

浜岡原子力発電所 4 号炉 審査資料	
資料番号	H4-PLM30(冷温)-01 改 4
提出年月日	令和 5 年 3 月 10 日

浜岡原子力発電所 4 号炉 高経年化技術評価  
(共通事項)

補足説明資料

本資料のうち、枠囲みの内容は営業  
秘密に属しますので公開できません

令和 5 年 3 月 10 日

中部電力株式会社

## 目 次

1.	はじめに .....	1
2.	今回実施した高経年化技術評価について .....	1
2.1	高経年化技術評価の実施体制及び実施手順 .....	2
2.2	高経年化技術評価の前提とする運転状態 .....	10
2.3	評価対象となる機器及び構造物の抽出 .....	10
2.4	高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	12
2.5	高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対する健全性評価.....	14
2.6	耐震安全性評価 .....	15
2.7	高経年化技術評価に係る全体プロセス .....	16
3.	浜岡原子力発電所における保全活動 .....	17
別紙1.	冷温停止状態の維持に必要な設備の考え方 .....	1-1
別紙2.	日常劣化事象等 (△) について .....	2-1
別紙3.	日常劣化事象以外の事象 (▲) について .....	3-1
別紙4.	炉心シュラウド支持ロッドに対する高経年化対策上の劣化事象の抽出結果及び保全状況 について.....	4-1
別紙5.	炉心シュラウド支持ロッドの40年時点における推定照射量について .....	5-1
別紙6.	冷温停止維持対象と配管減肉管理範囲について .....	6-1
別紙7.	炉心シュラウド上部リング縦溶接線(V1内)近傍及びスカートと上部リング周溶接線 近傍のひび割れに対する炉心シュラウドの構造健全性について .....	7-1
別紙8.	炉心シュラウド支持ロッドに対する高経年化対策上の劣化事象のうち応力腐食割れにつ いて .....	8-1
別紙9.	炉心シュラウド支持ロッドの締め付け力管理について .....	9-1

## 別紙

- 別紙 1 冷温停止状態の維持に必要な設備の考え方
- 別紙 2 日常劣化管理事象について
- 別紙 3 日常劣化管理事象以外の事象について
- 別紙 4 炉心シュラウド支持ロッドに対する高経年化対策上の劣化事象の抽出結果及び保全状況について
- 別紙 5 炉心シュラウド支持ロッドの 40 年時点における推定照射量について
- 別紙 6 冷温停止維持対象と配管減肉管理範囲について
- 別紙 7 炉心シュラウド上部リング縦溶接線 (V1 内) 近傍及びスカートと上部リング周溶接線近傍のひび割れに対する炉心シュラウドの構造健全性について
- 別紙 8 炉心シュラウド支持ロッドに対する高経年化対策上の劣化事象のうち応力腐食割れについて
- 別紙 9 炉心シュラウド支持ロッドの締め付け力管理について

<p>タイトル</p>	<p>冷温停止状態の維持に必要な設備の考え方</p>
<p>概要</p>	<p>高経年化対策上、冷温停止状態の維持に必要な設備の考え方を示す。</p>
<p>説明</p>	<p>1. 高経年化技術評価の前提とする運転状態  「PLM 実施ガイド」3.1 項⑧に従い、運転開始以後 30 年を経過する日において技術基準規則に定める基準の適合が見込めないことから、冷温停止状態が維持されることを前提とした技術評価としている。</p> <p>2. 冷温停止状態の維持に必要な設備  「PLM 実施ガイド」3.1 項⑧に従い、“冷温停止状態が維持されることを前提としたもの（燃料が炉心に装荷された状態のものを含む。）”ものとし、このプラント状態は以下を想定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉モードスイッチ「停止」又は「燃料交換」<del>・原子炉圧力容器締付ボルトが 1 本以上緩められている状態*</del>  <del>（格納容器が開放された状態）</del></li> </ul> <p><del>*1 図 1 に示すとおり、“運転を断続的に行うことを前提とした評価”と“冷温停止状態が維持されることを前提とした評価”の評価条件が切り替わるタイミングとして原子炉圧力容器締付ボルト取外し・取付けを境界として整理する。</del></p> <p>(断続運転／冷温停止)</p> <p>▲運転開始以降 30 年</p> <p>(冷温停止) ※</p> <p>▲運転開始以降 30 年</p> <p>40年まで</p> <p>※ 長期停止することが明らかな場合等で運転開始以後 30 年を経過する日において技術基準規則に定める基準の適合が見込めない場合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ : 運転を断続的に行うことを前提とした評価</li> <li>■ : 冷温停止状態が維持されることを前提とした評価</li> </ul> <p>図 1 断続運転状態と冷温停止状態の評価条件</p>

