

伊方発電所2号炉 指摘事項に対する回答

平成24年2月

四国電力株式会社

伊方発電所2号炉高経年化技術評価等に対する指摘事項回答一覧表(1/2)

通番	機器・構造物等	経年劣化事象等	指摘事項	回答	備考
1	共通	低サイクル疲労	疲れ累積係数が0.1以下であるため「高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない」とした部位については地震動による疲れ累積係数も含めた評価を行うこと。	伊方2-指摘事項-1	
2	共通	低サイクル疲労	ステンレス肉盛部の健全性確認方法を検討し、母材の低サイクル疲労割れを評価する箇所のクラッド部の健全性が確実に確認できるように検査要領を改善すること。	伊方2-指摘事項-2	
3	炉内構造物	照射誘起型応力腐食割れ	炉心そこの照射誘起型応力腐食割れにおいて、電子ビーム溶接による残留応力を考慮した評価を行うこと。	伊方2-指摘事項-3	
4	炉内構造物	照射誘起型応力腐食割れ	炉心そこの想定される有意な欠陥として、照射誘起型応力腐食割れ等の発生の可能性と、靱性低下を想定して評価を見直すこと。	伊方2-指摘事項-4	
5	1次冷却材ポンプ	2相ステンレス鋼の熱時効	1次冷却材ポンプケーシングの熱時効について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として評価すること。	伊方2-指摘事項-5	
6	低圧ケーブル	絶縁低下	代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃PHケーブルの絶縁低下についての評価を見直すこと。	伊方2-指摘事項-6	
7	同軸ケーブル	絶縁低下	代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃三重同軸ケーブル1の絶縁低下についての評価を見直すこと。	伊方2-指摘事項-7	
8	共通	応力腐食割れ	蒸気発生器出入口管台セーフエンド以外のステンレス鋼使用部位において、応力腐食割れを経年劣化事象として抽出しない理由を明確にすること。	伊方2-指摘事項-8	
9	炉内構造物	応力腐食割れ	上部炉心支持柱等の応力腐食割れについて、予防保全を含めた評価とすること。	伊方2-指摘事項-9	
10	炭素鋼配管	配管減肉	炭素鋼配管の配管減肉(流れ加速型腐食)について、総合評価に運転開始後60年時点までの評価を明確にすること。	伊方2-指摘事項-10	
11	ターボポンプ	その他事象	ターボポンプの高サイクル疲労を高経年化対策上着目すべき劣化事象として抽出しなくて良い根拠を明確にして評価を見直すこと。	伊方2-指摘事項-11	

伊方発電所2号炉高経年化技術評価等に対する指摘事項回答一覧表(2/2)

通番	機器・構造物等	経年劣化事象等	指摘事項	回答	備考
12	ターボポンプ	その他事象	余熱除去ポンプのフレット疲労について、ポンプ主軸の疲労き裂の検出性を考慮して評価を見直すこと。	伊方2-指摘事項-12	
13	直接接触式熱交換器	その他事象	脱気器胴板の腐食（流れ加速型腐食）について、推定腐食量の評価やそれに基づく保全活動を明確にすること。	伊方2-指摘事項-13	
14	原子炉格納容器	その他事象	トップドーム部及び円筒部の腐食について、腐食推定量の評価を明確にすること。	伊方2-指摘事項-14	
15	配管	耐震安全性	配管検査の社内マニュアルで「その他系統」に区分される蒸気発生器ブローダウン系統配管の減肉に関し、耐震安全上着目すべき経年劣化事象として扱い、耐震安全性評価を行うこと。	伊方2-指摘事項-15	
16	ポンプ	耐震安全性	1次冷却材ポンプケーシングの熱時効に関し、耐震安全上着目すべき経年劣化事象として扱い、耐震安全性評価を行うこと。	伊方2-指摘事項-16	
17	機械設備	耐震安全性	蒸気器胴板の応力腐食割れに関し、高経年技術評価の配管に適用実績のある規格（配管破損防護設計規格）に準拠して耐震安全性評価を行うこと。	伊方2-指摘事項-17	

No.	伊方2 - 指摘事項 - 1	分類	共通 (低サイクル疲労)
指摘事項	<p>疲れ累積係数が0.1以下であるため「高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない」とした部位については地震動による疲れ累積係数も含めた評価を行うこと。</p>		
四電回答	<p>技術評価の疲労評価においては、疲れ累積係数が0.1未満の場合、許容値(1)に比べて十分余裕がある[*]ため、「高経年化対策上着目すべき事象ではない経年劣化事象」とし、0.1以上の場合については「高経年化対策上着目すべき経年劣化事象」として、耐震安全性評価にて地震力による疲れ累積係数と組み合わせた評価結果を示しています。 (伊方1号炉高経年化技術評価と同様)</p> <p>なお、疲れ累積係数が0.1未満の場合、耐震安全性評価にて地震力による疲れ累積係数と組み合わせた評価結果を示していませんが、実務上は、これらの部位についても、地震力による疲れ累積係数と組み合わせても1以下であることを確認しています。</p> <p>したがって、技術評価の疲労評価において、疲れ累積係数が0.1未満の場合を劣化の進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象と判断し、「高経年化対策上着目すべき事象ではない経年劣化事象」とすることについて、説明性の観点から、地震力による疲れ累積係数との組み合わせを考慮しても疲れ累積係数が1以下となることを確認した上で判断している旨、『総括報告書』, 4.2.3 経年劣化事象の抽出」に明記することといたします。</p> <p>※: J S M E 設計・建設規格に掲載されている設計用疲労線図は、実機試験結果に対し、回数で20倍、応力比で2倍の余裕を考慮しているため、この線図に基づき構造設計・評価された構造物の疲労に対する裕度は十分に大きい。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書(30年目) 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>高経年化技術評価書 P22</p> <p>4. 2. 3 経年劣化事象の抽出</p> <p>①想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難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>②現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化事象の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象</p> <div data-bbox="276 657 1015 787" style="border: 1px dashed black; height: 60px; width: 249px;"></div>	<p>高経年化技術評価書</p> <p>4. 2. 3 経年劣化事象の抽出</p> <p>①想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難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>②現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化事象の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象</p> <div data-bbox="1427 657 2166 787" style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"><p>(注) 疲労については、疲れ累積係数が0.1未満の場合を劣化の進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象とすることについて、地震力による疲れ累積係数との組み合わせを考慮しても1以下となることを確認した上で判断する。</p></div>	<p>指摘事項対応 (伊方2-指摘1)</p>

No.	伊方2－指摘事項－2	分類	共通（低サイクル疲労）
指摘事項	<p>ステンレス肉盛部の健全性確認方法を検討し、母材の低サイクル疲労割れを評価する箇所の健全性が確実に確認できるように検査要領を改善すること。</p>		
四電回答	<p>ご指摘を頂きましたステンレス鋼肉盛（クラッド）を施している機器は、原子炉容器、加圧器および蒸気発生器です。</p> <p>これらの機器の内面クラッド面については、これまでも点検により異常がないことを確認してきましたが、検査要領を定めた保全項目説明書に明確に記載されていなかったことから、保全項目説明書に明確に記載しました。</p> <p>【添付資料】 保全項目説明書（原子炉容器、蒸気発生器、加圧器）</p>		

保全項目説明書（原子炉容器，蒸気発生器，加圧器）

1. 原子炉容器

機器名	点検・試験項目	点検・試験内容	定期事業者検査
原子炉容器	日常点検	・外観、漏えい等を点検する。 (常時・プラント運転中中立入禁止区域は除く。)	
	開放点検	・上部蓋を開放し、上部炉心支持構造物を取り出した後、各部の傷、割れ、変形、腐食等の有無を目視等で確認するとともに、Ｏリング等の取替を行う。 ・運転圧力等にて、各部からの漏えいの有無を確認する。	
	内面クラッド点検	・下部炉心構造物を取り外した状態で容器内面のクラッド面について、水中カメラを使用した目視点検（VT-3）を行い、各部の傷、割れ、変形、腐食等の有無を目視で確認する。	
	照射試験片カプセル取出	・「原子炉構造材の監視試験方法」（JEAC 4201-2007「2010年追補版」）に基づき監視試験を実施するため、照射試験片カプセルの取り出しを行う。 (試験片の試験・評価については適切な時期に行う)	

機器名	点検・試験項目	点検・試験内容	定期事業者検査
スタッドテンション用ホイス	ホイス点検	・各部の傷、割れ、変形、腐食、摩耗等の有無を目視等で確認する。 ・潤滑油等の取替を行う。 ・フック等について、浸透探傷試験を行う。 ・作動試験・荷重試験を行い、各部の作動状態等の確認を実施する。	

2. 蒸気発生器

機器名	点検・試験項目	点検・試験内容	定期事業者検査
蒸気発生器	日常点検	・外観、漏えい等を点検する。 (常時・プラント運転中立ち入り禁止区域は除く。)	
	マンホール増締め	・1次側マンホールボルトの増締めを行う。	
	性能管理	・プラントデータ(流量、圧力等)により、所定の性能を発揮していることを確認する。	
	開放点検 (1次側マンホール)	・1次側マンホールを開放し、ガスケット等の取替を行うとともに、各部の傷、割れ、変形、腐食等の有無を目視で確認する。	
	非破壊試験	・伝熱管の渦流探傷試験を行う。	蒸気発生器伝熱管体積検査(I-6)
		・非破壊検査 (1)体積検査(渦流探傷検査) 高周波電流を通じた探傷子を伝熱管内面に沿って移動させ、そのときの電磁誘導作用による渦電流信号の解析・評価を行う。 なお、この検査方法は、JEAG4208「軽水型原子力発電所用蒸気発生器伝熱管の供用期間中検査における渦流探傷試験指針」に準拠して実施する。	
	内面クラッド点検	・1次側水室内面のクラッド面について、目視またはカメラを使用した目視点検(VT-3)を行い、各部の傷、割れ、変形、腐食等の有無を目視で確認する。	
	開放点検 (2次側ハンドホール)	・2次側ハンドホールを開放し、ガスケット等の取替を行うとともに、各部の傷、割れ、変形、腐食等の有無を目視で確認する。	
	開放点検 (2次側マンホール)	・2次側マンホールを開放し、ガスケット等の取替を行うとともに、各部の傷、割れ、変形、腐食等の有無を目視で確認する。	
	漏えい試験	・運転圧力等にて、1、2次側マンホール、2次側ハンドホールからの漏えいの有無を確認する。	
	機能・性能試験	・定格熱出力運転において蒸気発生器の出口湿分を測定する。	
	スラッジランシング	・管板上面のジェット洗浄を行う。	
BEC穴目視点検	・管支持板BEC穴を目視により確認し、閉塞率の評価を行う。		
2次側洗浄	・管支持板、伝熱管等の2次側構成品の薬品洗浄を行う。		
蒸気発生器 (3C号機)	外観点検	・スワールベーン、給水リング、Jチューブ等について亀裂・変形等の有無を目視により確認する。	

3. 加圧器

機器名	点検・試験項目	点検・試験内容	定期事業者検査
加 圧 器	日常点検	<ul style="list-style-type: none"> ・外観、漏えい等を点検する。 (常時・プラント運転中立入禁止区域は除く。) 	
	マンホール増締め	<ul style="list-style-type: none"> ・漏えいまたはその形跡、亀裂・変形等の有無を目視等により確認する。 マンホールのボルトの増締めを行う。 ・運転圧力等にて、各部からの漏えいの有無を確認する。 	
	開放点検	<ul style="list-style-type: none"> ・加圧器のマンホールを開放し各部の傷、割れ、変形、腐食等の有無を目視等で確認するとともにガスケット等の取替を行う。 ・運転圧力等にて、各部からの漏えいの有無を確認する。 	
	内面クラッド点検	<ul style="list-style-type: none"> ・容器内面の可視可能な範囲*のクラッド面について、目視点検（VT-3）を行い、各部の傷、割れ、変形、腐食等の有無を目視で確認する。 *：マンホールの本体側管台部内面及びマンホールからの可視範囲 ・スプレイライン用管台の内面の丸み部に対し超音波探傷試験を行い、低合金鋼近傍のクラッドにおける有意な指示信号の有無を確認する。 	

