

表1-1 日常劣化管理事象一覧(55/64)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	評価内容
605	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△①	疲労割れ	カップリングボルトの疲労割れ	非常用ディーゼル発電機機関本体	機関本体のクランク軸と発電機の主軸との結合は、クランク軸と主軸との間に間隔板及びはずみ車をはさみカップリングボルトで結合されている。起動・運転時にはカップリングボルト部の応力が変動することから、疲労割れが想定される。しかしながら、カップリングボルトは有意な応力変動を受けないように設計されており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
606	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△②	腐食(全面腐食)	シリンダ冷却水ポンプケーシング等接液部の腐食(全面腐食)	非常用ディーゼル発電機機関本体	シリンダ冷却水ポンプケーシング、シリンダ冷却水ポンプ羽根車、過給機タービンハウジング、シリンダライナ、シリンダブロック、燃料噴射弁本体等は炭素鋼、炭素鋼鍍銀、鍍銀又は銅合金鍍物であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度(最大約8ppm)の流体であるため、長期使用により腐食が想定される。しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
607	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△①	腐食(キャビテーション)	シリンダ冷却水ポンプ羽根車の腐食(キャビテーション)	非常用ディーゼル発電機機関本体	ポンプの内部では流速と圧力が場所により大きく変化するが、ある点の圧力がその液温における飽和蒸気圧まで低下すると、その部分の液体が沸騰し、蒸気泡の発生と崩壊が起こることが想定される。しかしながら、ポンプ及び機器配置の設計時にはキャビテーションを考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
608	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△①	摩耗	吸気弁・排気弁の弁箱・弁棒等の摩耗	非常用ディーゼル発電機機関本体	弁箱、弁棒等は弁の開閉による摩耗が想定される。しかしながら、これまでに有意な摩耗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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
609	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△①	ばねの変形(応力緩和)	ばねの変形(応力緩和)	非常用ディーゼル発電機機関本体	ばねはある一定の応力状態にて長期間保持されることにより、変形(応力緩和)が想定される。しかしながら、ばねに発生する応力は弾性範囲であり、日本ばね工業会にて実施したばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、当該ばねは同等か余裕のある環境で使用している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
610	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△②	腐食(異種金属接触腐食)	空気冷却器管側構成品の海水による腐食(異種金属接触腐食含む)	非常用ディーゼル発電機機関本体	空気冷却器の管板は銅合金であり、長期使用により海水接液部において腐食が想定される。また、空気冷却器の水室は炭素鋼鍍銀であり、海水接液面にライニングを施工しているが、ライニングのはく離等により炭素鋼鍍銀に海水が接液した場合は、管板が銅合金であるため、炭素鋼鍍銀部に異種金属接触腐食が想定される。したがって、開放点検時の目視確認で腐食やライニングの状況を確認し、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
611	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△②	腐食(流れ加速型腐食)	空気冷却器伝熱管内面の腐食(流れ加速型腐食)	非常用ディーゼル発電機機関本体	空気冷却器の伝熱管は銅合金であり、内部流体による流れ加速型腐食により減肉が想定される。銅合金は腐食電位の高い貴な金属であり、耐食性が良いが、高速の流水中で使用すると、流れ加速型腐食が発生することがある。当該機器は管側流体が海水であり、貝等の異物の付着により局部的に流速が増大し、流れ加速型腐食が発生する可能性があるが、貝等の混入物の大きさ、形態及び付着状態は不確定であることから、流速と腐食量について、一律で定量的な評価は困難である。しかしながら、開放点検時に渦流探傷検査及び漏えい試験により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
612	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△②	スケール付着	空気冷却器伝熱管のスケール付着	非常用ディーゼル発電機機関本体	管側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。しかしながら、開放点検時の目視確認や清掃により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
613	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△①	カーボン堆積	過給機タービンハウジング等へのカーボン堆積	非常用ディーゼル発電機機関本体	シリンダ内の燃焼により発生したカーボンが排気管を経由し、過給機のタービンハウジング内に堆積し、機関性能を低下させることが想定される。しかしながら、負荷運転時に排気温度、過給圧力が正常であることを確認しており、これまでに有意なカーボンの堆積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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
614	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△①	クリーブ	過給機タービンロータのクリーブ	非常用ディーゼル発電機機関本体	過給機のタービンロータは機関運転時、高温になり、かつ遠心力等が作用することから、使用材料によってクリーブによる損傷が想定される。しかしながら、プラント運転開始後60年時点の予測累積運転時間(2,000時間未満)は金属材料研究所データにおいて示されたクリーブ破損寿命(100,000時間以上)と比較して短い。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認及び浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。
615	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△①	腐食(全面腐食)	燃料油供給ポンプケーシング等接液部の腐食(全面腐食)	非常用ディーゼル発電機機関本体	燃料油供給ポンプケーシング等は炭素鋼鍍銀又は鍍銀であり、腐食が想定される。しかしながら、当該部は油雰囲気中で腐食が発生し難い環境であり、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
616	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△②	固着	燃料油供給ポンプ軸スリーブの固着	非常用ディーゼル発電機機関本体	燃料油供給ポンプの軸スリーブ内面の油溝に潤滑油の残渣が堆積していくと潤滑油の流れが妨げられ、駆動軸と軸スリーブの摺動部の接触抵抗が増大することが想定される。しかしながら、分解点検時に潤滑油残渣のないことを目視にて確認し、作動確認することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(56/64)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	評価内容
617	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△①	腐食(キャビテーション)	燃料噴射ポンプデフレクタの腐食(キャビテーション)	非常用ディーゼル発電機機関本体	燃料噴射ポンプデフレクタでは燃料の噴射過程における圧力変動が大きく、キャビテーションによるエロージョンが想定される。しかしながら、燃料噴射ポンプデフレクタはキャビテーションの発生を抑制する構造としており、プラント運転開始後60年時点の予測累積運転時間(2,000時間未満)に対し、同型のディーゼル発電機関で十分な使用実績(14,000時間程度)もある。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
618	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△①	摩耗	始動弁弁箱等の摺動部の摩耗	非常用ディーゼル発電機機関本体	始動弁、インターロック弁及び始動空気管制弁の弁箱等は弁等の作動により、摩耗が想定される。しかしながら、これまでに有意な摩耗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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
619	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△②	固着	燃料噴射ポンプ調整装置組立品各リンクの固着	非常用ディーゼル発電機機関本体	燃料噴射ポンプ調整装置組立品のバネ軸、シャフト、レバー、腕は長期にわたって使用した場合、機関外部に露出しているシャフトや腕に潤滑油の変質及び塵埃の堆積による摩擦の増加により、リンクの摺動抵抗が増大することが想定される。しかしながら、分解点検時の摺動抵抗測定及び負荷運転時の動作確認により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
620	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△①	導通不良	温度スイッチ接点部の導通不良	非常用ディーゼル発電機機関本体	温度スイッチは接点部分に浮遊塵埃が付着することによる導通不良が想定される。しかしながら、接点部分はケース内に収納されており、塵埃の付着による導通不良が発生する可能性は小さい。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、定期的な作動確認により、機器の健全性を確認している。
621	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	△②	特性変化	温度スイッチの特性変化	非常用ディーゼル発電機機関本体	温度スイッチは長期間の使用に伴い、特性の変化が想定される。しかしながら、温度スイッチは測定対象ごとに耐圧性、耐食性等を考慮した材料を選定し設計しており、屋内に設置されていることから環境変化の程度が小さく、短期間で特性が変化する可能性は小さい。また、定期的な作動確認により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
622	電源設備	DGポンプ	△①	摩耗	主軸(クランク軸)、従動軸の摩耗	共通	ころがり軸受を使用している温水循環ポンプ、空気圧縮機及び各電動機については、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。軸受の定期取替時の軸受引き抜き時に主軸表面にわずかな線形模様が生じることもあり、主軸表面をサンドペーパーで仕上げる方策も考えられる。この場合は、主軸表面がわずかに摩耗し、主軸と軸受間で微小隙間が生じ運転中にフレットングにより摩耗する可能性がある。しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットングが発生しないようにしており、これまでに有意な摩耗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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。
623			△①	摩耗			すべり軸受を使用している潤滑油プライミングポンプ、燃料油移送ポンプ及び空気圧縮機については、軸受と主軸の接触面で摺動摩耗が想定される。しかしながら、設計段階において、主軸(クランク軸)及び従動軸と軸受間に潤滑剤(潤滑油又は燃料油)を供給し、油膜を形成させて流体潤滑状態となるように考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。
624	電源設備	DGポンプ	△①	高サイクル疲労割れ	主軸及び従動軸の高サイクル疲労割れ	共通	ポンプ(空気圧縮機)及び電動機の運転時には主軸(クランク軸、従動軸を含む)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。しかしながら、ポンプ(空気圧縮機)及び電動機の設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、試運転時等における振動確認(変位の測定等)並びに分解点検時の応力集中部に対する目視確認又は浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。
625	電源設備	DGポンプ	△①	腐食(キャビテーション)	羽根車の腐食(キャビテーション)	温水循環ポンプ	ポンプの内部では流速と圧力が場所により大きく変化するが、ある点の圧力がその液温における飽和蒸気圧まで低下すると、その部分の液体が沸騰し、蒸気泡の発生と崩壊が起こることが想定される。しかしながら、ポンプ及び機器配置の設計時にはキャビテーションを考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
626	電源設備	DGポンプ	△②	腐食(全面腐食)	軸受箱の腐食(全面腐食)	温水循環ポンプ	軸受箱は鋳鉄であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
627			△①	腐食(全面腐食)			一方、内面については軸受を潤滑するための潤滑油により油霧因気下で腐食が発生し難い環境であり、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(57/64)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	評価内容
628	電源設備	DGポンプ	△②	腐食(全面腐食)	ケーシング等の腐食(全面腐食)	潤滑油プライミングポンプ、燃料油移送ポンプ、空気圧縮機	ポンプ(空気圧縮機)のケーシング等(空気圧縮機はクランクケース等)は炭素鋼又は鋳鉄であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
629			△①	腐食(全面腐食)			一方、内面については内部流体が潤滑油プライミングポンプ及び燃料油移送ポンプが油(潤滑油及び燃料油)、空気圧縮機は油雰囲気下で腐食が発生し難い環境であり、これまでに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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
630	電源設備	DGポンプ	△②	腐食(全面腐食)	ケーシング等の腐食(全面腐食)	温水循環ポンプ	ポンプのケーシング等は鋳鉄であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
631			△②	腐食(全面腐食)			一方、内面については内部流体が飽和溶存酸素濃度(最大約8ppm)の流体であるため、長期使用により腐食が想定されるが、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
632	電源設備	DGポンプ	△①	腐食(全面腐食)	ケーシングボルトの腐食(全面腐食)	温水循環ポンプ	ケーシングボルトは炭素鋼であり、リングからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。しかしながら、締付管理により漏えい防止を図っており、これまでに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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
633	電源設備	DGポンプ	△②	腐食(全面腐食)	台板及び取付ボルトの腐食(全面腐食)	共通	台板及び取付ボルトは炭素鋼又は鋳鉄であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
634	電源設備	DGポンプ	△①	摩耗	歯車及びケーシングの摩耗	潤滑油プライミングポンプ、燃料油移送ポンプ	潤滑油プライミングポンプ及び燃料油移送ポンプは歯車ポンプであるため、歯車又はケーシングは接触による摩耗が想定される。しかしながら、内部流体は潤滑油又は燃料油で摩耗が発生し難い環境であり、これまでに有意な摩耗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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。
635	電源設備	DGポンプ	△①	ばねの変形(応力緩和)	ばねの変形(応力緩和)	潤滑油プライミングポンプ、燃料油移送ポンプ	リリーフ弁ばねには、常時内部流体圧力に相当する荷重が加わっており、長期間保持されることにより、変形(応力緩和)が想定される。しかしながら、ばねに発生する応力は弾性範囲であり、日本ばね工業会にて実施したばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、当該ばねは同等か余裕のある環境で使用している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、分解点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
636	電源設備	DGポンプ	△①	腐食(全面腐食)	連接棒、ピストンピンの腐食(全面腐食)	空気圧縮機	空気圧縮機の連接棒及びピストンピンは炭素鋼又は低合金鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、連接棒及びピストンピンはクランクケース内の油雰囲気下で腐食が発生し難い環境であり、これまでに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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
637	電源設備	DGポンプ	△①	摩耗	ピストンピン等の摩耗	空気圧縮機	ピストンピン、ピストン及びシリンダの摺動部については、摩耗が想定される。しかしながら、当該部は油雰囲気下で摩耗が発生し難い環境であり、これまでに有意な摩耗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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。
638	電源設備	DGポンプ	△①	腐食(全面腐食)	ピストンの腐食(全面腐食)	空気圧縮機	空気圧縮機のピストンは鋳鉄であり、腐食が想定される。しかしながら、内面はクランクケース内で油雰囲気下であり、外面は圧縮された高温空気で腐食が発生し難い環境であり、これまでに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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
639	電源設備	DGポンプ	△②	摩耗	Vプーリーの摩耗	空気圧縮機	Vプーリーは、回転によりVベルトとの接触部に摩耗が想定される。しかしながら、分解点検時等のVベルトの張力確認及びVプーリーの目視確認により、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(58/64)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	評価内容
640	電源設備	DGポンプ	△②	腐食(全面腐食)	シリンダ、シリンダヘッドの腐食(全面腐食)	空気圧縮機	空気圧縮機のシリンダ及びシリンダヘッドは錆蝕であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
641			△①	腐食(全面腐食)			一方、内面については吸入空気を圧縮した高温空気で腐食が発生し難い環境であり、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
642	電源設備	DGポンプ	△①	腐食(全面腐食)	固定子コア及び回転子コアの腐食(全面腐食)	電動機共通	固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり、腐食が想定される。しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理等により腐食を防止しており、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
643	電源設備	DGポンプ	△②	腐食(全面腐食)	フレーム、端子箱及びブラケットの腐食(全面腐食)	電動機共通	フレーム及びブラケットは錆蝕、端子箱は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、内外面とも大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、分解点検時の目視確認により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
644	電源設備	DGポンプ	△①	疲労割れ	回転子棒・エンドリングの疲労割れ	電動機共通	回転子棒・エンドリングについては、電動機の起動時に発生する電磁力による繰返し応力を受けるため、疲労割れが想定される。しかしながら、回転子棒・エンドリングはアルミ充てん式(一体形成)であり、回転子棒とスロットの間に隙間を生じることなく、疲労割れが発生し難い構造である。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
645	電源設備	DG熱交換器	△②	高サイクル疲労割れ	伝熱管の疲労及び高サイクル疲労割れ	清水冷却器、潤滑油冷却器	胴側流体及び管側流体により伝熱管振動が発生した場合、邪魔板部等で伝熱管に摩擦又は高サイクル疲労割れが想定される。また、管外表面を流れる流体による振動で伝熱管の強度上想定される振動形態としては、カルマン渦による振動と流力弾性振動がある。しかしながら、開放点検時の渦流探傷検査等により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
646	電源設備	DG熱交換器	△②	腐食(流れ加速型腐食)	伝熱管の腐食(流れ加速型腐食)	清水冷却器、潤滑油冷却器	伝熱管は銅合金であり、管側の内部流体である海水により流れ加速型腐食による減肉が想定される。しかしながら、開放点検時の渦流探傷検査により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
647			△①	腐食(流れ加速型腐食)			一方、胴側の内部流体は純水又は潤滑油であり、流速が遅いことから流れ加速型腐食が発生し難い環境であり、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、開放点検時の目視確認や渦流探傷検査により、機器の健全性を確認している。
648	電源設備	DG熱交換器	△①	腐食(流れ加速型腐食)	伝熱管の腐食(流れ加速型腐食)	清水加熱器	伝熱管は内部流体により、流れ加速型腐食による減肉が想定される。しかしながら、胴側流体は蒸気であるが、入口側蒸気は緩衝板により直接伝熱管にあたる構造であり、また、管側流体は純水であるが、伝熱管は耐流れ加速型腐食性に優れたステンレス鋼の伝熱管を使用しているため、流れ加速型腐食が発生する可能性は小さい。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、開放点検時の漏えい試験により、機器の健全性を確認している。
649	電源設備	DG熱交換器	△②	スケール付着	伝熱管のスケール付着	共通	管側及び胴側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。清水冷却器、潤滑油冷却器の管側の内部流体である海水の不純物持ち込みによるスケール付着が想定されるが、開放点検時の目視確認や伝熱管の洗浄により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
650			△①	スケール付着			一方、清水冷却器の胴側流体は純水、潤滑油冷却器の胴側流体は潤滑油、清水加熱器の胴側及び管側流体は蒸気、純水であり、適切な水質管理により不純物の流入は抑制されており、スケール付着による伝熱性能低下が発生し難い環境である。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、開放点検時の目視確認や伝熱管の洗浄により、機器の健全性を確認している。
651	電源設備	DG熱交換器	△②	腐食(異種金属接触腐食)	管側耐圧構成等の海水による腐食(異種金属接触腐食を含む)	清水冷却器、潤滑油冷却器	管側流体が海水であり、接液部に銅合金を使用しているため、長期使用により腐食が想定される。また、海水に接する水室の炭素鋼銅部位にはライニングを施工しているが、ライニングのはく離等により炭素鋼銅に海水が接した場合、管板が銅合金であるため、炭素鋼銅部位に異種金属接触腐食が想定される。しかしながら、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
652	電源設備	DG熱交換器	△②	腐食(全面腐食)	管側耐圧構成等の内面からの腐食(全面腐食)	清水加熱器	管側耐圧構成等が炭素鋼銅又は炭素鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度(最大約8ppm)の流体であるため、長期使用により腐食が想定される。しかしながら、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(59/64)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	評価内容
653	電源設備	DG熱交換器	△②	腐食（流れ加速型腐食）	銅側耐圧構成部品等の腐食（流れ加速型腐食）	清水加熱器	蒸気中に湿分が存在する2相流体を内包する銅板等の炭素鋼使用部位には、流れ加速型腐食により減肉が想定される。しかしながら、開放点検時の目視確認により、有意な腐食がないことを確認し、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
654	電源設備	DG熱交換器	△②	腐食（全面腐食）	銅側耐圧構成部品等の内面からの腐食（全面腐食）	清水冷却器、潤滑油冷却器	銅側耐圧構成部品等は炭素鋼であり、腐食が想定される。清水冷却器の内部流体は飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体であるため、長期使用により腐食が想定されるが、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
655			△①	腐食（全面腐食）			また、潤滑油冷却器の内部流体は潤滑油で腐食が発生し難い環境であり、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
656	電源設備	DG熱交換器	△②	腐食（全面腐食）	銅板等の外面からの腐食（全面腐食）	共通	銅板等は炭素鋼又は炭素鋼鍍銀であり、外面からの腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
657	電源設備	DG熱交換器	△①	腐食（全面腐食）	フランジボルトの腐食（全面腐食）	共通	フランジボルトは炭素鋼であり、ガスケット又はOリングからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。しかしながら、締付管理により漏えい防止を図っており、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、開放点検時の目視確認等により、機器の健全性を確認している。
658	電源設備	DG熱交換器	△②	腐食（全面腐食）	支持脚の腐食（全面腐食）	共通	支持脚は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
659	電源設備	DG容器	△②	腐食（全面腐食）	銅板等の腐食（全面腐食）	シリンダ冷却水タンク、潤滑油タンク、燃料油サービスタック、空気だめ、潤滑油主こし器、燃料油第2こし器	銅板等は炭素鋼、炭素鋼鍍銀又は鍍鉄であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
660			△②	腐食（全面腐食）			一方、内面については、シリンダ冷却水タンクの内部流体は飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体、空気だめの容器内面は圧縮空気から発生する凝縮水により、腐食が想定されるが、内面には塗装が施され、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
661			△①	腐食（全面腐食）			また、潤滑油タンク、燃料油サービスタック、潤滑油主こし器、燃料油第2こし器の内部流体は潤滑油又は燃料油で腐食が発生し難い環境であり、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
662	電源設備	DG容器	△①	腐食（全面腐食）	銅板等の内面からの腐食（全面腐食）	燃料油貯油そう	銅板等は炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。しかしながら、内部流体は燃料油であり、腐食が発生し難い環境にある。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
663	電源設備	DG容器	△①	腐食（全面腐食）	銅板等の外面からの腐食（全面腐食）	燃料油貯油そう	燃料油貯油そうは屋外の土中に埋設されており、炭素鋼を使用している銅板等は外面の状況を把握できず、腐食が想定される。しかしながら、銅板等の外面は、消防法の規制に基づいた塗装がされたうえ乾燥で覆われており、腐食が発生し難い環境にある。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、消防法に基づき気密試験により、機器の健全性を確認している。
664	電源設備	DG容器	△②	腐食（全面腐食）	マンホール等の外面からの腐食（全面腐食）	燃料油貯油そう	マンホール等は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
665	電源設備	DG容器	△②	目詰り	エレメント（フィルタ）の目詰り	潤滑油主こし器、燃料油第2こし器	エレメント（フィルタ）は、長期使用により目詰りが想定される。しかしながら、分解点検時の目視確認や清掃により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
666	電源設備	DG容器	△②	腐食（全面腐食）	取付ボルトの腐食（全面腐食）	シリンダ冷却水タンク、燃料油サービスタック、潤滑油主こし器、燃料油第2こし器	取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(60/64)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	評価内容
667	電源設備	DG容器	△②	腐食(全面腐食)	タンク架台の腐食(全面腐食)	シリンダ冷却水タンク、燃料油サービスタンク	タンク架台は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
668	電源設備	DG容器	△②	腐食(全面腐食)	支持脚の腐食(全面腐食)	空気だめ	支持脚は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
669	電源設備	DG配管	△②	腐食(全面腐食)	母管の内面からの腐食(全面腐食)	シリンダ冷却水系統配管、海水系統配管	シリンダ冷却水系統配管は炭素鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度(最大約8ppm)の流体であるため、長期使用により内面からの腐食が想定される。また、海水系統配管には海水が接するため、内部にライニングを施工しているが、ライニングのはく離等により海水が接した場合は、内面からの腐食が想定される。しかしながら、シリンダ冷却水系統配管については、機器の分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。また、海水系統配管については、ライニング点検(目視確認)を実施し、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
670	電源設備	DG配管	△①	腐食(全面腐食)	母管の内面からの腐食(全面腐食)	潤滑油系統配管、燃料油系統配管	母管は炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。しかしながら、内部流体は潤滑油系統配管が潤滑油、燃料油系統配管が燃料油で腐食が発生しにくい環境であり、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、機器の分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
671	電源設備	DG配管	△②	腐食(流れ加速型腐食)	母管の内面からの腐食(流れ加速型腐食)	蒸気系統配管	炭素鋼配管では蒸気が衝突する部位や、局所的に流速の速くなる部位では、流れ加速型腐食により減肉が想定される。しかしながら、蒸気系統配管の炭素鋼使用箇所は、使用時間が短く、流れ加速型腐食による減肉傾向は極めて小さい。また、機器の分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
672	電源設備	DG配管	△②	腐食(全面腐食)	母管等の外面からの腐食(全面腐食)	シリンダ冷却水系統配管、海水系統配管、潤滑油系統配管、蒸気系統配管、燃料油系統配管	母管等は炭素鋼であり、外面からの腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装等を実施しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離等が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
673	電源設備	DG配管	△①	高サイクル疲労割れ	小口径管台の高サイクル疲労割れ	シリンダ冷却水系統配管、海水系統配管、潤滑油系統配管、始動空気系統配管、燃料油系統配管	小口径分岐管の中で、剛性が低い片持ち型式のベント・ドレン管台の分岐管は、機械振動や流体振動による共振や強制振動が発生し、ソケット溶接部のような応力集中部に高サイクル疲労割れが想定される。しかしながら、小口径管台設計時には高サイクル疲労を考慮している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、機関運転時の目視等で有意な振動のないことを確認することにより、機器の健全性を確認している。
674	電源設備	DG配管	△①	腐食(全面腐食)	フランジボルトの腐食(全面腐食)	シリンダ冷却水系統配管、海水系統配管、蒸気系統配管	フランジボルトは炭素鋼であり、ガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。しかしながら、締付管理により漏えい防止を図っており、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、巡視点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
675	電源設備	DG弁	△②	腐食(全面腐食)	弁箱、弁蓋等の内面からの腐食(全面腐食)	清水冷却器温度調整弁、主始動弁	弁箱、弁蓋等は炭素鋼又は炭素鋼鍍金であり、清水冷却器温度調整弁の内面流体は飽和溶存酸素濃度(最大約8ppm)の流体、主始動弁は圧縮空気から発生する凝縮水により、長期使用により腐食が想定される。しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
676	電源設備	DG弁	△①	腐食(全面腐食)	本体、管本体及び弁蓋の内面からの腐食(全面腐食)	潤滑油冷却器温度調整弁	本体、管本体及び弁蓋は炭素鋼鍍金であり、腐食が想定される。しかしながら、内部流体が油で腐食が発生しにくい環境であり、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
677	電源設備	DG弁	△②	腐食(全面腐食)	弁箱、弁蓋等の外面からの腐食(全面腐食)	共通	弁箱、弁蓋等は炭素鋼又は炭素鋼鍍金であり、外面からの腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
678	電源設備	DG弁	△①	腐食(全面腐食)	ボルトの腐食(全面腐食)	清水冷却器温度調整弁	ボルトは炭素鋼であり、ガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。しかしながら、締付管理により漏えい防止を図っており、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(61/64)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	評価内容
679	電源設備	DG弁	△①	摩耗	弁棒、ピストン及び手動弁棒の摩耗	主始動弁	弁棒、ピストン及び手動弁棒は弁の開閉により、摩耗が想定される。しかしながら、摺動部には潤滑剤を注入し、弁の開閉頻度が少なく摩耗し難い環境であり、これまでに有意な摩耗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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
680	電源設備	DG弁	△①	ばねの変形(応力緩和)	ばねの変形(応力緩和)	主始動弁	ばねは応力状態にて長期間保持されることにより、変形(応力緩和)が想定される。しかしながら、ばねに発生する応力は弾性範囲であり、日本ばね工業会にて実施したばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、当該ばねは同等か余裕のある環境で使用している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、分解点検時の目視確認や作動確認により、機器の健全性を確認している。
681	電源設備	直流電源設備	△①	腐食(全面腐食)	主回路導体の腐食(全面腐食)	直流コントロールセンタ	主回路導体は銅であり、腐食が想定される。しかしながら、錫メッキにより腐食を防止しており、これまでに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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。
682	電源設備	直流電源設備	△②	特性変化	保護リレー(静止形)の特性変化	直流コントロールセンタ	保護リレー(静止形)は、長期間の使用に伴い特性変化が想定される。しかしながら、保護リレー(静止形)は、高い信頼性を有するものを選定し使用しており、また、屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、急激な特性変化を起こす可能性は小さいと考える。また、マイグレーションによる基板中の回路間短絡及び半導体回路の断線については、製造段階で基板表面をコーティングしていること及び回路製作時スクリーニングにより製作不良に基づく回路電流集中が除かれていることから、マイグレーションが発生する可能性は小さいと考える。さらに、定期的な校正試験により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
683	電源設備	直流電源設備	△①	絶縁低下	母線支えの絶縁低下	直流コントロールセンタ	主回路導体を支持する母線支えは有機物であり、熱的、電気的及び環境的要因による絶縁低下が想定される。しかしながら、主回路導体を支持する母線支えは、不飽和ポリエステル樹脂であり、主回路導体の通電時の最大温度100℃に対して、母線支えの耐熱温度は130℃と十分裕度を持った耐熱性を有していることから、絶縁低下の可能性は小さいと考える。また、母線支えは筐体内に設置されており、塵埃、湿分等の付着による絶縁低下については発生する可能性は小さいと考える。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。
684	電源設備	直流電源設備	△②	腐食(全面腐食)	筐体の腐食(全面腐食)	直流コントロールセンタ	筐体は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、内外面は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、定期的な目視確認により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
685	電源設備	直流電源設備	△②	腐食(全面腐食)	取付ボルトの腐食(全面腐食)	共通	取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、亜鉛メッキにより腐食を防止しており、メッキが健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、定期的な目視確認によりメッキの状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
686	電源設備	直流電源設備	△②	腐食(全面腐食)	埋込金物(大気接触部)の腐食(全面腐食)	直流コントロールセンタ	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、定期的な目視確認により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
687	電源設備	直流電源設備	△②	腐食(全面腐食)	架台の腐食(全面腐食)	蓄電池(安全防護系用)	架台は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、定期的な目視確認により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
688	電源設備	無停電電源	△②	特性変化	IGBTコンバータ、IGBTインバータ及びダイオードの特性変化	計装用電源装置	IGBTコンバータ、IGBTインバータ及びダイオードは、高い温度で運転し続けると特性変化が想定される。しかしながら、使用電流値と比べて一定の裕度を持つ定格の素子を使用することで、発熱を低減するとともに、放熱板やファン等で冷却することによりIGBTコンバータ等の温度を一定温度以下に保つように設計しており、特性が急激に変化する可能性は小さいと考える。また、定期的な特性試験により、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
689	電源設備	無停電電源	△②	腐食(全面腐食)	筐体の腐食(全面腐食)	計装用電源装置	筐体は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、内外面とも塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、定期的な目視確認により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
690	電源設備	無停電電源	△②	腐食(全面腐食)	埋込金物(大気接触部)の腐食(全面腐食)	計装用電源装置	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、定期的な目視確認により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(62/64)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	評価内容
691	電源設備	計器用分電盤	△①	腐食(全面腐食)	主回路導体の腐食(全面腐食)	計装用交流分電盤	主回路導体は銅であり、腐食が想定される。 しかしながら、錫メッキにより腐食を防止しており、これまでに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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。
692	電源設備	計器用分電盤	△②	腐食(全面腐食)	筐体及び架台の腐食(全面腐食)	計装用交流分電盤	筐体及び架台は炭素鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、内外面とも塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、定期的な目視確認により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
693	電源設備	計器用分電盤	△②	腐食(全面腐食)	取付ボルトの腐食(全面腐食)	計装用交流分電盤	取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、定期的な目視確認により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることとしていることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
694	電源設備	計器用分電盤	△②	腐食(全面腐食)	埋込金物(大気接触部)の腐食(全面腐食)	計装用交流分電盤	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、定期的な目視確認により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることとしていることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
695	電源設備	制御棒駆動装置用電源設備	△②	固着	操作機構の固着	原子炉トリップ遮断器盤	遮断器の操作機構は、長期間の使用に伴いグリスが固化し、動作特性が低下する可能性がある。 しかしながら、定期的に注油を行い、各部の目視確認及び動作確認を実施することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
696	電源設備	制御棒駆動装置用電源設備	△①	ばねの変形(応力緩和)	ばねの変形(応力緩和)	原子炉トリップ遮断器盤	遮断器のばねは、投入状態又は開放状態にて長期間保持されることにより、変形(応力緩和)が発生する可能性がある。 しかしながら、ばねに発生する応力は弾性範囲であり、日本ばね工業会にて実施したばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、当該ばねは同等か余裕のある環境で使用している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、定期的な遮断器の動作確認及び目視確認により、機器の健全性を確認している。
697	電源設備	制御棒駆動装置用電源設備	△①	絶縁低下	投入コイル及び引外しコイルの絶縁低下	原子炉トリップ遮断器盤	投入コイル及び引外しコイルの絶縁物は有機物であり、熱的、電気的及び環境的要因による絶縁低下が想定される。 しかしながら、投入コイル及び引外しコイルは筐体内に内蔵しているため、塵埃が付着しにくい環境にある。また、投入コイル及び引外しコイルは連続運転ではなく、作動時間も1秒以下と小さいことから、コイルの発熱による温度上昇は小さいと考えられ、コイルの絶縁は使用温度約60℃に比べて、十分余裕のある絶縁種(A種:許容最高温度105℃)を選択して使用していることから、絶縁低下の可能性は小さいと考える。 また、これまでに有意な絶縁低下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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、定期的な絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
698	電源設備	制御棒駆動装置用電源設備	△①	摩耗	接触子の摩耗	原子炉トリップ遮断器盤	遮断器の接触子は、遮断器の開閉動作に伴う電流開閉により、摩耗が想定される。 しかしながら、これまでに有意な接触子の摩耗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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。
699	電源設備	制御棒駆動装置用電源設備	△①	汚損	消弧室の汚損	原子炉トリップ遮断器盤	遮断器の消弧室は、遮断器の電流遮断動作に伴う消弧室でのアーク消弧により、消弧室が汚損し、消弧性能の低下が想定される。 しかしながら、これまでに有意な汚損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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。
700	電源設備	制御棒駆動装置用電源設備	△①	摩耗	一次ジャンクションの摩耗	原子炉トリップ遮断器盤	一次ジャンクションは遮断器の出し入れに伴い、摩耗が想定される。 しかしながら、これまでに有意な摩耗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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。
701	電源設備	制御棒駆動装置用電源設備	△①	絶縁低下	絶縁リンク及び絶縁ベースの絶縁低下	原子炉トリップ遮断器盤	絶縁リンク及び絶縁ベースは有機物であり、熱的、電気的及び環境的要因による絶縁低下が想定される。 しかしながら、絶縁リンク等は屋内の筐体内に設置されていることから、塵埃、湿分等の付着は抑制されている。また、主回路導体の通電時の最大温度100℃に対して、絶縁リンクの耐熱温度は180℃、絶縁ベースの耐熱温度は200℃と十分余裕を持った耐熱性を有していることから、絶縁低下の可能性は小さいと考える。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、定期的な絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
702	電源設備	制御棒駆動装置用電源設備	△①	腐食(全面腐食)	主回路導体の腐食(全面腐食)	原子炉トリップ遮断器盤	主回路導体は銅であり、腐食が想定される。 しかしながら、耐熱性ポリ塩化ビニルテープ巻きにより腐食を防止しており、これまでに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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。



