

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5月25日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、は営業秘密又は核物質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)(1/4)

第562回審査会合(平成30年4月5日)および第572回審査会合(平成30年5月17日)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。

分類	説明項目	コメント内容		今回回答	説明状況
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	○	5/8, 5/22
		②	止水機構の追従性に係る実証試験(加振試験)結果	○	5/22
耐震	2 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)
	3 機器の動的機能維持評価	①	抽出した評価対象部位に係る地震時の動的機能維持の評価結果	○	5/18
	4 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)		5/25予定
		②	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		5/25予定
		③	引張試験における荷重(モーメント)の比較		5/25予定
		④	ドライヤスカート部との干渉に係る解析上の扱い		5/25予定
	5 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		3/22, 4/16
		②	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		5/7, 6/下予定
	外部事象	6 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	—
②			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	○	4/19 4/27コメント回答済
機械設計	7 SA時の強度評価における設計方針	①	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	○	説明済(4/26)
	8 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		5/下より順次
		②	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		説明済(4/19)

コメント内容	白丸数字	前回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	前回の審査会合において、ご指摘を頂いたもの

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)(2/4)

分類	説明項目		コメント内容		今回回答	説明状況
機械設計	9	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		説明済(4/24)
			②	DBA・SA時のPCV動荷重を決定する要素を定量的に説明		4/24 (コメント対応中)
	10	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)
	11	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	ブローアウトパネル開放の実証試験結果	○	6/上予定 (追加クリップ試験反映)
			②	ブ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	○	6/下予定
			③	ブローアウトパネル本体の品質・施工管理、保守管理等	○	4/26, 5/10 (コメント対応中)
			④	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)
			⑤	強制開放装置の位置付け	-	完了(5/17)
			⑥	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)
			⑦	BOP実機大モックアップ試験時の地震荷重の考え方(固有値)について示すこと。		
			⑧	設計基準事故とBOPを開放させる地震の組合せに関連し、確率の出典について示すこと。		
			⑨	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。	○	
⑩	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。	○				
⑪	実機大のモックアップ(BOP本体、BOP閉止装置)試験前に試験条件を説明すること。	○				
⑫	設計基準事故と地震の組合せについて、発生確率から組合せが必要となる時期を求めて、被ばく評価を実施する意味が不明。DBとしては設計基準事故+Sdで十分であり、これを超える条件での評価に意味はなく、要求もされていないため、よく考えること。					

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)(3/4)

分類	説明項目		コメント内容	今回回答	説明状況	
機械設計	12	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)	
			④ 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		4/19(コメント対応中)	
			⑤ 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		5/下予定	
	13	MCCI/FCI対策に係る設計	① 工認対象範囲			説明済(4/27)
			② モックアップ試験結果			5/下予定
			③ コリウムシールドのドレン水貯蔵機能			説明済(4/27)
			④ コリウムシールドライナーの工認上の記載			説明済(4/27)
			⑤ 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			説明済(4/25)
			⑥ コリウムシールドの施工性	○		説明済(4/27)

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)(4/4)

分類	説明項目		コメント内容		今回回答	説明状況
耐津波	14	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	15	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		5/E~6/M予定
	16	立坑構造物の解析モデル変更	①	6つの立坑構造物に係る解析条件		5/E予定
			②	解析モデルの変更がない円筒形立坑の解析結果		6/E予定
			③	解析モデルの変更を伴う矩形立坑の解析結果		7/E予定
	17	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		6/E予定
			②	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)		6/E予定
	18	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對する設備影響評価結果		6/E予定
			②	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		6/E予定
19	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		6/E予定	
機械設計	20	ECCSポンプのSA時でのNPSH評価	①	試験結果および評価結果		6/E予定
			②	試験の再現性(投入異物の攪拌・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。	○	5/22
			③	試験手順について示すこと。	○	5/22
			④	試験の進捗状況、見通しについて具体的に示すこと。	○	5/22
	21	S M 材の使用制限(2.9MPa)を超えた範囲での使用	—	—	—	完了(5/17)

【論点1】 鋼製防護壁 止水機構の実証試験結果

1. 目的

鋼製防護壁と既設取水路間に設置する止水機構の地震時の追従性を確認するため、実規模大の試験装置を用いた加振試験を実施し、止水板が期待通りに動作すること、水密ゴム、その他構成部材が破損しないことを確認する。

2. 試験結果

- (1) 止水機構の評価フロー【別紙1】
- (2) 実証試験ケース【別紙2】
 - 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）
- (3) 実証試験結果（表1参照）
 - ① 特段の不具合もなく、想定した通りの結果が得られている。
 - ② 止水板の跳ね上がり量は小さく、止水性は確保できている。

表1 確認項目及び結果

項目	判定基準	試験結果	参照
止水板の地震時の追従性確認	止水板の動作に異常がなく、止水板としての機能が保持されていること。	止水板の浮上り固着、止水板の破損・損傷の異常は認められなかった。	別紙3
水密ゴムの健全性確認	水密ゴムの動作に異常がなく、機能が保持されていること。 水密ゴムのライニングに異常がなく、機能が保持されていること。	水密ゴムの噛み込み、摺動による亀裂、破損、摩耗は認められなかった。 ライニングの破損、めくれは認められなかった。 (詳細については一連の試験完了後に確認)	別紙4
1次止水機構の構成部材の健全性確認	装置全体に異常がなく健全であること。	試験装置、部材の変形、損傷等は認められなかった。	別紙4
止水板の浮き上がり量※ 3mm以下の浮き上がりであれば水密ゴムは底面戸当りと接触状態		約1.94mm(5月9日)／約2.61mm(5月15日) (加振ケース:3方向加振時)	

※:別途、止水機構の損傷・保守を想定し、1次止水機構及び2次止水機構がない場合の敷地内浸水量を評価しており、止水板の瞬間的な跳ね上がりによる漏えいは無視できる程度であり安全上の問題はない。

3. 実証試験のまとめ

実証試験の結果から、止水板の地震時、余震+津波時における追従性を確認し、三次元動的解析の実機モデルと実証試験モデルの検証の結果から実機モデルにおける信頼性の高さを確認した。【別紙5】

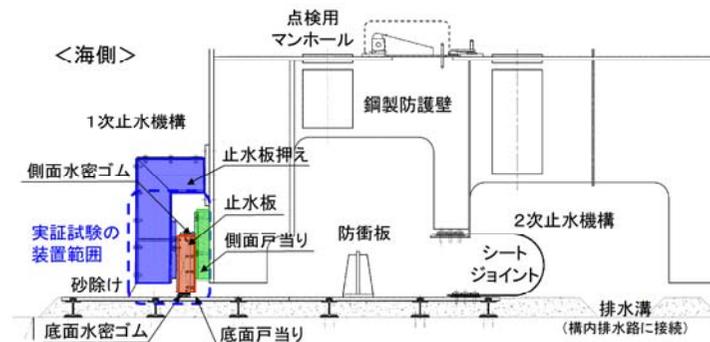


図1 止水機構全体構造概要

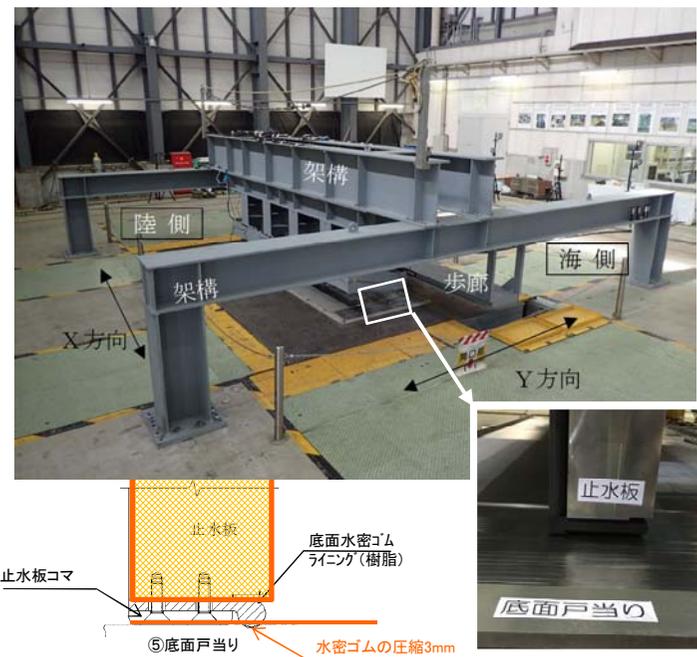


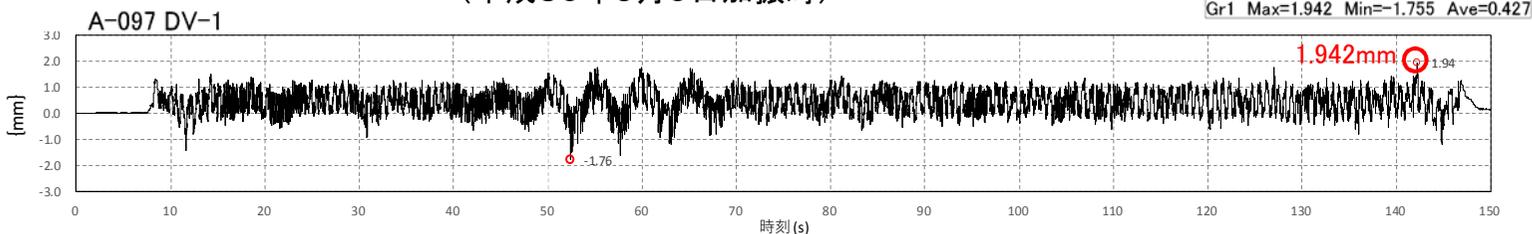
図2 実証試験装置全景

【論点1(参考)】 鋼製防護壁 止水機構の実証試験結果

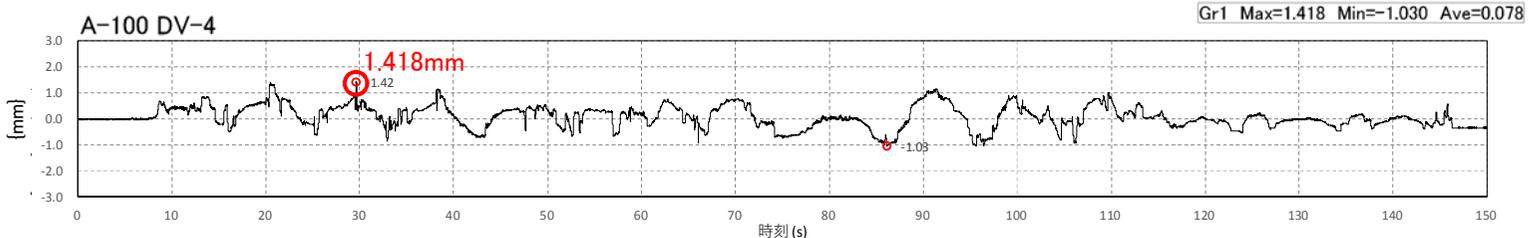
平成30年5月17日 審査会合資料抜粋

(平成30年5月9日加振時)

3方向同時加振時
計測データ

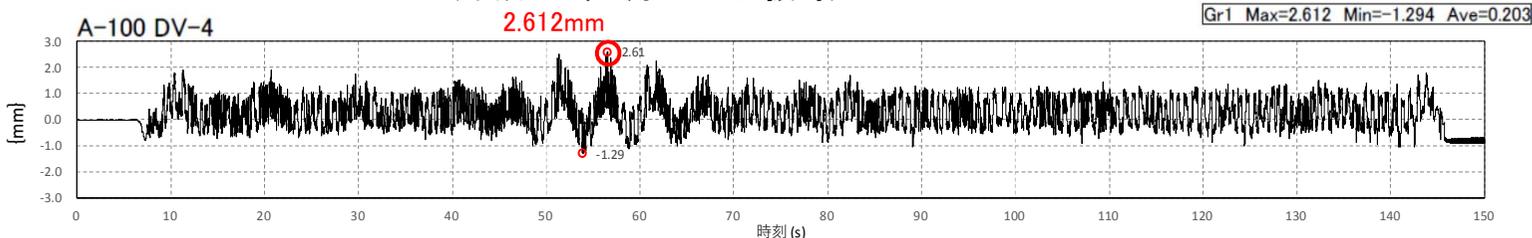


鉛直方向加振時
計測データ



(平成30年5月15日加振時)

3方向同時加振時
計測データ



鉛直方向加振時
計測データ

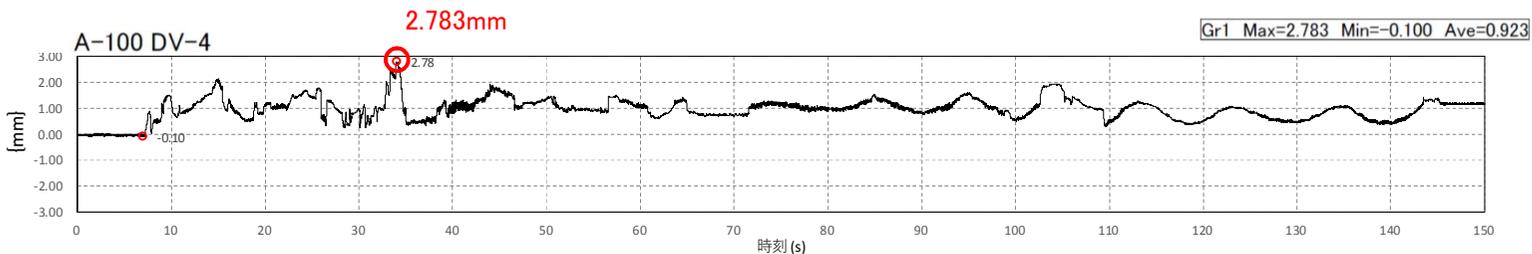


図3 止水板跳ね上がり量計測結果

【論点1】 鋼製防護壁 止水機構の実証試験の目的と評価のフロー

2. (1) 止水機構の評価フロー

以下の評価フローに基づき実証試験及び三次元動的解析の評価を行う。

- ① 実証試験において止水板の挙動等※を確認する。
- ② 実証試験と三次元動的解析結果の検証を行う。
- ③ 基準地震動 S_g における実機での止水板の挙動等※については、三次元動的解析にて確認する。

