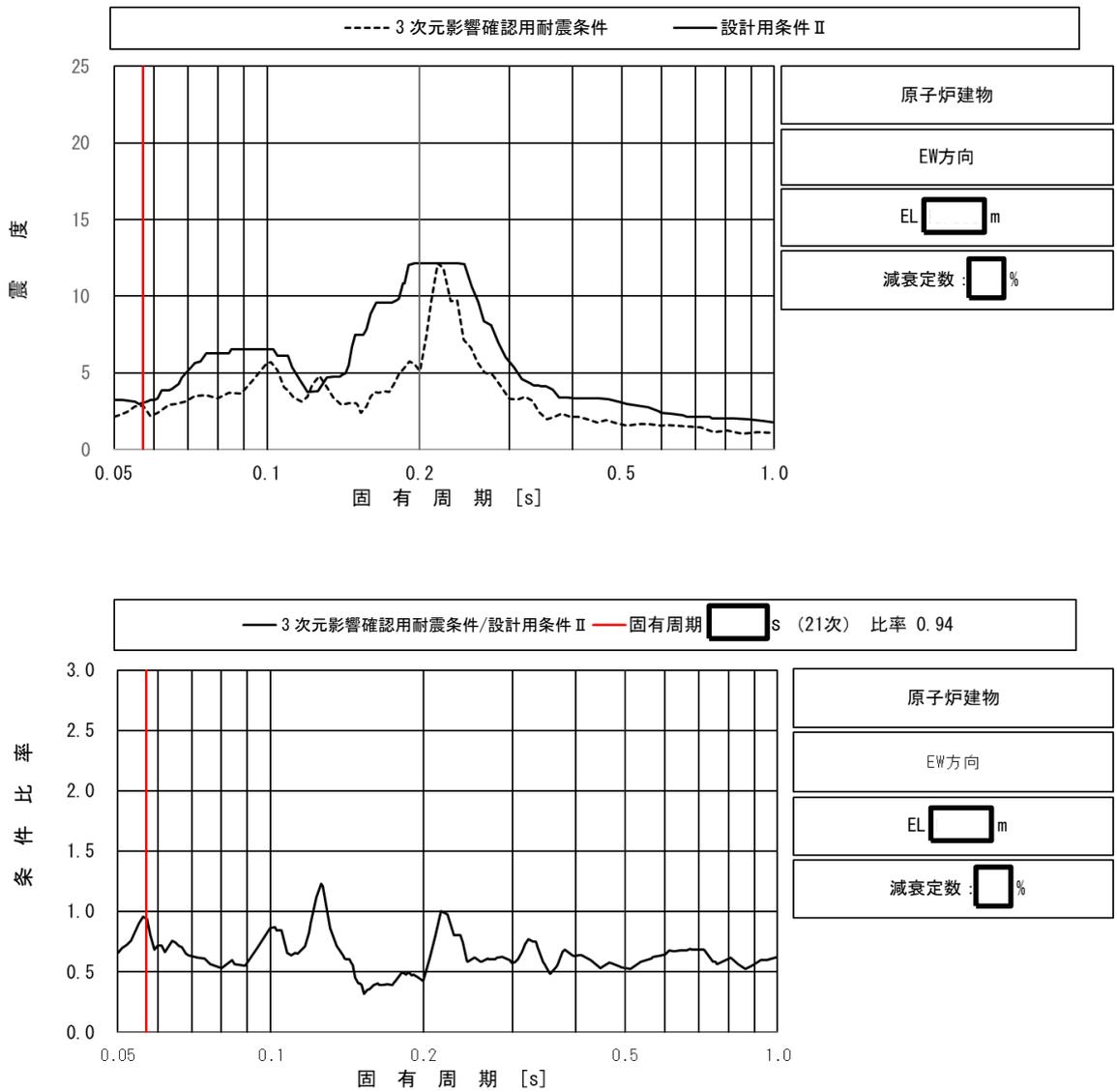
図 4-1 配管 (RHR-R-2) の条件比率
 (基準地震動 S s, 鉛直方向, 原子炉建物 EL [] m) (3/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

