

伊方発電所における長期停止に伴う 保全対策について

平成27年2月4日
四国電力株式会社

1. 長期停止中の保全計画について

- 原子力発電所については、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」および「発電用原子炉施設の使用前検査、施設定期検査及び定期事業者検査に係る実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則のガイド」において、原子炉の運転を概ね1年以上停止する場合等、保守管理を行う観点から特別な状態にある場合には、特別な保全計画を策定することが求められている。
- 特別な保全計画では、長期停止中において、系統・機器の健全性を維持するために実施する以下の措置について取りまとめている。
 - (1) 系統・機器の経年劣化抑制のために実施する保管対策
 - (2) 保管状態、停止期間に応じ実施する分解点検等の保全
- 特別な保全計画については、施設定期検査申請書の添付書類として国に提出しており、申請および変更申請の都度、その妥当性について国が確認する。

ユニット	定期検査開始時期	国への申請日※
伊方1号機	平成23年9月4日(第28回定期検査)	平成24年8月20日 平成24年12月25日 (燃料取出しに伴う保管対策の変更)
伊方2号機	平成24年1月13日(第23回定期検査)	平成24年12月25日
伊方3号機	平成23年4月29日(第13回定期検査)	平成24年4月27日 平成25年10月3日 (停止期間長期化に伴う保管対策の変更)

※ 新規制基準施行(平成25年7月8日)前は、保安規程の添付書類として届出

2. 保管対策(1/3)

【保管対策の現状】

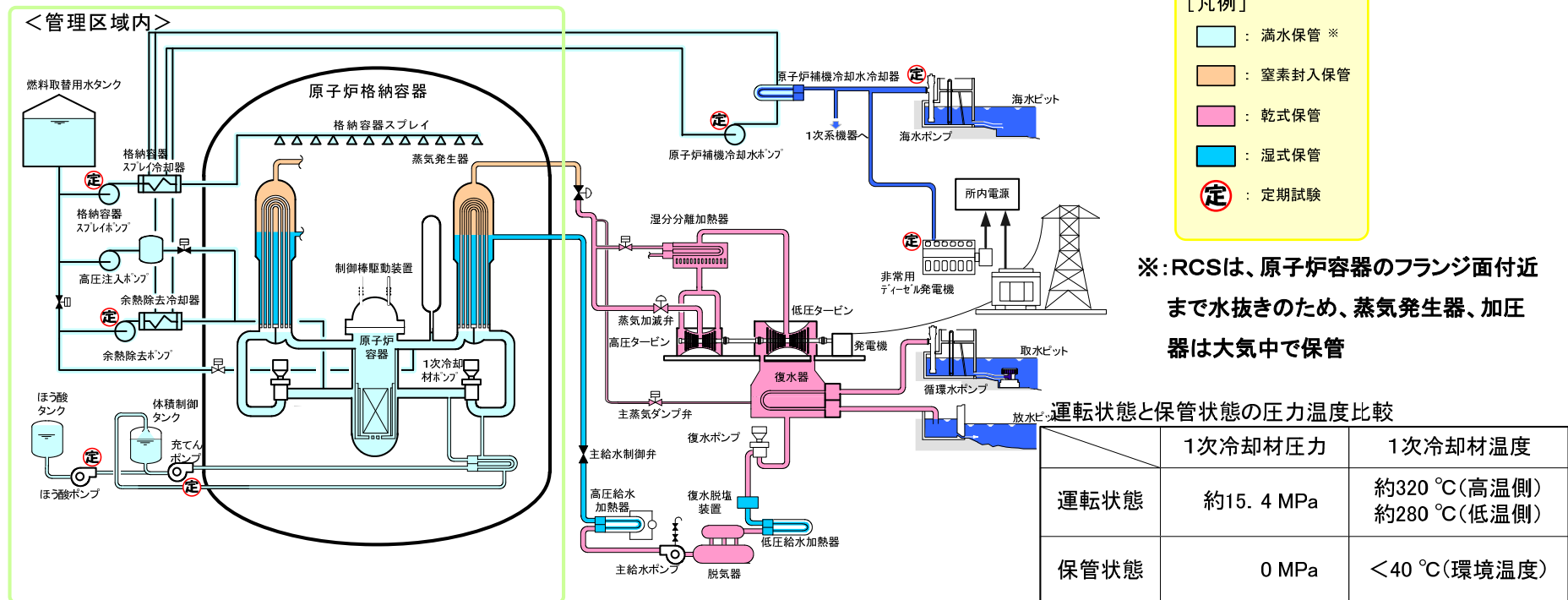
○ 原子炉等1次系系統・設備

- ・一次冷却系統(RCS)は、原子炉容器フランジ面下(1/2号約-50cm、3号:約-30cm)まで水抜きした状態で保管。保管水について、安全系設備(余熱除去系統)の定期試験(1回/月)に合わせて水質測定による水質監視を実施。
- ・安全系設備については、定期試験による健全性確認、運転中の設備については、振動診断等による状態監視を実施。

