

伊方発電所3号炉審査資料	
資料番号	SIN3-PLM30-共通

伊方発電所 3 号炉 高経年化技術評価
(共通事項)

補足説明資料

令和 5 年 1 1 月
四国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る
事項ですので公開することはできません。

目次

1. はじめに	1
2. 今回実施した高経年化技術評価について	2
2.1 高経年化技術評価の実施体制および実施手順	3
2.2 高経年化技術評価の前提とする運転状態	15
2.3 評価対象となる機器および構造物の抽出	16
2.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	19
2.5 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対する健全性評価	21
2.6 耐震安全性評価	22
2.7 耐津波安全性評価	24
2.8 冷温停止を前提とした評価	25
2.9 高経年化技術評価に係る全体プロセス	26
3. 伊方発電所における保全活動	27
別紙1. 協力事業者の力量管理方法について	1-1
別紙2. 原子力施設情報公開ライブラリ情報で最終報告ではない情報について	2-1
別紙3. 消耗品・定期取替品の定義および抽出方法について	3-1
別紙4. 文書体系における現状保全に係るプログラムについて	4-1
別紙5. スペアパーツの取り組みについて	5-1
別紙6. 日常劣化管理事象等について	6-1
別紙7. 日常劣化管理事象以外の事象について	7-1
別紙8. 事象別の補足説明について	8-1

1. はじめに

(1) 本資料について

本資料は、伊方発電所3号炉の高経年化技術評価書の補足として、共通的な事項である実施体制および実施手順等について取りまとめたものである。

(2) 保安規定変更認可申請について

伊方発電所3号炉は、平成6年(1994年)12月15日に営業運転を開始し、令和6年(2024年)12月に運転開始後30年を経過することから、原子炉等規制法¹第43条の3の22第1項および実用炉規則²第82条第1項の規定に基づき、原子力規制委員会内規「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド」(以下、「実施ガイド」という。)に従い、伊方発電所3号炉について、安全上重要な機器等の経年劣化に関する技術的な評価(高経年化技術評価)を行い、この評価の結果に基づき、10年間に実施すべき施設管理に関する方針(長期施設管理方針)を策定した。

また、原子炉等規制法第43条の3の24および実用炉規則第92条の規定に基づき、「伊方発電所原子炉施設保安規定」(以下、「保安規定」という。)に長期施設管理方針を反映するため、保安規定変更認可申請を行った。

¹ 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(昭和32年法律第166号)

² 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則(昭和53年通商産業省令第77号)

2. 今回実施した高経年化技術評価について

伊方発電所についての高経年化技術評価および長期施設管理方針に関しては、保安規定 第119条の4において規定しており、これに基づき実施手順および実施体制を定め、伊方発電所3号炉について高経年化技術評価を行い、この評価の結果に基づき、長期施設管理方針を策定した。

2.1 高経年化技術評価の実施体制および実施手順

保安規定に基づく品質マネジメントシステム計画に従い、高経年化技術評価の実施体制を構築している。

高経年化技術評価の実施体制は、「原子炉施設の高経年化対策検討要領」に従い策定した「高経年化技術評価対策検討実施計画書」（以下、「実施計画書」という。）により評価の実施体制を構築している。

具体的な実施体制は図-1のとおり。それぞれの責任と権限は以下のとおり。

- 原子力部発電管理部長
高経年化技術評価書全体の承認を行う。
- 原子力部 設備保全グループ
高経年化技術評価書のとりまとめ等の高経年化対策検討に係る全体調整を行う。
また、原子力部 核物質防護・工事グループおよび原子力部 耐震設計グループとともに、機械・電気設備に係る高経年化対策検討を行うとともに、高経年化技術評価書の作成と妥当性確認を行う。
- 土木建築部長
コンクリート構造物および鉄骨構造物に係る高経年化技術評価書の承認を行う。
- 土木建築部 設備保全推進グループ
コンクリート構造物および鉄骨構造物に係る高経年化対策検討を行うとともに、高経年化技術評価書の作成と妥当性確認を行う。

(主な業務)

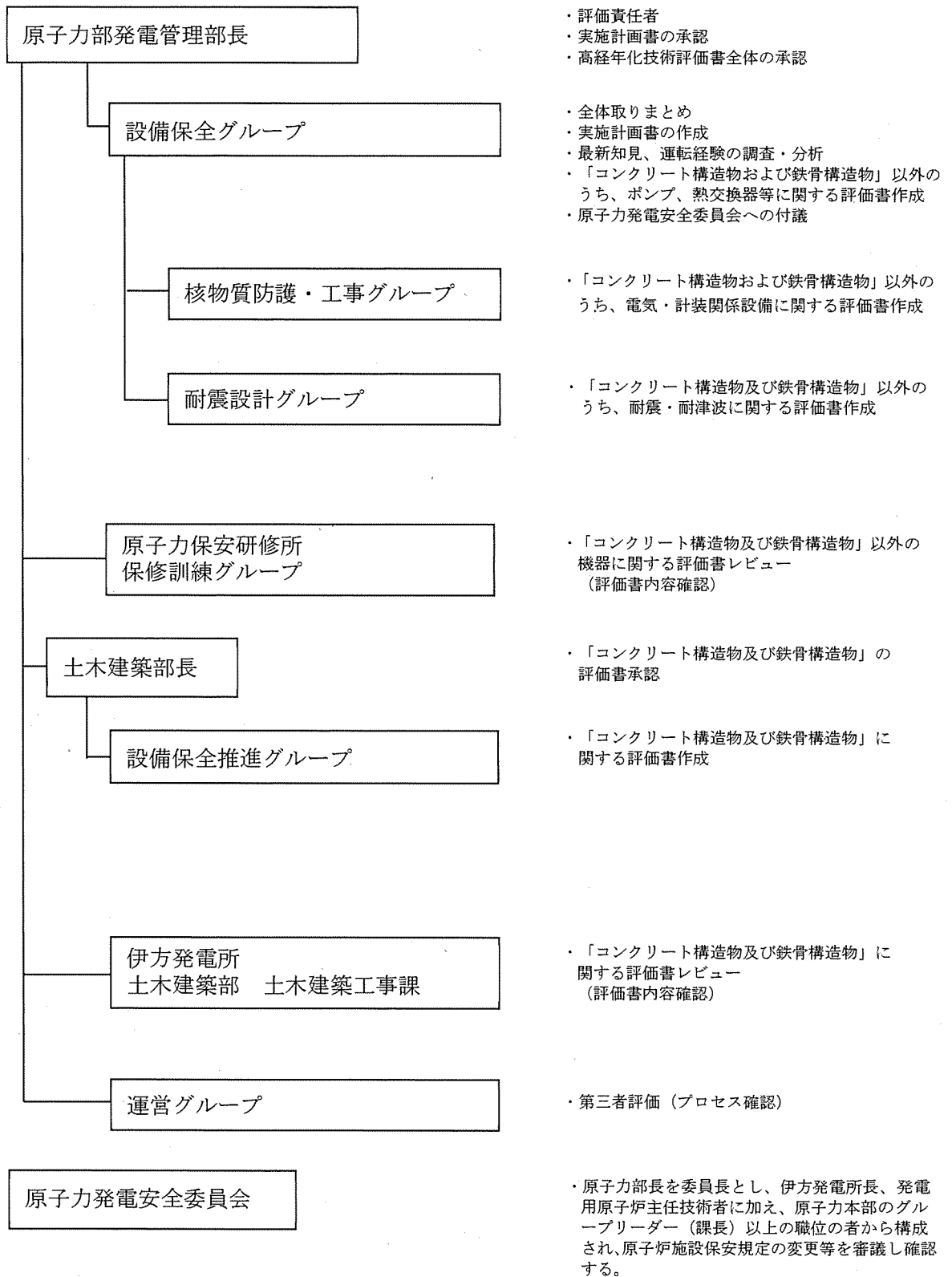
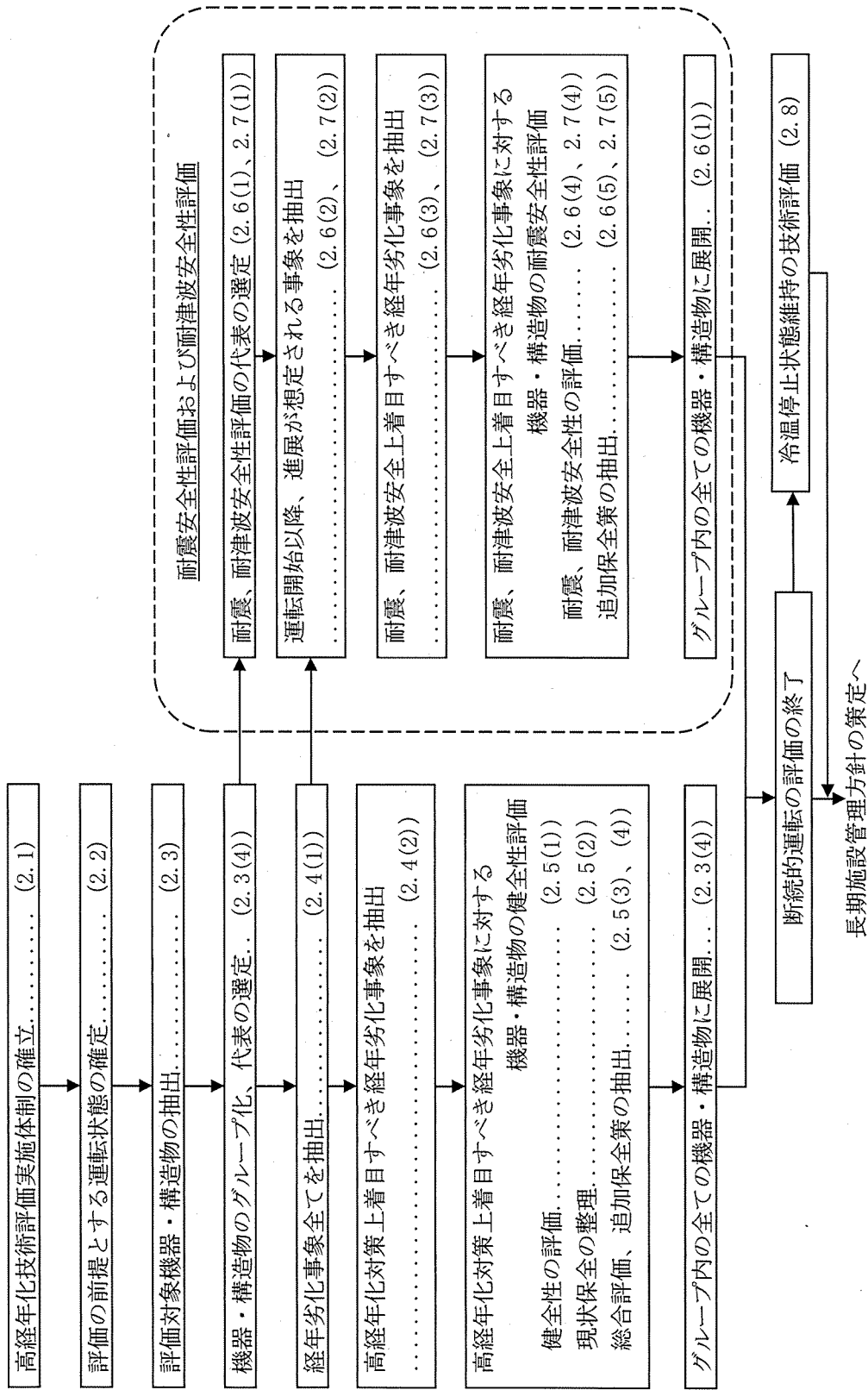


図-1 高経年化技術評価の実施体制

高経年化技術評価の実施手順は、実施ガイド、「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」（以下、「学会標準2008版」という。）などに準拠して策定した「高経年化対策検討実施手順書」（以下、「実施手順書」という。）により確立している。

高経年化技術評価の流れを図－2、具体的な実施手順を2.2～2.8に示す。また、評価書等の内容のレビュー、実施手順の確認および評価書等の承認プロセスについて2.9に示す。



注 フロー中括弧内の番号は、本資料での記述箇所を示す。

図-2 高経年化技術評価の流れ

(1) 高経年化技術評価に係る品質マネジメントシステムの文書体系

高経年化技術評価に係る品質マネジメントシステム (QMS) の文書体系を図-3に示す。

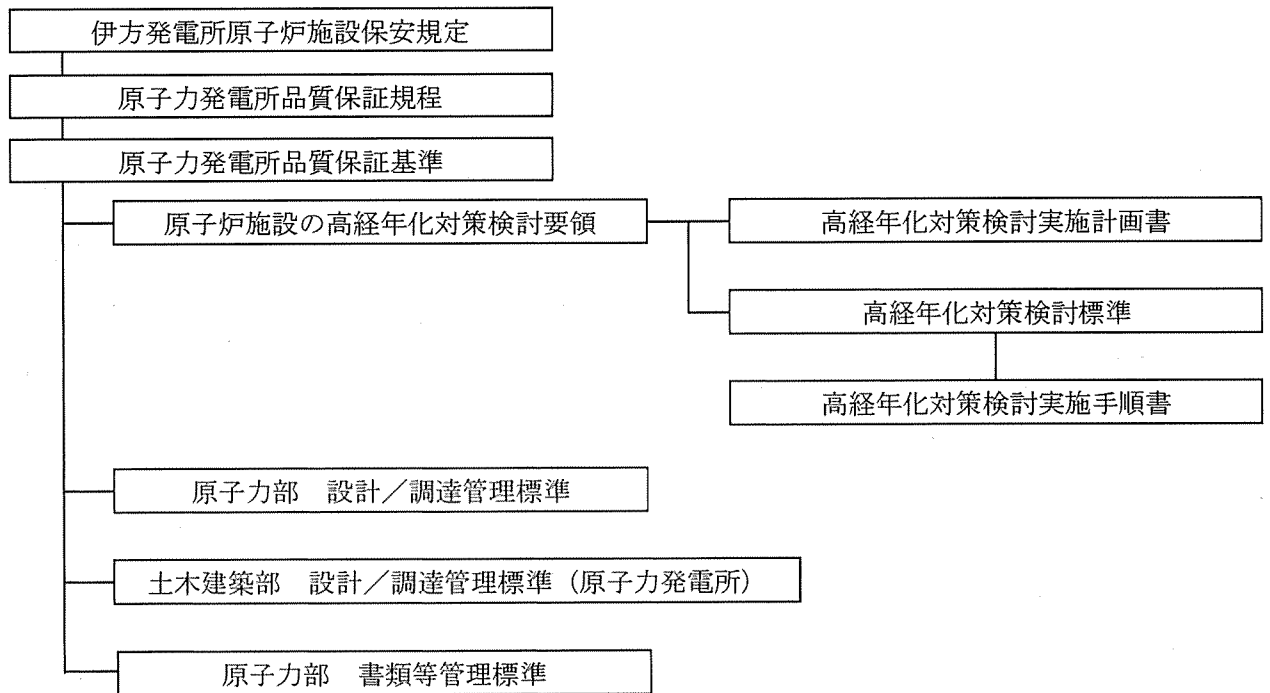


図-3 高経年化技術評価に係る品質マネジメントシステム文書体系

各文書の規定範囲は以下のとおり。

a. 1次文書

(a) 原子力発電所品質保証規程

原子力発電所における安全のための品質マネジメントシステムの構築、実施および改善を行う上で、社長が実施すべき事項を中心に必要となる基本的事項を定め、品質保証活動を的確かつ効率的に推進することを目的とした規程。

(b) 原子力発電所品質保証基準

伊方発電所原子炉施設保安規定および原子力発電所品質保証規程に基づき、品質マネジメントシステムに関して原子力本部長等が実施する事項を定めることを目的とした基準。

b. 2次文書

(a) 原子炉施設の高経年化対策検討要領

一定期間毎に最新の技術的知見に基づき、伊方発電所の安全性および信頼性を総合的に評価することを定め、伊方発電所の安全性等のより一層の向上を図ることを目的とした要領。

(b) 高経年化対策検討標準

「原子炉施設の高経年化対策検討要領」に基づき、高経年化対策検討を実施するための評価方法等、ならびに高経年化対策検討に関する評価・報告書作成等の業務に従事する要員の力量および教育・訓練またはその他の処置等に関する具体的な事項を定めることにより、高経年化対策検討を的確に実施することを目的とした標準。

(c) 原子力部 設計／調達管理標準

「伊方発電所原子炉施設保安規定」、「原子力発電所品質保証規程」および「原子力発電所品質保証基準」に基づき、原子力部において実施する設計、調達等の業務を的確に実施することを目的とした標準。

(d) 土木建築部 設計／調達管理標準（原子力発電所）

「伊方発電所原子炉施設保安規定」、「原子力発電所品質保証規程」および「原子力発電所品質保証基準」に基づき、土木建築部において実施する設計、調達等の業務を的確に実施することを目的とした標準。

(e) 原子力部 書類等管理標準

「伊方発電所原子炉施設保安規定」、「原子力発電所品質保証規程」および「原子力発電所品質保証基準」に基づき、原子力部において実施する文書および品質記録の管理の具体的方法を明確にすることを目的とした標準。

c. 3次文書

(a) 高経年化対策検討実施計画書

高経年化対策検討および評価書作成を実施するにあたり、実施体制および実施スケジュールを定めているもの。

(b) 高経年化対策検討実施手順書

「高経年化対策検討標準」に基づき、高経年化対策検討に関する手順等を定め、高経年化対策検討の適切な実施に資することを目的とした手順書。

(2) 高経年化技術評価の実施に係る協力事業者の管理

高経年化技術評価に係る業務を委託した協力事業者（四電エンジニアリング株式会社、株式会社四電技術コンサルタント、三菱重工業株式会社および三菱電機株式会社）について、原子力部 設計／調達管理標準、土木建築部 設計・調達管理標準（原子力発電所）に基づき以下の管理を行っている。

a. 調達先の評価

調達要求事項に適合する調達製品等を供給できるかどうかの能力について評価している。

b. 調達要求事項の明確化

当社の要求事項は、調達文書（仕様書等）により明確にしている。

c. 品質保証体制等の確認

品質保証計画書により、品質保証体制等に問題の無いことを確認している。

d. 調達製品等の検証

調達製品等が、調達文書に規定した調達要求事項を満たしていることを、報告書の審査により検証している。また、必要に応じ、契約内容に基づいて、業務委託の履行状況を把握するものとしている。

(3) 高経年化技術評価の実施に関与する者の力量管理

高経年化技術評価の実施に関与する者に必要な力量および教育・訓練は、「高経年化対策検討標準」により表-1のとおり定めている。

表-1 高経年化技術評価の実施に関与する者に必要な力量および教育・訓練

力量	教育・訓練*1
・原子力発電所における保守管理経験を2年以上有する者 または ・原子力発電所に係る改造工事等に関する設計管理業務の経験を有する者 または ・設計/調達管理標準で定める設計管理および調達管理業務に必要な力量を有する者 または ・担当グループリーダー等が上記と同等な力量を有すると判断できる資格(技能)を有する者	原子力保安研修所における以下の教育・訓練を受ける。 ・高経年化技術評価対象設備または類似設備*2に関する保守訓練 または ・原子力プラント設計コース(機械または電気・計装) または 担当グループリーダー等が必要と判断した教育・訓練

*1: 力量要件を満たしていない者に対して実施する。

*2: 類似設備とは、高経年化技術評価対象設備の保守訓練が実施できない場合に担当グループリーダー等が認めた場合をいう。

担当グループリーダー等は、「原子炉施設の高経年化対策検討要領」に基づき、高経年化技術評価の実施に関与する者が表-1の力量を有している事を確認し、業務を実施させている。また、高経年化技術評価の実施に関与する者の力量認定記録および教育・訓練の記録を保管している。

(4) 最新知見および運転経験の反映

高経年化技術評価においては、これまでに実施された先行プラントの高経年化技術評価書を参考にするとともに、最新知見および国内外の運転経験について高経年化技術評価への影響を整理し、反映要否を検討し、反映要と判断したものについて、高経年化技術評価に反映している。

a. 最新知見

(a) 調査対象期間

実施済みの伊方2号炉30年目高経年化技術評価において2010年3月までの最新知見を取りまとめており、これを活用することとし、その後の調査対象期間は2023年3月までとした。

なお、調査対象期間以降の最新知見についても適宜反映する。

(b) 調査範囲

調査対象期間中に発行された以下の情報等を検討し、高経年化技術評価を実施する上で新たに反映が必要な知見を抽出している。

- ・ 原子力規制委員会からの指示文書
- ・ 日本機械学会、日本電気協会、日本原子力学会の標準類
- ・ 原子力規制委員会により公開されている材料劣化に係る安全研究の情報

なお、上記以外にも、IAEAから発行された安全報告書（International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL) ; Safety Report Series No. 82, (2015)）ならびにIGALLの改定状況の確認や米国のEPRI (Electric Power Research Institute) との情報交換等を通じて海外知見のフォローにも努めている。

b. 運転経験

(a) 調査対象期間

北海道電力泊1号炉30年目高経年化技術評価までの知見が「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2022追補1」（以下、「学会標準2022追補版」という。）附属書C（規定）の経年劣化メカニズムまとめ表に取りまとめられておりこれを活用する。また、その後の調査対象期間は2023年3月までとした。

なお、調査対象期間以降の運転経験についても適宜反映する。

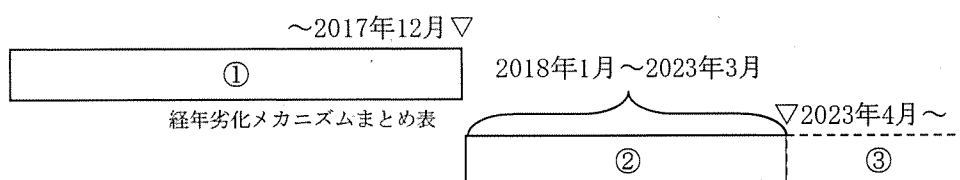
(b) 調査範囲

調査対象期間中に発行された以下の情報等を含めて、高経年化技術評価への反映可否をスクリーニングしている。

- ・ 国内の運転経験として、原子力施設情報公開ライブラリー³において公開されている“トラブル情報”および“保全品質情報”
- ・ 海外の運転経験として、米国原子力規制委員会（NRC）のBulletin、Generic LetterおよびInformation Notice

なお、上記以外にも、PWR海外情報検討会⁴で重要情報としてスクリーニングされた情報や、社外の組織（原子力安全システム研究所（INSS）、国内外のプラントメーカー等）から入手した情報についても、高経年化技術評価への反映可否の検討対象にしている。

調査対象期間における運転経験の高経年化技術評価への反映の考え方を図－4に示す。



- ① 2017年12月末までの運転経験（北海道電力泊1号炉30年目高経年化技術評価までの知見）は、学会標準2022追補版の経年劣化メカニズムまとめ表に取りまとめられており、これを活用した。
- ② 2018年1月から2023年3月までの運転経験について新たにスクリーニングを実施。
- ③ 2023年4月以降の運転経験については、適宜反映する。

図－4 高経年化技術評価に反映した運転経験の範囲

調査対象期間（②）中の運転経験は389件あり、経年劣化に起因するものは2件抽出され、高経年化技術評価に新たに反映が必要なものとして以下の運転経験が抽出された。また、海外の運転経験は4件⁵あり、経年劣化に起因するものは1件抽出されたが、高経年化技術評価に新たに反映が必要なものとして抽出されたものは無かった。

³ 原子力安全推進協会が運営する国内の原子力発電所のトラブル情報などをまとめて保管し、公開しているデータベース。

⁴ 国内PWR電力会社が構成委員となり、プラントメーカーの技術支援も受けてNRC情報以外（WANO情報、INPO情報等）も含めた海外運転経験を収集、分析している。

⁵ 海外の運転経験の件数は、NRCのBulletin、Generic LetterおよびInformation Noticeのみをカウントしており、その他の情報は含んでいない。

- ・ 仏国ベルビル2号炉 制御棒駆動機構のサーマルスリーブ摩耗
(2017年12月)
- ・ 大飯発電所3号炉 加圧器スプレイ配管溶接部における有意な指示
(2020年8月)
- ・ 高浜発電所4号炉 蒸気発生器伝熱管の損傷
(2020年11月)

また、調査対象期間(③)において原子力施設情報公開ライブラリー情報が最終報告となっていない情報についても、適宜更新情報を確認し、必要に応じて高経年化技術評価書の見直しを行う。

2.2 高経年化技術評価の前提とする運転状態

伊方発電所3号炉については、2013年7月8日に新規規制基準への適合性に係る申請を行い、審査を経て認可を受けており、技術基準⁶に適合していることから、高経年化技術評価は、原子炉の運転を断続的に行うことを前提としたものおよび冷温停止状態が維持されることを前提としたもの（燃料が炉心に装荷された状態のものを含む。以下同じ。）の各々について行う。

⁶ 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第6号）に定められる基準

2.3 評価対象となる機器および構造物の抽出

高経年化技術評価の対象は、安全重要度分類審査指針⁷上の重要度分類クラス1、2および3に該当する機器および構造物（実用炉規則別表第二において規定される浸水防護施設に属する機器および構造物を含む。）ならびに「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第5号）第43条第2項に規定される常設重大事故等対処設備」（以下、「常設重大事故等対処設備」という。）に属するものとする。

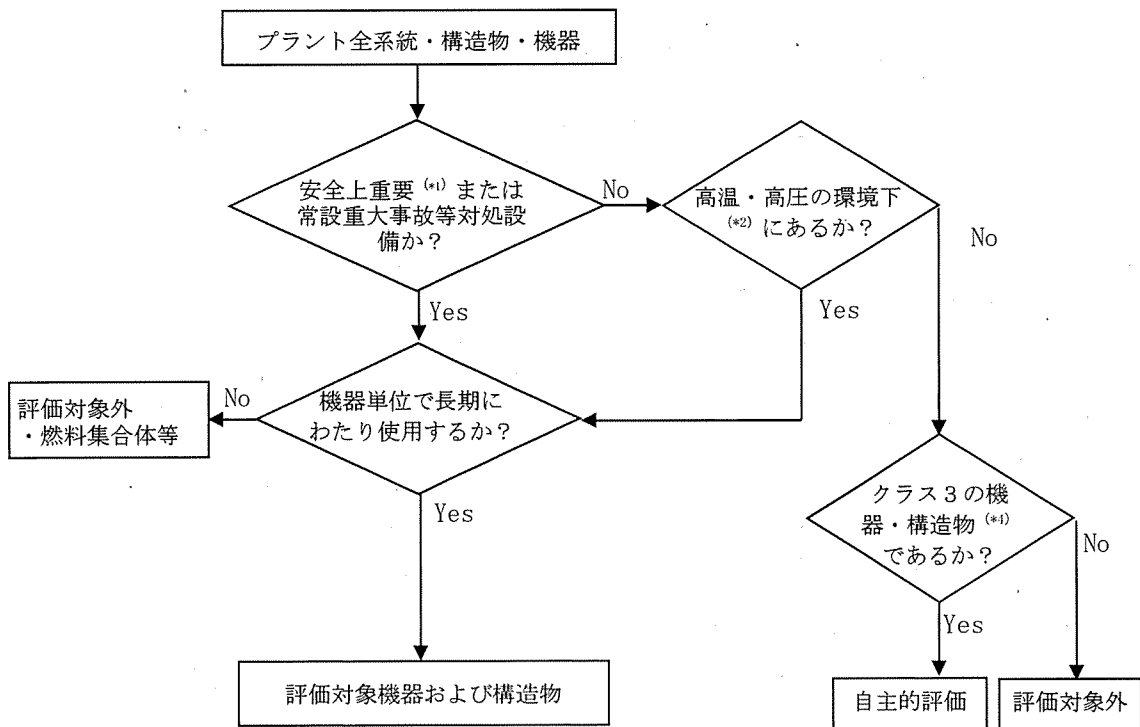
ただし、機器単位で定期的に取り替える機器（具体的には、燃料集合体、バーナブルポイズン等）は除外した。