表1-1 日常劣化管理事象一覧(63/64)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	評価内容
703	電源設備	制御棒駆動装置用電源設備	△①	絶縁低下	支持棒子の絶縁低下	原子炉トリップ遮断器盤	支持棒子は無機物の磁器であり、経年劣化の可能性はない。 なお、長期使用においては表面の汚損による絶縁低下が想定される。 しかしながら、支持棒子は筐体に内蔵しているため、塵埃が付着しにくい環境にあり、これまでに有意な汚損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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。
704	電源設備	制御棒駆動装置用電源設備	△②	腐食(全面腐食)	筐体の腐食(全面腐食)	原子炉トリップ遮断器盤	筐体は炭素鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、内外面とも塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、定期的な目視確認により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
705	電源設備	制御棒駆動装置用電源設備	△②	腐食(全面腐食)	埋込金物(大気接触部)の腐食(全面腐食)	原子炉トリップ遮断器盤	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、定期的な目視確認により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
706	電源設備	大容量空冷式発電機	△①	腐食(全面腐食)	固定子鉄心等の腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機	固定子鉄心、励磁機回転子鉄心、固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板、回転子鉄心及び励磁機固定子鉄心は炭素鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、固定子鉄心等はワニス処理により腐食を防止しており、これまでに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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認することとしている。
707	電源設備	大容量空冷式発電機	△②	腐食(全面腐食)	固定子枠等の腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機	固定子枠、ファン、加減板、フレーム及び端子箱は炭素鋼、軸受ブラケット及びブラケットは鋳鉄であり、腐食が想定される。 しかしながら、固定子枠等は内外面とも塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、定期的な目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
708	電源設備	大容量空冷式発電機	△②	腐食(全面腐食)	筐体及び取付ボルトの腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機	筐体及び取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
709	電源設備	大容量空冷式発電機	△②	腐食(全面腐食)	タービンケーシング等の腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機	タービンケーシング、燃焼器ケーシング及び圧縮機ケーシングは鋳鉄であり、腐食が想定される。 しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
710	電源設備	大容量空冷式発電機	△①	疲労割れ	タービンノズル等の疲労割れ	大容量空冷式発電機	タービンノズル、タービンブレード、燃焼器ライナ、スクロール及び排気ディフューザといった高温にさらされる部品は、起動・停止による過渡時に高い熱負荷を繰り返し受けるため、疲労割れが想定される。 しかしながら、設計時には温度変化による疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、外観点検時の内視鏡による目視確認及び分解点検時の目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認することとしている。
711	電源設備	大容量空冷式発電機	△①	クリーブ	タービンブレードのクリーブ損傷	大容量空冷式発電機	高温部品であるタービンブレードは運転中に高温となることに加え回転による遠心力が高い定常応力も発生することから、クリーブ損傷が想定される。 しかしながら、設計時には温度上昇や回転による応力上昇を考慮した冷却設計や強度設計を行っており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、外観点検時の内視鏡による目視確認及び分解点検時の目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認することとしている。
712	電源設備	大容量空冷式発電機	△①	高サイクル疲労割れ	ガスタービンの主軸等の高サイクル疲労割れ	大容量空冷式発電機	ガスタービンの主軸、圧縮機インペラ及び減速機の歯車軸の運転時に回転により定常応力が発生する部品に軸振動や流体励振等の繰返し応力が作用すると応力集中部にて高サイクル疲労割れが想定される。 しかしながら、設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、試運転時等における振動確認により、機器の健全性を確認している。
713	電源設備	大容量空冷式発電機	△②	腐食(全面腐食)	減速機ケーシングの外面からの腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機	減速機ケーシングは鋳鉄であり、腐食が想定される。 しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
714	電源設備	大容量空冷式発電機	△①	摩耗	減速機歯車の摩耗	大容量空冷式発電機	減速機の歯車は直径の異なる歯車を組み合わせ使用しており、歯車の歯面は接触により動力が伝達されるため、面圧条件により摩耗が想定される。 しかしながら、歯車は油霧雰囲気下であり、摩耗が発生しにくい環境である。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、試運転時等における振動確認により、機器の健全性を確認している。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(64/64)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	評価内容
715	電源設備	大容量空冷式発電機	△②	腐食(全面腐食)	エンクローージャ、トレーラ及び車両の外面からの腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機	エンクローージャ、トレーラ及び車両は炭素鋼であり、外面からの腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
716	電源設備	大容量空冷式発電機	△①	腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機用燃料タンク銅板等の内面からの腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機	大容量空冷式発電機用燃料タンクの銅板、鍍板、管台及びマンホール、燃料油配管の母管は炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。 しかしながら、内部流体は燃料油であり、腐食が発生し難い環境にある。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
717	電源設備	大容量空冷式発電機	△②	腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機用燃料タンク銅板等の外面からの腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機	大容量空冷式発電機用燃料タンクの銅板、鍍板、管台、マンホール、マンホール用ボルト及び支持脚、大容量空冷式発電機付き燃料タンクの銅板、管台、マンホール及びマンホール用ボルト、大容量空冷式発電機用給油ポンプの台板、燃料油配管の母管及びフランジボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり、外面からの腐食が想定される。 しかしながら、大気接触部は塗装又はメッキにより腐食を防止しており、塗装又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、巡視点検等で目視により塗装又はメッキ面の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
718	電源設備	大容量空冷式発電機	△②	摩耗	主軸の摩耗	大容量空冷式発電機	ころがり軸受を使用している大容量空冷式発電機用給油ポンプ及び電動機については、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。 軸受の定期取替時の軸受引き抜き時に主軸表面にわずかな線形模様が生じることもあり、主軸表面をサンドペーパーで仕上げる方も考えられる。この場合は、主軸表面がわずかに摩耗し、主軸と軸受間で微小隙間が生じ運転中にフレットングにより摩耗する可能性がある。 しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットングの発生を防止し、また、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
719	電源設備	大容量空冷式発電機	△①	高サイクル疲労割れ	主軸の高サイクル疲労割れ	大容量空冷式発電機	大容量空冷式発電機用給油ポンプ及び電動機の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。 しかしながら、ポンプ及び電動機の設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、試運転時等における振動確認(変位の測定等)並びに分解点検時の応力集中部に対する目視確認又は浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。
720	電源設備	大容量空冷式発電機	△①	腐食(キャビテーション)	羽根車の腐食(キャビテーション)	大容量空冷式発電機	大容量空冷式発電機用給油ポンプの内部では流速と圧力が場所により大きく変化するが、ある点の圧力がその液温における飽和蒸気圧まで低下すると、その部分の液体が沸騰し、蒸気泡の発生と崩壊が起こることが想定される。 しかしながら、ポンプ及び機器配置の設計時にはキャビテーションを考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
721	電源設備	大容量空冷式発電機	△②	腐食(全面腐食)	軸受箱の腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機	大容量空冷式発電機用給油ポンプの軸受箱は鉄製であり、腐食が想定される。 しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
722	電源設備	大容量空冷式発電機	△①	腐食(全面腐食)	軸受箱の腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機	一方、内面については軸受を潤滑するための潤滑油により油膜閉塞下で腐食が発生し難い環境であり、これまでに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。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
723	電源設備	大容量空冷式発電機	△①	疲労割れ	回転子棒・エンドリングの疲労割れ	大容量空冷式発電機	回転子棒・エンドリングについては、電動機の起動時に発生する電磁力による繰返し応力を受けるため、疲労割れが想定される。 しかしながら、回転子棒・エンドリングはアルミ充てん式(一体形成)であり、回転子棒とスロットの間に隙間を生じることなく、疲労割れが発生し難い構造である。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
724	電源設備	大容量空冷式発電機	△①	高サイクル疲労割れ	燃料油配管小口径管台の高サイクル疲労割れ	大容量空冷式発電機	小口径分岐管の中で、剛性が低い片持ち型式のベント・ドレン管台の分岐管は、機械振動や流体振動による共振や強制振動が発生し、ソケット溶接部のような応力集中部に高サイクル疲労割れが想定される。 しかしながら、小口径管台設計時には高サイクル疲労を考慮している。 したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、機関運転時の目視等で有意な振動のないことを確認することにより、機器の健全性を確認している。