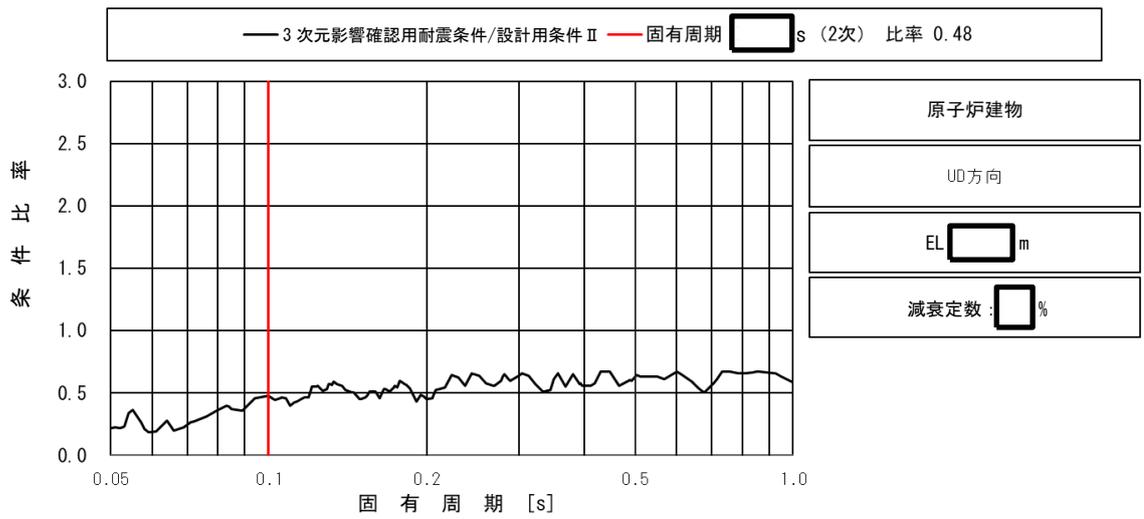
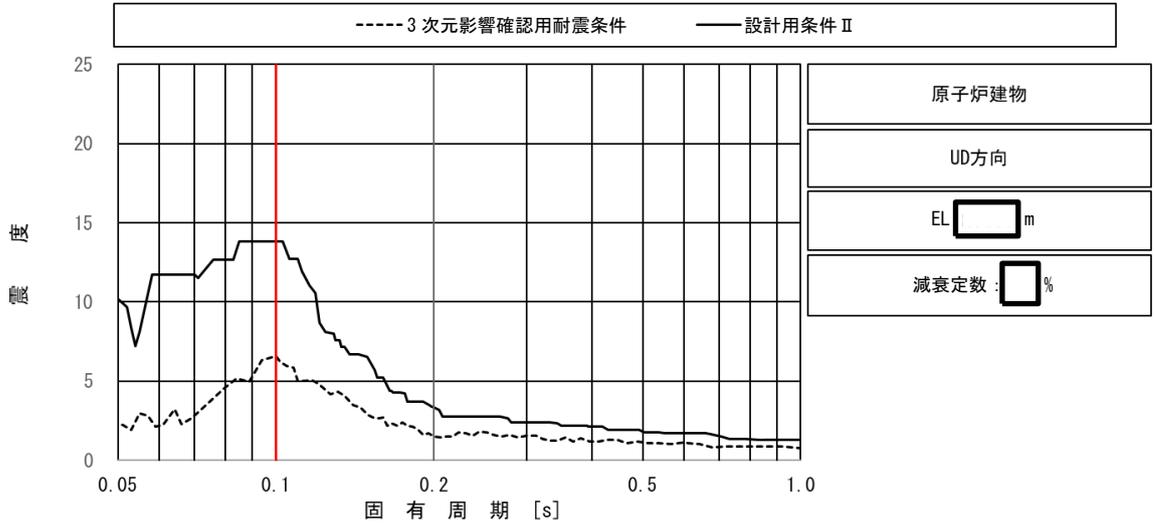
図4-2 配管(ADS-R-2SP)の条件比率
(基準地震動 S s, 水平方向(NS), 原子炉建物 EL [] m) (1/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

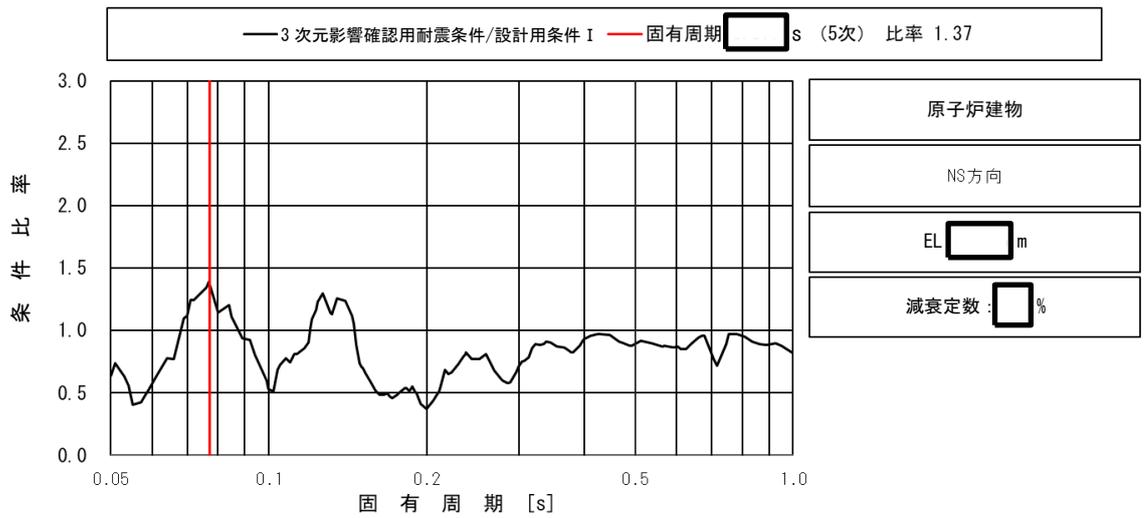
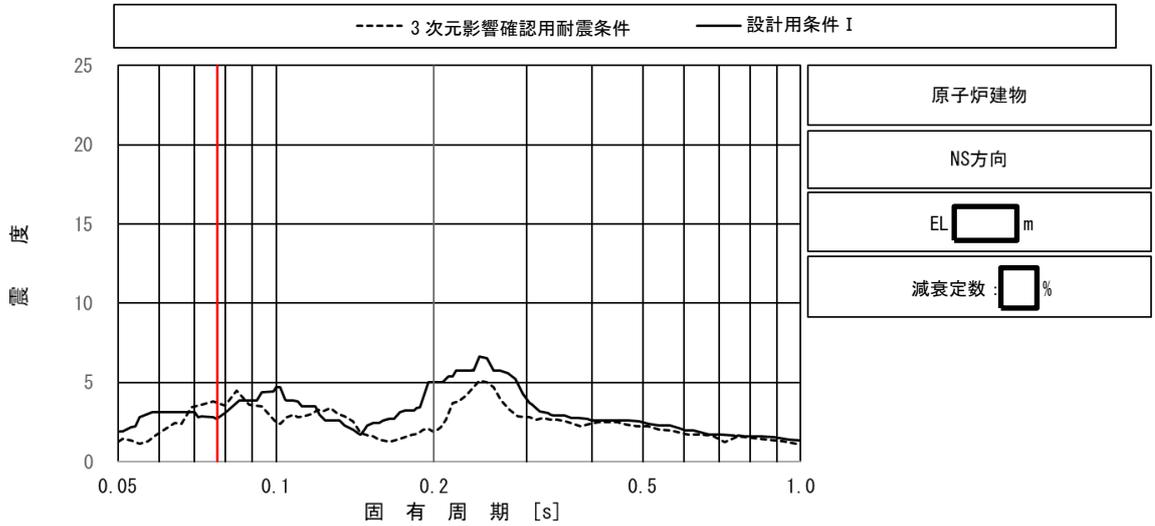
図 4-2 配管 (ADS-R-2SP) の条件比率
 (基準地震動 S s, 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL [] m) (2/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

