資料 1-1 👍 if hT h

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31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)(1/4)



過去の審査会合において、今後の予定として示したもの

白丸数字

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。

コメント内容 黒丸数字 過去の審査会合において、ご指摘を頂いたもの 審杳会合 トアリング 分類 論 点 コメント内容 5/31回答分 説明状況 (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 Ο 5/8. 5/22 鋼製防護壁の止水機構の 耐津波 1 地震時における追従性 2 止水機構の追従性に係る実証試験(加振試験)結果 Ο 5/22 (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 可搬型設備の耐震性 2 加振試験結果 完了(4/5) 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 3 (1) Ο 機器の動的機能維持評価 5/18 維持の評価結果について説明 (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) 6/1予定 0 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 6/1予定 耐震 4 スタンドパイプの耐震評価 6 引張試験における荷重(モーメント)の比較 6/1予定 0 6/1予定 ドライヤスカート部との干渉に係る解析上の扱い 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 1 3/22. 4/16 設置変更許可段階で示した び網羅性 5 解析用液状化強度特性の 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 代表性及び網羅性 0 5/7.6/下予定 由も含む)及び地盤改良の有無 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 1 完了(4/5) _ 結果 降下火砕物に対する建屋の 外部事象 6 健全性 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、 4/19 0 Ο 鉄骨材とスラブの接合部の状態を示す 4/27 SA時の強度評価における 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 O 7 Ο 4/26 設計方針 数について現実的な値(0.5)を採用することの考え方 SA時の強度評価における 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 機械設計 1 6/上より順次 設計条件(SAクラス2機器 8 であって、クラス1機器の設 ค 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 4/19 計条件)

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) ペラザルブル



公 粨			コペル内容		審査会合	ヒアリング	
万預				-		5/31回答分	説明状況
	0	強度評価におけるPCV	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		4/24
	9	動荷重の考慮	0	DBA	・SA時のPCV動荷重を決定する要素を定量的に説明		4/24より順次
	10	SA環境を考慮したPCV	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)	_
	10	閉じ込め機能	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)	_
			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 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			6/下予定		
		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 ・ ・ ・ ジローアウトパネル及 のこと。 ・	€	美証試験	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。	0	5/17, 5/24
			ð	词大	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。	0	5/17, 5/24
機械設計			6		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。	0	5/17, 5/24
	11		0	施 エ	ブローアウトパネル本体の品質・施工管理,保守管理等	0	4/26, 5/10
			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)	-		
			•	要求機	強制開放装置の位置付け	完了(5/17)	-
			0	能	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)	_
			0	耐雪	弾性設計用地震動で開放しない設計について評価方法と考え方について 示すこと。		6/上予定
			0	辰	設計基準事故と地震の組合せについて説明すること。		6/上予定

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)

4>	げんてん	
----	------	--

() *西	類論		コペル内容			審査会合	ヒアリング
万 頖							説明状況
			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	SR۱	/(自動減圧機能)の耐環境性	完了(4/5)	—
	12	SRVのSA耐環境性	3	非常	常用逃がし安全弁駆動系の耐環境性	完了(4/5)	—
	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あ		5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		
			6	健全	と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		5/30
機械設計		MCCI/FCI対策に係る 設計	1	①	モックアップ試験結果		6/上予定
			0	験	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		4/25
			0	施工	コリウムシールドの施工性	0	4/27
	13		4	工物	工認対象範囲	0	4/27
			Ø	- ^認 上の	コリウムシールドのドレン水貯蔵機能	0	4/27
			0	扱 い	コリウムシールドライナーのエ認上の記載	0	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)



		= <u>~</u> F				審査会合	ヒアリング
分類	77 類						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	Ι		_	完了(5/17)	_
	15	鋼製防護壁の上部 · 下 部構造の接合部の評価	1	三次	欠元解析(COM3)の評価結果		6/11予定
			1	6つ	の立坑構造物に係る解析条件		5/24
	16	│ 立坑構造物の解析モデ │ ル変更	2	解机	所モデルの変更がない円筒形立坑の解析結果		6/E予定
			3	解机	fモデルの変更を伴う矩形立坑の解析結果		7/E予定
		百之后建民其雄般の耐	1	局所	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
耐震			0	せん クラ	し断終局強度を適用することの妥当性(今回エ認、東二建設時、他サイトのS マ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
		地雷知測司母な财士を	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			6/E予定
	18 た耐震評価への影響		0	使戶 影響	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 ^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	高排	豪動数領域まで考慮した評価結果		6/E予定
			1		試験結果および評価結果		6/E予定
	20	ECCSポンプのSA時で	きで 2	試験	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。	0	5/22
			€	手順	試験手順について示すこと。	0	5/22
槮椛設計			0		試験の進捗状況, 見通しについて具体的に示すこと。	0	5/22
7.灰 1754 ロズ ロ	21	S M 材 の 使 用 制 限 (2.9MPa)を超えた範囲 での使用	Ι		_	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	使月 水0		0	5/28

【論点1】 鋼製防護壁 止水機構の実証試験結果(1/2)



<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2 鋼製防護壁の構造と止水機構の位置



図3 止水機構全体構造概要

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。

<コメント>

①止水機構の追従性に係る二次元及び三次元の解析結果を説明すること。
 ②止水機構の地震時の実証試験結果を説明すること。

<回答>

1次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 認した。また、二次元及び三次元動的解析により、1次止水機構の追従性に問題ないことを確 認した。今後は、これら結果を踏まえて、1次止水機構の構造成立性について確認していく。

◆試験結果

(1) 止水機構の評価フロー及び実証試験ケース【別紙1】【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)

(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

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,止水板の跳ね上がり量(以下「鉛 直変位量」という。)は小さく,止水性に問題ないことを確認できた(表2)。