No.	伊方2－指摘事項－3	分類	炉内構造物 (照射誘起型応力腐食割れ)
指摘事項	炉心そうの照射誘起型応力腐食割れにおいて、電子ビーム溶接による残留応力を考慮した評価を行うこと。		
四電回答	<p>炉心そうについては、第18回定期検査時（2005年度）に炉内構造物を改良型のものに一式取替する際、合わせて取り替えており、信頼性の向上を図っています。</p> <p>取替後の炉心そうに適用されている電子ビーム溶接の入熱量は狭開先のため約90kJ/cmであり、取替前のサブマージアーク溶接の入熱量約420kJ/cmより小さくなります。このため、溶接残留応力については、取替後の電子ビーム溶接が、取替前のサブマージアーク溶接より小さくなります。「日本機械学会維持規格」（JSME S NA1-2008）にて、サブマージアーク溶接の残留応力を用いても、炉心そうにIASCCは60年間発生しないとされていることから、サブマージアーク溶接よりも相対的に残留応力が小さい電子ビーム溶接においても、IASCCは60年間発生しないと考えます。</p> <p>しかしながら、あくまでも現時点の知見による損傷発生予測の結果であることから、今後の対応としては、機器の機能を維持するために必要な範囲の健全性が確保されるように、民間の技術開発、規格基準化に積極的に参画し、知見やデータの拡充及び評価の高度化を図っていくこととします。</p> <p>以上の内容について、添付資料のとおり、「伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目）」に明記することとします。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>炉内構造物 1. 炉内構造物 P46</p> <p>2.3.3 バッフルフォーマボルト等の照射誘起型応力腐食割れ</p> <p>b. 技術評価</p> <p>① 健全性評価</p> <p>○ 炉心そう</p> <p>温度条件はバッフルフォーマボルトと同等であるが、中性子照射量が小さい。また、炉心そう溶接部の残留応力値は、応力集中がないため、バッフルフォーマボルトに比べて小さい。したがって、発生の可能性は小さいと判断した。</p> <p>なお、「日本機械学会 維持規格（JSME S NA1-2008）」にて、炉心そう溶接部応力は、照射誘起型応力腐食割れ発生に対し、余裕があると評価されている。</p> <p>③ 総合評価</p> <p>健全性評価結果から判断して、運転開始後60年までの使用を想定すると、バッフルフォーマボルトについては、照射誘起型応力腐食割れの発生可能性評価に重要な中性子照射量、応力レベル、温度の3要素全ての条件で最も厳しい部位であるため、照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性は否定できないが、炉内構造物は多数のボルトによりその機能を維持していることから、バッフルフォーマボルト等の照射誘起型応力腐食割れが、機器の機能に影響を与える可能性はないと考える。</p> <p>なお、万一、一部のボルトが損傷しても炉心の健全性は確保可能である。また、応力腐食割れにより発生する有意な欠陥は目視検査により検知可能であり、検査手法として適切である。</p> <p>c. 高経年化への対応</p> <p>バッフルフォーマボルト等の照射誘起型応力腐食割れについては、定期的に上部炉内構造物及び下部炉内構造物を取り出して、水中テレビカメラによる目視検査を実施していく。</p>	<p>炉内構造物 1. 炉内構造物</p> <p>2.3.3 バッフルフォーマボルト等の照射誘起型応力腐食割れ</p> <p>b. 技術評価</p> <p>① 健全性評価</p> <p>○ 炉心そう</p> <p>温度条件はバッフルフォーマボルトと同等であるが、中性子照射量が小さい。また、炉心そう溶接部の残留応力値は、応力集中がないため、バッフルフォーマボルトに比べて小さい。さらに、第18回定期検査時（2005年度）の炉内構造物一式取替時に、炉心そうの溶接手法をサブマージアーク溶接から、入熱量の少ない電子ビーム溶接に変更することで、溶接残留応力を低減している。「日本機械学会 維持規格（JSME S NA1-2008）」にて、サブマージアーク溶接の残留応力を用いても、炉心そうに照射誘起型応力腐食割れは60年間発生しないとされていることから、サブマージアーク溶接よりも相対的に残留応力が小さい電子ビーム溶接においても、照射誘起型応力腐食割れは60年間発生しないと考える。したがって、発生の可能性はないと判断した。</p> <p>③ 総合評価</p> <p>健全性評価結果から判断して、運転開始後60年までの使用を想定すると、照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性が高まることは否定できないが、バッフルフォーマボルトについては、「日本機械学会 維持規格（JSME S NA1-2008）」に基づき、運転開始後60年時点までは照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性がないことを確認していること、炉内構造物は多数のボルトによりその機能を維持していることから、バッフルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れが、機器の機能に影響を与える可能性はないと考える。</p> <p>また、バッフルフォーマボルト以外の部位については、炉内構造物を第18回定期検査時（2005年度）に改良型のものに一式取替して信頼性の向上を図っていること、照射誘起型応力腐食割れの海外損傷事例が唯一あり現時点の知見では最も厳しいバッフルフォーマボルトにおいても、損傷発生予測の結果、運転開始後60年時点までは損傷の可能性がないことから、運転開始後60年時点までに照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はないと考える。</p> <p>c. 高経年化への対応</p> <p>バッフルフォーマボルト等の照射誘起型応力腐食割れについては、現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。</p> <p>なお、機器の機能を維持するのに必要な範囲の健全性が合理的に確保されるように、民間の技術開発、規格基準化に積極的に参画し、知見やデータの拡充及び評価の高度化を図っていく。</p>	<p>指摘事項対応 （伊方2－指摘3）</p> <p>指摘事項対応 （伊方2－指摘3）</p> <p>記載の適正化</p> <p>指摘事項対応 （伊方2－指摘3）</p>

No.	伊方2－指摘事項－4	分類	炉内構造物 (照射誘起型応力腐食割れ)
指摘事項	炉心そうに想定される有意な欠陥として、照射誘起型応力腐食割れ等の発生の可能性と、靱性低下を想定して評価を見直すこと。		
四電回答	<p>炉心そうについては、第18回定期検査時（2005年度）に炉内構造物を改良型のものに一式取替する際、合わせて取り替えており、信頼性の向上を図っています。</p> <p>炉心そうに想定される欠陥は照射誘起型応力腐食割れではありますが、炉心そうよりも中性子照射量等が大きく、照射誘起型応力腐食割れの海外損傷事例が唯一あり現時点の知見では最も厳しいバッフルフォーマボルトにおいても、「日本機械学会 維持規格（JSME S NA1-2008）」に基づき評価した結果、運転開始後60年時点までは照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性がないことを確認しています。このため、現時点の知見では、運転開始後60年時点までの使用を想定しても炉心そうにIASCCの発生の可能性はないと判断しています。</p> <p>ここで、万一、日本機械学会 設計・建設規格（JSME S NC1-2005/2007）」を準用した仮想欠陥（深さは板厚の1/4、長さは板厚の1.5倍の周方向欠陥）が存在すると仮定した場合でも、想定欠陥の応力拡大係数は$K = 4.5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}^{*1}$であり、破壊靱性$K_{Ic} = 51 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}^{*2}$を下回っていることから、不安定破壊発生の可能性はありません。</p> <p>したがって、炉心そうの中性子照射による靱性低下が機器の健全性に影響を与える可能性はないと考えます。</p> <p>※1：Raju-Newmanの式（Raju, I. S. and Newman, J. C., Jr., NASA Technical Paper 1578, 1979.）を用いて想定欠陥の応力拡大係数を算出した結果</p> <p>※2：（財）発電設備技術検査協会「プラント長寿命化技術開発に関する事業報告書 総合評価」（平成8年度）のステンレス鋼照射材データの最下限値から求めた値</p> <p>しかしながら、あくまでも現時点の知見による損傷発生予測の結果であることから、今後の対応としては、機器の機能を維持するために必要な範囲の健全性が確保されるように、民間の技術開発、規格基準化に積極的に参画し、知見やデータの拡充及び評価の高度化を図っていくこととします。</p> <p>以上の内容について、添付資料のとおり、「伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目）」に明記することとします。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>炉内構造物 1. 炉内構造物 P38</p> <p>2.3.2 炉心そうの中性子照射による靱性低下</p> <p>b. 技術評価</p> <p>① 健全性評価</p> <p>中性子照射による靱性低下は、従来より原子炉容器を中心に検討及び評価されてきている。原子炉容器に使用されている材料はフェライト系の材料であり、この材料は中性子照射によって、関連温度の上昇や上部棚吸収エネルギーの低下が顕著なため、従来から重要な経年変化事象として評価されている。</p> <p>一方、炉心支持構造物であり強度上重要な炉心そうに使用されている材料はオーステナイト系の材料であって、フェライト系材料とは金属結晶構造が異なり、靱性が高い材料である。しかしながら、（財）発電設備技術検査協会の「プラント長寿命化技術開発」報告書によると、オーステナイト系ステンレス鋼照射材の破壊靱性値 J_{Ic} 試験の結果、図2.3-3に示すように、運転開始後60年時点に相当する中性子照射量（照射量 $2 \times 10^{22}n/cm^2$）に対して、靱性値の低下が認められる。</p> <p>しかしながら、中性子照射により靱性値が低下しても、炉内構造物に有意な欠陥が存在しなければ、不安定破壊を起こす可能性は小さいと考える。</p> <p>なお、炉心そう溶接部は、応力集中がなく照射量が少ないため、「日本機械学会 維持規格（JSME S NA1-2008）」にて、照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性は小さいとされている。</p>	<p>炉内構造物 1. 炉内構造物</p> <p>2.3.2 炉心そうの中性子照射による靱性低下</p> <p>b. 技術評価</p> <p>① 健全性評価</p> <p>中性子照射による靱性低下は、従来より原子炉容器を中心に検討及び評価されてきている。原子炉容器に使用されている材料はフェライト系の材料であり、この材料は中性子照射によって、関連温度の上昇や上部棚吸収エネルギーの低下が顕著なため、従来から重要な経年変化事象として評価されている。</p> <p>一方、炉心支持構造物であり強度上重要な炉心そうに使用されている材料はオーステナイト系の材料であって、フェライト系材料とは金属結晶構造が異なり、靱性が高い材料である。しかしながら、（財）発電設備技術検査協会の「プラント長寿命化技術開発」報告書によると、オーステナイト系ステンレス鋼照射材の破壊靱性値 J_{Ic} 試験の結果、図2.3-3に示すように、運転開始後60年時点に相当する中性子照射量（照射量 $2 \times 10^{22}n/cm^2$）に対して、靱性値の低下が認められる。</p> <p>しかしながら、中性子照射により靱性値が低下しても、炉内構造物に有意な欠陥が存在しなければ、不安定破壊を起こす可能性はないと考える。</p> <p>炉心そうに想定される欠陥は照射誘起型応力腐食割れであるが、これについては、炉心そうよりも中性子照射量等が大きく、照射誘起型応力腐食割れの海外損傷事例が唯一あり現時点の知見では最も厳しいバップルフォーマボルトにおいても、「日本機械学会 維持規格（JSME S NA1-2008）」に基づき評価した結果、約45万時間（炉内構造物取替工事後、約51年間）まではボルト損傷の可能性はなく、運転開始後60年時点（炉内構造物取替工事後、約37年時点）での損傷ボルト本数は0本となり、照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はないことを確認している。</p> <p>また、第18回定期検査時（2005年度）の炉内構造物一式取替時に、炉心そうの溶接手法をサブマージアーク溶接から、入熱量の少ない電子ビーム溶接に変更することで、溶接残留応力を低減している。「日本機械学会 維持規格（JSME S NA1-2008）」にて、サブマージアーク溶接の残留応力を用いても、炉心そうに照射誘起型応力腐食割れは60年間発生しないとされていることから、サブマージアーク溶接よりも相対的に残留応力が小さい電子ビーム溶接においても、照射誘起型応力腐食割れは60年間発生しないと考える。</p> <p>したがって、現時点の知見による損傷発生予測の結果、炉心そうに照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はないと考える。</p>	<p>指摘事項対応 （伊方2－指摘4）</p>

変更前	変更後	変更理由
<p>炉内構造物 1. 炉内構造物 P42</p> <p>③ 総合評価 健全性評価結果から判断して、中性子照射による靱性低下が発生する可能性は否定できない。 また、中性子照射による靱性低下で発生する有意な欠陥は、水中テレビカメラによる目視検査で検知可能であり、点検手法として適切である。</p> <p>c. 高経年化への対応 炉心そうについては、定期的上部炉内構造物及び下部炉内構造物を取り出して、可視範囲について水中テレビカメラによる目視検査を実施していく。</p>	<p>炉内構造物 1. 炉内構造物</p> <p>③ 総合評価 健全性評価結果から判断して、運転開始後60年までの使用を想定すると、炉心そうに中性子照射による有意な靱性低下が発生する可能性は否定できないが、現時点の知見による損傷発生予測の結果、運転開始後60年時点までの健全性が確認されているバップルフォーマボルトやサブマージアーク溶接による炉心そうと比較して、第18回定期検査時（2005年度）に取り替えた炉心そうは、バップルフォーマボルトよりも中性子照射量等が小さいこと、サブマージアーク溶接よりも相対的に残留応力が小さい電子ビーム溶接に変更していることから、運転開始後60年時点までに照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性はないと考えるが、万一、「日本機械学会 設計・建設規格（JSME S NC1-2005/2007）」を準用した仮想欠陥（深さは板厚の1/4、長さは板厚の1.5倍の周方向欠陥）が存在すると仮定した場合でも、不安定破壊発生の可能性はないことから、炉心そうの中性子照射による靱性低下が機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。</p> <p>c. 高経年化への対応 炉心そうの中性子照射による靱性低下については、現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。 なお、機器の機能を維持するために必要な範囲の健全性が合理的に確保されるように、民間の技術開発、規格基準化に積極的に参画し、知見やデータの拡充及び評価の高度化を図っていく。</p>	<p>指摘事項対応 （伊方2－指摘4）</p> <p>記載の適正化</p> <p>指摘事項対応 （伊方2－指摘4）</p>