### 3. 冷温停止状態の維持に必要な設備の選定

冷温停止状態の維持に必要な設備の選定フローを図2に示す。

### 4. 浜岡3号機との比較

浜岡3号機と浜岡4号機の比較について、表1-1、表1-2に示す。

~~浜岡4号機では、冷温停止状態が維持される場合の設備状態を踏まえ、評価対象機器を適正化した。具体的には、冷温停止状態が維持される場合においては機器搬入口や所員用エアロックは開放されており、「原子炉格納容器バウンダリ機能」は期待されていないため、浜岡4号機では同機能に係る評価の適正化を行った。~~

原子炉格納容器については、保安規定第43条において、原子炉の状態が運転、起動及び高温停止のみに運転上の制限を課している。

そのため、原子炉の状態が冷温停止及び燃料交換においては「原子炉格納容器バウンダリ機能」が要求されないため、浜岡4号機では同機能に係る評価の適正化を行った。

なお、浜岡3号機の評価対象機器は浜岡4号機に比べて保守的に選定しており、冷温停止状態の維持に必要な設備を網羅していることから、その評価結果に影響はない。

#### 【原子炉の状態】

浜岡3号機と同様に、「原子炉モードスイッチ「停止」又は「燃料交換」」を前提としている。~~一方、浜岡4号機では、それに加え、「原子炉压力容器締付ボルトが1本以上緩められている状態（格納容器が開放された状態）」の前提条件を明記し、冷温停止状態が維持される場合の設備状態を評価対象機器へ反映している。~~

#### 【評価期間】

主な劣化事象（低サイクル疲労、中性子照射脆化）の評価期間については、従前から至近の原子炉停止までを評価期間に含めており、変更は無い。~~そのため、上述の【原子炉の状態】の明確化は、従前の冷温停止状態での原子炉压力容器の温度・圧力等の評価条件に変更が加わるものではない。~~

#### 【評価対象機器】

冷温停止状態の維持に不要である「原子炉格納容器バウンダリ機能」に係る設備は、格納容器本体、格納容器（機械ペネトレーション）、格納容器（電気ペネトレーション）である。浜岡3号機と比較して、浜岡4号機では格納容器本体のサプレッションプール水貯蔵機能、支持機能等に係るもの、格納容器（電気ペネトレーション）の通電・絶縁性能の確保に係るもの以外の「原子炉格納容器バウンダリ機能」が期待される評価部位を評価対象外とした。そのため、冷温停止状態の維持に必要な評価部位については浜岡3号機と同様に評価している。

以上

表 1-1 冷温停止状態の維持に必要な設備の考え方に関する浜岡 3 号機との比較

項目	浜岡 3 号機	浜岡 4 号機	備考
評価対象機器 ・ 構造物	「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」におけるクラス 1, 2 及び 3 の安全機能を有する機器・構造物のうち、冷温停止状態の維持に必要な設備（ただし、機器単位で長期にわたり使用せず、定期的に取り替えるもの（燃料集合体等）は除外）	(同左)	
原子炉の状態	<p>① 原子炉モードスイッチ「停止」又は「燃料交換」</p>	<p><del>① 原子炉モードスイッチ「停止」又は「燃料交換」</del>  <del>② 原子炉圧力容器締付ボルトが 1 本以上緩められている状態（格納容器が開放された状態）</del> (同左)</p>	<p>・ 長期停止に伴う冷温停止状態の維持に必要な設備の状態を踏まえ②項の前提条件を考慮し明確化</p> <p>・ 詳細な変更点は表 1-2 参照</p>
主な劣化事象の評価期間 (低サイクル疲労) (中性子照射脆化)	<p>低サイクル疲労：起動～停止（ボルト取外し）までの実過渡回数</p> <p>中性子照射脆化：至近の原子炉停止までの照射量</p>	(同左)	<p>・ 主な劣化事象の評価期間については、従前から至近の原子炉停止までを評価期間に含めており、変更無し</p>

表 1-2 冷温停止状態の維持に必要な設備に関する浜岡 3 号機からの変更点

項目	浜岡 3 号機	浜岡 4 号機	備考
冷温停止状態の維持に必要な安全機能	原子炉格納容器バウンダリ機能	(想定しない)	<p>・ 長期停止に伴う冷温停止状態に維持に必要なとならない機能に係る評価対象並びに評価内容を見直し</p> <p>・ サプレッションプールについては、内包流体が存在するため、評価対象としている。</p>
技術評価書（容器） 原子炉格納容器本体	評価対象	一部評価対象（サプレッションプール水貯蔵機能、支持機能等に係るもの）	
技術評価書（容器） 機械ペネトレーション	評価対象	評価対象外	
技術評価書（容器） 電気ペネトレーション	評価対象	評価対象 (通電・絶縁性能の確保に係るもの)	