(1) 評価対象となる機器および構造物全てを抽出する手順

安全重要度分類審査指針およびこれを踏まえ具体的な分類を示した日本電気協会「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針」（JEAG4612-2010）に基づき識別した色塗系統図等を基に、評価対象となる機器および構造物全てのリスト（以下、「機器リスト」という。）を作成した。

評価対象となる機器および構造物の抽出フローを図-5に示す。

⁷ 発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）



- *1 重要度分類クラス1および2^(※3)（耐津波安全性評価が必要な浸水防護施設に属する機器および構造物を含む。）
- *2 重要度分類クラス3のうち、最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1900kPaを超える環境下にある機器（原子炉格納容器外にあるものに限る）
- *3 「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成2年8月30日原子力安全委員会決定の重要度分類）
- *4 浸水防護施設に属する機器および構造物を含む。

図－5 評価対象となる機器および構造物の抽出フロー

(2) 高温・高圧の環境下にある機器を抽出する手順

クラス3に該当する機器および構造物のうち、原子炉格納容器外にある機器については、最高使用温度および最高使用圧力を系統図等で確認し、高温・高圧の環境下にある機器⁸を機器リスト上で明確にした。

(3) 抽出した機器および構造物の分類

抽出した機器および構造物のうち、クラス1および2に該当する機器および構造物ならびにクラス3に該当する機器および構造物のうち高温・高圧の環境下にある機器について、機種⁹別に区分した。

(4) 対象機器および構造物全てを評価する手法

対象機器および構造物全てについて合理的に評価するため、(3)で区分した機種内でさらに分類し、グループ化を行い、グループの代表機器または構造物について評価し、その評価結果をグループ内の全ての機器または構造物に水平展開するという手法をとった。ただし、代表機器または構造物の評価結果をそのまま水平展開できない経年劣化事象については個別に評価した。

機種内の分類は、学会標準2008版附属書A（規定）に基づき、「経年劣化メカニズムまとめ表」を参考に、構造（型式等）、使用環境（内部流体等）、材料等により分類し、グループ化を行った。グループ内の代表機器または構造物は、重要度、使用条件、運転状態等を考慮して選定した。

なお、最新知見として、学会標準2022追補版附属書C（規定）の「経年劣化メカニズムまとめ表」も反映している。

⁸ 最高使用温度が95℃を超えまたは最高使用圧力が1900kPaを超える環境下にある機器（原子炉格納容器外にあるものに限る）

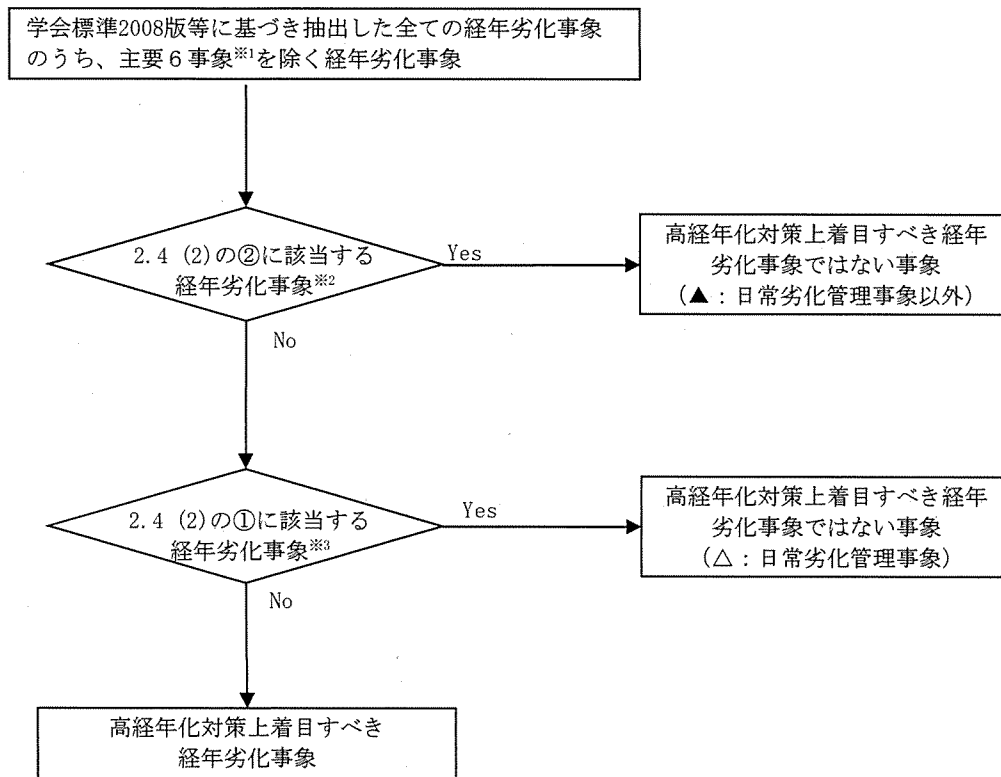
⁹ ポンプ、熱交換器、ポンプモータ、容器、配管、弁、炉内構造物、ケーブル、電気設備、タービン設備、コンクリート構造物および鉄骨構造物、計測制御設備、空調設備、機械設備および電源設備の15機種

2.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

- (1) 選定された評価対象機器の使用条件（型式、材料、環境条件等）を考慮し、学会標準2008版附属書A（規定）の「経年劣化メカニズムまとめ表」に基づき、経年劣化事象と部位の組み合わせを抽出した。なお、最新知見として「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2021」および学会標準2022追補版附属書C（規定）の「経年劣化メカニズムまとめ表」も反映している。
- (2) 主要6事象[※]については、原則、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象）とし、それ以外の経年劣化事象のうち、下記①、②のいずれかに該当する場合は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象として整理した。具体的な整理のフローは図-6のとおり。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがたい経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（△：日常劣化管理事象）
- 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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（▲：日常劣化管理事象以外）

※：実施ガイドに示された、低サイクル疲労、中性子照射脆化、照射誘起型応力腐食割れ、2相ステンレス鋼の熱時効、電気・計装品の絶縁低下、コンクリートの強度低下および遮蔽能力低下をいう。



※1：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に限る。

※2：保全活動によりその傾向が維持できていることを確認している経年劣化事象は「No」に進む。

※3：②に該当するが保全活動によりその傾向が維持できていることを確認している

図－6 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出フロー

2.5 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対する健全性評価

2.4で抽出した高経年化対策上着目すべき経年劣化事象について、プラントの運転を開始した日から60年間について機器または構造物の健全性評価を行うとともに、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策を抽出した。

(1) 健全性の評価

傾向管理データによる評価、最新の技術的知見に基づいた評価および解析等の定量評価、過去の保全実績、一般産業で得られている知見等を用いて健全性を評価した。

(2) 現状保全の整理

評価対象部位に対する現状保全(点検内容、関連する機能試験内容、補修・取替等)を整理した。

(3) 総合評価

上記(1)と(2)をあわせて現状保全の妥当性を総合的に評価した。具体的には、健全性評価結果と整合の取れた点検等が、現状の保全活動で実施されているか、また、点検手法は当該の経年劣化の検知が可能か等を評価した。

(4) 高経年化への対応

高経年化対策の観点から充実すべき点検・検査項目、技術開発課題等を抽出した。

2.6 耐震安全性評価

耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出し、プラントの運転を開始した日から60年間について、経年劣化事象の発生または進展に伴う機器または構造物の耐震安全性を評価するとともに、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策を抽出した。

(1) 評価対象機器および構造物全てを評価する手法

耐震安全性評価についても、2.3(4)のグループ化および代表機器または構造物の選定結果を用い、グループの代表機器または構造物について評価し、その評価結果をグループ内の全ての機器または構造物に水平展開するという手法をとった。ただし、代表機器または構造物と同様とみなせないものについては個別に評価した。

なお、グループ内に代表機器より耐震重要度が上位のものがある場合は、そのうち1つを代表機器に加えた。

(2) 耐震安全性評価の対象となる経年劣化事象の抽出

2.4(2)で行った経年劣化事象の分類結果を用い、▲に該当する経年劣化事象を除外し、また、抽出された経年劣化事象を以下の観点で整理し、「ii」に該当する経年劣化事象を耐震安全性評価の対象とした。

- i 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないものまたは小さいもの
- ii 現在発生しているか、または将来にわたって起こることが否定できないもの

2.4(2)で日常劣化管理事象等(△)に分類した事象であって、上記「i」に該当するとして耐震安全性評価の対象外とした事象(一)について、今後も発生の可能性がない、または小さいとした理由を別紙6に示す。

(3) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

(2)で抽出した経年劣化事象が顕在化した場合、機器または構造物の振動応答特性上または構造・強度上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視できる」かを検討し、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出した。

(4) 耐震安全性の評価

プラントの運転を開始した日から60年間について、経年劣化事象の発生または進展に伴う機器または構造物の耐震安全性を評価した。

耐震安全性評価は日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1987)等に基づき行った。

また、評価用地震力は耐震クラスに応じて選定し、基準地震動については「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(平成25年原子力規制委員会規則第5号)」に基づき、平成27年7月15日に許可された伊方発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書において定めたものを用いた。

また、地震時に動的機能の維持が要求される機器については、経年劣化事象を考慮しても地震時の応答加速度が各機器の機能確認済加速度以下であることを検討した。

(5) 保全対策に反映すべき項目の抽出

耐震安全性評価結果に対応する現状の保全策の妥当性を評価し、耐震安全性の観点から保全対策に追加すべき項目を抽出した。

2.7 耐津波安全性評価

津波の影響を受ける浸水防護施設に対して耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出し、プラントの運転を開始した日から60年間について、経年劣化事象の発生または進展に伴う機器または構造物の耐津波安全性を評価するとともに、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策を抽出した。

(1) 評価対象機器の選定

2.3(1)で抽出した評価対象機器・構造物のうち津波の影響を受ける浸水防護施設を耐津波安全性評価の対象として選定した。ただし、津波の影響を受けない位置に設置されている機器・構造物は評価対象外とした。

(2) 耐津波安全性評価の対象となる経年劣化事象の抽出

2.4(2)で行った経年劣化事象の分類結果を用い、▲に該当する経年劣化事象を除外し、また、抽出された経年劣化事象を以下の観点で整理し、「ii」に該当する経年劣化事象を耐震安全性評価の対象とした。

- i 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないものまたは小さいもの
- ii 現在発生しているか、または将来にわたって起こることが否定できないもの

(3) 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

(2)で抽出した経年劣化事象が顕在化した場合、機器または構造物の構造・強度上および止水性上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視できる」かを検討し、耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出した。

(4) 耐津波安全性の評価

プラントの運転を開始した日から60年間について、経年劣化事象の発生または進展に伴う機器または構造物の耐津波安全性を評価した。

基準津波による最大水位変動量については「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第5号）」に基づき定めたものを用いた。

(5) 保全対策に反映すべき項目の抽出

耐津波安全性評価結果に対応する現状の保全策の妥当性を評価し、耐津波安全性の観点から保全対策に追加すべき項目を抽出した。

2.8 冷温停止を前提とした評価

冷温停止状態が維持されることを前提として、冷温停止状態維持に必要な設備の選定を行うとともに、プラントの運転を開始した日から60年間について経年劣化事象の発生または進展に関する整理を実施し、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策を抽出した。

(1) 評価対象機器および構造物全てを評価する手法

冷温停止状態が維持されることを前提とした評価についても、2.3(4)のグループ化および代表機器または構造物の選定結果を用い、グループの代表機器または構造物について評価し、その評価結果をグループ内の全ての機器または構造物に水平展開するという手法をとった。

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

2.4(2)で行った経年劣化事象の分類結果に基づき、それぞれの経年劣化事象について、冷温停止状態が維持されることを前提とした場合において発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象を抽出した。

(3) 冷温停止を踏まえた再評価

(2)で抽出した経年劣化事象について、冷温停止状態の維持を踏まえて経年劣化事象の発生または進展に伴う機器または構造物の再評価を実施した。

(4) 保全対策に反映すべき項目の抽出

冷温停止状態の維持を踏まえた再評価結果に対応する現状の保全策の妥当性を評価し、必要に応じ保全対策に追加すべき項目を抽出した。

2.9 高経年化技術評価に係る全体プロセス

(1) 実施計画書および実施手順書の策定

原子炉施設の高経年化対策検討要領に従い、2021年4月21日に実施計画書を策定し、2021年4月16日に策定済みの実施手順書に基づき高経年化技術評価を開始した。

その後以下の改正を行った。

- ・ 2022年3月の組織改正等を反映するため、2022年3月1日に実施計画書を改正。
- ・ 2022年7月の組織改正等を反映するため、2022年7月4日に実施計画書を改正。
- ・ 記載の適正化等のため、2023年10月10日に実施手順書を改正。

(2) 評価の実施および評価書の作成

実施計画書および実施手順書に基づき、評価実施グループは高経年化技術評価を実施し、評価書を作成した。具体的な手順は2.2～2.8のとおり。

機械・電気設備の評価は設備保全グループが、コンクリート構造物および鉄骨構造物は土木建築部設備保全推進グループが実施した。

(3) 評価書の内容のレビュー

実施計画書に従い、評価実施グループが作成した評価書について、原子力保安研修所および伊方発電所の関係個所が内容の妥当性について確認した。

(4) 評価書の作成プロセスの確認

実施計画書に従い、評価書の作成にかかる調査・評価および妥当性確認の実施プロセスが実施手順に基づき実施されていることを、運営グループが確認した。

(5) 評価書の承認プロセス

実施計画書に従い、(1)～(4)を経て作成された評価書について、原子力発電安全委員会で審議し、確認を受けた後、2023年10月19日に原子力発電管理部長が承認した。

3. 伊方発電所における保全活動

原子力発電所の保全では、構築物、系統および機器の経年劣化が徐々に進行して最終的に故障に至ることのないよう、定期的な検査や点検等により経年劣化の兆候を早期に検知し、必要な処置を行い、事故・故障を未然に防止している。

当社は、運転監視、巡視点検、定期的な検査および点検により設備の健全性を確認し、経年劣化等の兆候が認められた場合には詳細な調査および評価を行い、補修、取替等の保全を実施している。特に長期の使用によって発生する経年劣化事象については、点検により経年的な変化の傾向を把握し、故障に至る前に計画的な保全を実施している。

具体的には、実用炉規則第81条に掲げる施設管理に係る要求事項を満たすよう、「日本電気協会 原子力発電所の保守管理規程（JEAC4209-2007）」に基づき、社内標準類を策定して施設管理を実施している。

(1) 伊方発電所における保安活動の実施体制

伊方発電所における保安活動は、図-7に示す伊方発電所における保安に関する組織により行っている。

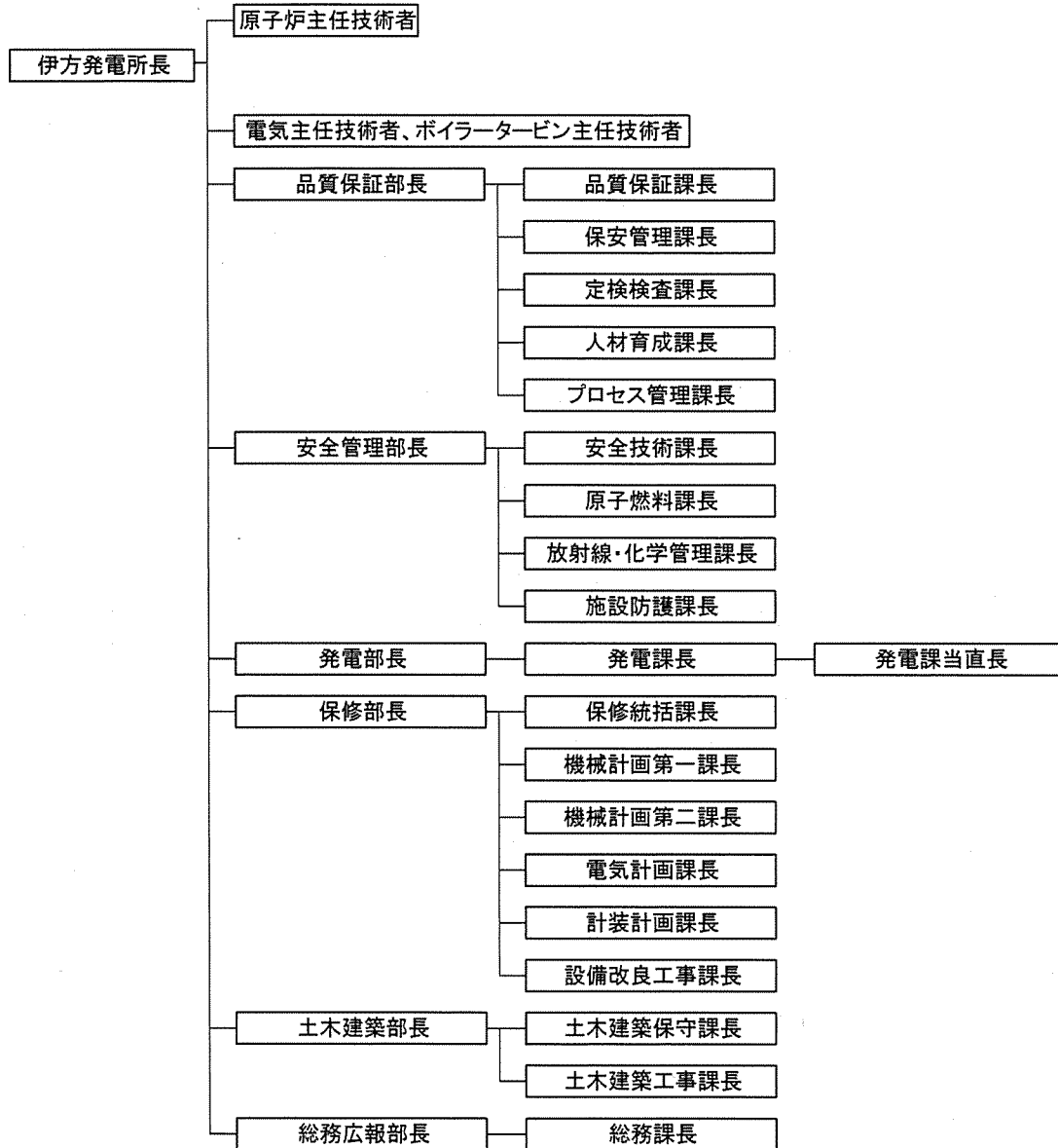


図-7 伊方発電所における保安に関する組織

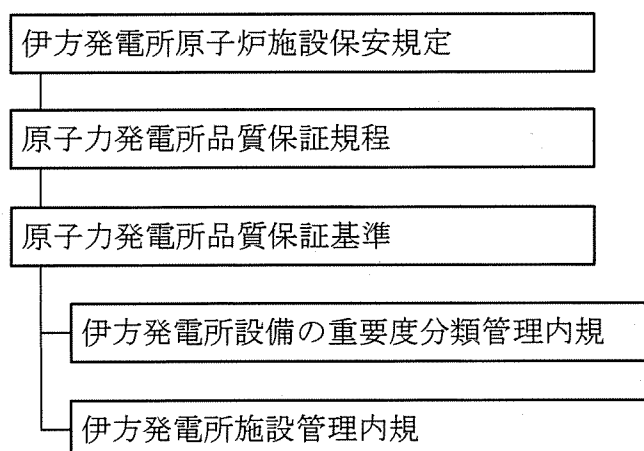
各職位の保安に関する職務は以下のとおり。

- ・ 発電所長は、発電所における保安に関する業務を統括する。
- ・ 品質保証部長は、品質保証課長、保安管理課長、定検検査課長、人材育成課長およびプロセス管理課長の所管する業務を統括する。
- ・ 品質保証課長は、発電所における保安に関する品質保証活動の総括業務を行う。
- ・ 保安管理課長は、発電所の保安管理に関する業務を行う。
- ・ 定検検査課長は、定期事業者検査に関する業務ならびに定期事業者検査および原子炉施設の保修、改造作業における工程管理に関する業務を行う。
- ・ 人材育成課長は、保安教育の総括業務を行う。
- ・ プロセス管理課長は、原子炉施設の施設管理に係る作業計画の妥当性の確認に関する業務を行う。
- ・ 安全管理部長は、安全技術課長、原子燃料課長、放射線・化学管理課長および施設防護課長の所管する業務を統括する。
- ・ 安全技術課長は、重大事故に至るおそれがある事故または重大事故が発生した場合における原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備に関する業務（発電課長が実施する業務を除く）、大規模損壊発生時における原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備に関する業務（発電課長が実施する業務を除く）および非常時の措置に関する業務を行う。
- ・ 原子燃料課長は、炉心の管理および燃料の管理に関する業務を行う。
- ・ 放射線・化学管理課長は、放射性固体・液体・気体廃棄物管理、放射線管理および化学管理に関する業務ならびに有毒ガス発生時における運転員等の防護のための活動を行う体制の整備に関する業務を行う。
- ・ 施設防護課長は、施設の出入管理に関する業務を行う。
- ・ 発電部長は、発電課長の所管する業務を統括する。
- ・ 発電課長は、原子炉施設の運転に関する総括業務を行う。
- ・ 発電課当直長は、原子炉施設の運転に関する当直業務を行う。
- ・ 保修部長は、保修統括課長、機械計画第一課長、機械計画第二課長、電気計画課長、計装計画課長および設備改良工事課長の所管する業務を統括する。
- ・ 保修統括課長は、原子炉施設の保修、改造に関する総括業務、火災発生時における原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備に関する業務（総務課長が実施する業務を除く）、内部溢水発生時における原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備に関する業務、火山現象（降灰）による影響が発生し、または発生するおそれがある場合における原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備に関する業務およびその他自然災害発生時における原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備に関する業務を行う。

- ・ 機械計画第一課長は、原子炉施設のうち原子炉設備の保守、改造に関する業務（定検検査課長が実施する工程管理業務を除く）および原子炉施設の運転基準に関する業務を行う。
- ・ 機械計画第二課長は、原子炉施設のうちタービン設備の保守、改造に関する業務（定検検査課長が実施する工程管理業務を除く）を行う。
- ・ 電気計画課長は、原子炉施設のうち電気設備の保守、改造に関する業務（定検検査課長が実施する工程管理業務を除く）を行う。
- ・ 計装計画課長は、原子炉施設のうち計装設備の保守、改造に関する業務（定検検査課長が実施する工程管理業務を除く）を行う。
- ・ 設備改良工事課長は、原子炉施設のうち機械設備、電気設備および計装設備の改造に関する業務（定検検査課長が実施する工程管理業務ならびに機械計画第一課長、機械計画第二課長、電気計画課長および計装計画課長が実施する業務を除く）を行う。
- ・ 土木建築部長は、土木建築保守課長および土木建築工事課長の所管する業務を統括する。
- ・ 土木建築保守課長は、原子炉施設のうち土木・建築設備の保守、改造に関する業務（定検検査課長が実施する工程管理業務を除く）を行う。
- ・ 土木建築工事課長は、原子炉施設のうち土木・建築設備の工事に関する業務（定検検査課長が実施する工程管理業務および土木建築保守課長が実施する業務を除く）を行う。
- ・ 総務広報部長は、総務課長の所管する業務を統括する。
- ・ 総務課長は、火災発生時における原子炉施設の保全のための活動のうち初期消火活動に関する業務を行う。

(2) 伊方発電所における施設管理に関する文書体系

保安規定に従い、施設管理にかかる必要な手順を、所定の手続きに従って作成されるQMS文書として定めている。伊方発電所の施設管理に関する文書体系を図-8に示す。



図－８ 保全活動に関する社内文書体系

各文書の規定範囲は以下のとおり。

a. 1次文書

(a) 原子力発電所品質保証規程

原子力発電所における安全のための品質マネジメントシステムの構築、実施および改善を行う上で、社長が実施すべき事項を中心に必要となる基本的事項を定め、品質保証活動を的確かつ効率的に推進することを目的とした規程。

(b) 原子力発電所品質保証基準

伊方発電所原子炉施設保安規定および原子力発電所品質保証規程に基づき、品質マネジメントシステムに関して原子力本部長等が実施する事項を定めることを目的とした基準。

b. 2次文書

(a) 伊方発電所設備の重要度分類管理内規

「原子力発電所品質保証基準」に基づき、施設管理における品質保証活動を効果的に実施するため、設備・機器を重要度に応じて分類し、これらの設備・機器の品質管理程度を定めることを目的とした内規。

(b) 伊方発電所施設管理内規

「原子力発電所品質保証基準」に基づき、発電所を構成する構築物、系統および機器の信頼性を確保するために実施する施設管理の具体的実施事項を定めることを目的とした内規。

別紙

- 別紙 1. 協力事業者の力量管理方法について
- 別紙 2. 原子力施設情報公開ライブラリ情報で最終報告ではない情報について
- 別紙 3. 消耗品・定期取替品の定義および抽出方法について
- 別紙 4. 文書体系における現状保全に係るプログラムについて
- 別紙 5. スペアパーツの取り組みについて
- 別紙 6. 日常劣化管理事象等について
- 別紙 7. 日常劣化管理事象以外の事象について
- 別紙 8. 事象別の補足説明について
 - 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

タイトル	協力事業者の力量管理方法について
概要	高経年化技術評価の実施における協力事業者の力量管理方法について、以下に示す。
説明	<p>高経年化技術評価のための業務委託先である協力事業者に対する力量管理は、以下の通り実施している。</p> <p>協力事業者に対する各業務委託の遂行に必要な技術力の有無を確認するため、委託を発注する部署がその都度協力事業者の技術力を評価している。具体的には、過去の実績からの契約履行能力の有無、至近の委託先への品質監査結果等を評価している。更に、調達要求事項を満たしていることを確実にするために、調達内容などを考慮した委託業務の検証を行っている。なお、これらの規定は社内標準（「原子力部 設計／調達管理標準」および「土木建築部 設計／調達管理標準（原子力発電所）」）に定められている。</p> <p>また、必要に応じ協力事業者に対する品質監査を実施しており、品質保証活動及び安全文化の醸成活動が適切で、かつ、確実に実施されていることの確認を行っている。</p> <p>なお、高経年化技術評価に係る解析業務を実施する委託先には、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン」（（社）原子力安全推進協会）（以下「解析ガイドライン」という。）に従って解析業務を行うことおよび力量管理を含む品質保証計画を定めた図書の提出することを要求しており、当社としても、立入調査等により、委託先の解析ガイドラインに基づく一連の解析プロセス実施状況の確認を行っている。</p>