表1-2 耐震安全性評価の対象外とした事象(一)とその理由(1/2)

No.	損傷モード	経年劣化事象	今後も発生の可能性がない、または小さいとした理由	機器・部位の例
1	減肉	摩耗	潤滑剤により摩耗を防止している。	・回転機器の軸一すべり軸受、歯車 ・ピストン等の摺動部
			摩耗の原因となる振動が生じない。	・仕切弁の弁体-弁棒連結部
			こもり接触である等、摺動が生じない。	・燃料取替クレーンのレール-車輪等 ・燃料取替クレーンのシープ及びワイヤドラム-ワイヤロープ
			作動回数が少ない、運転時間が短い。	・空気作動装置のポジションナー ・燃料取替クレーンの電磁ブレーキライニング ・ディーゼル発電機のスリップリング
			プッシュ等で保護されている等、直接接触しない。	・空気作動装置のピストン-ピストンガイド等 ・燃料取替クレーンのシリンダチューブとピストン及びピストンロッド
			摺動相手より硬い材料である。	・空気作動装置のピストンロッド-プッシュ等 ・燃料取替クレーン電磁ブレーキのブレーキ板
			摩耗の原因となる異物を除去している。	・タービンの車軸
			主軸表面の仕上げは行わない運用としている。	・ターボポンプ、ファン及び電動機の主軸
			耐摩耗性に優れた材料を使用している。	・蒸気加減弁の弁体及び弁座シート面 ・タービン保安装置非常遮断用ピストン弁の弁体及び弁箱弁座部 ・燃料取替クレーンの燃料ガイドバー
			作用する荷重が小さい。	・リフト逆止弁の弁体-弁蓋(ガイド部) ・重機器サポートの摺動部材
これまでの点検において有意な摩耗は確認されていない。	・特殊弁の弁体及び弁座シート面、弁棒、アクチュエータ ・メタクラ、パワーセンタ等 遮断器の接触子、1次ジャンクション			
2	減肉	全面腐食	油雰囲気である。	・タービン軸受台、軸受箱の内面
			内部流体が油である。	・ポンプの軸受箱、潤滑油ユニット、油圧ユニット内面
			内部流体がヒドラジン水(防錆剤注入水)、脱気された純水又はpH等を管理した脱気水(給水)である。	・原子炉補機冷却水系統等の機器内面 ・空調用冷水設備の機器内面
			窒素ガス、希ガス、フロン又は空気である。	・安全注入系統等の窒素ガスラインの機器内面 ・電動機空気冷却器伝熱管 ・計器用空気系統の機器内面
			内部流体が冷媒(フルオロカーボン)である。	・空調用冷凍機圧縮機等の内面
			締付管理により内部流体の漏えい防止を図り、漏えいによる腐食が発生しがたい。	・ケーシングボルト、フランジボルトおよび弁蓋ボルト等
			ワニス処理又は樹脂により腐食を防止している。	・電動機の固定子コア及び回転子コア ・電磁ブレーキの固定鉄心
			塗装等により腐食を防止している。	・空調ファンの羽根車 ・燃料油貯蔵タンク外面
			メッキにより腐食を防止している。	・コントロールセンタ及び計装用分電盤の主回路導体 ・空調ユニットのエリミネータ
			腐食発生要因を取り除く運用をしている。	・非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダライナ等
			接液部材料がステンレス鋼で、内部流体(苛性ソーダ)の濃度および使用温度が低い。	・よう素除去薬品タンクの鋼板等耐圧構成品
			これまでの点検において有意な腐食は確認されていない。	・タービンの車室支えボルト、特殊弁の外面
			化学的に安定した(錆等の劣化が発生し難い)銅材料を使用している。	・ディーゼル発電機機盤のヒートパイプ
3	減肉	異種金属接触腐食	除外(一)なし	
4	減肉	孔食	除外(一)なし	
5	減肉	ピッチング	運転中高温状態となりシート面のステンレス鋼肉盛表面に強固な酸化皮膜が形成される。 ・原子炉容器本体の上部分た及び上部胴フランジシート面 ・加圧器本体のマニホールド面	
6	減肉	隙間腐食	ほう酸水中の塩化物イオン濃度が0.15ppmを超えないように管理されている。 ・使用済燃料ピットのブルゲート	
7	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使用している。	・ステンレス鋼の伝熱管を使用している熱交換器伝熱管 ・タービンの車軸
			内部流体がpH等を管理した脱気水である。	・熱交換器の炭素鋼の管側耐圧構成品
			内部流体の流速が遅い。	・原子炉補機冷却水冷却器の伝熱管外面
			乾き蒸気雰囲気で減肉が発生しがたい。	・インターセプト弁の弁箱、タービン動主給水ポンプ駆動タービンの低圧ノズル室等
これまでの点検において有意な腐食は確認されていない。	・タービン動主給水ポンプ駆動タービン低圧蒸気止め弁の弁体ボルト ・洗浄排水処理装置の加熱器			
8	減肉	キャビテーション	キャビテーションを起こさないよう設計段階において考慮している。	・ポンプの羽根車
			キャビテーションの発生を抑制する構造としている。	・非常用ディーゼル発電機機関本体の燃料噴射ポンプデフレクタ
9	減肉	エロージョン	除外(一)なし	
10	割れ	疲労割れ	温度ゆらぎが生じない。	・1次冷却材ポンプ熱源へい装置のハウジング、シェル及びフランジ ・再生熱交換器の連絡管
			発生応力は疲労強度より小さい。	・電動機の回転子棒・エンドリング
			有意な過渡を受けない。	・原子炉格納容器本体 ・機器搬入口等の胴等耐圧構成品 ・ビッグテイル型電線貫通部の鋼棒及び接続金具 ・主蒸気止め弁の弁体 ・タービンの車室等 ・蒸気発生器サポート、1次冷却材ポンプサポートのヒンジ溶接部 ・燃料取替クレーンの走横行レール及びブリッジガータ ・制御棒クラスト駆動装置の圧力ハウジング ・非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダカバー、カップリングボルト
			作動回数が少ない。	・タービン動補助給水ポンプタービンのケーシング等
			サーマルスリープにより保護されている。	・1次冷却材ポンプの主軸
			設計時に振動又は温度変化による影響を考慮している。	・弁空気作動装置の鋼管及び継手 ・大容量空冷式発電機のタービンノズル等
			アルミ充てん式(一体形成)であり、回転子棒とスロットの間に隙間を生じない。	・電動機の回転子棒・エンドリング
			設計時に高サイクル疲労を考慮している。	・ポンプ、電動機的主軸等、タービンの車軸
11	割れ	高サイクル疲労割れ	有意な応力は発生しない。	・炉内構造物の炉心槽等 ・非常用ディーゼル発電機機関本体のクランク軸等
			共振した場合でも十分な安全率を有する設計としている。	・タービンの動翼
			カルマン渦による振動と共振せず、流力弾性振動も発生しない構造となっている。	・空気圧縮装置、洗浄排水処理装置等の熱交換器伝熱管
12	割れ	高サイクル熱疲労割れ	除外(一)なし	

表1-2 耐震安全性評価の対象外とした事象(一)とその理由(2/2)

No.	損傷モード	経年劣化事象	今後も発生の可能性がない、または小さいとした理由	機器・部位の例
13	割れ	フレETING疲労割れ	曲げ応力振幅は疲労限を下回っている。	・ターボポンプの主軸
14	割れ	応力腐食割れ	690系ニッケル基金金を使用している。	・原子炉容器本体のふた管台、空気抜用管台及び冷却材出口管台 ・加圧器本体のスプレイライン用管台等
			316系ステンレス鋼又は応力腐食割れ感受性が小さいステンレス鋼を使用している。	・加圧器本体の計測用管台内面 ・タービンの内部車室ボルト等 ・1次冷却材に接する計装配管等
			熱処理を行った後に管台を溶接しており、材料の敏感化はない。	・ほう酸注入タンクの管台内面
			表面・内部共硬くない。	・加圧器ヒータ(後備ヒータ)のヒータシース及びエンドプラグ
			超音波ショットピーニング(応力緩和)を施工している。	・蒸気発生器の冷却材出入口管台セーフエンド
			ウォータージェットピーニング(応力緩和)を施工している。	・原子炉容器本体の600系ニッケル基金金使用部位
			バックシート部に過大な応力が発生しないようにしている。	・仕切弁、玉形弁の弁棒
			伝熱管を全厚液圧拡張管としている。	・蒸気発生器伝熱管の管板クレビス部
			新熱処理材応力低減化構造としている。	・炉内構造物の支持ピン
			使用温度が低い、または高温で使用する場合は溶存酸素濃度を低減している。	・余熱除去ポンプ、熱交換器伝熱管及び1次冷却材管等のステンレス鋼使用部位 ・よう素除去薬品タンクの鋼板等耐圧構成部品等
			水質を適切に管理している。	・熱交換器の伝熱管等ステンレス鋼使用部位 ・炉内構造物の上部炉心支持柱等
酸素型応力腐食割れ発生環境下に置かれる時間が極めて短い。	・加圧器本体のヒータスリーブ(溶接部含む)			
水環境にない。	・ビッグテイル型電線貫通部の本体、端板、シールド及び封着金具			
15	割れ	照射誘起型応力腐食割れ	高照射領域は内外差圧による極小さな応力しか発生しない。	・制御棒クラスタの被覆管
16	割れ	粒界腐食割れ	除外(一)なし	
17	割れ	照射誘起割れ(外径増加によるクラック)	除外(一)なし	
18	材質変化	熱時効	き裂の原因となる経年劣化事象の発生が想定されない。	・1次冷却材ポンプの羽根車 ・余熱除去系統の仕切弁及び安全注入系統のスイング逆止弁のステンレス鋼銅鋼製弁箱
19	材質変化	中性子照射による靱性低下	除外(一)なし	
20	材質変化	中性子およびγ線照射脆化	除外(一)なし	
21	材質変化	中性子吸収能力の低下	制御棒の核的損耗は核安全設計の余裕の範囲内である。	・制御棒クラスタの中性子吸収体
22	材質変化	劣化	蒸発試験結果から油分減少量を推定し、許容値に対して十分低いことを確認している。	・メカニカルスナバのグリス ・空調ダクトの伸縮継手
			耐放射線試験を実施し長期の運転を考慮しても特に問題ないことを確認している。	
			周囲温度は使用条件範囲内である。	
23	絶縁特性低下	絶縁低下	耐震安全性に影響を与えないことが自明な経年劣化事象	
24	絶縁特性低下	汚損		
25	導通不良	導通不良		
26	導通不良	断線		
27	特性変化	特性変化		
28	コンクリートの強度低下	アルカリ骨材反応	使用している骨材については、モルタルバー法による反応性試験を実施し、反応性骨材ではないことを確認している。	・コンクリート構造物
29	コンクリートの強度低下	凍結融解	日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」(2018)に示される凍害危険度の分布図によると発電所の周辺地域は「ごく軽微」であるため危険度が低い。	・コンクリート構造物
30	コンクリートの耐火能力低下	耐火能力低下	通常の使用環境において、コンクリート構造物の断面厚が減少することはなく、定期的な目視点検においても断面厚の減少は認められていない。	・コンクリート構造物
31	鉄骨の強度低下	腐食	除外(一)なし	
32	その他	クリープ	金属材料研究所データにおいて示されたクリープ破損寿命と比較して機関の運転時間は短い。	・非常用ディーゼル発電機機関本体の過給機タービンロータ ・大容量空冷式発電機のタービンブレード
			温度上昇や回転による応力上昇を考慮した冷却設計や強度設計を行っている。	
33	その他	応力緩和	ばねに発生する応力は弾性範囲であり、ばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、同等か余裕のある環境で使用している。	・スプリングハンガ、スイング逆止弁、空気作動装置、特殊弁、制御棒クラスタ駆動装置等のばね ・リフト逆止弁のばね ・制御棒クラスタのばね
			ばねの変形(応力緩和)が発生したとしても、機能に影響しない。	
			運転中制御棒は炉心から引き抜かれているために照射量がわずかである。	
34	その他	照射クリープ	除外(一)なし	
35	その他	照射スウェリング	照射スウェリング量は照射量取替基準に達した時点で微量であり、制御棒案内シリンダ細径部間ギャップは確保される。	・制御棒クラスタの被覆管
36	その他	デンティング	除外(一)なし	
37	その他	変形	これまでの点検において有意な変形は確認されていない。	・低圧タービンの内部車室
38	その他	はく離	高温環境にはなく、結露水が発生しがたい環境である。	・弁電動装置の電磁ブレーキライニング
39	その他	緩み	回り止めが施されている。	・変圧器の鉄心
40	その他	スケール付着	適切な水質管理により不純物の流入は抑制されている。	・廃液蒸発装置加熱器(胴側)等 ・ディーゼル機関付風設備熱交換器伝熱管(胴側)
41	その他	流路の減少	除外(一)なし	
42	その他	目詰まり	除外(一)なし	
43	その他	カーボン堆積	これまでの点検において有意なカーボン堆積は確認されていない。	・非常用ディーゼル発電機機関本体ピストン上部頂面等燃焼室構成部品、過給機タービンハウジング等
44	その他	固着	除外(一)なし	

タイトル	日常劣化管理事象以外の事象について
概要	高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象のうち、日常劣化管理事象以外の事象（▲）の一覧を示す。
説明	日常劣化管理事象以外の事象（▲）の一覧を表2に示す。

表2-1 日常劣化管理事象以外の事象一覧(1/5)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	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判断した理由
1	熱交換器	多管円筒形熱交換器	▲	腐食(全面腐食)	胴側耐圧構成部品等の腐食(全面腐食)	原子炉補機冷却水冷却器	胴側耐圧構成部品等は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、原子炉補機冷却水冷却器の内部流体は、ヒドランジ水(防錆剤注入水)であり、内面の腐食が発生し難い環境であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
2	熱交換器	蒸気発生器	▲	応力腐食割れ	冷却材出入口管台ニッケル合金溶接部及び管板ニッケル合金内張り部の応力腐食割れ	蒸気発生器本体	冷却材出入口管台とセーフエンドの溶接部及び管板内張り部には690系ニッケル合金を使用しており、応力腐食割れが想定される。しかしながら、図2.2-2に示す民間研究による690系ニッケル合金の温度加速定荷重応力腐食割れ試験の結果から、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
3	熱交換器	蒸気発生器	▲	き裂	1次側低合金鋼部の内張り下層部のき裂	蒸気発生器本体	1次側鋼板及び管板には低合金鋼を用いており、ステンレス鋼及びニッケル合金の内張りを施している。一部の低合金鋼(SA508 Cl.2)では大入熱溶接を用いた内張り溶接後熱処理が行われると局部的なき裂が発生することが米国P V R C (Pressure Vessel Research Council)の研究により確認されている。これは内張り施工の際、6本の溶接ワイヤーで同時に溶接したために大入熱になったものである。川内1号炉においては図2.2-3に示すように材料の化学成分(ΔG値)を踏まえ溶接入熱を管理し溶接を実施しており、き裂の発生する可能性は小さいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
4	熱交換器	蒸気発生器	▲	応力腐食割れ	仕切板の応力腐食割れ	蒸気発生器本体	仕切板には690系ニッケル合金を使用しており、応力腐食割れが想定される。しかしながら、差込式として作用応力を逃がす構造となっており、また、図2.2-2に示す民間研究による690系ニッケル合金の温度加速定荷重応力腐食割れ試験の結果から、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
5	熱交換器	2重管式熱交換器	▲	腐食(流れ加速型腐食)	伝熱管及び胴管の腐食(流れ加速型腐食)	試料採取設備サンプル冷却器	伝熱管及び胴管は内部流体により、流れ加速型腐食による減肉が想定される。しかしながら、伝熱管は耐流れ加速型腐食性に優れたステンレス鋼を使用しており、流れ加速型腐食が発生する可能性は小さい。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
6	熱交換器	2重管式熱交換器	▲	高サイクル疲労割れ	伝熱管の高サイクル疲労割れ	試料採取設備サンプル冷却器	内部流体により振動が発生した場合、伝熱管に高サイクル疲労割れが想定される。しかしながら、構造上、伝熱管と接触する部位がなく、有意な振動が発生する可能性はない。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
7	熱交換器	2重管式熱交換器	▲	応力腐食割れ	伝熱管の応力腐食割れ	試料採取設備サンプル冷却器	伝熱管はステンレス鋼であり、応力腐食割れが想定される。しかしながら、内部流体である1次冷却材の水質を溶存酸素濃度0.1ppm以下に管理しており、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
8	熱交換器	2重管式熱交換器	▲	スケール付着	伝熱管のスケール付着	試料採取設備サンプル冷却器	流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。しかしながら、伝熱管の内部流体は1次冷却材、胴管の内部流体はヒドランジ水(防錆剤注入水)であり、適切な水質管理により不純物の流入は抑制されていることから、スケール付着の可能性は小さい。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
9	容器	原子炉容器	▲	き裂	上部ふた等低合金鋼部の内張り下層部のき裂	原子炉容器本体	上部ふた、上部胴等には低合金鋼を用いており、ステンレス鋼の内張りを施している。一部の低合金鋼(SA508 Cl.2)では大入熱溶接を用いた肉盛で溶接後熱処理が行われると局部的なき裂が発生することが米国P V R C (Pressure Vessel Research Council)の研究により確認されている。これは肉盛溶接の際、6本の溶接ワイヤーで同時に溶接したために大入熱になったものである。川内1号炉においては、図2.2-2に示すように材料の化学成分(ΔG値)を踏まえ溶接入熱を管理し溶接を実施しており、き裂の発生する可能性は小さく、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
10	容器	加圧器本体	▲	熱時効	スプレインズルの熱時効	加圧器本体	加圧器本体スプレインズルに使用しているステンレス鋼鋼材については、熱時効による材料特性変化を起こす可能性がある。しかしながら、耐圧部材ではないこと、外荷重を受けないため発生する応力は十分小さいことから、熱時効による材料特性の変化が問題となることはなく、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
11	容器	加圧器本体	▲	き裂	鏡板等低合金鋼部の内張り下層部のき裂	加圧器本体	鏡板、胴板等には低合金鋼を用いており、ステンレス鋼の内張りを施している。一部の低合金鋼(SA508 Cl.2)では大入熱溶接を用いた肉盛で溶接後熱処理が行われると局部的なき裂が発生することが米国P V R C (Pressure Vessel Research Council)の研究により確認されている。これは肉盛溶接の際、6本の溶接ワイヤーで同時に溶接したために大入熱になったものである。川内1号炉においては図2.2-2に示すように材料の化学成分(ΔG値)を踏まえ溶接入熱を管理し溶接を実施しており、き裂が発生する可能性は小さく、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
12	容器	原子炉格納容器本体	▲	腐食	原子炉格納容器本体(コンクリート埋設部)の腐食	原子炉格納容器本体	原子炉格納容器本体は炭素鋼を使用しており、塗装のはく離や埋設部のコンクリート中性化等により、腐食が発生する可能性がある。しかしながら、コンクリート埋設部は、コンクリート内の水酸化カルシウムにより強アルカリ環境を形成しており、鉄表面は不動態化しているため、腐食速度としては小さい環境にある。また、コンクリート埋設部には、電気防食設備を備えており、仮に中性化が進行しても腐食速度の小さい電位に鋼板電位を保持できるようにしている。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
13	容器	ブルル形容器	▲	応力腐食割れ	ステンレスライニング等の応力腐食割れ	使用済燃料ピット	2007年3月、美浜1号炉においてキャビティのステンレスライニングで応力腐食割れが発生している。この事象は、プラント建設時に原子炉格納容器開口部から持ち込まれた海塩粒子がコーナアングルやコーナプレート表面に付着、その後の定期検査時のキャビティ水張りにより発生した結露水により、塩化物イオンがコーナプレートの溶接線近傍の狭隙部分に持ち込まれ、さらに原子炉の運転で水分が蒸発し、ドライアンドウェット現象を繰り返すことで塩化物イオンが濃縮したことが原因とされている。しかしながら、川内1号炉の使用済燃料ピットのステンレスライニングについては、水抜き等の運用がなく常時水張り状態であり温度変化が少ないことから、ドライアンドウェット現象が発生し難い環境であると考えられ、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。したがって、使用済燃料ピットのステンレスライニングやラック類の応力腐食割れは、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
14	容器	ブルル形容器	▲	中性子吸収能力の低下	ボロンの中性子吸収能力の低下	使用済燃料ピット	使用済燃料ラックセルには、ボロン添加ステンレス鋼が使用されており、ボロンは中性子吸収により、その成分元素が中性子吸収断面積の小さな元素へと変換されるため、中性子吸収能力は徐々に低下する。しかしながら、中性子吸収能力の低下は無視できるほど小さいと考えられることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