No.	伊方2－指摘事項－5	分類	1次冷却材ポンプ (2相ステンレス鋼の熱時効)
指摘事項	1次冷却材ポンプケーシングの熱時効について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として評価すること。		
四電 回答	<p>1次冷却材ポンプケーシングの熱時効については、運転開始後60年までの使用を想定すると有意な熱時効が発生する可能性は否定できず、かつ、不安定破壊に重要な「き裂進展力」も比較的大きいため、現状保全の妥当性確認も含めた説明性の観点から、「高経年化対策上着目すべき経年劣化事象」として技術評価を実施し、高経年化技術評価書に記載いたします。</p> <p>変更後の概要は以下のとおり。</p> <p>1次冷却材ポンプケーシングについては、1次冷却材管ホットレグと評価条件を比較すると、熱時効による靱性低下に重要なフェライト量が少なく、使用温度も低く、またき裂進展力 (J_{app}) も小さいことから、1次冷却材管ホットレグよりも熱時効による不安定破壊が起こる可能性は小さいと考えます。</p> <p>その1次冷却材管ホットレグにおいても、日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準:2008」(AESJ-SC-P005:2008)に基づき評価した結果、材料のき裂進展抵抗 (J_{mat}) とき裂進展力 (J_{app}) の交点において、き裂進展抵抗 (J_{mat}) の傾きがき裂進展力 (J_{app}) の傾きを十分上回っていることから、不安定破壊することはないと判断しています。</p> <p>したがって、運転開始後60年までの使用を想定すると、1次冷却材ポンプケーシングに有意な熱時効が発生する可能性は否定できませんが、相対的に評価条件の厳しい1次冷却材管ホットレグにおいても、健全性評価の結果、不安定破壊発生の可能性はないことから、1次冷却材ポンプケーシングに熱時効による不安定破壊発生の可能性はないと考えます。</p> <p>以上の内容について、添付資料のとおり、「伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書(30年目)」に明記することとします。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書(30年目) 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>ポンプ 3. 1次冷却材ポンプ P5</p> <p>2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出</p> <p>1次冷却材ポンプについて機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。</p> <p>さらに、想定される経年劣化事象のうち、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であつて、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 2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 <p>に該当するものについては、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した（表2.2-1で△になっているもの）。</p> <p>この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として次の経年劣化事象を抽出した（表2.2-1で○になっているもの）。</p> <p>(1) ケーシングの疲労割れ（吐出ノズル，脚付根部） </p>	<p>ポンプ 3. 1次冷却材ポンプ</p> <p>2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出</p> <p>1次冷却材ポンプについて機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。</p> <p>さらに、想定される経年劣化事象のうち、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であつて、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 2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 <p>に該当するものについては、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した（表2.2-1で△になっているもの）。</p> <p>この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として次の経年劣化事象を抽出した（表2.2-1で○になっているもの）。</p> <p>(1) ケーシングの疲労割れ（吐出ノズル，脚付根部） </p> <p>(2) ケーシングの熱時効（吐出ノズル） </p>	<p>指摘事項対応 （伊方2－指摘5）</p>

変更前	変更後	変更理由																
<p>ポンプ 3. 1次冷却材ポンプ P8</p> <p>2.2.3 高経年化対策上着目すべき事象ではない経年劣化事象 (8) ケーシングの熱時効 ケーシングに使用しているステンレス鋼鑄鋼は、オーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であるため、高温で加熱されると時間とともにフェライト相内でより安定な組織形態へ移行しようとし、相分離が起こることにより靱性の低下が想定される。 熱時効による靱性低下は、フェライト量が多く、使用温度が高く、また、使用条件としては、応力と想定き裂から評価したき裂進展力 (J_{app}) が大きいほど厳しくなる。ステンレス鋼鑄鋼は1次冷却材ループ廻りに多用されているが、熱時効については、「配管の技術評価書」の1次冷却材管の章に示すとおり、フェライト量、使用温度及びき裂進展力 (J_{app}) が最も厳しいと評価できる、1次冷却材管ホットレグの健全性評価を実施し、問題ないことを確認している。 具体的には、き裂の存在を仮定し、弾塑性破壊力学的解析手法を用いて、ステンレス鋼鑄鋼の熱時効後の構造上の安全性を評価している。初期き裂については、「日本機械学会 配管破損防護設計規格 (JSME S ND1-2002)」に準拠し、超音波探傷試験の検出能力を基に余裕を見込んで設定している。その結果、運転開始後60年時点までの疲労き裂進展長さを考慮した評価用き裂を想定しても、材料のき裂進展抵抗 (J_{mat}) とき裂進展力 (J_{app}) の交点において、き裂進展抵抗 (J_{mat}) の傾きがき裂進展力 (J_{app}) の傾きを十分上回っていることから、配管は不安定破壊することはなく、健全性評価上問題とならないと判断している。 ケーシングについては、1次冷却材管ホットレグの健全性評価結果、及び下表に示すとおり、1次冷却材管ホットレグと比較すると、ケーシングの方が熱時効による靱性低下に重要なフェライト量が少なく、使用温度も低く、またき裂進展力 (J_{app}) も小さいことから、熱時効による不安定破壊は起こらないと判断する。 ケーシングの熱時効については、定期的にケーシングと配管の溶接部の超音波探傷検査及びケーシング内面全体の目視検査を実施し、これまで不安定破壊の起点となる有意な欠陥は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。</p> <p>伊方2号炉 1次冷却材ポンプケーシングと1次冷却材管の評価条件の比較</p> <table border="1" data-bbox="231 1423 1270 1738"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>フェライト量 [%]</th> <th>使用温度 [°C]</th> <th>き裂進展力 (J_{app}) [kJ/m²]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次冷却材ポンプケーシング (吐出ノズル)</td> <td>約 11</td> <td>約 288</td> <td>約 32</td> </tr> <tr> <td>1次冷却材管ホットレグ (直管)</td> <td>約 9</td> <td>約 323</td> <td>約 115</td> </tr> <tr> <td>1次冷却材管ホットレグ (エルボ)</td> <td>約 14</td> <td>約 323</td> <td>約 82</td> </tr> </tbody> </table>	評価部位	フェライト量 [%]	使用温度 [°C]	き裂進展力 (J_{app}) [kJ/m ²]	1次冷却材ポンプケーシング (吐出ノズル)	約 11	約 288	約 32	1次冷却材管ホットレグ (直管)	約 9	約 323	約 115	1次冷却材管ホットレグ (エルボ)	約 14	約 323	約 82	<p>ポンプ 3. 1次冷却材ポンプ</p>	<p>指摘事項対応 (伊方2-指摘5)</p>
評価部位	フェライト量 [%]	使用温度 [°C]	き裂進展力 (J_{app}) [kJ/m ²]															
1次冷却材ポンプケーシング (吐出ノズル)	約 11	約 288	約 32															
1次冷却材管ホットレグ (直管)	約 9	約 323	約 115															
1次冷却材管ホットレグ (エルボ)	約 14	約 323	約 82															

変更前	変更後	変更理由
<p>ポンプ 3. 1次冷却材ポンプ</p> <div style="border: 1px dashed black; height: 600px; width: 100%;"></div>	<p>ポンプ 3. 1次冷却材ポンプ</p> <p>2.3.2 ケーシングの熱時効</p> <p>a. 事象の説明</p> <p>ケーシングに使用しているステンレス鋼鑄鋼は、オーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であるため、高温で加熱されると時間とともにフェライト相内でより安定な組織形態へ移行しようとし、相分離が起こることにより靱性が低下する可能性がある。</p> <p>b. 技術評価</p> <p>① 健全性評価</p> <p>プラント長期間の運転中に熱時効を受けたステンレス鋼鑄鋼は、引張強さは増加するので材料強度の評価上の余裕は向上するが、材料の靱性が低下する。</p> <p>熱時効による靱性低下への影響は、フェライト量が多いほど、また、使用温度が高いほど大きくなる。また、使用条件としては、構造系に与えられた荷重等から算出されたき裂進展力（J_{app}）が大きいほど厳しくなる。</p> <p>ステンレス鋼鑄鋼は1次冷却材ループ廻りに多用されているが、熱時効については、「配管の技術評価書」の1次冷却材管の章に示すとおり、フェライト量、使用温度及びき裂進展力（J_{app}）の条件を考慮して評価上厳しくなる、1次冷却材管ホットレグの健全性評価を実施し、問題ないことを確認している。具体的には、き裂の存在を仮定し、弾塑性破壊力学的解析手法を用いて、ステンレス鋼鑄鋼の熱時効後の構造上の安全性を評価している。初期き裂については、「日本機械学会 配管破損防護設計規格（JSME S ND1-2002）」に準拠し、超音波探傷試験の検出能力を基に余裕を見込んで設定している。その結果、運転開始後60年時点までの疲労き裂進展長さを考慮した評価用き裂を想定しても、材料のき裂進展抵抗（J_{mat}）とき裂進展力（J_{app}）の交点において、き裂進展抵抗（J_{mat}）の傾きがき裂進展力（J_{app}）の傾きを十分上回っていることから、配管は不安定破壊することはないと判断している。</p> <p>1次冷却材ポンプケーシングについては、表2.3-3に示すとおり、1次冷却材管ホットレグと評価条件を比較すると、熱時効による靱性低下に重要なフェライト量が少なく、使用温度も低く、また、き裂進展力（J_{app}）も小さいことから、1次冷却材管ホットレグよりも熱時効による不安定破壊が起こる可能性は小さいと考える。</p> <p>以上より、運転開始後60年までの使用を想定すると、ケーシングに有意な熱時効が発生する可能性は否定できないが、相対的に評価条件の厳しい1次冷却材管ホットレグにおいても、健全性評価の結果、不安定破壊発生の可能性はないことから、ケーシングに熱時効による不安定破壊発生の可能性はなく、ケーシングの熱時効が機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。</p>	<p>指摘事項対応 （伊方2-指摘5）</p>

No.	伊方2-指摘事項-6	分類	低圧ケーブル（絶縁低下）
指摘事項	代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃PHケーブルについての評価を見直すこと。		
四電回答	<p>代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃PHケーブルについては、長期健全性試験結果の所在が明らかになっていなかったことから、代表ケーブルの評価で代替としていました。</p> <p>しかしながら、再確認の結果、長期健全性試験結果が存在することが判明しました。これを用いて評価した結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できることが確認できました。</p> <p>以上を踏まえ、高経年化技術評価書の記載内容を修正いたします。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>高経年化技術評価書 P42</p> <p>③ 事故時雰囲気内で機能要求があり、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃 PH ケーブルの絶縁体の絶縁低下については、長期健全性試験による評価に至っておらず、代表ケーブルの評価で代替するものとする。また、事故時雰囲気内で機能要求がなく、代表ケーブルと製造メーカーが異なる SHVA ケーブル等の絶縁体の絶縁低下については、長期健全性試験を実施していないことから、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に系統機器の動作確認又は絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁低下のないことを確認している。絶縁低下は系統機器の動作確認又は絶縁抵抗測定で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。</p>	<p>高経年化技術評価書</p> <p>③ 事故時雰囲気内で機能要求がある難燃 PH ケーブル等及び代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃 PH ケーブル等の絶縁体の絶縁低下については、健全性評価の結果、運転開始後 60 年時点においても絶縁機能を維持できると判断する。事故時雰囲気内で機能要求のない SHVA ケーブル等の絶縁体の絶縁低下については、健全性評価の結果、運転開始後 60 年時点においても絶縁機能を維持できると判断する。事故時雰囲気内で機能要求がなく、代表ケーブルと製造メーカーが異なる SHVA ケーブル等の絶縁体の絶縁低下については、長期健全性試験を実施していないことから、発生の可能性は否定できない。現状保全として、定期的に系統機器の動作確認又は絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁低下のないことを確認している。また、点検結果に基づき、必要に応じて取替を行うこととしている。絶縁低下は系統機器の動作確認又は絶縁抵抗測定で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。</p>	<p>指摘事項対応 (伊方2－指摘6)</p>