※止水板の挙動等とは、地震時又は余震+津波時における止水板の挙動、変位追従性、水密ゴムの健全性

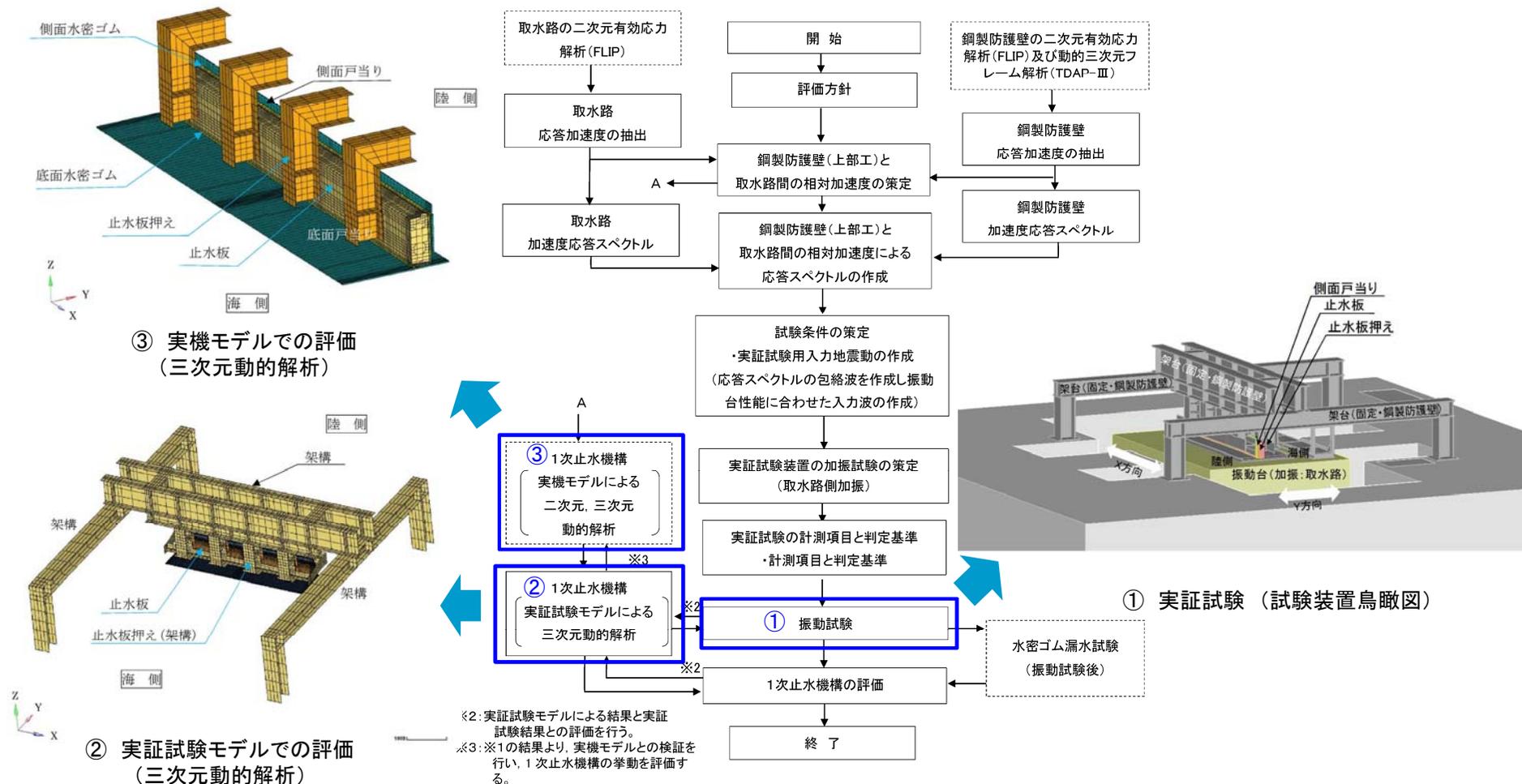


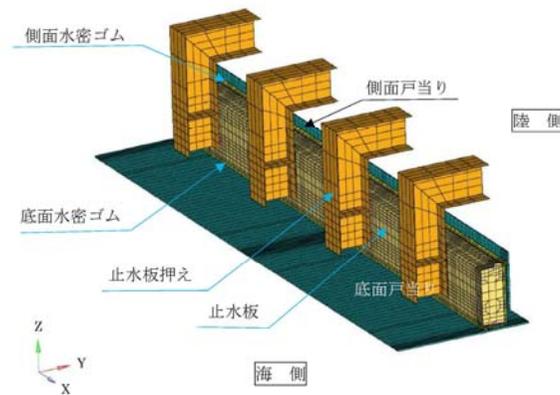
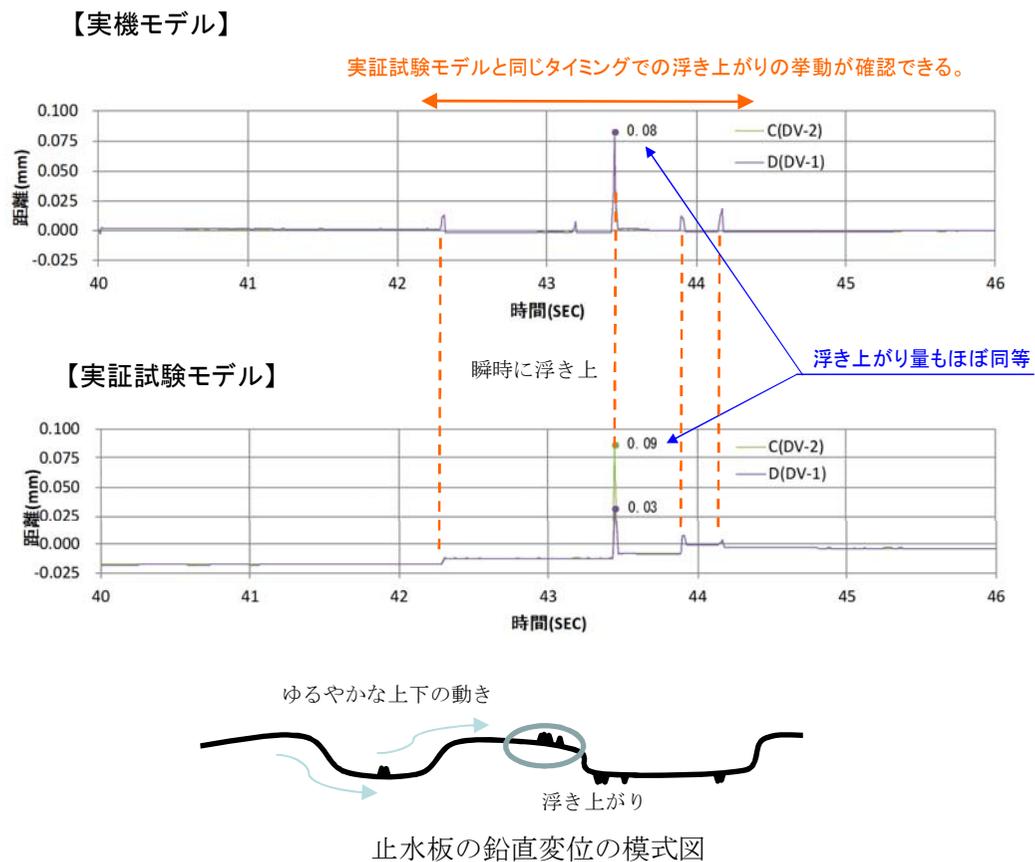
図4 1次止水機構の実証試験評価フロー

【論点1】 鋼製防護壁 止水機構の実証試験及び解析結果からの止水板の挙動

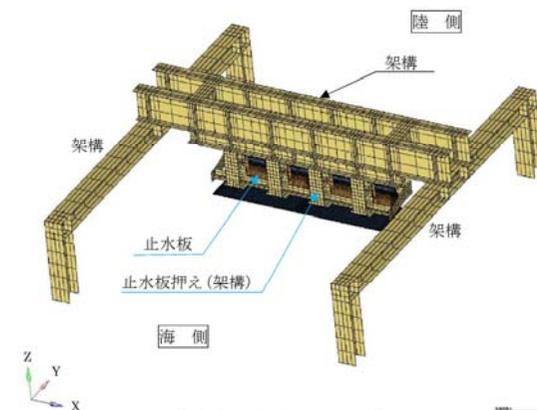
2. (3) 三次元動的解析の実機モデルと実証試験モデルの検証 (検証 I)

鉛直加振における三次元動的解析の実機モデルと実証試験モデルの解析結果から、止水板の浮き上がりの挙動やタイミング、浮き上がり量もほぼ同じ結果が得られ、実証試験モデルは実機モデルと同等の信頼性の高い検証結果であることを確認した。

図5に実機モデルと実証試験モデルの止水板の挙動について示す。



【実機モデル】
(三次元動的解析)



【実証試験モデル】
(三次元動的解析)

図5 三次元動的解析の実機モデルと実証試験モデルとの検証

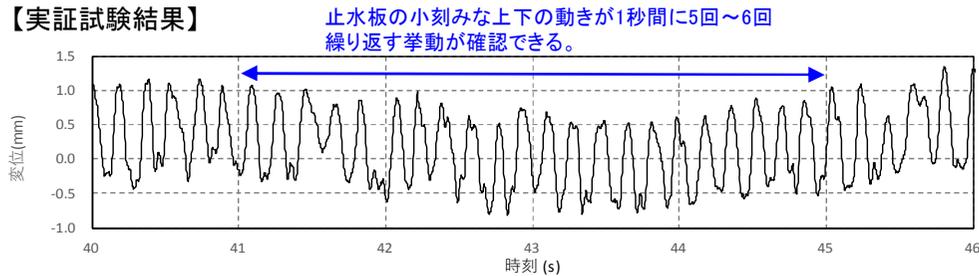
【論点1】 鋼製防護壁 止水機構の実証試験及び解析結果からの止水板の挙動

2. (3) 実証試験と三次元動的解析の検証 (検証Ⅱ)

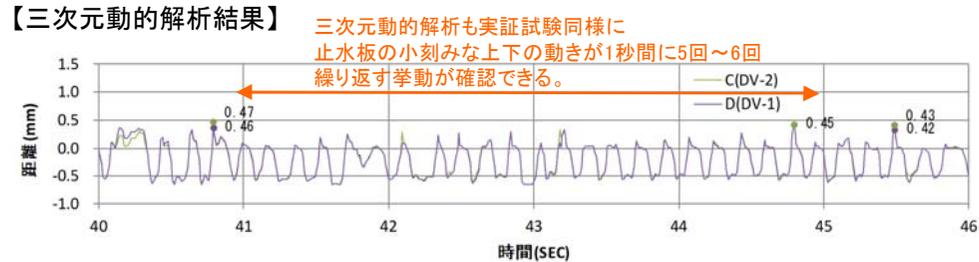
実証試験の鉛直変位結果と三次元動的解析における実証試験モデルでの鉛直変位の結果から、止水板のスムーズな挙動及び小刻みな上下の動きが1秒間に5回～6回繰り返す挙動が実証試験と実証試験モデル両方に確認でき、実証試験モデルは信頼性の高い検証結果であることを確認した。

図5に実証試験結果と三次元動的解析結果(実証試験モデル)の止水板の挙動について示す。

【実証試験結果】



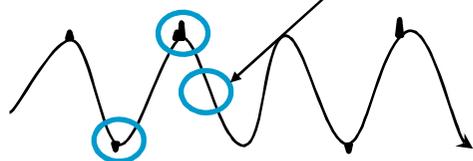
【三次元動的解析結果】



止水板の挙動

3方向(Y方向加振)包絡波の実証試験結果(上)と三次元動的解析結果(下)

写真②: 取水路側が下がる 写真③: 取水路が中間位置



写真①: 取水路側が上がる状態
【止水板の鉛直変位の模式図(3方向)】

止水板が小刻みな上下の動きを繰り返し、止水板のスムーズな挙動が確認できる。
写真①～③に示す。



写真①: 取水路側が上昇



②取水路側が下降



③取水路側が中間位置

図6 実証試験結果と止水板の挙動の検証について

【論点1】 鋼製防護壁 止水機構の実証試験結果(止水板の浮き上がり量)

2. (3)実証試験における浮き上がりの計測結果

本震時における止水板の浮き上がりの計測結果を以下に示す。その結果、止水板の浮き上がり量は全ケースにおいて大きな浮き上がりはなく良好な結果であった。このため、実証試験における本震時、余震+津波時の水密機能は維持できる結果であった。