表2-1 日常劣化管理事象以外の事象一覧(2/5)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	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判断した理由
15	配管	ステンレス鋼配管	▲	応力腐食割れ	アルカリ環境下における内面からの応力腐食割れ	原子炉格納容器スプレ系統配管の一部の範囲については、内部流体が苛性ソーダ溶液であることから応力腐食割れが想定される。 (苛性ソーダライン)	原子炉格納容器スプレ系統配管の一部の範囲については、内部流体が苛性ソーダ溶液であることから応力腐食割れが想定される。しかしながら、図2-2-1に示すように苛性ソーダの濃度及び使用温度が低く、応力腐食割れが発生し難い環境にあることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
16	配管	ステンレス鋼配管	▲	高サイクル疲労割れ	小口径管台の高サイクル疲労割れ	余熱除去系統配管、補助給水系統配管、緊急時対策用加圧設備系統配管	1998年12月、大飯2号炉の余熱除去系統配管のドレン弁管台において、高サイクル疲労割れによる漏えいが発生している。この事象は、配管取替に伴いドレン管の口径を変更したことにより、余熱除去ポンプと共振が発生し、ドレン弁管台溶接部に応力集中が生じたものである。しかしながら、川内1号炉においては、必要な部位について振動計測に基づく応力評価等を行い、健全性を確認している。また、振動の状態は経年的に変化するものではないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
17	配管	ステンレス鋼配管	▲	高サイクル疲労割れ	温度計ウェルの高サイクル疲労割れ	余熱除去系統配管、第5抽気系統配管	1995年12月、もんじゅの温度計ウェルで流体振動による高サイクル疲労割れが発生している。この事象はプラント運転中に内部流体の流れによる流体振動を受け、流れ方向(抗力方向)に共振が発生し、温度計ウェルの付け根部に応力集中が生じたものである。しかしながら、川内1号炉の温度計ウェルは、旧原子力安全・保安院指示文書「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の改正に伴う電気事業法に基づく定期事業者検査の実施について(平成17・12・22原院第6号 NISA-163a-05-3)」に基づき「(社)日本機械学会 配管内円柱状構造物の流力振動評価指針(JSME S 012-1998)」による評価を行い、問題とならないことを確認しており、同様な設計方針に基づき施設されているその他の箇所についても同様と考える。このような条件は経年的に変化するものではないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
18	配管	低合金鋼配管	▲	疲労割れ	母管の疲労割れ	主給水系統配管	プラントの起動・停止時に発生する内部流体の温度、圧力の変化により、疲労割れが想定される。しかしながら、炭素鋼配管の疲労評価結果では許容値を満足する結果が得られており、同等以下の過渡しか受けられない低合金鋼配管については、疲労割れが発生する可能性はないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
19	配管	低合金鋼配管	▲	高サイクル疲労割れ	小口径管台の高サイクル疲労割れ	共通	1998年12月、大飯2号炉の余熱除去系統配管のドレン弁管台において、高サイクル疲労割れによる漏えいが発生している。この事象は配管取替に伴いドレン管の口径を変更したことにより余熱除去ポンプと共振が発生し、ドレン弁管台溶接部に応力集中が生じたものである。しかしながら、川内1号炉においては、必要な部位について振動計測に基づく応力評価等を行い、健全性を確認している。また、振動の状態は経年的に変化するものではないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
20	配管	低合金鋼配管	▲	高サイクル疲労割れ	温度計ウェル等の高サイクル疲労割れ	主給水系統配管	1995年12月、もんじゅの温度計ウェルで流体振動による高サイクル疲労割れが発生している。この事象はプラント運転中に内部流体の流れによる流体振動を受け、流れ方向(抗力方向)に共振が発生し、温度計ウェルの付け根部に応力集中が生じたものである。しかしながら、川内1号炉の温度計ウェル及びサンプルノズルは、旧原子力安全・保安院指示文書「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の改正に伴う電気事業法に基づく定期事業者検査の実施について(平成17・12・22原院第6号 NISA-163a-05-3)」に基づき「(社)日本機械学会 配管内円柱状構造物の流力振動評価指針(JSME S 012-1998)」による評価を行い、問題とならないことを確認しており、同様な設計方針に基づき施設されているその他の箇所についても同様と考える。このような条件は経年的に変化するものではないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
21	配管	炭素鋼配管	▲	高サイクル疲労割れ	小口径管台の高サイクル疲労割れ	主蒸気系統配管、主給水系統配管、原子炉補機冷却水系統配管、原子炉補機冷却海水系統配管、タービン潤滑・制御油系統配管	1998年12月、大飯2号炉の余熱除去系統配管のドレン弁管台において、高サイクル疲労割れによる漏えいが発生している。この事象は、配管取替に伴いドレン管の口径を変更したことにより余熱除去ポンプと共振が発生し、ドレン弁管台溶接部に応力集中が生じたものである。しかしながら、川内1号炉においては、必要な部位について振動計測に基づく応力評価等を行い、健全性を確認している。また、振動の状態は経年的に変化するものではないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
22	配管	炭素鋼配管	▲	高サイクル疲労割れ	温度計ウェル等の高サイクル疲労割れ	主蒸気系統配管、主給水系統配管、原子炉補機冷却海水系統配管	1995年12月、もんじゅの温度計ウェルで流体振動による高サイクル疲労割れが発生している。この事象は、プラント運転中に内部流体の流れによる流体振動を受け、流れ方向(抗力方向)に共振が発生し、温度計ウェルの付け根部に応力集中が生じたものである。しかしながら、川内1号炉の温度計ウェル及びサンプルノズルは、旧原子力安全・保安院指示文書「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の改正に伴う電気事業法に基づく定期事業者検査の実施について(平成17・12・22原院第6号 NISA-163a-05-3)」に基づき「(社)日本機械学会 配管内円柱状構造物の流力振動評価指針(JSME S 012-1998)」による評価を行い、問題とならないことを確認しており、同様な設計方針に基づき施設されているその他の箇所についても同様と考える。このような条件は経年的に変化するものではないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
23	配管	1次冷却材管	▲	高サイクル疲労割れ	温度計ウェル及びサンプルノズルの高サイクル疲労割れ	1次冷却材管	1995年12月、もんじゅの温度計ウェルで流体振動による高サイクル疲労割れが発生している。この事象は、プラント運転中に内部流体の流れによる流体振動を受け、流れ方向(抗力方向)に共振が発生し、温度計ウェルの付け根部に応力集中が生じたものである。しかしながら、川内1号炉の温度計ウェル及びサンプルノズルは、保安院指示文書(平成17・12・22原院第6号 NISA-163a-05-3)に基づき「(社)日本機械学会 配管内円柱状構造物の流力振動評価指針(JSME S 012-1998)」による評価を行い、問題とならないことを確認しており、このような条件は経年的に変化するものではないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
24	配管	1次冷却材管	▲	高サイクル疲労割れ	サーマルスリーブの高サイクル疲労割れ	1次冷却材管	1981年7月、大飯2号炉の2点溶接タイプのサーマルスリーブで流体振動による高サイクル疲労割れが発生している。しかしながら、川内1号炉のサーマルスリーブは全て全周溶接タイプであり、2点溶接タイプに比べて発生応力が十分小さいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 図2-2-1にサーマルスリーブの構造を示す。
25	配管	1次冷却材管	▲	応力腐食割れ	温度計ウェル等の応力腐食割れ	1次冷却材管	温度計ウェル、サンプルノズル及びサーマルスリーブはステンレス鋼を使用しており応力腐食割れが想定される。しかしながら、定期検査時に飽和溶解酸素濃度(最大約8ppm)の流体が流入する際は流体温度が低い(最高でも80℃程度)ため、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。また、定期検査後のプラント起動時には1次冷却材中の溶解酸素濃度低減のための運転操作を実施するため、高温(100℃以上)で使用する場合は溶解酸素濃度が0.1ppm以下に低減された流体とな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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

表2-1 日常劣化管理事象以外の事象一覧(3/5)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	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判断した理由
26	配管	配管サポート	▲	腐食(全面腐食)	埋込金物のコンクリート埋設部の腐食(全面腐食)	共通	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが、コンクリートが中性化に至り、埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
27	弁	空気作動装置	▲	摩耗	ヨークの摩耗(弁棒接続部の摩耗)	主蒸気逃がし弁空気作動装置	ヨークは弁棒と接続されており、弁の開閉動作に伴う摩耗が想定される。しかしながら、弁棒はヨーク(弁棒接続部)にねじ込み、キャップスクリューで固定する構造としており、接続部のゆるみ等によって摩耗が発生する可能性はないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
28	弁	蒸気加減弁	▲	応力腐食割れ	弁体ボルトの応力腐食割れ	蒸気加減弁	弁体ボルトの座面コーナ部及びねじ部の応力集中部は、内部流体によるボルトの応力腐食割れが想定される。しかしながら、弁体ボルトには応力腐食割れ感受性が小さいステンレス鋼を使用しており、締付時はトルク管理をしているため過大な応力とならないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
29	炉内構造物	-	▲	照射クリープ	炉心槽等の照射クリープ	炉内構造物	高照射環境下で使用される炉心槽及びバップルフォーマボルト(ステンレス鋼)には照射クリープが生じる可能性がある。しかしながら、クリープ破断は荷重制御型の応力発生下で生じるが、荷重制御型応力は微小であり、プラント運転に対し問題とはならない。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
30	炉内構造物	-	▲	照射スウェリング	炉心バップルの照射スウェリング	炉内構造物	PWRプラントでの照射スウェリング量は小さく、炉心バップルの上下に十分な隙間が存在することから、炉心バップルの炉心形成機能が失われるようなことはなく、また、運転時間が先行している海外PWRプラントでもそのような事例が発生していないため、高経年化対策に有意でない事象と考える。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
31	炉内構造物	-	▲	ばねの変形(応力緩和)	押えリングの変形(応力緩和)	炉内構造物	プラント運転中の押えリングは、高温環境下で一定圧縮しずみそのまま保持されているため、変形(応力緩和)を起こす可能性がある。しかしながら、押えリングに使用されているステンレス鋼(ASME SA182 Gr. F6b)は、応力緩和を生じにくい材料である。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
32	ケーブル	ケーブルトレイ等	▲	腐食(全面腐食)	電線管(本体)及びカップリングの内面からの腐食(全面腐食)	電線管	電線管(本体)及びカップリングは炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、内面については、亜鉛メッキにより腐食を防止している。また、内装物はケーブルのみであり、メッキ面への外力は加わらないため亜鉛メッキが剥がれることはなく、外面と比較して環境条件が緩やかであるため腐食の発生する可能性は小さいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
33	ケーブル	ケーブルトレイ等	▲	腐食(全面腐食)	埋込金物及び電線管(コンクリート埋設部)の腐食(全面腐食)	埋込金物[共通]及び電線管(コンクリート埋設部)[電線管]	コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが、コンクリートが中性化に至り、埋込金物及び電線管に有意な腐食が発生するまで長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
34	ケーブル	ケーブル接続部	▲	腐食(全面腐食)	端子等の腐食(全面腐食)	気密端子箱接続、直ジョイント	端子、端子台[気密端子箱接続]、隔壁付スリーブ[直ジョイント]は鋼もしくは鋼合金であり、腐食が想定される。しかしながら、端子及び端子台は錫メッキ又はニッケルメッキにより腐食を防止している。さらに密封された構造であり、腐食が発生する可能性はないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。また、隔壁付スリーブは構造上端子部が熱収縮チューブにて密閉されており、腐食の可能性はないと考えられることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
35	電気設備	メタクラ	▲	摩耗	真空バルブの接点の摩耗	メタクラ(安全系)	真空バルブの接点は、遮断器の開閉動作に伴う電流開閉により、摩耗が想定される。しかしながら、10,000回の電流開閉においても有意な電極摩耗は認められておらず、また、運転時の作動回数は30回/年程度と少ないことから摩耗の可能性は小さいと考えられ、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。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
36	電気設備	メタクラ	▲	絶縁低下	計器用変流器(貫通形)の絶縁低下	メタクラ(安全系)	一次コイルと二次コイルがモールド(一体形成)されている形式の計器用変流器については、絶縁物が有機物であり、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性がある。しかしながら、計器用変流器は一次コイルのない貫通型計器用変流器であり、構造上空間により絶縁が確保されている。また、二次コイルにかかる電圧は低く、通電電流による熱的影響も小さい。さらに、空調された屋内に設置されており、塵埃による絶縁低下の可能性も小さく、これまでに有意な絶縁低下は認められていない。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
37	電気設備	メタクラ	▲	腐食(全面腐食)	埋込金物(コンクリート埋設部)の腐食(全面腐食)	メタクラ(安全系)	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化に至るには長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
38	電気設備	パワーセンタ	▲	絶縁低下	計器用変流器の絶縁低下	パワーセンタ(安全系)	一次コイルと二次コイルがモールド(一体形成)されている形式の計器用変流器については、絶縁物が有機物であり、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性がある。しかしながら、計器用変流器は一次コイルのない貫通型計器用変流器であり、構造上空間により絶縁が確保されている。また、二次コイルにかかる電圧は低く、通電電流による熱的影響も小さい。さらに、空調された屋内に設置されており、塵埃による絶縁低下の可能性も小さく、これまでに有意な絶縁低下は認められていない。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
39	電気設備	パワーセンタ	▲	腐食(全面腐食)	埋込金物(コンクリート埋設部)の腐食(全面腐食)	パワーセンタ(安全系)	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化に至るには長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
40	電気設備	コントロールセンタ	▲	腐食(全面腐食)	埋込金物(コンクリート埋設部)の腐食(全面腐食)	原子炉コントロールセンタ(安全系)	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化に至るには長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。



表2-1 日常劣化管理事象以外の事象一覧(4/5)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	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判断した理由
41	タービン設備	高圧タービン	▲	摩耗	キーの摩耗	高圧タービン	軸受台がタービンの起動・停止による温度変化により台板上をスライドするため、台板に固定されたキーの摩耗が想定される。しかしながら、キーは低合金鋼であり、炭素鋼に比べ耐摩耗性が優れており、かつ軸受台とキーの接触面は潤滑剤が定期的に注入されており、摩耗が発生し難い環境である。さらに、起動・停止回数の多い火力発電所のタービンにおいても同様の構造、材料を採用している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
42	タービン設備	低圧タービン	▲	摩耗	ライナーの摩耗	低圧タービン	軸受箱がプラントの起動・停止による温度変化により台板上をスライドするため、軸受箱に固定されたライナーの摩耗が想定される。しかしながら、ライナー部分における運転時の軸受箱の熱移動量が小さく、また、起動・停止回数の多い火力発電所のタービンにおいても同様の構造、材料を採用している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
43	タービン設備	タービン動主給水ポンプ駆動タービン	▲	摩耗	キーの摩耗	タービン動主給水ポンプ駆動タービン	車室がタービンの起動・停止による温度変化により台板上をスライドするため、台板に固定されたキーの摩耗が想定される。しかしながら、起動・停止回数の多い火力発電所のタービンにおいても同様の構造、材料を採用し、これまで問題なく運転されており、十分な使用実績を有している。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
44	コンクリート構造物及び鉄骨構造物	-	▲	鉄骨の強度低下	風等による疲労に起因する強度低下	内部コンクリート（鉄骨部）、燃料取扱建屋（鉄骨部）、タービン建屋（鉄骨部）	繰返し荷重が継続的に鉄骨構造物にかかることにより、疲労による損傷が蓄積され、鉄骨の強度低下につながる可能性がある。しかしながら、鉄骨構造物では、疲労破壊が生じようとする風等による共振現象に起因する繰返し荷重を受ける構造部材はない。したがって、風等による疲労に起因する強度低下は高経年化対策上着目すべき劣化事象ではないと判断した。
45	計測制御設備	プロセス	▲	腐食（流れ加速型腐食）	オリフィスの腐食（流れ加速型腐食）	余熱除去ループ流量	オリフィスは絞り機構であり、配管部と比較して流速が速くなることから流れ加速型腐食による減肉が想定される。しかしながら、ステンレス鋼であり、流速を低く設計していることから、流れ加速型腐食が発生する可能性はないと考える。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
46	計測制御設備	プロセス	▲	応力腐食割れ	オリフィスの応力腐食割れ	余熱除去ループ流量	オリフィスはステンレス鋼であり、応力腐食割れが想定される。しかしながら、定期検査時に飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体が流入する際は流体温度が低い（最高80℃程度）ため、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。また、定期検査後のプラント起動時には1次冷却材中の溶存酸素濃度低減のための運転操作を実施するため、高温（100℃以上）で使用する場合は、溶存酸素濃度が0.1ppm以下に低減された流体となっていることから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
47	計測制御設備	プロセス	▲	腐食（全面腐食）	埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）	1次冷却材圧力、余熱除去ループ流量、加圧器水位	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部ではコンクリートの中性化の進行により腐食環境となるが、コンクリートが中性化に至り、埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
48	計測制御設備	制御設備	▲	腐食（全面腐食）	埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）	主盤	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化に至るまで長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
49	空調設備	空調ユニット	▲	腐食（全面腐食）	冷却コイルの内面からの腐食（全面腐食）	中央制御室空調ユニット	中央制御室空調ユニットの冷却コイルは耐食性に優れた銅合金を使用しているが長期の使用により、内面からの腐食が想定される。しかしながら、内部流体は脱気された純水であり、腐食が発生し難い環境にあることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
50	空調設備	ダクト	▲	腐食（全面腐食）	埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）	共通	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部ではコンクリートの中性化の進行により腐食環境となるが、コンクリートが中性化に至り、埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
51	機械設備	重機器サポート	▲	腐食（全面腐食）	埋込金物の腐食（全面腐食）	共通	埋込金物、原子炉容器サポートの外周プレート（コンクリート埋設部）及び埋込補強材は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部にあり、コンクリートが中性化に至るには長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
52	機械設備	燃料取扱設備（クレーン関係）	▲	腐食（全面腐食）	走行レール用レール押さえ及び埋込金物の腐食（全面腐食）	燃料取替クレーン	レール押さえ及び埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、走行レールはモルタルに埋設され、モルタルが大気接触部表面から中性化が進行した場合には腐食環境となるが、中性化に至るには長期間を要し、腐食が急速に進行して基礎ボルト等の健全性を阻害する可能性はないと考えられることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
53	機械設備	燃料移送装置	▲	腐食（全面腐食）	基礎金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）	燃料移送装置	走行駆動装置、水圧ユニットの水圧制御装置及び基礎金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部では、コンクリートが大気接触部表面から中性化が進行した場合には腐食環境となるが、中性化に至るには長期間を要し、腐食が急速に進行して基礎金物の健全性を阻害する可能性はないと考えられることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