図4 実証試験装置全景

確認項目	判定基準	試験結果	別紙	補足
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(引っ掛かり), 止水板の破損・損傷の異常は認めら れなかった。	3	側面水密ゴム 側面戸当り 側面水密ゴム 支圧板 支圧板 支圧板 支圧板 ガイド板
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。	4	150mm <海側>
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。	5	<u>止水板コマ</u> 底面水密ゴム 度面水密ゴム 安吉出し量 3mm
止水板の鉛直変 量であれば水密:	位量 [※] (3mm以下の跳ね上がり 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)	3	 ◆底面水密ゴムは止水板コマから3mm ◆据付状態では水密ゴムがつぶれ、止水板コマと 底面戸当りは接触 【1次止水機構単体図】 ◆据付状態では水密ゴムがつぶれ、止水板コマと 低面戸当りは接触 【1次止水機構期付状態図】

※: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(「第523回審査会合(平成29年10月26日)資料2-1-4」:参考1参照)しており, 止水板の瞬間的な跳ね上がり(鉛直変位)による漏えいは,無視できる程度で安全上の問題はない。

表2 確認項目及び結果

別紙1 1次止水機構の実証試験評価フロー



- ◆1次止水機構の実証試験フローを図5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。





◆「実証試験」と「三次元動的解析」の実施ケースを表3に示す。また、合せて「実証試験」と「三次元動的解析」の検証関係を示す。

◆検証ケースとしては、3方向同時加振時の「②3方向(Y方向(堤軸直角)包絡波)」及び鉛直方向加振時の「④鉛直(取水路側包絡波)」を代表とする。

◆その他の実証試験及び三次元動的解析については、主にデータ拡充の観点から止水板の挙動について確認する。

	5	実証試験のケース		三次元動的解析ケース		/# *	
	Х	Y	Z	実証試験	実機	加行	
①3方向(X方向(堤軸)包絡波)	1G	3G (X包絡波)	1G	0	0	3方向同時 (Y方向にX方向の地震 動を入力。方向反転)	【本日説明】
②3方向(Y方向(堤軸直角)包絡波)	1G	3G (Y包絡波)	1G 📢	証I 検		3方向同時	➡ 別紙6 実証試験結果と三次元 動的解析結果の比較参照
③鉛直(鋼製防護壁包絡波)	_	_	1G	0	_	鉛直単独	_
④鉛直(取水路側包絡波)	_	_	波形 椅 入力 🗘			鉛直単独	
⑤基準地震動(S _s)(S _s -D1)		-		_	0	3方向同時	
⑥基準地震動(S _s)		_		_	0	3方向同時	

表3(1/2) 実証試験と三次元動的解析のケース(本震)

表3(2/2) 実証試験と三次元動的解析のケース(余震)

	実証試験のケース			三次元動的	り解析ケース	備考
	Х	Y	Z	実証試験	実機	
①3方向(Y方向(堤軸直角)包絡波)	1G	2G (Y包絡波)	1G	0	0	3方向同時
②鉛直(鋼製防護壁波形入力)	_	-	1G	_	_	鉛直単独
③鉛直(取水路側波形入力)	_	_	波形 入力	0	0	鉛直単独
④基準地震動(S _d)(S _d -D1)		_		_	0	3方向同時

別紙3 実証試験結果 止水板の地震時の追従性確認(1/3)



◆1次止水機構の構造図を図6に示す。実証試験においては、図6d、図6eに示す供試体により1次止水機構を模擬し、図7に示す加振用入力地震動(本 震時の例)を加振台に入力した時の1次止水機構の追従性を確認した。



別紙3 実証試験結果 止水板の地震時の追従性確認(2/3)

止水板

350mm

DV-3

350mm

(海側から見る)

DV-2

350mm

DV-4





止水板

・上記の鉛直変位量グラフは、計測位置で最も大きい箇所を示している。

図8 入力地震動と止水板上下方向移動量の時刻歴波形(平成30年5月15日)

350mm

DV-1

(上方側移に移動)





(中間位置)

(下方側に移動)

図10 加振時の止水板の上下動の状況

別紙4 実証試験結果 水密ゴムの健全性確認(1/2)



- ◆加振試験を通して,水密ゴムの動作状況を確認するとともに,試験後の点検において水密ゴム,水密ゴムのライニング状態について確認した。1次止水 機構の構造と止水板水密ゴムの設置状況を図11,加振試験時の水密ゴムの状況を図12,水密ゴムの点検結果を図13に示す。
 ①加振試験に伴う止水板の動作に追従して水密ゴムは動作し,底部戸当り,側面戸当りへの噛み込み等は認められなかった。
 ②加振試験後の水密ゴムの点検の結果,底面戸当り,側面戸当りとの接触面に摺動痕はあるものの,<u>亀裂,破損,摩耗は認められなかった</u>。また,水 密ゴムの<u>ライニングの破損,めくれ等の異常は認められなかった</u>。
- ◆以上より,水密ゴムの動作に異常はなく,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はなく,機能が保持されていることを確認できた。



図11 1次止水機構構造と止水板水密ゴム設置状況



図12 加振時の底面・側面水密ゴムの底面・側面戸当りとの接触状況





図13 加振試験後における水密ゴムの点検結果

別紙5 実証試験結果 1次止水機構の構成部材の健全性



◆加振試験後に1次止水機構を取り外し、1次止水機構の構成部材の状態について確認した。底面戸当り、側面戸当り、止水板コマの点検結果を図14に 示す。

①底面戸当り,側面戸当りに摺動痕が見られるものの,1次止水機構の機能を阻害するような破損等は認められなかった。

②水密ゴムを固定する止水板コマの<u>取り付けボルトの緩み</u>,脱落等の異常は認められなかった。

◆以上より,1次止水機構の構成部材の地震時の健全性が保持できることが確認できた。今後,三次元動的解析等により,各主要部材に作用する応力等 について評価を実施し,今回の実証試験結果と合わせて構造成立性について確認していく。

【2回目加振試験後(1回目及び2回目共通加振試験供試材)】							
			 ✔底面・側面戸当り、止水板コマに摺動痕は認められるが、 破損等の異常は認められなかった。 ✔水密ゴム固定ボルトの緩み、脱落も認められなかった。 				
(図14a 底面戸当り)	(図14b 側面戸当り)	(図14c 止水板コマ)					

図14 加振試験後における1次止水機構構成部材の点検結果

別紙6 実証試験と三次元動的解析の比較





15

(参考1)