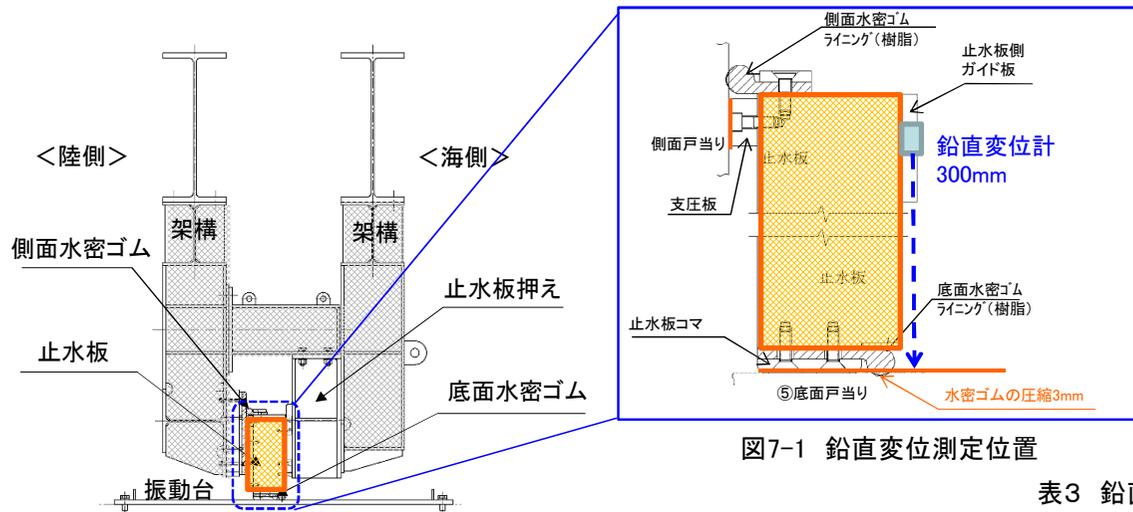
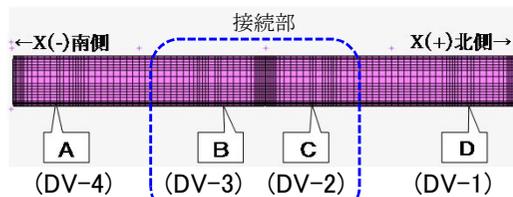


図7-1 鉛直変位測定位置



図7 実証試験装置(断面図)



評価位置※

図8 鉛直変位測定位置

※実証試験装置は止水板の両端が自由端のため浮き上がりやすい傾向があることから、止水板の挙動に近い接続部(BとC)のデータを整理した。

写真1 鉛直変位測定位置

表3 鉛直変位測定評価【本震時】

(mm)

		①3方向	②3方向	③鉛直	④鉛直	判定※
		(X方向(堤軸)包絡波)	(Y方向(堤軸直角)包絡波)	(鋼製防護壁包絡波)	(取水路側包絡波)	
止水板の地震時の追従性確認	1回目	1.69(DV-2) 1.97(DV-3)	1.32(DV-2) 0.79(DV-3)	2.01(DV-2) 2.24(DV-3)	0.66(DV-2) 0.65(DV-3)	良
	2回目	0.89(DV-2) 0.77(DV-3)	2.41(DV-2) 2.20(DV-3)	1.31(DV-2) 2.19(DV-3)	0.93(DV-2) 0.97(DV-3)	良

表4 鉛直変位測定評価【余震時】

(mm)

		①3方向	②鉛直	③鉛直	判定※
		(Y方向(堤軸直角)包絡波)	(鋼製防護壁波形入力)	(取水路側包絡波)	
止水板の地震時の追従性確認	1回目	1.25(DV-2) 1.52(DV-3)	1.31(DV-2) 1.82(DV-3)	0.626(DV-2) 0.316(DV-3)	良
	2回目	1.70(DV-2) 1.56(DV-3)	0.90(DV-2) 1.67(DV-3)	0.53(DV-2) 0.02(DV-3)	良

※判定：大きな浮き上がりがないこと。目安として3mm以下の浮き上がりであれば水密ゴムは底面戸当りと接触状態。

【論点1】 鋼製防護壁 止水機構の実証試験の結果

2. (3) 実証試験結果

実証試験は再現性を確認するため2回実施し、実証試験結果の以下の全ての項目において、良好な結果であることを確認した。

表5 実証試験結果(1回目/2回目)

		①3方向 (X方向(堤軸)包絡波)	②3方向 (Y方向(堤軸直角)包絡波)	③鉛直 (鋼製防護壁包絡波)	④鉛直 (取水路側包絡波)
止水板の地震時の追従性確認	◆止水板の動作に異常がなく、止水板としての機能が保持されていること。(浮き上がり、止水板の破損・損傷)	良好/良好	良好/良好	良好/良好	良好/良好
水密ゴムの健全性確認	◆水密ゴムの動作に異常がなく機能が保持されていること。 (噛み込み、摺動による亀裂、破損、摩耗) ◆水密ゴムのライニングに異常がなく機能が保持されていること。(ライニングの破損、めくれ)※	良好/良好	良好/良好	良好/良好	良好/良好
1次止水機構の構成部品の健全性確認	◆装置全体に異常がなく健全であること。 (試験装置、部材の変形、損傷、他)	良好/良好	良好/良好	良好/良好	良好/良好

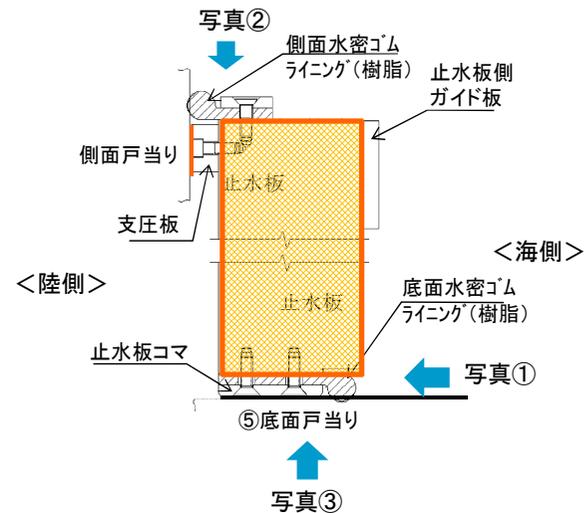
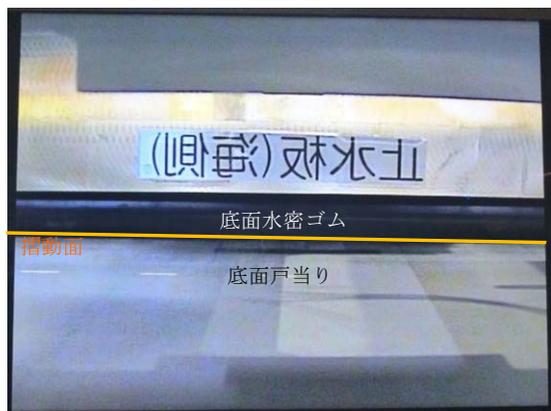
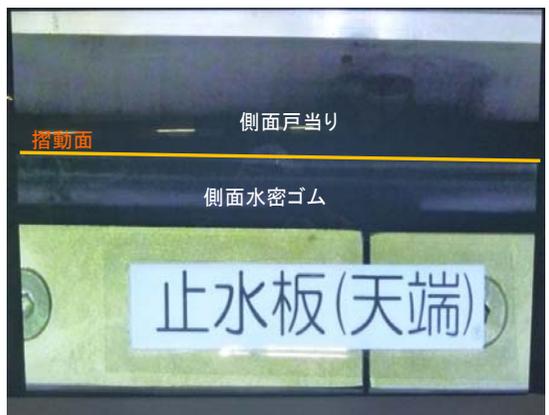


図9 止水板の構造(断面図)



写真① 底面水密ゴムと底面戸当り
(海側より)



写真② 側面水密ゴムと側面戸当り
(海側より)



写真③ 底面水密ゴムと止水板コマ
1回目 本震終了後吊り上げ時

3. 実証試験のまとめ

実証試験の結果から、止水板の地震時、余震+津波時における追従性を確認し、三次元動的解析の実機モデルと実証試験モデルの検証の結果から実機モデルにおける信頼性の高さを確認した。実証試験を通して得られた止水機構の確認内容を表6に示す。

表6 1次止水機構の評価結果と確認した機能

項目	評価基準	評価結果	止水機構の確認内容
①実証試験データの分析	<ul style="list-style-type: none"> ◆異常の有無を確認する。 ◆加振時の止水板の挙動を評価する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆水密ゴムの巻き込み、破損等はなかった。 ◆止水板の固着や浮上りはなかった ◆止水板の挙動はスムーズで良好な結果であった。 	実機における止水板の挙動確認 (別紙3(2/3))
②二次元及び三次元動的解析結果の分析	<ul style="list-style-type: none"> ◆二次元及び三次元動的解析の結果から止水板の挙動を確認する。 ◆実証試験の結果と試験装置の三次元動的解析の結果から、止水板の挙動について評価を行う。 	◆三次元動的解析の結果から、水密ゴムの巻き込み、破損等はなかった。また、止水板の固着や浮上りもなく良好な結果であった。	解析における止水板の挙動及び水密ゴムの止水機能の確認 (別紙3(2/3))
③1次止水機構の評価	◆1次止水機構の各部材毎における、強度評価、耐震評価について、1次止水機構の各部位毎の評価する。	◆実証試験及び解析結果より強度計算、耐震計算に反映する結果は特になし。	実証試験、三次元動的応答解析結果より、原設計通り実施する。 (別紙3(2/3),(3/3), 別紙4)
	◆耐震評価については、実証試験にて得られた結果と実証試験装置の解析モデルとの挙動評価の結果から、実機モデルでの三次元動的解析結果と検証を行い1次止水機構の挙動を評価する。	◆実証試験モデルと実機モデルでの解析結果を比較し、止水板の浮き上がりの挙動やタイミング、底面戸当りからの距離は、ほぼ同じ結果が得られた結果となった。	<ul style="list-style-type: none"> ◆三次元解析結果にて実機モデルと実証試験モデルを検証した。 ◆実証試験と実証試験モデルの止水板の挙動を検証し妥当性を検証した。 (別紙3(1/2))
	◆止水板の瞬間的な浮き上がりについては、地震時の浮き上がり時間から浸水量を評価し、余震+津波時における浸水量として算出し、2次止水機構への影響を評価する。	◆地震時及び余震+津波時において、止水板の浮き上がり量は3mm以下であり、水密ゴムと底面戸当りは接触状態であることを全ての実証試験ケースにて確認した。	実機における水密ゴムの水密機能 (別紙3(3/3), 別紙4)

【論点一〇】 機器の動的機能維持評価(1/4)

1. 概要

JEAG4601の適用外であるスクリー式ポンプ及びギヤ式ポンプが地震時に機能維持できることを確認する。

2. 確認事項

対象設備の評価対象部位が地震時に健全性(動的機能維持)を確保できることを確認する。

※:設備の特徴に基づく損傷モードに応じた評価対象部位の抽出については、第562回審査会合(平成30年4月5日)で説明済み。

表1 評価対象設備

評価対象	機種/型式
<ul style="list-style-type: none"> ・非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ ・常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ 	横形ポンプ スクリー式 (図1, 図2)
<ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所用発電機給油ポンプ 	横形ポンプ* ギヤ式

* 先行プラントで耐特委での検討を踏まえた評価実績があるため、本資料ではスクリー式ポンプについて説明する。

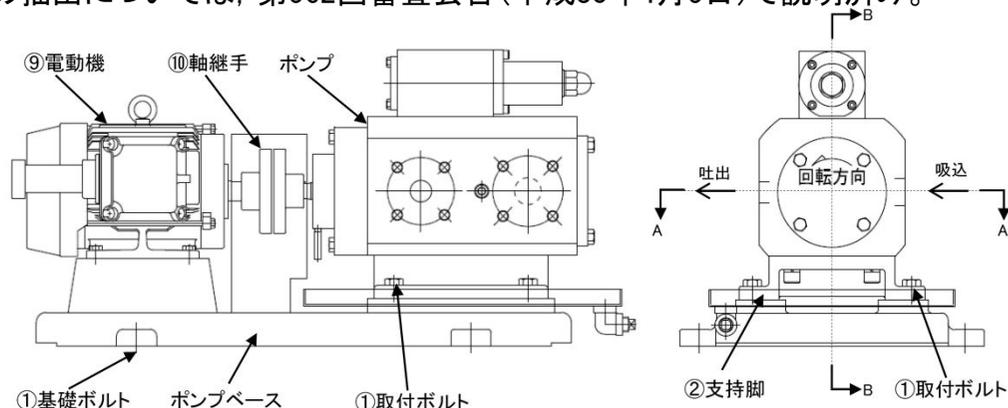


図1 スクリー式ポンプ外形図

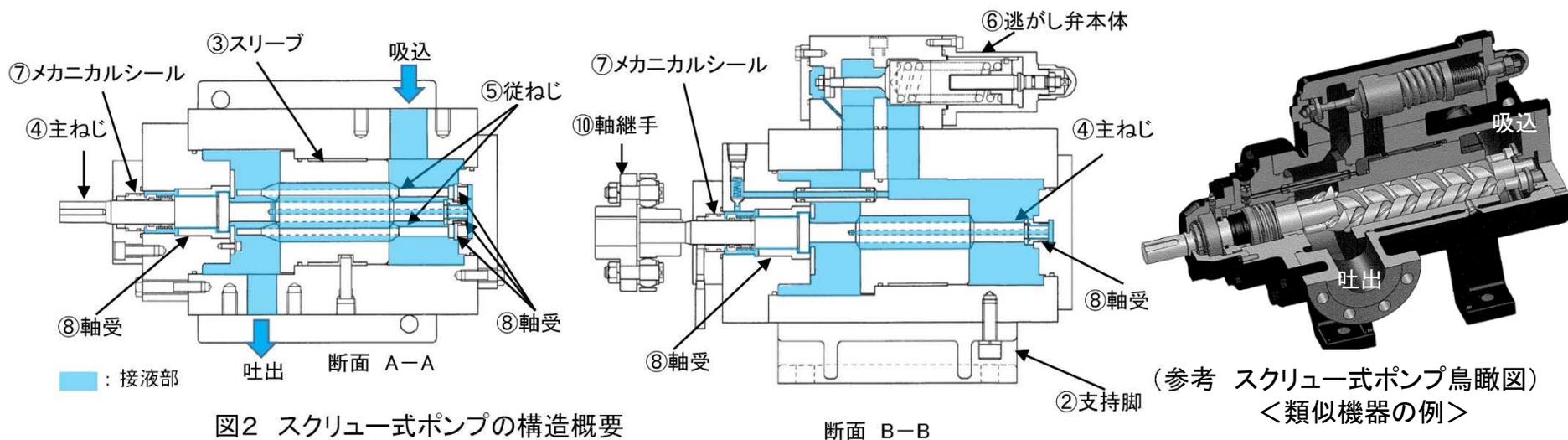


図2 スクリー式ポンプの構造概要

【論点一〇】 機器の動的機能維持評価(2/4)

