資料２－１

東海第二発電所

工事計画認可申請に係る論点整理について
（コメント回答）

平成30年7月19日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち，□は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

工事計画認可申請に係る論点整理について（コメント回答）（1／5）

過去の審査会合※で抽出した工事計画認可申請に係る論点に対するコメントは下表のとおり。今回はその一部について回答する。

※ 第562回審査会合（H30.4.5），第572回審査会合（H30.5.17），第578回審査会合（H30.5.31），第588回審査会合（H30.6.14），第591回審査会合（H30.6.26），第595回審査会合（H30.7.3）第599回審査会合（H30.7.10）

コメント内容	白丸数字	過去の審査会合において，今後の予定として示したもの
	黒丸数字	過去の審査会合において，ご指摘を頂いたもの

分類	論点		コメント内容		審査会合 7/19回答分
耐津波	1	鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性	①	止水機構の追従性に係る2次元及び3次元の解析結果	完了（5/31）
			②	止水機構の追従性に係る実証試験（加振試験）結果	完了（5/31）
			❸	実証試験結果のうち，鉛直方向に長周期のうねりが出る原因について，3方向同時加振時に出て，鉛直加振で出ないことを踏まえて，合理的に説明できる根拠を示した上で特定すること	完了（7/3）
				振動台のY軸に対しての回転変位（ローリング）について，試験結果に与える影響を示すこと	○
			❹	実機解析を工認に適用することを踏まえ，解析の信頼性を示すこと	完了（7/3）
			❺	実証試験結果を踏まえて解析にフィードバックする項目はないか，応力評価において実証試験と解析の違いを考慮する必要がないか検討すること	完了（7/3）
			❻	試験結果と実証試験モデル結果の差が浸水防止機能に影響を及ぼすか否かを分析し，今後設計への反映の有無を示すこと	完了（7/3）
			❼	止水板の隙間に対する公差について，実機を考慮したうえで設定し，解析モデルの結果の扱いを示すこと。	○
	2	防潮堤ルート変更後の敷地遡上津波の浸水深・流速	―	―	完了（5/17）
耐震	3	可搬型設備の耐震性	①	加振波のFRSが保管場所のFRSを包絡していること	完了（4/5）
			②	加振試験結果	完了（4/5）
	4	機器の動的機能維持評価	①	構造等がJEAG適用外の機器に対して，抽出した評価対象部位に係る動的機能維持の評価結果について説明	完了（5/31）
			❷	評価部位「⑥逃がし弁」について，評価項目「加速度」に対する許容値の出典及び適用性を示すこと	完了（6/14）
	5	スタンドパイプの耐震評価	①	解析モデル長さの影響確認結果（解析モデル長さ2.0m及び2.5m）	完了（6/14）
			❷	スタンドパイプ225本モデルにおける補強板が解析に与える影響	完了（6/14）
			❸	引張試験における荷重（モーメント）の比較	完了（6/14）
			❹	ドライヤスカート部との干渉に係る解析上の扱い	完了（6/14）

工事計画認可申請に係る論点整理について（コメント回答）（2／5）

分類	論点		コメント内容		審査会合 7/19回答分
耐震	6	設置変更許可段階で示した解析用液状化強度特性の代表性及び網羅性	①	設置変更許可段階で示した「敷地全体の原地盤の液状化強度特性」の代表性及び網羅性	完了（7/3）
				D2g-3層の液状化強度試験箇所の代表性について，各孔のボーリング柱状図及びN値を整理し，総合的に説明すること	次回以降
			❷	使用済燃料乾式貯蔵建屋を個別の評価対象とした根拠（3つの建屋を除外した理由も含む）及び地盤改良の有無	完了（7/3）
	7	鋼製防護壁の上部・下部構造の接合部の評価	①	三次元解析（COM3）の評価結果	完了（7/3）
			❷	鋼製防護壁の荷重の伝達メカニズムや3次元挙動について整理し，設計荷重を超える荷重について，3次元解析における照査値の小さいものを整理して説明すること	次回以降
	8	立坑構造物の解析モデル変更	①	立坑構造物の評価結果	次回以降
	9	原子炉建屋基礎盤の耐震評価	①	局所応力の取扱い，許容限界の説明方針および評価結果	完了（7/3）
			❷	せん断終局強度を適用することの妥当性（今回工認、東二建設時、他サイトのSクラス基礎の設計クライテリアの違いを考慮した説明）	完了（7/3）
				せん断終局強度を適用することを踏まえ，Sクラスの機器・配管系に対する支持機能への影響を検討した上で，せん断終局強度を適用する際の配慮について設計方針を示すこと	次回以降
				応力平均化について，平均化する方向を整理して示すこと。	次回以降
				基礎スラブの面外せん断耐力実験の結果について，東海第二の原子炉建屋基礎盤への適用性をより詳細に検討すること	次回以降
				地震荷重見直し前後の比較について，計算条件の変更点を整理し，評価結果に支配的な変更点を分析して示すこと	次回以降
	10	地震観測記録を踏まえた耐震評価への影響	①	観測記録がシミュレーション解析結果を上回ることに対する設備影響評価結果	完了（7/3）
			❷	使用済燃料プール周辺の3次元応答性状が使用済燃料プールの評価に及ぼす影響	完了（7/3）
				評価対象要素及び対象とする入力地震動の選定根拠を示すこと	次回以降
	11	機器の動的機能維持評価（弁の高振動数領域の考慮）	①	高振動数領域まで考慮した評価結果	完了（7/3）
			❷	100Hzまで考慮した応答加速度において，比較的大きな応答増加率を示す弁について振動特性等を考慮して応答増加要因を推定し説明すること	○
外部事象	12	降下火砕物に対する建屋の健全性	①	原子炉建屋の主トラスについて，発生する応力が許容限界を超えないことの確認結果	完了（4/5）
			❷	3次元FEMにおける鉄骨材とスラブの拘束条件，実際のスラブの応力，歪の分布，鉄骨材とスラブの接合部の状態を示す	完了（5/31）
機械設計	13	SA時の強度評価における設計方針	❶	強度評価方針として、適用基準は保守側を採用するとしていることに対し，応力係数について現実的な値（0.5）を採用することの考え方	完了（5/31）

工事計画認可申請に係る論点整理について（コメント回答）（3／5）

分類	論点		コメント内容			審査会合 7/19回答分
機械設計	14	SA時の強度評価における設計条件（SAクラス２機器であって，クラス1機器の設計条件）	①		SA時機械荷重（ジェット荷重や主蒸気逃がし安全弁の吹き出し反力）を定量的に算出し，順次計算結果を示す	次回以降
			❷		建設時の設計条件を使用することを含め，強度評価条件の妥当性を示す	完了（6/14）
	15	強度評価におけるPCV動荷重の考慮	①		設計基準事故時の動荷重に包絡されること等の確認結果	完了（7/3）
					SRV作動時の動荷重が，DBA条件を包絡することについて，圧力干渉効果や圧力上昇率等の考察を添えて説明すること（単弁作動時よりも多弁作動時の方が発生荷重が小さくなることの説明も含む）	次回以降
					FCI時及びベント時の動荷重が，DBAのLOCA時を包絡することについて，LOCA時の荷重をどのような条件で設定しているかを示したうえで説明すること	次回以降
			❷		DBA・SA時のPCV動荷重を決定する要素を定量的に説明 （6/14追加）シーケンスによっては動作する弁数や作用する圧力も異なることから、各々の動荷重について丁寧に説明すること （6/14追加）動荷重については設計で元々どういう荷重で評価しているのか（既設の設計裕度）、元々の設計の考え方から追って、許容値の包絡性を説明すること	完了（7/3）
			❸		SA時の応力について，SA水位の影響について説明すること	次回以降
	16	SA環境を考慮したPCV閉じ込め機能	①		圧縮永久ひずみ率のデータ拡充による閉じ込め機能の評価値の妥当性	完了（4/5）
			②		ガスケット増厚による閉じ込め機能の評価における開口量評価の裕度	完了（4/5）
	17	ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法	①	実証試験	ブローアウトパネル開放の実証試験結果 （6/14追加）開放試験については，パネルが躯体から外れて落下していることを確認すること	完了（7/3）
			②		プローアウトパネル閉止装置の実証試験（加振試験）及び開閉動作試験、気密性能試験の結果	完了（6/26）
					ブローアウトパネル閉止装置の実証試験（加振試験）での不具合を踏まえた対策検証について	完了（7/10）
			❸		実機大モックアップ試験時の予備品の考え方，リスク管理について説明すること。	完了（5/31）
			❹		リスク管理の試験スケジュール（クリップ幅変更等）をスケジュール追加すること。	完了（5/31）
			❺		実機大のモックアップ（ブローアウトパネル本体，ブローアウトパネル閉止装置）試験前に試験条件を説明すること。	完了（5/31）
			❻		加振限界試験の目的，実施方法について，要領書に記載のこと	完了（6/14）
			❼		気密性能試験における流量，断面積の算出方法について説明を要領書に追加すること	完了（6/14）
			❽		実施する単体の気密確認試験結果も踏まえて原子炉建屋原子炉棟全体としての気密性能が確保できる見込みであることを説明すること	完了（6/14）
			❾		模擬地震波の床応答スペクトルについて，方向に依存しない応答スペクトルのNS／EW方向への分け方を説明すること	完了（6/14）

工事計画認可申請に係る論点整理について（コメント回答）（4／5）

分　類	論　点		コメント内容			審査会合 7/19回答分
機械設計	17	ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法	⑩	施工	ブローアウトパネル本体の品質・施工管理，保守管理等	完了（5/31）
			⑪	要求機能	設計差圧（6.9kPa）以下で開放する設計（設定値）について，クリップ開放試験結果等を踏まえた考え方	完了（5/17）
			⑫		強制開放装置の位置付け	完了（5/17）
			⑬		ブローアウトパネルの要求事項（考慮すべき自然現象発生後にDBAが発生する場合，逆にDBA後に自然現象が発生する場合を整理し，公衆被ばくの影響の観点から整理）	完了（5/17）
			⑭	耐震	ブローアウトパネルの耐震評価に当たって、ブローアウトパネルの設置・取付状況を踏まえた固有値の考え方を整理し提示すること	完了（6/14）
			⑮		設計基準事故と地震の組合せについて説明すること	完了（6/14）
			⑯	追加試験	部品の裕度評価及び閂の設計に関する説明	○
			⑰		閂設置に伴う扉開閉の維持管理に関する説明	○
			⑱		追加試験における電動作動確認の判定基準の検討	○
			⑲		ブローアウトパネル閉止装置の追加実証試験結果	次回以降
	18	SRVのSA耐環境性	①	SA時の原子炉格納容器内におけるSRV作動環境		完了（4/5）
			②	SRV（自動減圧機能）の耐環境性		完了（4/5）
			③	非常用逃がし安全弁駆動系の耐環境性		完了（4/5）
			❹	過去のSRV環境試験条件について対象の機器を明確にして資料に反映		完了（6/14）
			❺	健全性の説明書の中でその他のSA耐環境性について整理・説明		完了（6/14）
	19	MCCI／FCI対策に係る設計	①	試験	モックアップ試験結果	完了（6/14）
					導入管カバーを考慮した試験も含め，モックアップ試験の結果について示すこと	完了（7/3）
			❷		モックアップ試験における異物混入を想定した試験条件	完了（6/14）
			❸	施工	コリウムシールドの施工性	完了（5/31）

工事計画認可申請に係る論点整理について（コメント回答）（5／5）

分類	論点		コメント内容			審査会合 7/19回答分
機械設計	19	MCCI／FCI対策に係る設計	④	工認上の扱い	工認対象範囲	完了（5/31）
			❺		コリウムシールドのドレン水貯蔵機能	完了（5/31）
			❻		コリウムシールドライナーの工認上の記載	完了（5/31）
			❼		排水ラインのラプチャーディスクの扱いについて整理して示すこと。また，ドライウェル内水位調整の機能に悪影響を与えないことを示すこと	完了（6/14）
					安全弁の吹き出し圧力、吹き出し量、反力について、説明すること	次回以降
	20	ECCSポンプのSA時でのNPSH評価	①	試験・手順	試験結果および評価結果	完了（7/3）
			❷		試験の再現性（投入異物の撹拌・静定させ，一定の圧力損失データが得られることの見解）について示すこと。	完了（5/31）
			❸		試験手順について示すこと。	完了（5/31）
			❹		試験の進捗状況，見通しについて具体的に示すこと。	完了（5/31）
	21	SM材の使用制限（2.9MPa）を超えた範囲での使用	―	―		完了（5/17）
	22	燃料集合体落下時の使用済燃料プールライニングの健全性	①	使用済燃料プールでの燃料集合体落下時のライニングの健全性評価において，水の抵抗を考慮しており，この際に用いている抗力係数について確認する。		完了（5/31）
			②	試験結果および評価結果		完了（7/3）
			❸	CFD解析モデルについて説明すること		完了（6/14）

【論点1】 鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性（1/4）
止水機構の論点コメント

＜本論点の経緯＞

防潮堤のうち鋼製防護壁については，取水路と鋼製防護壁の地震時の変位による相互干渉を回避するため，取水路と鋼製防護壁間に100mmの隙間を設け，この隙間からの津波の流入を防止することを目的に止水機構を設置することとしている。

この止水機構の構造に対して，第520回審査会合（平成29年10月17日）において，「止水板の追従性として，解析での確認に加え，試験についても検討し，方針及び実施時期を示した上で，設置許可断面と工認断面の範囲を整理して示すこと。」との指摘があった。

この指摘を踏まえて，第562回審査会合（平成30年4月5日）において，工事計画認可申請に係る論点整理の一つとして，止水機構に関して「止水機構の地震時の追従性について，評価及び実規模大の試験装置を用いた加振試験にて確認する。」ことを説明した。

第578回審査会合（平成30年5月31日）及び第595回審査会合（平成30年7月3日）において，実証試験結果の挙動へのコメントや工事計画認可への反映事項について説明した。

その際，更なる振動台の影響の調査及び止水板設置における公差等の影響を考慮した解析の必要性についてのコメントを受けたため，説明する。

＜コメント及び回答の概要＞

1．振動台のY軸に対しての回転変位（ローリング）について，試験結果に与える影響を示すこと。

⇒3方向同時加振時におけるうねりの原因について，Y軸方向の回転変位（ローリング）についても調査し，**振動台のローリングによる影響があることを確認した。**

2．止水板と止水板押えとの隙間に対する公差について，実機を考慮した上で設定し，解析モデルの結果の扱いを示すこと。

⇒実際に設置する止水板の公差に基づき，**三次元動的解析の評価モデルのケース数を設定した。**
三次元動的解析モデルについては，ガイド間の隙間の寸法について**公称値の3mmを基本**とし，
製作，施工上のばらつきを考慮した**4mm及び最大6mmの2ケースの三次元動的解析を実施し保守的なモデルを設計に反映する。**

◆**上記内容については，計算書等に反映する。**

【論点1】 鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性(2/4)

実証試験結果　止水板のうねりの評価(1/2)

＜コメント＞

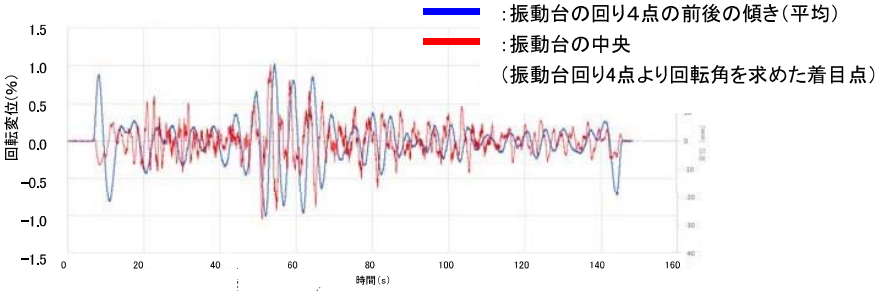
1．振動台のY軸に対しての回転変位(ローリング)について，試験結果に与える影響を示すこと。

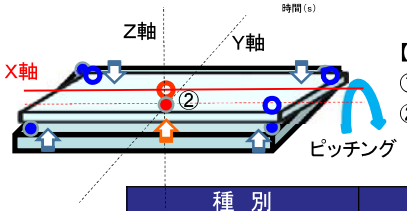
＜回答＞

(1)振動台のうねりの分析

水平Y方向のみの単独加振時において振動台中心に回転変位(青線)及び鉛直変位(赤線)が生じていた。振動台の回転変位(青線)と鉛直変位(赤線)の周期について周波数分析を行い**回転変位は0.10Hz，0.20Hzで鉛直変位は0.21Hz，1.09Hz，5.77Hz**であった。(図1)

鉛直変位のうち0.21Hzは振動台のピッチングによる影響があるものと思われる事及び，周波数1.09Hz，5.77Hzは，実証試験用入力地震動の卓越周波数に近い周波数であることを確認した。(図2)(平成30年7月3日回答済み)





【振動台の動き＜回転＋鉛直成分＞】

①X軸を中心に●点が上下に傾く動き，青線の回転成分

②中央部に鉛直による変位が入ると●点が上下の動き。

X軸が上昇するのが赤線の鉛直成分

種　別	卓越振動数(Hz)
回転変位	0.10，0.20
中央部鉛直変位	0.21，1.09，5.77

図1　振動台のX軸の回転変位と中央部の鉛直変位算出結果

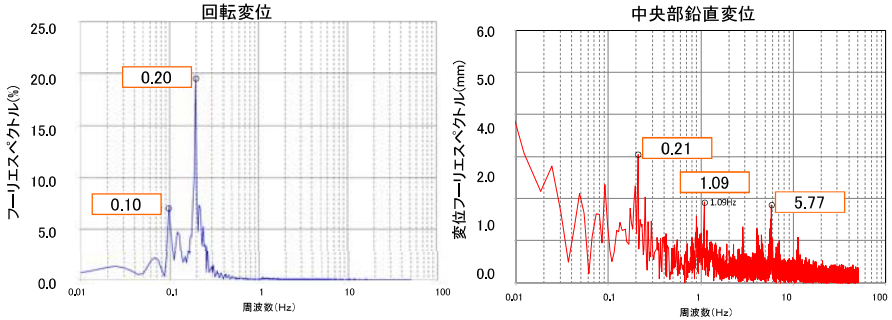


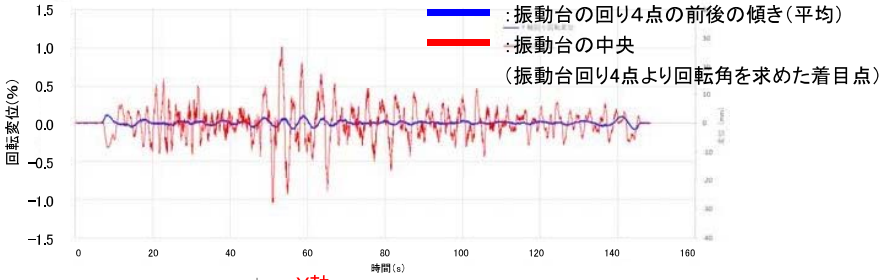
図2　振動台のX軸の回転変位と中央部鉛直変位のフーリエスペクトル

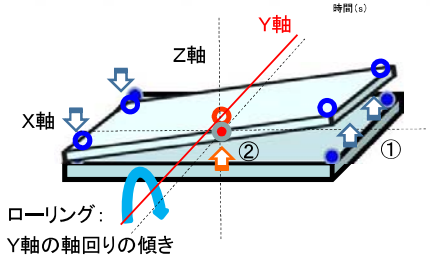
Y軸の振動台に設置したモーションキャプチャ測定値による振動台の回転変位と中央部の鉛直変位算出結果を図3に示す。