タイトル	原子力施設情報公開ライブラリー情報で最終報告ではない情報について																																								
概要	申請時において原子力施設情報公開ライブラリー情報で最終報告となっていない運転経験の件数と内容について、以下に示す。																																								
説明	<p>2023年10月19日時点において、原子力施設情報公開ライブラリー情報で最終報告となっていない情報は23件あり、その内容を下表に示す。</p> <p>表 評価書策定時点で最終報告とはなっていない情報</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>ユニット</th> <th>件名</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>高浜3号</td> <td>蒸気発生器伝熱管の損傷</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>志賀1号</td> <td>換気空調補機非常用冷却水冷凍機の停止について</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>浜岡4号</td> <td>原子炉機器冷却海水系 除塵設備の微少な孔の確認</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>志賀1号</td> <td>非常用ディーゼル発電機燃料油配管からの燃料油の漏えいについて</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>柏崎刈羽6号</td> <td>中央制御室換気空調系給気エアフィルタ破損について</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>伊方3号</td> <td>非常用ガスタービン発電機燃料油貯油槽Aの配管フランジ部からの油漏れについて</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>伊方3号</td> <td>使用済燃料ピット監視カメラの不具合について</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>女川1号</td> <td>燃料交換機の機上操作卓パネルコンピュータ動作不良について</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>福島第二4号</td> <td>4号炉チャコール建屋内における空気の流入について</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>女川2号</td> <td>燃料交換機の燃料つかみ具用電磁ブレーキの電源装置の不具合について</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>東海第二</td> <td>非常用ディーゼル発電機(2C)冷却用海水ポンプの自動停止に伴う運転上の制限の逸脱について</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>伊方</td> <td>低レベル放射性廃棄物搬出検査装置の放射能評価プログラムの誤りについて</td> </tr> </tbody> </table>		No.	ユニット	件名	1	高浜3号	蒸気発生器伝熱管の損傷	2	志賀1号	換気空調補機非常用冷却水冷凍機の停止について	3	浜岡4号	原子炉機器冷却海水系 除塵設備の微少な孔の確認	4	志賀1号	非常用ディーゼル発電機燃料油配管からの燃料油の漏えいについて	5	柏崎刈羽6号	中央制御室換気空調系給気エアフィルタ破損について	6	伊方3号	非常用ガスタービン発電機燃料油貯油槽Aの配管フランジ部からの油漏れについて	7	伊方3号	使用済燃料ピット監視カメラの不具合について	8	女川1号	燃料交換機の機上操作卓パネルコンピュータ動作不良について	9	福島第二4号	4号炉チャコール建屋内における空気の流入について	10	女川2号	燃料交換機の燃料つかみ具用電磁ブレーキの電源装置の不具合について	11	東海第二	非常用ディーゼル発電機(2C)冷却用海水ポンプの自動停止に伴う運転上の制限の逸脱について	12	伊方	低レベル放射性廃棄物搬出検査装置の放射能評価プログラムの誤りについて
No.	ユニット	件名																																							
1	高浜3号	蒸気発生器伝熱管の損傷																																							
2	志賀1号	換気空調補機非常用冷却水冷凍機の停止について																																							
3	浜岡4号	原子炉機器冷却海水系 除塵設備の微少な孔の確認																																							
4	志賀1号	非常用ディーゼル発電機燃料油配管からの燃料油の漏えいについて																																							
5	柏崎刈羽6号	中央制御室換気空調系給気エアフィルタ破損について																																							
6	伊方3号	非常用ガスタービン発電機燃料油貯油槽Aの配管フランジ部からの油漏れについて																																							
7	伊方3号	使用済燃料ピット監視カメラの不具合について																																							
8	女川1号	燃料交換機の機上操作卓パネルコンピュータ動作不良について																																							
9	福島第二4号	4号炉チャコール建屋内における空気の流入について																																							
10	女川2号	燃料交換機の燃料つかみ具用電磁ブレーキの電源装置の不具合について																																							
11	東海第二	非常用ディーゼル発電機(2C)冷却用海水ポンプの自動停止に伴う運転上の制限の逸脱について																																							
12	伊方	低レベル放射性廃棄物搬出検査装置の放射能評価プログラムの誤りについて																																							

No.	ユニット	件名
13	敦賀	低レベル放射性廃棄物搬出設備の放射能評価プログラムの誤りについて
14	島根	低レベル放射性廃棄物検査装置の放射能評価プログラムの不具合について
15	志賀1号	非常用ガス処理系排ガスモニタサンプリング装置の不具合について
16	柏崎刈羽5号	原子炉建屋地下1階ケーブルトレイ貫通部からの空気の流れの確認について
17	福島第一3号	起動変圧器(B)からの絶縁油(PCB含有)漏えい事象
18	福島第一	2021年度第1四半期の実施計画違反(瓦礫等の管理不備)
19	福島第一	一時保管エリアにおける核燃料物質等の漏えい事象について
20	福島第一5号	非常用ディーゼル発電機プレートオリフィスの取付方向の相違
21	志賀1号	オリフィスプレートの取付け方向の相違について
22	浜岡3号	低圧タービン動翼取付部の点検について
23	浜岡5号	制御棒全ストローク動作確認時の制御棒の一時的なスティック発生について

タイトル	消耗品・定期取替品の定義および抽出方法について
概要	高経年化技術評価における消耗品・定期取替品の定義および抽出方法について、以下に示す。
説明	<p>高経年化技術評価において、消耗品・定期取替品は取替を前提としていることから評価の対象外としている。</p> <p>消耗品・定期取替品の定義は高経年化対策実施手順書にて以下の通り定めている。</p> <p>定期取替品：取替え周期を決めて、定期的に取り替えるもの</p> <p>消耗品：機器の分解点検毎に取り替えを行うもの、または、機器設計時から機器の使用状況により取り替えを行うことを前提としており、機器の分解点検時等に状況を確認し必要に応じて取り替えを行うもの</p> <p>定期取替品の例を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 検出器（中性子束検出器，測温抵抗体他） b) 電気盤構成部品（ヒューズ，NFB他） c) 弁付属品（リミットスイッチ，ブースターリレー他） <p>消耗品の例を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 機械的摺動部品（軸受，ブッシュ他） b) 電氣的摺動部品（ブラシ他） c) 封密部品（パッキン，Oリング他） d) 防食亜鉛板 e) フィルタ（粗フィルタ他） <p>高経年化技術評価における消耗品・定期取替品の抽出は、各機器の消耗品・定期取替品が具体的に定められている統合型保守管理システムの情報を参照している。</p>

タイトル	文書体系における現状保全に係るプログラムについて
概要	当社の品質マネジメントシステムに関する文書体系における現状保全に係るプログラムを以下に示す。
説明	<p>伊方発電所 3 号炉の設備の具体的な保全プログラムを規定する文書は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・伊方発電所施設管理内規 ・点検計画細則 ・保全項目説明書 ・伊方発電所土木建築設備施設管理マニュアル <p>これらの規定に従い、保全対象範囲の策定、保全重要度の設定、点検計画の策定、保全結果の確認・評価等の保全プログラムを実施している。</p> <p>なお、機械設備、電気・計装設備については、設備情報管理、点検計画、工事記録、状態報告・不適合・改善検討事項処理、作業管理などを一元管理できる統合型保守管理システムを構築して、保全プログラムの運用に活用している。</p> <p>また、2 次系配管の減肉に関する管理については、別途定める 2 次系配管肉厚の検査計画により、点検計画の策定、点検の実施、余寿命評価と措置を行うと共に、2 次系配管経年変化管理システムを構築して、データを一元管理している。</p> <p>なお、運転管理としては、伊方発電所運転総括内規により設備の監視および巡視点検方法を定めて運用し、不具合箇所の早期発見および事故の未然防止を図ることとしており、伊方発電所化学管理総括内規により水質管理を行い、各系統の水質が管理値を満足していないと判断した場合は、水処理により適切な処置を講ずることとしている。</p>

説明

品質マネジメントシステムにおける機器の保全プログラムに関する体系を以下に示す。

また、評価書に記載する現状保全の内容と下記体系に基づく保全指針の記載との対応例を添付1に示す。

伊方発電所原子炉施設保安規定

↳ (1次文書) 原子力発電所品質保証規程
原子力発電所品質保証基準

↳ (2次文書) 伊方発電所施設管理内規
点検計画細則

↳ (3次文書) 保全項目説明書
伊方発電所土木建築設備施設管理マニュアル

↳ 点検計画 (統合型保修管理システム)
⇒具体的な機器の保全プログラム (保全項目・頻度等) を規定

高圧ポンプモータを例に、評価書における現状保全の記載、保全項目説明書、点検計画の記載に基づき作成された作業要領書の記載を以下に示す。

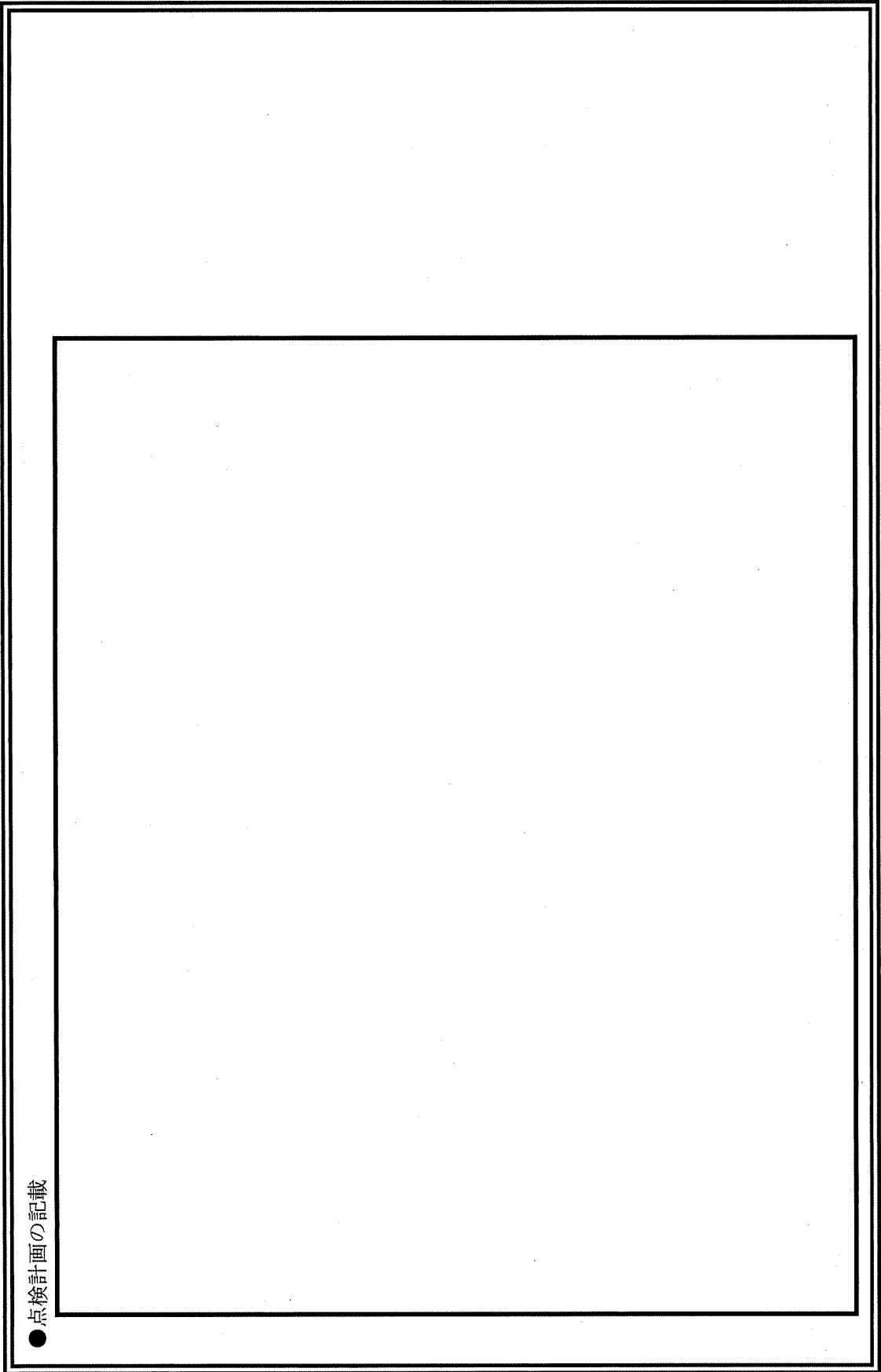
● 評価書の記載

① 現状保全

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁診断として絶縁抵抗測定、直流吸収試験、 $\tan \delta$ 試験および部分放電試験により、管理範囲に収まっていることの確認を行うとともに、傾向管理を行っている。

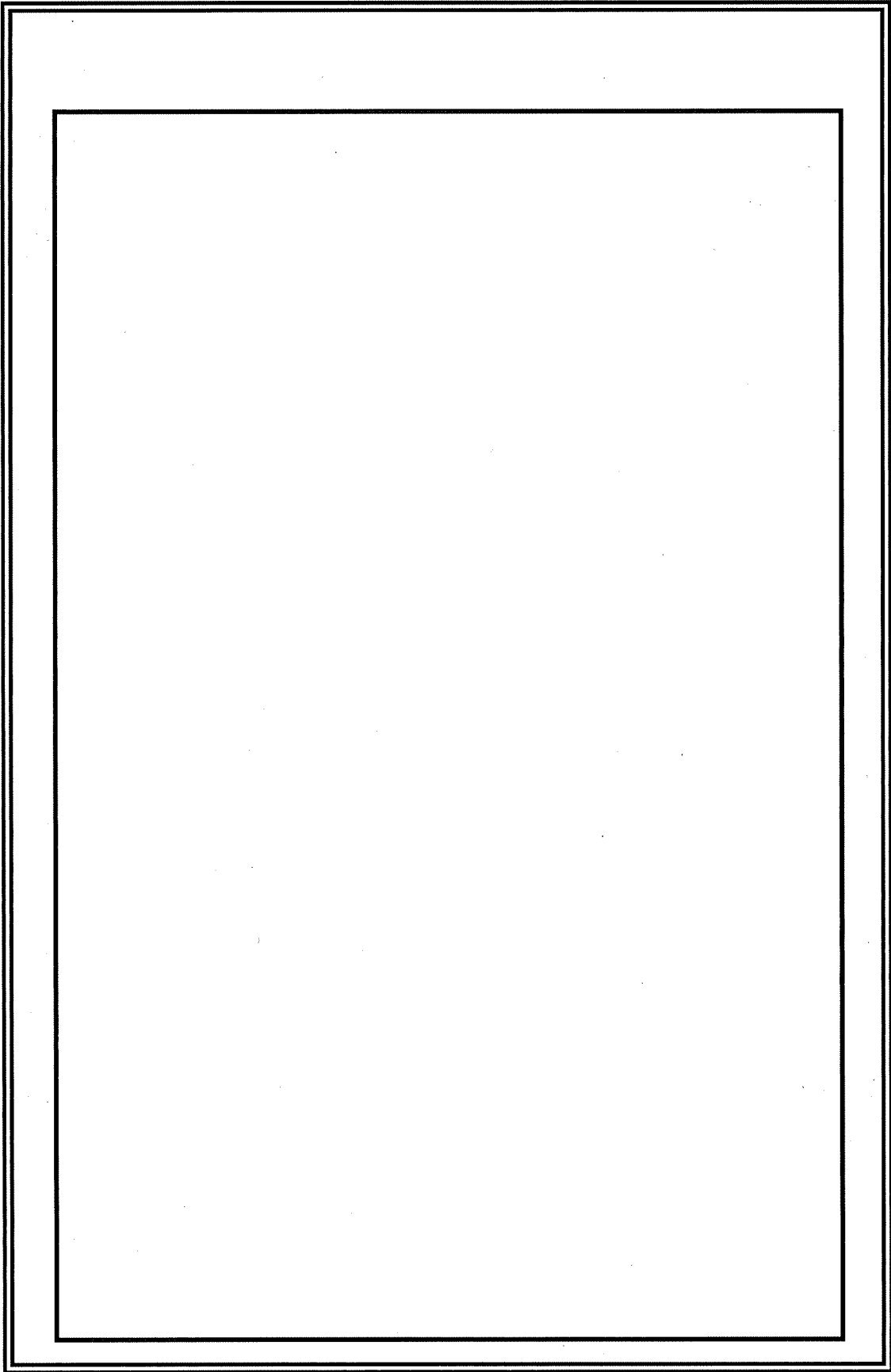
また、機器の運転年数に基づき（絶縁種別等により約18.5～21.5年）、直流吸収試験、 $\tan \delta$ 試験、部分放電試験の周期を短縮し、点検結果に基づき取替を検討するものとしている。

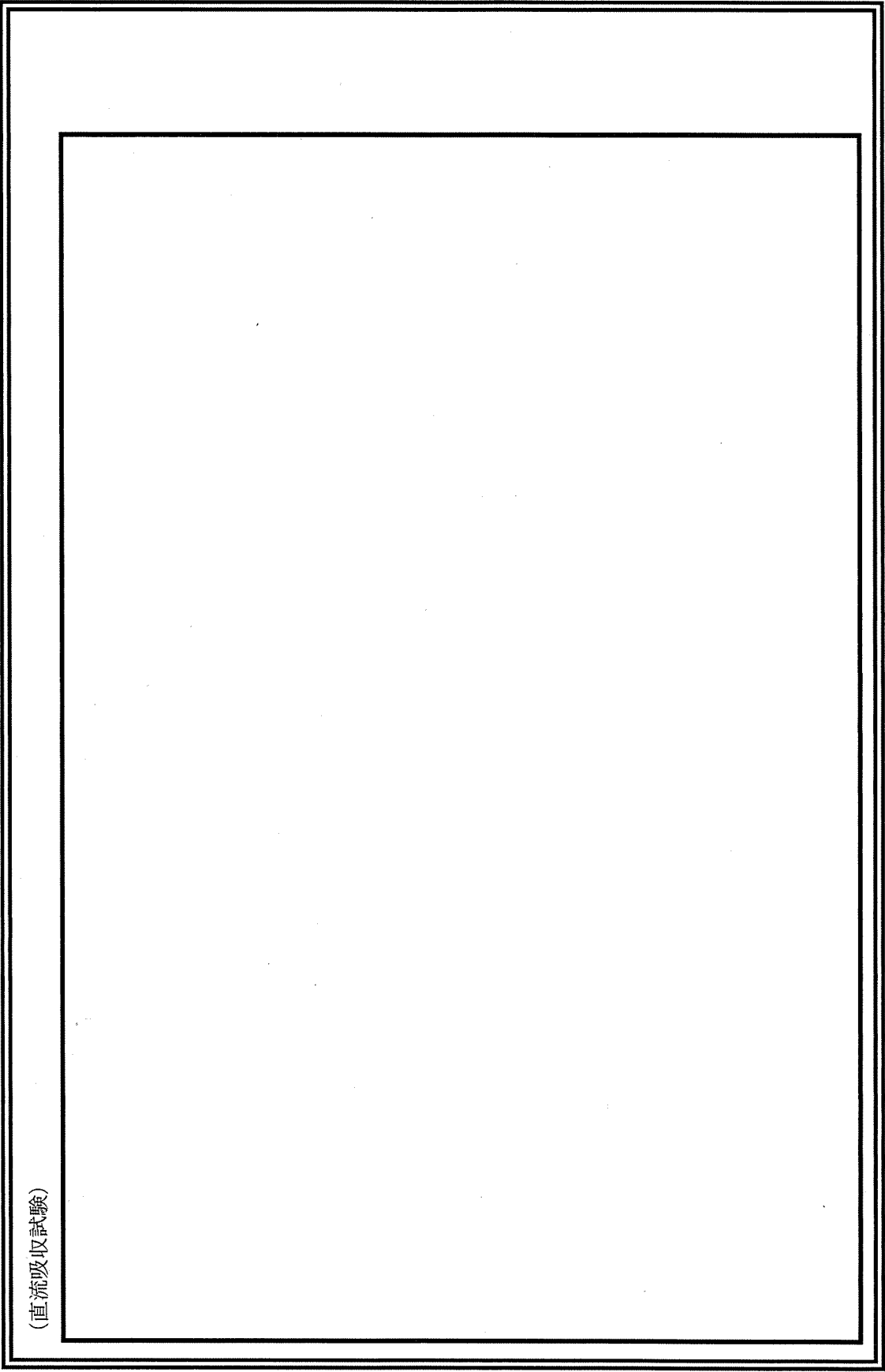
●保全項目説明書の記載



● 点検計画の記載

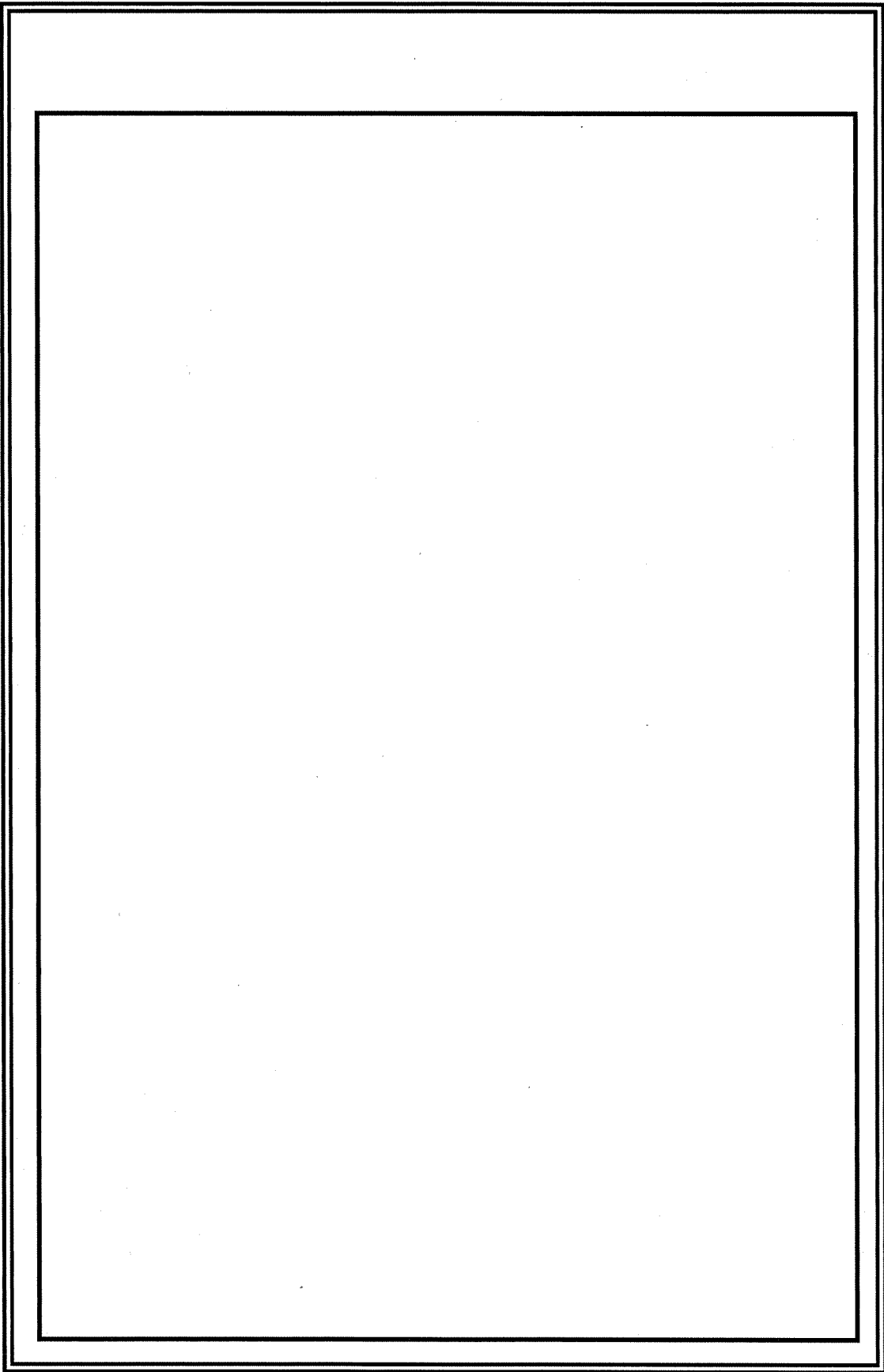
●作業要領書の記載
(絶縁抵抗測定)





(直流吸收試驗)

(tan δ 試験)



(部分放電試験)

タイトル	スペアパーツの取り組みについて
概要	当社のスペアパーツに係る取り組みについて以下に示す。
説明	<p>当社は、原子炉施設の円滑な運転をはかるために、購入発注しても直ちに製作調達することが困難であり、用途が限定され他に流用することが困難である等の基準を満たし、常備すべき最低限度のものを予備品として常備している。</p> <p>予備品は、社内標準（伊方発電所 工事管理内規 細則－1 予備品管理細則）に従い品目および数量が管理され、必要に応じて、同細則に基づく社内手続きを経て見直しが行われることになっている。</p> <p>なお、安全上重要な機器はプラントメーカー等の主要メーカーが供給しているため、それらの機器が製造中止になる場合は、当社は事前にメーカーからその情報を入手しており、都度、製造中止予定品の必要数の確保（予備品として確保）や後継機器への取替えを計画したりするなどの検討を行っている。</p>

タイトル	日常劣化管理事象等 (△) 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 (△) の一覧を示す。 また、耐震安全性評価の対象外とした事象 (一) を事象毎に分類し、今後も発生の可能性がない、または小さいとした理由を示す。
説明	日常劣化管理事象 (△) の一覧を表1-1に示す。 なお、日常劣化管理事象 (△) のうち、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないものまたは小さいものを (△①)、現在発生しているか、または将来にわたって起こることが否定できないものを (△②) として整理した。 また、耐震安全性評価の対象外とした事象 (一) を事象毎に分類し、今後も発生の可能性がない、または小さいとした理由を表1-2に示す。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(1/56)