タイトル	日常劣化事象等 (△) について
概要	<p>高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象のうち、日常劣化事象の一覧を示す。</p> <p>また、耐震安全性評価の対象外とした事象 (一) を事象ごとに分類し、今後も発生の可能性がない、または小さいとした理由を示す。</p>
説明	<p>日常劣化事象等 (△) の一覧を表 2-1 に示す。</p> <p>なお、日常劣化事象 (△) のについて、以下の 2 つに区分している。</p> <p>△①：経年劣化の進展を否定、または進展が極めて小さいと考えられる経年劣化事象のうち、劣化傾向の確認や偶発事象の検知を目的とした保全活動や、系統レベルの保全活動を実施しているもの。</p> <p>△②：想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがたい経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの。</p> <p>△①が耐震安全性評価の対象外とした事象 (一) となる。△①を事象ごとに分類し、今後も発生の可能性がない、または小さいとした理由を表 2-2 に示す。</p>

表 2-1 日常劣化管理事象一覧(12/69)

番号	カテゴリ	分冊	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	評価内容
98	容器	原子炉圧力容器	△②	粒界型応力腐食割れ	ノズル（差圧検出・ほう酸水注入，計装），セーフエンド（再循環水出口，再循環水入口，計装），ジェットポンプ計測管貫通部シール，差圧検出・ほう酸水注入ティ，制御棒駆動機構ハウジング，中性子束計測ハウジング，制御棒駆動機構ハウジング貫通孔スタブチューブ及びブラケット（ガイドロッド，ドライヤ支持，給水スパージャ，炉心スプレイ，監視試験片支持）の粒界型応力腐食割れ	原子炉圧力容器	ノズル（差圧検出・ほう酸水注入，計装），セーフエンド（再循環水出口，再循環水入口，計装），ジェットポンプ計測管貫通部シール，差圧検出・ほう酸水注入ティ，制御棒駆動機構ハウジング，中性子束計測ハウジング，制御棒駆動機構ハウジング貫通孔スタブチューブ及びブラケット（ガイドロッド，ドライヤ支持，給水スパージャ，炉心スプレイ，監視試験片支持）は，ステンレス鋼又はニッケル基合金であり高温の純水又は飽和蒸気環境中にあり，粒界型応力腐食割れが想定される。しかしながら，原子力規制委員会文書「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」（原規技発第 2107219 号（令和 3 年 7 月 21 日原子力規制委員会決定））及び日本機械学会「発電用原子力設備規格維持規格（2012 年版）」（2013 年追補及び 2014 年追補を含む。）（JSME S NA1-2012/2013/2014）（以下，「維持規格」という。）に基づき，供用期間中検査において目視点検，超音波探傷試験，浸透探傷試験又は漏えい試験をすることで計画的に健全性を確認している。 また，再循環水出口及び再循環水入口のノズルセーフエンド並びにジェットポンプ計測管貫通部ノズル貫通部シールについては，第 7 回定期点検（2002 年度）から第 8 回定期点検（2004 年度）において，高周波誘導加熱処理による残留応力改善措置を行っている。
99	容器	原子炉格納容器本体	△①	摩耗	スタビライザ，シヤラグ及びサブプレッションチェンバサポートの摩耗	原子炉格納容器	スタビライザ，シヤラグ及びサブプレッションチェンバサポートは摺動部を有しているため，摩耗が想定される。しかしながら，地震時のみ摺動するものであり，発生回数が非常に少ないことから摩耗が発生する可能性は小さい。また，定期点検時における目視点検により設備の健全性を定期的に確認している。
100	容器	原子炉格納容器本体	△①	腐食（全面腐食）	<del>上鏡</del> 円筒部，球殻部鋼板，シヤラグ及びサブプレッションチェンバシエル部の腐食（全面腐食）	原子炉格納容器	<del>上鏡</del> 円筒部，球殻部鋼板，シヤラグ及びサブプレッションチェンバシエル部は炭素鋼であり，腐食が想定される。しかしながら，内外面は防食塗装が施されており，内面は通常運転中は窒素雰囲気にあること，また，外面は屋内空調環境下に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さい。さらに，これまでの点検結果から有意な腐食は確認されておらず，サブプレッションチェンバシエル部内面（水中部）については，定期的に目視点検を実施し，塗膜状況の確認を行っている。
101	容器	原子炉格納容器本体	△①	腐食（全面腐食）	スタビライザの腐食（全面腐食）	原子炉格納容器	スタビライザは炭素鋼であり，腐食が想定される。しかしながら，防食塗装が施されており，通常運転中は窒素雰囲気にあるため腐食が発生する可能性は小さい。また，定期点検時における目視点検により設備の健全性を定期的に確認している。
102	容器	原子炉格納容器本体	△①	腐食（全面腐食）	サブプレッションチェンバサポートの腐食（全面腐食）	原子炉格納容器	サブプレッションチェンバサポートは炭素鋼であり，腐食が想定される。しかしながら，屋内空調環境下に設置されており塗装を施していることから，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期点検時における目視点検により設備の健全性を定期的に確認している。



表 2-2 耐震安全性評価の対象外とした事象(一)とその理由(3/7)