3方向同時加振時において振動台中心に回転変位(青線)及び鉛直変位(赤線)が生じていた。振動台の回転変位(青線)と鉛直変位(赤線)の周期について周波数分析を行い**回転変位は0.10Hz，0..20Hzで鉛直変位は0.10Hz**であった。

図4に振動台のY軸の回転変位と中央部鉛直変位のフーリエスペクトルを示す。

回転変位の0.20Hzと鉛直変位の0.20Hzは振動台のローリングによる影響があるものと思われる事及び，回転変位の0.10Hzも同様に長周期成分が他の設備等に見られない周波数であることから，振動台のローリングによる影響であることを確認した。





種　別	卓越振動数(Hz)
回転変位	0.10，0.20
中央部鉛直変位	0.20

図3　振動台Y軸の回転変位と中央部の鉛直変位算出結果

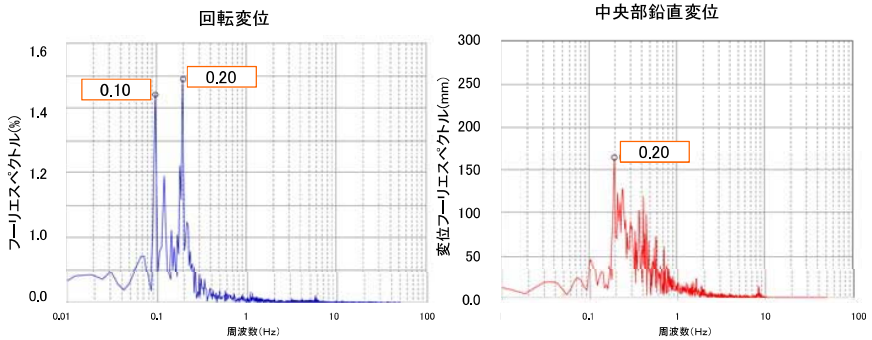


図4　振動台のY軸の回転変位と中央部鉛直変位のフーリエスペクトル

【論点1】 鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性(3/4)
実証試験結果　止水板のうねりの評価(2/2)

(2)各評価のまとめ
各評価対象による周波数成分を評価した結果を表1に示す。

表1　各評価対象の周波数分析結果

	(1)実証試験用入力波	(2)浮き基礎	(3)試験装置	(4)振動台	(5)止水板
周波数(Hz)	―	―	―	0.10, 0.20(ﾋﾟｯﾁﾝｸﾞ) 0.10, 0.20(ﾛｰﾘﾝｸﾞ)	―
	1.09	1.1(固有値)	1.09	1.09	―
	1.22(固有値)※	―	1.21	―	―
	5.77(固有値)※	―	5.77	5.77	―
	―	―	―	―	10.55(固有値)

※:鋼製防護壁のY方向の固有周期

各評価対象の周波数が伝達し各対象設備に同様の周波数が検出されていることから，実証試験のうねりの原因は，実証試験装置や供試体(止水板等)の影響ではないことが分かった。
振動台のピッチング及びローリング(0.1Hz，0.2Hz)による影響であることから，実証試験に生じているうねりは振動台によるものと特定される。
そのため，実証試験に生じている振動台のピッチング，ローリング成分を除去するため，止水板の鉛直変位におけるフーリエスペクトルから，0.3Hz以下のフィルタリングにより影響を除去し，止水板の挙動にうねりがなくなった事を確認し，振動台からのピッチング及びローリングによる影響である事を確認した。
図5に止水板の鉛直変位におけるフィルタリングの範囲，図6に3方向同時加振時の鉛直変位時刻歴波形フィルタリング結果を示す。

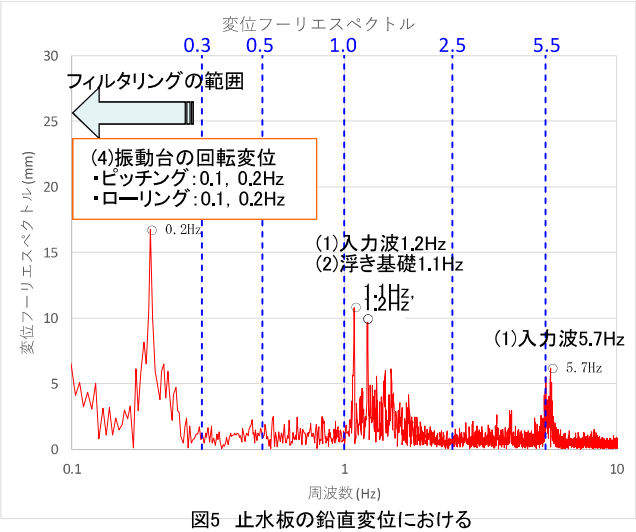


図5　止水板の鉛直変位における
フィルタリングの範囲

(3)実証試験における振動台のピッチングとローリングの影響について
実証試験において，実際の波形にはない振動台による回転変位0.1Hzと0.2Hz程度の長周期のうねりの影響のため，試験条件は実際の入力波形である短周期成分とピッチングとローリングによる長周期成分が混在した状況での試験となった。
しかしながら，**振動台のピッチングとローリングの周波数が0.1と0.2Hzであり止水板の周波数10.55Hzから離隔が大きい事より共振することなく，止水板の挙動に影響を与えることはなかった。**

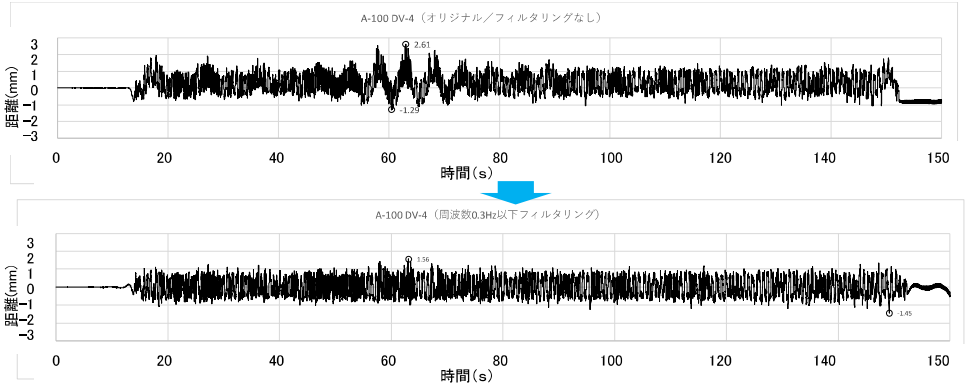


図6　3方向同時加振時の鉛直変位時刻歴波形フィルタリング結果

【論点1】 鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性(4/4)
実機寸法を考慮した三次元動的解析モデルの信頼性の向上 (1/1)

＜コメント＞
2. 止水板と止水板押えとの隙間に対する公差について，実機を考慮した上で設定し，解析モデルの結果の扱いを示すこと。

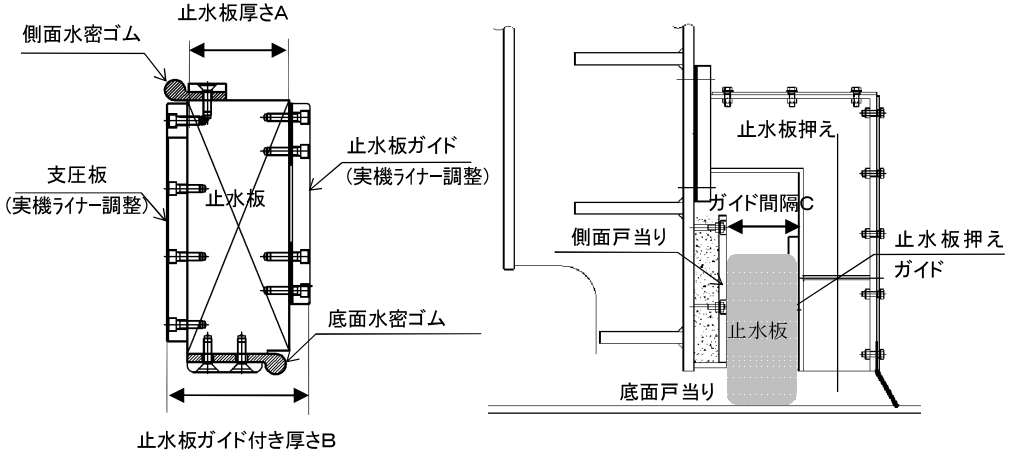
＜回　答＞
(1)実機製作における公差の考え方

解析モデルの公差を原則3mmとし，ばらつきを考慮し4mmにおいても解析を実施し止水板の浮き上がりや挙動に対して信頼性の高いモデルであることを確認した。

ここでは，実際の製作における隙間を考慮した場合の解析モデルのケースについて，実機寸法を整理した。

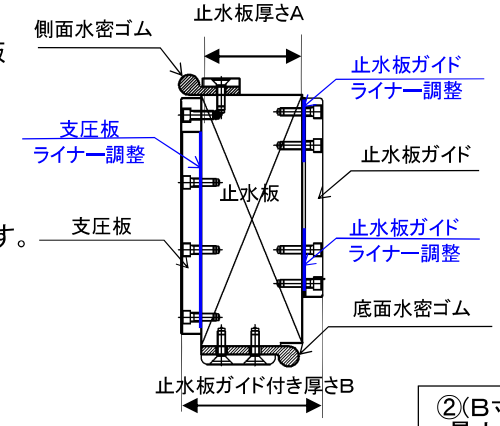
止水板ガイド付き厚さとガイド間隔は，最少3mm最大6mmで施工することから，6mmの隙間モデルにおける三次元動的解析も実施し，解析モデルのばらつきを評価し解析モデルの信頼性向上を図る。図7の実機における止水板とガイドとの隙間の寸法を示す。

なお，設置時における隙間の管理は，止水板押えの位置(約1m間隔)にて管理する。



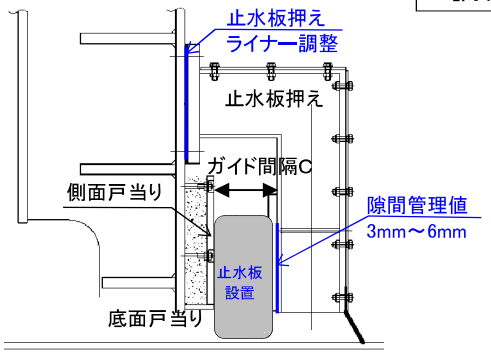
	止水板厚さ A(mm)	止水板ガイド付き厚さ B(mm)	ガイド間隔 C(mm)	【隙間管理値】 C−B (mm)
図面寸法	150	210	213	3
実機寸法 (製作公差含，図8参照)	150^{+1}_{-0}	210±3 (ライナー調整)	213^{+6}_{-3} (ライナー調整)	3^{+3}_{-0}
解析モデル	150	210^{+0}_{-3}	213	3^{+3}_{-0}

図7　実証試験の試験装置における止水板とガイド間の寸法



寸法調整のため止水板と止水板ガイドの間及び支圧板の間の取付け部にライナー(ステンレス鋼)により調整し，止水板厚さ(150mm＋1mm)を含めた，止水板ガイド付き厚さのB寸法を210mm±3mmになるように調整し設置する。

②(B寸法)　⇒　③C寸法
・最小207mm⇒210～213mm
・最大213mm⇒216～219mm
[隙間管理値3mm～6mm]



止水板及び止水板押え設置後にガイド間隔C寸法を測定し，管理値内の3mm(+3mm/−0mm)であることを確認する。
隙間管理値は3mm～6mmにて管理する。

図8　実機における止水機構の寸法管理方法

三次元動的解析モデルについては，ガイド間の隙間の寸法について公称値の3mmを基本として評価する。また，製作，施工上のばらつきを考慮した1mm増加の4mm，最大6mmの2ケースの三次元動的解析を実施し，ばらつき等の保守的なモデルを設計に反映する。

なお，実機製作の隙間の管理も同様に，3mm～6mmにて設置することにより，止水板の挙動は三次元動的解析と同等の挙動を示す。

【論点11】 機器の動的機能維持評価（弁の高振動数領域の考慮）（1／4）

＜本論点の経緯＞

第595回審査会合（平成30年7月3日）において，技術基準規則解釈及び耐震設計に係る工認審査ガイド※の一部改正を踏まえた弁の動的機能維持評価に関し，高振動数領域までの評価においても，弁の応答加速度は機能維持加速度以下であること，加速度の応答増加が確認された弁においても応答増加率は10%以下であることから，弁の高振動数領域による影響がないことを説明した。この際，評価結果のうち，比較的大きな応答増加率を示した弁について，振動特性を考慮して応答増加要因を推定し説明するようコメントがあった。

このため，今回は応答増加率が比較的大きかった弁を対象に，その増加要因の推定結果について説明する。

※耐震設計に係る審査ガイドの改正内容：弁等の機器の地震応答解析結果の応答加速度が当該機器を支持する配管の地震応答により増加することが考えられるときは，当該機器については，当該配管の地震応答の影響を考慮し，一定の裕度を見込んで評価すること。

＜コメント＞

弁の高振動数領域までの評価の結果，比較的大きな応答増加率を示した弁について，振動特性を考慮して応答増加要因を推定すること。

＜確認結果＞

①図1に弁の高振動数領域までの評価に係る説明実績と今回の説明範囲を示す。

評価方針の策定（表a）

◆従来工認での20Hzまでの評価に代えて50Hzまでの評価を実施
◆高振動数領域での加速度応答増加がないことを100Hzまで確認

【第572回審査会合（平成30年5月17日）】

⇩

評価対象弁の選定（表b）

◆JEAGに基づき動的機能維持が要求される10系統73弁を選定

⇩

評価内容の策定

◆高振動数領域までの評価において，機能確認済加速度以下であること
◆加速度応答増加率が10%以下であること
◆加速度応答増加率が10%を超える場合は更なる高振動数領域まで確認すること

⇩

高振動数領域までの評価

◆全ての弁が機能確認済加速度以下であった
◆14弁に加速度応答増加が確認されたが，応答増加率は10%以下であった
◆弁の高振動数領域までの評価の結果，比較的大きな応答増加率を示した弁について，振動特性を考慮して応答増加要因を推定すること＜コメント＞

【第595回審査会合（平成30年7月3日）】

応答増加が確認された弁の抽出及び要因推定対象弁の選定

◆応答増加が確認された14弁を抽出し，比較応答増加率の大きかった弁のうち，鉛直方向及び水平方向の代表2弁を加速度応答増加要因の推定対象弁として選定

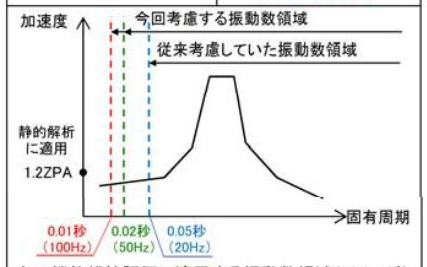
⇩

加速度応答増加要因の考察

【第603回審査会合（平成30年7月19日）】

（表a　弁の機能維持評価方針）

従来考慮していた振動数領域	今回考慮する振動数領域
0.05秒（20Hz）	0.02秒（50Hz） 0.01秒（100Hz）



弁の機能維持評価に適用する振動数領域（イメージ）

（表b　評価対象弁）

系　統		評価対象弁数
MS	主蒸気系	26
FW	給水系	4
RHR	残留熱除去系	19
HPCS	高圧炉心スプレイ系	2
LPCS	低圧炉心スプレイ系	2
RCIC	原子炉隔離時冷却系	4
CUW	原子炉冷却材浄化系	2
HCU	水圧制御系	2
FRVS	非常用ガス再循環系	8
SGTS	非常用ガス処理系	4
合計		73

図1　弁の高振動数領域までの評価に係る説明実績と今回の説明範囲

【論点11】 機器の動的機能維持評価（弁の高振動数領域の考慮）（2／4）

②弁の高振動数領域までの評価結果（第595回審査会合（平成30年7月3日）説明）の概要並びに応答増加が確認された弁の抽出及び鉛直及び水平方向の応答増加率の大きい弁を応答増加要因の推定対象弁として選定した（表1）。

表1　応答増加が確認された弁の抽出と応答増加要因推定対象弁

系統		評価結果						応答増加が確認された弁（6～10%）					
		評価対象弁数	機能確認済加速度に対する評価結果	応答増加なし	応答増加あり			弁番号	弁名称	方向	応答増加率（100Hz/50Hz）	応答増加推定対象弁	
					合計	応答増加率							
						～5%	6～10%						
MS	主蒸気系	26	全ての弁が機能確認済加速度以下であった。	18	8	7	1	B22-F013V	主蒸気逃がし安全弁V	鉛直	1.08	－	
FW	給水系	4		1	3	1	2	B22-F032A	原子炉給水逆止弁	鉛直	1.10	○	鉛直の代表として選定
								B22-F032B	原子炉給水逆止弁	鉛直	1.10	－	
RHR	残留熱除去系	19		19	0	0	0						
HPCS	高圧炉心スプレイ系	2		0	2	2	0						
LPCS	低圧炉心スプレイ系	2		2	0	0	0						
RCIC	原子炉隔離時冷却系	4		4	0	0	0						
CUW	原子炉冷却材浄化系	2		2	0	0	0						
HCU	水圧制御系	2		2	0	0	0						
FRVS	非常用ガス再循環系	8		7	1	0	1	SB2-5B	非常用ガス再循環系トレインB入口ダンパ	水平	1.06	○	水平の代表として選定
SGTS	非常用ガス処理系	4		4	0	0	0						
合計		73	－	59	14	10	4	－	－	－	－	－	