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
1	ポンプ	ターボポンプ	△①	摩耗	主軸の摩耗	共通	ころがり軸受を使用しているポンプについては、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を引き抜いた際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、主軸表面にわずかな摩耗が発生し、主軸と軸受スリーブ間に微小すき間が生じることから、運転中にフレットングによる摩耗が発生する可能性がある。しかしながら、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、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がたい。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。
			△①				すべり軸受を使用しているポンプについては、軸受と主軸の接触面において摺動による摩耗が想定される。しかしながら、設計段階において、主軸と軸受間が流体潤滑状態となるように潤滑剤を供給することを考慮しており、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や寸法計測により、機器の健全性を確認している。
2	ポンプ	ターボポンプ	△②	腐食(孔食他)	主軸等接液部の腐食(孔食他)	海水ポンプ	海水ポンプの主軸および羽根車等は耐食ステンレス鋼または耐食ステンレス鋼鍍金であり、海水接液部において孔食他の腐食が想定される。しかしながら、分解点検時の目視確認により各部の腐食の有無を確認し、腐食の状況により寸法計測を実施し、腐食進行程度の把握を行うことにより、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。
3	ポンプ	ターボポンプ	△①	高サイクル疲労割れ	主軸の高サイクル疲労割れ	共通	ポンプ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、設計段階において、高サイクル疲労割れが発生しないよう考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。伊方3号炉をはじめとする国内PWRプラントで発生したターボポンプ主軸折損に係る事例は、主軸の段付き溝部コーナーの曲率半径不足と内部流体に空気が流入することにより生じる振動が原因とされており、伊方3号炉の充てんポンプについては応力集中を緩和した主軸へ取替るとともに、内部流体に空気が流入しない系統構成および運用の変更を行っている。また、充てんポンプ以外のポンプについては、同様の事例が発生しないことを確認している。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、試運転時における振動確認(変位、速度、加速度の測定等)や定期的な振動確認(通常運転時の振動状態と差異がないことの触診による確認)、分解点検時の応力集中部に対する目視確認や透過探傷検査により、機器の健全性を確認している。
4	ポンプ	ターボポンプ	△①	フレットング疲労割れ	主軸のフレットング疲労割れ	余熱除去ポンプ、電動補助給水ポンプ	羽根車が焼きばめにより主軸に固定されている両持ちポンプについては、主軸にフレットング疲労割れが想定される。なお、1986年10月、玄海1号炉の余熱除去ポンプ主軸において、フレットング疲労割れが発生している。しかしながら、主軸に発生する曲げ応力を軽減した結果、曲げ応力は疲労限を下回っており、フレットング疲労割れが発生する可能性はない。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、試運転時における振動確認(変位、速度、加速度の測定等)や定期的な振動確認(通常運転時の振動状態と差異がないことの触診による確認)により、機器の健全性を確認している。
5	ポンプ	ターボポンプ	△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)	共通	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、設計段階において、ポンプ仕様および機器配置についてキャビテーションが発生しないよう考慮しており、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。
6	ポンプ	ターボポンプ	△②	腐食(全面腐食)	軸受箱の腐食(全面腐食)	余熱除去ポンプ、原子炉補機冷却水ポンプ、電動補助給水ポンプ	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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
			△①				一方、内面については、内部流体が油で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
7	ポンプ	ターボポンプ	△②	腐食(全面腐食)	ケーシング等の腐食(全面腐食)	原子炉補機冷却水ポンプ、給水プースタポンプ	ケーシングは炭素鋼または炭素鋼、外部ケーシングおよびケーシングドレン管は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
			△①				一方、内面については内部流体がヒドランジ水(防錆剤注入水)またはpH等を管理した脱気水(給水)で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
8	ポンプ	ターボポンプ	△①	応力腐食割れ	ステンレス鋼使用部位の応力腐食割れ	余熱除去ポンプ	ケーシング(ケーシングカバーを含む)はステンレス鋼、ケーシングドレン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、定期検査後のプラント起動時に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)で使用する場合があるが、溶存酸素濃度は0.1ppm以下に低減されていることから、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。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。
9	ポンプ	ターボポンプ	△①	腐食(全面腐食)	ケーシングボルトの腐食(全面腐食)	余熱除去ポンプ、原子炉補機冷却水ポンプ、電動補助給水ポンプ、給水プースタポンプ	ケーシングボルトは低合金鋼であり、ガスケットまたは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がたい。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等により、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(2/56)

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
10	ポンプ	ターボポンプ	△②	腐食 (全面腐食)	台板および取付ボルト等の腐食 (全面腐食)	余熱除去ポンプ、原子炉補機冷却水ポンプ、電動補助給水ポンプ、給水プースタポンプ	台板、ソールプレートおよ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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
11	ポンプ	1次冷却材ポンプ	△②	摩耗	主軸の摩耗	1次冷却材ポンプ	主軸は回転中に熱遮蔽装置と接触する可能性があり、摩耗が想定される。しかしながら、分解点検時の主軸の振れ計測や主軸当該部の直径計測により、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。
12	ポンプ	1次冷却材ポンプ	△①	高サイクル疲労割れ	主軸の高サイクル疲労割れ	1次冷却材ポンプ	ポンプ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で繰返し応力を受けると、取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、試運転時および機能確認時における振動確認ならびに分解点検時の応力集中部に対する目視確認や透過探傷検査により、機器の健全性を確認している。
13	ポンプ	1次冷却材ポンプ	△①	疲労割れ	主軸の疲労割れ	1次冷却材ポンプ	主軸上部は低温の軸封水、主軸下部は高温の1次冷却材に接液しており、両者の混合部に温度変動が発生して主軸表面の疲労割れが想定される。 しかしながら、1次冷却材ポンプは、この熱的に厳しい混合部の主軸表面に温度変動を吸収するためのサーマルスリーブを設置し、1次冷却材ポンプの機能を損なうことのないよう主軸を保護する構造となっている。 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、試運転時および機能確認時における振動確認ならびに分解点検時の応力集中部に対する目視確認や透過探傷検査により、機器の健全性を確認している。
14	ポンプ	1次冷却材ポンプ	△②	摩耗	羽根車の摩耗	1次冷却材ポンプ	羽根車は回転中に静止部と接触する可能性があり、摩耗が想定される。しかしながら、分解点検時の羽根車当該部の直径計測により、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。
15	ポンプ	1次冷却材ポンプ	△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)	1次冷却材ポンプ	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、キャビテーションを起こさない条件はポンプおよび機器配置設計段階において考慮しており、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。
16	ポンプ	1次冷却材ポンプ	△①	熱時効	羽根車の熱時効	1次冷却材ポンプ	羽根車はステンレス鋼であり、使用温度が約284℃と高いため、熱時効による材料の特性変化が想定される。しかしながら、羽根車は副圧部ではなく運転中に発生する応力は小さく、亀裂の原因となる経年劣化事象の発生が想定されない。 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。
17	ポンプ	1次冷却材ポンプ	△①	疲労割れ	熱遮蔽装置のハウジング、シェルおよびフランジの疲労割れ	1次冷却材ポンプ	熱遮蔽装置のハウジング、シェルおよびフランジの高温水接液部において疲労割れが想定される。 1990年、フランスのフェッセンハイム(Fessenheim)発電所2号炉において、ポンプの供用期間中検査を行った際、1次冷却材ポンプ(93D型)の熱遮蔽装置ハウジング内側面およびフランジ下面(ハウジング付け根部内側)に欠陥があることが目視にて確認された。その後の点検においても、フランス国内の類似プラントにおいて同様の損傷が認められている。 この型式の1次冷却材ポンプは、通常運転時、熱遮蔽装置ハウジング内部は軸封水で満たされているので低温となり、熱遮蔽装置ハウジング外部は1次冷却材に接しているのが高温となる。 このため、熱疲労により損傷に至ったものと報告されているが、定量的な見解はフランス国内でも出されていない。 一方、伊方3号炉の1次冷却材ポンプ(93A-1型)の熱遮蔽装置は、熱遮蔽装置ハウジングが直接高温水に接しない構造となっている。 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により、機器の健全性を確認している。
18	ポンプ	1次冷却材ポンプ	△①	腐食 (全面腐食)	ケーシングボルトの腐食 (全面腐食)	1次冷却材ポンプ	ケーシングボルトは低合金鋼であり、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回っており、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がたい。 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。
19	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△②	摩耗、高サイクル疲労割れ	伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ	共通	胴側流体および管側流体により伝熱管振動が発生した場合、管支持板部等で伝熱管に摩耗また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、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。
20	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△①	腐食 (流れ加速型腐食)	伝熱管の外表面腐食 (流れ加速型腐食)	再生熱交換器、余熱除去冷却器、燃料取替用水タンク加熱器、SGBD熱回収装置復水加熱器およびグラウンド蒸気復水器の伝熱管については、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、渦流探傷検査等により、機器の健全性を確認している。	
			△①			原子炉補機冷却水冷却器	原子炉補機冷却水冷却器については管外流体の流速が十分に遅いことから外面からの流れ加速型腐食発生の可能性は小さい。 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、渦流探傷検査等により、機器の健全性を確認している。
			△②			湿分離加熱器、第6高圧給水加熱器、スチームコンバータドレン冷却器、スチームコンバータ	湿分離加熱器、第6高圧給水加熱器、スチームコンバータドレン冷却器およびスチームコンバータの伝熱管は銅合金であり、外部流体による流れ加速型腐食により減肉が想定される。 しかしながら、渦流探傷検査等により、機器の健全性を確認している。 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(3/56)

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
21	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	伝熱管の内面腐食 (流れ加速型腐食)	原子炉補機冷却水冷却器	原子炉補機冷却水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。原子炉補機冷却水冷却器は管側流体が海水であるため、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、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評価は困難である。しかしながら、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。
			△①			再生熱交換器、余熱除去冷却器、燃料取替用水タンク加熱器、SGBD熱回収装置復水加熱器、グランド蒸気復水器	再生熱交換器、余熱除去冷却器、燃料取替用水タンク加熱器、SGBD熱回収装置復水加熱器、グランド蒸気復水器は、耐流れ加速型腐食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、渦流探傷検査等により、機器の健全性を確認している。
			△②			湿分離加熱器、第6高圧給水加熱器、スチームコンバータドレン冷却器、スチームコンバータ	湿分離加熱器、第6高圧給水加熱器、スチームコンバータドレン冷却器およびスチームコンバータ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。しかしながら、渦流探傷検査等により、機器の健全性を確認している。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。
22	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△①	応力腐食割れ	伝熱管等ステンレス鋼使用部位の応力腐食割れ	再生熱交換器、余熱除去冷却器、燃料取替用水タンク加熱器、SGBD熱回収装置復水加熱器、グランド蒸気復水器、湿分離加熱器	ステンレス鋼の伝熱管等は、応力腐食割れが想定される。しかしながら、水質を適切に管理しているため、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。余熱除去冷却器については、定期検査時は飽和溶解酸素濃度(最大約8ppm)の流体が流入するが、その際は流体温度が低い(最高80℃程度)ため、この場合も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。なお、分解点検時の渦流探傷検査等により、機器の健全性を確認している。
23	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△②	スケール付着	伝熱管のスケール付着	共通	管側・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。しかしながら、渦流探傷検査実施前等の洗浄や運転中の流体温度および流量等のパラメータの監視により、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。
24	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△②	腐食 (異種金属接触腐食を含む)	管側耐圧構成品の腐食 (異種金属接触腐食を含む)	原子炉補機冷却水冷却器	管側流体が海水であり、接液部に銅合金と炭素鋼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、管側耐圧構成品の炭素鋼等使用部位には、海水が接するためライニングを施しているが、ライニングのはく離等により炭素鋼等に海水が接した場合、管板が炭素鋼+銅合金クラッドであるため、炭素鋼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。
25	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	管側耐圧構成品の腐食 (流れ加速型腐食)	湿分離加熱器、スチームコンバータドレン冷却器、SGBD熱回収装置復水加熱器、スチームコンバータ	湿分離加熱器、スチームコンバータドレン冷却器、SGBD熱回収装置復水加熱器およびスチームコンバータの高温水または2相流体を内包する水室胴板他の炭素鋼使用部位には、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。
			△①			第6高圧給水加熱器、グランド蒸気復水器	また、第6高圧給水加熱器およびグランド蒸気復水器の管側耐圧構成品は炭素鋼であり、流れ加速型腐食による減肉が想定される。しかしながら、内部流体はpH等を管理した脱気水で流れ加速型腐食が発生しがたい環境であり、これまでに有意な流れ加速型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がたい。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。
26	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	胴側耐圧構成品の腐食 (流れ加速型腐食)	燃料取替用水タンク加熱器、第6高圧給水加熱器、スチームコンバータドレン冷却器、SGBD熱回収装置復水加熱器、スチームコンバータ、グランド蒸気復水器	高温水または2相流体を内包する胴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または寸法計測により、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。
27	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△②	腐食 (全面腐食)	胴板等の外面からの腐食 (全面腐食)	余熱除去冷却器、湿分離加熱器、燃料取替用水タンク加熱器、第6高圧給水加熱器、スチームコンバータドレン冷却器、SGBD熱回収装置復水加熱器、原子炉補機冷却水冷却器、グランド蒸気復水器	胴板、端板、鏡板、フランジ、管板、平板および水室の炭素鋼使用部位は、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により腐食を防止しており、塗膜等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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
28	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	胴側耐圧構成品の腐食 (流れ加速型腐食)	湿分離加熱器	高温水または2相流体を内包する胴板他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。湿分離加熱器については、セパレータにおいて蒸気の湿分を1%以下とする湿分離去機を有しており、湿分除去以降では流れ加速型腐食による減肉進行の可能性は十分小さいと考える。セパレータより上流の部位で蒸気の流路を構成する胴板、胴側鏡板およびマニホールドについては、湿度度も高く、また温度的にも減肉を生ずる域にある。しかしながら、減肉想定箇所にはステンレス鋼の内張りを実施していることから、減肉進行の可能性はないと考えるが、ステンレス鋼の内張りがない部位については、減肉傾向の監視が必要と考える。その他胴側の主要な構成品として支持板があり、流れ加速型腐食による穴部の拡大が想定されるが、湿分離加熱器においては、支持板(管群入口)部での蒸気の湿度度が約1%以下としており、支持板の穴部の減肉拡大の可能性は十分小さいと考える。現状保全として、胴側については、開放点検時の目視確認または寸法計測により、機器の健全性を維持している。また、有意な腐食が生じている場合には、寸法計測により腐食進行程度を把握し、補修を行っている。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。
29	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△①	疲労割れ	連絡管の疲労割れ	再生熱交換器	1999年7月に敦賀2号炉の再生熱交換器連絡管、2003年9月に泊2号炉の再生熱交換器胴側出口配管において、温度の異なる冷却材の合流による温度ゆらぎ(サーマルストライピング)が生じ、高サイクル熱疲労による疲労割れが発生しているが、この事象は内筒付再生熱交換器特有のものである。伊方3号炉の再生熱交換器には内筒がなく、高温水と低温水の合流部がないことから、疲労割れは想定されない。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、超音波探傷検査および漏えい確認により、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(4/56)

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
30	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△①	腐食(全面腐食)	フランジボルトの腐食(全面腐食)	余熱除去冷却器、燃料取替用水タンク加熱器、スチームコンバータドレン冷却器、SGBD熱回収装置復水加熱器、スチームコンバータ、原子炉補機冷却水冷却器、グランド蒸気復水器	フランジボルトは、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がたい。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。
31	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△②	腐食(全面腐食)	支持脚(スライド脚)の腐食(全面腐食)	共通	いずれの熱交換器も横置きであり、支持脚(スライド脚)が設置されているが、スライド部は炭素鋼であり、長期使用により、腐食による固着が想定される。しかしながら、巡視点検等で目視によりスライド部に異常のないことを確認し、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。
32	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△②	腐食(全面腐食)	支持脚等の腐食(全面腐食)	共通	支持脚および架台等は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
33	熱交換器	多管円筒形熱交換器	△②	腐食(全面腐食)	取付ボルトの腐食(全面腐食)	再生熱交換器、余熱除去冷却器、燃料取替用水タンク加熱器、湿分離加熱器、第6高圧給水加熱器、SGBD熱回収装置復水加熱器、グランド蒸気復水器	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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
34	熱交換器	蒸気発生器	△②	摩耗	伝熱管の損傷 ①振止め金具(AVB: Anti Vibration Bar)部摩耗	蒸気発生器	AVBによる伝熱管の支持が不十分な場合、伝熱管の外面を流れる流体によって伝熱管が振動し、AVBと接触を繰り返すことにより生じる2次側表面から摩耗減肉が発生する可能性がある。しかしながら、従来の2本組AVBに対し、伊方3号炉の蒸気発生器では3本組AVBを採用しており、伝熱管の支持状態は向上している。曲げ半径の大きい伝熱管において、3本組AVBの場合、2点以上の非接触部が存在すると、流体弾性振動が発生し、AVB部に摩耗減肉が発生する可能性は否定できないが、AVBの板厚を大きくし、挿入時隙間管理を行っていることから、摩耗減肉が発生する可能性は小さい。
35	熱交換器	蒸気発生器	△②	粒界腐食割れ	伝熱管の損傷 ②粒界腐食割れ(IGA: Inter Granular Attack)	蒸気発生器	管支持板クレビス部等で給水(2次冷却水)中の遊離アルカリの濃縮と酸化銅等による酸化性雰囲気が増し、2次側表面からの結晶粒界に沿った割れを伴う腐食が発生する可能性がある。しかしながら、伊方3号炉の蒸気発生器では、伝熱管材料に耐粒界腐食割れ性に優れた690系ニッケル基合金(特殊熱処理材)を使用し、管支持板穴形状は管支持板クレビス部での不純物濃縮対策としてBEG穴(Broached Egg Grate)を採用していることから、粒界腐食割れが発生する可能性は小さい。
36	熱交換器	蒸気発生器	△②	孔食	伝熱管の損傷 ③ピitting(孔食)	蒸気発生器	管板上のスラッジ堆積部において、酸化銅等による酸化性雰囲気下で塩化物が濃縮し、2次側表面からの局所的な腐食が発生する可能性がある。しかしながら、現状の水質環境下よりも塩化物イオン濃度を高くした厳しい条件下で、実機模擬スラッジによる腐食電位を測定したところ、腐食電位上昇はわずかであることから、ピittingが発生する可能性は小さい。
37	熱交換器	蒸気発生器	△②	デンティング	伝熱管の損傷 ④管板直上部腐食損傷	蒸気発生器	拡管による残留応力と管板2次側上面のスラッジ堆積部での腐食環境の重畳により、2次側表面から損傷する可能性があり、海外のキスロール(注)、爆発拡管等の600系ニッケル基合金プラントにおいて、高温側管板直上部2次側表面に周方向損傷等が報告されている。原因は、キスロールプラントについてはショットブラスト材の炭素鋼が管板上で堆積して腐食し、体積膨張を起こしたことに伴うデンティングにより高応力となり、応力腐食割れが発生したと推定されている。また、爆発拡管等のプラントについては拡管による残留応力およびスラッジ堆積部での腐食環境が重畳したことによるものと推定されている。なお、国内の伝熱管では、これまでの渦流探傷検査で同損傷は認められていない。伊方3号炉は、690系ニッケル基合金(特殊熱処理材)を使用しており、材料の耐食性向上、流動改善(水流の抵抗を減少させ低流速領域を減少させるとともに、低流速領域をSGローダウン取出口に近づけてスラッジの排出を促す)によるスラッジ堆積防止を行っており、かつ液圧拡管により拡管境界部の応力を低減させていることから、腐食が発生する可能性は小さい。 (注)キスロールはフラマトム製蒸気発生器で一時期使用されていた拡管手法であり、ローラで2段拡管を行い、1段目の拡管境界部を管板上面に、2段目の拡管境界部を管板内におくものである。
38	熱交換器	蒸気発生器	△②	フレットング疲労	伝熱管の損傷 ⑤フレットング疲労	蒸気発生器	AVBの挿入不足により、伝熱管の外面を流れる流体によって伝熱管が振動し、最上段管支持板部等で2次側表面からフレットングによる疲労損傷が発生する可能性がある。しかしながら、仮に流体弾性振動が発生し、AVB部の摩耗減肉が発生した場合、現状減肉の補修基準である20%の減肉による隙間増加を考慮しても、伝熱管支持板部での発生応力は小さく、フレットング疲労による破断が発生する可能性は小さい。
39	熱交換器	蒸気発生器	△②	応力腐食割れ	伝熱管の損傷 ⑥管板拡管部および拡管境界部応力腐食割れ(SCC: Stress Corrosion Cracking)	蒸気発生器	製作時の拡管による残留応力と、運転中の作用応力が重畳することにより1次側表面から応力腐食割れが発生する可能性がある。しかしながら、応力腐食割れは、材料・応力・環境の3要因により発生し、運転時間の経過に伴い顕在化して行く時間依存型の腐食であるが、伊方3号炉では690系ニッケル基合金(特殊熱処理材)採用による耐応力腐食割れ性の向上を回り、また液圧拡管を採用し、ローラ拡管と比較して残留応力低減を行っていることから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。
40	熱交換器	蒸気発生器	△②	応力腐食割れ	伝熱管の損傷 ⑦小曲げUバンド部応力腐食割れ(SCC)	蒸気発生器	製作時の小半径Uバンド曲げ加工に伴う高残留応力と、運転中の作用応力が重畳することにより1次側表面から応力腐食割れが発生する可能性がある。しかしながら、応力腐食割れは、材料・応力・環境の3要因により発生するが、伊方3号炉では690系ニッケル基合金(特殊熱処理材)採用による耐応力腐食割れ性向上とともに応力除去焼鈍を実施して、残留応力をほぼゼロに抑えている。また、内圧および熱膨び差による作用応力も大きくなく、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。
41	熱交換器	蒸気発生器	△②	デンティング	伝熱管の損傷 ⑧デンティング	蒸気発生器	炭素鋼製管支持板の管支持板クレビス部において腐食が発生すると、その腐食生成物は元の炭素鋼より体積が増大する。この腐食生成物の成長により伝熱管が徐々に圧迫され変形する可能性がある。管支持板クレビス部の腐食生成物の成長については、管支持板材料、形状、水質環境によって発生条件が異なる。また、腐食は水質環境中の塩化物イオン濃度に依存するが、AVI(All Volatile Treatment: 全揮発性薬品処理)環境下では炭素鋼製管支持板のドリル穴の場合でも、運転開始後60年時点での予想される腐食量はわずかである。伊方3号炉では、それよりも腐食量の少ないステンレス鋼製管支持板のBEG穴を採用していること、国内の伝熱管ではデンティングによる損傷が発生していないことも勘案して、デンティングが発生する可能性は小さい。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(5/56)

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
42	熱交換器	蒸気発生器	△②	摩耗	伝熱管の損傷 ⑤管支持板直下部摩耗	蒸気発生器	2020年11月、高浜4号炉において、管支持板直下部の伝熱管外面にスケールによる摩耗減肉が確認されている。本事象は、伝熱管下部の表面に生成された稠密層が主体のスケールが、プラント起動・停止に伴いはく離したものが運転中の上昇流で管支持板下面に留まり、伝熱管に繰り返し接触したことで摩耗減肉が発生したものと推定している。しかしながら、伊方3号炉については、2次側水質はAVTおよびETA (ethanolamine: エタノールアミン) 処理で管理しており、給水のpH8.9~9.7と適切に管理により鉄持込量を抑制するとともに、スケール対策のため、第15回定期検査時(2019~2021年度)に希薄薬液洗浄(ASCA: Advanced Scale Conditioning Agent)を実施している。また、伊方3号炉の鉄持込量については、蒸気発生器内で回収したスケールの稠密層厚さが小さく伝熱管との摩耗試験を行ったところ伝熱管に有意な摩耗減肉を発生させるようなスケールは確認されなかった大飯4号炉の鉄持込量と比較して、十分小さいことを確認している。今後は計画的に希薄薬液洗浄(ASCA)を実施することとしているため、スケールによる摩耗減肉が発生する可能性は小さい。 また、蒸気発生器伝熱管に対しては、定期的に全数渦流探傷検査を実施し、健全性を維持している。さらに、計画的にスラッジランシングを実施し、管板上的スラッジ除去を実施しており、加えて第15回定期検査時(2019~2021年度)にASCAを実施している。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	熱交換器	蒸気発生器	△①	応力腐食割れ	伝熱管の管板クレビス部応力腐食割れ	蒸気発生器	伝熱管は液圧拡張としており、管板クレビス部で応力腐食割れが発生する可能性はない。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、渦流探傷検査により、機器の健全性を確認している。
44	熱交換器	蒸気発生器	△②	スケール付着	伝熱管のスケール付着	蒸気発生器	2次側の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、プラント運転中の温度や圧力等のパラメータ監視により、機器の健全性を維持している。 また、スケール除去のため、第15回定期検査時(2019~2021年度)に希薄薬液洗浄(ASCA)を実施している。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。
45	熱交換器	蒸気発生器	△②	スケール付着	管支持板穴へのスケール付着	蒸気発生器	海外では、BEC型管支持板を採用しているプラントにおいて、上部管支持板BEC穴の流路部分でスケール付着による閉塞によって蒸気発生器の2次側水位の上下動が発生し、これを抑制するために出力を低下させたと報告されており、伊方3号炉においても同一構造の管支持板を採用していることから、スケール付着による閉塞が想定される。しかしながら、渦流探傷検査信号による閉塞率評価を実施し、スケール付着傾向を監視するとともに、必要に応じてカメラによる目視確認により、機器の健全性を維持している。 また、スケール除去のため、第15回定期検査時(2019~2021年度)に希薄薬液洗浄(ASCA)を実施している。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。
46	熱交換器	蒸気発生器	△②	応力腐食割れ	冷却材出入口管台セーフエンドの応力腐食割れ	蒸気発生器	2007年9月、美浜2号炉のA-蒸気発生器冷却材入口管台セーフエンド(ステンレス鋼製)内面において、非常に軽微な粒界割れが管台と溶接部境界近傍の機械加工部において確認されている。 割れの起点は確認できていないが、製作時に入口管台とセーフエンド溶接近傍の内面の積層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の応力腐食割れは、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。また、硬さの上昇とともに応力腐食割れ発生感受性も高まることから、応力腐食割れが想定される。しかしながら、伊方3号炉の冷却材出入口管台については、第11回定期検査時(2008年度)に渦流探傷検査により有意な欠陥がないことの確認および超音波ショットピーニング(応力緩和)を実施しており、応力腐食割れが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、冷却材出入口管台の応力腐食割れに対しては、機器点検時に溶接部の超音波探傷検査等により有意な欠陥がないことを確認し、漏えい試験により耐圧部の健全性を確認している。
47	熱交換器	蒸気発生器	△②	応力腐食割れ	600系ニッケル基合金使用部位の応力腐食割れ	蒸気発生器	600系ニッケル基合金使用部位には、PWR 1次系水質環境下では応力腐食割れが想定される。 600系ニッケル基合金のPWR 1次系水質環境下における応力腐食割れの環境要因としては、溶存酸素、塩化物イオン等の化学成分および温度が重要となる。しかし、PWRの1次冷却材は、水素注入や脱塩処理により、溶存酸素濃度、塩化物イオン濃度を極力低減している。このことから、環境要因としては温度が重要となり、温度が高いほど応力腐食割れ発生時間が短くなる。 600系ニッケル基合金の応力腐食割れについて、現状知見を踏まえて使用部位の応力・温度条件をもとに評価を行った結果を表2-2に示す。 冷却材出入口管台については、第11回定期検査時(2008年度)に予防保全措置として渦流探傷検査を実施し、異常のないことを確認した上で、超音波ショットピーニング(応力緩和)を実施している。その他の部位については、他プラントの蒸気発生器を1994年に取替えた際の取替前機器に対する点検では有意な欠陥は認められていないことから、応力腐食割れが問題となる可能性は小さいと考える。 また、冷却材出入口管台については、定期的に溶接部の超音波探傷検査および浸透探傷検査を、仕切板、管板1次側内張りおよびその他部位については定期的に目視確認を実施し、有意な割れのないことを確認している。また、漏えい確認を実施し、耐圧部の健全性を確認している。 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。
48	熱交換器	蒸気発生器	△①	腐食(全面腐食、流れ加速型腐食)	2次側構成品の腐食	蒸気発生器	2次側構成品のうち、炭素鋼または低合金鋼を使用している蒸気出口管台、給水入口管台、2次側銅板、検査用穴、2次側マンホール、気水分離器、湿分分離器、給水リング、サーマルスリーブは、腐食が想定される。また、蒸気あるいは水が衝突する部位や、局所的に流速の速くなる部位では、腐食が加速されることにより、減肉が想定される。 しかしながら、2次側水質はAVT (All Volatile Treatment: 全揮発性薬品処理) およびETA (ethanolamine: エタノールアミン) 処理で管理しており、給水の溶存酸素濃度を5ppb以下、pH8.9~9.7と腐食防止の観点から適切に管理しており、AVT環境下における運転開始後60年時点での予想される腐食量は約73μm [発電設備技術検査協会「原子力発電所水質等環境管理技術信頼性実証試験に関する調査報告書(総括版)平成5年度」となり、腐食量としては無視できるものである。 また、運転時間10万時間を経過した他プラントの旧蒸気発生器において、腐食の可能性のある炭素鋼製の湿分分離器の調査を行った結果、断面のマクロ観察によっても腐食などは認められておらず、健全な状態を確認している。 一方、流れ加速型腐食については、温度や流速が大きく影響し、厳しいと考えられるのは蒸気出口管台、給水入口管台、気水分離器のJチューブからの給水が当たる部位、給水リング、給水リングのJチューブおよびサーマルスリーブである。 気水分離器、給水リングおよびサーマルスリーブについては炭素鋼であり、流れ加速型腐食の発生の可能性は否定できないが、目視確認では有意な腐食は認められていないことから、急激な流れ加速型腐食により機器の健全性に影響を与える可能性は小さい。 また、給水リングのJチューブ等に用いている低合金鋼は、実機使用温度220℃程度では、耐流れ加速型腐食に優れており、給水リングのJチューブ等の低合金鋼使用部位では流れ加速型腐食により機器の健全性に影響を与える可能性は小さい。 蒸気出口管台については、管台内部には耐流れ加速型腐食に優れた600系ニッケル基合金のフッロリトリクタブベンチュリーが取り付けられており、流れ加速型腐食により機器の健全性に影響を与える可能性は小さい。 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、2次側構成品に対しては、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。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(6/56)