○ タービン等2次系系統・設備

- ・腐食を抑制する観点から、系統構成、設備の構造等を考慮し、窒素封入、乾式(乾燥空気置換等)、湿式(薬品添加)保管のいずれかを適用。(前回H25. 3報告に同じ)

【主要系統の保管状態】



2. 保管対策(2/3)

【一次冷却材系統(RCS)構成材料の酸化被膜形成と耐食性などについて】

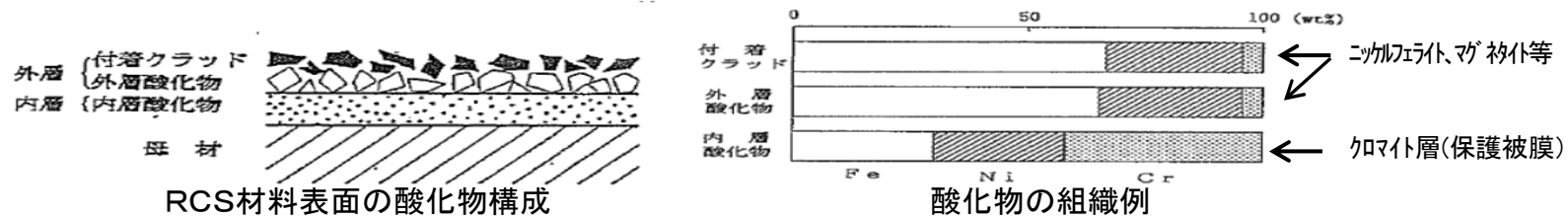
ORCSの構成材料

- ・蒸気発生器細管はニッケル基合金(インコネル690TT)、RCS配管、原子炉容器及び加圧器※は、ステンレス鋼(SUS304など)が主であり、これらの材料は共にオーステナイト系材料である。

【※蒸気発生器水室、原子炉容器および加圧器の内面は、ステンレス鋼(SUS304)で被覆】

○酸化被膜(保護被膜)の形成と耐食性

- ・運転中のRCS環境では、下図に示すとおり、母材近傍にクロマイトが主成分である内層酸化物、表面側にフェライトが主成分である外層酸化物及び付着クラッド(停止操作時に大部分が除去)が形成されている。
- ・このうち、内層酸化物は不動態化した酸化被膜であり、現状の保管環境(常温で高純度なホウ酸溶液中)においても安定であることから保護被膜として耐食性を向上させるものである。
- ・RCS材料表面は、上記の通り耐食性のある安定した保護被膜が形成されており、材料劣化が進展することは考え難い。



○水質状況

- ・保護被膜の健全性を確認するため、保管水の不純物濃度等の測定を行っているが、以下のとおり、現在良好な結果を得ている。

		pH (at25°C)		濁度 (ppm)	塩素イオン (ppm asCl)	フッ素イオン (ppm asF)
		運転中(参考)	停止中			
測定値 ※	1号機	7.34	5.07	< 0.1	< 0.05	< 0.05
	2号機	7.81	4.82			
	3号機	7.58	4.35			
管理値		4~11		≦ 1	≦ 0.15	≦ 0.15

※測定値は、以下の測定データを示す。

・運転中: 本定検停止直前の運転中測定データ

・停止中: 最も至近の測定データ

2. 保管対策(3/3)

【米国電力研究所(EPRI)のレビューについて】

○ レビュー概要

長期停止中の原子力発電所について、水質管理に着目したベンチマーク調査をEPRIが計画し、その調査の一環として伊方発電所の保管対策についてレビューを受けた。

- ・ 期 間 平成25年7月16～18日
- ・ 場 所 伊方発電所
- ・ レビュー者 EPRI技術者(2名)
- ・ レビュー項目 保管対策に係る規定類の整備状況・現場状況確認、水質に係る測定データ 等

【レビュー時の風景】



○ レビュー結果

現状の伊方発電所1・2次系の保管対策について、米国などで調査した海外の長期停止プラントと比較評価した結果、同等以上であり、材料劣化抑制の観点から保管対策は妥当との評価を得た。

【海外での比較調査プラント】

過去約20年間において長期停止(最大8年)した経験のある以下のプラントを調査し比較している。

プラント名	国名	プラント名	国名
Crystal River	米国	San Onofre 2・3号機	米国
Davis Besse	米国	Bruce A 3・4号機	カナダ
D.C.Cook 1・2号機	米国	Pickering A 1・4号機	カナダ
Fort Calhoun	米国	Point Lepreau	カナダ
Millstone 2・3号機	米国		

3. 長期停止中の保全(1/3)

■ 長期停止中の保全(点検)の実績

○特別な保全計画に基づき定期的な保全(点検)を実施している。

ユニット	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
伊方1号機	第28回 プラント運転停止 →	第29回 ■ (1回目)		第30回 ■ (2回目)
伊方2号機	第23回 プラント運転停止 →		第24回 ■ (1回目)	第25回 (2回目) ■ 実施中
伊方3号機	第13回 プラント運転停止 →	第14回 ■ (1回目)	■ (2回目)	第15回 ■ (3回目)