地震時異常要因分析図から抽出した評価項目及び評価基準を表2に示す。

表2 スクリュー式ポンプの評価対象部位, 評価項目及び評価基準

評価対象部位※	評価項目の検討※	計算書の 評価対象※	評価基準
① 基礎ボルト (取付ボルト含む)	基礎ボルトで固定された架台上に機器が取付ボルトで設置されており、地震時に有意な荷重がかかることから動的機能維持の評価を実施する。	○	支持機能の確保の観点から、IV _A Sを評価基準値とした。
② 支持脚	支持脚部は、高い剛性を有するためにケーシング定着部に荷重がかかる構造になっており、取付ボルト及び基礎ボルトが評価上厳しい部位である。このため、基礎ボルト及び取付ボルトの評価で代表する。	—	—
③④⑤ 摺動部	主ねじについて、主ねじの変形によりスリーブ部と接触することで回転機能及び輸送機能が喪失に至ることが考えられるため、動的機能維持の評価を実施する。	○	主ねじとスリーブの接触により回転機能、移送機能が阻害されるという観点から、主ねじとスリーブのクリアランスを評価基準値とした。
④ 主ねじ	軸応力過大により軸損傷が発生しないことを確認するため、動的機能維持の評価を実施する。	○	回転機能の確保の観点から、主ねじの変形を弾性範囲内に留めるようIII _A Sを評価基準値とした。
⑥ 逃がし弁	弁に作用する最大加速度が、安全弁の動的機能維持確認済加速度以下であることを確認する。	○	移送機能の確保の観点から、安全弁の機能確認済加速度を評価基準とした。
⑦ メカニカルシール	高い剛性を有するケーシングに固定されており、地震時に有意な変位が生じない。また、軸封部は軸受近傍に位置し、軸は地震時でも軸受で支持されており、有意な変位は生じることはなく、軸封部との接触は生じない。	—	—
⑧ 軸受	損傷することによりポンプの機能喪失につながるため、動的機能維持の評価を実施する。	○	回転機能の確保の観点から、メーカーが推奨する許容面圧を評価基準とした。
⑨ 電動機	機能維持済加速度との比較により動的機能維持の評価を行う。	○	回転機能、移送機能の確保の観点から、電動機の機能確認済加速度を評価基準とした。
⑩ 軸継手	軸継手にはスラスト荷重による有意な応力が発生しない。	—	—
⑪ ケーシングノズル	吸込、吐出部は直接ケーシングに接続する構造で、ノズル形状を有さない。	—	—

※:第562回審査会合(平成30年4月5日)説明範囲

【論点一〇】 機器の動的機能維持評価(3/4)

3. 確認結果

地震時の動的機能維持の評価結果を表3～5に示す。すべての評価項目の発生値が許容値以下であることを確認した。

表3 非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ評価結果

評価部位		項目		発生値	許容値	評価
①	基礎ボルト	応力	引張	4 MPa	184 MPa	○
			せん断	4 MPa	142 MPa	○
	ポンプ取付ボルト	応力	引張	3 MPa	433 MPa	○
			せん断	2 MPa	333 MPa	○
③	スリーブ	クリアランス	—	0.024 mm	0.04 mm	○
④	主ねじ					
④	主ねじ	応力	せん断	8 MPa	495 MPa	○
⑥	逃がし弁	加速度	水平	$0.87 \times 9.8\text{m/s}^2$	$5.0 \times 9.8\text{m/s}^2$	○
			鉛直	$0.71 \times 9.8\text{m/s}^2$	$1.0 \times 9.8\text{m/s}^2$	○
⑧	軸受	面圧	ラジアル(原動機側)	0.0790 MPa	0.9807 MPa	○
			ラジアル(負荷側)	0.1356 MPa	0.9807 MPa	○
			スラスト	0.1588 MPa	0.9807 MPa	○
⑨	電動機	加速度	水平	$0.81 \times 9.8\text{m/s}^2$	$4.7 \times 9.8\text{m/s}^2$	○
			鉛直	$0.71 \times 9.8\text{m/s}^2$	$1.0 \times 9.8\text{m/s}^2$	○

表4 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ評価結果

評価部位		項目		発生値	許容値	評価
①	基礎ボルト	応力	引張	4 MPa	184 MPa	○
			せん断	4 MPa	142 MPa	○
	ポンプ取付ボルト	応力	引張	3 MPa	433 MPa	○
			せん断	2 MPa	333 MPa	○
③	スリーブ	クリアランス	—	0.024 mm	0.04 mm	○
④	主ねじ					
④	主ねじ	応力	せん断	8 MPa	495 MPa	○
⑥	逃がし弁	加速度	水平	$0.87 \times 9.8\text{m/s}^2$	$5.0 \times 9.8\text{m/s}^2$	○
			鉛直	$0.71 \times 9.8\text{m/s}^2$	$1.0 \times 9.8\text{m/s}^2$	○
⑧	軸受	面圧	ラジアル(原動機側)	0.0790 MPa	0.9807 MPa	○
			ラジアル(負荷側)	0.1356 MPa	0.9807 MPa	○
			スラスト	0.1588 MPa	0.9807 MPa	○
⑨	電動機	加速度	水平	$0.81 \times 9.8\text{m/s}^2$	$4.7 \times 9.8\text{m/s}^2$	○
			鉛直	$0.71 \times 9.8\text{m/s}^2$	$1.0 \times 9.8\text{m/s}^2$	○

【論点一〇】 機器の動的機能維持評価(4/4)

表5 常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ

評価部位		項目		発生値	許容値	評価
①	基礎ボルト	応力	引張	4 MPa	184 MPa	○
			せん断	4 MPa	142 MPa	○
	ポンプ取付ボルト	応力	引張	3 MPa	433 MPa	○
			せん断	3 MPa	333 MPa	○
③	スリーブ	クリアランス	—	0.017 mm	0.047 mm	○
④	主ねじ					
④	主ねじ	応力	せん断	6 MPa	495 MPa	○
⑥	逃がし弁	加速度	水平	$0.81 \times 9.8\text{m/s}^2$	$5.0 \times 9.8\text{m/s}^2$	○
			鉛直	$0.71 \times 9.8\text{m/s}^2$	$1.0 \times 9.8\text{m/s}^2$	○
⑧	軸受	面圧	ラジアル(原動機側)	0.0678 MPa	0.9807 MPa	○
			ラジアル(負荷側)	0.0835 MPa	0.9807 MPa	○
			スラスト	0.1769 MPa	0.9807 MPa	○
⑨	電動機	加速度	水平	$0.81 \times 9.8\text{m/s}^2$	$4.7 \times 9.8\text{m/s}^2$	○
			鉛直	$0.71 \times 9.8\text{m/s}^2$	$1.0 \times 9.8\text{m/s}^2$	○

参考 スクリュー式ポンプの主要仕様

		非常用ディーゼル発電機 燃料移送ポンプ	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機 燃料移送ポンプ	常設代替高圧電源装置 燃料移送ポンプ
容量	m ³ /h/個	1.92以上	1.04以上	3.02以上
揚程	MPa	0.195以上(2C用) 0.156以上(2D用)	0.190以上	0.285以上
最高使用圧力	MPa	1.00	1.00	1.00
最高使用温度	°C	55	55	55
原動機出力	kW/個	1.2	1.2	2.2
主要 寸法	たて	mm	220	220
	横	mm	470	535
	高さ	mm	230	250
合計質量	kg	319	319	360

第562回審査会合(4月5日)コメント回答 降下火砕物に対する建屋の健全性

<コメント>

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こと

<回答>

(1) 3次元FEMモデルによる鉄骨材及び屋根スラブのモデル化範囲, 使用要素, 境界条件, 拘束条件, モデル概要図

モデル化範囲	○原子炉棟EL. 46.5mより上部構造をモデル化
使用要素	○梁要素: 主トラス上弦材・下弦材, 上弦面つなぎ梁, 柱, 梁 ○シェル要素: 耐震壁, 屋根スラブ ○トラス要素: 主トラス斜材・束材, 母屋, 下弦面つなぎ梁, 水平ブレース
境界条件・拘束条件	○解析モデル下端の全節点を固定とする。 ○梁要素, シェル要素及びトラス要素の同一座標における節点は, 同一節点を用いてモデル化



(a) 梁要素・トラス要素



(b) 全要素

- : 梁要素
- : トラス要素
- : シェル要素
- : 固定点(6自由度固定)

図1 3次元FEMモデルの概要

第562回審査会合(4月5日)コメント回答 降下火砕物に対する建屋の健全性

(2) 屋根スラブの応力, 歪みの分布

- ・屋根スラブはほぼ全域で圧縮軸力が支配的(図2)であり, 曲げと軸力を考慮した場合においてもほぼ全域で全断面圧縮状態(図3)
- ・屋根スラブはほぼ全域で全断面圧縮状態であるため, 引張力に対するコンクリート内の鉄筋の負担が緩和
- ・軸力と曲げを考慮したコンクリートの最大圧縮応力度(6.70 N/mm²)はコンクリートの長期許容圧縮応力度(7.30 N/mm²)未滿
- ・本解析は線形解析であるため, 歪みは図2で示す軸応力と同様の分布

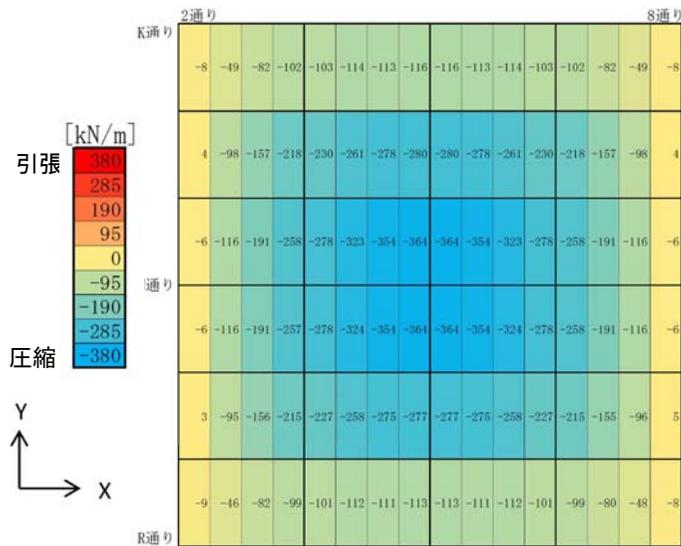


図2 屋根スラブの軸応力分布(単位長さあたりの軸力)

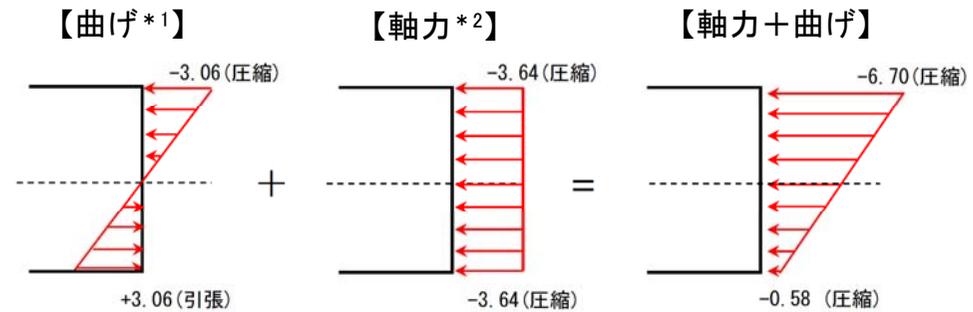


図3 曲げ+軸力を考慮した場合の応力度

- * 1: 母屋で支持された単位幅の1方向スラブのうち, 支持スパンが最も長いスラブを取出し, 等分布荷重を受ける両端固定梁として算出した曲げモーメント(5.1 kN・m)から求めたコンクリートの縁応力度 $\pm 3.06 \text{ N/mm}^2$
- * 2: 3次元FEMモデルによる最大圧縮軸力(-364 kN/m)から求めた軸応力度 -3.64 N/mm^2

(3) 鉄骨材とスラブの接合部の状態

実際には鉄骨材と屋根スラブはスタッドにより結合されているが, 3次元FEMモデルにおいては, 以下の観点からスタッドをモデル化していない

- ・スタッドに生じる応力は, 地震時の水平荷重が支配的であり, 降下火砕物の鉛直荷重評価においてスタッドの有無が評価に与える影響はない
- ・主トラス上弦材(鉄骨材)と屋根スラブは節点を共有して同一平面上にモデル化しており, 降下火砕物の堆積による鉛直荷重評価において, 曲げ剛性を保守的に評価

説明項目－7 SA時の強度評価における設計方針

<コメント>

強度評価の方針として、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、合理的な値を採用することの考え方を示すこと。

<回答>

- ◆ 施設時の昭和45年告示501号には、管の応力評価の記載が無いことから、ASME Boiler and Pressure Vessel Code Sec. III 1971 Editionを流用した評価を実施している。ASME 1971 Editionでは管の応力評価に用いる曲げ管、ティー、エルボの応力係数B1は□であった。
- ◆ ASME 1980 Editionにおいて、曲げ管、ティー、エルボの応力係数B1を□から□に変更しているが、これは製品の製造能力の向上によるものではなく、試験データ等の拡充に伴い、より合理的な値が採用できると判断されたためである※。