No.	損傷モード	経年劣化事象	今後も発生の可能性がない、または小さい理由	機器・部位の例
3	減肉	全面腐食	耐食性の高い材料で環境から隔離されている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱交換器の管板, 水室 (内面)</li> <li>熱交換器の水室 (内面)</li> <li>容器の胴, 及び鏡板等 (内面)</li> <li>廃液濃縮設備の配管 (内面)</li> </ul>
			電気防食や犠牲陽極により防食されている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱交換器の管板内面, 水室 (内面)</li> </ul>
			比較的耐食性の高い材料であり屋内空調環境である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>ターボポンプ, 原子炉冷却材再循環ポンプの取付ボルト</li> <li>熱交換器のフランジボルト・ナット</li> <li>ポンプモータの取付ボルト</li> <li>仕切弁, 玉形弁, 安全弁のジョイントボルト・ナット</li> <li>電磁弁のジョイントボルト</li> <li>水圧制御ユニットのサポート取付ボルト・ナット, 取付ボルト</li> <li>非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備の冷却器 (外面)</li> </ul>
			腐食の原因となるコンクリートの中性化がほとんどみられない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉圧力容器の基礎ボルト</li> <li>炭素鋼配管系, ステンレス鋼配管系の埋込金物 (コンクリート埋設部)</li> <li>ファン, フィルタユニット, ダクトの埋込金物 (コンクリート埋設部)</li> <li>燃料取替機のレール基礎ボルト, 埋込金物 (コンクリート埋設部)</li> </ul>
			絶縁ワニス処理をしている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプモータの固定子コア, 回転子コア</li> <li>動力用変圧器の鉄心</li> <li>非常用発電装置の固定子コア, 回転子コア</li> <li>計測用変圧器の鉄心</li> </ul>
			耐食性の高い材料を用いている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>ファン, ローカルクーラの羽根車</li> <li>ローカルクーラの冷却コイル</li> <li>冷凍機の油クーラ, 蒸発器, 凝縮器伝熱管</li> <li>フィルタユニットの冷却コイル</li> <li>非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) の空気冷却器伝熱管</li> <li>非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備の弁 (外面)</li> </ul>
		室素雰囲気又は屋内空調環境である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>ターボポンプの取付ボルト</li> <li>原子炉格納容器の<del>上鏡</del>、円筒部, 球殻部鋼板, シヤラグ及びサブプレッションチェンバセル部 (内面)</li> <li>原子炉格納容器のスタビライザ</li> <li>原子炉圧力容器のスタッドボルト, スタビライザ, スタビライザブラケット, 制御棒駆動機構ハウジング支持金具及び支持スカート, 基礎ボルト</li> <li>ステンレス鋼配管系のメカニカルスナッパ, ハンガ及びレストレイント</li> <li>炭素鋼配管系のフランジボルト・ナット, サポート取付ボルト・ナット</li> <li>逆止弁, バタフライ弁, ボール弁, 制御弁のジョイントボルト・ナット</li> <li>電動弁用駆動部のフレーム及びエンドブラケット, 取付ボルト</li> <li>空気作動弁用駆動部のシリンダボルト・ナット及び取付ボルト・ナット</li> <li>ケーブル接続部の低圧プラグインコネクタ</li> <li>補助継電器盤, 操作制御盤の取付ボルト, チャンネルベース</li> <li>冷凍機の油配管, 弁, 冷媒配管, 弁 (外面)</li> <li>非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備の始動空気系, 他の取付ボルト</li> <li>燃料取替機の筐体取付ボルト</li> <li>計装用圧縮空気系設備のフランジボルト・ナット, 取付ボルト</li> <li>廃液濃縮設備のフランジボルト・ナット</li> <li>高圧閉鎖配電盤の主回路導体</li> <li>動力用変圧器の接続導体</li> <li>コントロールセンタンの主回路導体</li> <li>動力用変圧器の鉄心</li> <li>計測用変圧器の鉄心</li> </ul>	

表 2-2 耐震安全性評価の対象外とした事象(一)とその理由(4/7)