■ : 長期停止中の保全実績 □ : 当初の定期検査計画

■ 主な保全(点検)項目

○保管状態、停止期間を踏まえ、プラント停止中における経年劣化状況を評価し、経年劣化が予想される系統・機器については、必要な点検を実施している。

設備区分	機械設備		電気設備	計装設備
主な 保全項目	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 非常用ディーゼル発電機 (機関分解点検) ➢ 海水ポンプ、原子炉補機冷却水ポンプ(分解点検) ➢ 原子炉補機冷却水冷却器 (開放点検) ➢ 1,2次系弁(分解点検) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ アンユラス排気フィルタ、中央制御室非常用給気フィルタ、安全補機室排気フィルタ (よう素フィルタ性能検査) ➢ 配管(非破壊検査) 等 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 非常用ディーゼル発電機 (発電機分解点検) ➢ 海水ポンプ、充てんポンプ、電動補助給水ポンプ、原子炉補機冷却水ポンプ (電動機分解点検) ➢ 電源設備(分解点検) 等 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 空気作動弁(分解点検) ➢ 安全系の計器 (点検・校正) 等

3. 長期停止中の保全(2/3)

■長期停止中の保全として点検を実施した設備(例)

設備区分	対象設備	点検内容	点検結果	実施時期	点検頻度 (長期停止中)	点検頻度 (通常運転時)
機械設備	非常用ディーゼル発電機	機関分解点検	腐食、減肉等特異な劣化なし	3号機停止中保全(3回目)	17月	1定検
	余熱除去配管	超音波探傷検査(19箇所)	割れ等有意な指示なし	3号機停止中保全(2回目)	10年	10年
	海水ポンプ	分解点検	腐食、減肉等特異な劣化なし	3号機停止中保全(2回目)	34月	2定検
	海水管(ストレーナ)	開放点検	腐食、減肉等特異な劣化なし	3号機停止中保全(3回目)	34月	2定検
	原子炉補機冷却水クーラ	開放点検	減肉(伝熱管)、割れ(ゴムライニング部)等特異な劣化なし	3号機停止中保全(2回目)	34月	2定検
	アンユス排気フィルタ他、1次系よう素フィルタ	よう素フィルタ性能検査	よう素除去効率、漏えい率とも許容値以内であることを確認	3号機停止中保全(3回目)	試験データにより次回実施時期を決定(今回の検査は前回から3年で実施)	1定検
電気設備	計装用電源設備	点検、機能・性能確認	電源供給特性に異常なし	3号機停止中保全(3回目)	17月	1定検
	保護リレー	特性試験	設定範囲内で動作することを確認	3号機停止中保全(3回目)	34月	2定検
計装設備	伝送器	単体校正試験	模擬入力に対して許容値誤差内で出力することを確認	3号機停止中保全(3回目)	17~68月	1~4定検
	空気作動弁	分解点検	腐食、減肉等特異な劣化がなく、動作状況に異常なし	3号機停止中保全(3回目)	17~170月	1~10定検

■保管管理により健全性を維持する設備(例)

設備区分	対象設備	管理方法	点検頻度 (通常運転時)
機械設備	高圧/低圧タービン	停止状態であり、蒸気の通気は行っていない。また、保管対策として乾燥空気を通気し、腐食発生防止を図っていることから劣化の進行は考え難いため、保管管理により健全性を維持する。	3定検
電気設備	発電機出力母線	停止状態であり、通電していない。また、保管対策として乾燥空気を通気し、吸湿による絶縁抵抗の低下防止を図っていることから劣化の進行は考え難いため、保管管理により健全性を維持する。	1定検
計装設備	空気作動弁(停止中不使用しない弁)	作動空気の供給を停止しており、開閉操作は行っていない。また、系統内は、乾燥保管、または湿式保管により腐食発生防止を図っていることから劣化の進行は考え難いため、保管管理により健全性を維持する。	1~10定検

3. 長期停止中の保全(3/3)

■ 長期停止中の保全の結果および今後の対応について

- 長期停止中の保全においては、通常の定期検査時の保全項目と同様な点検および試験・検査により、経年的な劣化状況、測定データの監視を実施している。
- これまでの保全(点検)の結果は、通常の定期検査時の結果と同等であり、長期停止に起因する
 - ・ 機械設備の特異な腐食、減肉
 - ・ 電気・計装設備の特性変化等の特異な劣化は認められておらず、現状の保管対策および保全(点検)が有効に機能していると評価されることから、今後もプラント停止期間を通じ、現状の保全対策および保全(点検)を継続することで系統・機器の健全性の維持を図る。
- 更に、プラントが長期停止であることを踏まえ、以下についても対応する予定である。
 - 1、2次系の系統浄化作業および水質調整期間の拡大
 - 電気設備の絶縁劣化、計測設備の特性変化がないことを確認するための点検追加
 - 電動弁等、動的機器の動作確認実施範囲の拡大
 - 格納容器全体漏えい率検査等、周期的に実施する検査の前倒し

【参考】点検実施状況



①非常用ディーゼル発電機機関分解点検状況



②海水管(ストレーナ)開放点検状況



③原子炉補機冷却水冷却器開放点検状況



④海水ポンプ分解点検状況



⑤空気作動弁分解点検状況