※: "Background for Changes in the 1981 Edition of the ASME Nuclear Power Plant Components Code for Controlling Primary Loads in Piping Systems", Journal of Pressure Vessel Technology Vol. 104, Nov. 1982, pp.351-361

- ◆ JSME設計・建設規格において、B1係数は0.5を採用しており、今回の評価も上記ASME改訂理由を考慮し、曲げ管、エルボ、ティーの応力係数B1は合理的な値としてJSMEの応力係数(0.5)を採用する。

クラス1配管の応力評価	建設時工認 ASME(1971年) ／告示501号(S45年)	今回の評価 JSME(2005/2007)	妥当性
応力係数B1	ASME 曲げ管または突合せ溶接エルボ, 突合せ溶接ティー □	曲げ管または突合せ溶接 エルボ, 突合せ溶接ティー =0.5	ASMEは1980年に、試験データ等の拡充に伴い、より合理的な値として□に変更しており、JSMEと同等

第562回審査会合(4月5日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(1)

コメント:ブローアウトパネル本体の品質・施工管理, 保守管理等について整理して説明すること。

回答:ブローアウトパネルの施工管理項目, 今後の保守管理内容は以下のとおり。なお, 今後実施する実機大モックアップ試験等を踏まえ, 必要に応じて適宜見直すこととする。

(1)ブローアウトパネル本体

対象機器	必要な機能	目的	管理項目	実施内容
施工管理	開放機能	クリップ抗力を設計範囲内に確保	クリップの性能管理	<ul style="list-style-type: none"> ◆ クリップの各寸法が公差内(±0.1mm)にあること。また, クリップの開放荷重は, 前提となるクリップ単体試験の開放荷重の範囲内にあること。(試験体のミルシート毎に抜き取りしてクリップ単体試験にて確認) ◆ クリップがモックアップ試験にて機能を確認した位置に設置されていること。
		シール抗力を設計範囲内に確保	シール材目地深さ	<ul style="list-style-type: none"> ◆ モックアップに用いたものと同仕様のシール材であること ◆ シール材抗力に関係するシール材の目地深さは, 規定値内(深さ10mm以内)にあること。
		摩擦抗力を設計範囲内に確保	型枠内面状況	◆ 摩擦力に影響する型枠の内面(ブローアウトパネルとの間)に異常(有意な腐食やバリ等)がないこと。(ブローアウトパネルを順次取り外して確認)
		パネルと型枠の干渉回避	パネル寸法確認	◆ ブローアウトパネルの寸法は, 規定寸法内(設計値±4mm)にあること。
	気密性能	シール健全性確保	気密性能(建屋)	◆ 原子炉建屋気密性能検査にて, 原子炉建屋としての気密性能が確保されること。
			外観目視(シール部)	◆ 構造健全性確認検査として目視点検
	構造健全性	構造健全性確認	外観目視試験	◆ 構造・機能に影響を及ぼすような損傷, 異常のないこと。(シール部を含むパネル全体, クリップ部を含む)
保守管理	開放機能	摩擦抗力を設計範囲内に確保	クリップの性能管理	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 定期的の実機クリップを取り外し, クリップが所定荷重以下で降伏することを引張試験にて確認。クリップは製造ロット毎に管理し, 要求仕様を満足しない場合には当該ロットは全て取替 ◆ クリップは, 5階, 6階東西南北に対応する5ロットで管理する。
			型枠内面状況	◆ シール取替の合わせ型枠の内面(ブローアウトパネルとの間)に異常(有意な腐食やバリ等)がないことを確認
	気密性能	シール健全性確保	気密性能(建屋)	◆ 定期検査毎の原子炉建屋気密性能検査にて確認
			外観目視(シール部)	◆ 構造健全性確認検査として目視点検
			シール取替	◆ 当該シールは紫外線による劣化が想定されず, 通常的环境条件も緩やかであるため, シールメーカー等の知見などを踏まえて取替周期を設定
	構造健全性	構造健全性確認	外観目視試験	◆ 構造健全性確認検査として目視点検

※ 点検周期についてはモックアップ試験結果等を踏まえて設定する

第572回審査会合(5月17日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(2)

<コメント>

ブローアウトパネル実機大モックアップ試験時の地震に対する考え方について示すこと。

<回答>

◆ブローアウトパネルは、被ばく影響の観点から地震動Sdで開放しない設計とする。これを確認するため、実機大モックアップ試験にて付加する地震荷重について検討した。付加する地震荷重は、ブローアウトパネルの固有値をもとに、FRSから該当する加速度を求め決定する。

① ブローアウトパネルの固有値を以下の式により算出した結果、固有値は約15Hz(固有周期0.065秒)であった。この固有値に対応するブローアウトパネル設置建屋屋上部(ブローアウトパネルの設置高さは約EL.57mであるが、保守的にEL63.65mの応答スペクトルを使用)の応答スペクトルは、2.395G(Ss:4.79Gの1/2)である。

② 実機大モデルの固有振動を測定し、固有値を決定する。

◆以上より、上記①、②に対して、より地震加速度が大きくなる地震加速度に相当する荷重を油圧ジャッキにて付加し、地震動Sd相当では開放しないことを確認する。

固有振動数の算出方法

1次固有振動数 f を「土木学会 構造力学公式集」に基づき以下の式より算出する。
パネル本体は、板材及び芯材の組合せにより剛な断面を有しているとともに、クリップによりパネルを枠に支持させる構造であることから、両端支持はりに単純化したモデルとし、はり長さはパネル幅とする。

固有振動数算出に用いる記号を第2表に示す。

第2表 固有振動数算出に用いる記号

記号	単位	定義	
f	Hz	ブローアウトパネルの1次固有振動数	15.32
ℓ	m	はり長さ	3.965
E	N/m ²	ヤング率	2.05E+11
I	m ⁴	断面2次モーメント	1.52E+7
m	kg/m	質量分布	132.4

$$f = \frac{\pi^2}{2\pi \ell^2} \sqrt{\frac{E I}{m}}$$

第572回審査会合(5月17日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(5)

<コメント>

実機大モックアップ試験時の試験条件について説明すること。また、ブローアウトパネルの実機大モックアップ試験時の予備品(予備試験体)の考え方、リスク管理について説明すること。

<回答>

◆ブローアウトパネル実機モックアップ試験では予備を含めて3台のモックアップを作成する。試験体の試験条件、考え方は以下のとおり。

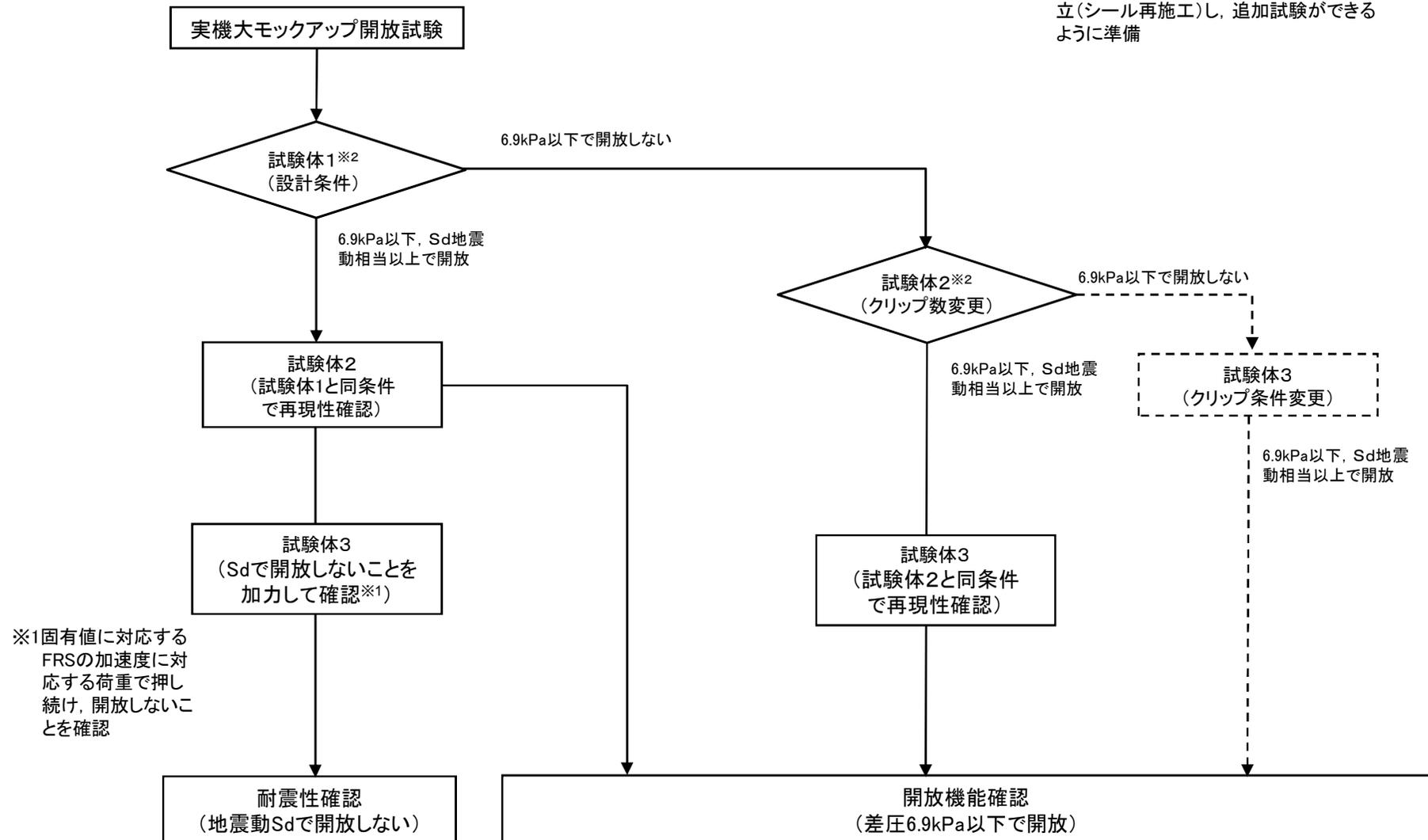
No	項目	目的	試験条件・考え方		備考
1	試験体1 (机上検討条件 の実機確認)	設計条件を満たすこと の確認 ◆ 6.9kPa以下で開放す ることの確認 ◆ Sdで開放しないこと の確認 ◆ クリップ以外の抵抗 力の把握	◆ クリップ数	◆ 10個/パネル(上下左右のクリップ数:4, 2, 2, 2)	◆ 付加荷重からクリップ 抗力を差し引くこと により、実機大のシール 材及び摩擦抗力把握 可能
			◆ 開放荷重	◆ 6.9kPaの差圧相当の荷重を油圧ジャッキにて 付加し開放することを確認 ◆ 荷重変位曲線から地震動Sd相当の荷重では 開放しないことを確認	
2	試験体2 (クリップ条件 の最適化)	試験体1で設計目標を 満足しなかった場合に、 クリップ数を変更し以下 を確認 ◆ 6.9kPa以下で開放す ることの確認 ◆ Sdで開放しないこと の確認	◆ クリップ数	◆ クリップ(試験体1の結果よりクリップ数を変 更)	◆ 試験体1で設計目標 を満足する場合には、 再現性確認のため試 験体1と同条件で再 試験実施
			◆ 開放荷重	◆ 6.9kPaの差圧相当の荷重を油圧ジャッキにて 付加し開放することを確認 ◆ 荷重変位曲線から地震動Sd相当の荷重では 開放しないことを確認	
3	試験体3 (予備)	予備試験体	◆ 予備不要の場合は、試験体2と同じクリップ数で、Sd相当の荷重を付加し開放しないことを確認 ◆ 試験体1の結果を踏まえて、クリップ数を見直して試験体2で試験する場合:試験体2と同条件 で再現性確認を実施		

※:試験体は、試験終了後、シール等を再施工し組み立てることで、シール乾燥後、速やかに試験ができるように準備する。

※:6.9kPaで開放しない場合やSd相当荷重で開放する場合には、クリップ数を調整し、最適化を図る。なお、クリップ数増加だけでは対応できない場合も考慮し、幅の異なる(幅100mm, 幅80mm)クリップを準備するとともに、クリップ試験(各30個)を実施し、データを整備する。

第572回審査会合(5月17日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(6)

※2 試験実施後、試験体は速やかに再組立(シール再施工)し、追加試験ができるように準備



第572回審査会合(5月17日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(8)

<コメント>

実機大モックアップ試験時の試験条件について

<回答>

◆ブローアウトパネル閉止装置のモックアップ試験時の条件は以下のとおり。

○加振試験

・試験条件

- ①扉開状態における3方向同時に加振する。(0.3Ss、0.6Ss、1.0Ss、加振台の性能限界の4段階)
- ②扉閉状態における3方向同時に加振する。(0.3Ss、0.6Ss、1.0Ss、加振台の性能限界の4段階)

・入力波

閉止装置の設置高さを超える原子炉建屋原子炉棟EL.63.65mにおける建屋床応答について、基準地震動Ss8波および影響評価で考慮するばらつきケースを包絡する模擬地震波を作成し、入力波として使用する。

※現在、作成した入力波を試験場のシミュレータを用いて検証中

○気密性能試験

・ASTM E283-4に準じた試験装置を用いる。

排風機により試験容器内の空気を排出することにより試験体前後に圧力差を生じさせ、試験体のパッキンを通過した空気量を測定する。

$$q = Q/A$$

q: 通気量 ($m^3/h \cdot m^2$)

Q: 通過した空気量 (m^3/h)

A: 試験体の内法面積 (m^2)