No.	損傷モード	経年劣化事象	今後も発生の可能性がない、または小さい理由	機器・部位の例
3	減肉	全面腐食	屋内空調環境下であり塗装等の防食処理を施している。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ターボポンプの増速機, 油ポンプ, 油タンク, 油冷却器, 配管及び弁 (外面)</li> <li>・ターボポンプの軸受箱 (外面)</li> <li>・ターボポンプのケーシング, ケーシングカバー, ディスチャージヘッド (外面)</li> <li>・ターボポンプのメカニカルシール冷却器 (外面)</li> <li>・ターボポンプのベース (スタンド)</li> <li>・熱交換器の水室 (外面), 胴外面</li> <li>・熱交換器の支持脚, 架構</li> <li>・原子炉格納容器の<del>上鏡</del>円筒部, 球殻部鋼板, シヤラグ及びサブプレッションチェンバシエル部 (外面)</li> <li>・原子炉格納容器のスタビライザ</li> <li>・原子炉格納容器のサブプレッションチェンバサポート</li> <li>・炭素鋼配管 (外面)</li> <li>・炭素鋼配管系のメカニカルスナッパ, ハンガ, ラグ及びレストレイント</li> <li>・仕切弁, 玉形弁の弁箱及び弁ふた (外面), ヨーク</li> <li>・逆止弁, ボール弁, 制御弁の弁箱, 弁ふた (外面)</li> <li>・ポンプモータのフレーム, エンドブラケット及び端子箱</li> <li>・容器の取付ボルト</li> <li>・容器の支持脚</li> <li>・容器の胴, 鏡板等 (外面)</li> <li>・逆止弁の弁箱及び弁ふた (外面)</li> <li>・バタフライ弁の弁箱及び底ふた (外面), ヨーク</li> <li>・安全弁の弁箱 (外面)</li> <li>・空気作動弁用駆動部のシリンダ, スプリングケース及びラック付ピストン</li> <li>・計測装置のサポート及びベースプレート, 計器架台, 取付ボルト, チャンネルベース及び据付調整用アングル, 計装配管, 筐体</li> <li>・補助継電器盤, 操作制御盤の筐体</li> <li>・ファンのケーシング, ベース, 支持脚, 機器取付ボルト</li> <li>・ローカルクーラのユニットケーシングファンケーシング, ベース, 機器取付ボルト</li> <li>・冷凍機の圧縮機, 蒸発器, 凝縮器ケーシング, 胴, 水室 (外面)</li> <li>・冷凍機の圧縮機軸継手</li> <li>・冷凍機の油ポンプ, 油分離器, 油クーラ胴, 冷水ポンプ (外面), 架台, ベース</li> <li>・フィルタユニットの支持鋼材, 取付ボルト, ケーシング</li> <li>・ダクトのフランジボルト・ナット, 支持鋼材, 補強材</li> <li>・ダンパ及び弁のケーシング, ボルト・ナット, 羽根, 軸, 弁箱, 弁体,ハウジング, 支持脚, 取付ボルト, 空気作動部 (外面)</li> <li>・水圧制御ユニットの窒素容器 (外面), スクラム弁ヨーク</li> <li>・非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) の給気管・排気管, 空気冷却器水室 (外面), 他</li> <li>・非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備のポンプ, 圧縮機, タンク, 配管・弁, フィルタ (外面)</li> <li>・燃料取替機のブリッジフレーム, トロリフレーム, 筐体</li> <li>・原子炉建屋天井クレーン筐体, 筐体取付ボルト, 減速機 (ケーシング), 他</li> <li>・計装用圧縮空気系設備の配管サポート, 胴 (外面), 他</li> <li>・廃液濃縮設備の加熱器 (胴側胴板), 管側鏡板 (外面), 脚, サイドベース</li> </ul>