【論点11】 機器の動的機能維持評価（弁の高振動数領域の考慮）（3／4）

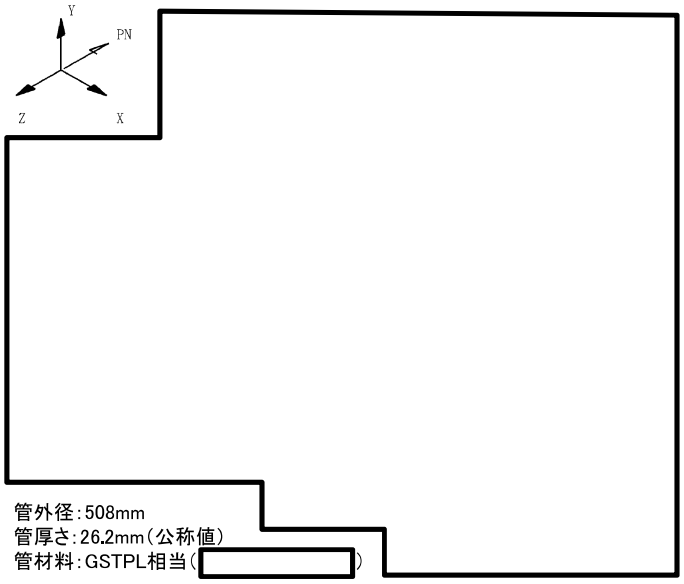
③0.01秒（100Hz）までの確認において加速度の応答増加率の比較的大きかった弁の応答増加要因について以下のとおり推定した。

a. B22-F032A　原子炉給水逆止弁【鉛直方向の代表弁】

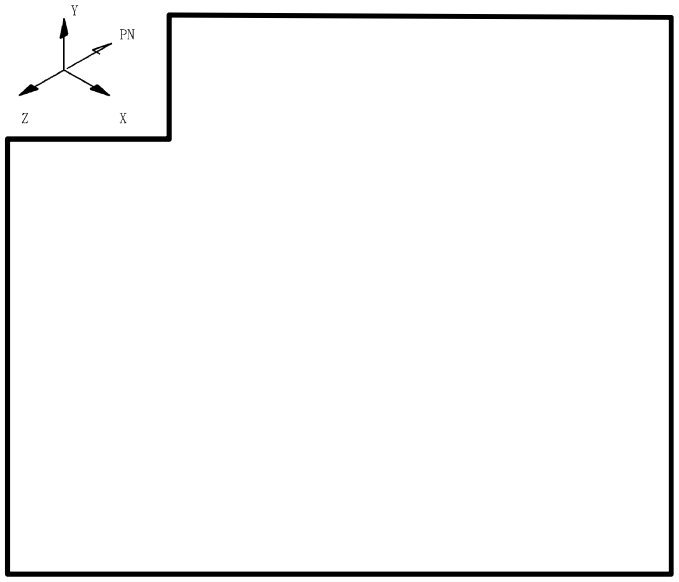
原子炉給水逆止弁が設置される原子炉給水系配管の評価に用いた加速度算出解析モデル図，振動モード図及び各振動モードにおける刺激係数から，0.01秒（100Hz）までの評価において原子炉給水逆止弁の応答加速度が増加した要因について考察した（表2）。

表2　原子炉給水逆止弁の応答増加要因に対する考察

対象弁	方向	機能確認済加速度	応答加速度			配管支持構造	モード形状	刺激係数	加速度応答増加要因の考察
			50Hz	100Hz	応答増加率				
B22-F032A 原子炉給水逆止弁	鉛直	6.0	1.31	1.43	1.10	当該弁が設置された配管の支持構造として，当該弁の上流にアンカ点を有し，下流側には鉛直方向を支持するレストレイントが設置されており，鉛直方向に対して高い剛性を有する支持構造となっている（図2a）。	33次（[redacted] Hz）モードにおいて鉛直方向のモード形状が確認される（図2b）。	33次（[redacted] Hz）モードにおいて，鉛直方向の刺激係数が大きい（表2a）。	当該弁が設置された配管が鉛直方向に対して高い剛性を有しているため，50Hz以上の高次のモードで励起することにより，100Hzまで考慮した評価において，鉛直方向の加速度が増加したものと推定される。



【図2a　原子炉給水系配管の加速度算出解析モデル図】



【図2b　原子炉給水系配管の振動モード図】（33次モード）

【表2a　原子炉給水系配管の刺激係数】

モード	固有周期（s）	振動数（Hz）	刺激係数		
			X方向	Y方向	Z方向
1					
2					
3					
4					
5					
31					
32					
33					
34					
35					
42					
43					

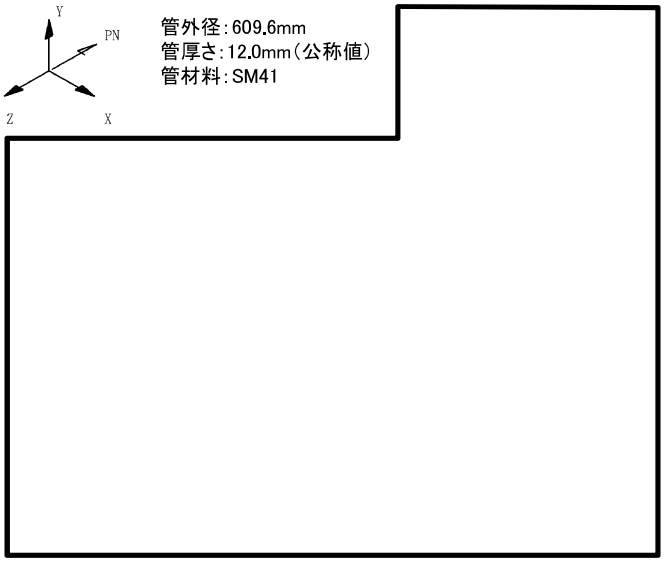
【論点11】 機器の動的機能維持評価（弁の高振動数領域の考慮）（4／4）

b. SB2-5B　非常用ガス再循環系トレインB入口ダンパ【水平方向の代表弁】

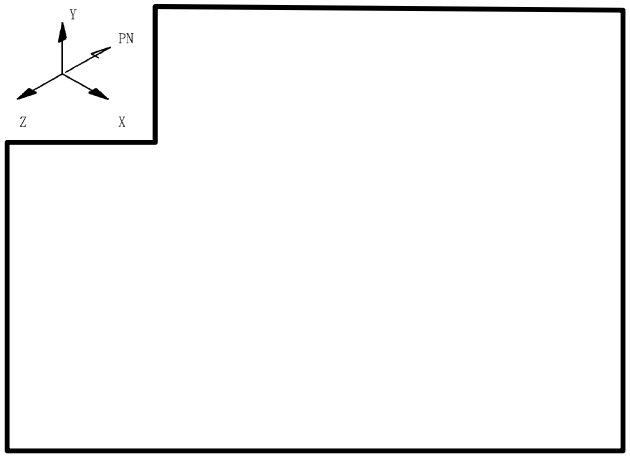
非常用ガス再循環系トレインB入口ダンパが設置される非常用ガス再循環系配管の評価に用いた加速度算出解析モデル図，振動モード図及び各振動モードにおける刺激係数から，0.01秒（100Hz）までの評価において非常用ガス再循環系トレインB入口ダンパの応答加速度が増加した要因について考察した（表3）。

表3　非常用ガス再循環系トレインB入口ダンパの応答増加要因に対する考察

対象弁	方向	機能確認済加速度	応答加速度			配管支持構造	モード形状	刺激係数	加速度応答増加要因の考察
			50Hz	100Hz	応答増加率				
SB2-5B 非常用ガス再循環系トレインB入口ダンパ	水平	6.0	1.94	2.04	1.06	当該ダンパが設置された配管の支持構造として，当該弁の上流側に水平方向を支持するレストレイントを有し，下流側には水平方向を支持するスナッバが設置されており，水平方向に対して高い剛性を有する支持構造となっている（図3a）。	9次（[redacted]Hz）及び11次（[redacted]Hz）モードにおいて水平方向のモード形状が確認される（図3b）。	9次（[redacted]Hz）及び11次（[redacted]Hz）モードのうち，特に11次の水平方向の刺激係数が比較的大きい（表3a）。	当該ダンパが設置された配管が水平方向に対して高い剛性を有しているため，50Hz以上の高次のモードで励起することにより，100Hzまで考慮した評価において，水平方向の加速度が増加したものと推定される。



【図3a　非常用ガス再循環系配管の加速度算出解析モデル図】



（11次モードの例）

【図3b　非常用ガス再循環系配管の振動モード図（例）】

【表3a　非常用ガス再循環系配管の刺激係数】

モード	固有周期（s）	振動数（Hz）	刺激係数		
			X方向	Y方向	Z方向
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（1／15）

前回審査会合（7月10日）でのコメント一覧

No	前回審査会合でのコメント
①	荷重伝達経路に含まれている部品の裕度評価について整理すること。
②	閂※部に異物が入らないような対策，熱膨張及び製作誤差について説明すること。
③	閂の間隙寸法の妥当性について説明すること。
④	試験要領書の閂の作動に関して，作動すること以外の判定基準を記載すること。
⑤	閂が確実に押上げられたこと及び挿入されたことの検知方法について，扉の開閉を含めたシステムを検討すること。
⑥	閂の効果（機能）が維持されていることの確認方法について説明すること。

※ 閂：かんぬき

【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（2／15）

<コメント①>

◆ 荷重伝達経路に含まれている部品の裕度評価について整理すること。

<回答>

◆ 7/10審査会合で示したものから，荷重伝達経路に含まれるモータ出力軸など3項目を追加し裕度を評価した。

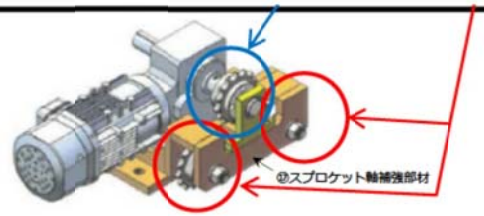
◆ 対策前は，チェーン，スプロケット軸，モータ出力軸が簡易評価における裕度が1を下回ったが，対策後の裕度は1を上回ることを確認。なお，設計データの入手が困難な減速機については，分解点検により健全性を確認するとともに，対策後は対策前に比べて裕度が増加（チェーンに付加される荷重が低下）するため，対策後での健全性は確保されると評価した。

<荷重伝達経路に含まれている部品>

各部品の破損に対する裕度の簡易評価結果 ※1

No.	部品名		裕度※2 対策前（門なし）	裕度※2 対策後（門有り）	備考
1	ボルト1				
2	ハンガーローラ	ブラケット1			
3		リンク			
4		ブラケット2			
5	ボルト2				
6	ホルダ				
7	ボルト3				
8	チェーンガイド				
9	エンドボルト				
10	チェーン※3				材質変更
11	スプロケット軸				支持方法変更
12	モータベース				
13	ボルト4				
14	ハンガーレール				
15	門※4				新規設置
16	モータ出力軸				支持方法変更
17	スプロケット軸補強部材				新規設置
18	減速機固定ボルト				

荷重を受ける部材として追加



スプロケット軸・モータ出力軸の支持方法改良予定図

従来，スプロケット及びモータの軸は，1か所で支える設計であったが，ベースを改良することにより2か所で荷重を支持

減速機は，電動機一体品であり詳細データの入手ができないため，分解して，軸や歯車に割れや欠損等の異常がないことを確認。今回実施する対策によるチェーンに付加される荷重は低減され，裕度は現行より増加するため，対策後の健全性も確保できると評価

※1 対策前の裕度は，要因分析のために簡易的に電動機ブレーキ力の約2倍の荷重（66kN）がかかったと推定して評価。対策後は門によりチェーンが[redacted]mm伸びた場合の荷重（約43．8kN）が付加されたとして評価した。

※2 裕度＝Su／発生荷重

※3 チェーンについては、発生荷重と最小引張強さ（カタログ値）の比較で評価

※4 門については，加振試験時の扉の最大加速度（9.6G）の2倍の荷重で評価した値

【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（3／15）

＜コメント②＞

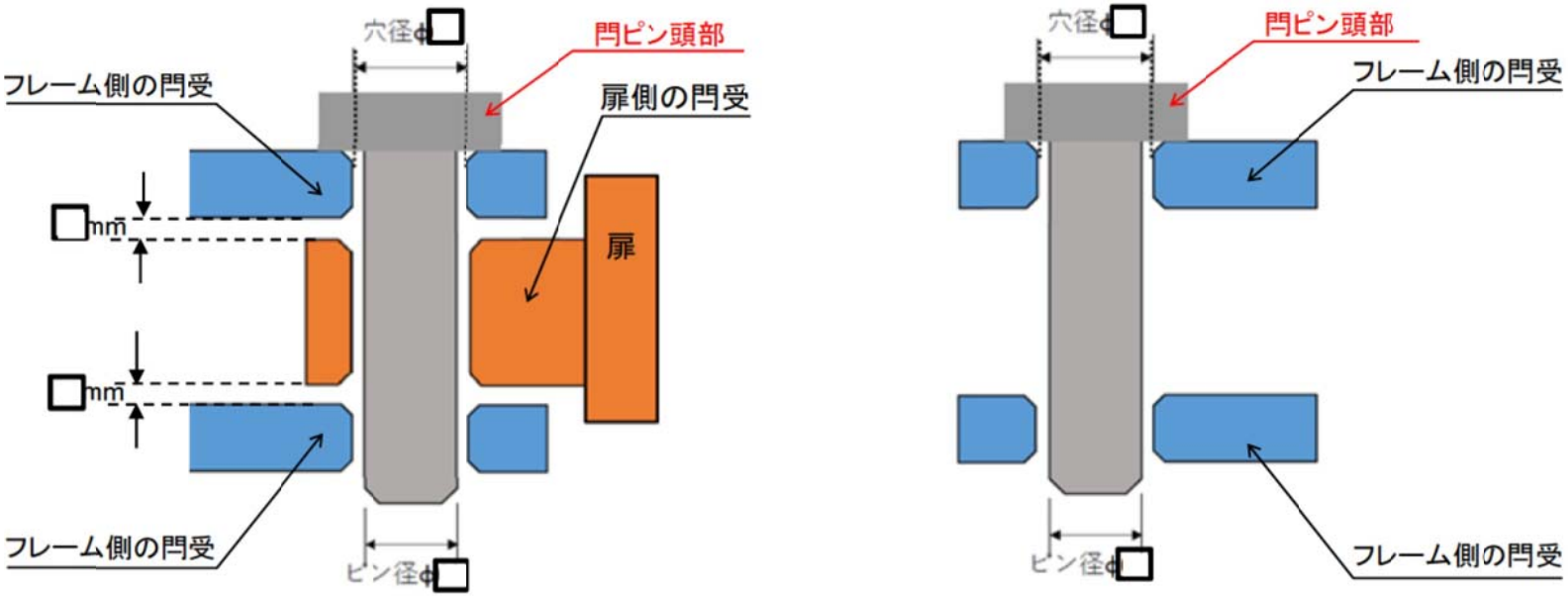
◆ 閂部に異物が入らないような対策，熱膨張及び製作誤差について説明すること。

＜回答＞

1．異物が入らないような対策について

◆ 閂の側面には，扉側とフレーム側の閂受の隙間が上下2箇所及び扉がない状態ではフレーム側の閂受間の隙間が存在するが，ブローアウトパネル閉止装置の設置箇所が高所であることから，砂等の異物が混入する可能性は低いと考える。

◆ 開状態及び閉止状態では，閂ピン頭部により，閂受の上部は塞がれていることから，上部から異物混入はしない。なお，固着，目詰まり等がなく閂部の機能が維持されていることについては定期的な動作試験（閂の上げ下げ）にて確認する。



扉開側の状態　　扉閉止側の状態（扉なし）

閂部の断面図

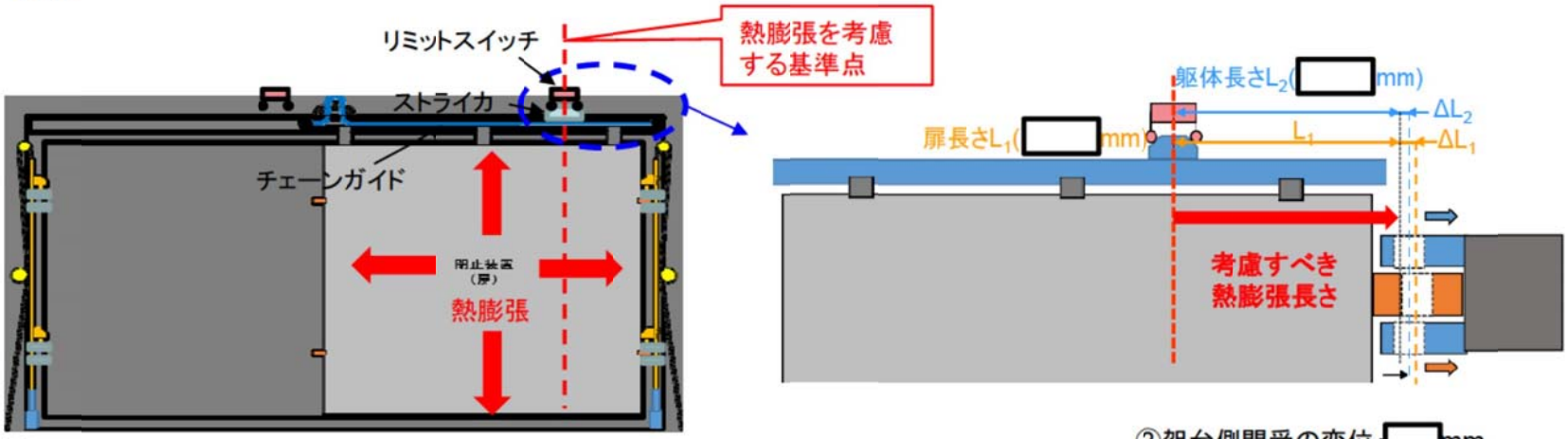
【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（4／15）

＜回答（続き）＞

2．熱膨張について

（1）閉状態（水平方向）の評価

- ◆ 閉止状態においてSA時の二次格納施設内の温度として100℃を想定し熱膨張を考慮
- ◆ 扉の閉止動作は，チェーンガイドに取り付けられたストライカがリミットスイッチを作動させ扉を停止するため，リミットスイッチの位置を基準点とし，扉側閂受の変位量はストライカと扉側閂受の距離（下図L_1），架台側閂受の変位量はリミットスイッチと架台側閂受の距離（下図L_2）に比例するため，扉側及び架台側閂受について，それぞれの熱膨張率を使用して，各閂受の位置の変位量を算出
- ◆ 評価の結果，扉の閉止側で相対変位量0.67mmの変位が生じるものの，閂ピンと閂受の隙間（□mm）の範囲内であることを確認