・判定基準

閉止装置を使用した場合においても原子炉建屋原子炉棟の設計気密度 [] を確保できることを基準とする。

非常用ガス処理系の排気量 $3,570 m^3/h$ は、原子炉建屋原子炉棟の負圧が $63 Pa$ 時において原子炉建屋原子炉棟の容積を1日で処理できるよう設計していることから、閉止装置10枚の漏えい量が非常用ガス処理系の排気量を上回らなければ、原子炉建屋原子炉棟の気密性は確保される。

試験体のパッキンの内法面積が [] であることから、通気量が [] を超えなければ原子炉建屋原子炉棟の気密性を維持できることとなるため、本試験体を用いた気密性能試験の判定基準とする。

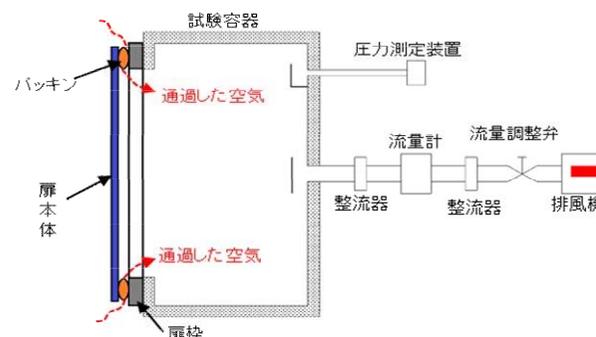


図 試験装置図

第572回審査会合(5月17日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(4)

【試験スケジュール】

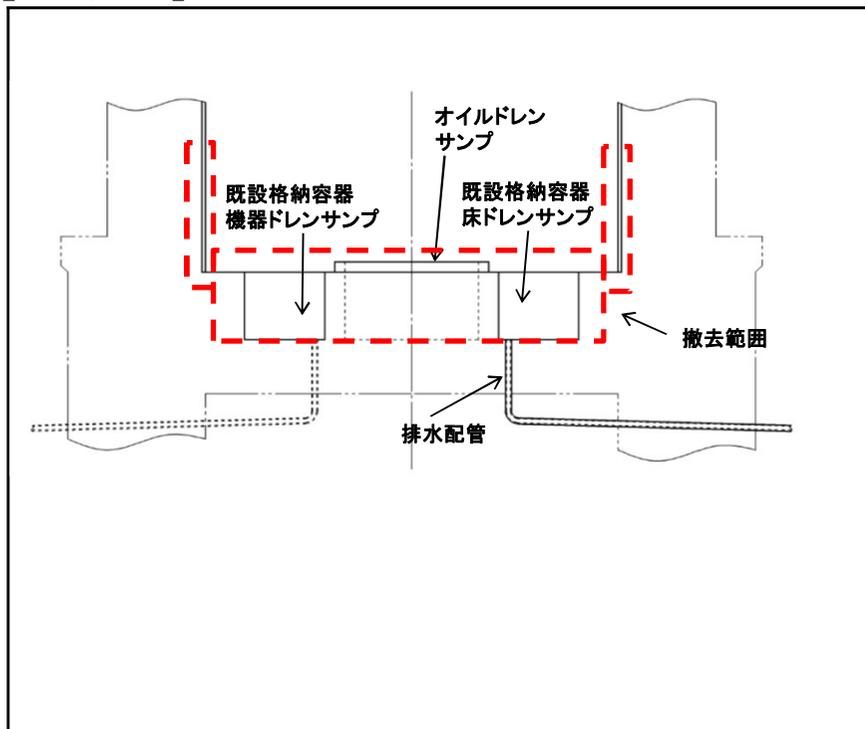
- ◆ 現在, 実機大試験体作製中であり, 6月上旬から製造メーカーにて開放試験予定
- ◆ 80mm幅のクリップ要素試験30個データ採取。引き続き100mmクリップ要素試験の追加実施

試験項目	試験目的	1月		2月		3月		4月		5月		6月	
		上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
・ブローアウトパネルが設計圧力(6.9kPa以下)で開放すること ・規定圧力(Sd地震相当の荷重)では開放しないこと。	要素試験	試験計画策定				試験体作製 試験装置作製		追加試験片準備(コメント反映)		クリップ試験(追加分) (5/21~5/27)		クリップ試験(追加分)	
	実機大モックアップ試験	試験計画策定・資機材準備								実機大試験体作製		結果説明▽	
												△1体目(6/6*) △2体目(6/10*) 3体目(6/15日*)△ 開放試験	

※:シール乾燥状態により多少前後する可能性有

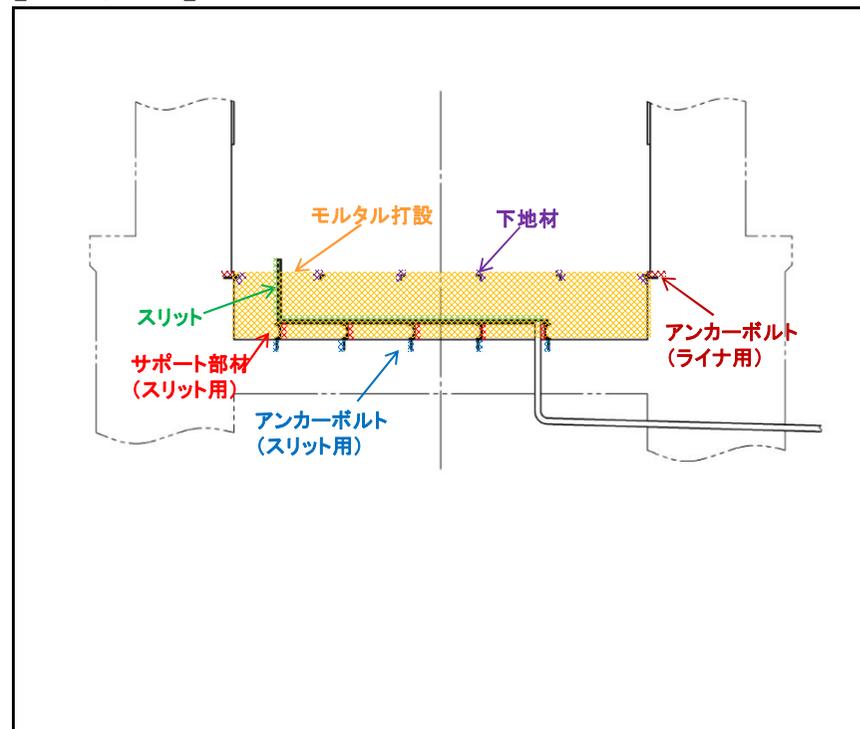
2. コリウムシールドの施工手順 (1/3)

【ステップ1】



概要	ペDESTAL床面を平坦化し、スリット排水構造とするため、既設格納容器ドレンサンプを撤去する。
作業内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ペDESTAL内、各ドレンサンプ他の除染 ・仮設設備(作業足場、楊重設備)の設置 ・干渉物の撤去、各ドレンサンプの撤去 ・ペDESTALコンクリート部のはつり
管理項目	・コンクリート部の撤去高さ

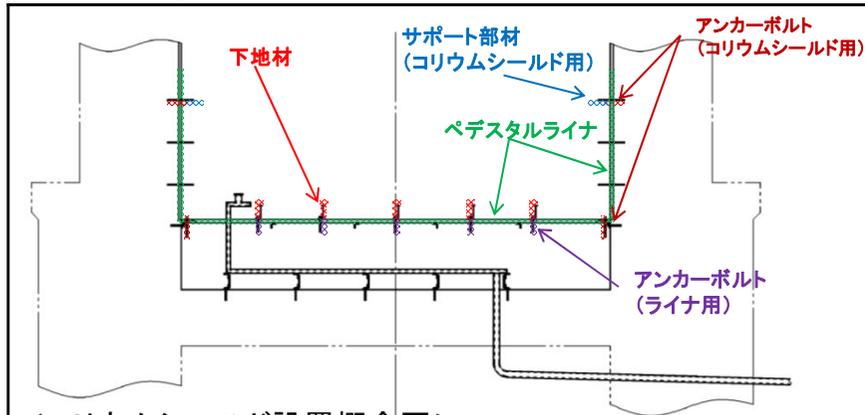
【ステップ2】



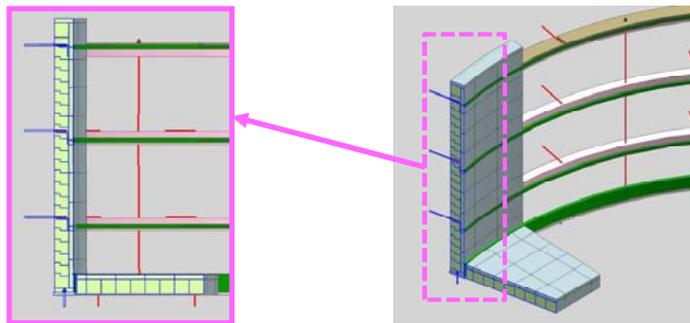
概要	機器ドレン及び床ドレン排水用のスリットを設置する。
作業内容	<ul style="list-style-type: none"> ・アンカーボルト(スリット用、ライナ用)設置 ・サポート及び下地材をアンカーボルトに溶接 ・スリットをサポート部材の上に設置 ・モルタル打設
管理項目	<ul style="list-style-type: none"> ・スリット設置位置、勾配(1/100) ・モルタル打設高さ

2. コリウムシールドの施工手順 (2/3)

【ステップ3】

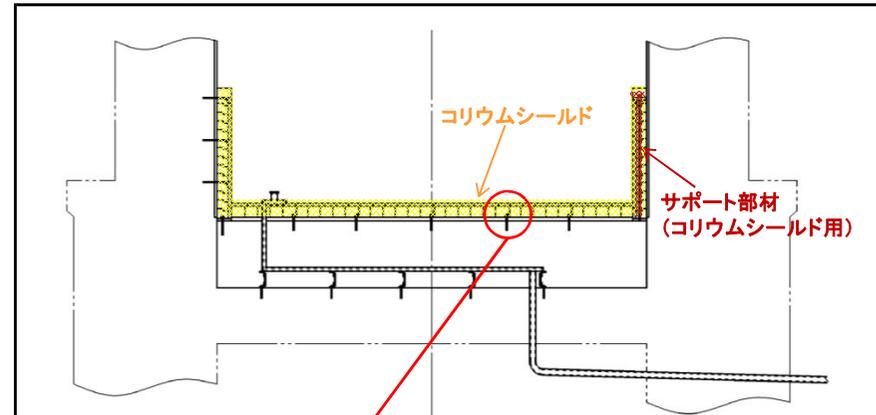


<コリウムシールド設置概念図>



概要	コリウムシールド外側のペDESTALライナを設置し、コリウムシールド用のアンカーボルト等を設置する。
作業内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ライナ用アンカーボルト設置 ・ペDESTALライナ設置(溶接) ・コリウムシールド用サポート部材(水平方向)設置
管理項目	・アンカーボルトの埋め込み長さを管理

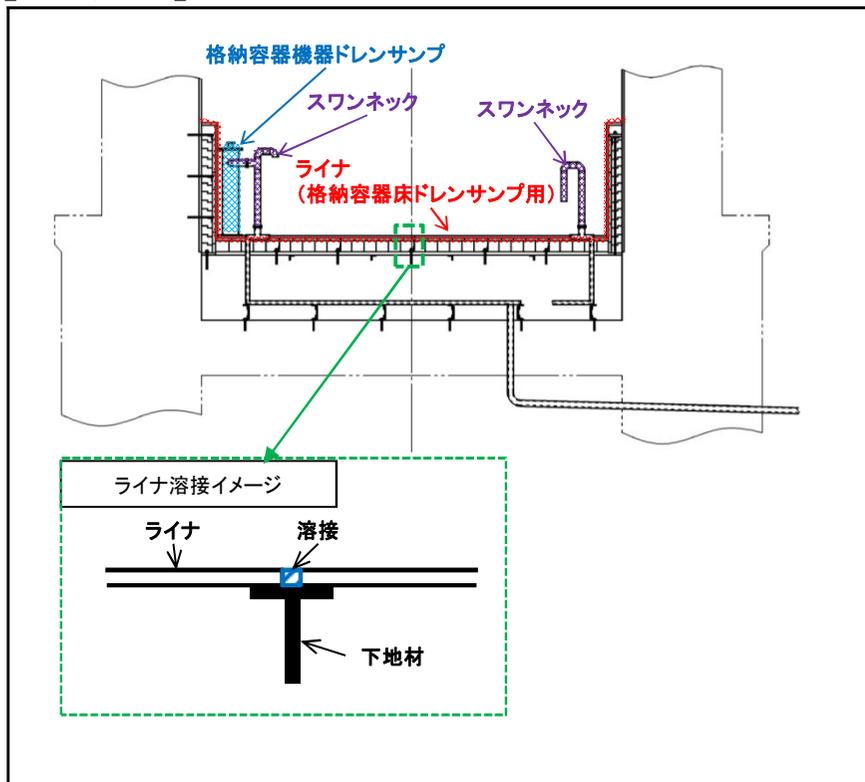
【ステップ4】



概要	コリウムシールド用のサポート部材を設置後、コリウムシールドを設置する。
作業内容	<ul style="list-style-type: none"> ・コリウムシールド用サポート部材(鉛直方向)設置 ・コリウムシールド設置
管理項目	・コリウムシールドの高さ、厚さ、内径を管理