4. 止水機構の漏水量評価(1/2)



◆表1に示す3ケースについて,止水機構からの漏水量評価を実施した。 評価の結果,隣接する非常用海水ポンプの安全機能に影響を与える浸水深ではなかった。

	【ケース1】 1次止水機構のみに期待するケース (第520回審査会合時の説明内容)	【ケース2】 1次止水機構に加え,2次止水機構を設置した場合	【ケース3】 1次止水機構の止水板1枚の機能喪失+ 2次止水機構の止水膜が喪失した場合
概要	1次止水機構の止水板1枚(2m)の機能 が喪失した場合の敷地の浸水深を評価 する。(開口部は止水板がない場合の 鋼製防護壁と底面戸当りの隙間部(最 大170mm)から評価した。)	ケース1にて止水板から漏水した水が2次止水機構 で確保可能か評価する。	1次止水機構の止水板1枚(2m)の機能喪失+2次 止水機構の止水膜の喪失を想定した場合の敷地 の浸水深を評価する。(開口部は止水板がない場 合の鋼製防護壁と底面戸当りの隙間部(最大 170mm)から評価した。)
説明図	④止水板 ④止水板 ③砂除lf 漏水経路 単水板が機能 喪失した想定 「調水位置 10mm~ 170mm	1次止水機構 小板(1枚)2m シテナシス 上水膜の水圧試験の結果,防潮堤天端高さ(T.P.+ 20m)から設置地盤標高(T.P.+3m)を差し引いた値 の静水圧(170kPa)に対して,試験圧力500kPa以上 で確認しているため,止水膜から漏えいすることは なく1次止水機構からの漏水を保持できる。 なお,止水膜に対する漂流物衝突影響,対策等は 詳細設計段階で検討するが、【ケース3】に示したと おり,止水膜の機能が喪失しても非常用海水ポンプ の安全機能に影響ないことを確認している。	IX止水機構 止水板! IX(2m) IX小板! IX小板! メ大統治 2次止水機構 2次止水機構 2次止水機構 2次上水機構 IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII
漏水量/ 浸水深	止水板1枚喪失時の漏水量 3726m ³ /10分, 浸水深 約1.6m(T.P.+3m盤より)	_	2次止水機構の止水膜が喪失した場合、1次止水 機構からの漏水が、そのまま敷地内に浸水するた め、漏水量及び浸水深はケース1に同じとなる。

表1 1次止水機構及び2次止水機構の漏水量評価結果(1/2)

4. 止水機構の漏水量評価(2/2)





表1 1次止水機構及び2次止水機構の漏水量評価結果(2/2)

【論点3】機器の動的機能維持評価(1/4)



<本論点の経緯>

第520回審査会合(平成29年10月27日)において,構造等がJEAG適用外であるスクリュー式ポンプ及びギア式ポンプの動的機能維持の 検討方針を説明した。また,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,設備の特徴 を基づく損傷モードに応じた評価対象部位の抽出結果について説明した。

今回は、上記の評価対象部位に対する動的機能維持の評価結果について説明するものである。

<コメント>

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すること。

<回答>

動的機能維持評価において,構造等がJEAG適用外である表1に示す設備について,地震時異常要因分析により損傷モード(評価対象部位)を抽出し,地震時の動的機能維持について評価した。評価の結果,動的機能が維持できることを確認した。

評価対象	機種/型式
 ・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/スクリュー式 (図1, 図2)
・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 ではスクリュー式ポンプについて説明する。





(参考 スクリュー式ポンプ鳥瞰図) <類似機器の例>

表1 評価対象設備

【論点3】機器の動的機能維持評価(2/4)



1. 動的機能維持評価における評価基準

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。

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。	Ο	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 (ス リーブ, 主ねじ, 従ねじ) 	主ねじはラジアル軸受にて支持されており, 地震時の主ねじの変形 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。	0	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 軸系(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。	0	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,安全弁の機能確認済加速度以下であることを確認する。	0	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。	0	回転機能の確保の観点から、メーカが推奨する 許容面圧を評価基準とした。
⑨ 電動機	機能確認済加速度との比較により動的機能維持の評価を行う。	0	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。	_	_
① 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。	_	_

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

※:第562回審査会合(平成30年4月5日)説明範囲

【論点3】機器の動的機能維持評価(3/4)



2. 評価結果

地震時の動的機能維持の評価結果を表3~5に示す。すべての評価項目において評価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	IJ	[目	評価値	許容値	評価
	╡ ╅┲┿╼╴┙┍	<u>с</u> , т	引張	4 MPa	184 MPa	0
1	を 使 小 ル ト	ר אוו	せん断	4 MPa	142 MPa	0
	ᢞ᠈ᢞ᠋ᢐᡘᢣᢞᡎᠺ	<u>с</u> –	引張	3 MPa	433 MPa	0
	ホンノ取りハルト	ר אוו	せん断	2 MPa	333 MPa	0
245	摺動部(スリーブ,	クリアランス				
343	主ねじ,従ねじ)	(スリーブ,主ねじ)	_			0
4	軸系(主ねじ)	応力	せん断	8 MPa	495 MPa	0
	**************	加速度	水平	$0.87 \times 9.8 \text{m/s}^2$	$5.0 \times 9.8 \text{m/s}^2$	0
ୢୄ	巡がし井		鉛直	$0.71 \times 9.8 \text{m/s}^2$	$1.0 \times 9.8 \text{m/s}^2$	0
			ラジアル(原動機側)	0.0790 MPa		
8	軸受	面圧	ラジアル(負荷側)	0.1356 MPa	-	0
			スラスト	0.1588 MPa		0
	電動機	加净带	水平	$0.81 \times 9.8 \text{m/s}^2$	$4.7 \times 9.8 \text{m/s}^2$	0
(9)	電動機	加速度	鉛直	$0.71 \times 9.8 \text{m/s}^2$	$1.0 \times 9.8 \text{m/s}^2$	0