表2-1 日常劣化管理事象以外の事象一覧(5/5)

番号	大分類	小分類	事象区分	事象名	評価書記載の事象名	対象機器	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判断した理由
54	機械設備	原子炉容器上部ふた付属設備	▲	摩耗	サーマルスリーブの摩耗	制御棒クラスタ駆動装置	サーマルスリーブは、原子炉容器上部ふたの接触部における摩耗が想定される。2017年12月、フランスのベルビル(Belleville)発電所2号炉において、サーマルスリーブが摩耗により落下し、制御棒落下試験時に全挿入できない事象が発生している。サーマルスリーブは原子炉容器上部ふたの制御棒クラスタ駆動装置管台の内側に設置され、管台とは固定されておらず、管台のテーパ部にサーマルスリーブのフランジ部が自重を預ける構造となっている。サーマルスリーブが設置される頂部プレナム内では、図2.2-1に示すようにスプレインズルから噴出する1次冷却材の流れ(頂部バイパス流)が原子炉容器上部ふたに沿って上昇し、頂部付近で合流した後に下降する流れが存在する。この流れが作用することでサーマルスリーブに流体動揺振動が生じ、サーマルスリーブのフランジ面と管台内面のテーパ面が摺動することで、摩耗が進展すると考えられる。そのため、頂部プレナム内のバイパス流の流れが大きく上部ふた頂部の温度が低いプラント(T-Coldプラント)が摩耗に対する感受性が高いと考えられる。しかしながら、国内PWRプラントにおいては、2019年に、頂部プレナムへのバイパス流量比が大きく、ワークレート(摺動速度と接触荷重の積)が大きい標準型4ループプラントのうち、上部ふたの供用年数が比較的長いプラントを代表プラントとして、サーマルスリーブの摩耗状況の確認のためにサーマルスリーブの下降量を計測しているが、直ちにフランジ部の破断に至るような摩耗の進展は認められておらず、川内1号炉については、第19回定期検査時(2008年度)に原子炉容器の上部ふた取替にあわせてサーマルスリーブも取替えられており、摩耗状況を確認した国内代表プラントよりも供用期間が短く、ワークレートも小さいことから、直ちにフランジ部の破断に至るような摩耗が生じる可能性は小さい。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
55	機械設備	原子炉容器上部ふた付属設備	▲	摩耗	接手の摩耗	制御棒クラスタ駆動装置	接手は、制御棒クラスタのスパイダーの溝に接手の山がかみあう構造になっており、ステッピング及び制御棒クラスタとの取付け、取外しによる接手山部の摩耗が想定される。しかしながら、接手の山とスパイダーの溝は隙間なくかみ込み一体となっており、ステッピング時の摩耗は生じないと考えられること、及びスパイダー材と接手の硬さは同程度であり比摩耗量も同程度と考えられ、接手山部についても有意な摩耗はないと考えられる。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
56	機械設備	基礎ボルト	▲	腐食(全面腐食)	コンクリート埋設部の腐食	共通	コンクリート埋設部では、コンクリートの大気接触面から中性化が進行した場合には腐食環境となる。しかしながら、中性化に至るには長期間を要することから、腐食が進行して基礎ボルトの健全性を阻害する可能性は小さい。ケミカルアンカのアンカボルトは、コンクリート埋設部のボルト本体が樹脂に覆われているため、腐食の発生の可能性は小さい。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
57	機械設備	基礎ボルト	▲	疲労割れ	機器支持部の疲労割れ	共通	プラント起動・停止時等の熱応力等により、疲労割れが想定される。しかしながら、熱応力が大きく付与する機器には、熱応力が基礎ボルトに直接付与されないサポート(オイルスナバ、メカニカルスナバ、スライドサポート)を使用している。さらに、これまで基礎ボルトの疲労割れによる不適合事象は経験していない。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
58	機械設備	基礎ボルト	▲	基礎ボルトの付着力の低下	基礎ボルトの付着力の低下	共通	基礎ボルト(特に先端を曲げ加工しているスタッドボルト)の耐力は、主にコンクリートとの付着力に担保されることから、付着力低下を起こした場合、支持機能の喪失が想定される。しかしながら、これについては「コンクリート及び鉄骨構造物の技術評価書」にて健全性評価を実施しており、付着力低下につながるコンクリートの割れ等の発生の可能性は小さいと考えられる。したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
59	機械設備	基礎ボルト	▲	劣化	ケミカルアンカ樹脂の劣化	ケミカルアンカ	ケミカルアンカは、樹脂とコンクリート及びアンカボルトの接着力により強度を維持しているものであり、樹脂が劣化した場合、接着力が低下し、支持機能への影響が想定される。しかしながら、メカ試験や実機調査での引抜試験結果から有意な引抜力の低下は認められていない。したがって、ケミカルアンカ樹脂の劣化について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
60	電源設備	非常用ディーゼル発電機機関本体	▲	クリーブ	排気管のクリーブ	非常用ディーゼル発電機機関本体	排気管は、運転中高温になりクリーブによる損傷が想定される。しかしながら、排気管の熱膨張により発生する応力は、伸縮継手により吸収されクリーブによる排気管の損傷が発生し難い。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
61	電源設備	DGポンプ	▲	摩耗	油ポンプ歯車の摩耗	空気圧縮機	油ポンプは歯車ポンプであり、歯車には摩擦による摩耗が想定される。しかしながら、歯車には、潤滑油を供給し摩耗を防止していることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
62	電源設備	直流電源設備	▲	腐食(全面腐食)	埋込金物(コンクリート埋設部)の腐食(全面腐食)	直流コントロールセンタ	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化に至るには長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
63	電源設備	無停電電源	▲	腐食(全面腐食)	埋込金物(コンクリート埋設部)の腐食(全面腐食)	計装用電源装置	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化に至るには長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
64	電源設備	計器用分電盤	▲	腐食(全面腐食)	埋込金物(コンクリート埋設部)の腐食(全面腐食)	計装用交流分電盤	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化に至るには長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
65	電源設備	制御棒駆動装置用電源設備	▲	腐食(全面腐食)	埋込金物(コンクリート埋設部)の腐食(全面腐食)	原子炉トリップ遮断器盤	埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化に至るには長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
66	電源設備	大容量空冷式発電機	▲	腐食(全面腐食)	減速機ケーシングの内面からの腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機	減速機ケーシングは鍛鉄であり、内面からの腐食が想定される。しかしながら、内面については歯車及び軸受を潤滑するため、潤滑油がケーシング内面にはねかけられる油霧雰囲気下で腐食が発生し難い環境である。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
67	電源設備	大容量空冷式発電機	▲	腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機付燃料タンク腐板等の内面からの腐食(全面腐食)	大容量空冷式発電機	大容量空冷式発電機付燃料タンクの腐板、管台及びマンホールは炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。しかしながら、内部流体は燃料油であり、腐食が発生し難い環境にある。したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

タイトル	事象別の補足説明について
説明	<p>事象別の補足説明について、次ページ以降に示す。</p> <p>別紙 8-1 高サイクル疲労割れに係る説明 別紙 8-2 フレッキング疲労割れに係る説明 別紙 8-3 腐食（流れ加速型腐食）に係る説明 別紙 8-4 劣化（中性子照射による靱性低下）に係る説明 別紙 8-5 応力腐食割れに係る説明 別紙 8-6 摩耗に係る説明 別紙 8-7 スケール付着に係る説明 別紙 8-8 マルテンサイト系ステンレス鋼の熱時効に係る説明</p>

タイトル	高サイクル疲労割れに係る説明
説明	<p>以下について、次ページ以降に示す。</p> <p>別紙 8 - 1 - 1 ターボポンプ主軸の高サイクル疲労割れ</p>

タイトル	ターボポンプ 主軸の高サイクル疲労割れ
概要	充てんポンプの主軸折損について、運用の改善内容を示す。
説明	<p>国内PWRプラントにおいて、2011年に充てんポンプの主軸折損事象が発生している（NUCIA 通番11455）。本事象は、羽根車焼嵌めに伴う割リングと接触する主軸溝部において折損が発生したものである。原因として、折損箇所が応力集中の高い形状であったこと、応力が発生していたこと、および体積制御タンク低水位運転時の空気流れ込みで生じる振動があったことが挙げられている。</p> <p>本事象を踏まえて、川内 1 号においては空気流れ込みによる振動に対する対策として、内部流体に空気が流入しない系統構成としている。</p> <p>具体的には、体積制御タンクから充てん／高圧注入ポンプ入口配管への空気の流入を防止するため、体積制御タンクが低水位となる期間が一定期間継続しない管理とするよう運転基準に反映している。</p> <p>また、充てん／高圧注入ポンプ入口配管にベントラインを設置しており、万一配管に空気が流入しても充てん／高圧注入ポンプへ流入することはない。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

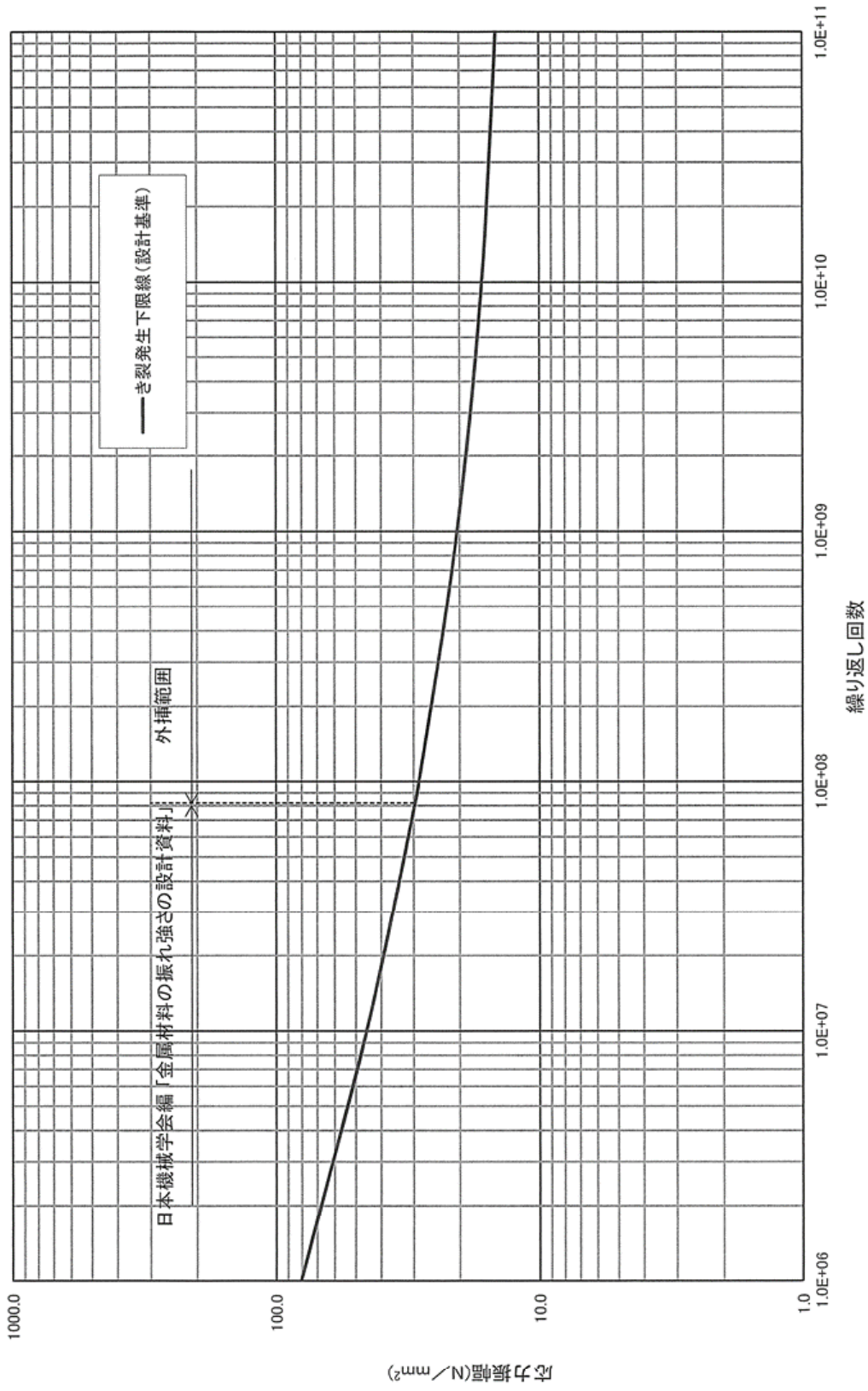
タイトル	炉内構造物 炉心そう等の高サイクル疲労割れ																								
概要	炉心そう等の高サイクル疲労割れについて、15×15燃料を対象とした1/5スケールモデル流動試験の結果を適用することの妥当性を以下に示す。 炉内構造物において温度の異なる冷却材が合流する部位における最大温度差の値を以下に示す。																								
説明	<p>表1、2に1/5スケールモデル流動試験<sup>※1</sup>と川内1号炉の炉内流速と各部の固有振動数を示すが、川内1号炉の炉内流速・固有振動数(解析値)は1/5スケールモデル流動試験のモデルプラントと大きな相違はないことから、川内1号炉に1/5スケールモデル流動試験の結果を適用することは妥当であると考えられる。</p> <p>なお、炉内構造物における最大温度差は、原子炉容器内温度差の最大値(Thot (約 <input type="text"/> °C) -Tcold (約 <input type="text"/> °C)) から、約 <input type="text"/> °Cとなる。</p> <p style="text-align: center;">表1 炉内流速比較 (m/s)</p> <table border="1" data-bbox="437 891 1337 1182"> <thead> <tr> <th data-bbox="437 891 735 965">部位</th> <th data-bbox="735 891 1034 965">川内1号炉</th> <th data-bbox="1034 891 1337 965">1/5スケール流動試験のモデルプラント</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="437 965 735 1039">炉心そうのRV入口管台近傍</td> <td colspan="2" data-bbox="735 965 1337 1039" rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="437 1039 735 1113">ダウンカマール(熱遮へい体部)</td> <td colspan="2" data-bbox="735 1039 1337 1113"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="437 1113 735 1182">上部プレナムの出口ノズル近傍</td> <td colspan="2" data-bbox="735 1113 1337 1182"></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表2 固有振動数比較 (Hz)</p> <table border="1" data-bbox="437 1249 1337 1529"> <thead> <tr> <th data-bbox="437 1249 735 1323">部位</th> <th data-bbox="735 1249 1034 1323">川内1号炉</th> <th data-bbox="1034 1249 1337 1323">1/5スケール流動試験のモデルプラント</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="437 1323 735 1397">炉心そう</td> <td colspan="2" data-bbox="735 1323 1337 1397" rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="437 1397 735 1471">制御棒クラスタ案内管</td> <td colspan="2" data-bbox="735 1397 1337 1471"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="437 1471 735 1529">上部炉心支持柱</td> <td colspan="2" data-bbox="735 1471 1337 1529"></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：メーカー社内試験「1/5模型によるPWR炉内構造物の流動振動試験」</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	部位	川内1号炉	1/5スケール流動試験のモデルプラント	炉心そうのRV入口管台近傍			ダウンカマール(熱遮へい体部)			上部プレナムの出口ノズル近傍			部位	川内1号炉	1/5スケール流動試験のモデルプラント	炉心そう			制御棒クラスタ案内管			上部炉心支持柱		
部位	川内1号炉	1/5スケール流動試験のモデルプラント																							
炉心そうのRV入口管台近傍																									
ダウンカマール(熱遮へい体部)																									
上部プレナムの出口ノズル近傍																									
部位	川内1号炉	1/5スケール流動試験のモデルプラント																							
炉心そう																									
制御棒クラスタ案内管																									
上部炉心支持柱																									

タイトル	フレットィング疲労割れに係る説明
説明	<p>以下について、次ページ以降に示す。</p> <p>別紙 8 - 2 - 1 ターボポンプ主軸のフレットィング疲労割れに対する評価内容</p> <p>別紙 8 - 2 - 2 ターボポンプ主軸のフレットィング疲労割れに対する保全内容</p>

タイトル	ターボポンプ 主軸のフレット疲労割れに対する評価内容									
概要	充てん/高圧注入ポンプ及び余熱除去ポンプの主軸のフレット疲労割れについて、曲げ応力振幅と疲労限の比較評価の内容を示す。									
説明	<p>各ポンプの運転中に主軸に生じる曲げ応力振幅と、疲労限との比較を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="437 674 1275 909"> <thead> <tr> <th data-bbox="437 674 866 808">ポンプ</th> <th data-bbox="866 674 1026 808">疲労限 [N/mm<sup>2</sup>]</th> <th data-bbox="1026 674 1275 808">発生する 曲げ応力振幅 [N/mm<sup>2</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="437 808 866 860">充てん/高圧注入ポンプ</td> <td data-bbox="866 808 1026 860" rowspan="2">14.7</td> <td data-bbox="1026 808 1275 860">10.8</td> </tr> <tr> <td data-bbox="437 860 866 909">余熱除去ポンプ</td> <td data-bbox="1026 860 1275 909">8.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>曲げ応力振幅は、主軸や羽根車などの自重およびラジアル荷重に保守性を考慮した設計値を用いて、一般的な梁の式から算出している。</p> <p>焼入れ軸のフレット疲労曲線を添付 1 に示す。本疲労曲線は、炭素鋼データの「金属材料疲労強度の設計資料（日本機械学会）」より定めた評価曲線を用いている。本文献データは炭素鋼によるものであるが、当該文献に疲労強度は引張強さや材質に依存しないとされていることから、文献データの内、最も厳しい下限線を<math>10^{11}</math>回まで外挿し設定したものをを用いてステンレス鋼製ポンプ主軸の評価に適用しているものである。</p> <p>また、ステンレス鋼データ「ポンプ主軸のフレット疲労データ（ステンレス鋼）（三菱重工業株式会社）」（以下、ステンレス鋼データ）において、ステンレス鋼製の供試体を用いてフレット疲労試験を行った結果、炭素鋼データより定めた評価曲線と比較して下回るデータは得られていない（添付 2）。</p> <p>いずれのポンプも発生する曲げ応力が疲労限（14.7 N/mm<sup>2</sup>）以下であることから、主軸のフレット疲労割れが問題となる可能性は小さいと考える。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		ポンプ	疲労限 [N/mm <sup>2</sup> ]	発生する 曲げ応力振幅 [N/mm <sup>2</sup> ]	充てん/高圧注入ポンプ	14.7	10.8	余熱除去ポンプ	8.9
ポンプ	疲労限 [N/mm <sup>2</sup> ]	発生する 曲げ応力振幅 [N/mm <sup>2</sup> ]								
充てん/高圧注入ポンプ	14.7	10.8								
余熱除去ポンプ		8.9								



### 焼嵌め軸のフレッティング疲労曲線



添付2 (1/6)

MH I - N E S - 1 0 5 3

改0 平成25年2月5日

ポンプ主軸のフレットイング疲労データについて  
(ステンレス鋼)

平成25年2月

三 菱 重 工 業 株 式 会 社

8-2-1-3

## 1. はじめに

原子力発電所の高経年化対策におけるポンプ主軸の羽根車焼ばめ部に発生する可能性のあるフレットング疲労割れに対する評価は、文献データ<sup>(1)</sup>に主軸の曲げ応力振れ振幅と繰返し数との間の割れの発生関係が示されており、このうち最も厳しい下限線を  $10^{11}$  回まで外挿した S-N 曲線により行っている。

上記文献データは炭素鋼、合金鋼によるものであるが、当該文献に疲労限度は引張強さや材質に依存しないとされていることから、ステンレス鋼製ポンプ主軸の評価にも適用している。

本報告では、過去に三菱にて実施したステンレス鋼主軸のフレットング疲労試験結果と上記の S-N 曲線との比較を行った。

2. ポンプ主軸のフレットング疲労割れメカニズム<sup>(2)</sup>

羽根車を有する主軸は図 1 のように、振動応力による曲げの繰返し応力を受ける。

主軸は曲げ応力を受ければ、図 2 に示すように、軸表面が伸びる部分と反対側で縮む部分が生じることから、繰返し応力を受ける時、軸表面は繰返し伸び縮みする。

焼きばめた羽根車を有する主軸は、図 1 の A 部において、図 3 に示すように面圧が加わった状態で、軸表面の伸び縮みによる相対すべりが生じる。

1 回転毎に羽根車(羽根車ボス)と主軸間に相対すべりが生じ、繰返し回数が多く、かつ曲げ応力が大きい(すべり量が多い)場合は、図 4 のように羽根車(羽根車ボス)端面近傍の主軸側にフレットング疲労割れが発生する。