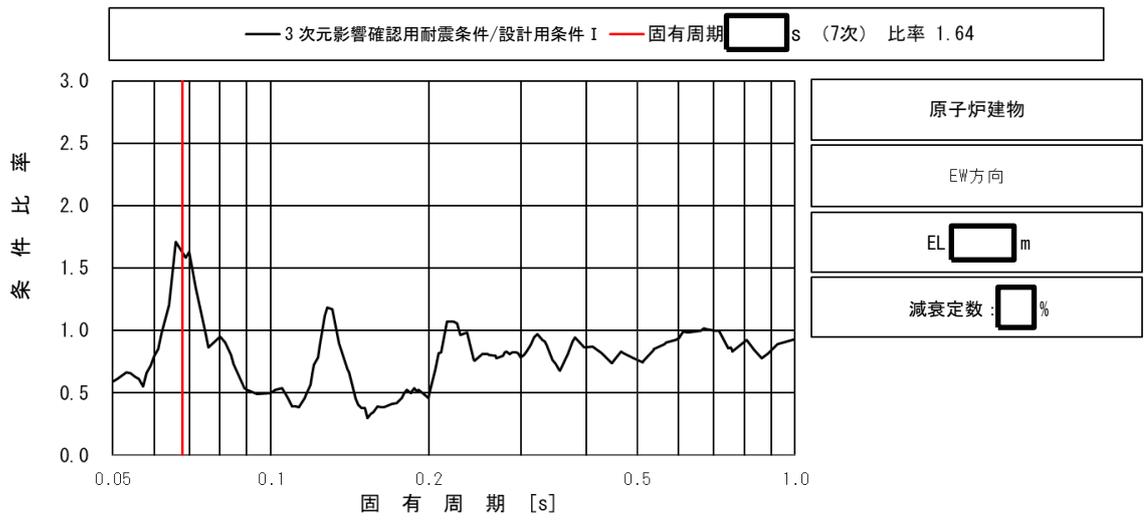
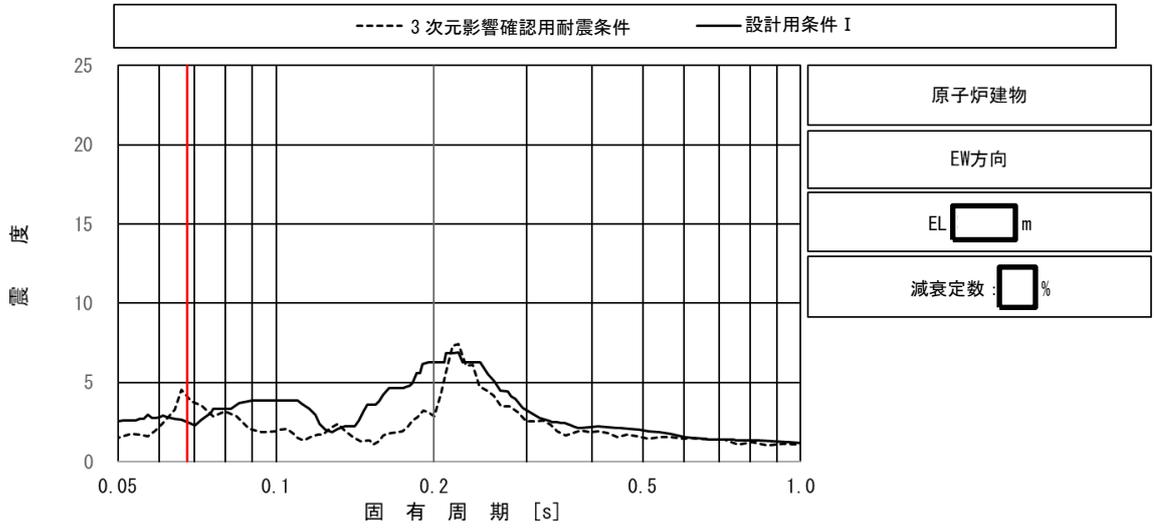
図 4-2 配管 (ADS-R-2SP) の条件比率
 (基準地震動 S s, 鉛直方向, 原子炉建物 EL [] m) (3/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

