

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 5
提出年月日	令和 5 年 4 月 13 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 4 月 13 日

中部電力株式会社

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（－）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（－）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 2-2 耐震安全性評価の対象外とした事象(一)とその理由(5/7)

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"> 高圧閉鎖配電盤の筐体, 取付ボルト 動力用変圧器の鉄心締付ボルト, 冷却ファン, ベース, 取付ボルト 低圧閉鎖配電盤の主回路導体, 筐体, 取付ボルト コントロールセンタの筐体, 取付ボルト 非常用発電装置の, 取付ボルト, 筐体, フレーム, 他 バイタル電源用 CVCF の筐体, 取付ボルト 直流電源設備の架台, 取付ボルト, 筐体 計測用変圧器の鉄心締付ボルト, クランプ, 筐体, 取付ボルト
			腐食の原因となる排気ガス中の硫黄分は少なく, 排気ガス温度も十分高く硫酸凝縮の恐れもない。	<ul style="list-style-type: none"> 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) のシリンダヘッド (燃焼側), 他
			潤滑油による防食環境にある。	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋天井クレーンの減速機 (ギヤ)
			腐食防止用キャップが施されている。	<ul style="list-style-type: none"> 逆止弁のジョイントボルト・ナット
4	減肉	エロージョン	キャビテーションを起こさないよう設計段階で考慮されている。	<ul style="list-style-type: none"> ターボポンプ, 原子炉冷却材再循環ポンプの羽根車 冷凍機の冷水ポンプ羽根車 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) の燃料噴射ポンプケーシング 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備のポンプ
			耐エロージョン性の高い材料を用いている。	<ul style="list-style-type: none"> 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) のデフレクタ
5	減肉	孔食, 隙間腐食	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"> 容器のストレナ
			耐食性の高い材料を用いている。	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力容器の主フランジ
			塩化物イオン濃度低減等の水質管理されている。	<ul style="list-style-type: none"> 制御棒駆動機構のピストンチューブ, 他
6	減肉	流れ加速型腐食	耐流れ加速型腐食性に優れた材料を用いている。	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力容器の主蒸気出口ノズル
7	割れ	高サイクル疲労割れ	設計時に高サイクル疲労割れが考慮されている。	<ul style="list-style-type: none"> ターボポンプ, 原子炉冷却材再循環ポンプの主軸 熱交換器の伝熱管 炭素鋼配管系の温度計ウェル ポンプモータの主軸 炉内構造物のジェットポンプ, 制御棒案内管, 中性子束計測案内管 ファンの主軸 冷凍機の冷水ポンプ主軸 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) のピストンピン, クランク軸, 連結棒, シリンダヘッドボルト, シリンダヘッド, 他 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備の伝熱管, ポンプ主軸, 小口径配管, クランク軸, 他 燃料取替機の車軸 計装用圧縮空気系設備の伝熱管, クランクシャフト, ピストン, コネクティングロッド 廃液濃縮設備の伝熱管, 軸 非常用発電装置の主軸, 回転子コア
			改良すみ肉溶接及び配管サポートの設置等の高サイクル疲労割れ対策が施されている。	<ul style="list-style-type: none"> 炭素鋼小口径配管のソケット溶接部 ステンレス鋼小口径配管のソケット溶接部
8	割れ	高サイクル熱疲労割れ	有意な応力の発生はない。	<ul style="list-style-type: none"> ターボポンプの羽根車
			熱疲労対策を実施している。	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉冷却材再循環ポンプの主軸, ケーシングカバー
			配管の高低温水合流部の高サイクル熱疲労割れについては、「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針」(JSME S 017-2003)に基づき評価した結果, 当該事象に関し問題ないことを確認している。	<ul style="list-style-type: none"> 配管 (余熱除去熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部)
9	割れ	疲労割れ	有意な過渡を受けない, 有意な過渡を受けない運用をしている。	<ul style="list-style-type: none"> ターボポンプのケーシング, リアディスク, エンドベル, リアカバー及びアダプタ 熱交換器の水室, ダイヤフラム, 胴及び管板 廃液濃縮設備の鏡板, 他
			設計時に疲労割れが考慮されており, 冷温停止状態においてはこれ以上の疲労は生じない。	<ul style="list-style-type: none"> 炉内構造物の余熱除去系配管 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) の排気管伸縮継手
			トルク設定により過負荷がかからない。	<ul style="list-style-type: none"> 仕切弁, 玉形弁の弁棒 水圧制御ユニットのスクラム弁, 弁の弁棒 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備の弁棒

<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>	<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>(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>

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

給水系配管（格納容器内外）のアイソメ図を、図-別紙6-2並びに図-別紙6-3に示す。冷温停止の維持に必要な評価対象配管のうち、給水系配管（格納容器内外）については全て炭素鋼配管にて構成されており、酸素注入により流れ加速型腐食（FAC）を抑制していること、並びに、点検実績からFACの兆候は認められていないことから、全て管理ランク（FAC-1（FACによる減肉を抑制している範囲））としている。なお、格納容器外の給水系配管と原子炉冷却材浄化系配管からの配管合流部の点検結果は下表のとおりである。