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	E	評価値	許容値	評価
	甘林┵╜╹	広 五	引張	4 MPa	184 MPa	0
1	を従小ルト	ルビ ノ」	せん断	4 MPa	142 MPa	0
	+²ヽ.━゚┳┓/++* ╷ เ	<u>с</u> т	引張	3 MPa	433 MPa	0
	ホンノ取1小ルト	ルビノ」	せん断	2 MPa	333 MPa	0
	摺動部(スリーブ,	クリアランス				0
343	主ねじ,従ねじ)	(スリーブ, 主ねじ)	_			0
4	軸系(主ねじ)	応力	せん断	8 MPa	495 MPa	0
	逃がし弁	加速度	水平	0.87 × 9.8m/s ²	5.0 × 9.8m/s ²	0
6			鉛直	0.71 × 9.8m/s ²	$1.0 \times 9.8 \text{m/s}^2$	0
			ラジアル(原動機側)	0.0790 MPa		0
8	軸受	面圧	ラジアル(負荷側)	0.1356 MPa		0
			スラスト	0.1588 MPa		0
	電 制機	加油曲	水平	$0.81 \times 9.8 \text{m/s}^2$	$4.7 \times 9.8 \text{m/s}^2$	0
9	電動機	加速度	鉛直	0.71 × 9.8m/s ²	1.0 × 9.8m/s ²	0

【論点3】機器の動的機能維持評価(4/4)



	評価部位	項	目	評価値	許容値	評価
	甘 7林 그	<u>с</u> т	引張	4 MPa	184 MPa	0
1	奉碇小ルト	ルシノノ	せん断	4 MPa	142 MPa	0
	<u>+</u> , -, -, -, -, -, -, -, -, -, -, -, -, -,	<u>с</u> –	引張	3 MPa	433 MPa	0
	小ンノ取り小ルト	ルンノノ	せん断	3 MPa	333 MPa	0
	摺動部(スリーブ,	クリアランス			1	
345	主ねじ,従ねじ)	(スリーブ,主ねじ)	—			0
4	軸系(主ねじ)	応力	せん断	6 MPa	495 MPa	0
	ツムシーム	加速度	水平	0.81 ×9.8m/s²	5.0 ×9.8m∕s²	0
6	述かし井		鉛直	0.71 ×9.8m∕s²	1.0 ×9.8m∕s²	0
			ラジアル(原動機側)	0.0678 MPa		0
8	軸受	面圧	ラジアル(負荷側)	0.0835 MPa		0
Ŭ			スラスト	0.1769 MPa		0
	電動機	加净中	水平	0.81 ×9.8m/s ²	$4.7 \times 9.8 \text{m/s}^2$	0
(9)	電	加速度	鉛直	0.71 ×9.8m∕s²	1.0 ×9.8m/s²	0

表5 常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ

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	高圧炉心スプレイ系ディーゼル	常設代替高圧電源装置
			燃料移送ポンプ	発電機燃料移送ポンプ	燃料移送ポンプ
容量		m³∕h	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	1.2	1.2	2.2
十西	たて	mm	220	220	220
土安	横	mm	470	470	535
可压	高さ	mm	230	230	250
合計質量		kg	319	319	360

【論点6】 降下火砕物に対する建屋の健全性(1/2)



<本論点の経緯>

降下火砕物に対する原子炉建屋原子炉棟の健全性評価として,設置許可段階においては,屋根スラブの剛性を無視することにより鉛直荷重をすべて 主トラスが負担する保守的な評価を行った。エ認段階では,屋根スラブの剛性を考慮した現実的な状態による評価を行い,主トラスの評価結果に余裕が 増したことを示した。その際,屋根スラブの応力分布等を示すようコメントを受けた。

<コメント>

② 3次元FEMI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における鉄骨材とスラブの拘束条件及び鉄骨材とスラブの結合部の状態について

モデル化範囲	〇原子炉建屋原子炉棟6階面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	〇解析モデル下端の全節点は固定点 〇梁要素, 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
鉄骨材とスラブの接合部	〇主トラス上弦材(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 (地震時には水平荷重が支配的であるが,降下火砕物堆積時においては鉛直荷重が支配的であり,曲げ剛性を保守的に評価)



【論点6】 降下火砕物に対する建屋の健全性(2/2)



検定値

0.49

0.30

-6.70(圧縮)

-7.30

-0.58 (圧縮)



*2:3次元FEMによる最大圧縮軸力(-364 kN/m)から求めた軸応力度 -3.64 N/mm²

(3) 屋根スラブの健全性について

- ・支持スパンが最も長いスラブについて、等分布荷重を受ける両端固定梁として応力を算出し、鉄筋の引張応力度及びコンクリートの 面外せん断応力度の検定値が1以下であることを確認(表1)
- ・屋根スラブはほぼ全域で圧縮軸力が支配的となることから、鉄筋の引張力に対する負担は緩和(図2)
- ・曲げ単独の評価に3次元FEMによる最大の圧縮軸力を考慮した場合においても、コンクリートの圧縮応力度(6.70 N/mm²)は長期許容 圧縮応力度(7.30 N/mm²)未満(図3)

以上から、原子炉建屋原子炉棟の降下火砕物に対する評価において、屋根スラブの健全性を確認した。

【論点7】 SA時の強度評価における設計方針



<本論点の経緯>

強度計算の基本方針において、機器の評価は基本的に施設時の適用規格による評価とするが、施設時の適用規格が 昭和45年告示第501号の場合は、JSME設計・建設規格と告示第501号の比較を行い、いずれか安全側の規格による評 価を実施することとしている。一方、配管の応力係数について、本方針と異なる値を採用している。

<コメント>

 ① 強度評価の方針として,適用規格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,現実的な値を採用 することの考え方を示すこと。

く回答>

- ◆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、保守性を削除することが可能と判断されたためで ある*。

X: "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は現実的な値としてJSMEの応力係数(0.5)を採用する。

クラス1配管の	建設時工認	今回の評価	JSMEの値を
応力評価	ASME(1971年)/告示501号(S45年)	JSME(2005/2007)	採用することの妥当性
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 = (ASME1980年以降は)	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, より現実的値として に変更しており, JSMEと同等

【論点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(1/8)