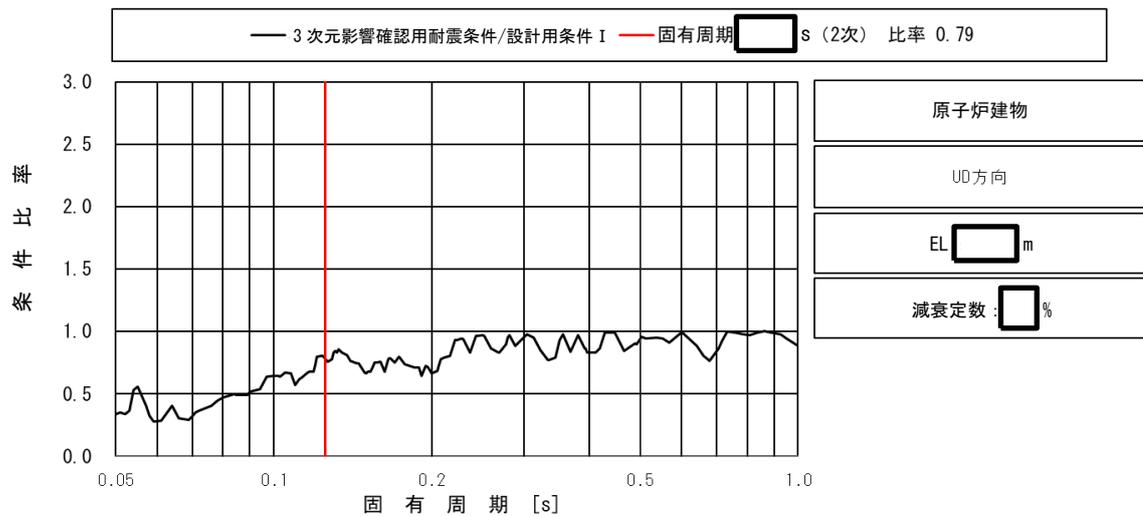
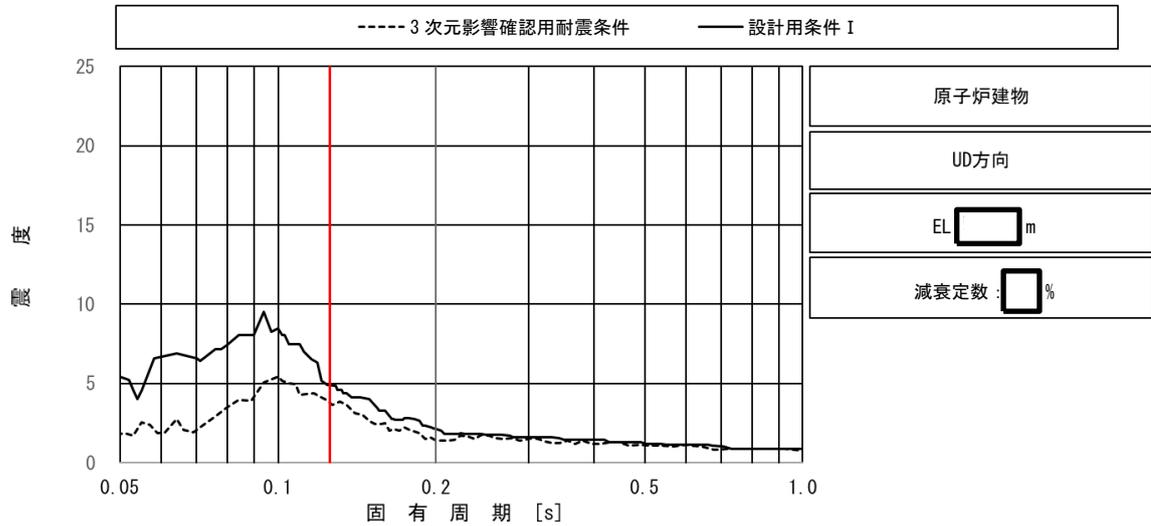
図 4-3 配管(FCS-R-3)の条件比率
 (基準地震動 S s, 水平方向 (NS), 原子炉建物 EL [] m) (1/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

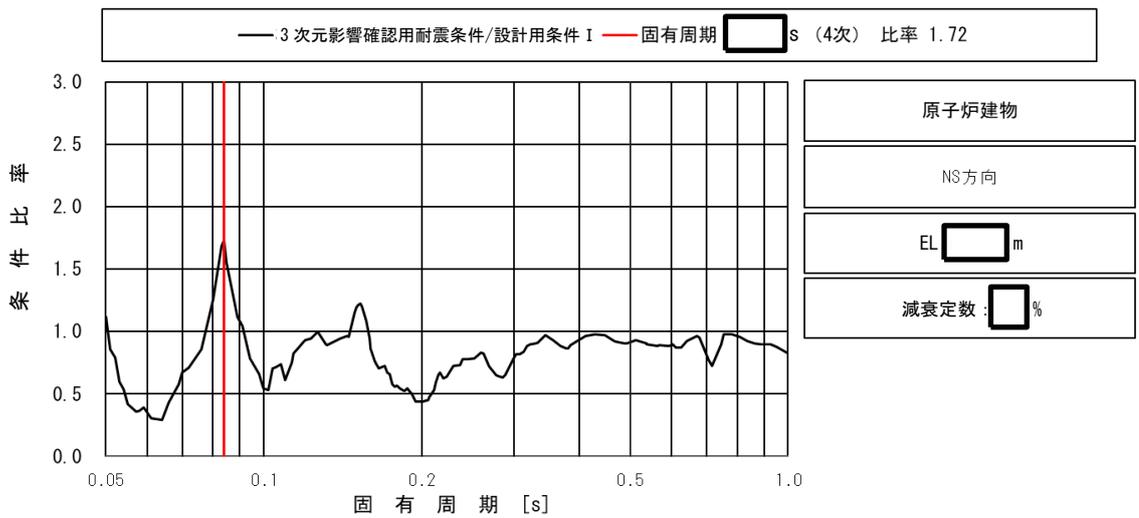
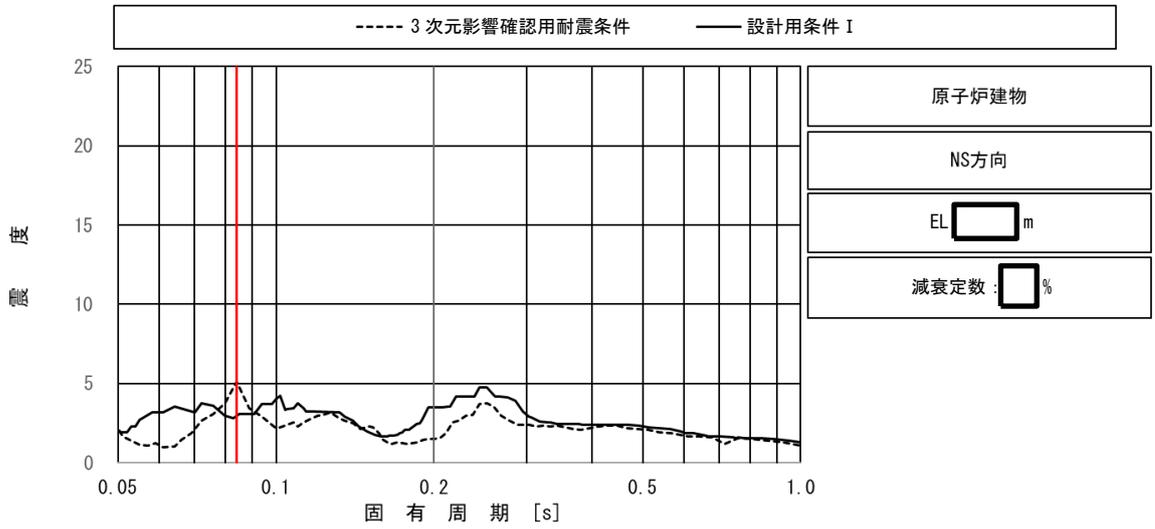
図 4-3 配管(FCS-R-3)の条件比率
 (基準地震動 S s, 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL [] m) (2/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