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
49	熱交換器	蒸気発生器	△①	腐食 (全面腐食)	マンホール用ボルトの腐食(全面腐食)	蒸気発生器	マンホール用ボルトは、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がたい。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。
50	熱交換器	直接接触式熱交換器	△①	摩耗	スプレー弁の摩耗	脱気器	脱気器に流入した給水は、スプレー弁により上部から脱気器内にスプレーされる。スプレー弁は給水が流入することにより、弁前後の差圧が生じ作動する。この作動により、弁棒の摺動部に摩耗が想定される。しかしながら、主にユニット起動・停止時のみの摺動であり、摩耗が生じる可能性は小さい。また、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がたい。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。
51	熱交換器	直接接触式熱交換器	△①	腐食 (流れ加速型腐食)	スプレー弁の腐食(流れ加速型腐食)	脱気器	スプレー弁にて給水が連続的に脱気器内にスプレーされることにより、給水がスプレーされる弁部に流れ加速型腐食が想定される。しかしながら、スプレー弁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いるため、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、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
52	熱交換器	直接接触式熱交換器	△②	腐食 (全面腐食)	耐圧構成品の外からの腐食(全面腐食)	脱気器	加熱器胴板・鏡板、タンク胴板・鏡板およびマンホール蓋は炭素鋼であり、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により腐食を防止しており、塗装等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は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
53	熱交換器	直接接触式熱交換器	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	耐圧構成品等の腐食(流れ加速型腐食)	脱気器	蒸気噴射管、グレーチング、加熱器胴板・鏡板、タンク胴板・鏡板およびマンホール蓋は炭素鋼であり、蒸気流動による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、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。
54	熱交換器	直接接触式熱交換器	△②	腐食 (全面腐食)	支持脚(スライド脚)の腐食(全面腐食)	脱気器	脱気器は横置きであり、支持脚(スライド脚)が設置されているが、スライド脚は炭素鋼であり、長期使用により、腐食による固着が想定される。しかしながら、巡視点検等で目視によりスライド部に異常のないことを確認し、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。
55	熱交換器	直接接触式熱交換器	△②	腐食 (全面腐食)	支持脚および取付ボルトの腐食(全面腐食)	脱気器	支持脚および取付ボルトは炭素鋼または低合金鋼であり、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、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
56	熱交換器	サンプルクーラ	△②	腐食 (全面腐食)	ベース等の腐食(全面腐食)	サンプル冷却器	ベースおよび支持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、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。
57	ポンプモータ	高圧ポンプモータ	△①	腐食 (全面腐食)	固定子コアおよび回転子コアの腐食(全面腐食)	共通	固定子コアおよ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、固定子コアおよび回転子コア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がたい。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。
58	ポンプモータ	高圧ポンプモータ	△②	腐食 (全面腐食)	フレーム、端子箱、ブラケット、空気冷却器、外扇カバー、上部カバーおよび下部カバーの腐食(全面腐食)	海水ポンプモータ、電動補助給水ポンプモータ、高圧注入ポンプモータ	フレーム、端子箱、ブラケット、空気冷却器、外扇カバー、上部カバーおよび下部カバーは炭素鋼、鋳鉄または電気亜鉛メッキ鋼板であり、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、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。
59	ポンプモータ	高圧ポンプモータ	△①	疲労割れ	回転子棒・エンドリングの疲労割れ	共通	回転子棒・エンドリングについては、モータ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、発生応力は疲労強度より小さい。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、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(7/56)

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
60	ポンプモータ	高圧ポンプモータ	△①	摩耗	主軸および上下部ランナの摩耗	海水ポンプモータ	海水ポンプモータの主軸については、上下部ランナとの間に摩耗が発生することが想定される。しかしながら、分解点検時に主軸と上下部ランナの分解を実施しないため摩耗が生じる可能性は小さい。 また、油潤滑のすべり軸受を使用しており、上下部ランナと軸受間に潤滑油が供給され、膜が形成されるため、摺動摩耗が生じる可能性は小さい。 さらに、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がたい。 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。
			△①			高圧注入ポンプモータ	高圧注入ポンプモータはすべり軸受を使用しており、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、油潤滑のすべり軸受を使用しており、主軸と軸受間に潤滑油が供給され、膜が形成されるため、摺動摩耗が生じる可能性は小さい。 また、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がたい。 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。
			△①			電動補助給水ポンプモータ、高圧注入ポンプモータ	電動補助給水ポンプモータ、高圧注入ポンプモータはころがり軸受を使用しており、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。 軸受定期取替時の軸受引き抜きの際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、主軸表面にわずかな摩耗が発生し、主軸と軸受スリーブ間で微小すき間が生じ、運転中にフレットングによる摩耗が発生する可能性がある。 しかしながら、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、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がたい。 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および寸法計測により、機器の健全性を確認している。
61	ポンプモータ	高圧ポンプモータ	△①	高サイクル疲労割れ	主軸の高サイクル疲労割れ	共通	モータ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、モータ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、試運転時における振動確認および分解点検時の応力集中部に対する目視確認により、機器の健全性を確認している。
62	ポンプモータ	高圧ポンプモータ	△①	腐食(全面腐食)	空気冷却管および空気冷却器伝熱管の腐食(全面腐食)	海水ポンプモータ、高圧注入ポンプモータ	空気冷却管および空気冷却器伝熱管は銅合金であり、腐食が想定される。 しかしながら、海水ポンプモータにおいては、内外面ともに流体が空気であり、高圧注入ポンプモータにおいては、内面については内部流体がヒドランジ水(防錆剤注入水)であり、外面については空気である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がたい。 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、分解点検時に内面は渦流探傷検査で、外面は目視確認により、機器の健全性を確認している。
63	ポンプモータ	高圧ポンプモータ	△①	腐食(全面腐食)	空気冷却器管板の腐食(全面腐食)	高圧注入ポンプモータ	空気冷却器管板は銅合金および炭素鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、接液流体はヒドランジ水(防錆剤注入水)および空気である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がたい。 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。
64	ポンプモータ	高圧ポンプモータ	△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、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、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。
65	ポンプモータ	低圧ポンプモータ	△①	腐食(全面腐食)	固定子コアおよび回転子コアの腐食(全面腐食)	原子炉補機冷却水ポンプモータ	固定子コアおよ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、固定子コアおよび回転子コア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がたい。 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。
66	ポンプモータ	低圧ポンプモータ	△②	腐食(全面腐食)	フレーム、端子箱、ブラケットおよび上部カバーの腐食(全面腐食)	原子炉補機冷却水ポンプモータ	フレーム、端子箱、ブラケットおよび上部カバーは炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。
67	ポンプモータ	低圧ポンプモータ	△①	疲労割れ	回転子棒・エンドリングの疲労割れ	原子炉補機冷却水ポンプモータ	回転子棒・エンドリングについては、モータ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、発生応力は疲労強度より小さい。 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、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。
68	ポンプモータ	低圧ポンプモータ	△①	摩耗	主軸の摩耗	原子炉補機冷却水ポンプモータ	主軸については、軸受(ころがり)との接触面で摩耗が想定される。 軸受定期取替時の軸受引き抜きの際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、主軸表面にわずかな摩耗が発生し、主軸と軸受スリーブ間で微小すき間が生じ、運転中にフレットングによる摩耗が発生する可能性がある。 しかしながら、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、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がたい。 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および寸法計測により、機器の健全性を確認している。
69	ポンプモータ	低圧ポンプモータ	△①	高サイクル疲労割れ	主軸の高サイクル疲労割れ	原子炉補機冷却水ポンプモータ	モータ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、モータ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、試運転時における振動確認および分解点検時の応力集中部に対する目視確認により、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(8/56)

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
70	ポンプモータ	低圧ポンプモータ	△①	腐食(全面腐食)	空気冷却器伝熱管の腐食(全面腐食)	原子炉補機冷却水ポンプモータ	空気冷却器伝熱管は銅合金であり、腐食が想定される。しかしながら、内面については内部流体がヒドランジ水(防錆剤注入水)であり、外面については空気で腐食が発生しやすい環境であり、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がたい。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、分解点検時に内面は渦流探傷検査で、外面は目視確認により、機器の健全性を確認している。
71	ポンプモータ	低圧ポンプモータ	△①	腐食(全面腐食)	空気冷却器管板の腐食(全面腐食)	原子炉補機冷却水ポンプモータ	空気冷却器管板は銅合金および炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、接液流体はヒドランジ水(防錆剤注入水)および空気で腐食が発生しやすい環境であり、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がたい。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。
72	ポンプモータ	低圧ポンプモータ	△②	腐食(全面腐食)	取付ボルトの腐食(全面腐食)	原子炉補機冷却水ポンプモータ	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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、点検時等で目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
73	容器	原子炉容器	△①	応力腐食割れ	600系ニッケル合金使用部位の応力腐食割れ	原子炉容器	1991年9月、仏国ブージュ(Bugey)発電所3号炉において発生したふた管台損傷事象は、管台母材材料である600系ニッケル合金の1次冷却材中での応力腐食割れと報告されており、その後の点検において、フランス、スウェーデン、スイス等の他の海外プラントにおいて管台母材部およびJ溶接部に1次冷却材中での応力腐食割れによる損傷が認められている。また、2004年5月には、国内においても大飯発電所3号炉の蓋管台J溶接部において溶接部の表面仕上げ(パフ仕上げ)が行われていなかったことに起因して、溶接部表面に比較的高い残留応力が発生していたことにより、1次冷却材中での応力腐食割れによる損傷が認められている。2002年3月には米国デービスベセ(Davis Basee)発電所において、ほう酸腐食による原子炉容器上部ふたの減損が認められており、これは600系ニッケル合金の応力腐食割れにより上部ふた貫通部から1次冷却材が漏えいし、それを放置したことによるものとされている。さらに、2008年3月には、大飯発電所3号炉の原子炉冷却材出口管台と1次冷却材管のニッケル合金溶接部において、製作時の機械加工に伴う内表面の高い引張残留応力により、1次冷却材中での応力腐食割れによる損傷が認められている。これらのことから、600系ニッケル合金使用部位の応力腐食割れが想定される。 なお、2000年10月、米国V.C.サマー(V.C. Summer)発電所において、原子炉冷却材出口管台と1次冷却材管のニッケル合金溶接部に亀裂が発見されたが、これは建設時の溶接補修の繰り返しにより、引張残留応力が高くなったために発生した内面側からの応力腐食割れと報告されている。 しかしながら、応力-温度条件の厳しい出入口管台および炉内計装筒J溶接部については、第14回定期検査時(2017~2018年度)にウォータージェットピーニング(応力緩和)を施工していることから、応力腐食割れが発生する可能性は小さいと考える。炉心支持金物については有意な応力が発生しないことから、応力腐食割れが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、出入口管台については超音波探傷検査および浸透探傷検査を、炉内計装筒についてはベアメタル検査を、炉心支持金物については目視検査を実施し、機器の健全性を確認している。
74	容器	原子炉容器	△①	ピitting	上部ふたおよび上部胴フランジシート面のピitting	原子炉容器	上部ふたおよび上部胴フランジのシート面は、狭い部でありピittingの発生が想定される。しかしながら、一度運転に入ると高温状態となりシート面のステンレス鋼内張り表面に強固な酸化皮膜が形成されるため、有意なピittingの進展は考えられない。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、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。
75	容器	原子炉容器	△①	腐食(全面腐食)	スタッドボルトの腐食(全面腐食)	原子炉容器	スタッドボルトは低合金鋼であり、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がたい。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、超音波探傷検査により、機器の健全性を確認している。
76	容器	原子炉容器	△①	応力腐食割れ	ふた管台および空気抜管台の応力腐食割れ	原子炉容器	ふた管台および空気抜管台には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2.2-11に示す電力共同研究による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と考えられる。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、漏えい検査により、機器の健全性を確認している。
77	容器	加圧器本体	△①	ピitting	マンホール用座シート面のピitting	加圧器	加圧器のマンホール用座シート面は狭い部でありピittingの発生が想定される。しかしながら、一度運転に入ると高温状態となりシート面のステンレス鋼内張り表面に強固な酸化皮膜が形成されるため、有意なピittingの進展は考えられない。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、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。
78	容器	加圧器本体	△①	腐食(全面腐食)	マンホールボルトの腐食(全面腐食)	加圧器	マンホールボルトは、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がたい。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。
79	容器	加圧器本体	△①	応力腐食割れ	計測用管台の内面からの応力腐食割れ	加圧器	1995年9月、米国サリー(Surry)発電所1号炉の加圧器計測用管台で応力腐食割れによる損傷が発生していることから、応力腐食割れが想定される。しかしながら、伊方3号炉においては、計測用管台には耐応力腐食割れ性に優れた316系ステンレス鋼を採用しており、水素注入や酸処理を実施することで1次系水質を維持し、フランジ起動時のカンプリング等により管理している。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、漏えい検査により、機器の健全性を確認している。
80	容器	加圧器本体	△①	応力腐食割れ	ヒータスリーブ(溶接部含む)の応力腐食割れ	加圧器	1989年5月、米国カルバートクリフ(Calvert Cliffs)発電所2号炉で損傷事例のあったヒータスリーブは、600系ニッケル合金であり、316系ステンレス鋼である伊方3号炉のヒータスリーブについては、PWR 1次系水質環境下において応力腐食割れが発生する可能性は小さいと考えられる。 また、2006年4月、米国ブレイドウッド(Braidwood)発電所1号炉で損傷事例のあったヒータスリーブは、316系ステンレス鋼であるが、溶接部が熱影響等により酸化していたことと、ヒータスリーブとヒータの隙間部で溶存酸素が高くなっていった可能性があることから、発生原因として「酸素型応力腐食割れ」が推定されている。 しかしながら、伊方3号炉のヒータスリーブ(316系ステンレス鋼)については、電力共同研究において、酸素型応力腐食割れに対して非常に厳しい条件(酸化化に対しては当該部に想定される以上)での定荷重試験により破断が認められた時間よりも、実機が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ことから、応力腐食割れ発生可能性は小さい。 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、漏えい検査により、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(9/56)

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
81	容器	加圧器本体	△①	応力腐食割れ	スプレイライン用管台等の690系ニッケル合金使用部位の応力腐食割れ	加圧器	2003年9月、教育2号炉の加圧器造がし弁用管台および安全弁用管台において、600系ニッケル合金接液部の応力腐食割れが発生している。 伊方3号炉のスプレイライン用管台等には690系ニッケル合金を使用しており、図2.2-11に示す電力共同研究による690系ニッケル合金の温度加速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、溶接部を対象とした超音波探傷検査および浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。
82	容器	加圧器ヒータ	△①	導通不良	発熱体、リード、伸縮リード、端子および銅棒の導通不良	加圧器後備ヒータ	発熱体等は、ヒータON-OFF時に発生する熱伸縮により繰り返し応力を受けるため、材料に疲労が蓄積され、疲労割れによる導通不良が想定される。 しかしながら、実機同等品を用いたON-OFF寿命試験の結果、実機の使用状態での発熱体温度では、60年間の運転を想定したヒータON-OFF回数程度では、導通不良に至らないことを確認しており、疲労割れにより導通不良に至る可能性はない。 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、機器点検時の抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
83	容器	加圧器ヒータ	△①	絶縁低下	セラミック端子および充てん材の絶縁低下	加圧器後備ヒータ	セラミック端子および充てん材は無機物のセラミックスおよび酸化アルミニウムであり、経年劣化の可能性はない。 なお、長期の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、セラミック端子および充てん材はアダプタおよびレセプタクルで保護されており、塵埃の付着により表面が汚損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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
84	容器	加圧器ヒータ	△①	絶縁低下	絶縁物の絶縁低下	加圧器後備ヒータ	絶縁物は、発熱体の発熱により、発熱体の成分(Ni, Cr)が拡散し、酸化マグネシウムの純度が低下することによる絶縁低下が想定される。 しかしながら、加圧器後備ヒータの発熱体の温度は最大550℃であり、拡散が急激に進行することはない(出典:キンガリー・ワールマン セラミックス材料科学入門 基礎編)。 また、加圧器後備ヒータは絶縁物の吸湿防止のため、セラミック端子とレセプタクルの接続部をシールしており、外部の湿気がシース内部に侵入しない構造としている。 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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
85	容器	加圧器ヒータ	△①	応力腐食割れ	シースおよびプラグの応力腐食割れ	加圧器後備ヒータ	海外プラントにおいて、ステンレス鋼製のシース外面のサポートプレート接触部等が応力腐食割れによって損傷する事例が発生している。応力腐食割れの発生原因として、接液部表面の硬化層や残留応力の影響と報告されている。 伊方3号炉のシースは国内産であり、表面は硬くなく、応力腐食割れが発生、進展することは考えがたい。 また、プラグの表面は機械加工を行っているが、内部まで硬いとは考えられないことから、応力腐食割れが進展することは考えがたい。 以上のことから、シースおよびプラグの応力腐食割れは、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、機器点検時の絶縁抵抗測定により、1次冷却材の混入等による絶縁低下のないことを確認している。
86	容器	原子炉格納容器本体	△②	腐食(全面腐食)	原子炉格納容器鋼板(トップドーム部および円筒部)の腐食(全面腐食)	原子炉格納容器	トップドーム部および円筒部は炭素鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、屋外大気に曝されておらず、塗装の健全性確認を行っていれば腐食は問題とならない。 また、定期的な目視確認により塗装の健全性を確認するとともに、原子炉格納容器濡れい率試験によりハウダリ機能の健全性を確認している。なお、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る板厚測定を実施した結果、必要最小板厚を満足していることを確認している。 したがって、今後も現状保全を継続することで、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。
87	容器	原子炉格納容器本体	△①	疲労割れ	原子炉格納容器鋼板の疲労割れ	原子炉格納容器	原子炉格納容器鋼板は、プラントの起動・停止時等の熱過渡により、疲労割れが想定される。 しかしながら、運転中の温度変化およびそれに伴う圧力変化等しか過渡を受けず、有意な過渡を受けないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、原子炉格納容器濡れい率試験により、機器の健全性を確認している。
88	容器	原子炉格納容器機械ベネトレーション	△②	腐食(全面腐食)	スリーブ等耐圧構成品の腐食(全面腐食)	共通	スリーブ、スリーブ取付端板、配管取付端板、蓋、胴および扉は炭素鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、大気接触部は塗装等により腐食を防止しており、塗膜等が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、原子炉格納容器濡れい率試験時等の目視確認で塗膜等の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
89	容器	原子炉格納容器機械ベネトレーション	△①	疲労割れ	胴等耐圧構成品の疲労割れ	機器搬入口、通常用エアロック、燃料移送管貫通部	機器搬入口、通常用エアロックおよび燃料移送管貫通部の胴等耐圧構成品は、プラントの起動・停止時等の過渡により、疲労割れが想定される。 しかしながら、原子炉格納容器と同様に運転中の温度変化およびそれに伴う圧力変化等しか過渡を受けず、有意な過渡を受けないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、原子炉格納容器濡れい率試験により、機器の健全性を確認している。
90	容器	原子炉格納容器電気ベネトレーション	△①	導通不良	外部リードの導通不良	L.V型モジュール	外部リードは、大きな荷重が作用すると断線するため、導通不良が想定される。 しかしながら、断線に至るような荷重は作用しないことを目視にて確認している。 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、系統機器の動作確認等により、機器の健全性を確認している。
91	容器	原子炉格納容器電気ベネトレーション	△②	腐食(全面腐食)	本体の腐食(全面腐食)	L.V型モジュール	本体は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
92	容器	原子炉格納容器電気ベネトレーション	△①	応力腐食割れ	端板およびヘッダの応力腐食割れ	L.V型モジュール	端板およびヘッダ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、端板およびヘッダは水環境にないこと、さらに温度も低く、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。 なお、原子炉格納容器濡れい率試験および電気ベネトレーションに封入しているN ₂ ガスの圧力確認により、機器の健全性を確認している。
93	容器	補機タンク	△②	腐食(全面腐食)	胴板等耐圧構成品の外面からの腐食(全面腐食)	蓄圧タンク、ガス減衰タンク、原子炉補機冷却水サージタンク、第2段温分難加熱器ドレンタンク、補助給水タンク	胴板等耐圧構成品は炭素鋼であり、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により腐食を防止しており、塗膜等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膜等の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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(10/56)

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
94	容器	補機タンク	△②	腐食(全面腐食)	スカートおよび支持脚の腐食(全面腐食)	蓄圧タンク、体積制御タンク、ガス減衰タンク、pH調整剤貯蔵タンク、よう素除去薬品タンク、原子炉補機冷却水サージタンク、第2段湿分分離加熱器ドラムタンク、SGBD熱回収装置フラッシュタンク	スカートおよび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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
95	容器	補機タンク	△②	腐食(全面腐食)	支持脚(スライド脚)の腐食(全面腐食)	よう素除去薬品タンク、原子炉補機冷却水サージタンク、第2段湿分分離加熱器ドラムタンク	タンクは横置きであり、支持脚(スライド脚)が設置されているが、スライド部は炭素鋼であり、長期使用により、腐食による固着が想定される。しかしながら、巡視点検等で目視によりスライド部に異常のないことを確認し、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。
96	容器	補機タンク	△②	腐食(全面腐食)	取付ボルトの腐食(全面腐食)	第2段湿分分離加熱器ドラムタンク、SGBD熱回収装置フラッシュタンク	取付ボルトは低合金鋼または炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
97	容器	補機タンク	△②	腐食(全面腐食)	腐食(全面腐食)	ガス減衰タンク	ガス減衰タンクの胴板等耐圧構成部品は炭素鋼であり、ドレン水がタンク下部に滞留していることから、長期使用により、内面からの腐食が想定される。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。
			△①			原子炉補機冷却水サージタンク、第2段湿分分離加熱器ドラムタンク	原子炉補機冷却水サージタンクおよび第2段湿分分離加熱器ドラムタンクの胴板等耐圧構成部品は炭素鋼であり、胴板等の内面からの腐食が想定される。しかしながら、原子炉補機冷却水サージタンクは内部流体がドラジン水(防錆剤注入水)、第2段湿分分離加熱器ドラムタンクは内部流体がpH等を管理した脱気水(給水)で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
			△①			補助給水タンク	補助給水タンクの胴板等耐圧構成部品は炭素鋼であり、胴板等の内面からの腐食が想定される。しかしながら、タンク内面を塗装しているとともに内部流体がpH等を管理した脱気水(給水)で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
98	容器	補機タンク	△①	応力腐食割れ	管台の内面からの応力腐食割れ	蓄圧タンク	1977年10月、米国H. B. ロビンソン(H. B. Robinson) 発電所のほう酸注入タンクでカップリングから管台(ともにステンレス鋼)にかけて内面からの応力腐食割れによる損傷が発生している。この事象は、飽和溶解酸素濃度(最大約8ppm)のほう酸水環境下で、高炭素量のステンレス鋼を使用していた管台が著しく脆化していたことが原因となり発生したものである。しかしながら、伊方3号炉の蓄圧タンクでは、タンク本体の熱処理を行った後に管台を溶接しており、材料の脆化はないと判断される。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。
99	容器	補機タンク	△①	腐食(全面腐食)	マンホール用ボルトの腐食(全面腐食)	共通	マンホール用ボルトは、ガスケットまたはダイヤフラム板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、維持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がたい。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。
100	容器	補機タンク	△②	応力腐食割れ	管台の外側からの応力腐食割れ	補助給水タンク	屋外に設置されたステンレス鋼製の管台等は大気中の海塩粒子等の塩分が付着した場合、塩化物イオンにより応力腐食割れが想定される。しかしながら、大気接触部は塗装を施しており、大気中の海塩粒子が付着する可能性は小さく、塗膜が健全であれば応力腐食割れの可能性は小さい。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。また、巡視点検等で、目視により塗膜の状態を確認し、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。
101	容器	フィルタ	△①	腐食(全面腐食)	ボルトの腐食(全面腐食)	ほう酸フィルタ	ボルトは低合金鋼であり、Oリングからの漏えいにより、内部流体による腐食が想定される。しかしながら、維持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がたい。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。
102	容器	フィルタ	△②	腐食(全面腐食)	ベアリングプレート等の腐食(全面腐食)	ほう酸フィルタ	ベアリングプレートは炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
103	容器	フィルタ	△②	流路の減少	スクリーン流路の減少	格納容器再循環サンプスクリーン	ディスク部は原子炉格納容器内空気環境へ開放されており、異物混入によるスクリーン流路の減少が想定される。しかしながら、目視確認と清掃により、スクリーン流路の減少につながる異物は適切に取り除かれている。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。
104	容器	フィルタ	△②	腐食(全面腐食)	胴板等耐圧構成部品等の腐食(全面腐食)	海水ストレーナ	内部流体が海水であり、胴板等耐圧構成部品およびこし筒の炭素鋼使用部位には、海水が接するためゴムライニングおよびナイロンコーティ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に海水が接した場合、腐食が想定される。しかしながら、開放点検時の目視確認等により、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。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(11/56)