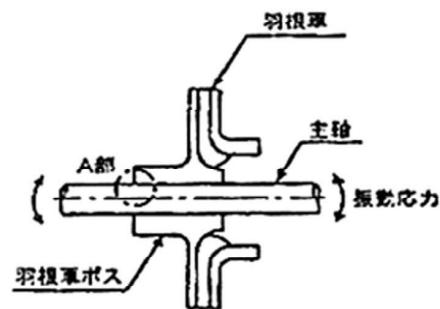


図 1

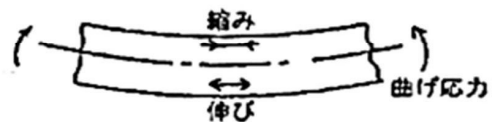


図 2

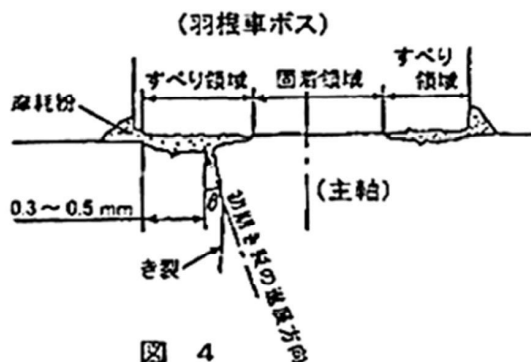


図 4

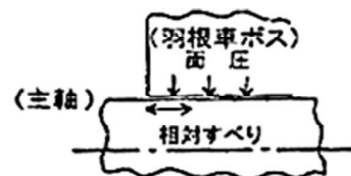


図 3

3. 試験実施時期

昭和 61 年～平成元年

4. 試験要領

(1) 供試体

供試体の概要を以下に示す。

材 質： 軸：SUS304、インペラボス：SCS13

軸：SUS403、インペラボス：SCS1N

寸 法： 軸径：50mm

インペラボス長さ：62.5mm

形 状： ポンプ主軸模擬品 (図 5)

焼ばめ面圧：21.5N/mm<sup>2</sup>(2.2kgf/mm<sup>2</sup>), 49N/mm<sup>2</sup>(5kgf/mm<sup>2</sup>)

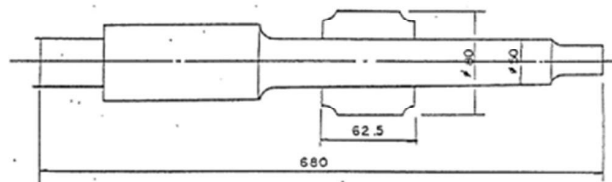


図 5 供試体の外形例

(2) 試験装置

試験装置の概要を以下に示す。

片持ちはり式回転曲げ疲労試験装置 2 台

回転数 (周期) 3600 min<sup>-1</sup> (固定)

最大曲げモーメント 2940N・m(300kgf・m)  
(曲げ応力 215N/mm<sup>2</sup>(22kgf/mm<sup>2</sup>) 相当)

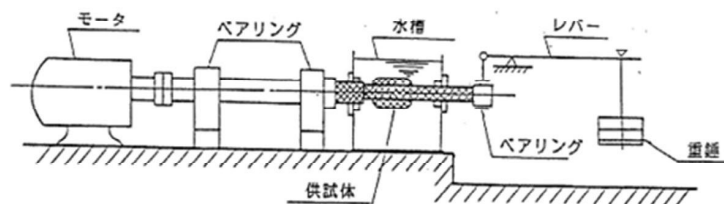


図 6 試験装置(概念図)

## (3) 試験方法

モータに供試体を直結し、垂錘で曲げ荷重をかけながら  $3600 \text{ min}^{-1}$  で回転させる。

試験は原則として破断までとする。ただし、繰返し数の最大は、 $N=10^8$  とする。

試験終了時には、軸外面の外面観察及び液体浸透探傷検査でき裂状況を調査し、き裂の有無を確認する。

試験条件を下記に示す。

- ・試験温度：室温～ $50^{\circ}\text{C}$ 程度
- ・試験環境：水中試験（1次系相当水：ほう素濃度  $2100\text{ppm}$ ）
- ・繰返し数： $10^8$  サイクル
- ・繰返し速度： $3600\text{min}^{-1}$

## 5. 試験結果

軸に生じたき裂のうち、代表的な破面を図7に示す。図8にき裂の断面マイクロによる観察例を示す。き裂は粒界貫通型で軸表面に対して直角ではない角度をもって生じており、典型的なフレット疲労き裂の様相を呈している。ただし、き裂が深く進展するに従って、軸表面に垂直な方向に進展していく傾向が見られる。これは、軸表面では曲げ応力よりもせん断応力が支配的であるため、斜めに進展し、き裂が深く進展するに従い、せん断力が小さくなり、反対に曲げ応力が支配的になって、き裂の進展方向が曲げ応力で進展する軸と直角な方向に遷移してくるためである。



図7 フレット疲労破面例

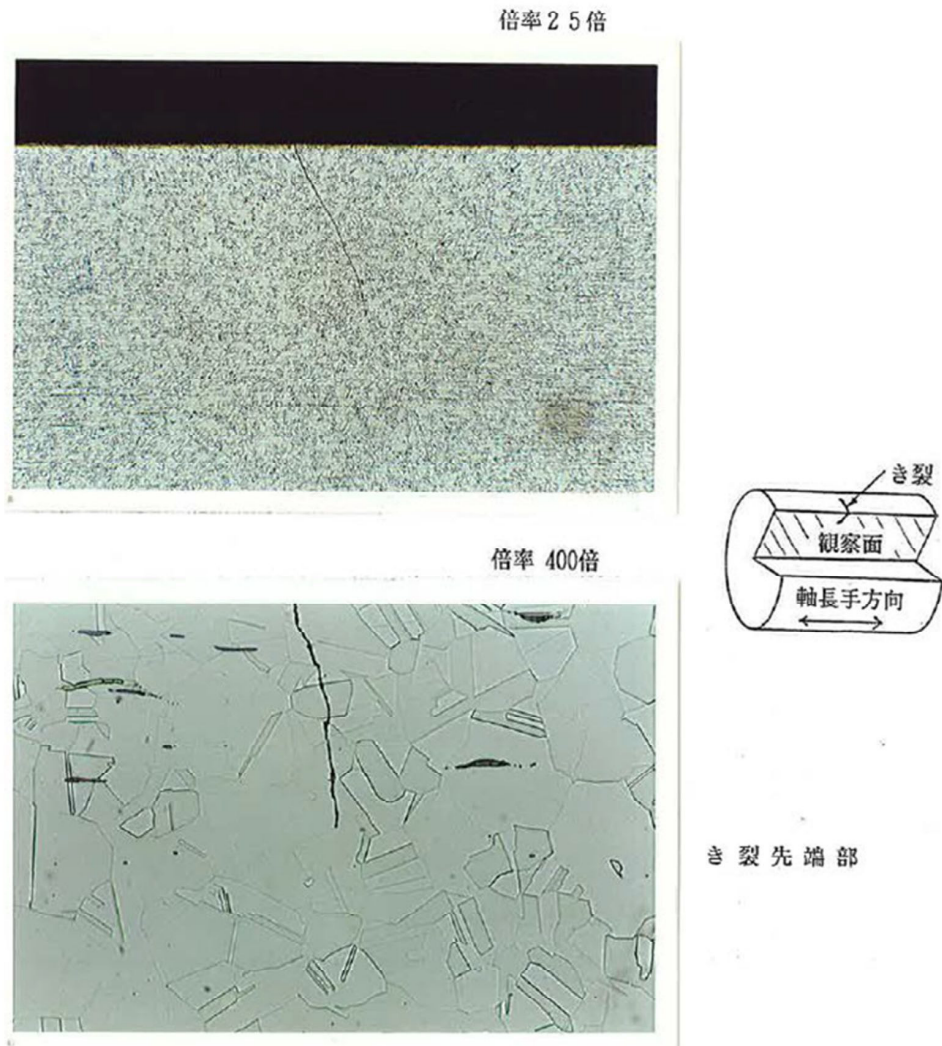


図8 フレッシング疲労き裂の断面マイクロ観察例

ステンレス鋼によるフレットング水中試験の結果を繰返し回数 $N_0$ と曲げ応力振幅 $\sigma_a$ の関係を図9に示す。一点鎖線は文献データ<sup>(1)</sup>より定めた評価曲線を示す。試験結果からこの評価曲線を下回るデータは得られず、評価曲線が妥当であることが確認できた。

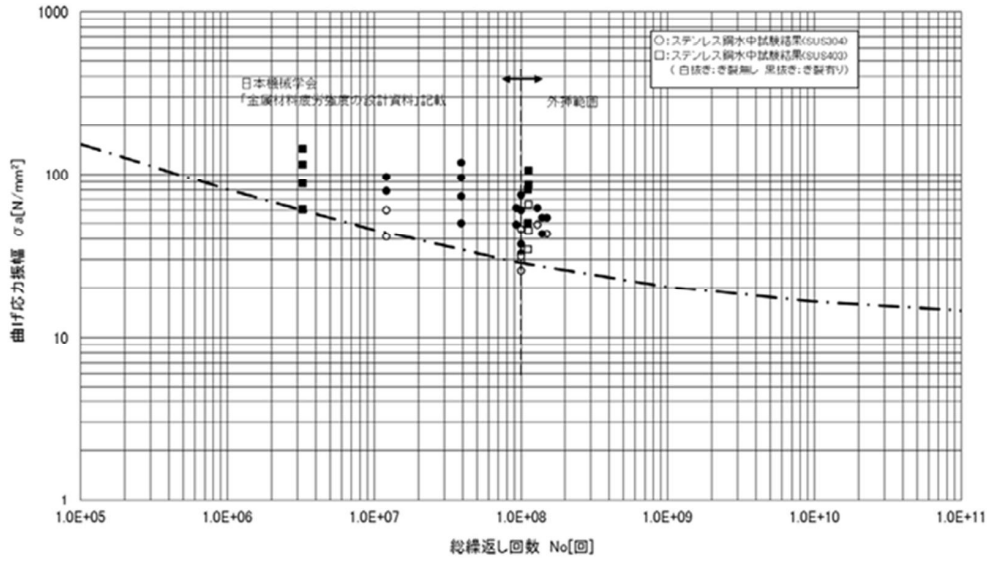


図9 繰返し回数と曲げ応力振幅の関係

## 6. まとめ

ステンレス鋼によるフレットング水中試験の結果は文献のデータにより定めた評価曲線を下回るデータは得られず、評価曲線が妥当であることが確認できた。

以上

## 参考文献

- (1) 日本機械学会編 金属材料疲労強度の設計資料(1)一般, 寸法効果, 切欠効果(改訂第2版), p.180, (1996)
- (2) 社団法人日本原子力学会 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,p108, (2009)

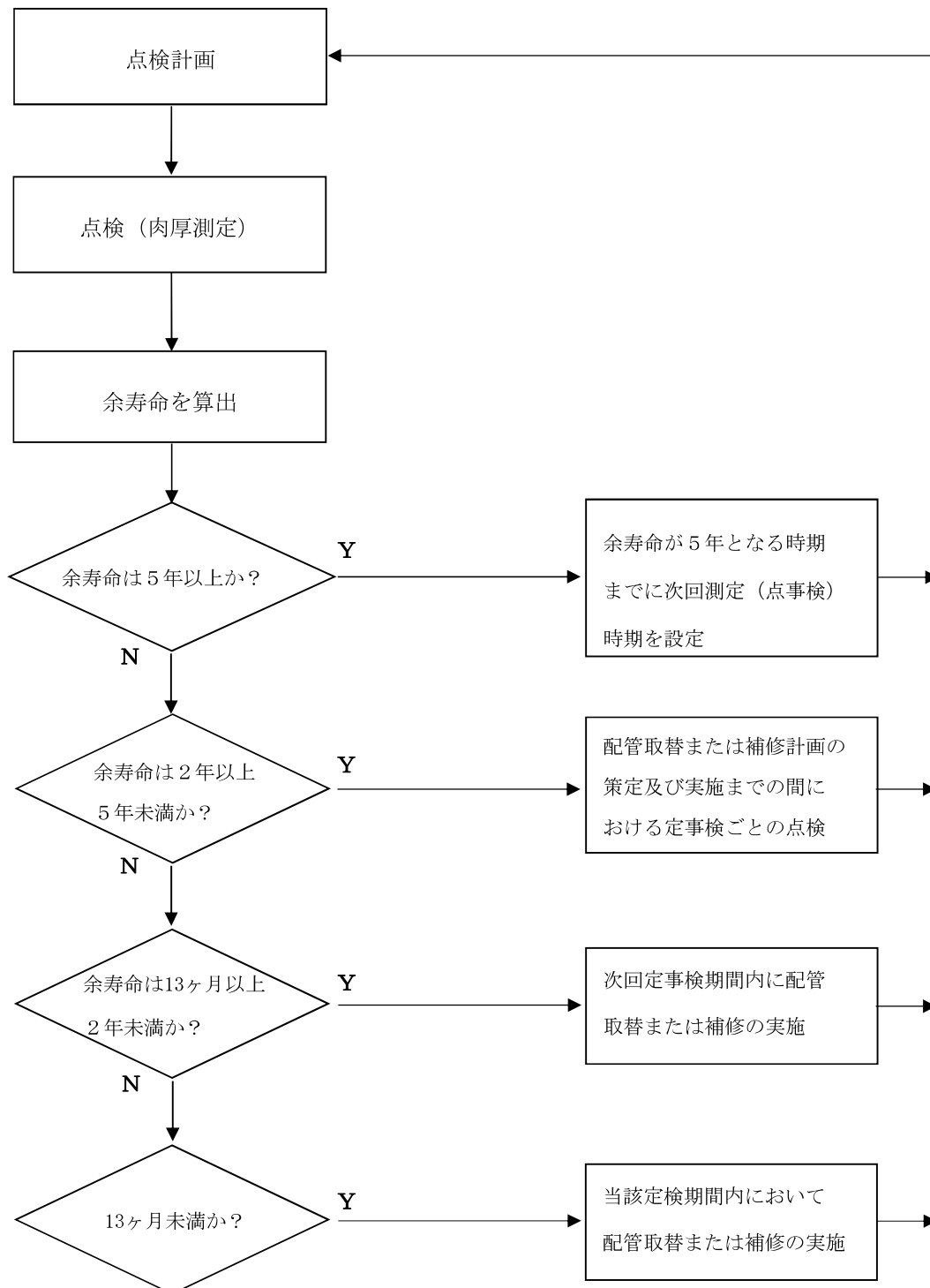
タイトル	ターボポンプ 主軸のフレットング疲労割れに対する保全内容
概要	充てん／高圧注入ポンプ、余熱除去ポンプの振動確認により機器の健全性を確認している内容を以下に示す。
説明	<p>① 振動診断技術による振動確認  実施時期：プラント運転中（1回/月程度）  保全の高度化として、回転機器の振動診断技術を導入しており、通常運転時の振動状態の傾向を監視し、回転機器の劣化又は故障の兆候の有無（軸受の異常、ミスアライメント等）を確認している。  振動計測においては、ポンプ運転状態の異常のないこと（通常運転時の振動状態と差異がないこと）を確認しており、許容値を上回るような異常な振動（想定しない過大荷重）がないことを確認することで、フレットング疲労割れが発生する状態でないことを確認できると考える。</p> <p>② 巡視点検での振動確認  実施時期：プラント運転中（毎日）  巡視点検（1回/日）においても運転員による触診、目視および必要に応じて聴診棒による聴診によって異常な振動等の有無を確認している。</p> <p>③ 中央制御室での振動確認  実施時期：プラント運転中（常時監視）  充てん／高圧注入ポンプ、余熱除去ポンプの軸受の振動速度は中央制御室の補機監視盤で確認可能であり、振動速度が上昇した場合には中央制御室に警報が発信する。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>



タイトル	腐食（流れ加速型腐食）に係る説明
説明	<p>以下について、次ページ以降に示す。</p> <p>別紙 8 - 3 - 1 2次系配管の流れ加速型腐食に対する肉厚管理について</p>

タイトル	2次系配管の流れ加速型腐食に対する肉厚管理について
概要	当社の2次系配管肉厚管理の内容を示す。
説明	<p>社内指針「2次系配管肉厚管理指針」を定め、本指針に従い2次系配管の肉厚管理を行っている。具体的には、超音波厚さ測定による結果に基づく余寿命評価から「次回測定（定事検）時期」または「取替時期」を設定している。</p> <p>添付-1に肉厚管理方法の概要を示す。</p>

## 「2次系配管肉厚管理指針」における肉厚管理方法の概要



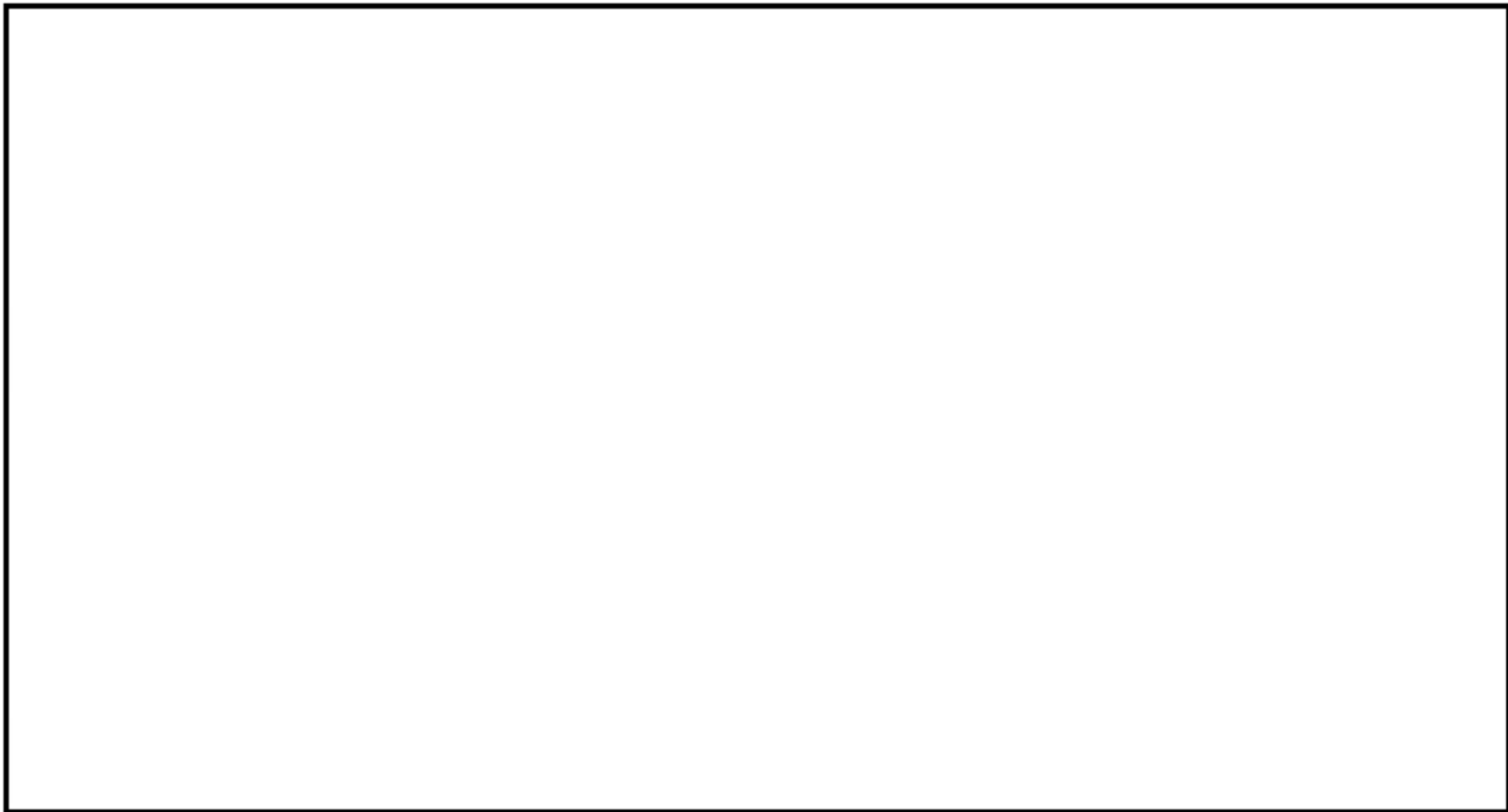
タイトル	劣化（中性子照射による靱性低下）に係る説明
説明	<p>以下について、次ページ以降に示す。</p> <p>別紙 8 - 4 - 1 炉内構造物 炉心槽の中性子照射による靱性低下</p>