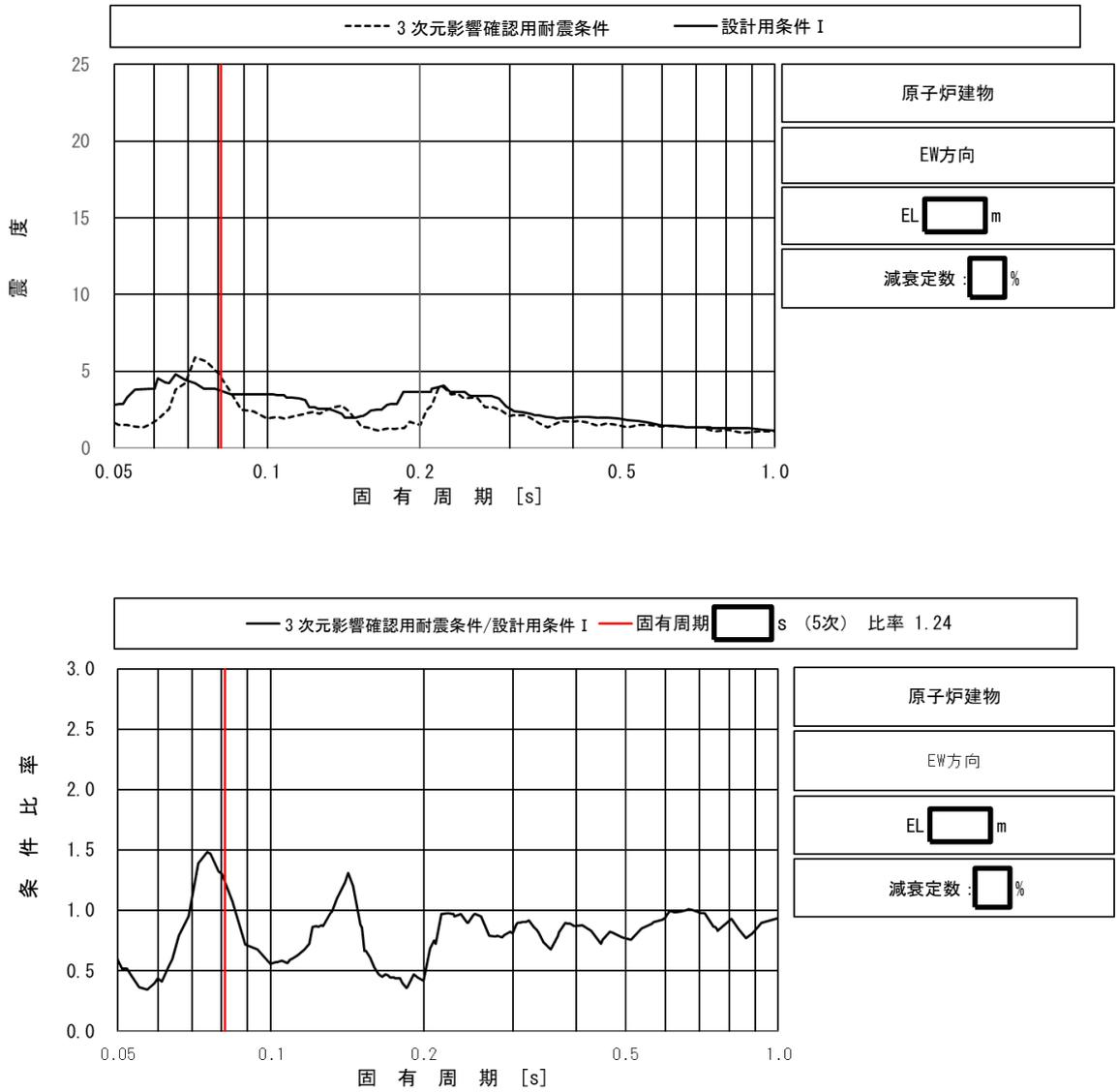
図 4-3 配管(FCS-R-3)の条件比率
(基準地震動 S s, 鉛直方向, 原子炉建物 EL [] m) (3/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