変更前	変更後	変更理由
<p>ケーブル 2. 低圧ケーブル P21, 22</p> <p>事故時雰囲気内で機能要求があり、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃KKケーブルは、代表ケーブルと同様の長期健全性試験による評価を行った結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断でき、絶縁体の絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。</p> <p>絶縁低下は、系統機器の動作確認で検知可能であり、点検手法として適切である。</p> <p>したがって、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃 KK ケーブルの絶縁体の絶縁低下については、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。</p> <p>事故時雰囲気内で機能要求があり、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃 PH ケーブルは、長期健全性試験による評価に至っておらず、このため代表ケーブルの評価で代替するものとする。</p> <p>代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃PHケーブルの絶縁体の絶縁低下に対しては、定期的に系統機器の動作確認又は絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁低下のないことを確認している。</p> <p>絶縁低下は、系統機器の動作確認又は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。</p> <p>したがって、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃PHケーブルの絶縁体の絶縁低下については、定期的に系統機器の動作確認又は絶縁抵抗測定を実施していく。</p>	<p>ケーブル 2. 低圧ケーブル</p> <p>事故時雰囲気内で機能要求があり、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃KKケーブルは、代表ケーブルと同様の長期健全性試験による評価を行った結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断でき、絶縁体の絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。</p> <p>絶縁低下は、系統機器の動作確認で検知可能であり、点検手法として適切である。</p> <p>したがって、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃 KK ケーブルの絶縁体の絶縁低下については、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。</p> <p>事故時雰囲気内で機能要求があり、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃PHケーブルは、IEEE Std. 323及びIEEE Std. 383の規格に基づき長期健全性試験による評価を行った結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断でき、絶縁体の絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。</p> <p>絶縁低下は、系統機器の動作確認又は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。</p> <p>したがって、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃PHケーブルの絶縁体の絶縁低下については、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。</p>	<p>指摘事項対応 (伊方2－指摘6)</p>

No.	伊方2-指摘事項-7	分類	同軸ケーブル（絶縁低下）
指摘事項	代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃三重同軸ケーブル1についての評価を見直すこと。		
四電 回答	<p>代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃三重同軸ケーブル1については、長期健全性試験結果の所在が明らかになっていなかったことから、代表ケーブルの評価で代替するとしていました。</p> <p>しかしながら、再確認の結果、長期健全性試験結果が存在することが判明しました。これを用いて評価した結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できることが確認できました。</p> <p>以上を踏まえ、高経年化技術評価書の記載内容を修正いたします。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>高経年化技術評価書 P43</p> <p>④ 事故時雰囲気内で機能要求があり、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃三重同軸ケーブル1の絶縁体の絶縁低下については、長期健全性試験による評価に至っておらず、代表ケーブルの評価で代替するものとする。現状保全として、定期的に絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁低下のないことを確認している。絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。</p>	<p>高経年化技術評価書</p> <p>④ 事故時雰囲気内で機能要求がある難燃三重同軸ケーブル1及び代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃三重同軸ケーブル1、事故時雰囲気内で機能要求のない難燃三重同軸ケーブル2の絶縁体の絶縁低下については、健全性評価の結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断する。</p>	<p>指摘事項対応 (伊方2－指摘7)</p>

変更前	変更後	変更理由
<p data-bbox="184 289 596 319">ケーブル 3. 同軸ケーブル P11</p> <div data-bbox="231 352 1261 829" style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"><p data-bbox="261 386 1231 562">事故時雰囲気内で機能要求があり、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃三重同軸ケーブル1は、長期健全性試験による評価に至っておらず、このため代表ケーブルの評価で代替するものとする。絶縁低下は、絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。</p><p data-bbox="261 676 1231 751">したがって、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃三重同軸ケーブル1の絶縁体及び内部シースの絶縁低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。</p></div>	<p data-bbox="1332 289 1679 319">ケーブル 3. 同軸ケーブル</p> <div data-bbox="1380 352 2410 829" style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"><p data-bbox="1409 386 2380 609">事故時雰囲気内で機能要求があり、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃三重同軸ケーブル1は、IEEE Std. 383の規格に基づき長期健全性試験による評価を行った結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断でき、絶縁体及び内部シースの絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。</p><p data-bbox="1439 627 2320 657">絶縁低下は、絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。</p><p data-bbox="1409 676 2380 802">したがって、代表ケーブルと製造メーカーが異なる難燃三重同軸ケーブル1の絶縁体及び内部シースの絶縁低下については、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。</p></div>	<p data-bbox="2484 386 2706 462">指摘事項対応 (伊方2－指摘7)</p>

No.	伊方2－指摘事項－8	分類	共通（応力腐食割れ）
指摘事項	蒸気発生器出入口管台セーフエンド以外のステンレス鋼使用部位において、応力腐食割れを経年劣化事象として抽出しない理由を明確にすること。		
四電回答	<p>美浜2号炉の蒸気発生器冷却材入口管台セーフエンドにおいて、水質管理されている国内PWR1次系水質環境下のステンレス鋼に対し、唯一応力腐食割れと考えられる粒界割れが確認されました。この割れの起点は確認できておらず、製作時入口管台とセーフエンド溶接部近傍の内面の極表層部において高い残留応力が発生し、溶接部近傍において運転中に粒界割れが進展したものと推定されていますが、当該部で微小なき裂が発生したとしても、き裂進展解析の結果、応力腐食割れの進展が停留するため、機器の機能維持上問題となるき裂に成長することはないことが評価*1されています。</p> <p>*1：「美浜発電所2号機 A-蒸気発生器1次冷却材入口管台セーフエンド部の傷の評価について」（関西電力株式会社，平成20年8月19日），「関西電力株式会社美浜発電所2号機における蒸気発生器入口管台内表面の欠陥に関する評価の妥当性確認の結果について」（原子力安全・保安院，平成20年8月22日）</p> <p>また、これまでの国内PWRの実機条件を模擬した研究では、PWR1次系水質環境下におけるステンレス鋼の冷間加工層に対し、応力腐食割れの発生は確認されていないことから、直ちに機器の機能維持上問題となる応力腐食割れが発生する可能性は小さいと考えます。</p> <p>以上より、水質管理されたPWR1次系水質環境下のステンレス鋼に対し、美浜2号炉の唯一の事例では応力腐食割れの進展が停留し、機器の機能に影響を与える可能性はないこと、現時点までの国内PWRの実機条件を模擬した研究では応力腐食割れの発生は確認されていないことから、直ちに機器の機能維持上問題となる応力腐食割れが発生する可能性は小さいと考えます。</p> <p>以上の内容について、添付資料のとおり、「伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目）」に明記することとします。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>熱交換器 2. 蒸気発生器 P42</p> <p>2.3.5 冷却材出入口管台セーフエンドの応力腐食割れ (中略)</p> <p>b. 技術評価</p> <p>① 健全性評価</p> <p>美浜2号炉の蒸気発生器冷却材入口管台セーフエンドにおいて確認された粒界割れは、割れの起点は確認できていないが、製作時入口管台とセーフエンド溶接部近傍の内面の極表層部において高い残留応力が発生し、溶接部近傍において運転中に粒界割れが進展したものと推定されており、これまでの研究ではPWR環境中の冷間加工層で応力腐食割れ発生は確認されていないが、硬さの上昇とともに進展速度が増加することがわかっていることから、運転開始後60年までの使用を想定すると、応力腐食割れが発生する可能性は否定できない。</p>	<p>熱交換器 2. 蒸気発生器</p> <p>2.3.5 冷却材出入口管台セーフエンドの応力腐食割れ (中略)</p> <p>b. 技術評価</p> <p>① 健全性評価</p> <p>美浜2号炉の蒸気発生器冷却材入口管台セーフエンドにおいて、溶存酸素及び塩化物イオン濃度が低く管理されている国内PWR1次系水質環境下のステンレス鋼に対し、唯一応力腐食割れと考えられる粒界割れが確認された。この割れの起点は確認できておらず、製作時入口管台とセーフエンド溶接部近傍の内面の極表層部において高い残留応力が発生し、溶接部近傍において運転中に粒界割れが進展したものと推定されているが、当該部で微小なき裂が発生したとしても、溶接近傍部の残留応力及び通常運転時の応力分布を考慮したき裂進展解析の結果、板厚内応力分布が引張応力から圧縮応力となり、応力腐食割れの進展が停留するため、機器の機能維持上問題となるき裂に成長することはないことが評価^{*1}されている。このことから、当該部の粒界割れが機器の機能に影響を与える可能性はないと考える。</p> <p>*1：「美浜発電所2号機 A-蒸気発生器1次冷却材入口管台セーフエンド部の傷の評価について」（関西電力株式会社，平成20年8月19日），「関西電力株式会社美浜発電所2号機における蒸気発生器入口管台内表面の欠陥に関する評価の妥当性確認の結果について」（原子力安全・保安院，平成20年8月22日）</p> <p>また、これまでの国内PWRの実機条件を模擬した研究では、PWR1次系水質環境下におけるステンレス鋼の冷間加工層に対し、応力腐食割れの発生は確認されていないことから、直ちに機器の機能維持上問題となる応力腐食割れが発生する可能性は小さいと考える。</p> <p>以上より、冷却材出入口管台セーフエンドについては、運転開始後60年までの使用を想定すると、応力腐食割れが発生する可能性は否定できないが、水質管理されたPWR1次系水質環境下のステンレス鋼に対し、美浜2号炉の唯一の事例では応力腐食割れの進展が停留し機器の機能に影響を与える可能性はないこと、現時点までの国内PWRの実機条件を模擬した研究では応力腐食割れの発生は確認されていないことから、直ちに機器の機能維持上問題となる応力腐食割れが発生する可能性は小さいと考える。</p>	<p>指摘事項対応 (伊方2－指摘8)</p>

変更前	変更後	変更理由
<p>熱交換器 2. 蒸気発生器 P42</p> <p>2.3.5 冷却材出入口管台セーフエンドの応力腐食割れ (中略)</p> <p>b. 技術評価</p> <p>③ 総合評価</p> <p>健全性評価結果から判断して、伊方2号炉の冷却材出入口管台セーフエンドは、美浜2号炉と同様のステンレス鋼を使用しており、応力腐食割れが発生する可能性は否定できない。</p> <p>また、応力腐食割れにより発生する有意な欠陥は、超音波探傷検査等で検知可能であり、点検手法として適切である。</p>	<p>熱交換器 2. 蒸気発生器</p> <p>2.3.5 冷却材出入口管台セーフエンドの応力腐食割れ (中略)</p> <p>b. 技術評価</p> <p>③ 総合評価</p> <p>健全性評価結果から判断して、伊方2号炉の冷却材出入口管台セーフエンドは、美浜2号炉と同様のステンレス鋼を使用しており、運転開始後60年までの使用を想定すると、応力腐食割れが発生する可能性は否定できないが、水質管理されたPWR1次系水質環境下のステンレス鋼に対し、美浜2号炉の唯一の事例では応力腐食割れの進展が停滞し機器の機能に影響を与える可能性はないこと、現時点までの国内PWRの実機条件を模擬した研究では応力腐食割れの発生は確認されていないことから、直ちに機器の機能維持上問題となる応力腐食割れが発生する可能性は小さいと考える。</p> <p>また、応力腐食割れにより発生する有意な欠陥は、超音波探傷検査等で検知可能であり、点検手法として適切である。</p>	<p>指摘事項対応 (伊方2－指摘8)</p>