・SUS304の熱膨張係数α_1：1.6×10^{-5}/℃，鉄筋コンクリートの熱膨張係数α_2：1.0×10^{-5}/℃

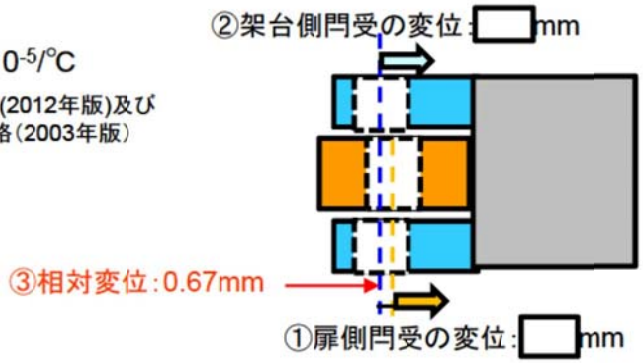
出典：発電用原子力設備規格材料規格(2012年版)及びコンクリート製原子炉格納容器規格（2003年版）

・温度変化ΔT＝100℃（0℃からの温度差を評価）

①扉側閂受（ステンレス製扉L_1）の変位量　$\Delta L_1 = L_1 \times \alpha_1 \times \Delta T$＝□mm

②架台側閂受（躯体鉄筋コンクリート製L_2）の変位量$\Delta L_2 = L_2 \times \alpha_2 \times \Delta T$＝□mm

③相対変位量 □－□＝0.67mm ＜□mm

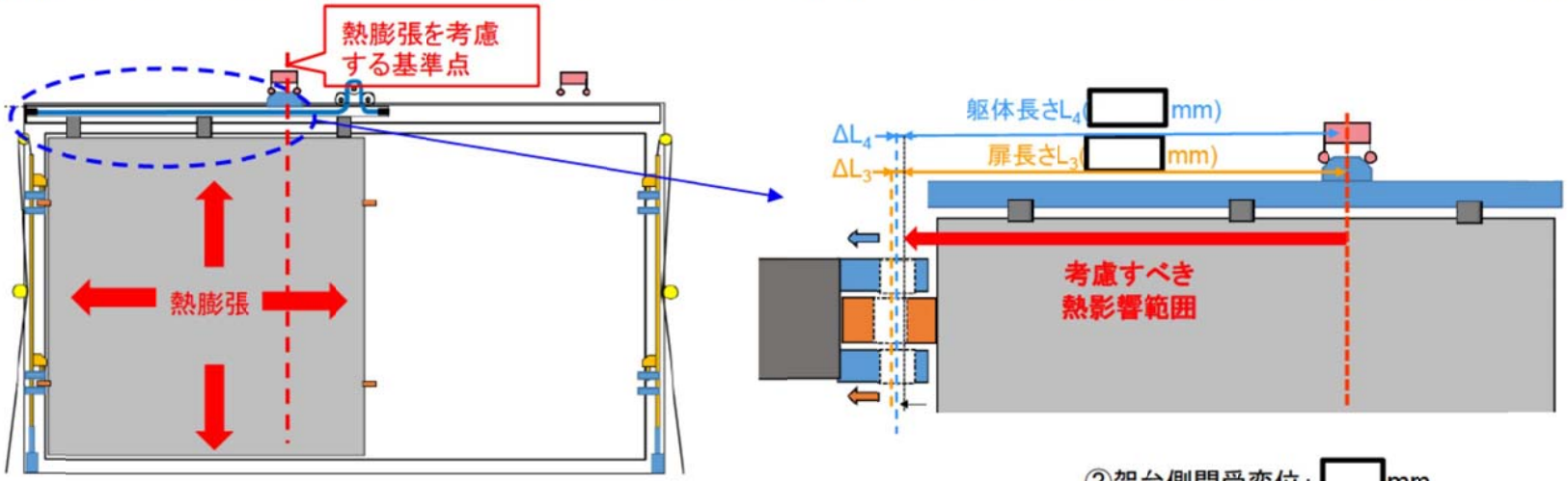


【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（5／15）

＜回答（続き）＞

（2）開状態（水平方向）の評価

- ◆ 開状態においては屋外であることを考慮して，50℃を想定し熱膨張を考慮
- ◆ 熱膨張による閂受の位置の変位量は，リミットスイッチの位置を基準点とし，扉側閂受の変位量はチェーンガイドに設置されているストライカと扉側閂受の距離（下図L_3），架台側閂受の変位量はリミットスイッチと架台側閂受の距離（下図L_4）に比例するため，それぞれの熱膨張率を使用して，各閂受の位置の変位量を算出
- ◆ 評価の結果，相対変位量1.18mmの変位が生じるものの，閂ピンと閂受の隙間（□mm）の範囲内であることを確認



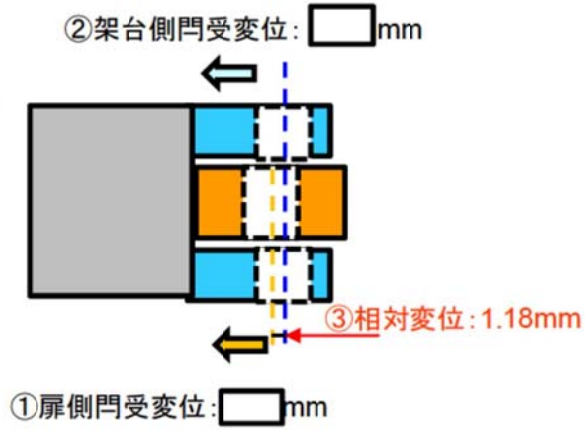
・SUS304の熱膨張係数α_1：1.6×10^{-5}/℃，鉄筋コンクリートの熱膨張係数α_2：1.0×10^{-5}/℃

・温度変化ΔT＝50℃（0℃からの温度差を評価）

①扉側閂受（ステンレス製扉L_3）の変位量　$\Delta L_3=L_3\times\alpha_1\times\Delta T=$□mm

②架台側閂受（躯体鉄筋コンクリート製L_4）の変位量$\Delta L_4=L_4\times\alpha_2\times\Delta T=$□mm

③相対変位量 □－□＝1.18mm＜□mm

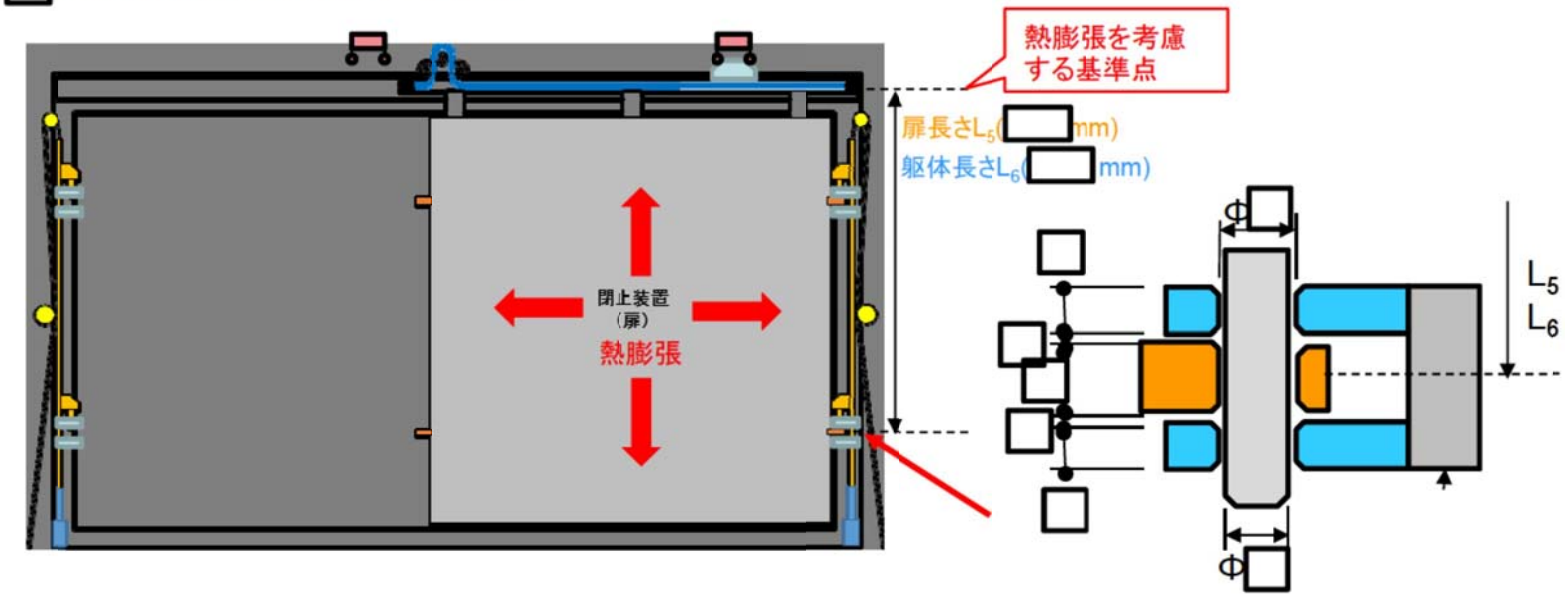


【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（6／15）

＜回答（続き）＞

（3）垂直方向の評価

- ◆ 閉止状態においてSA時の二次格納施設内の温度として100℃を想定し熱膨張を考慮
- ◆ 垂直方向については，チェーンガイド部から下部閂受までの距離が熱影響範囲
- ◆ 評価の結果，扉側閂受と架台側閂受の相対変位量2.41mmが生じるが，架台側閂受と扉側閂受間の隙間（□mm）の範囲内であることを確認



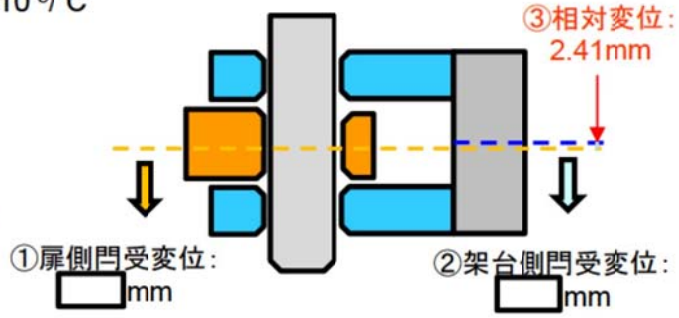
・SUS304の熱膨張係数α_1：1.6×10^{-5}/℃，鉄筋コンクリートの熱膨張係数α_2：1.0×10^{-5}/℃

・温度変化ΔT＝100℃（0℃からの温度差を評価）

①扉側閂受（ステンレス製扉L_5）の変位量　$\Delta L_5=L_5\times\alpha_1\times\Delta T$=□mm

②架台側閂受（躯体鉄筋コンクリート製L_6）の変位量$\Delta L_6=L_6\times\alpha_2\times\Delta T$=□mm

③相対変位量 □−□=2.41mm＜□mm



【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（7／15）

＜回答（続き）＞

3．製作精度について

- ◆ 閂については，製作公差を小さく製造したカラー（黄＆緑）や仮ピン（灰色）を用いて位置決めを行い，架台受プレート及び扉受プレートを設置することで製作精度を確保
- ◆ この施工法により，閂ピンと閂受部に生じる変位量としては，ピン及び閂受等の製作公差の合計±□mm及びリミットスイッチによる停止位置の誤差が±□mmとなり，閂ピンと閂受の隙間（□mm）の範囲内で製作可能

①架台受プレート
②扉受プレート
③-1：カラー
③-2：カラー
③-3：仮ピン

【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（8／15）

＜コメント③＞

◆ 閂の間隙寸法の妥当性について説明すること。

＜回答＞

1．隙間寸法の設定

◆ 閉止状態の加振後においても，気密性を確保することを目的に，閂の拘束量の範囲で，扉が移動したとしても，テーパブロックとプッシュローラによる押込みが確保できるように閂（ピン）と閂受の隙間を設定

◆ 具体的には閂と閂受の隙間を□mmとすることで，扉の移動量は中心位置から□mm以内となり，扉が開方向に最大移動した場合においても，テーパブロックとプッシュローラの挿入幅を約□mm確保でき気密性能を確保可能

図1　閉止状態の押込み構造（閉止側上部より）

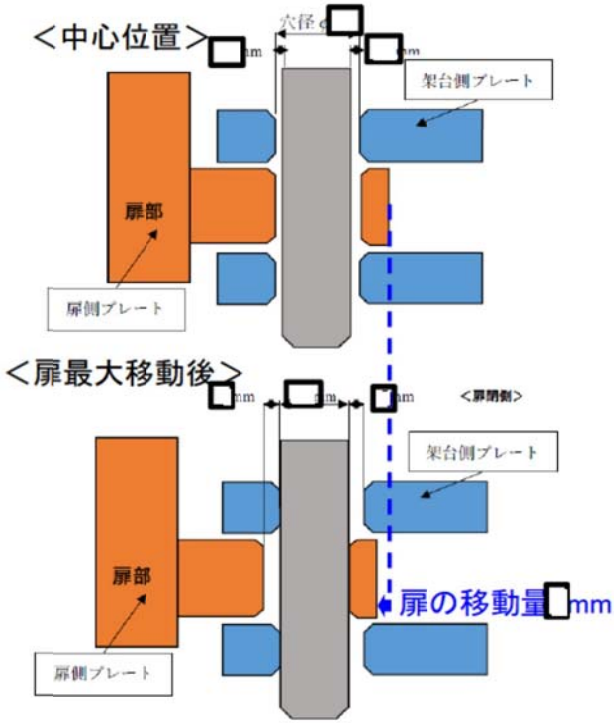


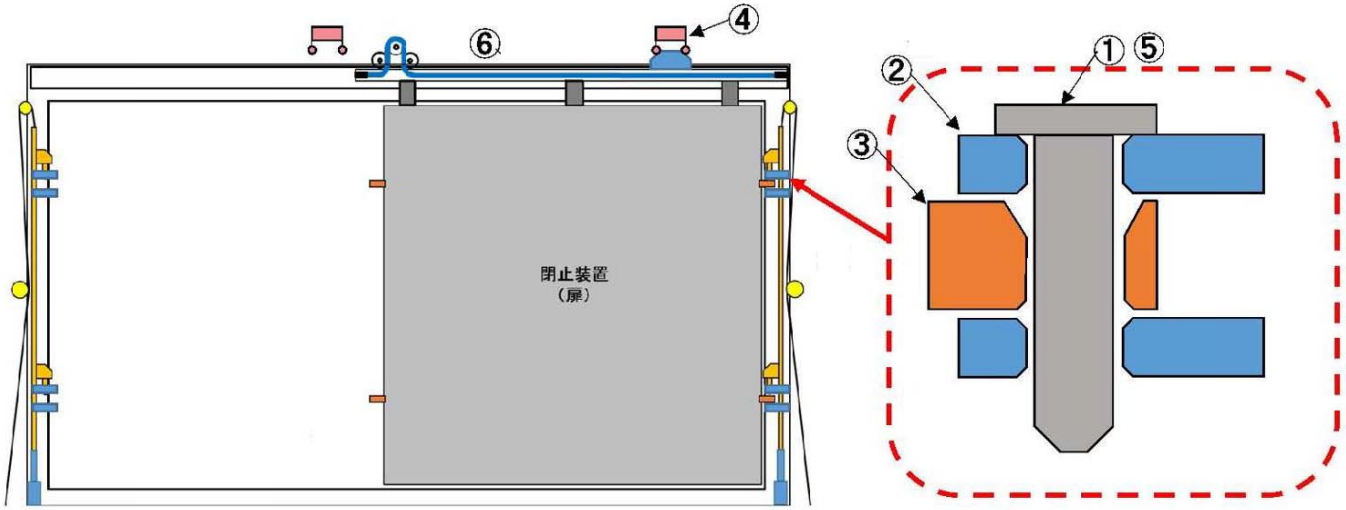
図2　閂による移動量（閂部断面）

【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（9／15）

＜回答つづき＞

2. 製作誤差等のまとめ

◆ 扉各部の製作公差，扉のリミットスイッチによる位置決め精度，熱膨張による変形の合計は最大□mm程度であるから閂（ピン）と閂受けの隙間を□mmとする。



No.	考慮している製作誤差等	設計公差（mm）
①	ピンの製作公差	□
②	架台側プレートの穴径製作公差	
③	扉側プレートの穴径製作公差	
④	リミットスイッチ位置決め精度	□
⑤	熱膨張（ピン）	□
⑥	熱膨張（チェーンガイド、扉、プレート）	1.18※
合　計		□

※：熱膨張の影響が大きい扉開状態の評価値。扉閉状態での評価値は0.67mm

【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（10／15）

＜回答（続き）＞

2. 閂の挿入，引抜

◆ 扉，ハンガーレール，閂ピン等の部材については，弾性設計とすることから変形しないが，閂で傾きが発生した場合，傾きは最大[　　] となる。

◆この状態が維持されていると仮定し，閂ピンに付加される摩擦力を評価した結果，摩擦力（約[　　]N）に対して，閂の自重の下降成分（約[　　]N）は十分に大きく，閂は自重で挿入可能であることを確認

◆同様に，閂の押上げに関しては，評価した摩擦力（約[　　]N）及び閂自重（約490N）の合計(約[　　]N)に対して，電動シリンダの定格出力[　　]Nは十分に大きく，閂は十分に押上げ可能であることを確認

閂穴によるピンの最大傾き量

【評価内容】

・静止摩擦係数：0.6

・閂の自重：W＝50×9.80665＝490.34(N)

・点1における垂直抗力：F_1＝W/2×sin([　　])＝[　　](N)

・点1における摩擦力：F_{k1}＝F_1×0.6＝[　　](N)

・点1における重力の下降成分：

F_2＝W/2×cos([　　])＝[　　](N)

・点2における垂直効力：F_3＝F_1＝[　　](N)

・点2における摩擦力：F_{k2}＝F_{k1}＝[　　](N)

・点2における重力の下降成分：F_4＝ F_2＝[　　](N)

【挿入時の自重落下評価】

摩擦力F_{k1}+F_{k2}([　　]N)＜自重下降成分F_4+F_2([　　]N)

⇒摩擦力は自重の下降成分の0.2%程度

【押上げ時評価】

摩擦力F_{k1}+F_{k2}([　　]N)＋自重W（490.34N）

＜電動シリンダ定格出力([　　]N)

⇒摩擦力と閂重量の合計は電動シリンダ定格出力の17%程度

【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（11／15）

＜コメント④＞
◆　試験要領書の閂の作動に関して，作動すること以外の判定基準を記載すること。

＜回答＞
◆　補足説明資料の判定基準に以下を追加

【電動作動確認】
・電動駆動シリンダによる閂の押上げ及び挿入ができること
・電動機の電流値が定格電流値以内
・作動時間　15秒※（目標）
※　押上げ時：電動駆動シリンダの起動から，閂押上げ検知のリミットスイッチが作動するまでの時間（シリンダが約[　]mm上昇する時間）
挿入時　：電動駆動シリンダの起動から，閂挿入のリミットスイッチが作動したことを確認後，電動駆動シリンダの停止リミットスイッチが作動するまでの時間（シリンダが約[　]mm下降する時間）