表-別紙6-1 格納容器外の給水系配管合流部の配管肉厚測定結果

点検箇所		口径 (A)	測定最小厚さ (mm)	必要最小厚さ (mm)	余寿命 (年)	備考
給水系配管合流部 A系	母管	500	32.0	17.79	336	点検時期：2022年度
	分岐管	150	13.8	5.78	188	
給水系配管合流部 B系	母管	500	32.5	17.79	2088	
	分岐管	150	13.2	5.78	87	

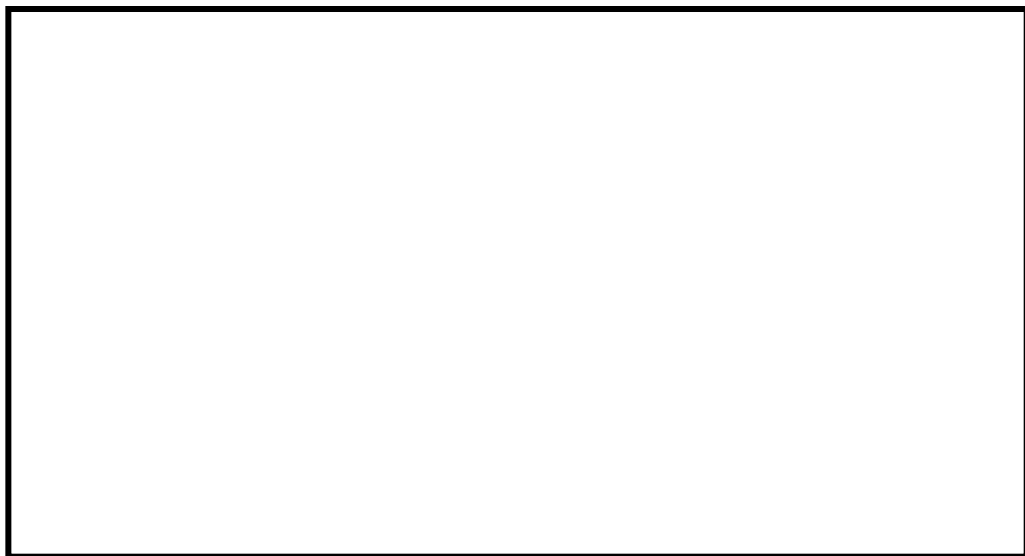


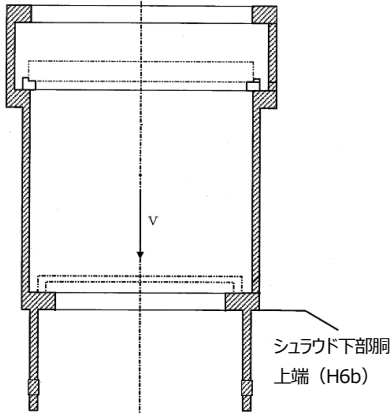
図-別紙6-2 給水系(A) 配管アイソメ概略図（冷温停止維持対象）



図-別紙6-3 給水系(B) 配管アイソメ概略図（冷温停止維持対象）

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溶接構造はなく、採用されている材料は、SUSF316L 及びXM-19 (GXM1相当材) ※1であり、いずれも耐SCC 性※2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※3，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※4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>以上から炉心シュラウド支持ロッドは、SCC対策を踏まえて据付をしていること、ならびに、BWR炉内構造物点検評価ガイドラインを踏まえて点検を計画※5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 海外プラントでインコネルX-750を採用した支持ロッドのSCCによるひび割れが確認されており、浜岡4号機の支持ロッドについてはその点を勘案し、同材料を採用していない。</p> <p>※2 この別紙8で記載のSCCについては、全てIGSCCをいう。</p> <p>※3 このうち、支持ロッドの締め付け力に相当する応力は□MPaであり、締め付け力を見込んでも許容値に対し、十分余裕がある。</p> <p>※4 特にHV300を超えるとSCCの感受性が顕著になるとされている。</p> <p>※5 支持ロッド据付から初回点検までの経緯については、2006年度（第9回定期点検）に据付し、JANSI ガイドラインにおける支持ロッドの点検に関する内容が追加となったのは2007年4月、初回点検は2007年9月開始の第10回定期点検である。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

タイトル	炉心シュラウド支持ロッドの締め付け力管理について											
概要	炉心シュラウド支持ロッドの締め付け力管理を示す。											
説明	<p>炉心シュラウド支持ロッドは、炉心シュラウドに圧縮荷重を負荷して炉心シュラウドの内外差圧による炉心シュラウドの浮上りを防止するとともに、地震時の変形を抑え、炉心シュラウドの周溶接が全周破断した場合でも炉心シュラウドの全周溶接の機能を担保するために設置されている。</p> <p>初期締め付け力は、それらの機能を発揮させるように、炉心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>初期締め付け力の設定に当たっては、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）である炉心シュラウド下部胴上端のH6b溶接線の破断を想定しており、その際の荷重条件を示す^{※1}。</p> <p>表 炉心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 1131 1021 1478"> <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 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、 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 により対策^{※1}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												