<本論点の経緯>

平成29年11月,実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈等の一部が改正され,原子炉建屋に設置されたブローアウトパネルに対する要求事項等が明確化された。このため,東海第二発電所のブローアウトパネル及びブローアウトパネル閉止装置が要求機能を満足することを実証試験等の結果により説明する。

<コメント>

③ 実機大モックアップ試験の条件(ブローアウトパネル及び閉止装置)について説明すること。
 ④ 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。
 ⑤ リスク管理の試験スケジュール(クリップ幅変更等)をスケジュールに追加すること。

<回 答>

【ブローアウトパネルの試験条件】

・試験は油圧ジャッキにて差圧6.9kPa相当の荷重を付加し、パネルが開放することを確認する。試験体ごとの試験条件は以下のとおり。

・実機大モックアップ試験では予備を含めて3台の試験体を製作し, 6.9kPaで開放しない場合のリスク管理を実施する。

・クリップについては,幅80mmと幅100mmの2種類を準備し,クリップ数のみならず,クリップの幅でも調整できるようにする。

			ᅗᄭᇞᇌᆷ		│ 実機大モック	7アッフ開放試験	
試験No	目的	試験体		武 题条件		Ł	
1	6.9kPa以下 で開始するこ	試験体1	クリップ数	・設計条件(10個/パネル)	試	► 験体1 除N= 1)	_
	との確認		開放荷重	 ・ 6.9kPa相当の荷重を油圧ジャッキにて付加 ・ 開放しない場合は、荷重を増加し開放までの荷重データを測定 		線NO.1) 計条件) 6.9kPa以下で開放	ξ
2	試験体1の	試験体2	クリップ数	・試験体1と同じ	試験体2		
	冉垷忹傩認	(試験No.1で機能確認できる場合)	開放荷重	・6.9kPa相当の荷重を油圧ジャッキにて付加	(試験体 で再現	本1と同条件 見性確認)	
3	3 クリップ数を 減らした条件 にて6.9kPa 以下で開放 試験体2 (試験No.1で 機能確認で きない場合) クリップ数		クリップ数	・試験体1よりクリップ数を減少			
			・6.9kPa相当の荷重を油圧ジャッキにて付加				
	すること					↓ ↓	
4	試験体2の 再現性確認	【験体2の │ 試験体3 │ クリッ 「現性確認 │ (試験No.3で │		・試験体2と同じ	(共手本	開放機	
		機能確認の 場合)	開放荷重	・6.9kPa相当の荷重を油圧ジャッキにて付加	(荷重変位曲線よりSd相当荷重で開放しないこ		
				4	1	試験のネ	ŧ

Г

試験体毎の試験目的と試験条件

【論点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(2/8)

【ブローアウトパネル用クリップの追加試験結果】

・基本クリップとすることとした幅80mmのクリップ試験結果(クリップの荷重と変位の関係)についてまとめた。

・本クリップ試験結果をもとにクリップ数を10個に決定。

・また、保守管理においては、定期的な実機クリップの開放試験を実施し、その耐力が本試験データ範囲内にあること確認する。



【論点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(3/8)

【試験スケジュール】

- ◆ 現在,実機大試験体を作製中であり,6月上旬から製造メーカにて開放試験予定
- ◆ 80mm幅のクリップ要素試験30個データ採取済。クリップ抗力の変更はクリップ数の変更により十分に対応可能である。なお、 念のため100mm幅のクリップ要素試験を追加実施予定



※:シール乾燥状態により多少前後する可能性有

【論点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(4/8)

【ブローアウトパネル閉止装置の試験条件】

・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。

・閉止装置の気密性能に影響するテーパーブロックにはライナーを取り付けることによりパッキン押し込み量を調整できるように準備する。



なお,原子炉建屋原子炉棟全体としての気密性能は,原子炉建屋全体漏えい試験で確認する。

【論点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(5/8)

【試験スケジュール】

- ◆ 5月28日,工場にて組立後,パッキンの当たり面の調整及び作動確認を実施。6月1日に気密性能試験予定。
- ◆ パッキン耐久試験※を実施し、6月下旬に気密性能の要素試験を実施予定

※: JISK6266「直接屋外暴露の再現方法」に基づく紫外線,温度,湿度等の加速試験



【論点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(6/8)

<コメント>⑥ブローアウトパネル本体の品質・施工管理,保守管理を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。今後,保安規定変更認可 申請の補正までに要素試験や産業界実績を踏まえ点検周期を定め,保全計画に適切に反映していく。

【ブローアウトパネルの施工管理・保守管理について】

対象機器	必要な機能	目的	管理項目		実施内容
施工管理		クリップ抗力を設計範囲内 に確保	クリップ性能	•	製造ロッド毎にクリップ単体試験を実施し, 開放荷重を確認(抜き取り) クリップ設置個所, クリップ寸法確認
	開放機能	シール抗力を設計範囲内に 確保	シール材目地深さ	•	規定値内(深さし」・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
		摩擦抗力を設計範囲内に 確保	型枠内面状況	•	摩擦力に影響する異常(有意な腐食やバリ等)がないことを確認
		パネルと型枠の干渉回避	パネル寸法	•	規定寸法内(設計値)にあること確認
	気密性能	シール健全性確保	気密性能(建屋)	•	原子炉建屋としての気密性能が確保されることを確認
			シール外観	•	損傷,異常のないことを目視にて確認
	構造健全性	構造健全性確認	パネル外観	•	損傷,異常のないことを目視にて確認
		摩擦抗力を設計範囲内に	クリップ性能	•	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確認
	開 成	確保	型枠内面状況	•	有意な腐食やバリ等がないことを目視にて確認
保守管理			気密性能(建屋)	•	原子炉建屋としての気密性能が確保されることを確認
	気密性能	シール健全性確保	シール外観	•	損傷、異常がないことを目視にて確認
			シール取替	•	定期的な取替。頻度は、メーカ等の知見などを踏まえて設定
	構造健全性	構造健全性確認	パネル外観	•	損傷, 異常のないことを目視にて確認

【論点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(7/8)