タイトル	炉内構造物 炉心槽の中性子照射による靱性低下
概要	炉心槽の水中カメラによる目視確認について、その方法を以下に示す。
説明	<p>炉心槽に対しては日本機械学会 維持規格に規定されているVT-3として、水中テレビカメラによる目視確認を実施している。VT-3では、炉心槽に有意な異常（過度の変形、部品の破損、機器表面における異常等）がないことを確認している。炉心槽の可視範囲については、補足説明資料（照射誘起型応力腐食割れ）の4.2 現状保全の図4-4に図示している。</p> <p>なお、補足説明資料（照射誘起型応力腐食割れ）に示すとおり、炉心槽に照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性は小さいと考えているが、炉心槽溶接部に仮想亀裂（溶接線中心に全周亀裂）を想定した亀裂安定性評価を行った場合においても、不安定破壊は起こらないことを確認している。評価結果は、補足説明資料（照射誘起型応力腐食割れ）の別紙4に示す。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

タイトル	応力腐食割れに係る説明
説明	<p>以下について、次ページ以降に示す。</p> <p>別紙 8 - 5 - 1 蓄圧タンク管台の内面からの応力腐食割れ</p> <p>別紙 8 - 5 - 2 加圧器ヒータスリーブの応力腐食割れ</p> <p>別紙 8 - 5 - 3 弁棒の応力腐食割れ</p> <p>別紙 8 - 5 - 4 ステンレス鋼配管、計装配管の酸素型応力腐食割れ</p> <p>別紙 8 - 5 - 5 原子炉容器の冷却材入口管台の600系ニッケル基合金 使用部位の応力腐食割れ対策について</p> <p>別紙 8 - 5 - 6 川内 1 号炉と 2 号炉の主要機器の600系ニッケル基合金 使用部位における応力腐食割れ対策の差異について</p>

タイトル	蓄圧タンク管台の内面からの応力腐食割れ				
概要	蓄圧タンクでは、タンク本体の熱処理を行った後に管台を溶接しており、材料の鋭敏化はないとする根拠を以下に示す。				
説明	<p>ロビンソン発電所のほう酸注入タンクで発生した応力腐食割れについては、ステンレス鋼製部位を炭素鋼製部位と同様に熱処理していたため、著しく鋭敏化が進んでいたことが原因であったと報告されている。</p> <p>一方、川内 1 号炉の蓄圧タンクについては炭素鋼製部位の熱処理を実施した後にステンレス鋼製部位の取り付けを実施していることから、有意な鋭敏化は発生していない。添付 1 に蓄圧タンクの製作手順の概要を示す。</p> <p>なお、蓄圧タンク（炭素鋼）と管台（ステンレス鋼）の溶接材料はニッケル合金であり、詳細は以下のとおりである。</p> <table border="1" data-bbox="488 898 997 992"> <thead> <tr> <th data-bbox="488 898 724 943">銘柄</th> <th data-bbox="724 898 997 943">規格</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="488 943 724 992">NIC70A</td> <td data-bbox="724 943 997 992">JIS Z 3224 ENi6062</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">以上</p>	銘柄	規格	NIC70A	JIS Z 3224 ENi6062
銘柄	規格				
NIC70A	JIS Z 3224 ENi6062				

川内1号機 蓄圧タンク  
製作手順（概略）



8-5-1-2

添付 1



タイトル	加圧器ヒータスリーブの応力腐食割れ
概要	316系ステンレス鋼製のヒータスリーブでの応力腐食割れによる損傷事例に関し、酸素型応力腐食割れの特徴、民間研究での定荷重試験の試験条件及び試験結果を示す。
説明	<p>米国ブレイドウッド (Braidwood) 発電所 1 号炉で316系ステンレス鋼製のヒータスリーブに損傷が確認されている。</p> <p>図 1 に示すとおり、ヒータスリーブの溶接部が熱影響等により鋭敏化し、ヒータスリーブとヒータの隙間部で溶存酸素が高い場合に酸素型応力腐食割れが発生する可能性があることから、定荷重試験を実施し過度に鋭敏化したSUS316材でも、飽和酸素濃度 (8ppm) 環境下に置かれた時間が100時間未満では応力腐食割れの発生が認められていないという結果が得られている。</p> <p>一方、実機におけるヒータスリーブの使用・環境条件を検討した結果、溶存酸素濃度が高くなる期間は、最長でもプラント初回起動時の 40 時間程度<sup>*1</sup>であるためヒータスリーブの酸素型応力腐食割れが発生する可能性は極めて低いと考えられる。(※ 1 電力共通研究データ 加圧器ヒータスリーブ内の溶存酸素濃度が拡散及び酸化皮膜形成により器内水溶存酸素濃度と等価となる時間) なお、運転時の 1 次冷却材は溶存酸素濃度0.1ppm以下と適切に管理されており、加圧器ヒータスリーブ近傍も同等と考えている。</p> <div data-bbox="438 1176 1337 1758" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> </div> <p>図 1 定荷重応力腐食割れ試験結果 (電力共通研究データ)</p> <p>※ 2 鋭敏化度は、測定した単位面積あたりの電気量を測定面での結晶粒度で補正した値としている。GBA (Grain Boundary Area) は、結晶粒界の面積を表す</p>

タイトル	弁棒の応力腐食割れ
概要	弁棒の水素脆化型応力腐食割れの特徴、発生要因、通常の応力腐食割れとの主な相違および弁棒に付加される応力を以下に示す。
説明	<p>水素脆化型応力腐食割れについて、主な特徴等を以下に示す。</p> <p>1. 水素脆化型応力腐食割れ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発生要因 陽極の腐食反応で生じた水素が陰極で吸収されて割れる(HE型 : hydrogen embrittlement)</li> <li>・特徴 引張強度が高い材料ほど起こり易い</li> </ul> <p>2. 通常の応力腐食割れ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発生要因 陽極の腐食反応が活性経路に沿って進んで割れる(APC 型 : Active pass corrosion)</li> </ul> <p>3. 相違点 上述のとおり、応力腐食割れはアノード溶解作用が支配的である。一方、水素脆化型応力腐食割れは水素の影響による脆性的な破壊である。</p> <p>【弁のバックシートに関する運用について】 川内 2 号機の抽出ライン弁棒折損トラブル (1989 年) 以降は、手動弁については、バックシート操作を実施しない運用に変更し、弁棒には応力が付加されないような運用としている。 電動弁のうち、開側がトルクシートの弁については弁棒にかかるピーク応力を低減 <input type="text"/> 以下) している。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

タイトル	ステンレス鋼配管、計装配管の酸素型応力腐食割れ
概要	<p>高温かつ溶存酸素濃度が高くなる可能性のある範囲のステンレス鋼配管（計装用取出配管含む）において、耐応力腐食割れ性に優れたSUS316系材料を採用することにより、応力腐食割れが発生する可能性が小さくなる根拠を以下に示す。</p>
説明	<p>SUS304系材料(18Cr-8Ni)とSUS316系材料(18Cr-12Ni-2.5Mo)を比較した場合、図1に示すとおりSUS316系材料の方が耐応力腐食割れ性に優れていることが知られている。SUS316はMoを添加することにより耐食性を向上させた材料であり、図2のとおり強鋭敏化ステンレス鋼(18Cr-12Ni)でもMoを添加することで高温水中における耐SCC性が向上することが報告されている。そのため、応力腐食割れが発生する可能性は小さいと考えている。</p> <p>川内原子力1号炉においては、高温かつ溶存酸素濃度が高くなる可能性のある範囲については、炭素含有量を0.05%以下に制限したSUS316系材料を使用している。</p> <p>溶接熱影響部は入熱により鋭敏化する可能性があり、その鋭敏化は材料の炭素量が多いほど生じやすく、応力腐食割れ感受性を増加させることが知られている。しかし、図3のとおり、炭素含有量を0.05%以下に制限することで、鋭敏化度は<math>2C/cm^2 \cdot GBA</math>を下回ることが確認されており、図4に示すとおり、PWR水質の酸素飽和環境下において、<math>2C/cm^2 \cdot GBA</math>以下ではSUS316系材料の応力腐食割れ発生の感受性は無いことが確認されている。</p>

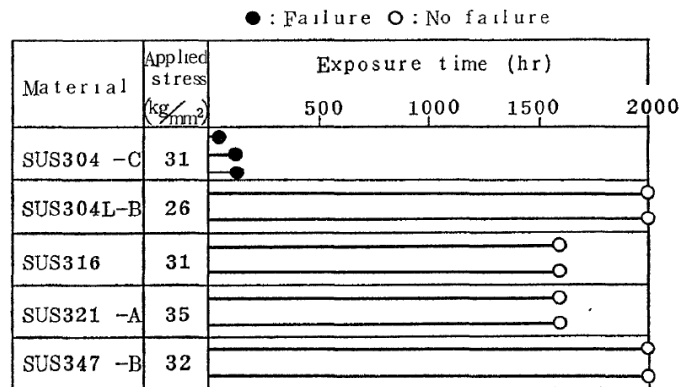


図1 ステンレス鋼の応力腐食割れ感受性

[出典: 庄司三郎ら、「ステンレス鋼の高温水中における応力腐食割れ感受性」、防食技術、29、323-329 (1980)]

(説明) 複数鋼種の鋭敏化処理 (620°C×24h) 試験片について、250°Cの酸素飽和純水中で単軸引張試験を実施したもの。SUS304 (0.06%C材) は破断したが、SUS316 (0.07% C材) を含む他の鋼種は破断せず、SUS316の耐応力腐食割れ性が優れていることが分かる。

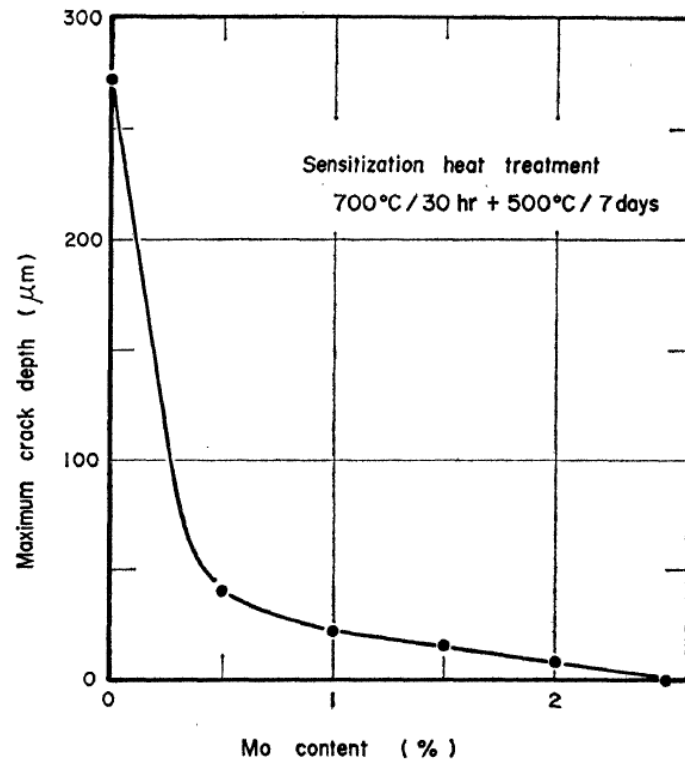


図2 強鋭敏化 18Cr-12Ni ステンレス鋼の SCC 感受性に及ぼすモリブデン添加の影響  
(CBB 試験 : 250°C、20 ppm DO, 310 h)

[出典 : M. Akashi and T. Kawamoto, "The Effect of Molybdenum Addition on SCC Susceptibility of Stainless Steels in Oxygenated High Temperature Water," *Boshoku Gijutsu*, 27, 165-171, (1978)]

(説明) SUS316は、SUS304相当のステンレス鋼にMoを添加することにより、耐食性を向上させた材料である。図は高温水中における応力腐食割れ特性に及ぼすMoの影響を評価したもので、CBB試験の結果では2.5%程度のMo添加により最大亀裂深さが大きく抑制されている。

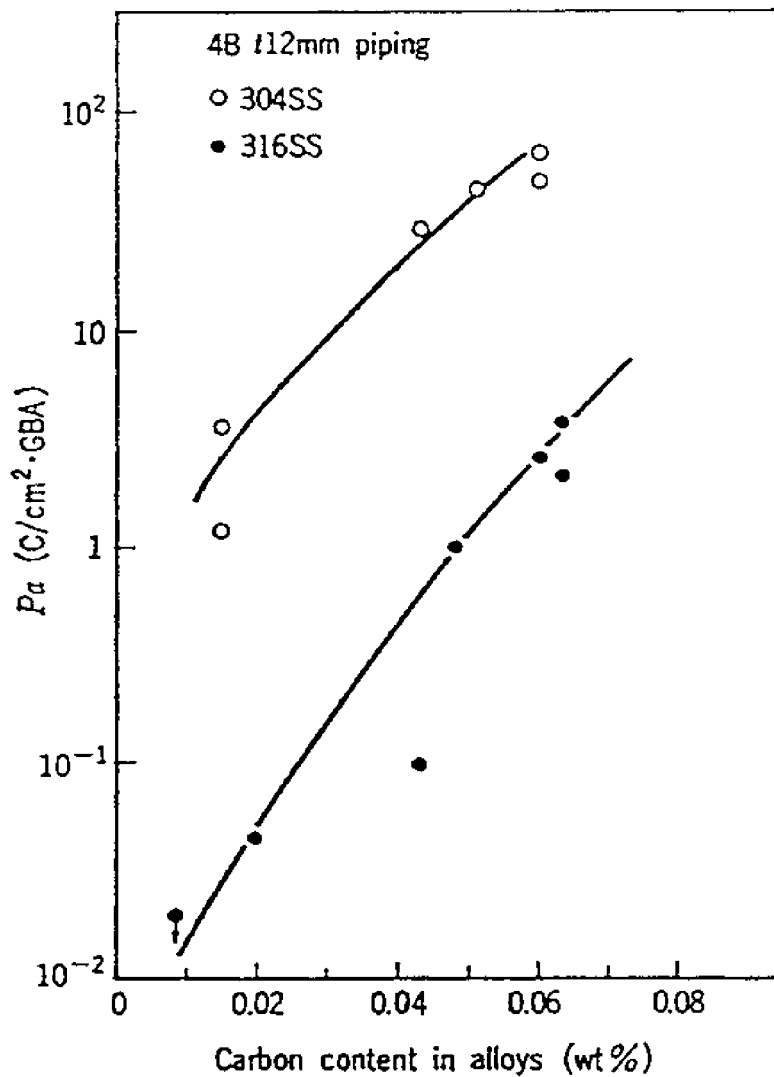


図3 材料および母材の炭素量の影響

[出典：水原ら、「高温水中のステンレス鋼の応力腐食割れ感受性に及ぼす鋭敏化度及びほう酸の影響」、三菱重工技報、Vol.19、No.6（1982）]

(説明) 炭素量の異なるSUS304およびSUS316配管を供試材として、同一溶接条件にて溶接継手を製作し管内面の鋭敏化度を測定したものである。SUS304、SUS316それぞれ炭素量が多いほど鋭敏化度 (Pa) が大きくなる結果が得られている。

(鋭敏化度 (Pa) は、測定した単位面積あたりの電気量を測定面での結晶粒度で補正した値としている。GBA (Grain Boundary Area) は、結晶粒界の面積を表す。)

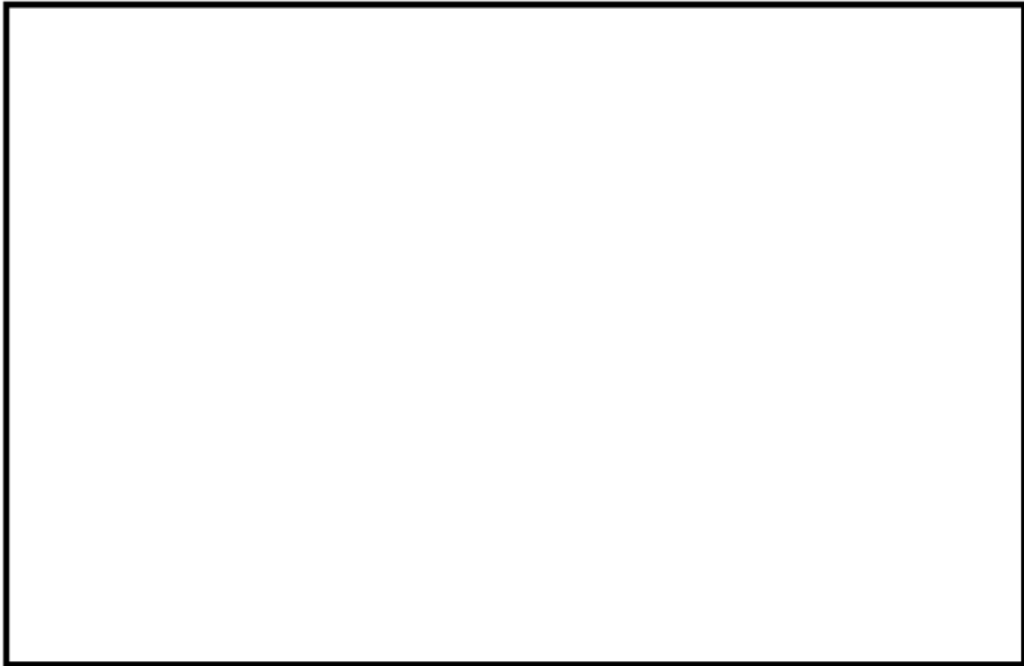


図4 EPR値とSCC感受性との相関性

[出典：水原ら、「高温水中のステンレス鋼の応力腐食割れ感受性に及ぼす鋭敏化度及びほう酸の影響」、三菱重工技報、Vol. 19、No.6（1982）]

注）出典元図中にその後の追加データを加えて見直したもの

※縦軸はSSRT試験における破面の全断面積とSCC破面の面積との比をSCC感受性パラメータとして定義

タイトル	原子炉容器の冷却材入口管台の600系ニッケル基合金使用部位の応力腐食割れ対策について				
概要	原子炉容器の冷却材入口管台の600系ニッケル基合金使用部位の応力腐食割れ対策を以下に示す。				
説明	<p>1. 600系ニッケル基合金使用部位の応力腐食割れ対策</p> <p>原子炉容器の冷却材入口管台については、第17回定期検査時（2005年度）にウォータージェットピーニング（以下、W J Pという）を施工している。施工範囲を図1に示す。</p> <p>なお、原子炉容器の冷却材出口管台溶接部の接液部については、予防保全対策として690系ニッケル基合金クラッド施工を行っている。690系ニッケル基合金は、添付1に示す電力共同研究による690系ニッケル基合金の温度加速定荷重応力腐食割れ試験の結果から、応力腐食割れが発生する可能性は小さいと考えられる。</p> <p>応力改善として、原子炉容器周りについては、気中環境の創出が困難なため、水中施工が可能なW J Pを施工している。</p> <p>2. W J Pの効果</p> <p>W J Pの効果について、公開されている資料を添付2に示す。W J P施工後は表面に圧縮応力が得られることが確認されている。</p> <p>持続性については、三菱重工業株式会社「ピーニングによる応力腐食割れ防止効果に関する研究」（出典：日本保全学会 第7回学術講演会要旨集）において、下記の通り各種条件で圧縮残留応力が保持されていることを確認していることから、W J Pの持続性に問題はないと判断している。（添付3参照）</p> <p>3. ピーニング施工以降の検査実績</p> <p>原子炉容器の冷却材入口管台については、W J P施工以降の第25回定期検査時（2019～2020年度）に超音波探傷検査を実施し、機器の健全性を確認している。</p> <p>探傷面を以下表に示す。</p> <table border="1" data-bbox="488 1411 1235 1482"> <tr> <td></td> <td>超音波探傷検査</td> </tr> <tr> <td>原子炉容器冷却材入口管台</td> <td>内面</td> </tr> </table>		超音波探傷検査	原子炉容器冷却材入口管台	内面
	超音波探傷検査				
原子炉容器冷却材入口管台	内面				