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
105	容器	フィルタ	△②	腐食 (全面腐食)	銅板等の外面からの腐食 (全面腐食)	海水ストレーナ	銅板、鍍板、管台、平板、スカートおよびベースプレートの炭素鋼使用部位は、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により腐食を防止しており、塗膜等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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
106	容器	脱塩塔	△②	腐食 (全面腐食)	支持脚の腐食 (全面腐食)	冷却材混流式脱塩塔	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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
107	配管	ステンレス鋼配管	△②	高サイクル熱疲労割れ	母管の高サイクル熱疲労割れ	余熱除去系統配管	余熱除去冷却器出口配管とバイパスラインの合流部 (高低温水合流部) においては、局所的にバイパスラインからの高温水が流入し、複雑な流況による熱過渡を受け、疲労が蓄積されることから、高サイクル熱疲労割れが想定される。「日本機械学会 配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針 (JSME S 017-2003)」に基づき評価を実施した。劣化が進展すると仮定した場合における運転開始後60年時点の疲労評価に用いた過渡回数を表2-2-1に示す。評価結果を表2-2-2に示すが、許容値を満足する結果を得た。また、漏えい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。表2-2-1 伊方3号炉 余熱除去冷却器出口配管・バイパスライン合流部の疲労評価に用いた過渡回数 表2-2-2 伊方3号炉 余熱除去冷却器出口配管・バイパスライン合流部の疲労評価結果 また、通常運転時使用されず閉塞滞留部となる余熱除去系統配管の一部において、第1隔断弁にグランドリークが生じると、水平管部において熱成層が発生、消滅を繰り返すことにより高サイクル熱疲労割れ (非グランドリーク型) が想定される。しかしながら、隔断弁の分解点検を実施し、弁ディスク位置の調整により弁シート部の隙間を適正に管理していくことにより、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。
108	配管	ステンレス鋼配管	△②	応力腐食割れ	母管の外面からの応力腐食割れ	共通	配管外面に大気中の海塩粒子等の塩分が付着した場合、塩化物イオンにより応力腐食割れが想定される。しかしながら、塩分の付着の可能性はある配管については付着塩分濃度を測定し、健全性を確認している。また、巡視点検等で目視により塗装または保温材の状態を確認し、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。また、塩化ビニールテープの熱分解により生じた塩化物イオンにより応力腐食割れが想定される。しかしながら、配管外面の残存テープ有無について目視確認およびテープ痕跡の浸透探傷検査を実施し、健全性を確認している。これらの点検は既に完了しており、今後、塩化ビニールテープの熱分解による外面からの応力腐食割れ発生の可能性はないと考えられる。
109	配管	ステンレス鋼配管	△①	応力腐食割れ	母管の内面からの応力腐食割れ	余熱除去系統配管	1996年5月、米国セコイヤ (Sequoia) 発電所2号炉で、一次系水質環境下においても局所的に溶存酸素濃度が高くなる等の理由で内面からの応力腐食割れによる漏えいが発生していることから、応力腐食割れが想定される。しかしながら、高温かつ溶存酸素濃度が高くなる可能性のある範囲の溶接部については、耐応力腐食割れ性に優れたSUS316系材料を使用している。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、溶接部を対象とした超音波探傷検査または漏えい検査により機器の健全性を確認している。
110	配管	ステンレス鋼配管	△①	粒界割れ	溶接部の施工条件に起因する内面からの粒界割れ	余熱除去系統配管	2020年8月、大飯3号炉において、加圧器スプレイ配管の1次冷却材管管台との溶接部近傍内面に電裂が確認されている。調査の結果、「過大な溶接入熱」と「形状による影響」が重畳したことで表面近傍において特異な硬化が生じ、この特異な硬化が電裂の発生に寄与したと推定された。電裂は溶接熱影響部で粒界に沿って進展しており、粒界型応力腐食割れで進展したものと判断されている。一方、国内外のPIRプラントにおいて類似の事象は確認されておらず、伊方3号炉において同様の事象発生との可能性があると推定された部位全てに対し、第15回および第16回定期検査において超音波探傷検査を実施し、溶接部の健全性に問題のないことを確認している。なお、大飯3号炉で発生した事象は特異であるが、メカニズムが全て明らかになっていないことから、類似性の高い箇所に対しては第17回定期検査までの間、毎回検査を実施することとしている。また、第18回定期検査以降については、今後の知見拡充結果を踏まえて、対象・頻度を検討し供用期間中検査計画に反映を行う。
111	配管	ステンレス鋼配管	△①	腐食 (全面腐食)	フランジボルトの腐食 (全面腐食)	余熱除去系統配管、主蒸気系統配管、補助給水系統配管	フランジボルトは、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がたい。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。
112	配管	低合金鋼配管	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	母管の腐食 (流れ加速型腐食)	共通	高温水または2相流体を内包する低合金鋼配管では、エルボ部、分岐部、レジュササ部等の流れの乱れが起きる箇所であって流れ加速型腐食により減肉が発生する可能性がある。流れ加速型腐食による減肉は、流速、水質、温度、当該部の形状等の使用条件から発生する可能性は推定できるものの、個々の肉厚測定結果による進展評価以外に正確に定量的な評価を行うことは困難であるため、配管の減肉管理については減肉の可能性のある箇所の肉厚測定を行い、減肉の有無、減肉率を判断し、寿命評価を実施することとしている。配管減肉に対しては、減肉発生知見、調査結果に基づき作成した「原子力設備2次系配管肉厚管理指針 (PIR)」 (平成25年5月) により、減肉の点検対象として主要点検部位 (「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)」) に定められた偏流発生部位および下流範囲を含む部位) およびその他部位 (主要点検部位以外の部位) について管理対象とし、超音波による肉厚測定を行いデータの蓄積を図ってきた。また、美浜3号炉2次系配管破損事故 (2004年8月) 以降は、保安院指示文書「原子力発電工場の保安のための点検、検査等に関する電気事業法施行規則の規定の解釈 (内規) の制定について」 (平成20・12・22原院第4号 NISA-1636-08-5) や日本機械学会の規格 (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およびJSME S NG1-2016)) に定められた内容に従い、対象系統および部位や実施時期等の考え方を「2次系配管経年変化調査マニュアル」に反映し、これに基づき配管減肉の管理を実施している。具体的には、「2次系配管肉厚検査計画」に基づき、超音波を用いた肉厚測定を実施し、測定結果を検査装置からパソコンに取り込み、データベース化して管理している。したがって、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。 * : 「原子力設備2次系配管肉厚管理指針 (PIR)」 (平成25年5月) に従い、社内管理方法を定めたもの。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(12/56)

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
113	配管	低合金鋼配管	△②	腐食(エロージョン)	母管の腐食(エロージョン)	共通	<p>蒸気、凝縮水が流れる配管では、高減圧部で流速が大きくなるため、エロージョンにより減肉が想定される。</p> <p>エロージョンによる減肉は、個々の肉厚測定結果による進展評価以外に正確に定量的な評価を行うことは困難であるため、配管の減肉管理については減肉の可能性のある箇所の肉厚測定を行い、減肉の有無、減肉率を判断し、寿命評価を実施することとしている。</p> <p>配管減肉に対しては、減肉発生の知見、調査結果に基づき作成した「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」(平成25年5月)により、減肉の点検対象として主要点検部位(「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)」に定められた偏流発生部位および下流範囲を含む部位)およびその他部位(主要点検部位以外の部位)について管理対象とし、超音波による肉厚測定を行いデータの蓄積を図ってきた。</p> <p>また、美浜3号炉2次系配管破損事故(2004年8月)以降は、保安院指示文書「原子力発電工場の保安のための点検、検査等に関する電気事業法施行規則の規定の解釈(内規)の制定について」(平成20・12・22原院第4号 NISA-163c-08-5)や日本機械学会の規格(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およびJSME S NG1-2016))に定められた内容に従い、対象系統および部位や実施時期等の考え方を「2次系配管経年変化調査マニュアル」に反映し、これに基づき配管減肉の管理を実施している。具体的には、「2次系配管肉厚検査計画」に基づき、超音波を用いた肉厚測定を実施し、測定結果を検査装置からパソコンに取り込み、データベース化して管理している。</p> <p>したがって、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。</p> <p>*:「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」(平成25年5月)に従い、社内管理方法を定めたもの。</p>
114	配管	低合金鋼配管	△②	腐食(全面腐食)	母管の外表面からの腐食(全面腐食)	共通	<p>低合金鋼配管は、外面からの腐食が想定される。</p> <p>しかしながら、大気接触部は塗装等を施しており、塗膜等が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。</p> <p>また、巡視点検等で目視により塗膜等の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。</p> <p>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。</p>
115	配管	炭素鋼配管	△②	腐食(流れ加速型腐食)	母管の腐食(流れ加速型腐食)	主蒸気系統配管、主給水系統配管	<p>高温水または2相流体を内包する炭素鋼配管では、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は流れ加速型腐食により減肉が発生する可能性がある。</p> <p>流れ加速型腐食による減肉は、流速、水質、温度、当該部の形状等の使用条件から発生する可能性は推定できるものの、個々の肉厚測定結果による進展評価以外に正確に定量的な評価を行うことは困難であるため、配管の減肉管理については減肉の可能性のある箇所の肉厚測定を行い、減肉の有無、減肉率を判断し、寿命評価を実施することとしている。</p> <p>配管減肉に対しては、減肉発生の知見、調査結果に基づき作成した「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」(平成25年5月)により、減肉の点検対象として主要点検部位(「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)」に定められた偏流発生部位および下流範囲を含む部位)およびその他部位(主要点検部位以外の部位)について管理対象とし、超音波による肉厚測定を行いデータの蓄積を図ってきた。</p> <p>また、美浜3号炉2次系配管破損事故(2004年8月)以降は、保安院指示文書「原子力発電工場の保安のための点検、検査等に関する電気事業法施行規則の規定の解釈(内規)の制定について」(平成20・12・22原院第4号 NISA-163c-08-5)や日本機械学会の規格(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およびJSME S NG1-2016))に定められた内容に従い、対象系統および部位や実施時期等の考え方を「2次系配管経年変化調査マニュアル」に反映し、これに基づき配管減肉の管理を実施している。具体的には、「2次系配管肉厚検査計画」に基づき、超音波を用いた肉厚測定を実施し、測定結果を検査装置からパソコンに取り込み、データベース化して管理している。</p> <p>したがって、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。</p> <p>*:「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」(平成25年5月)に従い、社内管理方法を定めたもの。</p>
116	配管	炭素鋼配管	△②	腐食(エロージョン)	母管の腐食(エロージョン)	主蒸気系統配管、主給水系統配管	<p>蒸気、凝縮水が流れる配管では、高減圧部で流速が大きくなるため、エロージョンにより減肉が想定される。</p> <p>エロージョンによる減肉は、個々の肉厚測定結果による進展評価以外に正確に定量的な評価を行うことは困難であるため、配管の減肉管理については減肉の可能性のある箇所の肉厚測定を行い、減肉の有無、減肉率を判断し、寿命評価を実施することとしている。</p> <p>配管減肉に対しては、減肉発生の知見、調査結果に基づき作成した「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」(平成25年5月)により、減肉の点検対象として主要点検部位(「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)」に定められた偏流発生部位および下流範囲を含む部位)およびその他部位(主要点検部位以外の部位)について管理対象とし、超音波による肉厚測定を行いデータの蓄積を図ってきた。</p> <p>また、美浜3号炉2次系配管破損事故(2004年8月)以降は、保安院指示文書「原子力発電工場の保安のための点検、検査等に関する電気事業法施行規則の規定の解釈(内規)の制定について」(平成20・12・22原院第4号 NISA-163c-08-5)や日本機械学会の規格(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およびJSME S NG1-2016))に定められた内容に従い、対象系統および部位や実施時期等の考え方を「2次系配管経年変化調査マニュアル」に反映し、これに基づき配管減肉の管理を実施している。具体的には、「2次系配管肉厚検査計画」に基づき、超音波を用いた肉厚測定を実施し、測定結果を検査装置からパソコンに取り込み、データベース化して管理している。</p> <p>したがって、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。</p> <p>*:「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」(平成25年5月)に従い、社内管理方法を定めたもの。</p>
117	配管	炭素鋼配管	△②	腐食(全面腐食)	母管の内面からの腐食(全面腐食)	原子炉補機冷却海水系統配管	<p>原子炉補機冷却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。</p> <p>しかしながら、開放点検(目視確認またはピンホール検査)を実施し、機器の健全性を維持している。</p> <p>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。</p>
118	配管	炭素鋼配管	△②	腐食(全面腐食)	母管の外表面からの腐食(全面腐食)	共通	<p>炭素鋼配管は、外面からの腐食が想定される。</p> <p>しかしながら、大気接触部は塗装等を施しており、塗膜等が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。</p> <p>また、巡視点検等で目視により塗膜等の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。</p> <p>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。</p>
119	配管	炭素鋼配管	△①	腐食(全面腐食)	フランジボルトの腐食(全面腐食)	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	<p>フランジボルトは、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。</p> <p>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がたい。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

表1-1 日常劣化管理事象一覧(13/56)

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
120	配管	1次冷却材管	△①	応力腐食割れ	母管および管台の応力腐食割れ	1次冷却材管	母管（原子炉容器および蒸気発生器と接続するセーフエンドの溶接部を含む）および管台はステンレス鋼また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。
121	配管	配管サポート	△②	腐食（全面腐食）	ベースプレート、クランプ等の腐食（全面腐食）	共通	ベースプレート、クランプ等は炭素鋼または低合金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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
122	配管	配管サポート	△②	腐食（全面腐食）	埋込金物の腐食（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、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
123	配管	配管サポート	△②	摩耗	ピン等摺動部材の摩耗	リポルト、スライドサポート、レストレイント、スプリングハンガ、オイルスナバ、メカニカルスナバ	配管移動を許容するサポートの摺動部材は、配管熱移動や振動により摩耗が発生し、支持機能への影響が想定される。しかしながら、巡視点検等で目視によりサポートの動作状況に異常のないことを確認し、必要に応じて部品の交換を実施することで、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。
124	配管	配管サポート	△②	はく離	スライドプレートのテフロンのはく離	スライドサポート	主蒸気配管等の大口径配管のスライドサポートのスライド部には摩擦力を低減するために炭素鋼表面にテフロン加工したスライドプレートを使用しているが、高温条件下で長期にわたり使用した場合、テフロンのはく離が生じ、スライド部の固着等により支持機能への影響が想定される。しかしながら、巡視点検等で目視によりスライドサポートの動作状況に異常のないことを確認し、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。
125	配管	配管サポート	△①	変形（応力緩和）	ばねの変形（応力緩和）	スプリングハンガ	スプリングハンガのばねは応力が発生した状態にて長期間保持されることにより、変形（応力緩和）が発生し、支持機能への影響が想定される。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、巡視点検等で目視によりスプリングハンガの動作状況に異常のないことを確認し、機器の健全性を確認している。
126	配管	配管サポート	△①	劣化	グリスの劣化	メカニカルスナバ	メカニカルスナバのボールネジ部には、円滑な作動を確保するために潤滑剤としてグリスが塗布されている。このグリスが劣化し潤滑剤として機能しなくなった場合、ボールネジ部固着等により支持機能への影響が想定される。しかしながら、熱によるグリスの固化は、グリスの油分減少に伴い発生するものであるが、蒸発試験を実施した結果を用いて、60年間の油分減少量を外挿により推定した値は、安全側に設定した許容値に対して十分低いことを確認している。さらに、放射線によるグリスの固化については、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。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、巡視点検等で目視によりメカニカルスナバの動作状況に異常のないことを確認し、機器の健全性を確認している。
127	弁	一般弁仕切弁	△②	摩耗	弁体、弁座のシート面の摩耗	共通	弁体、弁座のシート面は弁の開閉により、摩耗が想定される。しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じてシート面摺り合わせ手入れ、取替を行うことにより、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。
128	弁	一般弁仕切弁	△②	摩耗	弁棒（パッキン受け部）の摩耗	共通	弁棒は開閉に伴うパッキン受け部との摺動により、摩耗が想定される。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。
129	弁	一般弁仕切弁	△②	腐食（隙間腐食）	弁棒の腐食（隙間腐食）	共通	弁棒はパッキンとの接触部において腐食が想定される。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。
130	弁	一般弁仕切弁	△②	腐食（全面腐食）	ヨークの腐食（全面腐食）	余熱除去系第1入口弁、1次冷却材ポンプ冷却水入口第1隔離弁	炭素鋼製のヨークは、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装等により腐食を防止しており、塗膜等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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
131	弁	一般弁仕切弁	△②	腐食（流れ加速型腐食）	弁箱等の腐食（流れ加速型腐食）	主蒸気逃がし元弁	炭素鋼製の弁箱、弁蓋、弁体および炭素鋼の弁座は、内部流体（蒸気）による流れ加速型腐食により減肉が想定される。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。
132	弁	一般弁仕切弁	△②	腐食（全面腐食）	弁箱、弁蓋等の外面からの腐食（全面腐食）	主蒸気逃がし元弁、1次冷却材ポンプ冷却水入口第1隔離弁	炭素鋼製または炭素鋼の弁箱、弁蓋等は、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により腐食を防止しており、塗膜等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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
133	弁	一般弁仕切弁	△①	熱時効	弁箱、弁蓋の熱時効	余熱除去系第1入口弁	弁箱、弁蓋はステンレス鋼製であり、使用温度が250℃以上と高いため、熱時効による材料特性変化を起す可能性があるが、熱時効は材質変化に加え、欠陥が存在し、かつ高い応力が存在する場合について検討が必要となる。しかしながら、弁は接続される配管と比較して厚板に製造されていることから発生応力は小さく、製造時の非破壊検査で有意な欠陥がないことを確認し、さらに運転開始後60年を想定した疲労評価でも許容値を満足することから、評価期間において欠陥の発生する要因があるとは考えにくい。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(14/56)

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
134	井	一般弁仕切弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁蓋ボルトの腐食 (全面腐食)	共通	弁蓋ボルトは低合金鋼であり、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、維持管理により漏えい防止を回っており、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がたい。 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等により、機器の健全性を確認している。
135	井	一般弁仕切弁	△①	摩耗	弁体、弁棒の摩耗 (連結部)	共通	弁体と弁棒の連結部ははめ込み式であるため、弁内部の流れにより弁体が振動する可能性があり、連結部で摩耗が想定される。 しかしながら、弁体にはその振動等を拘束するための弁体ガイドを設けるとともに流れの影響を受けないよう開弁時には弁体を弁蓋内に収める構造としている。 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により、機器の健全性を確認している。
136	井	一般弁仕切弁	△①	応力腐食割れ	弁棒の応力腐食割れ	共通	1989年3月、川内2号炉の仕切弁で水素脆化型の応力腐食割れ(遅れ割れ)による弁棒の亀裂損傷が発生しているが、開閉時にバックシートを効かせ過ぎたことにより過大な応力が発生したことが原因である。 しかしながら、伊方3号炉においては、手動弁は開弁時バックシートを効かせず、また電動弁はバックシートを効かせないよう開弁位置を設定している。 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により、機器の健全性を確認している。
137	井	一般弁仕切弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁箱等の腐食 (全面腐食)	1次冷却材ポンプ冷却水入口第1隔離弁	弁箱、弁蓋、弁体および弁座は炭素鋼または炭素鋼であり、内部流体による腐食が想定される。 しかしながら、内部流体はヒドランジ水(防錆剤注入水)で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。 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。
138	井	一般弁玉形弁	△②	摩耗	弁体、弁座または弁箱弁座部のシート面の摩耗	pH調整剤貯蔵タンク出口第1弁、濃縮液循環弁、加圧器逃がしタンクガス分析ライン第1隔離弁、主蒸気逃がし弁、蓄圧タンク窒素隔離弁	弁体、弁座または弁箱弁座部のシート面は弁の開閉による摩耗が想定される。 しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じてシート面摺り合わせ手入れ、取替を行うことにより、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。
139	井	一般弁玉形弁	△②	摩耗	弁棒(パッキン受け部)の摩耗	pH調整剤貯蔵タンク出口第1弁、濃縮液循環弁、加圧器逃がしタンクガス分析ライン第1隔離弁、主蒸気逃がし弁、蓄圧タンク窒素隔離弁	弁棒は開閉に伴うパッキン受け部との摺動により、摩耗が想定される。 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。
140	井	一般弁玉形弁	△②	腐食 (隙間腐食)	弁棒の腐食(隙間腐食)	pH調整剤貯蔵タンク出口第1弁、濃縮液循環弁、加圧器逃がしタンクガス分析ライン第1隔離弁、主蒸気逃がし弁、蓄圧タンク窒素隔離弁	弁棒はパッキンとの接触部において腐食が想定される。 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。
141	井	一般弁玉形弁	△②	腐食 (全面腐食)	弁箱、弁蓋の外からの腐食 (全面腐食)	主蒸気逃がし弁、蓄圧タンク窒素隔離弁	低合金鋼鋼または炭素鋼の弁箱、弁蓋は、外面からの腐食が想定される。 しかしながら、外面の大気接触部は塗装等により腐食を防止しており、塗装等が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、監視点検等で目視により塗装等の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
142	井	一般弁玉形弁	△①	応力腐食割れ	弁棒の応力腐食割れ	pH調整剤貯蔵タンク出口第1弁、濃縮液循環弁、加圧器逃がしタンクガス分析ライン第1隔離弁、主蒸気逃がし弁、蓄圧タンク窒素隔離弁	1989年3月、川内2号炉の仕切弁で水素脆化型の応力腐食割れ(遅れ割れ)による弁棒の亀裂損傷が発生しているが、開閉時にバックシートを効かせ過ぎたことにより過大な応力が発生したことが原因である。 しかしながら、伊方3号炉においては、手動弁は開弁時バックシートを効かせず、電動弁は、バックシートを効かせないよう開弁位置を設定している。また、空気動弁はバックシート部の発生応力を制限して開閉時の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。 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。
143	井	一般弁玉形弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁箱等の腐食 (全面腐食)	pH調整剤貯蔵タンク出口第1弁	pH調整剤貯蔵タンク出口第1弁は内部流体が苛性ソーダ溶液であり、腐食が想定される。 しかしながら、弁箱(弁座と一体)、弁蓋、弁体および弁棒はステンレス鋼であり、苛性ソーダ濃度および使用温度が低く、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がたい。 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。
			△①		蓄圧タンク窒素隔離弁		また、蓄圧タンク窒素隔離弁の弁箱、弁蓋は炭素鋼であることから内部流体による腐食が想定される。 しかしながら、内部流体は窒素で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。 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。
144	井	一般弁玉形弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁蓋ボルトの腐食 (全面腐食)	pH調整剤貯蔵タンク出口第1弁、主蒸気逃がし弁	弁蓋ボルトは低合金鋼であり、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、維持管理により漏えい防止を回っており、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がたい。 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等により、機器の健全性を確認している。
145	井	一般弁玉形弁	△②	応力腐食割れ	弁箱等の応力腐食割れ	濃縮液循環弁	弁箱、弁蓋、弁体、弁座および弁棒はステンレス鋼である、内部流体が濃縮された廃液かつ高温であるため、応力腐食割れが想定される。 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。
146	井	一般弁玉形弁	△①	応力腐食割れ	弁箱等の応力腐食割れ	pH調整剤貯蔵タンク出口第1弁	弁箱、弁蓋、弁体および弁棒はステンレス鋼であり、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に示すように応力腐食割れ発生条件と比較して、苛性ソーダ溶液の濃度および使用温度が低いことから、応力腐食割れ発生可能性は小さい。 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、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。 図2.2-1 SUS304/316材のNaOH溶液中でのSCC感受性
147	井	一般弁玉形弁	△②	腐食 (全面腐食)	弁箱等の腐食 (全面腐食)	主蒸気逃がし弁	低合金鋼鋼の弁箱、弁蓋は、内部流体が蒸気であり、内部流体による腐食が想定される。 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。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(15/56)

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
148	弁	一般弁 バタフライ弁	△②	摩耗	弁体、弁座または弁箱弁座部のシート面の摩耗	共通	弁体、弁座または弁箱弁座部のシート面は弁の開閉による摩耗が想定される。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。
149	弁	一般弁 バタフライ弁	△②	腐食 (エロージョン)	弁体、弁箱弁座部の腐食(エロージョン)	余熱除去冷却器出口流量調整弁	中間開度で使用している弁体、弁箱弁座部には、エロージョンによる減肉が想定される。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。
150	弁	一般弁 バタフライ弁	△②	摩耗	弁棒(パッキン、Oリング受け部および軸保持部)の摩耗	共通	弁棒は開閉に伴うパッキン、Oリング受け部および軸保持部との摺動により、摩耗が想定される。しかしながら、分解点検時の目視確認等により、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。
151	弁	一般弁 バタフライ弁	△②	腐食 (隙間腐食)	弁棒の腐食(隙間腐食)	共通	弁棒はパッキンおよびOリングとの接触部において腐食が想定される。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。
152	弁	一般弁 バタフライ弁	△②	応力腐食割れ	弁箱等の応力腐食割れ	濃縮液ポンプ入口弁	弁箱、弁蓋、弁体、弁座および弁棒はステンレス鋼またはステンレス鋼であり、内部流体が脱液かつ高温であるため、応力腐食割れが想定される。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。
153	弁	一般弁 バタフライ弁	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	弁箱等の腐食(流れ加速型腐食)	主給水ポンプタービン排気弁	炭素鋼の弁箱、弁蓋および弁体は、内部流体が蒸気であり、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。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。
154	弁	一般弁 バタフライ弁	△②	腐食 (全面腐食)	弁箱、弁蓋の外面からの腐食(全面腐食)	主給水ポンプタービン排気弁、海水ポンプ出口弁、安全補機閉器室空調ユニット出口弁、格納容器給気第1隔離弁、スプレークーラ冷却水出口流量調整弁	炭素鋼または炭素鋼の弁箱、弁蓋は、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により腐食を防止しており、塗膜等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膜等の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
155	弁	一般弁 バタフライ弁	△②	腐食 (異種金属接触腐食含む)	弁箱、弁蓋および弁座の腐食(異種金属接触腐食を含む)	海水ポンプ出口弁	内部流体が海水であり、炭素鋼または炭素鋼の弁箱、弁蓋および弁座の接液部においては腐食が想定される。しかしながら、分解点検時にライニング等の状況を目視確認し、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。
156	弁	一般弁 バタフライ弁	△②	腐食 (孔食・隙間腐食)	弁棒等の腐食(孔食・隙間腐食)	海水ポンプ出口弁	内部流体が海水であり、ステンレス鋼またはステンレス鋼の弁棒および弁体の接液部においては、孔食・隙間腐食が想定される。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。
157	弁	一般弁 バタフライ弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁箱等の腐食(全面腐食)	格納容器給気第1隔離弁、スプレークーラ冷却水出口流量調整弁	炭素鋼または炭素鋼の弁箱、弁蓋、弁体、弁座は、内部流体による腐食が想定される。しかしながら、内部流体が空気またはヒドランジン水(防錆剤注入水)である弁については、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がたい。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。
			△②				安全補機閉器室空調ユニット出口弁
158	弁	一般弁 バタフライ弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁蓋ボルトの腐食(全面腐食)	余熱除去冷却器出口流量調整弁、濃縮液ポンプ入口弁、主給水ポンプタービン排気弁、海水ポンプ出口弁、安全補機閉器室空調ユニット出口弁、スプレークーラ冷却水出口流量調整弁	弁蓋ボルトは低合金鋼または炭素鋼であり、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がたい。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等により、機器の健全性を確認している。
159	弁	一般弁 ダイヤフラム弁	△②	摩耗	弁棒の摩耗	共通	弁棒は開閉に伴う弁蓋との摺動により、摩耗が想定される。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。
160	弁	一般弁 ダイヤフラム弁	△②	腐食 (異種金属接触腐食含む)	弁箱の腐食(異種金属接触腐食を含む)	海水ポンプ軸受潤滑水ライン止弁	鉄製の弁箱は、海水が接液するための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液した場合には、腐食が発生する可能性がある。しかしながら、分解点検時にライニング等の状況を目視確認し、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。
161	弁	一般弁 ダイヤフラム弁	△②	腐食 (全面腐食)	弁箱等の外面からの腐食(全面腐食)	格納容器冷却材ドレンタンクベント第1隔離弁、海水ポンプ軸受潤滑水ライン止弁	炭素鋼または炭素鋼の弁箱は、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により腐食を防止しており、塗膜等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膜等の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
162	弁	一般弁 ダイヤフラム弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁箱の腐食(全面腐食)	格納容器冷却材ドレンタンクベント第1隔離弁	炭素鋼または炭素鋼の弁箱は、内部流体による腐食が想定される。しかしながら、格納容器冷却材ドレンタンクベント第1隔離弁の内部流体は蒸気または希ガスで、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がたい。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。
163	弁	一般弁 ダイヤフラム弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁蓋ボルトの腐食(全面腐食)	格納容器冷却材ドレンポンプ出口ライン第1隔離弁、海水ポンプ軸受潤滑水ライン止弁	弁蓋ボルトは低合金鋼であり、ダイヤフラム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がたい。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等により、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(16/56)