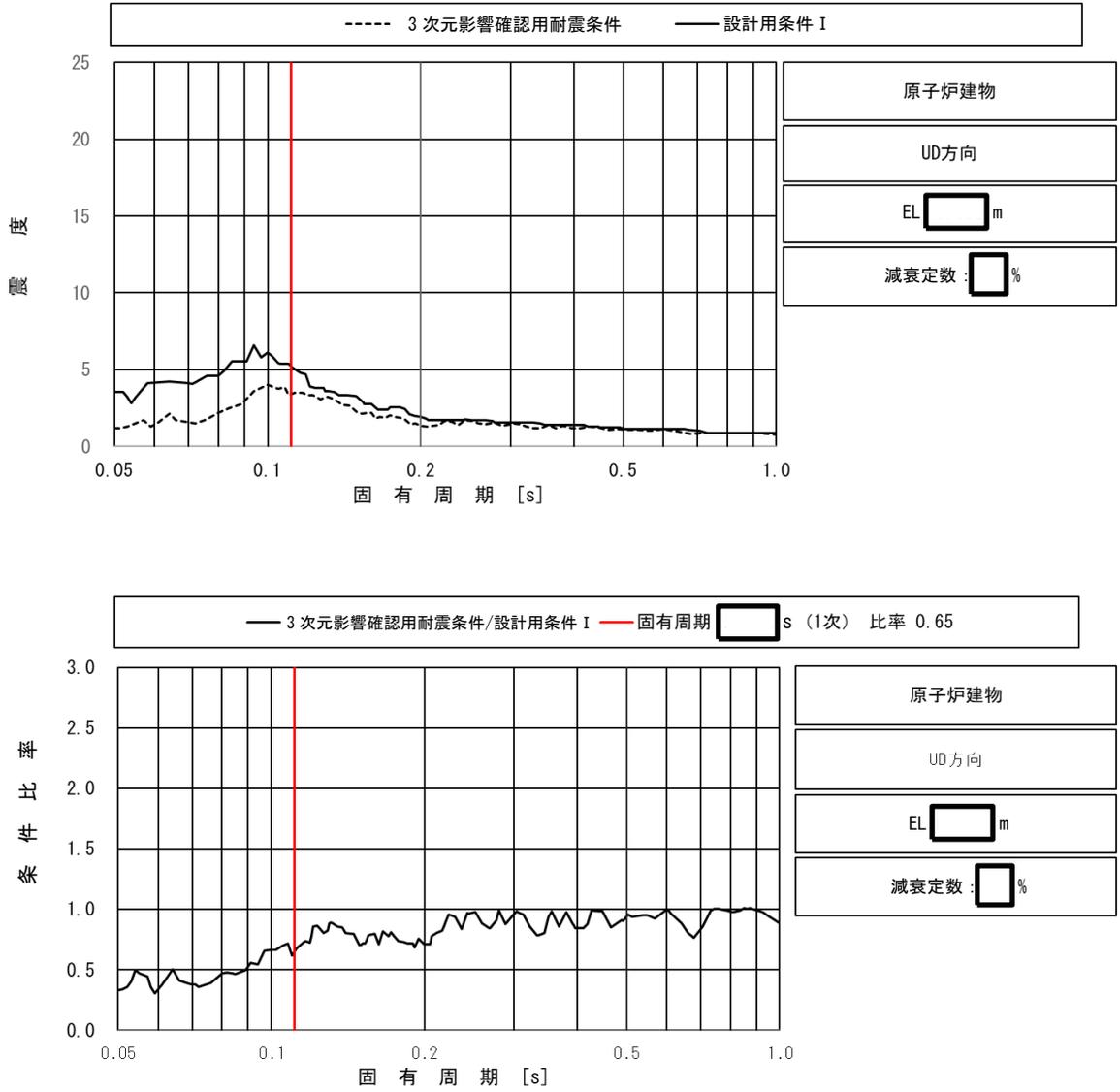
図 4-4 配管(NGC-R-1)の条件比率
 (基準地震動 S s, 水平方向 (NS), 原子炉建物 EL [] m) (1/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