No.	伊方2－指摘事項－9	分類	炉内構造物（応力腐食割れ）
指摘事項	<p>上部炉心支持柱等の応力腐食割れについて、予防保全を含めた評価とすること。</p>		
四電回答	<p>炉内構造物については、第18回定期検査時（2005年度）に改良型のものに一式取替しています。その際に、製作段階の機械加工で生成した主要溶接部近傍の表面強加工層を表面研磨して、表面材料特性の信頼性の向上を図り、応力腐食割れ発生の予防に努めています。</p> <p>以上の内容について、添付資料のとおり、「伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目）」に明記することとします。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>炉内構造物 P26</p> <p>2.2.3 高経年化対策上着目すべき事象ではない経年劣化事象</p> <p>(2) 上部炉心支持柱等の応力腐食割れ</p> <p>ステンレス鋼製の上部炉心支持柱等には、応力腐食割れが想定される。</p> <p>しかしながら、1次冷却材の水質を溶存酸素濃度0.005ppm以下に管理していることから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。</p> <p>また、当該部については、定期的に上部炉内構造物及び下部炉内構造物を取り出して、比較的溫度・応力の高い上部炉心支持柱等について水中テレビカメラによる目視確認を実施し、これまで有意な欠陥がないことを確認している。</p> <p>したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。</p>	<p>炉内構造物</p> <p>2.2.3 高経年化対策上着目すべき事象ではない経年劣化事象</p> <p>(2) 上部炉心支持柱等の応力腐食割れ</p> <p>ステンレス鋼製の上部炉心支持柱等には、応力腐食割れが想定される。</p> <p>しかしながら、PWR1次系水質環境下では、ステンレス鋼の応力腐食割れ感受性に影響する溶存酸素、塩素濃度等が十分低く管理されていること、第18回定期検査時（2005年度）に炉内構造物を一式取替する際に、製作段階の機械加工で生成した主要溶接部近傍の表面強加工層を表面研磨して表面材料特性の信頼性の向上を図っていることから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。</p> <p>したがって、上部炉心支持柱等の応力腐食割れについては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。</p>	<p>指摘事項対応 (伊方2－指摘9)</p>

No.	伊方2－指摘事項－10	分類	炭素鋼配管（配管減肉）
指摘事項	炭素鋼配管の配管減肉（流れ加速型腐食）について、総合評価に運転開始後60年時点までの評価を明確にすること。		
四電回答	<p>炭素鋼配管の配管減肉（流れ加速型腐食）については、「日本機械学会 加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格」を反映した社内マニュアルにより肉厚測定等の管理を実施しておりますが、この管理を継続することで運転開始後60年時点までの健全性維持が可能と評価している旨を記載しました。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>配管 3. 炭素鋼配管 P24</p> <p>③ 総合評価</p> <p>高温水又は二相流体を内包する配管のエルボ部、分岐部、レジューサ部等の流れの乱れが起きる箇所での腐食（流れ加速型腐食）の発生の可能性は否定できないが、腐食（流れ加速型腐食）による減肉は、「日本機械学会 加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格（JSME S NG1-2006）」等を反映した「2次系配管経年変化調査マニュアル」に基づく超音波による肉厚測定により検知可能であり、点検手法として適切である。</p>	<p>配管 3. 炭素鋼配管</p> <p>③ 総合評価</p> <p>高温水又は二相流体を内包する配管のエルボ部、分岐部、レジューサ部等の流れの乱れが起きる箇所での腐食（流れ加速型腐食）の発生の可能性は否定できないが、腐食（流れ加速型腐食）による減肉は、「日本機械学会 加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格（JSME S NG1-2006）」を反映した「2次系配管経年変化調査マニュアル」（社内マニュアル）に基づき、配管減肉の管理を実施していくことで、運転開始後60年時点までの健全性を維持できると考える。</p> <p>また、腐食（流れ加速型腐食）による減肉は、超音波を用いた肉厚計測により検知可能であり、点検手法として適切である。</p>	<p>指摘事項対応 （伊方2-指摘10）</p>

No.	伊方2-指摘事項-11	分類	ターボポンプ（その他事象）
指摘事項	ターボポンプの高サイクル疲労を高経年化対策上着目すべき劣化事象として抽出しなくて良い根拠を明確にして技術評価を見直すこと。		
四電回答	<p>前回の資料でJNES殿からご指摘いただいた国内PWRプラントにおける3件のターボポンプ主軸折損に係るトラブルについては、いずれも製作施工段階での問題が関与しており、また、伊方2号機については、水平展開フローに基づき同様のトラブルが発生するポンプがないことを確認していることから、高経年化対策上着目すべき劣化事象としておりません。</p> <p>(*) 3件のトラブル</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2002年3月 伊方発電所3号機 復水器ボール洗浄装置ボール循環ポンプBの不具合 ・ 2004年3月 伊方発電所3号機 充てんポンプ3C主軸の損傷 ・ 2008年4月 川内発電所1号 A充てん/高圧注入ポンプ主軸の折損 <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>ポンプ 1. ターボポンプ P29</p> <p>(3) 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]</p> <p>ポンプ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下において繰り返し応力を受けると、段付部等の応力集中部において高サイクル疲労割れが想定される。</p> <p>しかしながら、ポンプ設計時には高サイクル疲労を考慮している。また、巡視点検時の運転員による振動確認（通常運転時の振動状態と差異がないことの触診や目視による確認）及び試運転時における振動確認（速度、加速度の測定等）において有意な振動は認められていない。なお、一部のポンプについては分解点検時に応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査を実施しており、これまで有意な欠陥は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。</p>	<p>ポンプ 1. ターボポンプ</p> <p>(3) 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]</p> <p>ポンプ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下において繰り返し応力を受けると、段付部等の応力集中部において高サイクル疲労割れが想定される。</p> <p>しかしながら、ポンプ設計時には高サイクル疲労を考慮している。国内PWRプラントで発生したターボポンプ主軸折損に係るトラブルについては、製作施工段階での問題が関与しており、伊方2号炉については、水平展開フローに基づき同様のトラブルが発生するポンプがないことを確認している。また、巡視点検時の運転員による振動確認（通常運転時の振動状態と差異がないことの触診や目視による確認）及び試運転時における振動確認（速度、加速度の測定等）において有意な振動は認められていない。なお、一部のポンプについては分解点検時に応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査を実施しており、これまで有意な欠陥は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。</p>	<p>指摘事項対応 (伊方2－指摘11)</p>

No.	伊方2－指摘事項－12	分類	ターボポンプ（その他事象）
指摘事項	<p>余熱除去ポンプのフレット疲労について、ポンプ主軸の疲労き裂の検出性を考慮して評価を見直すこと。</p>		
四電 回答	<p>余熱除去ポンプは、通常運転中は停止しており、月に1回15分程度の定期運転時にミニフロー運転を行うため、軸の受ける曲げ応力振幅が大きくなりますが、定期運転時には必ず振動測定を行い、傾向監視を行っています。</p> <p>余熱除去ポンプの主軸におけるき裂の大きさと振動の関係については、解析の結果、き裂面積が主軸断面の概ね50%に達すると振動速度は約5%増加し、き裂面積が70%に達すると振動速度が約10%増加するとの結果を得ており、この結果を受けて、振動測定の社内マニュアルを改訂し、余熱除去ポンプの振動速度または振動加速度に上昇傾向が認められた場合は直ちに精密診断を行い、必要に応じて分解点検等の措置を実施することとしています。余熱除去ポンプについては定期運転時には常に振動測定を実施しており、主軸のき裂に伴う異常を検出できる可能性はあると考えています。</p> <p>余熱除去ポンプの分解点検時には主軸の目視検査を実施していますが、より確実にき裂を検出できるよう、現状保全に加え、超音波探傷検査を実施してまいります。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>高経年化技術評価書 p28</p> <p>(1) フレッチング疲労割れ</p> <p>① 余熱除去ポンプ等主軸のフレッチング疲労割れについては、発生の可能性は小さいと考えるが否定できない。現状保全として、ポンプ運転時等の振動確認により有意な振動がないことを確認するとともに、振動値に上昇傾向など異常兆候が認められた場合には速やかに精密診断を行うよう社内マニュアルに定めて実施している。</p> <p>フレッチング疲労割れは振動測定により検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。</p>	<p>高経年化技術評価書</p> <p>(1) フレッチング疲労割れ</p> <p>① 余熱除去ポンプ等主軸のフレッチング疲労割れについては、発生の可能性は小さいと考えるが否定できない。現状保全として、ポンプ運転時等の振動測定により有意な振動がないことを確認するとともに、振動値に上昇傾向など異常兆候が認められた場合には速やかに精密診断を行うよう社内マニュアルに定めて実施している。</p> <p>また、現状保全に加え、ポンプの分解点検時に、主軸の超音波探傷検査を実施していく。</p>	<p>記載の適正化</p> <p>指摘事項対応 (伊方2－指摘12)</p>

変更前		変更後		変更理由					
高経年化技術評価書 p61									
資料6-1 伊方2号炉 高経年化技術評価に基づく長期保守管理方針 (1/1)									
機種名	機器名	経年劣化事象	健全性評価結果	現状保全	総合評価	長期保全計画	実施時期	長期保守管理方針	実施時期
機械設備	スタッドボルト、バボルト及びビシールド(メカニカル)、アンカボルト(ケミカルアンカ)	大気接触部の全面腐食	地震時の基礎ボルトの変形応力は許容応力を超えることはないことから、機器の支持機能を喪失する可能性は小さいと考える。	各種基礎ボルトのコンクリート直上部分並びにメカニカルアンカ部のコンクリート埋設部に対しては、定期的な点検や定期検査時の点検等にて機器に異常な振動等がないことを確認している。	コンクリート直上部分及びメカニカルアンカ部のコンクリート埋設部であるテーパーボルト及びビシールドの大気接触部については、腐食により支持機能が低下する可能性は小さい。機器に異常な振動等がないことにより、支持機能に異常がないことが確認可能。サンプリング等による調査を実施することが望ましい。	伊方2号炉も含め原子力発電所共通として、基礎ボルトを取り外す機会を利用してサンプリング等による腐食等の調査を実施していく。	中長期	保守管理の項目 スタッドボルト等*の腐食については、伊方2号炉も含め原子力発電所共通として、基礎ボルトを取り外す機会を利用してサンプリング等による腐食等の調査を実施する。 *：スタッドボルト メカニカルアンカ ケミカルアンカ	中長期
	ケミカルアンカ	樹脂の劣化	コンクリート埋設のため高温環境にさらされることとはなく、紫外線、放射線、水分については実験データから、健全性が阻害される可能性は小さい。	監視点検や定期検査時の監視等にて機器に異常な振動等がないことを確認している。	支持機能の低下が進行する可能性は小さい。監視点検や定期検査時の試運転にて機器に異常な振動等がないことにより、支持機能に異常がないことが確認可能。サンプリング等による腐食等の調査を実施していく。	伊方2号炉も含め原子力発電所共通として、ケミカルアンカを取り外す機会を利用してサンプリング等による樹脂の劣化等の調査を実施していく。	中長期	ケミカルアンカの樹脂の劣化については、伊方2号炉も含め原子力発電所共通として、ケミカルアンカを取り外す機会を利用してサンプリング等による調査を実施する。	中長期
中長期：平成24年3月19日から10年間									

変更前		変更後		変更理由					
高経年化技術評価書									
資料6-1 伊方2号炉 高経年化技術評価に基づく長期保守管理方針 (1/1)									
機種名	機器名	経年劣化事象	健全性評価結果	現状保全	総合評価	長期保全計画	実施時期	長期保守管理方針	実施時期
ポンプ	余熱除去ポンプ	主軸のフレット疲労	発生繰り返し応力は、曲げ応力振動に対する許容繰り返し回数に対して小さい。	振動測定(速度、加速度)を高速で測定し、主軸の目視検査を実施している。	主軸のフレット疲労の発生可能性は小さい。主軸のフレット疲労の発生は振動測定等により検知できる可能性があると考えられるが、ポンプの分解点検時に、主軸の超音波探傷検査を追加で行うことは有効である。	ポンプの分解点検時に、主軸の超音波探傷検査を実施していく。	中長期	余熱除去ポンプの主軸のフレット疲労の発生については、ポンプの分解点検時に、主軸の超音波探傷検査を実施していく。	中長期
機械設備	スタッドボルト、バボルト及びビシールド(メカニカル)、アンカボルト(ケミカルアンカ)	大気接触部の全面腐食	地震時の基礎ボルトの変形応力は許容応力を超えることはないことから、機器の支持機能を喪失する可能性は小さいと考える。	各種基礎ボルトのコンクリート直上部分並びにメカニカルアンカ部のコンクリート埋設部に対しては、定期的な点検や定期検査時の点検等にて機器に異常な振動等がないことを確認している。	コンクリート直上部分及びメカニカルアンカ部のコンクリート埋設部であるテーパーボルト及びビシールドの大気接触部については、腐食により支持機能が低下する可能性は小さい。機器に異常な振動等がないことにより、支持機能に異常がないことが確認可能。サンプリング等による調査を実施することが望ましい。	伊方2号炉も含め原子力発電所共通として、基礎ボルトを取り外す機会を利用してサンプリング等による腐食等の調査を実施していく。	中長期	スタッドボルト等*の腐食については、伊方2号炉も含め原子力発電所共通として、基礎ボルトを取り外す機会を利用してサンプリング等による腐食等の調査を実施する。 *：スタッドボルト メカニカルアンカ ケミカルアンカ	中長期
	ケミカルアンカ	樹脂の劣化	コンクリート埋設のため高温環境にさらされることとはなく、紫外線、放射線、水分については実験データから、健全性が阻害される可能性は小さい。	監視点検や定期検査時の監視等にて機器に異常な振動等がないことを確認している。	支持機能の低下が進行する可能性は小さい。監視点検や定期検査時の試運転にて機器に異常な振動等がないことにより、支持機能に異常がないことが確認可能。サンプリング等による腐食等の調査を実施していく。	伊方2号炉も含め原子力発電所共通として、ケミカルアンカを取り外す機会を利用してサンプリング等による樹脂の劣化等の調査を実施していく。	中長期	ケミカルアンカの樹脂の劣化については、伊方2号炉も含め原子力発電所共通として、ケミカルアンカを取り外す機会を利用してサンプリング等による調査を実施する。	中長期
中長期：平成24年3月19日から10年間									