【手動作動確認】
・手動操作により閂を引上げられること
・自重により閂挿入ができること
・引上げ量は物理的な上限位置まで引上げられること

待機状態
（電動駆動シリンダ下限位置）

閂押上げ後
（シリンダ[　]mm上昇）

電動操作時の閂作動

【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（12／15）

＜コメント＞

◆ 閂が確実に押上げられたこと及び挿入されたことの検知方法について，扉の開閉を含めたシステムを検討すること。

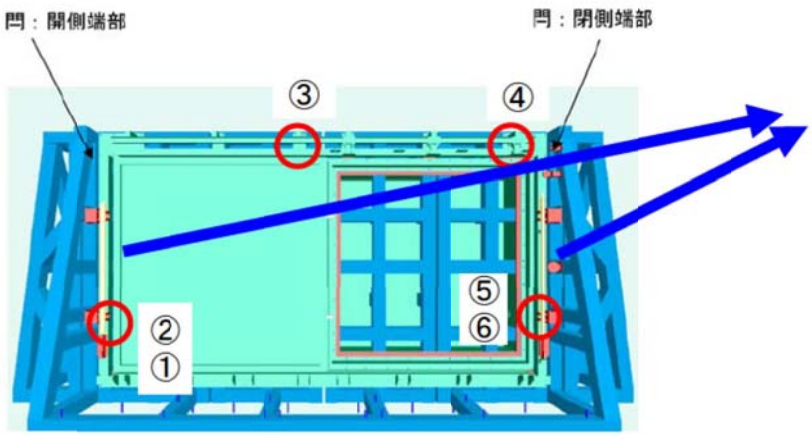
＜回答＞

実機のシステムとしては以下の設計とする。

◆ リミットスイッチにて，閂の押上げ及び挿入を検知

◆ 閂押上げ完了の信号を受け，扉作動の信号が投入，扉停止信号を受け，閂下降の信号が投入

◆ 扉の動作開始は、閂の押上げをリミットスイッチが検知しないと開始しないインターロックを設ける設計



＜閂挿入＞　　＜閂押上げ＞

各リミットスイッチの目的

①	閂の挿入検知
②	閂の押上げ検知
③	扉の停止（開確認）
④	扉の停止（閉確認）
⑤	閂の押上げ検知
⑥	閂の挿入検知

・リミットスイッチの電源は，通常運転中，外部電源を受電している緊急用母線から受電

リミットスイッチの作動状況（扉を閉止する場合）　　○:ON

各ステップ	扉状態	閂状態	リミットスイッチ					
			扉開側			扉閉止側		
			① 閂挿入	② 閂引上げ	③ 扉開	④ 扉閉	⑤ 閂引上げ	⑥ 閂挿入
待機状態	停止（開）	挿入	○		○			○
1. 閉操作投入	停止（開）	挿入	○		○			○
2. 閂電動シリンダ上昇	停止（開）	上昇			○			
3. 閂押上げ完了	停止（開）	押上げ		○	○		○	
4. 扉の閉止作動開始	移動（閉へ）	押上げ		○			○	
5. 扉閉止，停止	停止（閉）	押上げ		○		○	○	
6. 閂電動シリンダ下降	停止（閉）	下降				○		
7. 閂挿入完了	停止（閉）	挿入	○			○		○

【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（13／15）

＜コメント⑥＞
閂の効果（機能）が維持されていることの確認方法について説明すること。

＜回答＞

◆ 閂の機能が維持されていることの確認は，定期的な動作確認（閂ピンの電動による押上げ，挿入）及び定期的な点検にて実施する。なお，具体的な内容及び頻度については，今後，保安規定に定めることとする。

保全項目	内　容(案)	頻度(案)
動作確認	電動による閂ピンの押上げ，挿入動作の確認 ・動作時間測定（リミットスイッチ動作確認含む）	1回／月
定期点検	閂部の外観目視点検による異常の有無の確認 ・目視による腐食，接触，摩耗の確認 ・電動駆動による動作状況確認 ・電流値測定	1回／定検

【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（14／15）

【閂が抜けないリスクとその対応について】

◆ 閂については，以下のような設計等の配慮を実施しており，閂が抜けないリスクは十分低いと考えている

閂が抜けなくなる要因	検討項目	対　　策
固着，かじり	腐食防止	・ピン側：S45C（焼き入れ）＋メッキ ・閂受側：ステンレス
	かじり防止	・閂ピンと閂受の間隙を確保するため，閂の芯が適切に設定できる工法を採用（治具を用いて閂の芯をあわせた後，閂受（プレート）を固定） ・かじりが発生しないように閂ピンと閂受でと異なる材料を使用 （ピン側：S45C（焼き入れ）＋メッキ，閂受側：ステンレス）
	寸法 （熱膨張及び公差）	・熱膨張及び製作公差を考慮しても，閂ピンと閂受の間隙を確保できる設計 （公差＋熱膨張合計最大[redacted]mmに対して[redacted]mmを確保する設計）
	異物対策	・閂ピン頂部の形状により上部からの異物は入らない構造 ・念のため定期的な動作確認を実施し健全性確認
閂の変形・強度不足	閂ピンの強度	・前回加振時の最大加速度の2倍の加速度(19.2G)が扉に付加されても塑性変形を起こさない強度を確保（閂が歪まない設計）
閂押上げ力不足	閂ピンの自重による挿入	・製作精度の確保及びピンの構造強度確保により，閂ピンの傾きを想定しても閂は自重で挿入（落下）する設計
	閂ピンの過度な引き抜き防止	・閂ピンは物理的にプレート側閂受から外れない設計
	閂押上げ用電動機への過度な荷重付加の抑制	・通常状態では，閂は押上げ用電動機と連結されておらず，地震等の過度な荷重が電動機に付加されない設計
	充分大きな閂押上げ力を有する電動機	・電動機の押上げ力は，閂重量約50kgの[redacted]倍の約[redacted]kgと十分な容量を確保
	手動引抜き手段	・ウィンチの定格容量は2000kg，ワイヤーの許容荷重は4000kgと閂重量50kgに対して十分な容量を確保
－	機能が維持されていることの確認	・定期的な動作確認による健全性確認

【論点17】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（15／15）

ブローアウトパネル閉止装置　試験工程案

◆ 1.0Ssを模擬した加振波による扉開状態及び扉閉状態での試験は，7月25日午後，26日午前及び31日で計画
◆ 強度を増加させたチェーンの効果を確認するため閂なしでの加振試験を実施

区分	No	試験項目	目的／試験内容	閂 有無	24 火	25 水	26 木	31 火
事前確認	1	センサ確認	加速度センサの動作確認	ー	○			
	2	振動特性試験（開側＆閉側）	ランダム波による閂状態での振動特性（固有値）確認	有	○			
要素試験 （閂単体）	3	加振試験1.0Ss（扉開） ・閂作動確認	加振後の閂動作確認	有	○			
気密性能確認 （加振無）	4	気密性能試験	気密性能確認（閂間隙を考慮し扉位置を変えて実施）	有		○		
加振試験 （予備試験）	5	加振試験1.0Ss(扉開) ・作動確認 ・気密性能試験	・加振→扉閉操作（閂含む）→気密性能確認 ・扉開閉作動確認（閂含む） ・手動開閉操作（閂含む）	有		○		
	6	加振試験1.0Ss(扉閉) ・作動確認 ・気密性能試験	・加振→気密性能確認 ・扉開閉作動確認（閂含む） ・手動開閉操作（閂含む）	有			○	
加振試験 （本試験）	7	加振試験1.0Ss(扉開) ・作動確認 ・気密性能試験	・加振→扉閉操作（閂含む）→気密性能確認 ・扉開閉作動確認（閂含む） ・手動開閉操作（閂含む）	有				○
	8	加振試験1.0Ss(扉閉) ・作動確認 ・気密性能試験	・加振→気密性能確認 ・扉開閉作動確認（閂含む） ・手動開閉操作（閂含む）	有				○
その他 確認試験	参考	加振試験1.0Ss ・扉開閉試験	強度を増加させたチェーンでの加振試験	無			○	

※試験場との調整により，変更の可能性がある

参考資料

【論点1】(参考1)　鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性(2/8)

止水機構の論点コメント及び実証試験の概要　(2/2)

第595回(H30.7.3)審査会合資料抜粋

【実証試験の概要】

(1) 止水機構の評価フロー及び実証試験ケース(図1～図4)
　① 本震時: 3方向加振2ケース, 鉛直方向加振2ケースの計4ケース×2回(合計8回)
　② 余震＋津波時:3方向加振1ケース, 鉛直方向加振2ケースの計3ケース×2回(合計6回)

(2)実証試験期間
　平成30年5月9日～平成30年5月21日

(3)実証試験結果(図5)
　特段の不具合もなく, 止水板の追従性, 水密ゴムの健全性及び1次止水機構構成部材の健全性に関し, 想定通りの結果を得ることができた。また, 止水板の鉛直変位量は小さく, 止水性に問題ないことを確認できた。

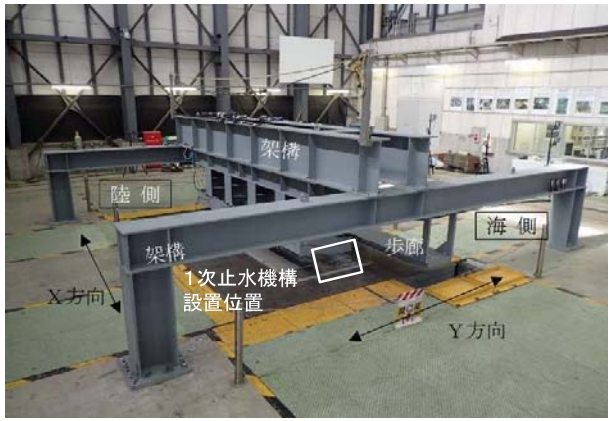


図1　実証試験装置全景

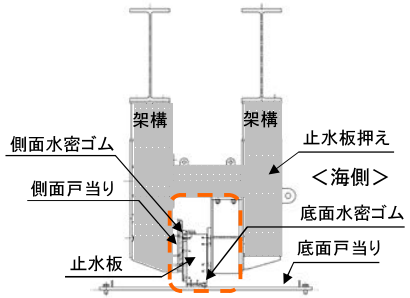


図2　1次止水機構供試体構造

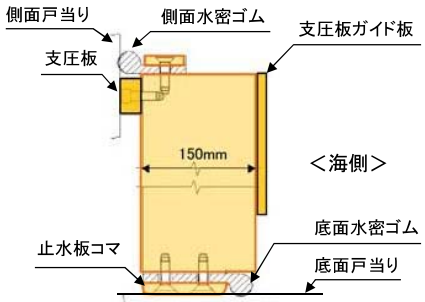


図3　止水板構造

図4-1　止水板

図4-2　底面水密ゴム

図4　1次止水機構の構造図

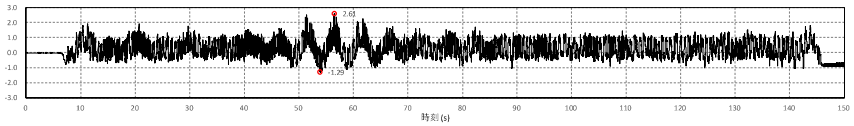


図5　3方向同時加振時鉛直計測データ

【論点1】(参考2) 鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性(3/8)

実証試験結果 止水板のうねりの評価(1/3)

第595回(H30.7.3)審査会合資料抜粋

＜コメント＞

1. 実証試験結果のうち，鉛直方向に長周期のうねりが出る原因について，3方向同時加振時に出て，鉛直加振で出ないことを踏まえて，合理的に説明できる根拠を示した上で特定すること

＜回 答＞

実証試験の結果，3方向同時加振時において鉛直変位の中心軸に約5秒(0.2Hz)のうねりが認められた(図1，図2)。以下(1)～(8)に各部位毎に分析し，うねりの原因について特定した。

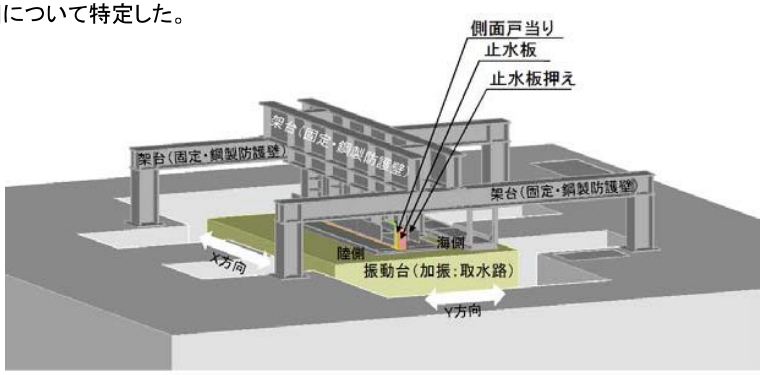


図1 加振試験装置概要図

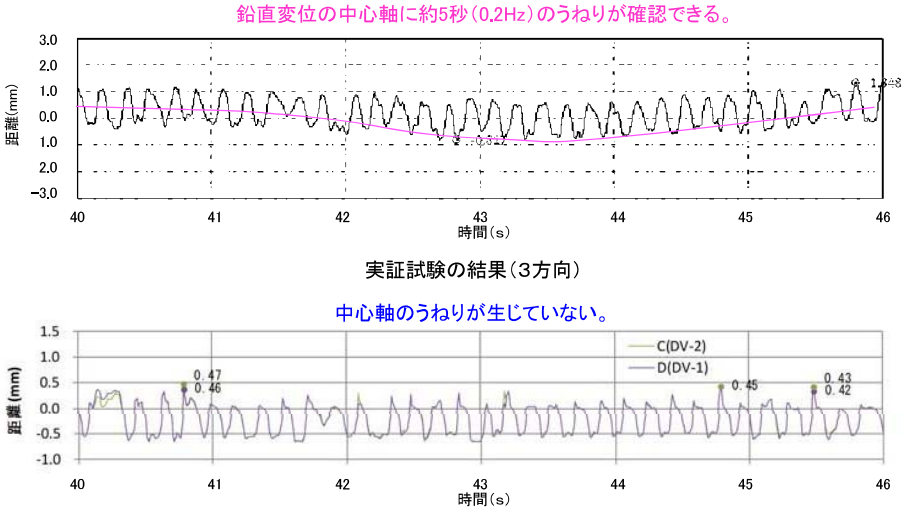


図2 3方向同時加振結果(上：実証試験，下：三次元動的解析)

(1) 実証試験用入力波による影響

実証試験時における3方向同時加振時の実証試験用地震動は，「Y方向(堤軸直角)包絡波」で鋼製防護壁の応答加速度を包絡させた地震動を用いている。

そのため，振動台より伝達される実証試験用地震動のY方向についてフーリエスペクトルを作成し周波数成分を分析した。

その結果，卓越周波数に**3つのピーク(1.09Hz，1.22Hz，5.77Hz)**を確認した。

表1に実証試験時の入力地震動における卓越振動数，図3に実証試験時のY方向フーリエスペクトル図を示す。

実証試験用入力波からはうねりの周波数0.2Hzは確認できなかった。

表1 実証試験時の入力地震動における卓越振動数

方向	卓越振動数(Hz)	
	1回目	2回目
X方向	0.72，14.48	0.72，14.48
Y方向	1.09，1.22，5.77	1.09，1.22，5.78
Z方向	8.25，23.75	8.25，23.75

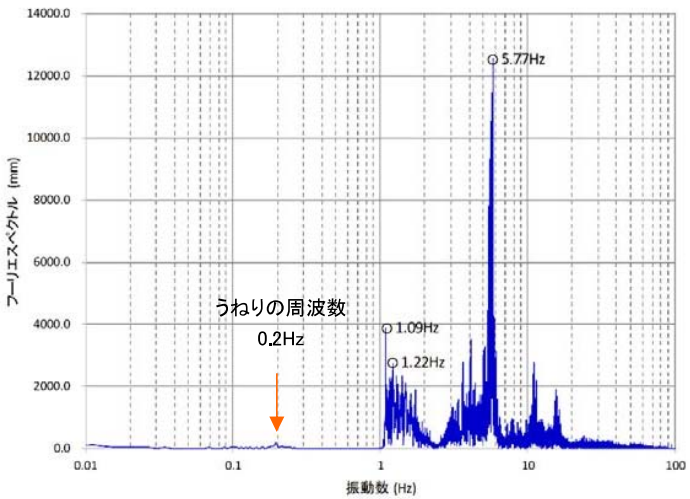


図3 実証試験時のY方向のフーリエスペクトル

【論点1】(参考3) 鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性(4/8)

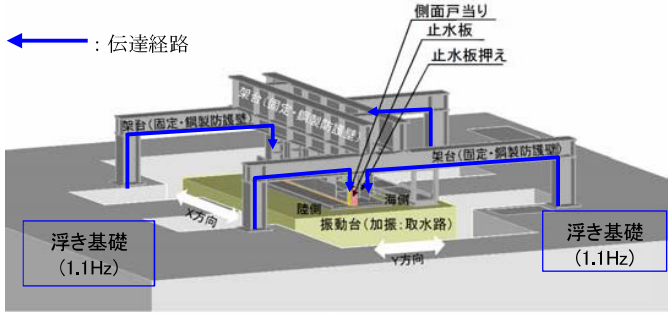
実証試験結果 止水板のうねりの評価(2/3)

第595回(H30.7.3)審査会合資料抜粋

(2) 浮き基礎による影響

実証試験時に用いた加振装置において浮き基礎の影響を確認した。その結果，浮き基礎の**固有周期は1.1Hz程度**であることを確認した。

浮き基礎からの振動(周波数)は，架台を経由し止水板の摺動時の振動(周波数)として伝達したと思われる。図4に浮き基礎からの振動(周波数)の伝達イメージと固有振動数を示す。



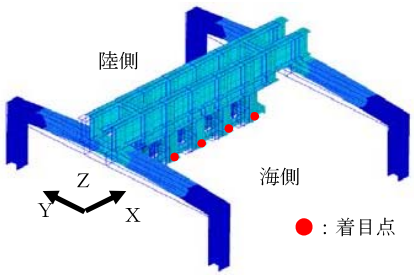
浮き基礎の軸	1次固有振動数(Hz)
X軸	1.16
Y軸	1.13
Z軸	1.16

図4 浮き基礎からの振動(周波数)の伝達イメージと固有振動数

(3)試験装置の影響

試験装置の影響を検討するにあたり想定される事象として考えられることは，取水路を模擬した振動台にアクチュエータによる入力波を入力した際に，アクチュエータからの振動が固定側の鋼製防護壁を模擬した架構を設置している浮き基礎に伝わり，架構側も揺れた影響によることが想定される。