<p>タイトル</p>	<p>炉心シュラウド支持ロッドに対する高経年化対策上の劣化事象の抽出結果及び保全状況について</p>														
<p>概要</p>	<p>炉心シュラウド支持ロッドに対する高経年化対策上の劣化事象の抽出結果及び保全状況を示す。</p>														
<p>説明</p>	<p>【高経年化対策上の劣化事象の抽出結果】                  下表のとおり、炉心シュラウド支持ロッドに対する高経年化対策上の劣化事象は抽出されなかった。</p> <table border="1" data-bbox="459 788 1406 1805"> <thead> <tr> <th data-bbox="464 788 612 864">経年劣化事象</th> <th data-bbox="612 788 1401 864">抽出結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="464 864 612 936">摩耗</td> <td data-bbox="612 864 1401 936">有意な振動源は存在しないことから、経年劣化事象として抽出しない。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="464 936 612 1008">腐食</td> <td data-bbox="612 936 1401 1008">耐食性に優れたステンレス鋼 (SUS316L, GXM1 相当材) を使用していることから、経年劣化事象として抽出しない。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="464 1008 612 1523">疲労割れ</td> <td data-bbox="612 1008 1401 1523">                     「日本機械学会 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2005 年 / 2007 年追補版)」の「CSS-3130 疲労解析不要の条件」に従い、疲れ解析を要しないことから、経年劣化事象として抽出しない。                      具体的には                      1. CSS-3130 (1) (2) (3) 【温度変動に関する評価】                      支持ロッドの設置位置は、異なった温度領域に接しないため、部品内外の温度差は無視できる。                      このため、温度変動は考慮しなくてよいことから、本項を満足する。                      2. CSS-3130 (4) 【機械的荷重変動に関する評価】  <math>\Delta \sigma &lt; S</math> を満足すれば疲労解析不要の条件となる。  <math>\Delta \sigma</math> : 機械的荷重変動により発生する応力の全振幅  <math>S</math> : 繰り返しピーク応力強さ (許容される変動応力)                      確認の結果、支持ロッドは <math>\Delta \sigma = \square</math> MPa, <math>S = \square</math> MPa であり、条件を満足する。                 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="464 1523 612 1594">応力腐食割れ</td> <td data-bbox="612 1523 1401 1594">別紙 8 で抽出結果を説明する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="464 1594 612 1666">熱時効</td> <td data-bbox="612 1594 1401 1666">2 相ステンレス鋳鋼を使用していないため、経年劣化事象として抽出しない。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="464 1666 612 1805">その他</td> <td data-bbox="612 1666 1401 1805">炉心シュラウド支持ロッドは、中性子照射量が低いアニュラス部に設置されているため、中性子照射による経年劣化事象として抽出しない。なお、中性子照射量が最も多い構造物は、燃料上部にある上部格子板のグリッドプレート中央部である。</td> </tr> </tbody> </table>	経年劣化事象	抽出結果	摩耗	有意な振動源は存在しないことから、経年劣化事象として抽出しない。	腐食	耐食性に優れたステンレス鋼 (SUS316L, GXM1 相当材) を使用していることから、経年劣化事象として抽出しない。	疲労割れ	「日本機械学会 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2005 年 / 2007 年追補版)」の「CSS-3130 疲労解析不要の条件」に従い、疲れ解析を要しないことから、経年劣化事象として抽出しない。 具体的には 1. CSS-3130 (1) (2) (3) 【温度変動に関する評価】 支持ロッドの設置位置は、異なった温度領域に接しないため、部品内外の温度差は無視できる。 このため、温度変動は考慮しなくてよいことから、本項を満足する。 2. CSS-3130 (4) 【機械的荷重変動に関する評価】 $\Delta \sigma < S$ を満足すれば疲労解析不要の条件となる。 $\Delta \sigma$ : 機械的荷重変動により発生する応力の全振幅 $S$ : 繰り返しピーク応力強さ (許容される変動応力) 確認の結果、支持ロッドは $\Delta \sigma = \square$ MPa, $S = \square$ MPa であり、条件を満足する。	応力腐食割れ	別紙 8 で抽出結果を説明する。	熱時効	2 相ステンレス鋳鋼を使用していないため、経年劣化事象として抽出しない。	その他	炉心シュラウド支持ロッドは、中性子照射量が低いアニュラス部に設置されているため、中性子照射による経年劣化事象として抽出しない。なお、中性子照射量が最も多い構造物は、燃料上部にある上部格子板のグリッドプレート中央部である。
経年劣化事象	抽出結果														
摩耗	有意な振動源は存在しないことから、経年劣化事象として抽出しない。														
腐食	耐食性に優れたステンレス鋼 (SUS316L, GXM1 相当材) を使用していることから、経年劣化事象として抽出しない。														
疲労割れ	「日本機械学会 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2005 年 / 2007 年追補版)」の「CSS-3130 疲労解析不要の条件」に従い、疲れ解析を要しないことから、経年劣化事象として抽出しない。 具体的には 1. CSS-3130 (1) (2) (3) 【温度変動に関する評価】 支持ロッドの設置位置は、異なった温度領域に接しないため、部品内外の温度差は無視できる。 このため、温度変動は考慮しなくてよいことから、本項を満足する。 2. CSS-3130 (4) 【機械的荷重変動に関する評価】 $\Delta \sigma < S$ を満足すれば疲労解析不要の条件となる。 $\Delta \sigma$ : 機械的荷重変動により発生する応力の全振幅 $S$ : 繰り返しピーク応力強さ (許容される変動応力) 確認の結果、支持ロッドは $\Delta \sigma = \square$ MPa, $S = \square$ MPa であり、条件を満足する。														
応力腐食割れ	別紙 8 で抽出結果を説明する。														
熱時効	2 相ステンレス鋳鋼を使用していないため、経年劣化事象として抽出しない。														
その他	炉心シュラウド支持ロッドは、中性子照射量が低いアニュラス部に設置されているため、中性子照射による経年劣化事象として抽出しない。なお、中性子照射量が最も多い構造物は、燃料上部にある上部格子板のグリッドプレート中央部である。														

<p>タイトル</p>	<p>冷温停止維持対象と配管減肉管理範囲について</p>
<p>概要</p>	<p>冷温停止維持に必要な評価対象配管の材質と FAC 管理ランクを示す。</p>
<p>説明</p>	<div data-bbox="430 515 1372 1926" data-label="Diagram"> <p>図-別紙 6-1 系統概念図 (冷温停止維持対象と配管減肉管理範囲)</p> <p> <span style="color: red;">—</span> : 冷温停止維持対象+配管減肉管理範囲 (炭素鋼、FAC-1)  <span style="color: blue;">—</span> : 冷温停止維持対象+配管減肉管理範囲外 (ステンレス鋼又は炭素鋼)         </p> </div> <p>(注) 給水系配管は「配管減肉管理」に関する技術規格に従い、減肉管理対象とし、給水系配管以外は自主的に減肉管理対象とする範囲。</p>