指摘事項対応
(伊方2-指摘12)

変更前	変更後	変更理由
<p>ポンプ 1. ターボポンプ P42</p> <p>② 現状保全 主軸のフレット疲労割れに対しては、巡視点検時の運転員による振動確認（通常運転時の振動状態と差異がないことの触診や目視による確認）及び試運転時や機能試験時における振動確認（速度，加速度の測定等）により有意な振動がないことを確認している。また，振動値に上昇傾向など異常兆候が認められた場合には速やかに精密診断を行うよう社内マニュアルに定めて実施している。 なお，第21回（2009年度）及び第22回定期検査時（2010年度）にB号機及びA号機の主軸の取替を行っている。</p> <p>③ 総合評価 健全性評価結果から判断して，現時点の知見において，主軸のフレット疲労割れ発生の可能性は小さいと考えるが否定できない。 主軸のフレット疲労割れは振動測定により検知可能であり，点検手法として適切である。</p> <p>c. 高経年化への対応 主軸のフレット疲労割れについては，振動確認を実施していく。また，振動値に異常兆候が認められた場合には速やかに精密診断を行う。</p>	<p>ポンプ 1. ターボポンプ</p> <p>② 現状保全 主軸のフレット疲労割れに対しては，巡視点検時の運転員による振動確認（通常運転時の振動状態と差異がないことの触診や目視による確認）及び試運転時や機能試験時における振動測定（速度，加速度の測定等）により有意な振動がないことを確認している。また，振動値に上昇傾向など異常兆候が認められた場合には速やかに精密診断を行うよう社内マニュアルに定めて実施している。 また、ポンプの分解点検時には，主軸の目視検査を実施している。 なお，第21回（2009年度）及び第22回定期検査時（2010年度）にB号機及びA号機の主軸の取替を行っている。</p> <p>③ 総合評価 健全性評価結果から判断して，現時点の知見において，主軸のフレット疲労割れ発生の可能性は小さいと考えるが否定できない。 また主軸のフレット疲労割れは振動測定等により検知できる可能性があると考えますが，点検の充実化を図ることは有効である。</p> <p>c. 高経年化への対応 主軸のフレット疲労割れについては，振動測定等を実施していく。振動値に異常兆候が認められた場合には速やかに精密診断を行う。 また，現状保全に加え，ポンプの分解点検時に，主軸の超音波探傷検査を実施していく。</p>	<p>記載の適正化</p> <p>記載の充実</p> <p>指摘事項対応 (伊方2－指摘12)</p> <p>指摘事項対応 (伊方2－指摘12)</p>

No.	伊方2-指摘事項-13	分類	直接接触式熱交換器（その他事象）
指摘事項	脱気器胴板の腐食（流れ加速型腐食）について、推定腐食量の評価やそれに基づく保全活動を明確にすること。		
四電回答	<p>脱気器胴板の腐食（流れ加速型腐食）については、実機の点検データをもとに腐食進行の程度を評価しておりましたが、推定腐食量に基づく保全活動の内容についても記載いたします。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>熱交換器 3. 直接接触式熱交換器 P6</p> <p>(3) 脱気器鏡板・胴板, 脱気器タンク鏡板・胴板, マンホール蓋の腐食（流れ加速型腐食）</p> <p>胴側耐圧構成品の脱気器鏡板, 脱気器タンク鏡板・胴板, マンホール蓋の内部流体と接する箇所は炭素鋼であるため, 流れ加速型腐食が想定される。</p> <p>しかしながら, 脱気器鏡板, 脱気器タンク鏡板・胴板, マンホール蓋については, 定期的な分解点検時の目視確認で有意な減肉は認められておらず, 今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。</p> <p>また, 脱気器胴板については, 減肉傾向が認められおり, 実機の点検データを基に健全性を評価すると, 運転開始後 60 年時点の推定腐食量は腐れ代の約 12/5 であり, 急激な腐食進行の可能性は小さいと考える。</p> <p>流れ加速型腐食による減肉の進行速度は, 物理的因子である流速等及び化学的因子である水質, 温度等により影響されるが, 通常運転中の運転パラメータはほぼ一定であるため, これまでの運転経験より流れ加速型腐食の今後の進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。</p>	<p>熱交換器 3. 直接接触式熱交換器</p> <p>(3) 脱気器鏡板・胴板, 脱気器タンク鏡板・胴板, マンホール蓋の腐食（流れ加速型腐食）</p> <p>胴側耐圧構成品の脱気器鏡板, 脱気器タンク鏡板・胴板, マンホール蓋の内部流体と接する箇所は炭素鋼であるため, 流れ加速型腐食が想定される。</p> <p>しかしながら, 脱気器鏡板, 脱気器タンク鏡板・胴板, マンホール蓋については, 定期的な開放点検時の目視確認で有意な減肉は認められておらず, 今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。</p> <p>脱気器胴板については, 局所的に減肉傾向が認められており, 第 21 回定期検査（2009 年度）の点検データを基に評価すると, 第 30 回定期検査終了から第 31 回定期検査開始の間（2020 年度）で必要最小厚さに達すると評価されることから, 次の回の開放点検を行う第 25 回定期検査（2014 年度実施予定）に胴板の肉厚測定を実施する。その結果に基づき, 余寿命が 4 サイクル（56 ヶ月）以下になれば定期検査毎に肉厚測定及び必要に応じて肉盛等の補修を行い, 余寿命が 14 ヶ月未満になれば当該定期検査において肉盛等の補修を実施することとしている。</p> <p>流れ加速型腐食による減肉の進行速度は, 物理的因子である流速等及び化学的因子である水質, 温度等により影響されるが, 通常運転中の運転パラメータはほぼ一定であるため, これまでの運転経験より流れ加速型腐食の今後の進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難く, 減肉状況に応じた保全を実施することで健全性を維持できることから, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。</p>	<p>記載の適正化</p> <p>指摘事項対応 （伊方2－指摘13）</p>

No.	伊方2-指摘事項-14	分類	原子炉格納容器（その他事象）
指摘事項	<p>トップドーム部及び円筒部の腐食について、腐食推定量の評価を明確にすること。</p>		
四電回答	<p>原子炉格納容器鋼板については、コンクリート構造物で覆われ屋外大気にさらされておらず、内面及び外面に防食塗装を施工しているため、急激に腐食が発生・進展する可能性は小さく、腐食が機器の健全性に影響を与える可能性は小さいと考えます。</p> <p>なお、仮に、塗膜がなく屋外暴露されていると仮定して、60年間の腐食量を推定し、強度上必要な最小板厚までの余裕代と比較した結果を以下に示します。</p> $\text{トップドーム部} = \frac{60\text{年間の推定腐食量}^{*1}}{\text{必要最小板厚に対する余裕代}^{*2}} = \text{約} \frac{1}{2}$ $\text{円筒部} = \frac{60\text{年間の推定腐食量}^{*1}}{\text{必要最小板厚に対する余裕代}^{*2}} = \text{約} \frac{17}{18}$ <p>*1: 「わが国各地における普通鋼及び耐候性鋼の曝露試験結果」（防食技術便覧 [腐食防食協会編]）の臨海工業地帯・海岸地帯のデータから評価。</p> <p>*2: 公称板厚と必要最小板厚との差。なお、必要最小厚さは、「日本機械学会設計・建設規格（JSME S NC1-2005/2007）」に基づき評価。</p> <p>したがって、屋外大気にさらされておらず、表面に防食塗装を施工しているが、安全側に、塗膜がなく屋外暴露されていると仮定して評価したとしても、運転開始後60年時点では、腐食により原子炉格納容器鋼板が必要最小厚さを下回ることはありません。</p> <p>以上の内容について、添付資料のとおり、「伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目）」に明記することとします。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由															
<p>容器 3 原子炉格納容器 3.1 原子炉格納容器本体 P6</p> <p>2.2.3 高経年化対策上着目すべき事象ではない経年劣化事象 (1) 原子炉格納容器鋼板の腐食</p> <p>(中略)</p> <p>(a) トップドーム部及び円筒部 トップドーム部及び円筒部については塗膜を施工しており、塗膜が健全である限り腐食の懸念はなく、仮に塗装に異常が生じた場合においても急激に腐食が発生、進展する可能性は小さいと考えるが、塗膜が無い場合の腐食を想定して評価を行った。 評価においては、安全側に腐食量の大きい臨海工業地帯、海岸地帯のデータを用いた。各地における普通鋼及び耐候性鋼の曝露試験結果（「防食技術便覧」腐食防食協会編）のうち、臨海工業地帯、海岸地帯のデータを図2.2-1に示す。 腐食量については、放物線則にしたがって変化することを仮定して、図2.2-1の曝露試験結果から腐食量を推定した。 また、第16回定期検査時（2002～2003年度）に原子炉格納容器鋼板の代表部位について超音波厚み計により板厚測定を行って有意な腐食がないことを確認している。このため、運転開始後22年経過時点の板厚測定以降に、塗膜が剥がれて腐食が発生、進展すると仮定して、板厚が腐食により必要最小厚さを下回る年数を評価した。その結果を下表に示す。 下表より、運転開始後60年時点では、板厚が必要最小厚さを下回ることはない。したがって、塗膜管理を適切に行うことにより、原子炉格納容器の長期健全性確保が可能であると考えられる。 また、原子炉格納容器鋼板部（トップドーム部及び円筒部）の腐食（全面腐食）については、これまでの目視確認及び超音波による肉厚測定で有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。</p> <table border="1" data-bbox="350 1449 1151 1617"> <caption>伊方2号炉 原子炉格納容器鋼板の板厚評価結果</caption> <thead> <tr> <th>部 位</th> <th>腐食により必要最小厚さを下回る評価年数^{*1}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>トップドーム部</td> <td>60年以上</td> </tr> <tr> <td>円筒部</td> <td>60年以上</td> </tr> </tbody> </table> <p>^{*1}：塗膜がなく、屋外暴露されていると仮定した場合に、腐食により板厚が必要最小厚さを下回ると評価した年数</p>	部 位	腐食により必要最小厚さを下回る評価年数 ^{*1}	トップドーム部	60年以上	円筒部	60年以上	<p>容器 3 原子炉格納容器 3.1 原子炉格納容器本体</p> <p>2.2.3 高経年化対策上着目すべき事象ではない経年劣化事象 (1) 原子炉格納容器鋼板の腐食</p> <p>(中略)</p> <p>(a) トップドーム部及び円筒部 トップドーム部及び円筒部については、屋外大気にさらされておらず、鋼板表面に防食塗装を施工しているため、塗膜が健全である限り腐食の懸念はなく、仮に塗膜に異常が生じた場合においても急激に腐食が発生、進展する可能性は小さいと考える。 このため、腐食量については、安全側に、塗膜がなく屋外暴露されていると仮定して評価を行った。 各地における普通鋼及び耐候性鋼の曝露試験結果（「防食技術便覧」腐食防食協会編）のうち、臨海工業地帯、海岸地帯のデータを図2.2-1に示す。 腐食量の進行については、放物線状に変化すると仮定して、図2.2-1の曝露試験結果のうち、腐食量の大きい普通炭素鋼のデータから60年間の推定腐食量を評価した。原子炉格納容器鋼板の腐食評価結果を下表に示す。 下表より、運転開始後60年時点では、板厚が必要最小厚さを下回ることはないため、トップドーム部及び円筒部の腐食（全面腐食）が機器の健全性に影響を与える可能性は小さいと考える。 また、トップドーム部及び円筒部の腐食（全面腐食）については、これまでの目視確認及び第16回定期検査時（2002～2003年度）の超音波による肉厚測定で有意な腐食は認められていない。 以上より、トップドーム部及び円筒部の腐食（全面腐食）が機器の健全性に影響を与える可能性は小さく、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。</p> <table border="1" data-bbox="1454 1365 2404 1617"> <caption>伊方2号炉 原子炉格納容器鋼板の腐食評価結果</caption> <thead> <tr> <th>部 位</th> <th>60年間の推定腐食量^{*1} / 必要最小板厚に対する余裕代^{*2}</th> <th>板厚が必要最小厚さを下回る年数^{*1}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>トップドーム部</td> <td>約1/2</td> <td>60年以上</td> </tr> <tr> <td>円筒部</td> <td>約17/18</td> <td>60年以上</td> </tr> </tbody> </table> <p>^{*1}：屋外大気にさらされておらず、表面に防食塗装を施工しているが、安全側に、塗膜がなく屋外暴露されていると仮定して評価している ^{*2}：公称板厚と必要最小板厚との差</p>	部 位	60年間の推定腐食量 ^{*1} / 必要最小板厚に対する余裕代 ^{*2}	板厚が必要最小厚さを下回る年数 ^{*1}	トップドーム部	約1/2	60年以上	円筒部	約17/18	60年以上	<p>記載の適正化</p> <p>指摘事項対応 (伊方2-指摘14)</p>
部 位	腐食により必要最小厚さを下回る評価年数 ^{*1}																
トップドーム部	60年以上																
円筒部	60年以上																
部 位	60年間の推定腐食量 ^{*1} / 必要最小板厚に対する余裕代 ^{*2}	板厚が必要最小厚さを下回る年数 ^{*1}															
トップドーム部	約1/2	60年以上															
円筒部	約17/18	60年以上															