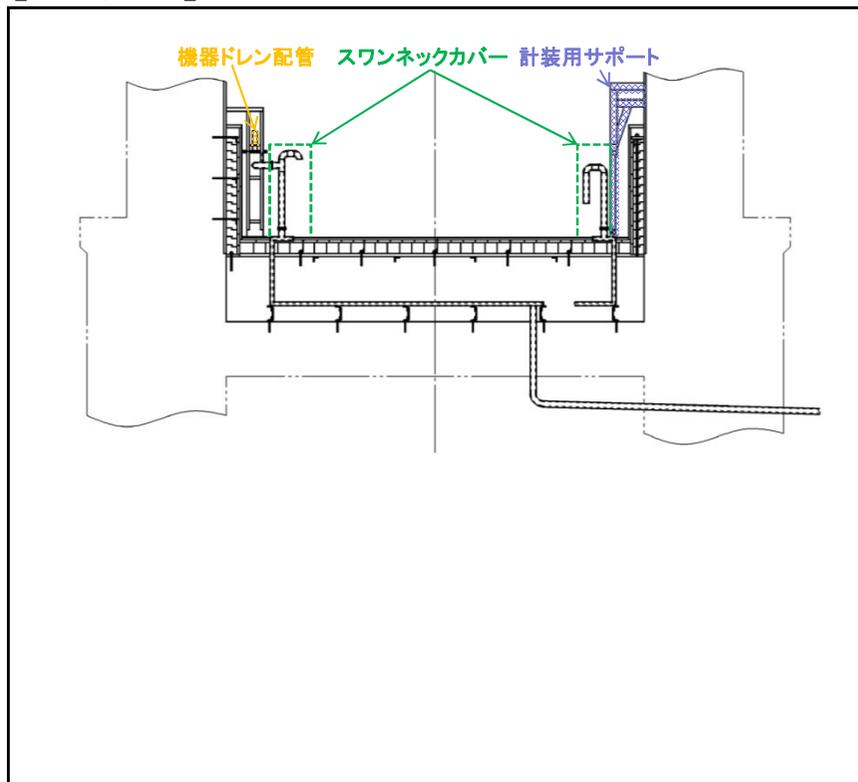
2. コリウムシールドの施工手順 (3/3)

【ステップ5】



概要	コリウムシールド上にライナ(格納容器床ドレンサンブ)を設置し、格納容器機器ドレンサンブ及びスワンネック等を設置する。
作業内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ライナ設置(分割搬入・溶接) ・機器ドレンサンブ及びスワンネック設置
管理項目	<ul style="list-style-type: none"> ・ライナ内径 ・スワンネック設置高さ(水位1mの管理)

【ステップ6】



概要	流入配管(機器ドレン配管等), スワンネックカバー及び計装用サポート, 計装機器を設置する。
作業内容	<ul style="list-style-type: none"> ・スワンネックカバー, 機器ドレン配管の設置 ・計装用サポート, 計装機器(格納容器下部水位計・水温計)の設置
管理項目	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器下部水位計・水温計設置位置

【論点－6】 ECCSポンプのSA時でのNPSH評価（1／4）

<コメント>

試験の手順や再現性について示すこと。試験に向けた進捗状況について具体的に示すこと。

<回答>

ECCSポンプのSA時でのNPSH評価のため、内規※との整合性及び保守性を確保した試験を実施。

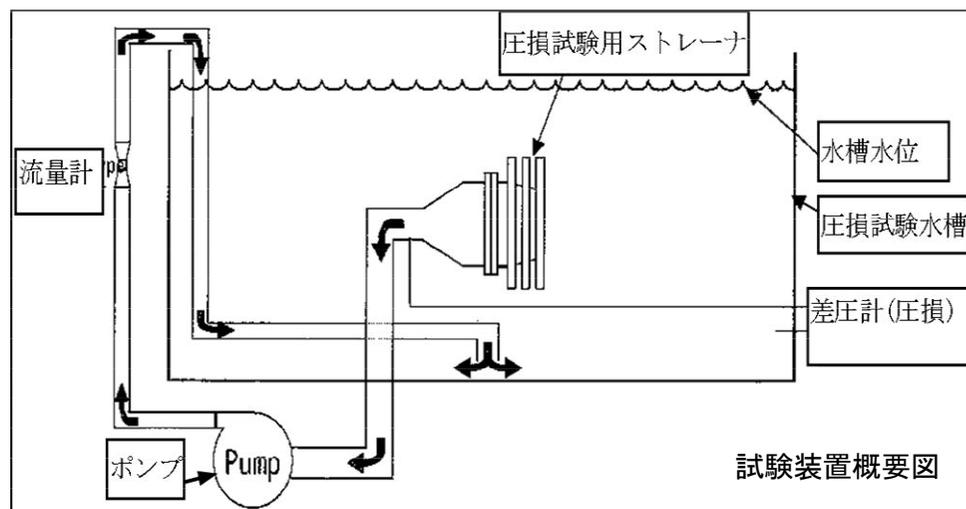
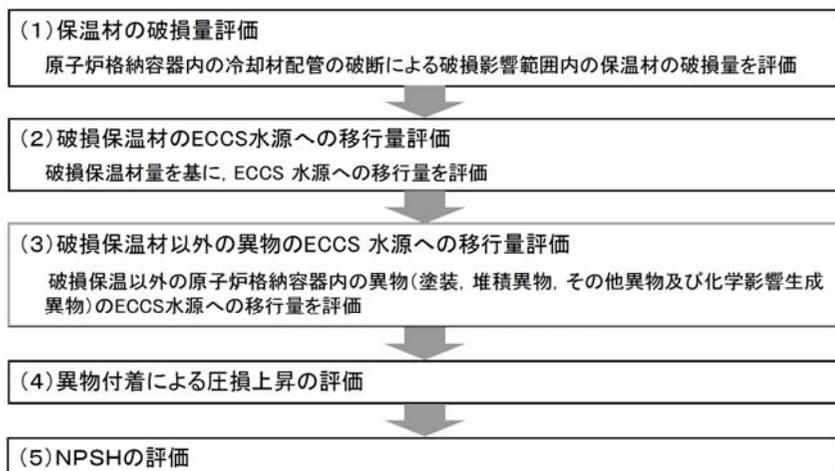
※ 「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について(内規)」(平成20・02・12原院第5号)

(1) 試験要領について

想定する異物量及び試験手順は内規に準拠しており、先行PWRを参考に保守的に設定。

- ①試験異物 : 内規に基づき、先行PWRを参考に保守的に物量を算出。
- ②異物移行量 : 算出した異物の全量がストレーナに到達するとしている。
- ③試験手順 : 内規 別記2を踏まえ、保守的に試験手順を設定。

ストレーナの性能評価



【論点－6】 ECCSポンプのSA時でのNPSH評価（2／4）

（1）圧損試験要領について

①試験異物

内規に基づき、先行PWRを参考に保守的に物量を算出している。

- ・圧損影響の大きい繊維質保温材を撤廃している。
- ・ドライウェル及びペデスタル内の塗装の全量剥落を想定している。
- ・WCAP-16530にて規定されているAl,Znに加え、Fe(炭素鋼)の溶解を考慮している。
- ・試験異物の形状は、米国原子力規制委員会の規制(NUREG)等を引用して設定している。

異物の種類		DB	SA	補足
保温材	一般保温(繊維質)	0m ³		PCV内で使用していない
	カプセル保温(金属反射型)	2000m ³		
塗装	耐DBA仕様塗装(ジェット破損)	39kg		内規規定値
	非DBA仕様塗装	350kg		
	耐DBA仕様塗装(SA環境剥離)	—	3500kg	D/W及びペデスタル内の塗装全量
堆積異物	スラッジ	89kg		内規規定量
	錆片	23kg		内規規定量
	塵土	68kg		内規規定量
化学影響生成異物		—	6200kg	PWRを参考に、WCAP手法等により算出

【論点－6】 ECCSポンプのSA時でのNPSH評価（3／4）

②異物移行量

算出した異物の全量がストレーナに到達するとしている。

- ・代替循環冷却系ポンプ運転時点では、サブプレッション・チェンバ内は静定している状況であり、LOCA事象初期に発生する塗装等の異物はサブプレッション・チェンバ底部に沈降している状況であることが想定されるが、保守的に発生した異物の全量がストレーナに到達するとしている。

③試験手順

内規を踏まえ、保守的に試験手順を設定している。

内規 別記2(留意事項)	東海第二発電所
異物投入順序	圧損が保守的に大きくなるよう粒子状異物より前に繊維質を投入
圧損値の経時変化の考慮	圧損上昇が静定するまで十分な試験時間を確保
異物の形状	米国原子力規制委員会の規制(NUREG)等に準拠した形状
試験流速	実機と同等以上の流速となるように設定
試験温度	実機で想定される温度より保守的に低い温度に設定

【論点－6】 ECCSポンプのSA時でのNPSH評価（4／4）

(2) 試験の再現性について

- ・これまでのGE製ディスク型ストレナーの圧損試験結果は、NPSH余裕と比較しても十分低い値で静定している。
- ・圧損試験結果は有効NPSH評価の判定基準値と比較しても低い値で推移することが予想され、試験結果のバラつきによる影響は軽微と考えている。
- ・今回実施する試験の結果のバラつきがNPSH評価に影響を与える可能性がある場合には、複数回の圧損試験を追加で実施することにより、結果の再現性を確認することとする。

進捗状況等

- ・現在確保してある米国の試験場は、予め試験に必要な設備（水槽，配管，ポンプなど）が一式，備わっており，試験の実施にあたっては，それらを試験用の条件に設定する。
- ・現在，試験時に投入する異物（ペイントチップ等）を準備中であり，6月初旬には確保できる。
- ・説明した試験条件，手順に従い試験を実施し（～6/15，於：米国），終了後，速やかに評価結果を報告する。

説明項目－25 使用済燃料プール重量物落下における水抵抗データ拡充

1. 概要

使用済燃料プール水中での重量物落下のうち、燃料取扱時における燃料集合体落下によるライニングの健全性確認において、水の抵抗を考慮する際の抗力係数について確認する。

2. 経緯

燃料集合体落下時のライニング健全性について、以下の運動方程式によって落下エネルギーを評価し、既往の試験に包絡されることを確認していた。

$$m_1 \times dv/dt = m_2 \times g - D$$

$$D = 1/2 \times \rho \times C_d \times A \times v^2$$

m_1 : 燃料集合体質量(気中), m_2 : 燃料集合体質量(水中), D : 抗力, ρ : 水密度, A : 投影面積, C_d : 抗力係数

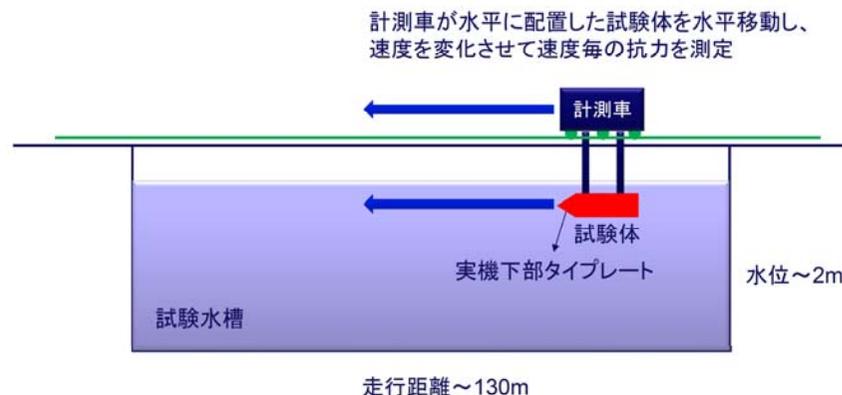
この際、抗力係数 C_d については保守的な値として形状が単純な直方体の極小値に更に余裕を見た値(0.80)にて評価しているが、 C_d が L/d (L : 長手方向の長さ, d : 代表長さ)と Re 数に関連していることから、燃料集合体を模擬した試験体の L/d と Re 数を実機に近い状態としたデータにより、念のため抗力係数が0.80を上回ることを確認することとした。

3. 試験計画

3. 1. 試験イメージ(右図, 例)

3. 2. 試験内容

台車に試験体(右図は燃料集合体を模擬した例)を乗せて走行させ、速度を変化させて速度毎に抗力を測定し、抗力係数 C_d を求める。



東海第二発電所 工事計画において実施する試験について

No.	試験名	試験目的	試験項目	1月		2月		3月		4月		5月		6月		備考
				上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	
1	ブローアウトパネル及び関連機器の機能確認試験	・ブローアウトパネルが、設計圧力(6.9kPa)以下で開放することの確認	クリップ要素試験 実機大開放機能試験	試験計画策定		クリップ要素試験体、 試験装置製作		クリップ試験		▼結果説明 追記試験準備 実機大試験装置製作		追加クリップ 要素試験 実機大開放試験		▼結果説明		試験装置製作中 ・クリップ試験開始 (BOP参考資料参照)
2	ブローアウトパネル及び関連機器の機能確認試験	・ブローアウトパネル閉止装置が、電動及び手動にて操作でき、その閉止機能が設計基準地震Ssでも確保できること の 確認 ・閉止後、設計基準地震Ssでも、必要な気密性能が確保できることの確認	実機大試験 加振試験 開閉動作確認試験 気密性能試験	試験計画策定/材料手配(実機大試験)/加振台調整		要素試験①パッキン気密性能		要素試験②電動機等の加振試験 要素試験③パッキン耐久試験		実機大試験体製作		作動・気密試験 加振・作動・気密性能試験		結果説明		計画通り実施中(試験装置製作中) (BOP参考資料参照)
3	ECCS系ポンプストレーナ 圧損試験	・SA時におけるS/P水に流入するデブリを想定しても、ECCS系ポンプ等の有効吸込水頭が確保されることを確認 ・ストレーナに付着するデブリ量を見直した追加試験を実施する	圧損試験	当初試験完了 (追加試験分)		▼結果説明(2/22)		結果説明(4/23)		▼結果説明(5/2)		再試験計画策定/試験準備		結果説明 圧損試験		追加試験準備中 (論点-7参照)
4	ガスケット圧縮永久ひずみ試験	PCVのトップヘッドフランジ等で用いるシール材の圧縮永久ひずみ率のデータ拡充及び増厚を検討	圧縮永久ひずみ試験	試験体製作		▼試験条件説明(2/1)		▼データ拡充試験結果説明(3/8)		▼増厚試験速報説明(3/15)		▼結果説明(3/29)				・データ拡充試験により、現状の圧縮永久ひずみ率の設定が妥当であることを確認済み ・増厚したガスケットによる圧縮永久ひずみ試験により、ガスケットの健全性が確認できたため、増厚が可能であることを確認済み
5	液状化強度試験	液状化強度試験結果を整理し、設置変更許可段階で示した各地層の解析用液状化強度特性の代表性及び網羅性について確認	液状化強度試験	供試体作成、液状化強度試験		▼結果説明(速報)(3/22)		▼結果説明(4/16) コメント対応中								液状化強度試験結果について整理し、設置変更許可段階で示した各地層の解析用液状化強度特性の代表性及び網羅性を確認済み(試験結果の説明中)
6	ジョイント部材に係る性能確認試験	防潮堤区間に設置するジョイント部材について、有意な漏えいが生じないことを確認	引張試験、耐圧試験、耐候性試験	試験完了		▼結果説明(2/22) コメント対応中										ジョイント部材はT.P.+24m津波の波圧に対しても有意な漏えいが生じないことを確認済み。耐候性試験では15年相当まで止水シートに劣化が生じないことを確認済み
7	鋼製防護壁添接板継手部シール材に係る性能確認試験	鋼製防護壁添接板継手部のシール材について、有意な漏えいが生じないことを確認	耐圧試験	試験装置制作		耐圧試験		▼結果説明(4/12) コメント対応中								シール材は、T.P.+24m津波の波圧に対しても有意な漏えいが生じないことを確認済み