以上

タイトル	炉心シュラウド上部リング縦溶接線(V1 内)近傍及びスカートと上部リング周溶接線近傍のひび割れに対する炉心シュラウドの構造健全性について
概要	炉心シュラウド上部リング縦溶接線(V1 内)近傍及びスカートと上部リング周溶接線近傍のひび割れに対する炉心シュラウドの構造健全性に対する評価を示す。
説明	<p>・ひび割れは、上部リング縦溶接線(V1 内)近傍及びスカートと上部リング周溶接線近傍、100°、160°、220°、340° 付近にそれぞれ1箇所ずつある。</p> <p>・図1, 2のとおり、当該溶接部(V1 内)は炉心シュラウドの上部に取り付けられており、炉心シュラウドの安全機能である炉心支持機能及び再冠水維持機能を担保する部分ではない。(図2, 3 参照)</p> <p>・当該ひび割れ部(図1 参照)については、2018 年度において水中カメラによる目視点検(MVT-1)を実施し、炉心シュラウドの構造健全性に影響を及ぼすものではないこと<sup>※1</sup>を確認した。</p> <p>以上から上部リングに確認されたひび割れは炉心シュラウドの構造健全性に影響を及ぼすものではないと評価した。</p> <p>※1 保守的に全周内側亀裂を想定し、深さ方向の進展解析を行った。その結果、亀裂は貫通しないとの解析結果、及び上部リングの必要残存面積を満足していることを確認した。</p> <p>次ページに図1, 2, 3を示す。</p>

上部リング内側  
縦溶接線 (V1内)

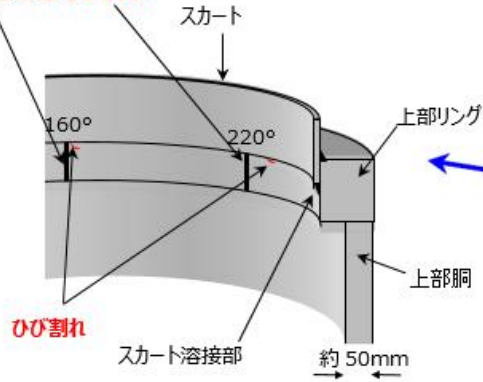


図1 A部(内側)拡大図

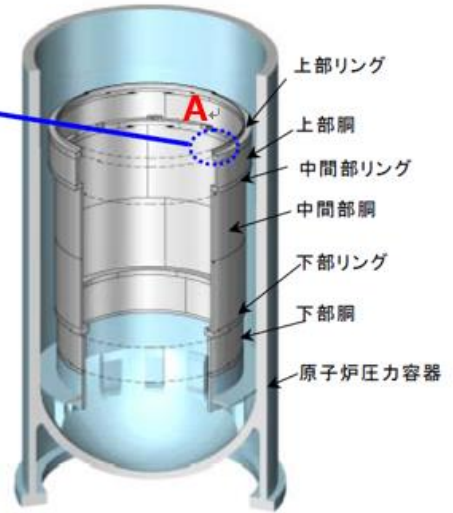


図2 炉心シュラウド鳥瞰図

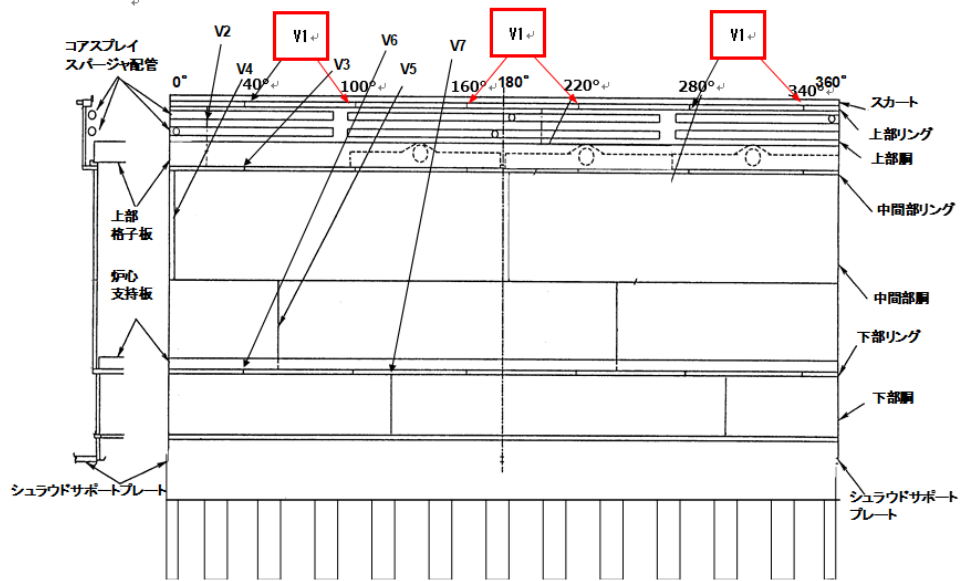
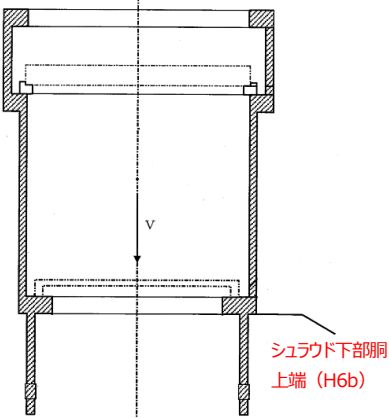