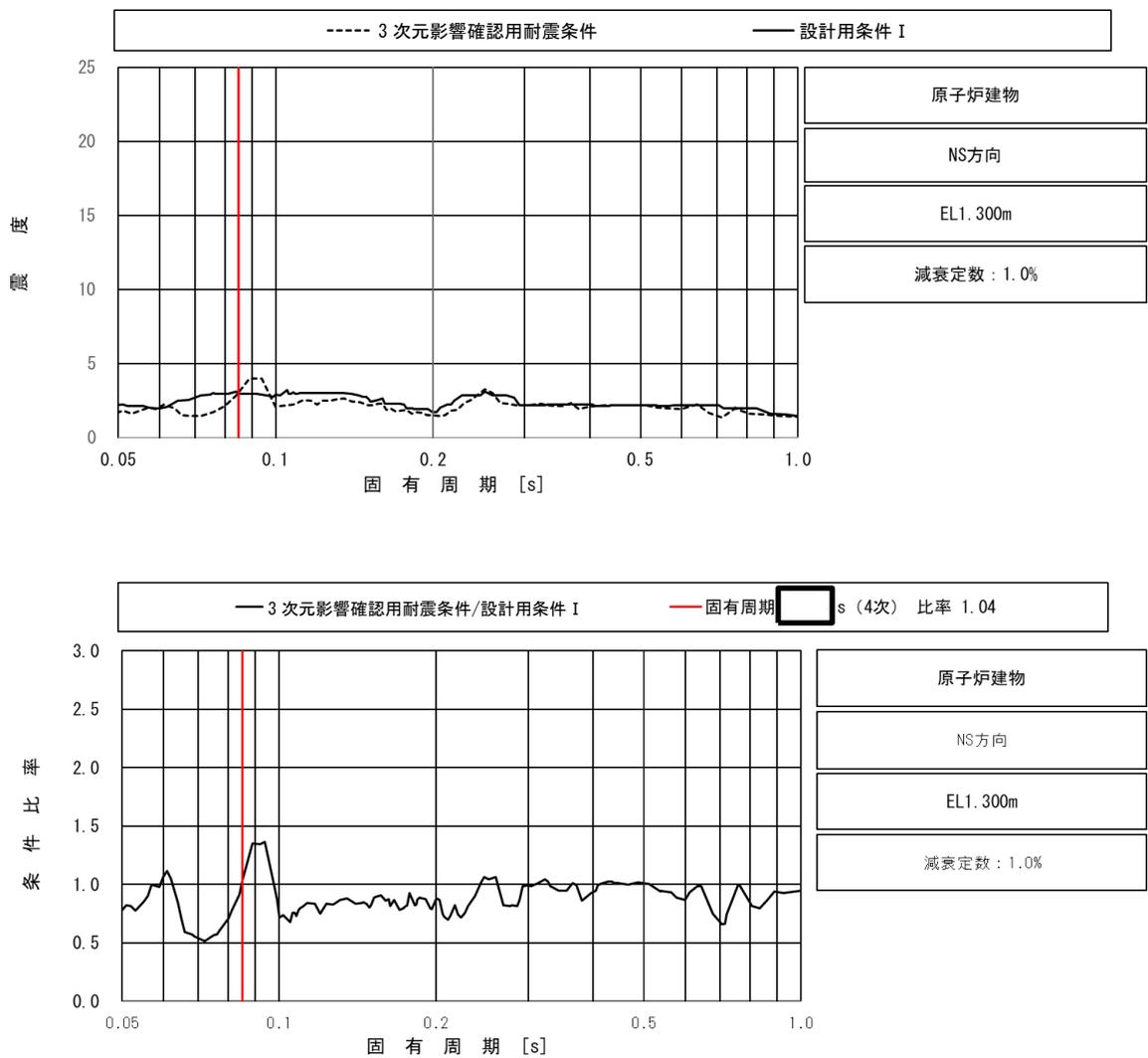
図 4-4 配管(NGC-R-1)の条件比率
 (基準地震動 S s, 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL [] m) (2/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

図 4-4 配管(NGC-R-1)の条件比率
 (基準地震動 S s, 鉛直方向, 原子炉建物 EL [] m) (3/3)



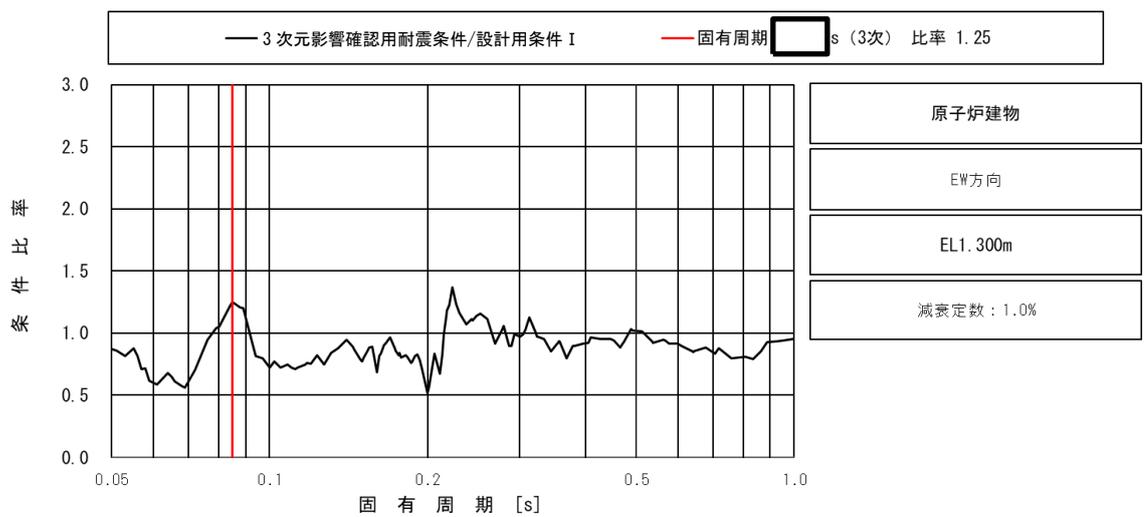
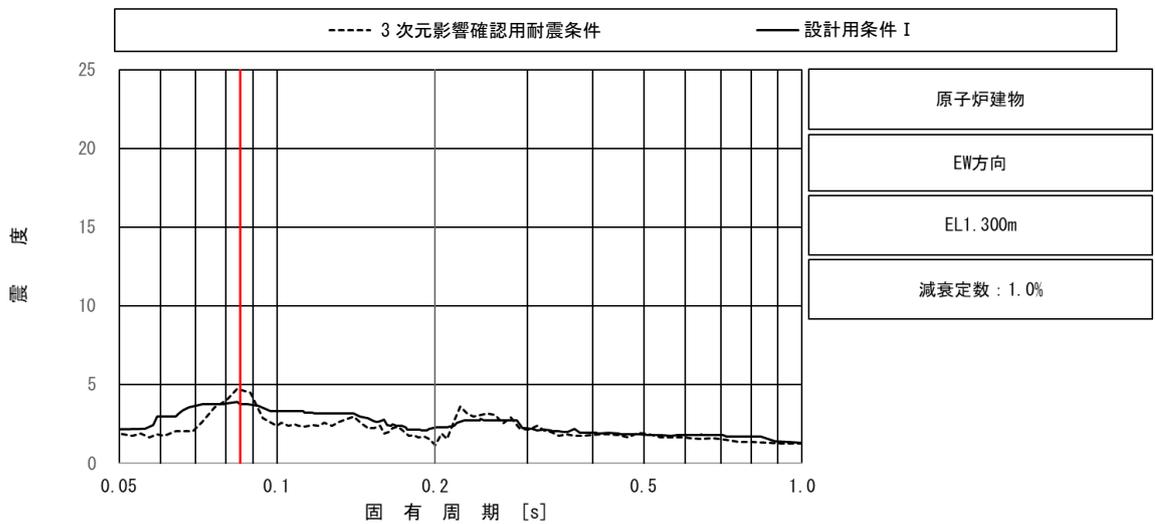
上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