No.	伊方2－指摘事項－15	分類	配管（耐震安全性）
指摘事項	<p>配管検査の社内マニュアルで「その他系統」に区分される蒸気発生器ブローダウン系統配管の減肉に関し、耐震安全上着目すべき経年劣化事象として扱い、耐震安全性評価を行うこと。</p>		
四電回答	<p>伊方2号炉PLM評価における「母管の内面からの腐食(流れ加速型腐食)」に対する耐震安全性評価は、「発電用原子力設備規格 加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格（JSME S NG1-2006、以下「技術規格」という。）」等を踏まえて策定された当社の「2次系配管経年変化調査マニュアル」（以下、「社内マニュアル」という。）に規定している検査対象系統のうち、「主要系統（流れ加速型腐食（FAC）」）を評価対象ブロックとして選定し、耐震安全性評価を行っています。</p> <p>技術規格では、「蒸気発生器ブローダウン系統配管」は、FAC管理対象外であり、かつ、社内マニュアルでも「その他系統」に分類されることから、伊方2号炉PLM耐震安全性評価では評価対象ブロックとして選定していませんでした。（ただし、社内的には、耐震裕度向上の観点から様々な検討を実施しています。）</p> <p>しかしながら、先行PLM耐震安全性評価（伊方1号炉PLM耐震安全性評価を含む）での評価実績等も考慮し、蒸気発生器ブローダウン系統配管（炭素鋼配管）についても、母管の内面からの腐食（流れ加速型腐食）に対する耐震安全性評価を実施し、高経年化技術評価書に記載いたします。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>耐震安全性評価（配管） P.3.5.33</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.5 配管</p> <p>3.5.5 代表機器以外の機器への展開</p> <p>3.5.5.3 耐震安全性評価</p> <p>(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価</p> <p>(c) 母管の内面からの腐食（流れ加速型腐食）に対する耐震安全性評価 [ランド蒸気系統配管，低温再熱蒸気系統配管，補助蒸気系統配管，第2抽気系統配管，ドレン系統配管，復水系統配管]</p> <p>代表機器と同様にランド蒸気系統配管，低温再熱蒸気系統配管，第2抽気系統配管，ドレン系統配管及び復水系統配管について，減肉の発生が考えられる部位にCクラス地震力で発生応力を算出した。</p> <p>結果は，表3.5-20に示すとおりであり，地震時の配管の発生応力は許容応力を超えることなく，配管の腐食は，耐震安全性評価上問題ない。</p>	<p>耐震安全性評価（配管）</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.5 配管</p> <p>3.5.5 代表機器以外の機器への展開</p> <p>3.5.5.3 耐震安全性評価</p> <p>(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価</p> <p>(c) 母管の内面からの腐食（流れ加速型腐食）に対する耐震安全性評価 [ランド蒸気系統配管，低温再熱蒸気系統配管，補助蒸気系統配管，第2抽気系統配管，蒸気発生器ブローダウン系統配管，ドレン系統配管，復水系統配管]</p> <p>代表機器と同様にランド蒸気系統配管，低温再熱蒸気系統配管，第2抽気系統配管，蒸気発生器ブローダウン系統配管，ドレン系統配管及び復水系統配管について，減肉の発生が考えられる部位にCクラス地震力で発生応力を算出した。</p> <p>結果は，表3.5-20に示すとおりであり，地震時の配管の発生応力は許容応力を超えることなく，配管の腐食は，耐震安全性評価上問題ない。</p>	<p>指摘事項対応 （伊方2－指摘15）</p>

変更前	変更後	変更理由																																																												
<p>耐震安全性評価（配管） P.3.5.34</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.5 配管</p> <p>3.5.5 代表機器以外の機器への展開</p> <p>3.5.5.3 耐震安全性評価</p> <p>(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価</p> <p>(c) 母管の内面からの腐食（流れ加速型腐食）に対する耐震安全性評価</p> <p>表3.5-20 伊方2号炉 配管の腐食に対する評価結果</p> <table border="1" data-bbox="240 758 1282 1356"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>地震力</th> <th>減肉評価条件</th> <th>応力比*1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>グラント蒸気系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.66</td> </tr> <tr> <td>低温再熱蒸気系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.34</td> </tr> <tr> <td>補助蒸気系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>第2抽気系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>ドレン系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.97</td> </tr> <tr> <td>復水系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.54</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：応力比＝一次応力／許容応力</p>	評価対象	地震力	減肉評価条件	応力比*1	グラント蒸気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.66	低温再熱蒸気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.34	補助蒸気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.55	第2抽気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.05	ドレン系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.97	復水系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.54	<p>耐震安全性評価（配管）</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.5 配管</p> <p>3.5.5 代表機器以外の機器への展開</p> <p>3.5.5.3 耐震安全性評価</p> <p>(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価</p> <p>(c) 母管の内面からの腐食（流れ加速型腐食）に対する耐震安全性評価</p> <p>表3.5-20 伊方2号炉 配管の腐食に対する評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1389 758 2430 1446"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>地震力</th> <th>減肉評価条件</th> <th>応力比*1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>グラント蒸気系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.66</td> </tr> <tr> <td>低温再熱蒸気系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.34</td> </tr> <tr> <td>補助蒸気系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>第2抽気系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>蒸気発生器ブローダウン 系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.68</td> </tr> <tr> <td>ドレン系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.97</td> </tr> <tr> <td>復水系統配管</td> <td>Cクラス</td> <td>必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)</td> <td>0.54</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：応力比＝一次応力／許容応力</p>	評価対象	地震力	減肉評価条件	応力比*1	グラント蒸気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.66	低温再熱蒸気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.34	補助蒸気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.55	第2抽気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.05	蒸気発生器ブローダウン 系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.68	ドレン系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.97	復水系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.54	<p>指摘事項対応 (伊方2-指摘15)</p>
評価対象	地震力	減肉評価条件	応力比*1																																																											
グラント蒸気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.66																																																											
低温再熱蒸気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.34																																																											
補助蒸気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.55																																																											
第2抽気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.05																																																											
ドレン系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.97																																																											
復水系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.54																																																											
評価対象	地震力	減肉評価条件	応力比*1																																																											
グラント蒸気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.66																																																											
低温再熱蒸気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.34																																																											
補助蒸気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.55																																																											
第2抽気系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.05																																																											
蒸気発生器ブローダウン 系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.68																																																											
ドレン系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.97																																																											
復水系統配管	Cクラス	必要最小厚さ (周軸方向一様減肉)	0.54																																																											

No.	伊方2－指摘事項－16	分類	ポンプ（耐震安全性）
指摘事項	<p>1次冷却材ポンプケーシングの熱時効に関し、耐震安全上着目すべき経年劣化事象として扱い、耐震安全性評価を行うこと。</p>		
四電 回答	<p>1次冷却材ポンプケーシングの熱時効については、技術評価において「高経年化対策上着目すべき経年劣化事象」として評価することに変更いたします。 (指摘事項－5の反映)</p> <p>また、耐震安全性評価においても、1次冷却材ポンプケーシングの熱時効を「耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象」として評価を実施し、高経年化技術評価書に記載いたします。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由																																		
<p>耐震安全性評価（ポンプ） P.3.1.10</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.1 ポンプ</p> <p>3.1.3 耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象の抽出</p> <p style="text-align: center;">表3.1-7 伊方2号炉 1次冷却材ポンプに想定される経年劣化事象</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">機能達成に必要な項目</th> <th rowspan="2">部 位</th> <th rowspan="2">経年劣化事象</th> <th colspan="2">代 表 機 器</th> <th rowspan="2">「技術評価」評価結果概要</th> </tr> <tr> <th colspan="2">1次冷却材ポンプ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>バウングダリの維持</td> <td>ケーシング（吐出ノズル、脚付根部）</td> <td>疲労割れ</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>○：現在発生しているが、又は将来にわたって起こることが否定できないもの</p>	機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代 表 機 器		「技術評価」評価結果概要	1次冷却材ポンプ		バウングダリの維持	ケーシング（吐出ノズル、脚付根部）	疲労割れ	○			<p>耐震安全性評価（ポンプ）</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.1 ポンプ</p> <p>3.1.3 耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象の抽出</p> <p style="text-align: center;">表3.1-7 伊方2号炉 1次冷却材ポンプに想定される経年劣化事象</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">機能達成に必要な項目</th> <th rowspan="2">部 位</th> <th rowspan="2">経年劣化事象</th> <th colspan="2">代 表 機 器</th> <th rowspan="2">「技術評価」評価結果概要</th> </tr> <tr> <th colspan="2">1次冷却材ポンプ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>バウングダリの維持</td> <td>ケーシング（吐出ノズル、脚付根部）</td> <td>疲労割れ</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ケーシング（吐出ノズル）</td> <td>熱時効</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>○：現在発生しているが、又は将来にわたって起こることが否定できないもの</p>	機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代 表 機 器		「技術評価」評価結果概要	1次冷却材ポンプ		バウングダリの維持	ケーシング（吐出ノズル、脚付根部）	疲労割れ	○				ケーシング（吐出ノズル）	熱時効	○			<p>指摘事項対応 (伊方2-指摘16)</p>
機能達成に必要な項目				部 位	経年劣化事象		代 表 機 器		「技術評価」評価結果概要																											
	1次冷却材ポンプ																																			
バウングダリの維持	ケーシング（吐出ノズル、脚付根部）	疲労割れ	○																																	
機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代 表 機 器		「技術評価」評価結果概要																															
			1次冷却材ポンプ																																	
バウングダリの維持	ケーシング（吐出ノズル、脚付根部）	疲労割れ	○																																	
	ケーシング（吐出ノズル）	熱時効	○																																	

変更前	変更後	変更理由
<p>耐震安全性評価（ポンプ） P. 3. 1. 11</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.1 ポンプ</p> <p>3.1.3 耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象の抽出</p> <p>c. 1次冷却材ポンプにおける耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象 以下の事象については、機器の振動応答特性上又は構造・強度上、影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず、耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象(表 3. 1-10で◎になっているもの)とした。</p> <p>(a) ケーシング（吐出ノズル，脚付根部）の疲労割れ</p> <p>.....</p>	<p>耐震安全性評価（ポンプ）</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.1 ポンプ</p> <p>3.1.3 耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象の抽出</p> <p>c. 1次冷却材ポンプにおける耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象 以下の事象については、機器の振動応答特性上又は構造・強度上、影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず、耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象(表 3. 1-10で◎になっているもの)とした。</p> <p>(a) ケーシング（吐出ノズル，脚付根部）の疲労割れ</p> <p>(b) ケーシング（吐出ノズル）の熱時効</p>	<p>指摘事項対応 (伊方2-指摘16)</p>