図3 炉心シュラウド展開図

以上

<p>タイトル</p>	<p>炉心シュラウド支持ロッドに対する高経年化対策上の劣化事象のうち応力腐食割れについて</p>
<p>概要</p>	<p>炉心シュラウド支持ロッドに対する高経年化対策上の劣化事象の応力腐食割れに対する抽出結果を示す。</p>
<p>説明</p>	<p>炉心シュラウド支持ロッドに採用されている材料は、SUSF316L 及びXM-19 であり、いずれも耐IGSCC 性に優れた材料を使用している。</p> <p>また、運転中に発生する応力について、いずれも応力評価上の許容値以内（最も高い応力が発生する支持ロッド丸棒部分で□MPa、許容値□MPa）であり、過度な応力が負荷される箇所はないが、硬化した材料のSCC発生(TGSCC)に関する応力上の明確なしきい値はないため、表面の硬さ<sup>※1</sup>を確認し、SCC 対策を実施している。</p> <p>表面の硬さについては、機械加工条件を模擬した試験体による硬さの確認によりHv300を超えるような部分はないことを確認していること、また運転時の応力が高い部位等に対して磨きによる対策を実施している。</p> <p>以上から支持ロッドは、SCC対策を踏まえて据付をしていること、ならびに、JANSI ガイドラインを踏まえて点検を計画していることから、△事象（経年劣化の進展を否定、または進展が極めて小さいと考えられる経年劣化事象のうち、劣化傾向の確認や偶発事象の検知を目的とした保全活動や、系統レベルの保全活動を実施しているもの。）と整理する。</p> <p>※1 TGSCCについては、硬さに関係があるとされており、特にHv300を超えると感受性が顕著になるとされている。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

<p>タイトル</p>	<p>炉心シュラウド支持ロッドの締め付け力管理について</p>											
<p>概要</p>	<p>炉心シュラウド支持ロッドの締め付け力管理を示す。</p>											
<p>説明</p>	<p>初期締め付け力は、シュラウドが周方向溶接部で全周破断した場合でも浮き上がることがないように、シュラウドに作用する各機械的荷重と初期締め付け力の和が、差圧による浮き上がり力より大きくなるように設計されている。</p> <p>下表に最も厳しい条件（差圧による浮き上がり力と死荷重等の下向き力の差が最大となる条件）であるシュラウド下部胴上端のH6b溶接線の破断を想定した荷重条件を示す<sup>※1</sup>。</p> <p>表 シュラウド下部胴上端（H6b）に作用する荷重</p> <table border="1" data-bbox="395 943 1023 1285"> <thead> <tr> <th>荷重の種類</th> <th>荷重方向</th> <th>荷重 (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>差圧</td> <td>上向き</td> <td rowspan="5" style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>死荷重</td> <td rowspan="4">下向き</td> </tr> <tr> <td>熱変形力</td> </tr> <tr> <td>タイロッド取付荷重（初期締め付け力）</td> </tr> <tr> <td>合計</td> </tr> </tbody> </table>  <p>上記より、H6b 溶接線が破断した場合でも下向きに <span style="border: 1px solid black; padding: 0 10px;"> </span> kN の力が作用するため、初期締め付け力には十分な裕度がある。</p> <p>また、支持ロッド据え付け時には、<span style="border: 1px solid black; padding: 0 10px;"> </span> 回のテンショニング（テンショナーによる軸力の管理）を実施し、さらには緩みが発生しないように <span style="border: 1px solid black; padding: 0 10px;"> </span> <span style="border: 1px solid black; padding: 0 10px;"> </span> により対策<sup>※1</sup> している。</p> <p>※1 浜岡4号機 支持ロッド工認（平成18年2月9日 本浜岡発第936号）記載</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	荷重の種類	荷重方向	荷重 (kN)	差圧	上向き		死荷重	下向き	熱変形力	タイロッド取付荷重（初期締め付け力）	合計
荷重の種類	荷重方向	荷重 (kN)										
差圧	上向き											
死荷重	下向き											
熱変形力												
タイロッド取付荷重（初期締め付け力）												
合計												