【閉止装置の施工管理・保守管理について】

対象機器	必要な機能	目的	管理項目	実施内容
	作動性能	開閉機能の確保	開閉機能	・ 作動試験(電動,手動)にて確認(工場及び設置後)
施工管理			気密性能	・ 製品単体毎の気密性能確認(工場)
	気密性能	パッキン健全性確保	気密性能(建屋)	・ 原子炉建屋としての気密性能確認(設置後)
			パッキン	・ 異常がないことを目視にて確認(設置後)
	構造健全性	構造健全性確認	閉止装置全体	・ 損傷, 異常のないことを目視にて確認(工場及び設置後)
	作動性能	開閉機能の確保	開閉機能	・ 作動試験(電動,手動)にて確認(工場及び設置後)
		パッキン健全性確保	気密性能(建屋)	・ 原子炉建屋としての気密性能確認
保守管理	気密性能		パッキン	・ 異常がないことを目視にて確認
			パッキン取替	・ 定期的な取替。パッキンの耐久性試験結果を踏まえ, 取替頻度を決定
	構造健全性	構造健全性確認	閉止装置全体	・ 損傷, 異常のないことを目視にて確認

【論点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(8/8) 【参考】ブローアウトパネル設計条件の概要



- ブローアウトパネル設計条件の概要
- ◆パネル開放させるため満足すべき条件は以下の通りであり、抵抗力(①クリップの抗力、②パネル移動時の摩擦力による抗力、③パネルと躯体間のシール材の抗力の合計)が、④差圧による荷重以下の条件を満足する必要がある。



- ◆上限値は,設計最大差圧以下でパネルを開放させるため,設計最大差圧6.9kPaとする。
- ◆ 下限値は, 被ばく影響の観点から, 弾性設計用地震動Sdによる地震力とする。(別途, 整理して今後説明)
- ◆ クリップ固定方法を保守管理を考慮し, ボルト止め構造を採用(設計変更 本構造でクリップ試験データ採取)
- ◆ クリップはブローアウトパネルの左右,上下で荷重がより均一となるように設置(パネル下側は移動時に摩擦力が発生するため,パネル 上端側に摩擦相当分のクリップを増加) ⇒ クリップ数 左側: 枚,右側: 枚,上側: 枚,下側 枚 の合計10個

<設計条件>
 ✓ Sd地震時の開放荷重(下限): パネルの固有振動数を両端ピン支持のはりとして保守的に算出。実機モデルにて固有振動数を測定し試験に反映
 ✓ クリップ開放荷重 : クリップ開放荷重(8cm幅の場合)
 ✓ を擦力 : 静止摩擦係数0.6 (物性値0.4の1.5倍。なお,動摩擦係数としても本値を使用)であり、この場合の摩擦力は約
 N
 ✓ シール材破壊力 : メーカ値の最大引張破壊荷重と最大荷重時の伸びデータより、クリップが外れる際の移動量約
 ▶ 時のシール材の荷重として設定(約1.0×
 N)。
 ✓ 差圧による開放荷重(上限) : 約1.1×10⁵N(最も面積の小さいパネル(差圧による開放荷重が最も小さい)に6.9kPaが付加する場合の荷重



【論点13】 MCCI/FCI対策に係る設計(1/4)



<本論点の経緯> コリウムシールドの施工は、国内プラントでは初めてとなることから、 構造・手順・環境の面で施工に係る実現性を確認する必要がある。

- <コ メ ン ト> ③ コリウムシールドの施工性について示すこと。
- < 回 答 > 施エステップごとに施工内容や管理項目等を説明する。



ペデスタル概要図(断面図)

【論点13】MCCI/FCI対策に係る設計(2/4)





【論点13】MCCI/FCI対策に係る設計(3/4)





【論点13】MCCI/FCI対策に係る設計(4/4)





【論点13】MCCI/FCI対策に係る設計(参考資料)



<コメント>④, ⑤, ⑥ MCCI/FCI対策関連設備のエ認上の取り扱いについて



流入配管鳥瞰図

【論点20】 ECCSポンプのSA時でのNPSH評価(1/5)



- <本論点の経緯> ECCSポンプのNPSH評価のうち、ECCSストレーナの異物付着による圧損上昇の 評価において、SA時に発生するデブリがストレーナに付着する量を見直した条件 (移行割合を考慮しない条件)等で追加試験を実施することとした。
- <コ メ ン ト> ② 試験の再現性について示すこと。
 - ③試験手順について示すこと。
 - ④ 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)圧損試験要領について

想定する異物量及び試験手順は内規に準拠しており、保守的に設定





- (1) 圧損試験要領について
- ①実機で想定される異物量

(算出方法)

内規に基づき、保守的に物量を算出している。化学影響生成異物は、先行PWRを参考。

(保守性)

- ・東海第二発電所では、圧損影響の大きい繊維質保温材を撤廃しているが、圧損試験においては、繊維質保温
 材の付着を見込んだ試験を実施する。
- ・ドライウェル及びペデスタル内の耐DBA仕様塗装は、SA環境で全量が剥落することは考えにくいが、試験に おいては全量剥落を想定している。
- ・WCAP-16530で規定されているAI, ZnIc加え, JNES-SS-1004で提案しているFe(炭素鋼)の溶解も考慮。

	異物の種類	DB	SA	補足
保温材	一般保温(繊維質)	0 m ³		PCV内では使用されていない。(圧損試験では, 繊維質保温材の付着を見込んだ試験を実施)
	カプセル保温(金属反射型)		_m ³	内規に基づき7.4Dの範囲の金属反射型保温材 の全破損を想定して算出
塗装	耐DBA仕様塗装(ジェット破損)	39	9 kg	内規規定値
	非DBA仕様塗装		kg	実機を保守的に算出した値
	耐DBA仕様塗装(SA環境剥離)	—	kg	D/W及びペデスタル内の塗装全量
堆積異物	スラッジ	89	9 kg	内規規定量
	錆片	23	3 kg	内規規定量
	塵土	68	8 kg	内規規定量
	化学影響生成異物	_	kg	PWRを参考に, WCAP手法等により算出

【論点20】 ECCSポンプのSA時でのNPSH評価(3/5)