その影響を確認するため，振動試験装置の固有周期について固有値解析を実施した。その結果，X:5.58Hz，Y:15.29Hz，Z:12.94Hzであることが分かった。また，加振時における試験装置架構下端(Y方向)の卓越振動数は，**3つのピーク(1.09Hz，1.21Hz，5.77Hz)**を確認した。(図5)



振動試験装置の固有振動数

浮き基礎の軸	振動数(Hz)	備考
モード1	5.58	X方向
モード2	12.94	Z方向
モード3	15.29	Y方向

試験装置架構(下端)の固有振動数

架構(縦材下端)	卓越振動数(Hz)
海側	1.09，1.21，5.77
陸側	1.09，1.21，4.07，5.77

図5 試験装置の固有振動数

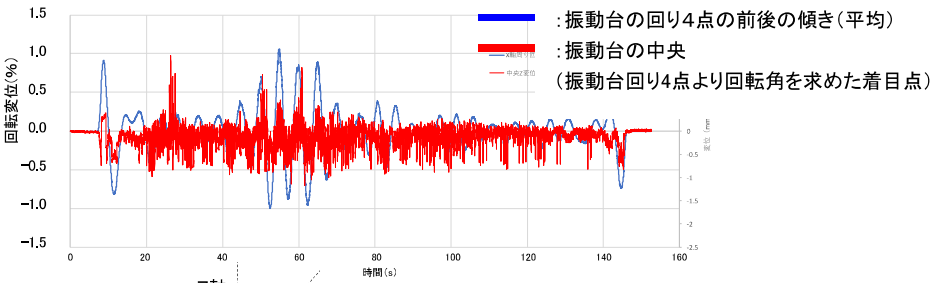
(4)振動台のうねりの分析

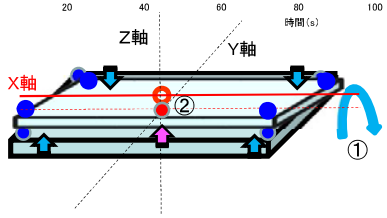
振動台に設置したモーションキャプチャ測定値による振動台の回転変位と中央部の鉛直変位算出結果を図6に示す。

その結果，水平Y方向のみの単独加振時において振動台中心に回転変位(青線)及び鉛直変位(赤線)が生じていた。振動台の回転変位(青線)と鉛直変位(赤線)の周期について周波数分析を行い**回転変位は0.20Hzで鉛直変位は0.21Hz，1.09Hz，5.77Hz**であった。

図7に振動台の回転変位と中央部鉛直変位のフーリエスペクトルを示す。

鉛直変位のうち0.21Hzは振動台のピッチングによる影響があるものと思われる。周波数1.09Hz，5.77Hzは，実証試験用入力地震動の卓越周波数に近い周波数であることを確認した。





【振動台の動き<回転＋鉛直成分>】

①X軸を中心に●点が上下に傾く動き，青線の回転成分

②中央部に鉛直による変位が入ると●点が上下の動き。

X軸が上昇するのが赤線の鉛直成分

図6 振動台の回転変位と中央部の鉛直変位算出結果

種 別	卓越振動数(Hz)
回転変位	0.20
中央部鉛直変位	0.21，1.09，5.77

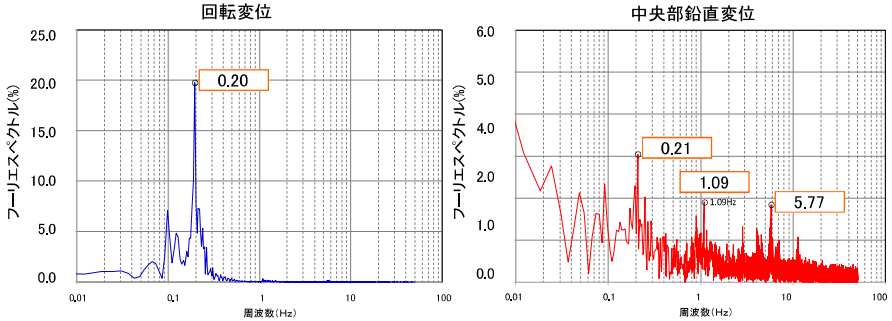


図7 振動台の回転変位と中央部鉛直変位のフーリエスペクトル

【論点1】(参考4) 鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性(5/8)

実証試験結果 止水板のうねりの評価(3/3)

第595回(H30.7.3)審査会合資料抜粋

(5)止水板の固有値解析

止水板の固有値解析を実施した。**止水板の固有値は10.55Hz**であった。

図8に止水板の固有周期解析モデル図を示す。

＜解析条件＞

〇解析コード:MSC_MARC2014.2.0

〇解析内容

線型固有値解析(止水ゴムを弾性体とした解析)

〇モデルの説明

6面ソリッド要素

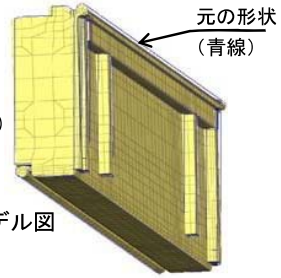


図8 止水板の固有周期解析モデル図

(6)止水板の鉛直変位におけるピッチングの影響

(4)項にて振動台におけるピッチングによる影響を確認した。

ここではピッチングによる影響と思われる長周期のピークが止水板の挙動に現れていないか確認する。

そのため，止水板の鉛直変位のフーリエスペクトルを作成，**周期を分析し周期のピーク0.2Hz，1.1Hz，5.7Hzを確認した。その結果，ピッチングによる影響である周波数0.2Hzが確認できた。**

図9に止水板の鉛直変位におけるフーリエスペクトルを示す。

また，止水板の固有値解析の結果(10.55Hz)，周波数が共振領域にないことを確認した。

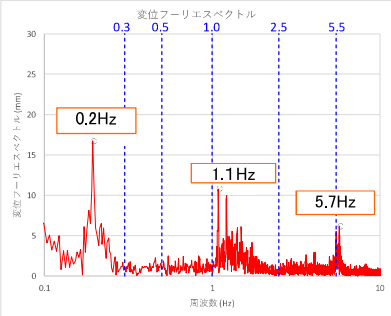


図9 止水板の鉛直変位におけるフーリエスペクトル

(8)各評価のまとめ

各評価対象による周波数成分を評価した結果を表2に示す。

表2 各評価対象の周波数分析結果

	(1)実証試験用入力波	(2)浮き基礎	(3)試験装置	(4)振動台	(5)止水板
周波数(Hz)	―	―	―	0.20(ﾋﾟｯﾁﾝｸﾞ)	―
	1.09	1.1(固有値)	1.09	1.09	―
	1.22(固有値)※	―	1.21	―	―
	5.77(固有値)※	―	5.77	5.77	―
	―	―	―	―	10.55(固有値)

※:鋼製防護壁のY方向の固有周期

各評価対象の周波数が伝達し各対象設備に同様の周波数が検出されていることから，実証試験のうねりの原因は，実証試験装置や供試体(止水板等)の影響ではないことが分かった。

0.2Hzだけが振動台によるピッチングによる影響であることから，実証試験に生じているうねりは振動台によるものと特定される。

そのため，実証試験に生じている振動台のピッチング成分を除去するため，止水板の鉛直変位におけるフーリエスペクトルから，0.3Hz以下のフィルタリングにより影響を除去した止水板の挙動を確認し，振動台からのピッチングによる影響である事を確認した。図10に止水板の鉛直変位におけるフィルタリングの範囲，図11に3方向同時加振時の鉛直変位時刻歴波形フィルタリング結果を示す。

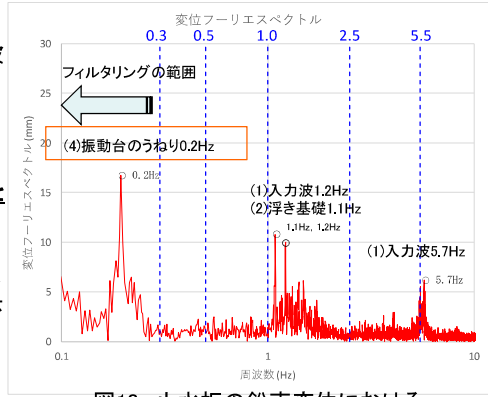


図10 止水板の鉛直変位におけるフィルタリングの範囲

(7)振動台の要因

振動台を三次元で振動させた場合，入力地震動に対し入力成分にない回転成分などが応答に発生し、入力に対して誤差が生じる。**振動台を正確に振動させるため，振動台の特性を把握して振動台制御のソフトウェアに誤差を打ち消すデータを与え制御している。この作業は定期点検時に実施されているが，振動台の性能限界に近い加速度レベルでの試験に対して適応性が十分ではなかった。**

(9)実証試験における振動台のピッチングの影響について

実証試験において，実際の波形にはない振動台による回転変位0.2Hz程度の長周期のうねりの影響が考えられる。ピッチングの影響により試験条件は実際の入力波形である短周期成分とピッチングの長周期成分が混在した状況での試験となった。

しかし，**振動台のピッチングの周波数が0.2Hzであり止水板の周波数10.55Hzから離隔が大きい事より共振することなく，止水板の挙動に影響を与えることはなかった。**

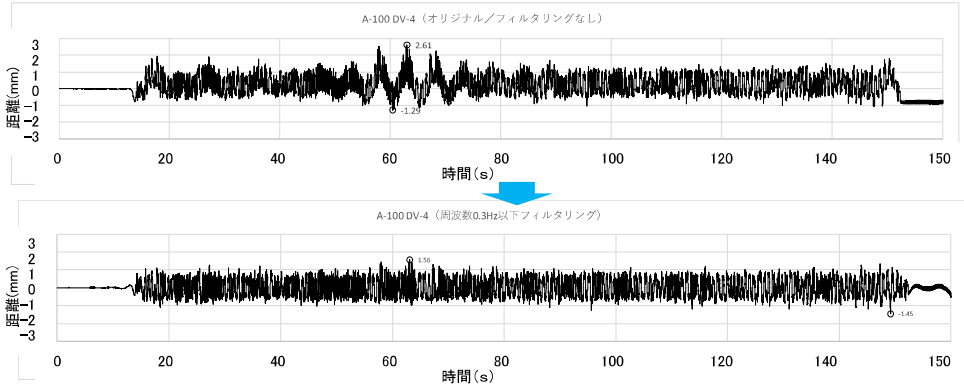


図11 3方向同時加振時の鉛直変位時刻歴波形フィルタリング結果

【論点1】(参考5)　鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性(6/8)

三次元動的解析モデルの信頼性の向上　(1/2)

第595回(H30.7.3)審査会合資料抜粋

＜コメント＞

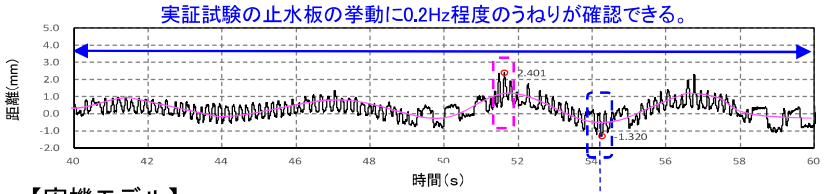
2．実機解析を工認に適用することも踏まえ，解析の信頼性を示すこと。

＜回　答＞

(1)三次元動的解析フィルタリングによる再現性の検証

3方向同時入力の「三次元動的解析の実機モデル」に0.2Hzの回転変位を与えた。その結果，実証試験と同じ挙動やうねりが認められた。(図1)

【実証試験結果】



【実機モデル】

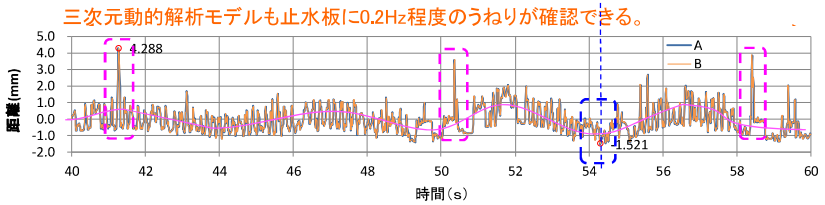


図1　実証試験結果と実機モデル(8分割ﾓﾃﾞﾙ)との比較

＜再現性確認＞

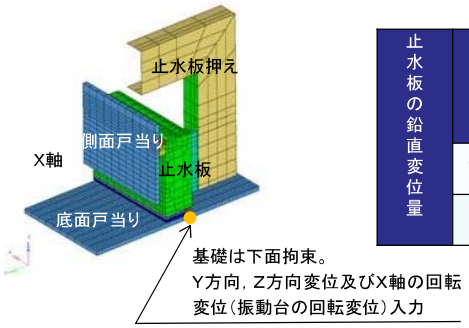
◆実証試験結果及び三次元動的解析の実機モデル共に0.2Hz程度のうねりが確認できた。

◆浮き上がり量のプラス側(浮き上がる：桃色点線)は，実証試験よりも三次元動的解析の実機モデルの方が大きくなる傾向がある。また，浮き上がる時間帯は，実証試験と違う時間帯で発生することが確認できた。

◆浮き上がり量のマイナス側(沈み込む：青色点線)は，ほぼ同じ量で同じ時間帯に発生することが確認できた。

実証試験の観測値と三次元動的解析の実機モデルに0.2Hz程度のうねりを確認し，実機モデルへの再現性を確認した。

また，三次元動的解析の実機モデルは実証試験結果に比べ鉛直変位のプラス側(浮き上がる側)が大きく保守的な値であることが分かった。また，マイナス側(沈み込み側)は同じ沈み込み量及び時間帯であることが分かった。(図2)



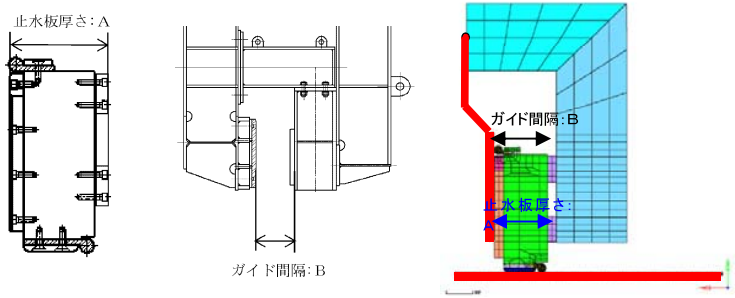
(mm)

止水板の鉛直変位量		②3方向(Y方向(堤軸直角)包絡波)		実証試験との差(②−①)
		実証試験(①)	0.2Hz回転変位モデル(②)	
	浮き上がり量(プラス側)	2.41	4.29	＋1.88
	沈み込み量(マイナス側)	−1.26	−1.52	−0.26

図2　三次元動的解析(8分割ﾓﾃﾞﾙ)と止水板の鉛直変位量

(2)三次元動的解析モデルの信頼性向上

三次元動的解析モデルの信頼性を確認するため，**解析モデルに製作公差を含め解析モデルを作成し信頼性を確認した。支圧板厚さとガイド間隔の隙間を4mmにして三次元動的解析を実施した。**図3に実証試験の試験装置における止水板とガイド間の寸法を示す。



	止水板厚さ A(mm)	ガイド間隔 B(mm)	隙間(mm)
図面寸法	210	213	3
実際の供試体の寸法(製作公差含む)	207	211～210	3～4

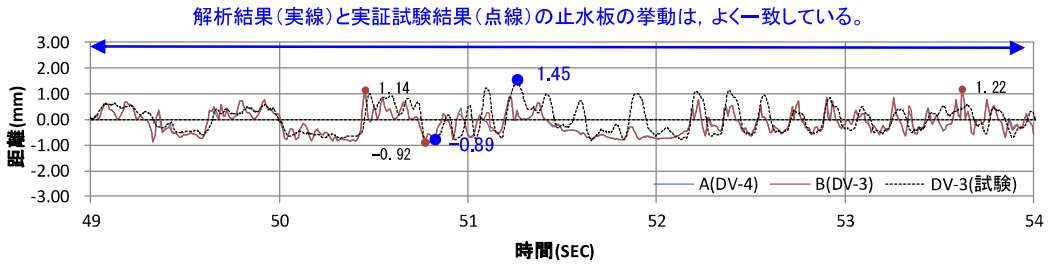
図3　実証試験の試験装置における止水板とガイド間の寸法

【論点1】(参考6)　鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性(7/8)

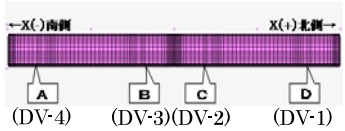
三次元動的解析モデルの信頼性の向上　(2/2)

第595回(H30.7.3)審査会合資料抜粋

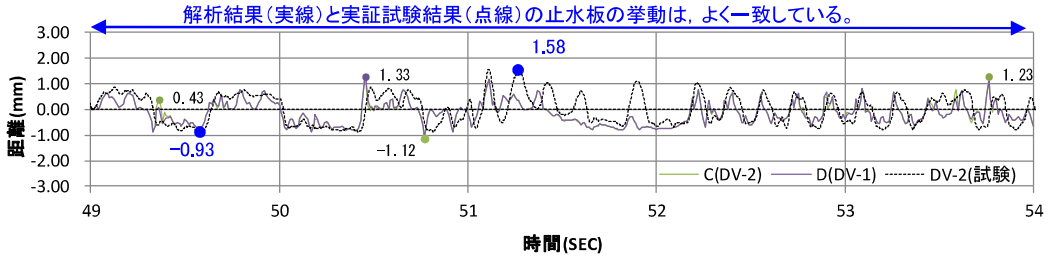
実証試験結果(フィルタリング後)と実機モデル(隙間4mm)の3方向同時加振時の結果について比較した。
その結果，**実証試験結果と実機モデル(隙間4mm)との比較において，浮き上がり量の差が僅かであり，よく一致した結果が得られた。また，止水板の浮き上がりや挙動に対してもよく一致しており，解析モデルの信頼性が向上した結果が得られた。**(図4)



実証試験結果と実機モデル(隙間4mm)の挙動比較　B部(DV-3)



--------:実証試験の変位量
●　:実証試験の計測値(青字)



実証試験結果と実機モデル(隙間4mm)の挙動比較　C部(DV-2)

(mm)

		②3方向(Y方向(堤軸直角)包絡波)		
		実証試験(①)	隙間4mmモデル(②)	実証試験と解析モデルとの差(②-①)
止水板の鉛直変位	浮き上がり量(プラス側)	1.45(DV-3) 1.58(DV-2)	1.22(DV-3) 1.33(DV-2)	−0.23～−0.25
	沈み込み量(マイナス側)	−0.89(DV-3) −0.93(DV-2)	−0.92(DV-3) −1.12(DV-2)	−0.03～−0.19

図4　実証試験結果と実機モデル(隙間4mm)結果との比較

【論点1】(参考7)　鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性(8/8)
実証試験及び解析結果による一次止水機構の設計反映