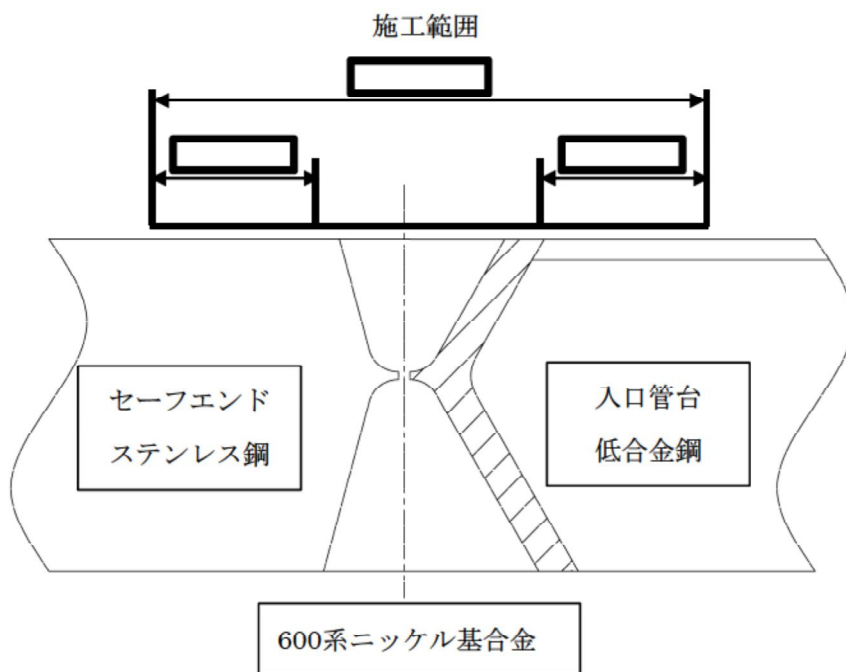


図1 原子炉容器冷却材入口管台のウォータージェットピーニングの施工範囲

8-5-5-8

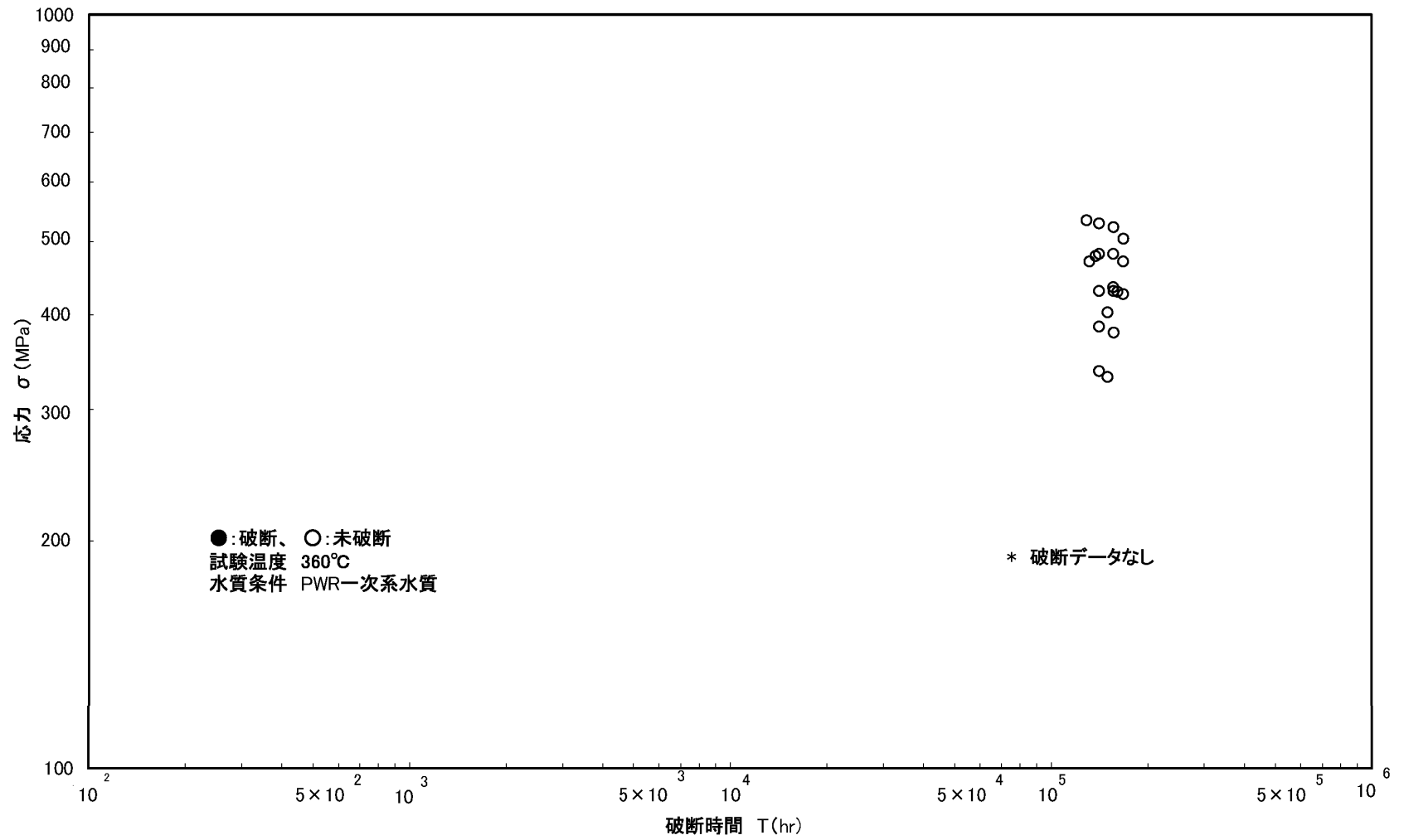


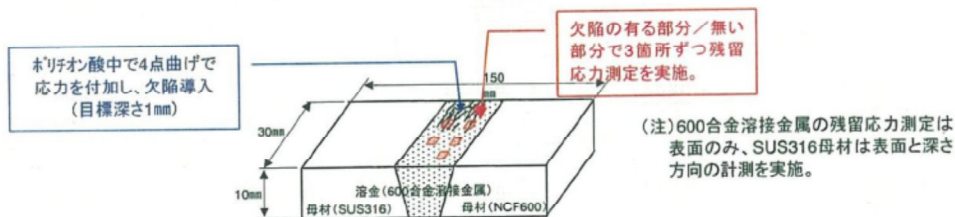
図 690系ニッケル基合金の定荷重応力腐食割れ (SCC) 試験結果  
[出典：電力共同研究「690合金のPWSCC長期信頼性確証試験 (STEP5) 2020年度 (最終報告書)」]

出典：MHI-NES-1043改0 平成21年7月「加圧水型軽水炉 原子炉容器及び蒸気発生器 600系Ni基合金部に適用するピーニング方法の応力腐食割れ防止に関する有効性評価書」

表1 試験片及び潜在欠陥導入条件

	600合金溶接金属	ステンレス鋼母材
試験片形状	平板継手試験片 (長さ150mm×幅30mm×厚さ10mm)	平板試験片 (長さ150mm×幅30mm×厚さ10mm)
材質 (注)	母材：NCF600+SUS316 溶金：600系合金 潜在欠陥導入前に鋭敏化熱処理実施	母材：SUS316 潜在欠陥導入前に鋭敏化熱処理実施
潜在欠陥導入条件	4点曲げにより応力を負荷した状態で室温ポリチオン酸溶液に浸漬し、600合金溶接金属部に欠陥導入(目標深さ1mm)	4点曲げにより応力を負荷した状態で室温ポリチオン酸溶液に浸漬し、316母材部に欠陥導入(目標深さ1mm)
試験片数	ピーニング方法毎に1体	ピーニング工法毎に1体

(注) WJP/USPの対象材料は、600合金溶接金属の母材と溶接金属、ステンレス鋼の母材と溶接金属がある。材料の違いによる影響は有意ではないと考えられるが、本評価書では600合金溶接金属と316系ステンレス鋼母材を代表に試験を行い、材質による有意な違いのないことを確認する。



図はSUS316/NCF600の平板継手試験片の600溶接金属部に潜在欠陥を導入した例を示す。  
本確認では同寸のSUS316母材の平板試験片のSUS316母材部に潜在欠陥を導入した試験片も対象とした。

図1 試験片の形状(600合金溶接金属の試験片の例)

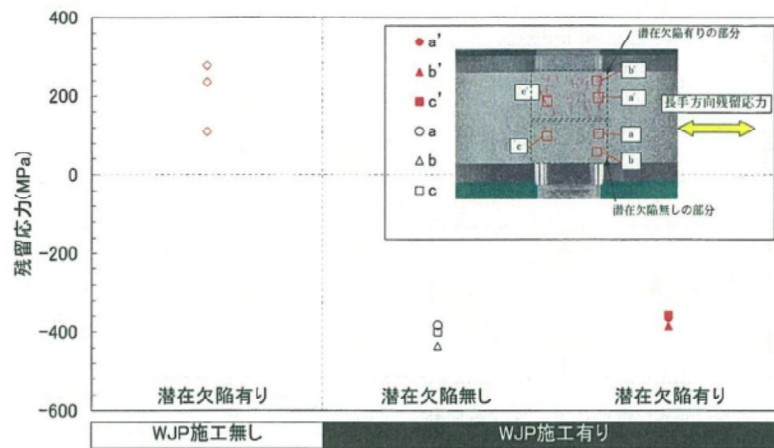


図3 WJP 施工した潜在欠陥有り及び無しの部分の残留応力測定結果 (600 合金溶接金属)

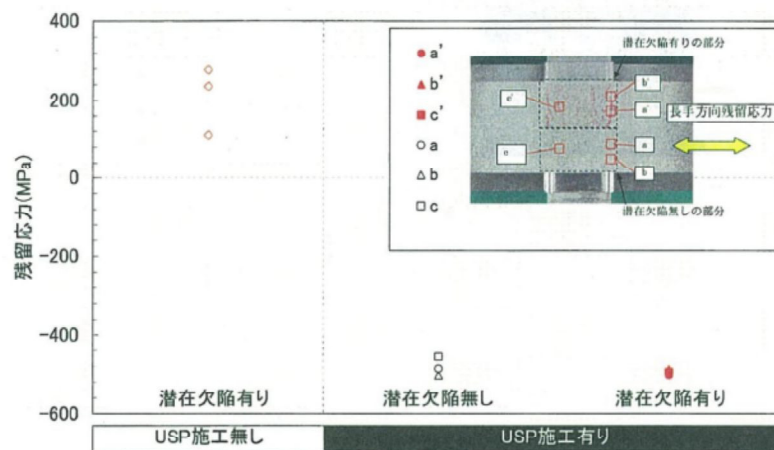


図4 USP 施工した潜在欠陥有り及び無しの部分の残留応力測定結果 (600 合金溶接金属)

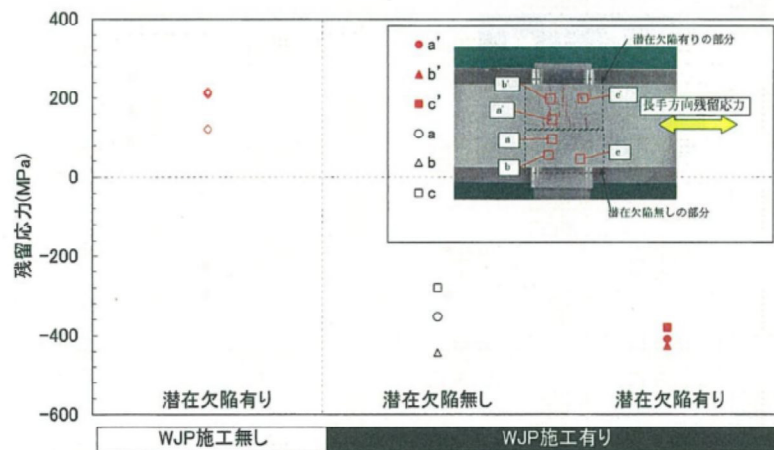


図5 WJP 施工した潜在欠陥有り及び無しの部分の残留応力測定結果 (SUS316 母材)

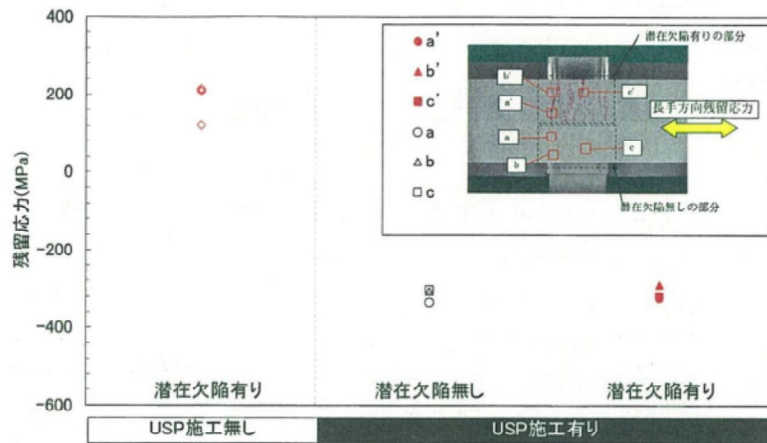


図6 USP 施工した潜在欠陥有り及び無しの部分の残留応力測定結果 (SUS316 母材)

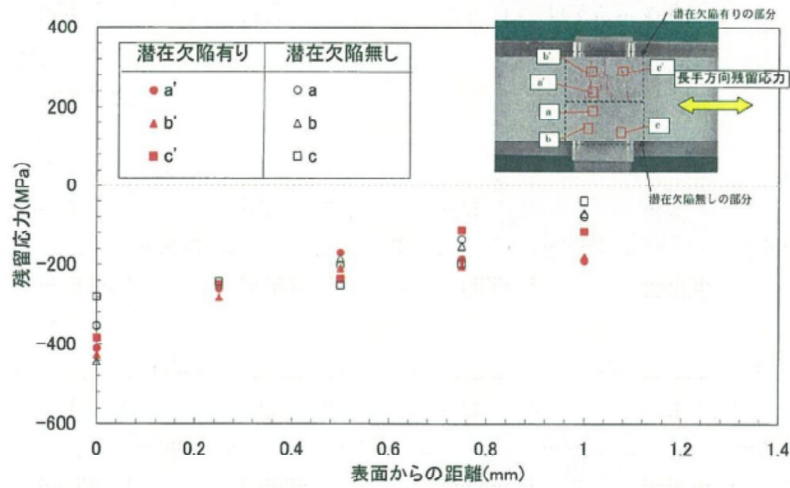


図7 WJP 施工した潜在欠陥有り及び無しの部分の残留応力測定結果 (SUS316 母材)

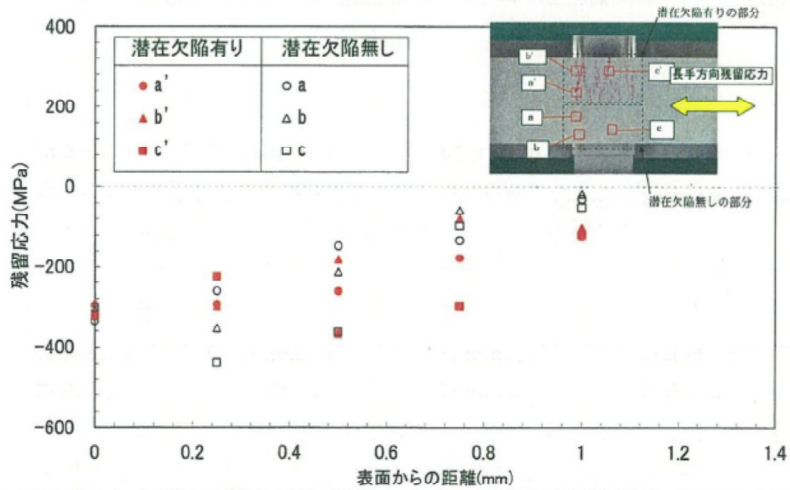


図8 USP 施工した潜在欠陥有り及び無しの部分の残留応力測定結果 (SUS316 母材)

## ピーニングによる応力腐食割れ防止効果に関する研究

Study on mitigation of stress corrosion cracking by peening

三菱重工株式会社 技術本部 高砂研究所 前口貴治 Takaharu MAEGUCHI  
 堤一也 Kazuya TSUTSUMI  
 豊田真彦 Masahiko TOYODA  
 太田高裕 Takahiro OHTA  
 岡部武利 Taketoshi OKABE  
 佐藤知伸 Tomonobu SATO

三菱重工株式会社 神戸造船所

In order to verify stability of residual stress improvement effect of peening for mitigation of stress corrosion cracking in components of PWR plant, relaxation behavior of residual stress induced by water jet peening(WJP) and ultrasonic shot peening(USP) on surface of alloy 600 and its weld metal was investigated under various thermal aging and stress condition considered for actual plant operation. In the case of thermal aging at 320-380°C, surface residual stress relaxation was observed at the early stage of thermal aging, but no significant stress relaxation was observed after that. Applied stress below yield stress does not significantly affect stress relaxation behavior of surface residual stress. Furthermore, it was confirmed that cyclic stress does not accelerate stress relaxation.

Keywords: Residual stress, Stress corrosion cracking, Water jet peening, Ultrasonic shot peening

### 1. 緒言

構造物の高温水中における劣化事象の一つとして応力腐食割れ (SCC : Stress Corrosion Cracking) がある。その発生原因が構造物に生じた引張残留応力である場合、残留応力の低減が劣化防止対策として有効である。

加圧水型原子力プラント (PWR) の一次系環境下で 600 系 Ni 基合金が使用されている部位では、応力腐食割れ (PWSCC : Primary Water Stress Corrosion Cracking) の懸念があり、蒸気発生器 (SG : Steam Generator) 出入口管台や原子炉容器出入口管台等に対する予防保全策として超音波ショットピーニング (USP : Ultrasonic Shot Peening), ウォータージェットピーニング (WJP : Water Jet Peening) をはじめとした残留応力低減 (改善) 技術を適用中である[1][2]。Fig.1 に原子炉容器における WJP 適用箇所を、Fig2 に蒸気発生器における USP 適用箇所をそれぞれ示す。

残留応力は機械的・熱的エネルギーの付与により減少 (緩和) する。これは塑性変形やクリープ変形の結果、初期の弾性歪が非弾性歪に変換されることによって生じる[3][4][5]。WJP や USP (以下、ピ

ーニングとする) を施工した箇所においても、熱効や変動応力によって施工後の応力緩和が想定されるが、SCC 抑制効果の観点からプラント寿命に相当する期間中において、十分な残留応力改善効果が持続することが必要である。そこで、ピーニング施工後、実機の条件を加速模擬した高温において

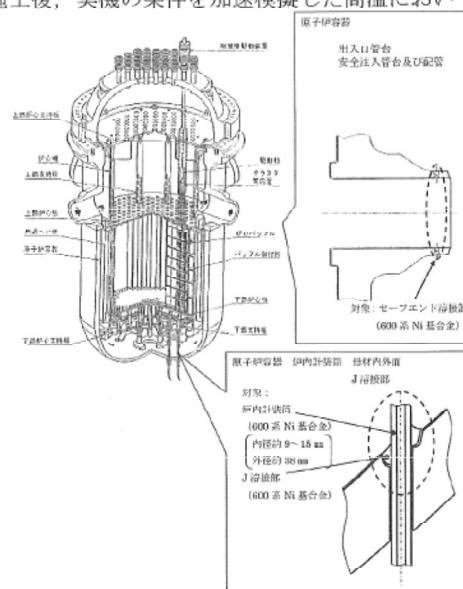


Fig.1 PWR プラント原子炉容器における WJP 施工箇所

連絡先:前口貴治  
 高砂研究所 材料・強度研究室  
 〒674-8686 兵庫県高砂市荒井町新浜 2-1-1  
 E-mail:takaharu\_maeguchi@mhi.co.jp