東海第二発電所 工事計画において実施する試験について

No.	試験名	試験目的	試験項目	1月		2月		3月		4月		5月		6月		備考		
				上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下			
8	止水機構の実証試験(加振試験)	鋼製防護壁の止水機構について、加振試験を実施し追従性を確認	1次止水機構の加振試験(地震時、津波+余震重畳時条件で実施)	試験計画策定(試験計画を説明しながら策定中)														▽結果説明
						2/8	2/27	3/13	3/27	4/3	4/10	4/18	5/8				加振試験	加振試験終了(試験計画参考①参照)
9	スタンドパイプを模擬した試験体による限界荷重の確認	極限解析を用いたスタンドパイプの耐震評価手法の保守性を確認	1/3スケールによる引張り試験(荷重-変位曲線の取得)	試験完了		▽結果説明(速報)(2/1)			▽結果説明(3/23)								1/3スケールの引張り試験により、極限解析の保守性を確認済み	
10	統合原子力防災ネットワーク設備の加振試験	緊対所の統合原子力防災ネットワークLAN収容架(SA)内に設置する通信連絡設備の電氣的機能維持確認	加振試験						固定治具製作/試験					▽加振試験(5/17,18)	結果説明▽		他社で実施済みの同等品による加振試験加速度と比して、当社が同確認に必要な加振波が小さいことから、問題ない(試験計画参考③参照)	
11	耐環境試験	設置環境条件に適合することを確認 ・圧力伝送器、差圧伝送器 ・温度検出器 ・放射線モニタ ・使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置 ・サーベイメータ等	耐環境試験(圧力、温度、湿度、放射線)	試験完了					▼結果説明(3/27)				サーベイメータ等試験	▽結果説明			・SFPカメラについて耐放射線試験を実施済み ・サーベイメータ等については、先行にて実績のある機器と同等品であることから、成立性に問題ない(試験計画参考③参照)	
12	MCCIスリットモックアップ試験	モックアップによるスリット形状排水ラインの設計の妥当性について確認	水位維持・排水機能の確認試験		試験計画策定			▼試験体製作			▼計画説明(3/22, 4/25)				▽結果説明		試験結果を踏まえ、机上検討にフィードバック中(試験計画参考②参照)	
13	常設高圧代替注水系ポンプ加振試験	動的機能維持評価に使用するため確認	加振試験	試験完了											▽結果説明		加振試験の結果、加振後においても機器が健全であることを確認済み	
14	SA車両型設備の加振試験(自社加振試験分)	SA車両型設備の加振試験を実施し、転倒しないこと、機能が維持されることを確認	SA車両型設備の加振試験機能維持確認試験 <対象車両> ・常設代替高圧電源装置 ・可搬型代替注水大型ポンプ ・可搬型代替低圧電源車 ・窒素供給装置用電源車 ・タンクローリ	試験完了		▼結果説明(1/25)											加振試験の結果、加振後においても機器が健全であることを確認済み	

東海第二発電所 工事計画において実施する試験について

No.	試験名	試験目的	試験項目	1月		2月		3月		4月		5月		6月		備考
				上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	
15	SA車両型設備の加振試験(委託成果開示分)	他電力で実施したSA車両型設備の加振試験の成果の適用(SA車両型設備の加振試験を実施し、転倒しないこと、機能が維持されることを確認)	SA車両型設備の加振試験 機能維持確認試験 <対象車両> ・常設代替高圧電源装置 ・可搬型代替注水中型ポンプ ・窒素供給装置	試験完了												他社から買取した加振試験結果が当社に適用できることを確認済み
16	非常用海水ポンプ複合軸受の軸受摩耗試験	津波の2次的な影響として、浮遊砂に対する軸受の耐性を確認	軸受摩耗試験 (試験装置に軸受供試材を装着し津波時の砂濃度を再現した状態で運転し軸受の健全性が維持されること確認)	試験完了									▼結果説明(5/15)			浮遊砂巻き込み対策としての軸受について、耐性を確認済み
17	防潮扉・放水路ゲート開閉装置の加振試験	防潮扉、放水路ゲートの上部に設置する開閉装置について加振試験を実施し、機能維持していること確認	開閉装置の加振試験	試験完了									▽結果説明(5/下旬)			開閉装置の加振試験を実施し、試験後の動作に異常のないことを確認済み
18	フロート式逆止弁(浸水防護設備)の加振試験	地震後、津波後や津波の繰返しの襲来を想定した場合においても止水機能が維持できることを確認	・加振試験 ・耐圧・漏えい試験	試験完了分						追加実施分 ヒアリング 4/10	試験準備 試験 評価		▽結果説明			逆止弁の加振試験、耐圧試験、漏えい試験を実施し機能に異常のないことを確認済み
19	複合体に対する実証試験	複合体が難燃ケーブルと同等以上の難燃性能を確保していることを確認	複合体の外部の火災に対する実証試験 複合体の内部の火災に対する実証試験 複合体の不完全な状態を仮定した場合の実証試験 複合体外部の火災に対する実証試験 複合体内部の火災に対する実証試験 防火シート機能及びケーブル・ケーブルトレイ機能に対する確認試験 防火シート・結束ベルトの耐久性試験 複合体の外力(地震)による健全性確認試験 通電機能への影響確認試験 絶縁機能への影響確認試験 化学的影響確認試験	試験完了									▼結果説明(4/23)			複合体外部・内部等の実証試験の結果、燃え止まることを確認済み 複合体による影響確認試験の結果、機能への影響がないことを確認済み
20	使用ケーブルの難燃性確認試験	安全機能を有する機器等に使用するケーブルが難燃ケーブルであることを確認	UL垂直燃焼試験 IEEE 383 Std 1974 垂直トレイ燃焼試験	試験完了									▼結果説明(4/23)			UL及び垂直トレイ燃焼試験の結果、燃え止まることを確認済み
21	コーキング材の耐久性に係る試験	電線管に使用するコーキング材について、耐久性を有していることを確認	コーキング材の耐久性試験	試験完了									▼結果説明(4/23)			貫通部コーキング材の火災耐久試験の結果、耐火性能を有していることを確認済み

東海第二発電所 工事計画において実施する試験について

No.	試験名	試験目的	試験項目	1月		2月		3月		4月		5月		6月		備考
				上	下	上	下	上	下	上	下	上	下			
22	火災感知設備及び消火設備の実証試験	火災受信機、防災表示板及び火災感知器の機能維持確認	加振試験	試験完了								▼結果説明(5/16)			加振試験の結果、加振後においても機器が健全であることを確認済み	
		ケーブルトレイに適用するハロゲン化物自動消火設備(局所)について、消火性能が確保されていることを確認	ケーブルトレイ消火試験	試験完了								▼結果説明(4/23)			消火試験の結果、消火性能が確保されていることを確認済み	
23	火災防護対策の系統分離に使用する隔壁等の耐火性能等実証試験	耐火隔壁が1時間以上又は3時間以上の耐火性能を有していることを確認	1時間耐火隔壁の火災耐久試験 3時間耐火隔壁の火災耐久試験	試験完了								▼結果説明(4/23)			耐火壁の火災耐久試験の結果、耐火性能を有していることを確認済み	
		貫通部シールが3時間以上の耐火性能を有していることを確認	配管貫通部の火災耐久試験 ケーブルトレイ及び電線管貫通部の火災耐久試験	試験完了								▼結果説明(4/23)			貫通部の火災耐久試験の結果、シール部が耐火性能を有していることを確認済み	
		防火扉が3時間以上の耐火性能を有していることを確認	防火扉の火災耐久試験	試験完了									▼結果説明(4/23)			防火扉の火災耐久試験の結果、耐火性能を有していることを確認済み
		防火ダンパが3時間以上の耐火性能を有していることを確認	防火ダンパの火災耐久試験	試験完了									▼結果説明(4/23)			防火ダンパの火災耐久試験の結果、耐火性能を有していることを確認済み
		耐火間仕切りが3時間以上の耐火性能を有していることを確認	電動弁・電気ペネトレーション用耐火間仕切りの火災耐久試験 計装品(現場制御盤、計装ラック)・電気ペネトレーション用耐火間仕切りの火災耐久試験 計装品(現場制御盤、計装ラック)用耐火間仕切りの火災耐久試験	試験完了									▼結果説明(4/23)			耐火間仕切りの火災耐久試験の結果、耐火性能を有していることを確認済み
		ケーブルトレイに使用する発泡性耐火被覆が1時間以上の耐火性能を有していることを確認	発泡性耐火被覆の火災耐久試験	試験完了									▼結果説明(4/23)			発泡性耐火被覆の火災耐久試験の結果、耐火性能を有していることを確認済み
		電線管ケーブルラッピングが3時間以上の耐火性能を有していることを確認	電線管ケーブルラッピングの火災耐久試験	試験完了									▼結果説明(4/23)			ラッピングの火災耐久試験の結果、耐火性能を有していることを確認済み
		ケーブルラッピングに伴う許容電流低減率の確認	ケーブルラッピングの許容電流評価試験	試験完了									▼結果説明(4/23)			許容電流評価(電流低減率)試験の結果、通電機能への影響がないことを確認済み
	中央制御室制御盤及び原子炉格納容器の影響軽減対策について、近接する他の構成部品に火災の影響がないことを確認	ケーブル、制御盤及び電源盤火災の実証試験	試験完了								▼結果説明(4/23)			盤の構成部品火災の実証試験の結果、金属バリア等により影響がないことを確認済み		
24	水密扉の漏えい試験	水密扉の製作時に、水密性を確認	耐水漏えい試験	試験完了							▼内容説明(4/23) 新規もしくは改造する水密扉の水密試験は扉製作時に実施			水密扉設置時に実施した耐圧漏えい試験の結果、漏えい量が規定値以下であることを確認済み		

東海第二発電所 工事計画において実施する試験について

No.	試験名	試験目的	試験項目	1月		2月		3月		4月		5月		6月		備考
				上	下	上	下	上	下	上	下	上	下			
25	SFP常設スプレイヘッド及び可搬型スプレインズル放水試験	SFP常設スプレイヘッド及び可搬型スプレインズルにより、それぞれ使用済燃料ラック全面に放水可能であることを確認	放水範囲確認【機器メーカー実施試験】			▼結果説明 (可搬型スプレインズル)		▼結果説明 (常設スプレイヘッド)								放水範囲をカバーするように放水可能なことを確認済み
26	SFP重量物落下時抗力測定試験	SFP重量物落下における水抵抗データ拡充による燃料集合体抗力係数の確認	抗力測定試験											結果説明▽ 試験体準備 予備試験 試験		・実機下部タイレットを用いた試験体を手配中。 ・SFP重量物落下に関する補足説明資料の中でご説明
27	可搬型設備(その他設備)加振試験	可搬型の放射線計測器類、計測器等の加振後の機能維持の確認	加振試験 (1)放射線計測器類(緊対及び可搬型設備置場) (2)計測器(原子炉建屋及び緊対) (3)通信機器類(原子炉建屋及び緊対) (4)電源設備(原子炉建屋及び可搬型設備置場) (5)照明(原子炉建屋)	試験完了					▼結果説明(3/27) コメント対応中							加振試験の結果、加振後においても機器が健全であることを確認済み
28	通信連絡設備(常設)加振試験	中央制御及び緊急時対策所内に設置する衛星電話設備(固定型)、衛星用アンテナ、衛星用端末装置の加振後の機能維持の確認	加振試験	試験完了									▽結果説明(5/25)			・通信連絡設備の耐震計算書の中で説明 ・他社から買取した電気品の加振成果が、当社に適用できることを確認済み
29	統合原子力防災ネットワークに接続する機器の加振試験	緊急時対策所内に設置する統合原子力防災ネットワークに接続する機器(IP電話、IP-FAX、統合原子力防災ネットワークテレビ会議システム)の加振後の機能維持確認	加振試験 【他社試験買取】										▽結果説明(5/25)			他社から買取した加振試験結果が当社に適用できることを確認済み。No.28と合わせてご説明
30	統合原子力防災ネットワーク設備の加振試験(他社買取)	緊急時対策所内及び屋上アンテナ部に設置される統合原子力防災ネットワークのうち衛星系の回路を構成する機器の加振後の機能維持確認	加振試験 【他社試験買取】										▽結果説明(5/25) 結果説明▽			他社から買取した加振試験結果が当社に適用できることを確認済み。No.28と合わせてご説明