図 4-5 サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポート

(水平方向地震応答解析モデル) の条件比率

(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS), 原子炉建物 EL 1.300m) (1/2)



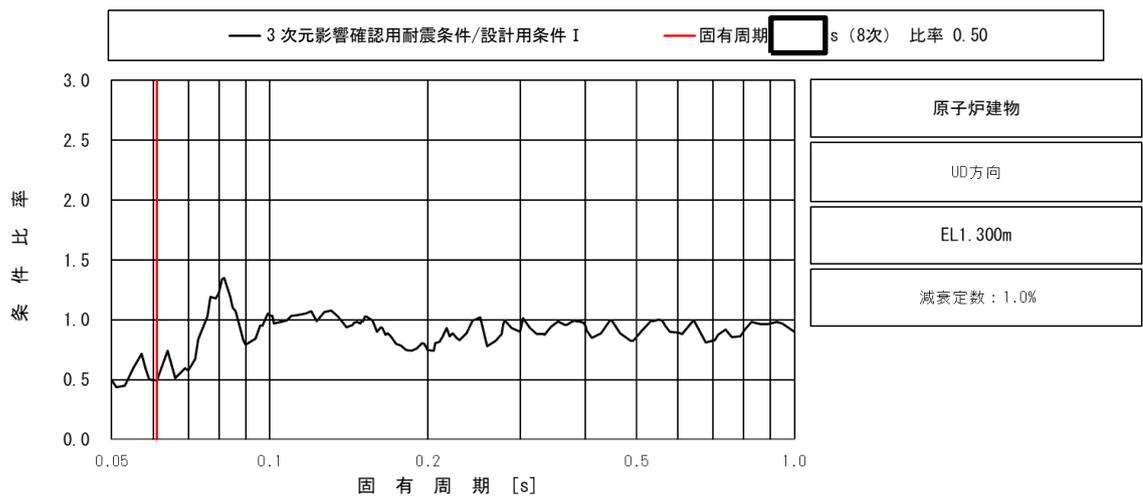
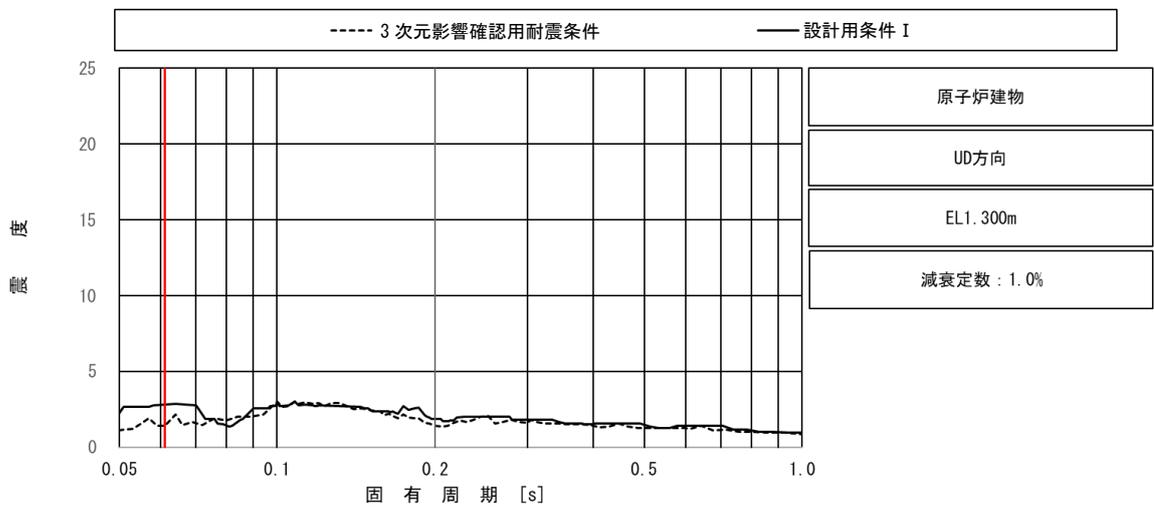
上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

図 4-5 サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポート

(水平方向地震応答解析モデル) の条件比率

(基準地震動 S s, 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL 1.300m) (2/2)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

図 4-6 サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポート
(鉛直方向地震応答解析モデル) の条件比率
(基準地震動 S_s , 鉛直方向, 原子炉建物 EL 1.300m)