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
164	弁	一般弁 ダイヤフラム弁	△②	腐食 (全面腐食)	ヨークの腐食 (全面腐食)	格納容器冷却材ドレンポンプ出口ライン第1隔離弁、炉内核計装装置ガスバーンライン第1隔離弁、格納容器冷却材ドレンタンクベント第1隔離弁	鋼鉄のヨークは、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装等により腐食を防止しており、塗膜等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膜等の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
165	弁	一般弁 スイング逆止弁	△②	摩耗	弁体、弁座のシート面の摩耗	蓄圧タンク出口注入ライン第1逆止弁、加圧器逃がしタンク補給水ライン隔離逆止弁、主蒸気隔離弁、RCP冷却水入口隔離逆止弁、海水ポンプ出口逆止弁	弁体、弁座部シート面は、弁の開閉による摩耗が想定される。しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じてシート面摺り合わせ手入れ、取替を行うことにより、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。
166	弁	一般弁 スイング逆止弁	△②	摩耗	弁棒、アームの弁棒嵌合部の摩耗	蓄圧タンク出口注入ライン第1逆止弁、加圧器逃がしタンク補給水ライン隔離逆止弁、主蒸気隔離弁、RCP冷却水入口隔離逆止弁、海水ポンプ出口逆止弁	弁棒、アームの弁棒嵌合部は閉閉に伴う撓動により、摩耗が想定される。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。
167	弁	一般弁 スイング逆止弁	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	弁箱等の腐食 (流れ加速型腐食)	主蒸気隔離弁	炭素鋼鋼鋼または炭素鋼の弁箱、弁蓋、弁体、弁座、アームは、内部流体が蒸気であり、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。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。
168	弁	一般弁 スイング逆止弁	△②	腐食 (全面腐食)	弁箱、弁蓋等の外面からの腐食 (全面腐食)	主蒸気隔離弁、RCP冷却水入口隔離逆止弁、海水ポンプ出口逆止弁	炭素鋼鋼鋼または炭素鋼の弁箱、弁蓋等は、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により腐食を防止しており、塗膜等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膜等の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
169	弁	一般弁 スイング逆止弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁箱等の腐食 (全面腐食)	RCP冷却水入口隔離逆止弁	炭素鋼鋼鋼または炭素鋼の弁箱、弁蓋、弁体、弁座およびアームは、内部流体による腐食が想定される。しかしながら、内部流体はヒドラジン水(防錆剤注入水)で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
170	弁	一般弁 スイング逆止弁	△②	腐食 (異種金属接触腐食を含む)	弁箱等の腐食 (異種金属接触腐食を含む)	海水ポンプ出口逆止弁	炭素鋼または炭素鋼鋼鋼の弁箱、弁蓋は、海水が接液するため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液した場合には、腐食が発生する可能性がある。しかしながら、分解点検時にライニング等の状況を目視確認し、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。
171	弁	一般弁 スイング逆止弁	△②	腐食 (孔食・隙間腐食)	弁体等の腐食 (孔食・隙間腐食)	海水ポンプ出口逆止弁	銅合金または銅合金積物の受け軸、弁体、弁座、アーム軸、弁軸およびアームは、海水接液部において孔食・隙間腐食が想定される。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。
172	弁	一般弁 スイング逆止弁	△②	腐食 (隙間腐食)	弁棒の腐食 (隙間腐食)	主蒸気隔離弁	弁棒はバックシートの接触部において腐食が想定される。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。
173	弁	一般弁 スイング逆止弁	△②	摩耗	ブッシュの摩耗	蓄圧タンク出口注入ライン第1逆止弁、加圧器逃がしタンク補給水ライン隔離逆止弁、主蒸気隔離弁、RCP冷却水入口隔離逆止弁、海水ポンプ出口逆止弁	ブッシュは弁棒との撓動により、摩耗が想定される。しかしながら、分解点検時の寸法計測または目視確認により状態を確認し、必要に応じて取替を行うことにより、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。
174	弁	一般弁 スイング逆止弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁蓋ボルトの腐食 (全面腐食)	蓄圧タンク出口注入ライン第1逆止弁、加圧器逃がしタンク補給水ライン隔離逆止弁、主蒸気隔離弁、RCP冷却水入口隔離逆止弁	低合金鋼の弁蓋ボルトは、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がたい。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等により、機器の健全性を確認している。
175	弁	一般弁 スイング逆止弁	△①	熱時効	弁箱の熱時効	蓄圧タンク出口注入ライン第1逆止弁	弁箱はステンレス鋼鋼鋼であり、使用温度が250℃以上と高いため、熱時効による材料特性変化を起こす可能性があるが、熱時効は材質変化に加え、欠陥が存在し、かつ高い応力が存在する場合について換付が必要となる。しかしながら、弁は接続される配管と比較して厚板に製造されていることから発生応力も小さく、製造時の非破壊検査で有意な欠陥がないことを確認し、さらに運転開始後60年を想定した疲労評価でも許容値を満足することから、評価期間において欠陥の発生する要因があるとは考えにくい。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。
176	弁	一般弁 リフト逆止弁	△②	摩耗	弁体、弁箱弁座部のシート面の摩耗	共通	弁体、弁箱弁座部のシート面は弁の開閉による摩耗が想定される。しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じてシート面摺り合わせ手入れ、取替を行うことにより、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。
177	弁	一般弁 リフト逆止弁	△①	摩耗	弁体と弁体ガイドまたははめ軸の摩耗	共通	弁体と弁体ガイドまたははめ軸との撓動部は、弁の開閉による摩耗が想定される。しかしながら、撓動荷重は加わらず、有意な摩耗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、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。
178	弁	一般弁 リフト逆止弁	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	弁箱等の腐食 (流れ加速型腐食)	軸受冷却水スタンドパイプ復水補給水逆止弁	炭素鋼の弁箱、弁蓋は、内部流体(給水)による流れ加速型腐食により減肉が想定される。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。
179	弁	一般弁 リフト逆止弁	△②	腐食 (全面腐食)	弁箱、弁蓋等の外面からの腐食 (全面腐食)	軸受冷却水スタンドパイプ復水補給水逆止弁、蓄圧タンク室素供給ライン隔離逆止弁	炭素鋼の弁箱、弁蓋等は、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により腐食を防止しており、塗膜等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膜等の状態を確認し、はく離等が認められた場合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(17/56)

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
180	井	一般井 リフト逆 止弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁箱等の腐食 (全面腐食)	蓄圧タンク窒素供給ライン隔離 逆止弁	炭素鋼の弁箱、弁蓋は、内部流体による腐食が想定される。 しかしながら、内部流体は窒素で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。 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。
181	井	一般井 リフト逆 止弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁蓋ボルトの腐 食(全面腐食)	よう素除去薬品注入ライン逆止 弁、軸受冷却水スタンドパイプ 復水補給水逆止弁、蓄圧タンク 窒素供給ライン隔離逆止弁	弁蓋ボルトは低合金鋼であり、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がたい。 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等により、機器の健全性を確認している。
182	井	一般井 リフト逆 止弁	△①	変形 (応力緩和)	ばねの変形(応 力緩和)	高圧注入ラインループ低温側第 1逆止弁、高圧ポンプ出口逆止 弁、電動補助給水ポンプミニフ ローライン逆止弁、蓄圧タンク 窒素供給ライン隔離逆止弁	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、リフト逆止弁のばねは、高粘性流体を取扱うラインにおける使用を考慮して、着座性をよくするために設けられているもので、伊予3号炉で使用している水や空気等を取扱うラインでは流体の粘性が低く、弁体の自重のみで閉止可能であるため、仮にばねの変形(応力緩和)が発生したとしても、弁の機能に影響しない。 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。
183	井	一般井 安全逃が し弁	△②	腐食 (全面腐食)	弁箱、弁蓋等の 外面からの腐食 (全面腐食)	加圧器安全弁、主蒸気安全弁、 始動空気ため安全弁	炭素鋼製鋼の弁箱、弁蓋等には、外面からの腐食が想定される。 しかしながら、外面の大気接触部は塗装等により腐食を防止しており、塗膜等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、塗膜等の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
184	井	一般井 安全逃が し弁	△②	腐食 (全面腐食)	弁箱等の腐食 (全面腐食)	加圧器安全弁、主蒸気安全弁、 始動空気ため安全弁	炭素鋼または炭素鋼製の弁箱、弁蓋の内面および弁座には腐食が想定される。 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。
185	井	一般井 安全逃が し弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁蓋ボルトの腐 食(全面腐食)	加圧器安全弁、主蒸気安全弁	弁蓋ボルトは低合金鋼または炭素鋼であり、ガスケット部等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がたい。 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等により、機器の健全性を確認している。
186	井	一般井 安全逃が し弁	△①	疲労割れ	ベローズの疲労 割れ	加圧器安全弁	ベローズは弁の開閉による疲労割れが想定される。 しかしながら、安全弁はシステムの異常昇圧時の保護目的で設置されており作動回数は少なく、これまでに有意な割れ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がたい。 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、分解点検時の漏えい確認より、機器の健全性を確認している。
187	井	一般井 安全逃が し弁	△①	摩耗	弁体、弁座シー ト面の摩耗	共通	弁体、弁座シート面は弁の開閉により、摩耗が想定される。 しかしながら、安全弁はシステムの異常昇圧時の保護目的で設置されており作動回数は少なく、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がたい。 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。
188	井	一般井 安全逃が し弁	△①	摩耗	弁棒の摩耗	共通	弁棒は開閉に伴う弁蓋との撓動により、摩耗が想定される。 しかしながら、安全弁はシステムの異常昇圧時の保護目的で設置されており作動回数は少なく、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がたい。 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。
189	井	一般井 安全逃が し弁	△①	変形 (応力緩和)	ばねの変形(応 力緩和)	共通	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おり、これまでに有意なばねの変形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がたい。 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。
190	井	一般井 (駆動部) 電動装置	△②	腐食 (全面腐食)	フレームおよび 駆動装置ハウジ ングの腐食(全 面腐食)	共通	フレームおよび駆動装置ハウジングは鋳鉄であり、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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、巡視点検等の目視確認等で塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
191	井	一般井 (駆動部) 電動装置	△②	摩耗	ステムナットの 摩耗	共通	ステムナットは弁棒との嵌合による撓動部があり、弁の開閉により、摩耗が想定される。 しかしながら、ステムナットの撓動部は潤滑油により摩耗を防止している。 また、分解点検時に目視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。
192	井	一般井 (駆動部) 電動装置	△①	摩耗	歯車の摩耗	共通	歯車は、弁の開閉に伴う撓動により摩耗が想定される。 しかしながら、潤滑油により摩耗を防止しており、摩耗が発生しがたい環境にある。 また、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がたい。 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、機器点検時の動作確認により、機器の健全性を確認している。
193	井	一般井 (駆動部) 電動装置	△②	腐食 (全面腐食)	取付ボルトの腐 食(全面腐食)	共通	取付ボルトは低合金鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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(18/56)

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
194	弁	一般弁(駆動部)電動装置	△①	腐食(全面腐食)	固定子コア、回転子コア、主極コア、補極コアおよび電機子コアの腐食(全面腐食)	余熱除去系第1入口弁電動装置、T/D補助給水ポンプ主蒸気元弁電動装置	固定子コア、回転子コア、主極コア、補極コアおよび電機子コアは珪素鋼板または炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、固定子コア、回転子コア、主極コア、補極コアおよび電機子コアはエポキシ樹脂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、今後もこの傾向が変化するとは考えにくい。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、分解点検時に目視確認により、機器の健全性を確認している。
195	弁	一般弁(駆動部)電動装置	△①	はく離	電磁ブレーキのライニングのはく離	T/D補助給水ポンプ主蒸気元弁電動装置	2008年7月、敦賀2号炉のタービン補助給水ポンプ起動入口弁の直流電動機用電磁ブレーキにおいて、電磁ブレーキのライニングのはく離が発生しているが、この事象は、当該弁が外気の影響を受ける高温エリアに設置されていたことに伴い発生した結露水がライニングの接着面に浸透し、接着力を低下させたものである。伊方3号炉の電磁ブレーキ付き電動機用の弁電動装置は扉内に設置され高温環境にはなく、結露水が発生しやすい環境にないことからはく離の可能性は小さい。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、分解点検時に目視確認により、機器の健全性を確認している。
196	弁	一般弁(駆動部)電動装置	△①	摩耗	整流子の摩耗	T/D補助給水ポンプ主蒸気元弁電動装置	整流子は、ブラシとの摺動部に摩耗が想定される。しかしながら、整流子およびブラシは密閉された電動機内部にあり、ブラシ摺動面に埃等が侵入しにくい構造であるため、ブラシ材より硬質な整流子材が摩耗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、分解点検時に目視確認により、機器の健全性を確認している。
197	弁	一般弁(駆動部)空気作動装置	△②	腐食(全面腐食)	ケース、フレーム、ヨーク、シリンダ、レバー、アキュムレータ、鋼管および継手の外面からの腐食(全面腐食)	主蒸気逃がし弁空気作動装置、主蒸気隔離弁空気作動装置	ケース、フレーム、ヨーク、シリンダ、レバー、鋼管、継手およびアキュムレータは炭素鋼または炭素鋼鍍金であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
198	弁	一般弁(駆動部)空気作動装置	△②	腐食(全面腐食)	ケースボルト、シリンダボルトおよびナット、取付ボルトの腐食(全面腐食)	主蒸気逃がし弁空気作動装置、主蒸気隔離弁空気作動装置	ケースボルト、シリンダボルト、ナットおよび取付ボルトは低合金鋼または炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、分解点検時にボルト・ナットの手入れを行い、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。
199	弁	一般弁(駆動部)空気作動装置	△①	疲労割れ	鋼管および継手の疲労割れ	主蒸気逃がし弁空気作動装置	鋼管および継手は弁開閉時の振動および配管振動により、疲労割れが想定される。しかしながら、鋼管および継手は設計時に振動による影響を考慮している。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、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。
200	弁	一般弁(駆動部)空気作動装置	△①	摩耗	ピストンとピストンガイド、ピストンロッドとプッシュ、レバーとピンの摩耗	主蒸気隔離弁空気作動装置	ピストンとピストンガイド、ピストンロッドとプッシュ、レバーとピンは開閉動作による摺動により、摩耗が想定される。しかしながら、ピストンとピストンガイドの間にはクリアランスがあり実際には接触しておらず、ピストンとバックキープ板により固定されたゴム製のバックガイドに接触するようにしているため、ピストンやピストンガイドに摩耗が発生することはない。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。同様に、ピストンロッドとプッシュについては硬度差を設けてピストンロッドの摩耗を防止している。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。さらに、レバーとピンの摺動部には鋼合金製のプッシュを設け、硬度差を設けてレバーとピンの摩耗を防止しており、主蒸気隔離弁の動作頻度は年に数回と少ない。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、ピストン、ピストンロッド、レバーおよびピンは、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。
201	弁	一般弁(駆動部)空気作動装置	△①	変形(応力緩和)	ばねの変形(応力緩和)	共通	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及び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、機器点検時の動作確認により、機器の健全性を確認している。
202	弁	特殊弁蒸気止め弁	△②	腐食(流れ加速型腐食、エロージョン)	弁箱等の腐食(流れ加速型腐食、エロージョン)	主蒸気止め弁	弁箱および弁蓋は炭素鋼鍍金、炭素鋼であり、内部流体が蒸気であるため、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。また、弁棒の高圧部では、エロージョンにより減肉が想定される。しかしながら、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。
203	弁	特殊弁蒸気止め弁	△②	腐食(全面腐食)	支持脚の腐食(全面腐食)	主蒸気止め弁	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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
204	弁	特殊弁蒸気止め弁	△①	摩耗	弁体および弁座のシート面の摩耗	主蒸気止め弁	弁体および弁座のシート面は弁の開閉による摩耗が想定される。しかしながら、アクチュエータのダッシュポット部で減速衝撃力を和らげており、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がたい。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浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。
205	弁	特殊弁蒸気止め弁	△①	腐食(全面腐食)	弁箱、弁蓋およびアクチュエータの外面からの腐食(全面腐食)	主蒸気止め弁	弁箱、弁蓋およびアクチュエータは炭素鋼鍍金、炭素鋼、鋳鉄または鋼合金鍍金物であり、外面からの腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装または保温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がたい。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等により、機器の健全性を確認している。
206	弁	特殊弁蒸気止め弁	△①	腐食(全面腐食)	弁蓋ボルトの腐食(全面腐食)	主蒸気止め弁	弁蓋ボルトは低合金鋼であり、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がたい。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等により、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(19/56)

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
207	弁	特殊弁 蒸気止め弁	△①	疲労割れ	弁体の疲労割れ	主蒸気止め弁	弁体の応力集中部においては、急閉時に発生する弁体と弁座との衝突により、材料に疲労が蓄積することから、疲労割れが想定される。 しかしながら、主蒸気止め弁は、アクチュエータで減速し衝撃力を和らげ、発生応力が小さくなる様に設計上の考慮をしている。 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浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。
208	弁	特殊弁 蒸気止め弁	△①	摩耗	弁棒の摩耗	主蒸気止め弁	弁棒の摺動部は弁の開閉動作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がたい。 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。
209	弁	特殊弁 蒸気止め弁	△①	摩耗	アクチュエータの摩耗	主蒸気止め弁	アクチュエータの摺動部は摩耗が想定される。 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がたい。 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。
210	弁	特殊弁 蒸気止め弁	△①	変形 (応力緩和)	閉鎖ばねの変形 (応力緩和)	主蒸気止め弁	閉鎖ばねは弁開位置での荷重が加わった状態で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により、機器の健全性を確認している。
211	弁	特殊弁 蒸気加減弁	△②	腐食 (流れ加速型腐食、エロージョン)	弁箱等の腐食 (流れ加速型腐食および弁棒のエロージョン)	蒸気加減弁	弁箱(弁座と一体)および弁蓋は炭素鋼錆鋼または炭素鋼であり、内部流体が蒸気であるため、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。 また、弁棒の高圧部では、エロージョンにより減肉が想定される。 しかしながら、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。
212	弁	特殊弁 蒸気加減弁	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	弁体の腐食(流れ加速型腐食)	蒸気加減弁	マフラ穴からの噴流による流れ加速型腐食対策として弁体外周はステライト肉盛を施しているが、ステライト肉盛のない弁体下面については、流れ加速型腐食により減肉が想定される。 しかしながら、分解点検時に目視確認および浸透探傷検査を実施し、腐食進行程度の把握を行うことにより、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。
213	弁	特殊弁 蒸気加減弁	△①	摩耗	弁体および弁箱 弁座部のシート面の摩耗	蒸気加減弁	弁体および弁箱弁座部のシート面は弁の開閉による摩耗が想定される。 しかしながら、弁体および弁箱弁座部にはそれぞれ耐摩耗性に優れたステライトおよび12%クロム鋼を肉盛しており、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がたい。 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浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。
214	弁	特殊弁 蒸気加減弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁箱、弁蓋および アクチュエータの外周からの 腐食(全面腐食)	蒸気加減弁	弁箱、弁蓋およびアクチュエータは炭素鋼錆鋼、炭素鋼、鉄または銅合金鋼物であり、外周からの腐食が想定される。 しかしながら、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がたい。 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等により、機器の健全性を確認している。
215	弁	特殊弁 蒸気加減弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁蓋ボルトの腐食 (全面腐食)	蒸気加減弁	弁蓋ボルトは、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。
216	弁	特殊弁 蒸気加減弁	△①	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およ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、前熱鋼は応力腐食割れ感受性が小さい。 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、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。
217	弁	特殊弁 蒸気加減弁	△①	摩耗	弁棒の摩耗	蒸気加減弁	弁棒の摺動部は弁の開閉動作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がたい。 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。
218	弁	特殊弁 蒸気加減弁	△①	摩耗	アクチュエータの摩耗	蒸気加減弁	アクチュエータの摺動部は摩耗が想定される。 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がたい。 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。
219	弁	特殊弁 蒸気加減弁	△①	変形 (応力緩和)	閉鎖ばねの変形 (応力緩和)	蒸気加減弁	閉鎖ばねは弁開位置での荷重が加わった状態で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により、機器の健全性を確認している。
220	弁	特殊弁 インターセプト弁・再熱 蒸気止め弁	△①	腐食 (流れ加速型腐食)	弁箱の腐食(流れ加速型腐食)	インターセプト弁	弁箱は炭素鋼錆鋼であり、内部流体が蒸気であるため、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。 しかしながら、蒸気は乾き蒸気であり、これまでに有意な減肉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がたい。 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(20/56)

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
221	井	特殊井 インター セプト 弁・再熱 蒸気止め 弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁箱等の外面から の腐食(全面 腐食)	インターセプト弁	弁箱、軸受サポートおよびアクチュエータは炭素鋼類、炭素鋼、鋳鉄または銅合金類物であり、外面からの腐食が想定される。しかしながら、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がたい。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。
222	井	特殊井 インター セプト 弁・再熱 蒸気止め 弁	△①	摩耗	弁棒(軸保持部) の摩耗	インターセプト弁	弁棒は開閉に伴う軸保持部との摺動により、摩耗が想定される。しかしながら、軸保持部は潤滑性の良いブッシュを使用しており、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がたい。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。
223	井	特殊井 インター セプト 弁・再熱 蒸気止め 弁	△①	腐食 (全面腐食)	弁棒の腐食(全面 腐食)	インターセプト弁	弁棒は低合金鋼であり、弁棒貫通部からの漏れにより、内部流体による腐食が想定される。しかしながら、ベローズシールにより内部流体はシールされており、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がたい。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。
224	井	特殊井 インター セプト 弁・再熱 蒸気止め 弁	△①	摩耗	アクチュエータ の摩耗	インターセプト弁	アクチュエータの摺動部は摩耗が想定される。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がたい。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。
225	井	特殊井 インター セプト 弁・再熱 蒸気止め 弁	△①	変形 (応力緩和)	閉鎖ばねの変形 (応力緩和)	インターセプト弁	閉鎖ばねは弁開位置での荷重が加わった状態で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験調査結果と比べて、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により、機器の健全性を確認している。
226	炉内構造物	—	△②	摩耗	制御棒クラスタ 案内管(案内 板)の摩耗	炉内構造物	通常運転時の1次冷却材の流れにより、制御棒クラスタ案内管内で制御棒が流体振動を起こす。その結果、制御棒と制御棒クラスタ案内管(案内板)との間で摩耗が想定される。制御棒被覆管については摩耗減肉が認められていることから、長期的には制御棒クラスタ案内管(案内板)側が摩耗する可能性は否定できない。制御棒クラスタ案内管(案内板)の摩耗により、制御棒の案内機能に影響を及ぼす可能性がある事象としては、制御棒の制御棒クラスタ案内管(案内板)からの抜け出し(案内板)から抜け出しやすい状態となる。現行の制御棒の管理では、予防保全的に制御棒被覆管の摩耗深さが肉厚を超えないよう定期的には制御棒の取替等を行っている。制御棒クラスタ案内管(案内板)の摩耗管理については、安全側に制御棒被覆管の摩耗深さが肉厚に達した場合を想定すると、制御棒クラスタ案内管(案内板)からの抜け出しの可能性が出てくると考えられるのは図2.2-1に示す摩耗長さで68%と評価されることから、伊方3号炉の制御棒クラスタ案内管(案内板)の摩耗が制御棒の案内機能に与える影響については、次のように評価される。伊方3号炉で採用している3ルーブリック制御棒クラスタ案内管について、「日本機械学会 維持規格(JSME S NA1-2012)」に基づき評価を実施した結果、伊方3号炉の制御棒クラスタ案内管(案内板)が摩耗長さ68%に達するまでの時間は約30.4万時間と評価される。一方、2023年3月末時点の運転実績は約16.0万時間である。以上より、伊方3号炉の制御棒クラスタ案内管(案内板)の摩耗が制御棒の案内機能に直ちに影響を及ぼす可能性はないと考える。また、制御棒クラスタ案内管(案内板)の摩耗による制御棒の案内機能への影響は、全制御棒の落下試験を実施し、挿入時間に問題がないことによりその健全性を確認している。さらに、運転時間25万時間までに摩耗計測を実施予定である。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。図2.2-1 伊方3号炉 制御棒クラスタ案内管(案内板) 摩耗長さ
227	炉内構造物	—	△②	摩耗	炉内計装用シ ンプルチュー ブの摩耗	炉内構造物	1981年3月、米国セーレム(Salem)発電所1号炉地で炉内計装用シンプルチューブの摩耗による減肉が認められており、国内でも同様の事象が認められていることから、摩耗が想定される。炉内計装用シンプルチューブの減肉が、シンプルチューブまわりの軸流による流体振動に起因することをモックアップ試験により確認している。また、減肉した炉内計装用シンプルチューブの耐圧健全性を確認するため、実機での減肉形状を模擬して外圧による圧壊試験を行い、限界減肉率を求めている。一方、摩耗に関する一般知見として、現象が同じであれば単位時間当たりの摩耗体積は一定であり、摩耗発生箇所においては、炉内計装用シンプルチューブおよび炉内計装案内管の各形状(図2.2-2)から、摩耗の進展に応じて、X部、Y部では接触面積が大きくなるため、摩耗深さの進展は緩やかになる。炉内計装用シンプルチューブの摩耗による減肉については、限界減肉率に比べ小さい状態で管理している。また、炉内計装用シンプルチューブの摩耗に対しては、滴流探傷検査により摩耗状況を確認するとともに、必要に応じて位置変更または取替えを実施している。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。図2.2-2 炉内計装用シンプルチューブ減肉部位および形状概念図
228	炉内構造物	—	△②	韌性低下	炉心槽の中性子 照射による韌 性低下	炉内構造物	炉心槽に使用しているステンレス鋼は、中性子照射により韌性低下など機械的特性が変化する。中性子照射による韌性低下は、従来より原子炉容器を中心に検討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劣化事象として評価されている。一方、炉心支持構造物であり強度上重要な炉心槽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、韌性が高い材料である。しかし、発電設備技術協会「平成8年度 プラント長寿命化技術開発に関する事業報告書」によるとオーステナイト系系照射ステンレス鋼の破壊韌性値J _{IC} 試験の結果、図2.2-3に示すように、中性子照射に対して韌性値の低下が認められる。しかしながら、中性子照射により、韌性値が低下しても、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。なお、炉心槽溶接部は、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 NA1-2012)」に基づく評価では、照射誘起型脆化腐食割れが発生する可能性は小さい。さらに、ここで一方有意な欠陥が存在すると仮定し、地震発生時の電圧安定性評価を実施した。想定欠陥は、「日本機械学会 設計・建設規格(JSME S NC1-2005/2007)」を準用し深さを板厚の1/4、長さは板厚の1.5倍の表面欠陥を周方向に仮定した(図2.2-4)。平板中の半円表面電圧の応力拡大係数Kを求めるRaju-Newmanの方法(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Kを算出した結果、7.5 MPa/√mとなった。一方、図2.2-3中のJ _{IC} 最下限値14 kJ/m ² から、換算式により破壊韌性値K _{IC} を求めると51 MPa/√mとなる。 $K_{IC} = \sqrt{(E/(1-\nu^2)) \times J_{IC}}$ $E : \text{縦弾性係数 (173,000 MPa at 350°C)}$ $\nu : \text{ポアソン比 (0.3)}$ $J_{IC} : \text{破壊韌性値の下限 (14 kJ/m}^2 \text{ at 350°C)}$ よって、想定欠陥の応力拡大係数は、破壊韌性値を下回っており、不安定破壊は生じないことを確認した。また、炉心槽については、水中テレビカメラによる可視範囲の目視確認を実施し、異常のないことを確認している。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。図2.2-3 破壊韌性値J _{IC} と照射量の関係 図2.2-4 伊方3号炉 中性子照射による炉心槽の想定欠陥