第595回(H30.7.3)審査会合資料抜粋

＜コメント＞
3. 実証試験結果を踏まえて解析にフィードバックする項目はないか，応力評価において実証試験と解析の違いを考慮する必要がないか検討すること。
4. 試験結果と実証試験モデル結果の差が浸水防止機能に影響を及ぼすか否かを分析し，今後設計への反映の有無を示すこと。

＜回　答＞
【実証試験結果と三次元動的解析からの設計への反映事項】

三次元動的解析の実機モデルが実証試験と同じ止水板の挙動を確認したため，**三次元動的解析モデルの信頼性は高く，地震時における浸水防止機能に影響を与えることのないよう構造設計に反映する。**
実機の構造設計については，静的荷重による強度計算，耐震計算を実施し，動的な評価として三次元動的解析による解析結果を構造設計に適切に反映することで設備の構造信頼性を高める。図1に1次止水機構の工事認可申請書構造設計フローを示す。
なお，浮き上がりについては，実証試験の鉛直変位量の結果が解析結果を僅かに上回ることから，地震時における浮き上がりが大きくなる可能性がある。しかしながら，**止水機構には2次止水機構を設ける設計であり，仮に，1次止水機構の水密ゴムの浮き上がりによる漏水が発生したとしても敷地内には浸水しない。**(図2)

①解析モデルの信頼性の向上
実証試験の結果と三次元動的解析モデルを比較すると止水板の挙動や浮上り量において，隙間4mmモデルが実証試験に近い結果が得られている。今後の止水機構の構造設計においては，**原則設計の公称値である隙間3mmモデルにて強度評価を実施し，止水板の挙動や浮き上がり量，発生応力のばらつきを考慮し，隙間4mmモデルの解析結果とも比較し応力評価する。**

②衝突の部材に与える影響評価
止水板の鉛直変位の挙動の結果から，前後(海側・陸側)の傾きが確認できる。
実証試験中においても止水板と止水板押えや底面・側面戸当りとの接触音が認められることから**三次元動的解析の結果より，衝突の部材に与える影響を評価する。**

③実証試験結果及び三次元動的解析結果の報告
実証試験にて得られた止水板の挙動，変位追従性，水密ゴムの健全性の観点より結果を取り纏める。また，**動的解析(二次元・三次元)による結果も合わせて集約し，構造部材の許容応力の照査，水密ゴムの応力照査について評価する。**

◆**上記内容については，計算書等に反映する。**

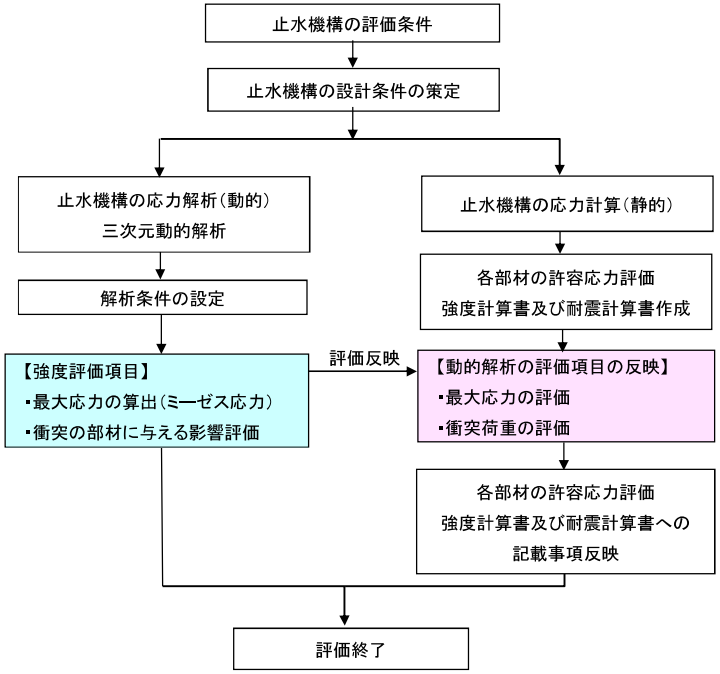


図1　1次止水機構の工事認可申請書構造設計フロー

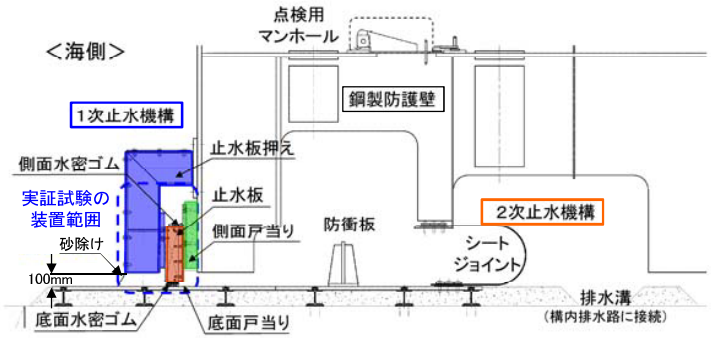


図2　止水機構全体構造概要

【論点1】(参考8) 鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性(1/2)

鋼製防護壁 止水機構の実証試験の経緯

第578回(H30.5.31)審査会合資料抜粋

＜本論点の経緯＞

防潮堤のうち鋼製防護壁については，取水路と鋼製防護壁の地震時の変位による相互干渉を回避するため，取水路と鋼製防護壁間に100mmの隙間を設け，この隙間からの津波の流入を防止することを目的に止水機構を設置することとしている。

この止水機構の構造に対して，第520回審査会合(平成29年10月17日)において，「止水板の追従性として，解析での確認に加え，試験についても検討し，方針及び実施時期を示した上で，設置許可断面と工認断面の範囲を整理して示すこと。」という指摘があった。

この指摘を踏まえて，第562回審査会合(平成30年4月5日)において，工事計画認可申請に係る論点整理の一つとして，止水機構に関して「止水機構の地震時の追従性について，評価及び実規模大の試験装置を用いた加振試験にて確認する。」ことを説明している。

今回は，上記の評価及び加振試験結果について説明するものである。

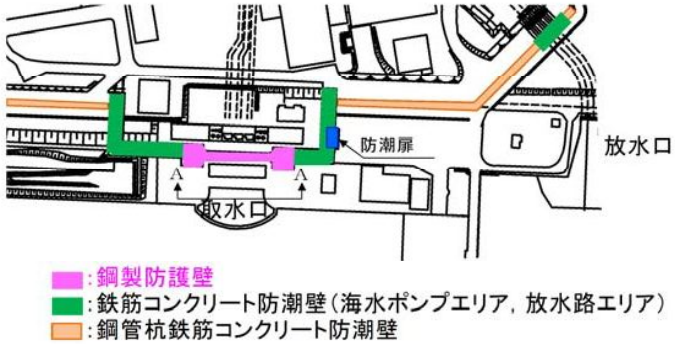


図1 鋼製防護壁の配置図

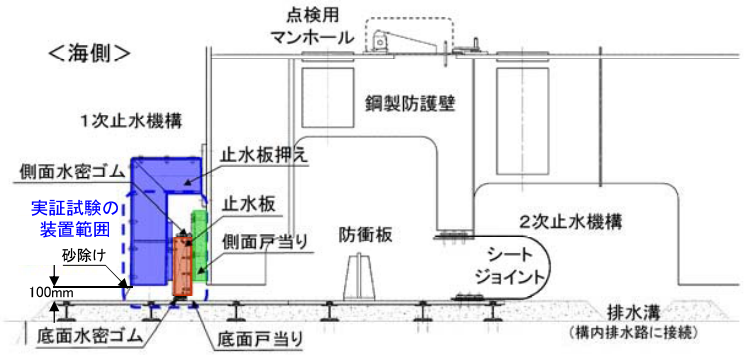
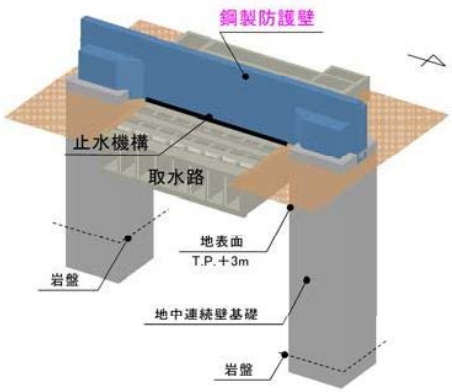


図3 止水機構全体構造概要



【鋼製防護壁寸法】
- 長さ:約 80m
- 奥行(厚さ):約 4.5m
- 天端高さ:T.P.+20m

【地中連続壁基礎寸法】
- 幅:約 15.5m×約 15.5m
- 基礎下端部標高
  (南):T.P.約－50m
  (北):T.P.約－60m

【岩盤標高】
(南):T.P.約－30m
(北):T.P.約－56m

図2 鋼製防護壁の構造と止水機構の位置

表1 止水機構の目的と要求機能

対策設備	目的／機能要求
1次止水機構 ・浸水防止設備 ・外郭防護1	鋼製防護壁下部と取水路間の隙間から海水ポンプエリアへの津波の流入，到達を防止する。
防衝板 ・影響防止設備 ・外郭防護1	1次止水機構の損傷又は保守に伴う取り外し時に，漂流物が2次止水機構に到達することを防止する。
2次止水機構 ・浸水防止設備 ・外郭防護2	1次止水機構からの漏えいを考慮して，海水ポンプエリアへの漏水を防止する。 安全機能への影響確認として，海水ポンプエリアへの浸水量評価を実施し，安全機能への影響がないことを確認する。
点検用マンホール ・浸水防止設備 ・外郭防護2	1次止水機構からの漏えいを考慮して，鋼製防護壁鋼殻内への漏水を防止する。

【論点1】(参考9) 鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性(2/2)

1次止水機構の実証試験評価フロー

第578回(H30.5.31)審査会合資料抜粋

◆1次止水機構の実証試験フローを図●に示す。止水機構の地震時の追従性については，実規模大の試験装置による「実証試験(加振試験)」と「三次元動的解析」により確認する。

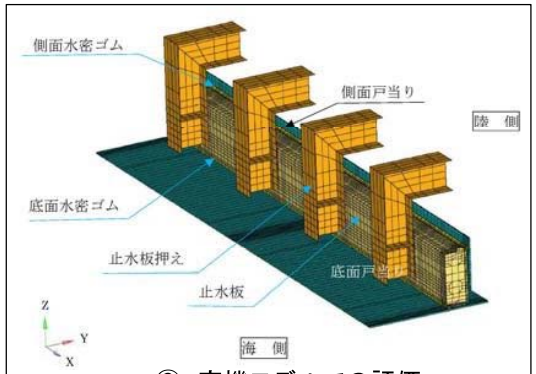
◆「実証試験(加振試験)」と「三次元動的解析」の目的及び関係は以下のとおりである。

①実証試験(加振試験)：加振試験により，止水機構の追従性，水密ゴムの健全性，1次止水機構の構成部材の健全性について確認する。

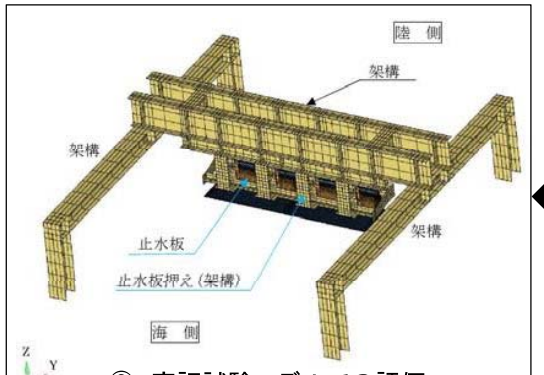
②実証試験モデルによる三次元動的解析：実証試験装置をモデル化した三次元動的解析結果が，加振試験時の止水機構の挙動を再現できているか確認する。(三次元動的解析の信頼性・妥当性確認)【検証Ⅰ】

③実機モデルによる三次元動的解析：実証試験装置をモデル化した三次元動的解析結果と実機設計をモデル化した三次元動的解析結果を比較するにより，実機設計をモデル化した三次元動的解析結果の妥当性を確認する。【検証Ⅱ】

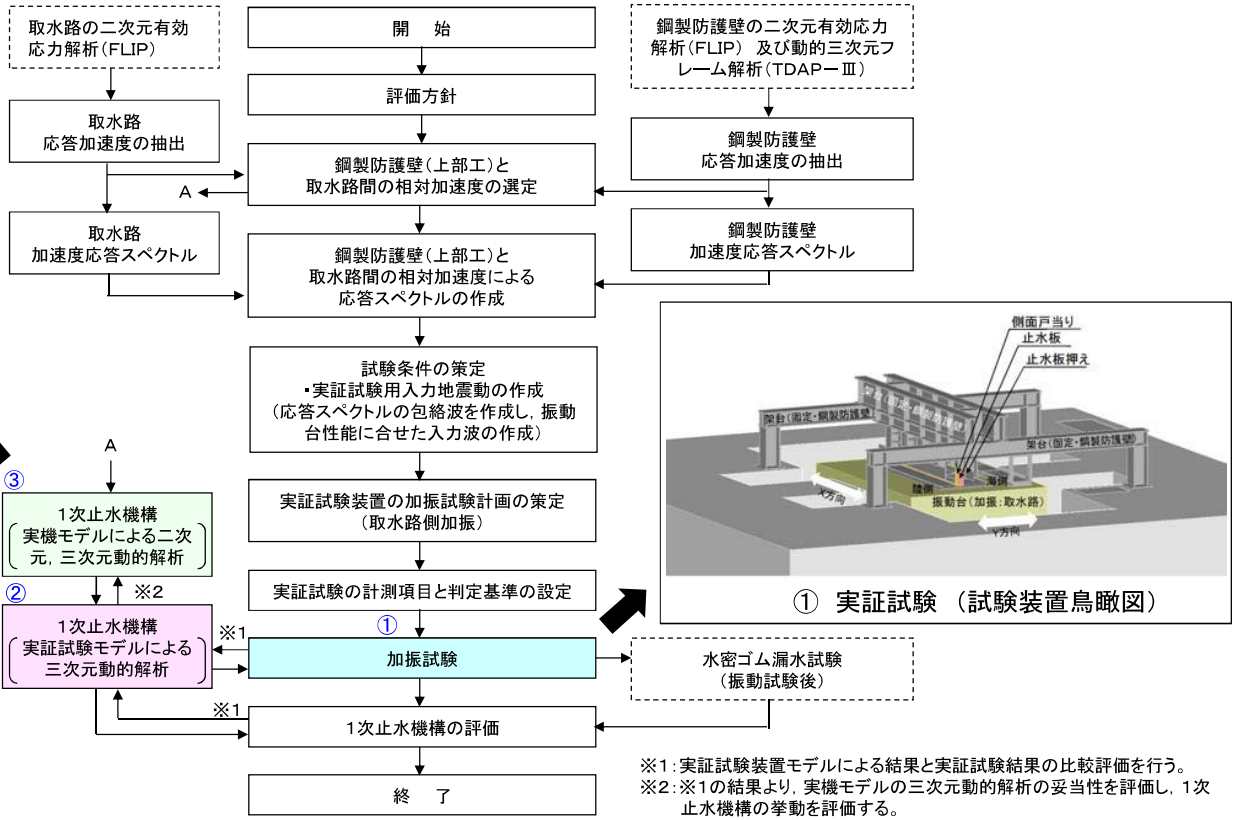
◆上記①，②，③を関連付けることにより，三次元動的解析による実機止水機構の設計・構造の妥当性を確認する。



③ 実機モデルでの評価
(三次元動的解析)



② 実証試験モデルでの評価
(三次元動的解析)



※1：実証試験装置モデルによる結果と実証試験結果の比較評価を行う。
※2：※1の結果より，実機モデルの三次元動的解析の妥当性を評価し，1次止水機構の挙動を評価する。

図● 1次止水機構の実証試験評価フロー

【論点11】(参考1)機器の動的機能維持評価(弁の高振動数領域の考慮)
弁の動的機能維持評価結果(1／8)

第595回審査会合資料
資料1－1再掲
(一部加筆・修正)

げんでん

表4　弁の動的機能維持評価結果(1／8)

No	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	機能確認済加速度	50Hz※		100Hz※		増加率(100Hz/50Hz)	評価	
							評価用加速度	裕度	評価用加速度	裕度			
1	MS	B22-F013A	主蒸気逃がし安全弁A	安全弁	水平	9.6	6.63	1.44	6.63	1.44	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
					鉛直	6.1	2.25	2.71	2.35	2.59	1.05	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加率が10%以下を確認
2	MS	B22-F013B	主蒸気逃がし安全弁B	安全弁	水平	9.6	5.51	1.74	5.51	1.74	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
					鉛直	6.1	2.15	2.83	2.15	2.83	1.00	○	同上
3	MS	B22-F013C	主蒸気逃がし安全弁C	安全弁	水平	9.6	5.41	1.77	5.41	1.77	1.00	○	同上
					鉛直	6.1	1.53	3.98	1.53	3.98	1.00	○	同上
4	MS	B22-F013D	主蒸気逃がし安全弁D	安全弁	水平	9.6	6.02	1.59	6.02	1.59	1.00	○	同上
					鉛直	6.1	1.64	3.71	1.64	3.71	1.00	○	同上
5	MS	B22-F013E	主蒸気逃がし安全弁E	安全弁	水平	9.6	6.02	1.59	6.02	1.59	1.00	○	同上
					鉛直	6.1	2.35	2.59	2.45	2.48	1.05	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加率が10%以下を確認
6	MS	B22-F013F	主蒸気逃がし安全弁F	安全弁	水平	9.6	5.82	1.64	5.82	1.64	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
					鉛直	6.1	1.84	3.31	1.84	3.31	1.00	○	同上
7	MS	B22-F013G	主蒸気逃がし安全弁G	安全弁	水平	9.6	6.33	1.51	6.33	1.51	1.00	○	同上
					鉛直	6.1	1.43	4.26	1.43	4.26	1.00	○	同上
8	MS	B22-F013H	主蒸気逃がし安全弁H	安全弁	水平	9.6	6.74	1.42	6.74	1.42	1.00	○	同上
					鉛直	6.1	1.53	3.98	1.53	3.98	1.00	○	同上
9	MS	B22-F013J	主蒸気逃がし安全弁J	安全弁	水平	9.6	5.82	1.64	5.82	1.64	1.00	○	同上
					鉛直	6.1	2.04	2.99	2.04	2.99	1.00	○	同上

※：動的解析結果(50Hz又は100Hz)と静的解析結果(1.2ZPA)の大きい方の値。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められないもの。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められたもの(10%以下)。

【論点11】(参考2)機器の動的機能維持評価(弁の高振動数領域の考慮)
弁の動的機能維持評価結果(2／8)

表4　弁の動的機能維持評価結果(2／8)