②異物移行量

(移行量の考え方)

①で算出した異物のうち

・破損保温材は、内規に基づく移行量を考慮した物量

・破損保温材以外は、全量がストレーナへ移行と想定

(保守性)

- ・代替循環冷却系起動時はサプレッション・チェンバ内は静定しており、異物も沈降しており、ストレーナへの 移行は考え難いが、全量移行と仮定する。
- ・ベント管からの流入位置によらず,評価対象ストレーナの1系統に全量移行と仮定する。



【論点20】 ECCSポンプのSA時でのNPSH評価(4/5)



③試験手順

内規で定められた条件を踏まえ,保守的に 試験手順を設定している。

	水槽水位
	▲ UUU 差圧計(圧損)
ピー ポンプ Pump ・	試験装置概要図

内規 別記2(留意事項)	試験内容
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する手順とする。
	 (投入順序) ① 金属反射型保温材 ② 繊維質保温材【繊維質】 ③ スラッジ、塵土、錆片【粒子状異物】 ④ 各種塗装 ⑤ 化学影響生成異物(ALOOH)
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する手順とする。
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する。 事故シーケンス上,代替循環冷却系ポンプ流量は 250 m ³ /hである。保守的な試験 となるよう,段階的に流量を増加させ,ストレーナを兼用する残留熱除去系ポンプ の流量 1691.9 m ³ /h までを範囲とする。
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。

(2)試験の再現性について

- ・試験中,投入された異物は攪拌機で分散され,更に水槽内の水は一定流速にて循環する。また, 圧損データは十分に静定された状態となってから採取する。これによりデータの安定性を図る。
- ・繊維質保温材を撤廃した条件において、これまでのGE製ディスク型ストレーナの圧損試験結果は、 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、試験結果のばらつきによる影響はほとんどないと考えている。
- ・今回実施する試験において,圧損上昇が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

- ・試験を実施する米国の試験場は確保済みであり、必要な設備(水槽配管、ポンプ)は一式、使用できる状態である。
- ・それら設備を試験用の条件に設定することで、試験が開始できる。
- ・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),終了後,速やかに評価結果を報告する。

【論点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(1/2)

1. 概要

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。

燃料集合体落下時のライニング健全性評価では、以下の運動方程式によって落下エネルギーを評価 し、既往の試験における落下エネルギーに包絡されることを確認している。

 $m_1 \times dv/dt = m_2 \times g - D$ 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, g:重力加速度 $D = 1/2 \times \rho \times Cd \times A \times v^2$ ρ :水密度, Cd:抗力係数(=0.80), A:投影面積, v:速度

<評価に用いた抗力係数Cd >

形状:直方体(L/d=0~5), Re:1.7×10⁵の文献値(最小=0.87)[※]を参考に、0.80と設定。 (Cd=0.50でも既往の試験の落下エネルギーに包絡されることを確認済み)

<実燃料における抗力係数の考察>

実燃料(L/d=33, レイノルズ数=10⁵~10⁶程度)のCdは以下の知見より上記値より大きいと評価 ・直交面の圧力抵抗・・・実機レイノルズ数付近ではCdは一定(下左図)

- ・平行面の摩擦抵抗・・・L/d増加に対し、Cdは単調増加(下右図)



※第3版 機械設計便覧 機械設計便覧編集委員会編、丸善、平成4年3月10日発行



【論点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(2/2)

2. 確認事項

CdのL/d依存性については、L/dが比較的小さな範囲の値しか示されていない(燃料集合体 L/d≒33)。このため、燃料集合体を模擬した試験体によりデータを取得してCdを求め、落下エネ ルギーが既往の試験に包絡されることを確認する。

3. 確認状況

燃料集合体を模擬した試験体により試験を行い、Cdを取得するための試験条件を確認した。 3.1.試験イメージ(下図) _{荷重計}



3.2. 試験内容

走行距離~130m

計測車で試験体を走行させ、速度を変化させて速度毎に抗力を測定し、Cdを求める。 あわせてCFD解析による確認を行う。

- 4. 今後の予定
 - 6月18~21日 試験実施
 - 6月末 結果まとめ

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(1/5)



5月末までに、26/30件 終了。残り4件についても6月中に終了予定。

No	試驗タ	試験目的	試験項目	1月 2		2)	2月		3月		4月		5月		月	備老
140.				Ŀ	不	上	下	上	下	Ŀ	下	Ŀ	T	Ŀ	下	UHB
1		・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	<u>हत</u> .	験計画策算	<u> </u>	クリップ考試験装置	要素試験の <u>営製作</u> クリ	本 . ップ試験		- → ^{▼結長} 	<u>見説明</u> 追記試験準 験装置製 身	備 追加クリ. 要素記 作 - 機大開放	Jップ - 式談 Z試験	▽結果説	<u>明</u> ・試験装置製作中 ・クリップ試験開始 (論点11参照)
2	フローアウトバネル及び 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	計画策定ノ	「材料手配 要素試験〔	(実機大調)パッキン?	<u>(</u>)()/加 () () () () () () () () () () () () ()	振台調整 2)電動機 験③パッ:	等の加振試キン耐久試	実 験 — 験 —	機大試験(作動・	<u>本製作</u> 気密試験 加振・作		<u>説明▽</u> ◆ 生能試験	計画通り実施中(試験装 置製作中) (論点11参照)
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	睽完了 験分)		▼結果記	说明(2/22)) 結:	果説明(4/2	23)▼	▼結果説『 +画策定/	明(5/2) /試験準備	<u>結果説明</u> 圧損試験	<u>I</u> ⊽	追加試験準備中 (論点20参照)
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	試験体發	<u>関作</u> 圧縮永 (デ	▼ <u>試験条</u> 久ひずみ割 ―タ拡充)	<u>件説明(2/</u> 試験	1) <u>▼デー</u> 「 「 小久ひず (増厚検1	<u>タ拡充試</u> 「増厚試影 ▼ ひ試験 付)	<u>験結果説明</u> 食速報説明」 <u>結果説明(</u>)	(3/8) (3/15) 3/29)					・データ拡充試験により、 現状の圧縮永久ひずみ率 の設定が吸当であることを 確認済み ・増厚したガスケットによる 圧縮永久しびずみ試験により、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	L.	▼ 結:	果説明(速4 <u>▼</u>	報)(3/22 結果説明	<u>)</u>](4/16) :	コメント対応	<u>志中</u>		液状化強度試験結果について整理し、設置変更許 の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	7		▼結果	说明(2/22	<u>!)</u>							ジョイント部材はTP:+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		験装置制	乍	耐圧試	<u>険</u>		<u>▼</u> 結	課説明(<u>4/12)</u>				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(2/5)