変更前	変更後	変更理由															
<p>耐震安全性評価（ポンプ） P.3.1.14</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.1 ポンプ</p> <p>3.1.3 耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象の抽出</p> <p>表3.1-10 伊方2号炉 1次冷却材ポンプの耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象一覧</p> <table border="1" data-bbox="460 577 667 1753"> <thead> <tr> <th>部 位</th> <th>経年劣化事象</th> <th>代 表 機 器</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケーシング (吐出ノズル、脚付根部)</td> <td>疲労割れ</td> <td>1次冷却材ポンプ</td> </tr> </tbody> </table> <p>◎：以降で評価する</p>	部 位	経年劣化事象	代 表 機 器	ケーシング (吐出ノズル、脚付根部)	疲労割れ	1次冷却材ポンプ	<p>耐震安全性評価（ポンプ）</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.1 ポンプ</p> <p>3.1.3 耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象の抽出</p> <p>表3.1-10 伊方2号炉 1次冷却材ポンプの耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象一覧</p> <table border="1" data-bbox="1617 577 1884 1753"> <thead> <tr> <th>部 位</th> <th>経年劣化事象</th> <th>代 表 機 器</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケーシング (吐出ノズル、脚付根部)</td> <td>疲労割れ</td> <td>1次冷却材ポンプ</td> </tr> <tr> <td>ケーシング (吐出ノズル)</td> <td>熱時効</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>◎：以降で評価する</p>	部 位	経年劣化事象	代 表 機 器	ケーシング (吐出ノズル、脚付根部)	疲労割れ	1次冷却材ポンプ	ケーシング (吐出ノズル)	熱時効		<p>指摘事項対応 (伊方2-指摘16)</p>
部 位	経年劣化事象	代 表 機 器															
ケーシング (吐出ノズル、脚付根部)	疲労割れ	1次冷却材ポンプ															
部 位	経年劣化事象	代 表 機 器															
ケーシング (吐出ノズル、脚付根部)	疲労割れ	1次冷却材ポンプ															
ケーシング (吐出ノズル)	熱時効																

変更前	変更後	変更理由																		
<p>耐震安全性評価（ポンプ） P. 3. 1. 15</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.1 ポンプ</p> <p>3.1.4 耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象に対する耐震安全性評価</p> <div style="border: 1px dashed black; height: 500px; width: 100%;"></div>	<p>耐震安全性評価（ポンプ）</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.1 ポンプ</p> <p>3.1.4 耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象に対する耐震安全性評価</p> <p>(3) ケーシングの熱時効に対する耐震安全性評価 [1次冷却材ポンプ]</p> <p>熱時効による靱性低下の影響は、フェライト量が多く、使用温度が高いほど大きくなり、また使用条件としては、構造系に与えられた荷重等から算出されたき裂進展力 (J_{app}) が大きいほど厳しくなることから、これらの条件を比較し評価を行う。</p> <p>ステンレス鋼は1次冷却材ループ廻りに多用されているが、熱時効については、1次冷却材ポンプケーシングと1次冷却材管ホットレグを「技術評価書」における評価結果を用いて比較すると、表3.1-12に示すとおり、1次冷却材ポンプケーシングの方が熱時効による靱性低下に重要なフェライト量が少なく、使用温度も低く、また、き裂進展力 (J_{app}) も小さい。</p> <p>したがって、1次冷却材ポンプケーシングの熱時効に対する耐震安全性評価は1次冷却材管ホットレグの耐震安全性評価で代表できる。3.5章（配管）の耐震安全性評価の1次冷却材管の評価結果に示すとおり、1次冷却材管の熱時効は耐震安全性評価上問題ない。</p> <p>以上より、1次冷却材ポンプケーシングについても不安定破壊することはなく、1次冷却材ポンプケーシングの熱時効は耐震安全性評価上問題ない。</p> <p>表 3.1-12 伊方2号炉 1次冷却材ポンプケーシングと1次冷却材管の評価条件の比較</p> <table border="1" data-bbox="1397 1304 2463 1665"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>フェライト量※ [%]</th> <th>使用温度※ [°C]</th> <th>地震力</th> <th>き裂進展力 (J_{app}) [kJ/m²]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次冷却材ポンプケーシング (吐出ノズル)</td> <td>約 11</td> <td>約 288</td> <td rowspan="3">S₂</td> <td>約 32</td> </tr> <tr> <td>1次冷却材管ホットレグ (直管)</td> <td>約 9</td> <td>約 323</td> <td>約 115</td> </tr> <tr> <td>1次冷却材管ホットレグ (エルボ)</td> <td>約 14</td> <td>約 323</td> <td>約 82</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：フェライト量が多く、使用温度が高いほど熱時効によりき裂進展抵抗が小さく（厳しく）なる。</p>	評価部位	フェライト量※ [%]	使用温度※ [°C]	地震力	き裂進展力 (J_{app}) [kJ/m ²]	1次冷却材ポンプケーシング (吐出ノズル)	約 11	約 288	S ₂	約 32	1次冷却材管ホットレグ (直管)	約 9	約 323	約 115	1次冷却材管ホットレグ (エルボ)	約 14	約 323	約 82	<p>指摘事項対応 (伊方2-指摘16)</p>
評価部位	フェライト量※ [%]	使用温度※ [°C]	地震力	き裂進展力 (J_{app}) [kJ/m ²]																
1次冷却材ポンプケーシング (吐出ノズル)	約 11	約 288	S ₂	約 32																
1次冷却材管ホットレグ (直管)	約 9	約 323		約 115																
1次冷却材管ホットレグ (エルボ)	約 14	約 323		約 82																

変更前	変更後	変更理由
<p>耐震安全性評価（ポンプ） P.3.1.17</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.1 ポンプ</p> <p>3.1.5 代表機器以外の機器への展開</p> <p>3.1.5.3 耐震安全性評価</p> <p>(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価</p> <p>(b) ケーシングの疲労割れに対する耐震安全性評価 ケーシングの疲労割れに関しては、対象機器すべてを評価しており、代表機器以外の機器はない。</p> <div style="border: 1px dashed black; height: 100px; width: 100%;"></div>	<p>耐震安全性評価（ポンプ）</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.1 ポンプ</p> <p>3.1.5 代表機器以外の機器への展開</p> <p>3.1.5.3 耐震安全性評価</p> <p>(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価</p> <p>(b) ケーシングの疲労割れに対する耐震安全性評価 ケーシングの疲労割れに関しては、対象機器すべてを評価しており、代表機器以外の機器はない。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>(c) ケーシングの熱時効に対する耐震安全性評価 ケーシングの熱時効に関しては、対象機器すべてを評価しており、代表機器以外の機器はない。</p> </div>	<p>指摘事項対応 （伊方2－指摘16）</p>

No.	伊方2－指摘事項－17	分類	機械設備（耐震安全性）
指摘事項	<p>蒸発器胴板等の応力腐食割れに関し、高経年化技術評価の配管に適用実績のある規格（配管破損防護設計規格）に準拠して耐震安全性評価を行うこと。</p>		
四電 回答	<p>廃液蒸発装置Bの蒸発器胴板等の応力腐食割れに関して、高経年化技術評価（耐震安全性評価）で適用実績のある規格（配管破損防護設計規格）に準拠した耐震安全性評価を実施し、高経年化技術評価書に記載いたします。</p> <p>【添付資料】 伊方発電所2号炉 高経年化技術評価書（30年目） 変更箇所</p>		

変更前	変更後	変更理由
<p>耐震安全性評価（機械設備） P.3.14.70</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.14 機械設備</p> <p>3.14.6 濃縮減容設備</p> <p>3.14.6.5.3 耐震安全性評価</p> <p>(2) 代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象に対する耐震安全性評価</p> <p>(a) 蒸発器胴板等のステンレス鋼部位の応力腐食割れに対する耐震安全性評価</p> <p>[廃液蒸発装置B, 洗浄排水蒸発装置]</p> <p>耐震安全性評価では、蒸発器胴板及び加熱器伝熱管に応力腐食割れを想定し地震時の発生応力（地震力はBクラス地震力）を算出し評価した。</p> <p>通常運転時に微量の漏えいの検知が可能であるが、評価にあたり安全側に胴板及び伝熱管の半周に貫通き裂を想定した。</p> <p>結果は、表3.14.6-5に示すとおりであり、地震時の発生応力は安定限界応力を超えることはなく、蒸発器胴板等のステンレス鋼部位の応力腐食割れは、耐震安全性評価上問題ない。</p>	<p>耐震安全性評価（機械設備）</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.14 機械設備</p> <p>3.14.6 濃縮減容設備</p> <p>3.14.6.5.3 耐震安全性評価</p> <p>(2) 代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象に対する耐震安全性評価</p> <p>(a) 蒸発器胴板等のステンレス鋼部位の応力腐食割れに対する耐震安全性評価</p> <p>[廃液蒸発装置B, 洗浄排水蒸発装置]</p> <p>耐震安全性評価では、蒸発器胴板及び加熱器伝熱管に応力腐食割れを想定し地震時の発生応力を算出し評価した。</p> <p>応力腐食割れの想定される部位においては、通常運転時に微量の漏えいの検知が可能であるが、配管破損防護設計規格（JSME S ND1-2002）を準用し、安全側に胴板及び伝熱管の半周に貫通き裂を想定して地震時（地震力はBクラス地震力）のき裂の安定性評価を実施した。</p> <p>結果は、表3.14.6-5に示すとおりであり、地震時の評価部位の発生応力は安定限界応力を超えることはなく、蒸発器胴板等のステンレス鋼部位の応力腐食割れは、耐震安全性評価上問題ない。</p>	<p>指摘事項対応 （伊方2-指摘17）</p> <p>記載の適正化</p>

変更前	変更後	変更理由																																
<p>耐震安全性評価（機械設備） P.3.14.71</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.14 機械設備</p> <p>3.14.6 濃縮減容設備</p> <p>3.14.6.5.3 耐震安全性評価</p> <p>(2) 代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象に対する耐震安全性評価</p> <p>(a) 蒸発器胴板等のステンレス鋼部位の応力腐食割れに対する耐震安全性評価</p> <p>表3.14.6-5 伊方2号炉 蒸発器胴板等のステンレス鋼部位の応力腐食割れに対する評価結果</p> <table border="1" data-bbox="264 837 1231 1278"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>評価部位</th> <th>地震力</th> <th>応力比*1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">廃液蒸発装置B</td> <td>蒸発器胴板</td> <td rowspan="2">Bクラス</td> <td>0.69</td> </tr> <tr> <td>加熱器伝熱管</td> <td>0.28</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">洗浄排水蒸発装置</td> <td>蒸発器胴板</td> <td rowspan="2">Bクラス</td> <td>0.69</td> </tr> <tr> <td>加熱器伝熱管</td> <td>0.28</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1:応力比=地震時応力/許容応力</p>	評価対象	評価部位	地震力	応力比*1	廃液蒸発装置B	蒸発器胴板	Bクラス	0.69	加熱器伝熱管	0.28	洗浄排水蒸発装置	蒸発器胴板	Bクラス	0.69	加熱器伝熱管	0.28	<p>耐震安全性評価（機械設備）</p> <p>3. 個別機器の耐震安全性評価</p> <p>3.14 機械設備</p> <p>3.14.6 濃縮減容設備</p> <p>3.14.6.5.3 耐震安全性評価</p> <p>(2) 代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象に対する耐震安全性評価</p> <p>(a) 蒸発器胴板等のステンレス鋼部位の応力腐食割れに対する耐震安全性評価</p> <p>表3.14.6-5 伊方2号炉 蒸発器胴板等のステンレス鋼部位の応力腐食割れに対する評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1412 837 2380 1278"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>評価部位</th> <th>地震力</th> <th>応力比*1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">廃液蒸発装置B</td> <td>蒸発器胴板</td> <td rowspan="2">Bクラス</td> <td>0.72</td> </tr> <tr> <td>加熱器伝熱管</td> <td>0.31</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">洗浄排水蒸発装置</td> <td>蒸発器胴板</td> <td rowspan="2">Bクラス</td> <td>0.72</td> </tr> <tr> <td>加熱器伝熱管</td> <td>0.31</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1:応力比=地震時応力/安定限界応力</p>	評価対象	評価部位	地震力	応力比*1	廃液蒸発装置B	蒸発器胴板	Bクラス	0.72	加熱器伝熱管	0.31	洗浄排水蒸発装置	蒸発器胴板	Bクラス	0.72	加熱器伝熱管	0.31	<p>指摘事項対応 (伊方2-指摘17)</p> <p>記載の適正化</p>
評価対象	評価部位	地震力	応力比*1																															
廃液蒸発装置B	蒸発器胴板	Bクラス	0.69																															
	加熱器伝熱管		0.28																															
洗浄排水蒸発装置	蒸発器胴板	Bクラス	0.69																															
	加熱器伝熱管		0.28																															
評価対象	評価部位	地震力	応力比*1																															
廃液蒸発装置B	蒸発器胴板	Bクラス	0.72																															
	加熱器伝熱管		0.31																															
洗浄排水蒸発装置	蒸発器胴板	Bクラス	0.72																															
	加熱器伝熱管		0.31																															