下線部:修正箇所

No	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	機能確認済加速度	50Hz※		100Hz※		増加率(100Hz/50Hz)	評価	
							評価用加速度	裕度	評価用加速度	裕度			
10	MS	B22-F013K	主蒸気逃がし安全弁K	安全弁	水平	9.6	6.74	1.42	6.74	1.42	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
					鉛直	6.1	1.74	3.50	1.74	3.50	1.00	○	同上
11	MS	B22-F013L	主蒸気逃がし安全弁L	安全弁	水平	9.6	5.61	1.71	5.61	1.71	1.00	○	同上
					鉛直	6.1	1.24	4.91	1.24	4.91	1.00	○	同上
12	MS	B22-F013M	主蒸気逃がし安全弁M	安全弁	水平	9.6	5.31	1.80	5.31	1.80	1.00	○	同上
					鉛直	6.1	1.74	3.50	1.74	3.50	1.00	○	同上
13	MS	B22-F013N	主蒸気逃がし安全弁N	安全弁	水平	9.6	5.10	1.88	5.21	1.84	1.03	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加率が10%以下を確認
					鉛直	6.1	1.84	3.31	1.84	3.31	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
14	MS	B22-F013P	主蒸気逃がし安全弁P	安全弁	水平	9.6	4.39	2.18	4.39	2.18	1.00	○	同上
					鉛直	6.1	1.43	4.26	1.43	4.26	1.00	○	同上
15	MS	B22-F013R	主蒸気逃がし安全弁R	安全弁	水平	9.6	4.80	2.00	4.80	2.00	1.00	○	同上
					鉛直	6.1	2.35	2.59	2.45	2.48	1.05	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加率が10%以下を確認
16	MS	B22-F013S	主蒸気逃がし安全弁S	安全弁	水平	9.6	4.70	2.04	4.80	2.00	1.03	○	同上
					鉛直	6.1	1.64	3.71	1.64	3.71	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
17	MS	B22-F013U	主蒸気逃がし安全弁U	安全弁	水平	9.6	5.72	1.67	5.82	1.64	1.02	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加率が10%以下を確認
					鉛直	6.1	1.53	3.98	1.53	3.98	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
18	MS	B22-F013V	主蒸気逃がし安全弁V	安全弁	水平	9.6	5.21	1.84	5.21	1.84	1.00	○	同上
					鉛直	6.1	1.24	4.91	1.33	4.58	1.08	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加率が10%以下を確認

※：動的解析結果(50Hz又は100Hz)と静的解析結果(1.2ZPA)の大きい方の値。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められないもの。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められたもの(10%以下)。

【論点11】(参考3)機器の動的機能維持評価(弁の高振動数領域の考慮)
弁の動的機能維持評価結果(3／8)

表4　弁の動的機能維持評価結果(3／8)

下線部:修正箇所

No	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	機能確認済加速度	50Hz※		100Hz※		増加率(100Hz/50Hz)	評価	
							評価用加速度	裕度	評価用加速度	裕度			
19	MS	B22-F022A	主蒸気隔離弁第1弁A	空気作動グローブ弁	水平	10.0	6.33	1.57	6.33	1.57	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
					鉛直	6.2	5.51	1.12	5.51	1.12	1.00	○	同上
20	MS	B22-F022B	主蒸気隔離弁第1弁B	空気作動グローブ弁	水平	10.0	7.35	1.36	7.35	1.36	1.00	○	同上
					鉛直	6.2	5.51	1.12	5.51	1.12	1.00	○	同上
21	MS	B22-F022C	主蒸気隔離弁第1弁C	空気作動グローブ弁	水平	10.0	7.35	1.36	7.35	1.36	1.00	○	同上
					鉛直	6.2	5.31	1.16	5.31	1.16	1.00	○	同上
22	MS	B22-F022D	主蒸気隔離弁第1弁D	空気作動グローブ弁	水平	10.0	7.04	1.42	7.04	1.42	1.00	○	同上
					鉛直	6.2	5.41	1.14	5.41	1.14	1.00	○	同上
23	MS	B22-F028A	主蒸気隔離弁第2弁A	空気作動グローブ弁	水平	10.0	4.70	2.12	4.70	2.12	1.00	○	同上
					鉛直	6.2	3.98	1.55	3.98	1.55	1.00	○	同上
24	MS	B22-F028B	主蒸気隔離弁第2弁B	空気作動グローブ弁	水平	10.0	5.10	1.96	5.10	1.96	1.00	○	同上
					鉛直	6.2	3.88	1.59	3.88	1.59	1.00	○	同上
25	MS	B22-F028C	主蒸気隔離弁第2弁C	空気作動グローブ弁	水平	10.0	4.80	2.08	4.80	2.08	1.00	○	同上
					鉛直	6.2	3.78	1.64	3.78	1.64	1.00	○	同上
26	MS	B22-F028D	主蒸気隔離弁第2弁D	空気作動グローブ弁	水平	10.0	4.80	2.08	4.80	2.08	1.00	○	同上
					鉛直	6.2	3.57	1.73	3.68	1.68	1.04	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加率が10%以下を確認
27	FW	B22-F010A	原子炉給水逆止弁	逆止弁	水平	6.0	4.80	1.25	<u>4.90</u>	<u>1.22</u>	<u>1.03</u>	○	<u>同上</u>
					鉛直	6.0	<u>3.17</u>	<u>1.89</u>	<u>3.17</u>	<u>1.89</u>	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし

※：動的解析結果(50Hz又は100Hz)と静的解析結果(1.2ZPA)の大きい方の値。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められないもの。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められたもの(10%以下)。

【論点11】(参考4)機器の動的機能維持評価(弁の高振動数領域の考慮)
弁の動的機能維持評価結果(4／8)

表4　弁の動的機能維持評価結果(4／8)

No	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	機能確認済加速度	50Hz※		100Hz※		増加率(100Hz/50Hz)	評価	
							評価用加速度	裕度	評価用加速度	裕度			
28	FW	B22-F010B	原子炉給水逆止弁	逆止弁	水平	6.0	4.59	1.30	4.59	1.30	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
					鉛直	6.0	2.96	2.02	2.96	2.02	1.00	○	同上
29	FW	B22-F032A	原子炉給水逆止弁	逆止弁	水平	6.0	3.88	1.54	3.88	1.54	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.31	4.58	1.43	4.19	1.10	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加率が10%以下を確認
30	FW	B22-F032B	原子炉給水逆止弁	逆止弁	水平	6.0	3.68	1.63	3.78	1.58	1.03	○	同上
					鉛直	6.0	1.31	4.58	1.43	4.19	1.10	○	同上
31	RHR	E12-F008	残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁(外側)	電動ゲート弁	水平	6.0	4.29	1.39	4.29	1.39	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
					鉛直	6.0	1.23	4.87	1.23	4.87	1.00	○	同上
32	RHR	E12-F009	残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁(内側)	電動ゲート弁	水平	6.0	3.37	1.78	3.37	1.78	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	4.19	1.43	4.19	1.43	1.00	○	同上
33	RHR	E12-F023	残留熱除去系ヘッドスプレイ隔離弁	電動グローブ弁	水平	6.0	2.35	2.55	2.35	2.55	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	2.15	2.79	2.15	2.79	1.00	○	同上
34	RHR	E12-F024A	残留熱除去系A系テストライン弁	電動ゲート弁	水平	6.0	1.94	3.09	1.94	3.09	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.64	3.65	1.64	3.65	1.00	○	同上
35	RHR	E12-F024B	残留熱除去系B系テストライン弁	電動ゲート弁	水平	6.0	2.96	2.02	2.96	2.02	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.33	4.51	1.33	4.51	1.00	○	同上
36	RHR	E12-F027A	残留熱除去系A系サプレッション・プールスプレイ弁	電動ゲート弁	水平	6.0	1.64	3.65	1.64	3.65	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	4.80	1.25	4.80	1.25	1.00	○	同上

※：動的解析結果(50Hz又は100Hz)と静的解析結果(1.2ZPA)の大きい方の値。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められないもの。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められたもの(10%以下)。

【論点11】(参考5)機器の動的機能維持評価(弁の高振動数領域の考慮)
弁の動的機能維持評価結果(5／8)

表4　弁の動的機能維持評価結果(5／8)

下線部:修正箇所

No	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	機能確認済加速度	50Hz※ 評価用加速度	50Hz※ 裕度	100Hz※ 評価用加速度	100Hz※ 裕度	増加率(100Hz/50Hz)	評価	
37	RHR	E12-F027B	残留熱除去系B系サプレッション・プールスプレイ弁	電動ゲート弁	水平	6.0	3.17	1.89	3.17	1.89	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
					鉛直	6.0	2.05	2.92	2.05	2.92	1.00	○	同上
38	RHR	E12-F041A	残留熱除去系A系注入ラインテスト逆止弁	逆止弁	水平	6.0	4.19	1.43	4.19	1.43	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	2.76	2.17	2.76	2.17	1.00	○	同上
39	RHR	E12-F041B	残留熱除去系B系注入ラインテスト逆止弁	逆止弁	水平	6.0	5.00	1.20	5.00	1.20	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	3.17	1.89	3.17	1.89	1.00	○	同上
40	RHR	E12-F041C	残留熱除去系C系注入ラインテスト逆止弁	逆止弁	水平	6.0	4.39	1.36	4.39	1.36	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	2.15	2.79	2.15	2.79	1.00	○	同上
41	RHR	E12-F042A	残留熱除去系A系注入弁	電動ゲート弁	水平	6.0	2.25	2.66	2.25	2.66	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	4.90	1.22	4.90	1.22	1.00	○	同上
42	RHR	E12-F042B	残留熱除去系B系注入弁	電動ゲート弁	水平	6.0	2.05	2.92	2.05	2.92	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	4.19	1.43	4.19	1.43	1.00	○	同上
43	RHR	E12-F042C	残留熱除去系C系注入弁	電動ゲート弁	水平	6.0	1.94	3.09	1.94	3.09	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	4.70	1.27	4.70	1.27	1.00	○	同上
44	RHR	E12-F048A	残留熱除去系熱交換器Aバイパス弁	電動グローブ弁	水平	6.0	2.56	2.34	2.56	2.34	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.64	3.65	1.64	3.65	1.00	○	同上
45	RHR	E12-F048B	残留熱除去系熱交換器Bバイパス弁	電動グローブ弁	水平	6.0	3.07	1.95	3.07	1.95	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	0.96	6.25	0.96	6.25	1.00	○	同上

※：動的解析結果(50Hz又は100Hz)と静的解析結果(1.2ZPA)の大きい方の値。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められないもの。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められたもの(10%以下)。

【論点11】(参考6)機器の動的機能維持評価(弁の高振動数領域の考慮)
弁の動的機能維持評価結果(6／8)

表4　弁の動的機能維持評価結果(6／8)

下線部:修正箇所

No	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	機能確認済加速度	50Hz※		100Hz※		増加率(100Hz/50Hz)	評価	
							評価用加速度	裕度	評価用加速度	裕度			
46	RHR	E12-F050A	残留熱除去系A系停止時冷却ラインテスト逆止弁	逆止弁	水平	6.0	5.82	1.03	5.82	1.03	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
					鉛直	6.0	2.15	2.79	2.15	2.79	1.00	○	同上
47	RHR	E12-F050B	残留熱除去系B系停止時冷却ラインテスト逆止弁	逆止弁	水平	6.0	3.57	1.68	3.57	1.68	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	2.04	2.94	2.04	2.94	1.00	○	同上
48	RHR	E12-F053A	残留熱除去系A系シャットダウン注入弁	電動グローブ弁	水平	6.0	1.34	4.47	1.34	4.47	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.01	5.94	1.01	5.94	1.00	○	同上
49	RHR	E12-F053B	残留熱除去系B系シャットダウン注入弁	電動グローブ弁	水平	6.0	5.62	1.06	5.62	1.06	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.43	4.19	1.43	4.19	1.00	○	同上
50	HPCS	E22-F004	高圧炉心スプレイ系注入弁	電動ゲート弁	水平	6.0	2.45	2.44	2.45	2.44	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	0.99	6.06	1.03	5.82	1.05	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加率が10%以下を確認
51	HPCS	E22-F005	高圧炉心スプレイ系テスタブル逆止弁	空気作動逆止弁	水平	6.0	2.76	2.17	2.86	2.09	1.04	○	同上
					鉛直	6.0	1.34	4.47	1.34	4.47	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
52	LPCS	E21-F005	低圧炉心スプレイ系注入弁	電動ゲート弁	水平	6.0	1.13	5.30	1.13	5.30	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.84	3.26	1.84	3.26	1.00	○	同上
53	LPCS	E21-F006	低圧炉心スプレイ系テスト逆止弁	空気作動逆止弁	水平	6.0	3.68	1.63	3.68	1.63	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	2.25	2.66	2.25	2.66	1.00	○	同上
54	RCIC	E51-F063	RCICタービン蒸気供給隔離弁	電動ゲート弁	水平	6.0	4.70	1.27	4.70	1.27	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	3.98	1.50	3.98	1.50	1.00	○	同上

※：動的解析結果(50Hz又は100Hz)と静的解析結果(1.2ZPA)の大きい方の値。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められないもの。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められたもの(10%以下)。

【論点11】(参考7)機器の動的機能維持評価(弁の高振動数領域の考慮)
弁の動的機能維持評価結果(7／8)

表4　弁の動的機能維持評価結果(7／8)

下線部:修正箇所

No	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	機能確認済加速度	50Hz※		100Hz※		増加率(100Hz/50Hz)	評価	
							評価用加速度	裕度	評価用加速度	裕度			
55	RCIC	E51-F064	RCICタービン蒸気供給隔離弁	電動ゲート弁	水平	6.0	1.55	3.87	1.55	3.87	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
					鉛直	6.0	3.17	1.89	3.17	1.89	1.00	○	同上
56	RCIC	E51-F065	原子炉隔離時冷却系外側テスト逆止弁	逆止弁	水平	6.0	1.55	3.87	1.55	3.87	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.17	5.12	1.17	5.12	1.00	○	同上
57	RCIC	E51-F066	原子炉隔離時冷却系内側テスト逆止弁	逆止弁	水平	6.0	1.85	2.64	1.85	3.24	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	4.90	1.22	4.90	1.22	1.00	○	同上
58	CUW	G33-F001	原子炉冷却材浄化系内側隔離弁	電動ゲート弁	水平	6.0	4.80	1.25	4.80	1.25	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.43	4.19	1.43	4.19	1.00	○	同上
59	CUW	G33-F004	原子炉冷却材浄化系外側隔離弁	電動ゲート弁	水平	6.0	2.76	2.17	2.76	2.17	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.01	5.94	1.01	5.94	1.00	○	同上
60	HCU	C12-126	HCUスクラム弁(加圧・流入側)	空気作動グローブ弁	水平	6.0	1.29	4.65	1.29	4.65	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	0.98	6.12	0.98	6.12	1.00	○	同上
61	HCU	C12-127	HCUスクラム弁(排出側)	空気作動グローブ弁	水平	6.0	1.29	4.65	1.29	4.65	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	0.98	6.12	0.98	6.12	1.00	○	同上
62	FRVS	SB2-4A	FRVS・SGTS系入口ダンパ	空気作動バタフライ弁	水平	6.0	3.47	1.72	3.47	1.72	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	3.78	1.58	3.78	1.58	1.00	○	同上
63	FRVS	SB2-4B	FRVS・SGTS系入口ダンパ	空気作動バタフライ弁	水平	6.0	5.11	1.17	5.11	1.17	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	3.47	1.72	3.47	1.72	1.00	○	同上

※：動的解析結果(50Hz又は100Hz)と静的解析結果(1.2ZPA)の大きい方の値。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められないもの。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められたもの(10%以下)。

【論点11】(参考8)機器の動的機能維持評価(弁の高振動数領域の考慮)
弁の動的機能維持評価結果(8／8)

表4　弁の動的機能維持評価結果(8／8)

No	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	機能確認済加速度	50Hz※		100Hz※		増加率(100Hz/50Hz)	評価	
							評価用加速度	裕度	評価用加速度	裕度			
64	FRVS	SB2-5A	非常用ガス再循環系トレインA入口ダンパ	空気作動バタフライ弁	水平	6.0	5.52	1.08	5.52	1.08	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
					鉛直	6.0	5.62	1.06	5.62	1.06	1.00	○	同上
65	FRVS	SB2-5B	非常用ガス再循環系トレインB入口ダンパ	空気作動バタフライ弁	水平	6.0	1.94	3.09	2.04	2.94	1.06	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加率が10%以下を確認
					鉛直	6.0	5.92	1.01	5.92	1.01	1.00	○	①100Hzまで考慮しても機能維持加速度以下を確認 ②100Hzにおける応答増加なし
66	FRVS	SB2-7A	非常用ガス再循環系トレインA出口ダンパ	空気作動バタフライ弁	水平	6.0	1.40	4.28	1.40	4.28	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.00	6.00	1.00	6.00	1.00	○	同上
67	FRVS	SB2-7B	非常用ガス再循環系トレインB出口ダンパ	空気作動バタフライ弁	水平	6.0	1.40	4.28	1.40	4.28	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.00	6.00	1.00	6.00	1.00	○	同上
68	FRVS	SB2-13A	非常用ガス再循環系循環ダンパ	空気作動バタフライ弁	水平	6.0	2.55	2.35	2.55	2.35	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	4.39	1.36	4.39	1.36	1.00	○	同上
69	FRVS	SB2-13B	非常用ガス再循環系循環ダンパ	空気作動バタフライ弁	水平	6.0	4.29	1.39	4.29	1.39	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	4.59	1.30	4.59	1.30	1.00	○	同上
70	SGTS	SB2-9B	非常用ガス処理系トレインB入口ダンパ	空気作動バタフライ弁	水平	6.0	1.40	4.28	1.40	4.28	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.00	6.00	1.00	6.00	1.00	○	同上
71	SGTS	SB2-9A	非常用ガス処理系トレインA入口ダンパ	空気作動バタフライ弁	水平	6.0	1.40	4.28	1.40	4.28	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.00	6.00	1.00	6.00	1.00	○	同上
72	SGTS	SB2-11B	非常用ガス処理系トレインB出口ダンパ	空気作動バタフライ弁	水平	6.0	1.94	3.09	1.94	3.09	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.44	4.16	1.44	4.16	1.00	○	同上
73	SGTS	SB2-11A	非常用ガス処理系トレインA出口ダンパ	空気作動バタフライ弁	水平	6.0	1.94	3.09	1.94	3.09	1.00	○	同上
					鉛直	6.0	1.44	4.16	1.44	4.16	1.00	○	同上

※：動的解析結果(50Hz又は100Hz)と静的解析結果(1.2ZPA)の大きい方の値。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められないもの。

50Hzまで考慮した応答加速度に対して，100Hzまで考慮した応答加速度に増加が認められたもの(10%以下)。