No.	試験名	試験目的	試験項目	1	月	2.	月一一一	3F	-	4月	-	5月	65	1	備考
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	▶	上 試験計画を 2/8 ▼	E説明しな 試験 2/27 ▼	上 がら策定中 該計画説明 3/13 3/ ▼ 材料手配) /27 4/3 4/ ▼ ▼ ▼	上 10 4/18 又 製作,試験	5/8 ▼ 準備	<u>▼</u> 1 加振試験	<u>上</u> 結果説明(5/2 €	22)	加振試験終了 (論点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 (荷重一変位曲線の取得)	試験完	7	▼結果説 (2/1)	明(速報)		▼結果説 (3/23)	明					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 絡設備の電気的機能維持確認	加振試験					固定	治具製作/言	式験	_	▼加됆	▼結果説明(版試験(5/17,1	5/30) 8)	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
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 ・使用済燃料ブ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 SF	了 P監視力	くう用空冷却	麦置試験		▼結り	見説明(3/2	⁷⁾ サーな	イメータ等詞	▼結果速報 試験	(5/30)	・SFPカメラについて耐放 射線試験を実施済み サ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
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		志	▼ 験体製作		計画説明(3 ックアップ話	/22, 4/25) 験	<u>▽結果該</u> ▲ —	明	5月で試験は終了 得られた試験結果は、机 上検討にフィードバック中
13	常設高圧代替注水系ポン ブ加振試験	動的機能維持評価に使用するため確 認	加振試験	試験穷	87								▽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	E7 .	▼結果説明	(1/25) =	リメント対応ロ	Þ						加振試験の結果、加振後 においても提器が健全で 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(3/5)



No	計驗友	計除日め	試験項目	1月		2月		3,	1	4月		5月		6月		供来
NO.	武 获石	武鞅日的		上	不	Ŀ	下	上	下	Ŀ	下	Ŀ	不	Ŀ	下	加 巧
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	7	▼結果説明	(1/25) ⊐	メント対応	ф							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	7							▼新 (5/	結果説明 15)			浮遊砂巻込み対策として 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 試験時 水路の 実施す H30.64	了 に適用し 地震応 ることとし 中旬:加振	た入力波) 新鮮析結果 ている(ヒ 試験, H30	が、仮に地 に基づくFI アリングに 0.6末:結果	盤物性の! RSを包絡 おいて説明 報告	見直しによ しなかった 月済)。	る防潮堤及 場合は再試	び放 験を			▽結果 (6/上	.説明 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	7分				追加実	施分 ビアリング 王	験準備	, 試験	評価 	吉果説明(5	5/29)	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 液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	7						<u>▼</u> 結	果説明(4	<u>4/23)</u>			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 数の結果、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	7						<u>▼結</u>	<u>果説明(4</u>	/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	7						▼結果	果説明(4	<u>/23)</u>			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

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(4/5)



Nie	计睑力	計陸日め	計驗項目	1月		2月		3,		4 J	1	5月		6 F	1	進来
NO.	武 获石	武铁日内	武获項日	上	下	Ŀ	下	Ŀ	下	Ł	不	Ŀ	不	L	下	開行
00	火災感知設備及び消火設	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	7							▼ 約	<u> </u>	/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
22	備の実証試験	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	7						▼結	<u>果説明(4</u>	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
		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	7						▼結	果説明(4	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
	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	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	7						▼結	果説明(4	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
23		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	7						▼結	<u>集説明(</u>	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	7						▼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・電気ベネトレーション用耐火間仕切り の火災耐久試験 計装品(現場制御館、計装ラック)・電気ベネト レーション用耐火間仕切りの火災耐久試験 計装品(現場制御館、計装ラック)用耐火間仕 切りの火災耐久試験	試験完	17						<u>▼</u> 結	<u>果説明(</u> 4	4 <u>/23)</u>			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	試験究	7						•	吉果説明((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	7						▼ #	吉果説明(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	7						▼紀	5果説明(<u>4/23)</u>			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	7						<u>▼</u> 結	<u>果説明(</u>	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	7						▼戸 新 水徳	<u>り容説明(</u> 規もしくは 試験は扉	<u>4/23)</u> 改造する水 製作時に実	.密扉の 4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(5/5)



N	5+84.47	試験目的	試験項目	1月		2	2月		3月		4月		5月			/# #
NO.				Ŀ	下	上	下	Ŀ	下	上	下	上	下	Ł	下	כיי אע
25	SFP常設スプレイヘッダ及び可搬型ス プレイノズル放水試験	SFP常設スプレイヘッダ及び可搬型スプレイノズル 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【機器メーカ実施試験】			▼結 (可	果説明 搬型スプレ	<i>・</i> イノズル)	▼結 (常	i果説明 は設スプレ	イヘッダ)					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										試験体	結果説明 準備 予備試験 試	∑ ¢	 ・燃料集合体を模擬した試 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)加援試験	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(原子炉速屋及び緊対) (3)適信機器類(原子炉速屋及び緊対) (4)電源設備(原子炉速屋及び可搬型設備置場) (5)照明(原子炉速屋)	試験完	7				¥	結果説明	(3/27) ⊐	メント対応・	¢			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	7								₹	^賽 料提出(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 加援成果が、当社に適応で 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ー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】										V	¥料提出(5/	28)	他社から買取した加援試験 結果が当社に適応できること 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電路 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】										v ∦	€料提出(5/ ▼結果説明(28) (5/30)	他社から買取した加振試験 結果が当社に適応できること を確認済み。No.28と合わせ てご説明