表1-1 日常劣化管理事象一覧(21/56)

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
229	炉内構造物	-	△①	高サイクル疲労割れ	炉心槽等の高サイクル疲労割れ	炉内構造物	下部炉内構造物の炉心槽と熱送へい体、上部炉内構造物の上部炉心支持柱と制御棒クラスタ案内管は1次冷却材高速流れにさらされており、流体によるランダム振動が発生する可能性があるため、振動発生時に繰返し応力を受ける炉心槽、上部炉心支持柱、制御棒クラスタ案内管に高サイクル疲労割れが想定される。しかしながら、15×15燃料3ルーブリントを対象にした1/5スケールモデル流動試験を実施し、問題ないことを確認している。 また、1999年7月に敦賀2号炉の再生熱交換器連絡管において、温度の異なる1次冷却材の合流による温度ゆらぎ（サーマルストライビング）が生じ、高サイクル熱疲労による疲労割れが発生しているが、炉内構造物において温度の異なる1次冷却材が合流する炉心槽出口ノズル部、上部炉心支持板および制御棒クラスタ案内管等については、最大の温度差を考慮しても有意な応力は発生しないため、高サイクル熱疲労割れが発生する可能性はない。 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、水中テレビカメラによる目視確認により、機器の健全性を確認している。
230	炉内構造物	-	△①	応力腐食割れ	上部炉心支持柱等の応力腐食割れ	炉内構造物	ステンレス鋼の上部炉心支持柱等は、応力腐食割れが想定される。しかしながら、1次冷却材の水質を溶存酸素濃度5ppb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。 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、水中テレビカメラによる目視確認により、機器の健全性を確認している。
231	炉内構造物	-	△①	応力腐食割れ	支持ピンの応力腐食割れ	炉内構造物	ニッケル基合金（750合金）の支持ピンについては1978年10月茨浜3号炉にて応力腐食割れが認められている。 しかしながら、伊方3号炉の支持ピンは、応力腐食割れ感受性低減のため、新熱処理材応力低減化構造としていることから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。 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、水中テレビカメラによる目視確認により、機器の健全性を確認している。
232	ケーブル	高圧ケーブル	△①	劣化	シースの劣化	共通	シースは絶縁体と同様に、熱的、電気的、環境的要因による劣化が想定される。しかしながら、ケーブルに要求される機能である通電、絶縁機能の維持に対する影響は極めて小さいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
233	ケーブル	低圧ケーブル	△①	劣化	シースの劣化	共通	シースは絶縁体と同様に、熱的、電気的、環境的要因による劣化が想定される。しかしながら、ケーブルに要求される機能である通電、絶縁機能の維持に対する影響は極めて小さいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、系統機器の動作確認または絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
234	ケーブル	同軸ケーブル	△①	劣化	外部シースの劣化	共通	外部シースは絶縁体と同様に、熱的、電気的、環境的要因による劣化が想定される。しかしながら、ケーブルに要求される機能である通電、絶縁機能の維持に対する影響は極めて小さいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。 なお、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
235	ケーブル	ケーブルトレイ等	△②	腐食（全面腐食）	ケーブルトレイ（本体）等の腐食（全面腐食）	共通	ケーブルトレイ（本体）、取付ボルト、鋼材、ベースプレート、ユニバーサルランプ、Uボルト、Uバンド、ボルト、ナットおよびユニバーサルチャンネルは炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
236	ケーブル	ケーブルトレイ等	△②	腐食（全面腐食）	電線管（本体）およびカップリング（大気接触部）の外面からの腐食（全面腐食）	電線管	電線管（本体）およびカップリングは炭素鋼であり、外面からの腐食が想定される。しかしながら、大気接触部の外面については塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
237	ケーブル	ケーブルトレイ等	△②	腐食（全面腐食）	埋込金物（大気接触部）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、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
238	ケーブル	ケーブル接続部	△①	絶縁低下	端子台の絶縁低下	気密端子箱接続	端子台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、端子台は気密された接続箱内に設置され、塵埃の付着により表面が汚損する可能性はない。 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、絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
239	ケーブル	ケーブル接続部	△②	腐食（全面腐食）	ボックスコネクタの腐食（全面腐食）	気密端子箱接続	ボックスコネクタは銅合金であり、腐食が想定される。しかしながら、巡視点検等で目視により状態を確認し、腐食が認められた場合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。
240	ケーブル	ケーブル接続部	△②	腐食（全面腐食）	ピンコネクタ等の腐食（全面腐食）	三重同軸コネクタ接続-1、電動弁コネクタ接続	ピンコネクタ、ISコネクタP、プラグボディ、割りリング、ソケットコネクタ、ISコネクタJ、ジャックボディ（三重同軸コネクタ接続-1）、オスコネクタ、レセプタクルシェル、シーリングワッシャー、メスコネクタ、プラグシェル（電動弁コネクタ接続-1）、ピン端子、圧縮端子、内部導体およびソケット（高圧コネクタ接続）は銅または銅合金であり、腐食が想定される。しかしながら、ニッケルメッキ、金メッキまたは銀メッキを施すことにより腐食を防止しており、系統機器点検時の目視確認または抵抗測定により、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。
241	ケーブル	ケーブル接続部	△②	腐食（全面腐食）	架台および取付ボルトの腐食（全面腐食）	気密端子箱接続	架台およ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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
242	電気設備	メタルラッド開閉装置（メタクラ）	△①	腐食（全面腐食）	母線導体の腐食（全面腐食）	メタクラ（安全系）	バスダクトの母線導体は銅であり、腐食が想定される。しかしながら、銅表面はエポキシ樹脂で覆うこと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にくい。 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(22/56)

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
243	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△②	腐食 (全面腐食)	外被 (バスダクト) の腐食 (全面腐食)	メタクラ (安全系)	バスダクトの外被は炭素鋼であり、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。
244	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△②	固着	操作機構 (遮断器) の固着	メタクラ (安全系)	遮断器の操作機構は、長期使用に伴いグリスが固化し、動作特性の低下が想定される。しかしながら、注油、各部の目視確認、動作試験を実施することで、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。
245	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△①	汚損	消弧室 (遮断器) の汚損	メタクラ (安全系)	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汚損した場合、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、機器点検時の動作確認により、機器の健全性を確認している。
246	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△①	絶縁低下	ブッシング (遮断器) の絶縁低下	メタクラ (安全系)	遮断器のブッシングは有機物であり、熱的、電気的、環境的要因による絶縁低下が想定される。しかしながら、ブッシングは屋内の筐体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、主回路導体の過電時の最大温度100℃に対して、ブッシングの耐熱温度は130℃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。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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
247	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△①	摩耗	1次ジャンクション (遮断器) の摩耗	メタクラ (安全系)	遮断器の1次ジャンクションは、遮断器の盤からの出し入れに伴う摩擦が想定される。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がたい。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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
248	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△①	摩耗	接触子 (遮断器) の摩耗	メタクラ (安全系)	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がたい。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、機器点検時の接触抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
249	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△①	変形 (応力緩和)	ばね (遮断器) の変形 (応力緩和)	メタクラ (安全系)	遮断器の投入ばねは開放状態にて、また引外しばねは投入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、機器点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
250	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△①	絶縁低下	投入コイルおよび引外しコイル (遮断器) の絶縁低下	メタクラ (安全系)	遮断器の投入コイルおよび引外しコイルの絶縁物は有機物であり、熱的、電気的、環境的要因による絶縁低下が想定される。しかしながら、投入コイルおよび引外しコイルは屋内の筐体に内蔵しているため、塵埃、湿分等が付着しにくい環境にある。また、投入コイルおよ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、使用温度に比べて、十分余裕のある絶縁値 (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。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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
251	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△①	腐食 (全面腐食)	主回路導体の腐食 (全面腐食)	メタクラ (安全系)	主回路導体はアルミニウム合金および銅であり、腐食が想定される。しかしながら、アルミニウム合金および銅の表面はエポキシ樹脂で覆うこと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がたい。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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
252	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△①	絶縁低下	支持端子、導管 (バスダクト) の絶縁低下	メタクラ (安全系)	支持端子、導管 (バスダクト) は無機物の磁器であり、経年劣化の可能性はない。なお、長期の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、支持端子等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がたい。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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
253	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△①	導通不良	操作スイッチの導通不良	メタクラ (安全系)	操作スイッチは、浮遊塵埃の接点部分への付着による導通不良が想定される。しかしながら、接点部分は筐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、機器点検時の動作確認により、機器の健全性を確認している。
254	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△②	特性変化	保護リレー (静止形) の特性変化	メタクラ (安全系)	保護リレー (静止形) は、半導体基板等の長期間の使用に伴い入出力特性の変化やマイグレーションが想定される。しかしながら、保護リレー (静止形) を構成している電気回路部は定格値 (定格電力・電圧・電流値) に対して回路上は十分低い範囲で使用する設計としており、筐内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、短期間で入出力特性が変化する可能性は小さい。また、製造段階で製作不良に基づく回路電流集を取り除くスクリーニング等を実施していることから、マイグレーションが発生する可能性は小さい。さらに、機器点検時の調整試験および動作試験により、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。
255	電気設備	メタルラッド開閉装置 (メタクラ)	△②	腐食 (全面腐食)	筐体の腐食 (全面腐食)	メタクラ (安全系)	筐体は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(23/56)

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
256	電気設備	メタルクラッド開閉装置(メタクラ)	△②	腐食(全面腐食)	埋込金物(大気接触部)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、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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
257	電気設備	動力変圧器	△①	絶縁低下	垂直ダクトの絶縁低下	動力変圧器(安全系)	コイル内を使用している垂直ダクトは有機物であり、熱的、電氣的、環境的要因による絶縁低下が想定される。しかしながら、動力変圧器は空調された屋内に設置されていることから表面の汚損や水分の付着による絶縁低下の可能性は小さい。また、使用時の温度170℃に対して、垂直ダクトの耐熱温度は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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
258	電気設備	動力変圧器	△①	緩み	鉄心の緩み	動力変圧器(安全系)	鉄心は珪素鋼板の薄板を積層し特付け、組み立てられているが、運転中の振動・温度変化等により特付圧力が低下し、鉄心の緩みが想定される。しかしながら、特付ボルトには回り止めが施されており、機器点検時の目視確認で緩みは認められておらず、今後これらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
259	電気設備	動力変圧器	△①	腐食(全面腐食)	接続鋼板の腐食(全面腐食)	動力変圧器(安全系)	接続鋼板は銅であり、腐食が想定される。しかしながら、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、今後これらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
260	電気設備	動力変圧器	△①	絶縁低下	銅板支持端子の絶縁低下	動力変圧器(安全系)	銅板支持端子は無機物の磁器であり、経年劣化の可能性はない。なお、長期の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、動力変圧器は空調された屋内に設置されていることから表面の汚損や水分の付着による絶縁低下の可能性は小さい。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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
261	電気設備	動力変圧器	△①	腐食(全面腐食)	鉄心特付ボルトの腐食(全面腐食)	動力変圧器(安全系)	鉄心特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、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、今後これらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
262	電気設備	動力変圧器	△②	腐食(全面腐食)	取付ボルトの腐食(全面腐食)	動力変圧器(安全系)	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、メッキにより腐食を防止しており、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、機器点検時の目視確認によりメッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
263	電気設備	パワーセンタ	△②	固着	操作機構(遮断器)の固着	パワーセンタ(安全系)	遮断器の操作機構は、長期使用に伴いグリスが固化し、動作特性の低下が想定される。しかしながら、注油、各部の目視確認、動作試験を実施することで、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。
264	電気設備	パワーセンタ	△①	摩耗	接触子(遮断器)の摩耗	パワーセンタ(安全系)	遮断器の接触子は、遮断器の開閉動作に伴う電流閉閉により、摩耗が想定される。しかしながら、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後これらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。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および寸法計測により、機器の健全性を確認している。
265	電気設備	パワーセンタ	△①	汚損	消弧室(遮断器)の汚損	パワーセンタ(安全系)	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汚損した場合、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、今後これらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。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。
266	電気設備	パワーセンタ	△①	摩耗	1次ジャンクション(遮断器)の摩耗	パワーセンタ(安全系)	遮断器の1次ジャンクションは、遮断器の盤からの出し入れに伴う摩耗が想定される。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、今後これらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。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。
267	電気設備	パワーセンタ	△①	絶縁低下	絶縁リンク、絶縁ベース(遮断器)および絶縁支持板の絶縁低下	パワーセンタ(安全系)	遮断器の絶縁リンクおよび絶縁ベースならびに絶縁支持板は有機物であり、熱的、電氣的、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に内蔵しているため、塵埃、湿分等が付着しにくい環境にある。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℃、絶縁支持板の耐熱温度は130℃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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
268	電気設備	パワーセンタ	△②	特性変化	保護リレー(静止形)の特性変化	パワーセンタ(安全系)	保護リレー(静止形)は、半導体基板等の長期間の使用に伴い入出力特性の変化やマイグレーションが想定される。しかしながら、保護リレー(静止形)を構成している電気回路部は定格値(定格電力・電圧・電流値)に対して回路は十分低い範囲で使用される設計としており、屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、短期間で入出力特性が変化する可能性は小さい。また、製造段階で製作不良に基づく回路電流集を取り除くスクリーニング等を実施していることから、マイグレーションが発生する可能性は小さい。さらに、機器点検時の調整試験および動作試験により、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。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(24/56)

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
269	電気設備	パワーセンタ	△①	変形(応力緩和)	ばね(遮断器)の変形(応力緩和)	パワーセンタ(安全系)	遮断器の投入ばねは開放状態にて、また引外しばねは投入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、機器点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
270	電気設備	パワーセンタ	△①	絶縁低下	投入コイルおよび引外しコイル(遮断器)の絶縁低下	パワーセンタ(安全系)	遮断器の投入コイルおよび引外しコイルの絶縁物は有機物であり、熱的、電氣的、環境的要因による絶縁低下が想定される。しかしながら、投入コイルおよび引外しコイルは屋内の筐体に内蔵しているため、塵埃、湿分等が付着しにくい環境にある。また、投入コイルおよ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、使用温度に比べて、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。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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
271	電気設備	パワーセンタ	△①	腐食(全面腐食)	主回路導体の腐食(全面腐食)	パワーセンタ(安全系)	主回路導体は銅およびアルミニウム合金であり、腐食が想定される。しかしながら、エポキシ樹脂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がたい。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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
272	電気設備	パワーセンタ	△①	絶縁低下	支持端子の絶縁低下	パワーセンタ(安全系)	支持端子は有機物であり、長期使用においては熱的、電氣的、環境的要因による絶縁低下が想定される。しかしながら、支持端子は主回路の最高温度に耐えるものであり、また筐体内に内蔵しているため、塵埃、湿分等が付着しにくい環境にある。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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
273	電気設備	パワーセンタ	△①	導通不良	操作スイッチの導通不良	パワーセンタ(安全系)	操作スイッチは、浮遊塵埃の接点部分への付着による導通不良が想定される。しかしながら、接点部分は筐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、機器点検時の動作確認により、機器の健全性を確認している。
274	電気設備	パワーセンタ	△②	腐食(全面腐食)	筐体の腐食(全面腐食)	パワーセンタ(安全系)	筐体は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
275	電気設備	パワーセンタ	△①	腐食(全面腐食)	母線導体(バスダクト)の腐食(全面腐食)	パワーセンタ(安全系)	バスダクトの母線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がたい。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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
276	電気設備	パワーセンタ	△②	腐食(全面腐食)	外被および取付ボルト(バスダクト)の腐食(全面腐食)	パワーセンタ(安全系)	バスダクトの外被およ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、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗装または亜鉛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塗装および亜鉛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、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。
277	電気設備	パワーセンタ	△②	腐食(全面腐食)	埋込金物(大気接触部)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、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
278	電気設備	コントロールセンタ	△①	腐食(全面腐食)	主回路導体の腐食(全面腐食)	原子炉コントロールセンタ(安全系)	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がたい。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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
279	電気設備	コントロールセンタ	△①	絶縁低下	OLN限流装置の絶縁低下	原子炉コントロールセンタ(安全系)	OLN限流装置に使用している絶縁物は無機物の磁器であり、経年劣化の可能性はない。なお、長期の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、OLN限流装置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。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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
280	電気設備	コントロールセンタ	△①	絶縁低下	母線支えの絶縁低下	原子炉コントロールセンタ(安全系)	主回路導体を支持する母線支えは有機物であり、熱的、電氣的、環境的要因による絶縁低下が想定される。しかしながら、母線支えは屋内の筐体に内蔵しているため、塵埃、湿分等が付着しにくい環境にある。また、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155℃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。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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
281	電気設備	コントロールセンタ	△②	腐食(全面腐食)	筐体の腐食(全面腐食)	原子炉コントロールセンタ(安全系)	筐体は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
282	電気設備	コントロールセンタ	△②	腐食(全面腐食)	取付ボルトの腐食(全面腐食)	原子炉コントロールセンタ(安全系)	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、大気接触部は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、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メッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合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(25/56)

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
283	電気設備	コントロールセンタ	△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、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
284	タービン設備	高圧タービン	△②	腐食 (全面腐食)	主蒸気入口管および車室の外面からの腐食(全面腐食)	高圧タービン	主蒸気入口管および車室は炭素鋼または炭素鋼鋳鋼であり、外面からの腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装または保温により腐食を防止しており、塗膜または保温が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、分解点検等の目視確認により塗膜または保温の状態を確認し、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。
285	タービン設備	高圧タービン	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	主蒸気入口管、車室およびノズル室の腐食(流れ加速型腐食)	高圧タービン	主蒸気入口管、車室およびノズル室は、炭素鋼または炭素鋼鋳鋼であり、湿り蒸気流に常時さらされているため、流れ加速型腐食により減肉が想定される。主蒸気入口管、車室およびノズル室の流れ加速型腐食発生想定部位をそれぞれ図2.2-1および図2.2-2に示す。図2.2-1 伊方3号炉 高圧タービン主蒸気入口管の流れ加速型腐食発生想定部位(概念図) 図2.2-2 伊方3号炉 高圧タービン車室、ノズル室の流れ加速型腐食発生想定部位(概念図) 主蒸気入口管等については、流れ加速型腐食により減肉が想定される。流れ加速型腐食による減肉の進行程度は物理的因子である流速、湿り度、渦流の発生の有無等、また、化学的因子である水質、温度等により影響されるが、それらの諸条件は機器単位で異なっていると考えられ、一律に流れ加速型腐食について正確に定量的な予測を行うことは困難である。しかしながら、主蒸気入口管の流れ加速型腐食については「2次系配管経年変化調査マニュアル」(社内文書)に基づき、超音波探傷検査による肉厚測定を実施し、肉厚測定結果に基づく寿命評価から次回測定または取替時期を設定している。また、車室およびノズル室については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。
286	タービン設備	高圧タービン	△①	疲労割れ	主蒸気入口管および車室の疲労割れ	高圧タービン	主蒸気入口管および車室は、起動・停止および負荷変化時に発生する熱応力により、疲労割れが想定される。しかしながら、有意な応力変動を受けない構造となっており、疲労割れが発生しがたい。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。
287	タービン設備	高圧タービン	△②	変形	車室の変形	高圧タービン	車室は大型鋳物かつ構造が複雑であり、わずかなひずみが想定される。しかしながら、分解点検時に水平継手面の隙間計測や当り状況の目視確認により、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。
288	タービン設備	高圧タービン	△①	腐食 (全面腐食)	車室ボルトの腐食(全面腐食)	高圧タービン	車室ボルトは低合金鋼であり、フランジ面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回っており、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がたい。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。
289	タービン設備	高圧タービン	△②	腐食 (全面腐食)	アウトターグランド本体およびグランドダイヤフラムリングの外面からの腐食(全面腐食)	高圧タービン	アウトターグランド本体およびグランドダイヤフラムリングは炭素鋼鋳鋼または炭素鋼であり、外面からの腐食が想定される。しかしながら、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。
290	タービン設備	高圧タービン	△①	腐食 (流れ加速型腐食)	アウトターグランド本体およびグランドダイヤフラムリングの内面からの腐食(流れ加速型腐食)	高圧タービン	アウトターグランド本体およびグランドダイヤフラムリングは炭素鋼鋳鋼または炭素鋼であり、流れ加速型腐食により減肉が想定される。しかしながら、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がたい。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。
291	タービン設備	高圧タービン	△②	腐食 (全面腐食)	油止輪、軸受台および台板等の腐食(全面腐食)	高圧タービン	油止輪、軸受台および台板は炭素鋼、カップリングボルトは低合金鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
			△①				一方、油止輪および軸受台の内面ならびにカップリングボルトについては潤滑油雰囲気腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
292	タービン設備	高圧タービン	△①	高サイクル疲労割れ	動翼の高サイクル疲労割れ	高圧タービン	タービン運転時に固有振動数の低い動翼群が運転中に共振に近い状態になった場合、動翼の応力集中部に高サイクル疲労割れが想定される。1981年11月に美浜1号炉の高圧タービン第6段動翼において、高サイクル疲労割れが発生している。しかしながら、伊方3号炉の高圧タービン動翼では流体力と共振した場合でも十分な安全率を有する設計としており、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、分解点検時の応力集中部に対する目視確認や磁粉探傷検査により、機器の健全性を確認している。
293	タービン設備	高圧タービン	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	翼裏の腐食(流れ加速型腐食)	高圧タービン	翼裏は炭素鋼鋳鋼で翼裏内径面にステンレス鋼を肉盛りした構造であるが、湿り蒸気流で使用されているため、流れ加速型腐食により減肉が想定される。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。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(26/56)

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
294	タービン設備	高圧タービン	△①	腐食(全面腐食)	翼環ボルトの腐食(全面腐食)	高圧タービン	翼環ボルトは低合金鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、タービン内部であり酸素濃度が低く、腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。 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。
295	タービン設備	高圧タービン	△②	応力腐食割れ	翼環ボルトの応力腐食割れ	高圧タービン	翼環ボルトは低合金鋼であり、応力集中部であるわじ部を有しており、湿り蒸気雰囲気で使用されているため、応力腐食割れが想定される。しかしながら、締付管理により過大な応力とならないよう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。 また、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。
296	タービン設備	高圧タービン	△①	摩耗	車軸の摩耗	高圧タービン	車軸を支持するジャーナル軸受はすべり軸受を使用しており、車軸の摩耗が想定される。しかしながら、強制潤滑により車軸と軸受間に潤滑油の供給を行っているため、軸受との直接接触による摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。 さらに、潤滑油とともに流入する異物についても、ストレーナや油清浄器により油の浄化を実施している。 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により、機器の健全性を確認している。
297	タービン設備	高圧タービン	△②	腐食(流れ加速型腐食)	車軸の腐食(流れ加速型腐食)	高圧タービン	車軸は湿り蒸気雰囲気で使用しており、流れ加速型腐食により減肉が想定される。しかしながら、車軸は低合金鋼であり、炭素鋼に比べ優れた耐食性を有している。また、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。
298	タービン設備	高圧タービン	△①	高サイクル疲労割れ	車軸の高サイクル疲労割れ	高圧タービン	タービン運転時には車軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、タービン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、分解点検時の応力集中部に対する目視確認や磁粉探傷検査により、機器の健全性を確認している。
299	タービン設備	高圧タービン	△②	応力腐食割れ	車軸の応力腐食割れ	高圧タービン	車軸は低合金鋼であり、比較的発生応力の高い翼環溝部を有しており、湿り蒸気雰囲気で使用されているため、応力腐食割れが想定される。 1984年2月に、伊方1号炉の低圧タービンにおいて、片側5枚ある円板のうち上流側から2番目の第2円板翼環溝部、応力腐食割れと考えられる割れが認められた。 しかしながら、伊方3号炉の高圧タービン車軸には応力腐食割れに対する感受性のない降伏応力約60MPa級の材料を使用しており、降伏応力(0.2%耐力)と応力腐食割れの発生との関係は、一定の低み速度で荷重を加えた場合の破壊観察結果からも、降伏応力約60MPa級の材料では粒界割れの域面は存在せず、応力腐食割れに対する感受性は認められなかった。 さらに、分解点検時の応力集中部に対する目視確認や磁粉探傷検査により、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。
300	タービン設備	高圧タービン	△②	摩耗、はく離	ジャーナル軸受ホワイトメタルの摩耗、はく離	高圧タービン	ジャーナル軸受のホワイトメタルは、長時間の使用による摩耗、はく離が想定される。しかしながら、摩耗に対しては分解点検時の目視確認および車軸と軸受内面の隙間測定や軸受表面の当り幅の確認により、はく離についても分解点検時の目視確認およびホワイトメタル部の透過探傷検査や超音波探傷検査により、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。
301	タービン設備	高圧タービン	△①	摩耗	キーの摩耗	高圧タービン	軸受台は起動・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注入されており、摩耗が発生しがたい環境である。 さらに、起動、停止回数が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も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。 なお、巡視点検等の目視確認により、機器の健全性を確認している。
302	タービン設備	高圧タービン	△①	腐食(全面腐食)	車室支えボルトの腐食(全面腐食)	高圧タービン	車室支えボルトは低合金鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、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がたい。 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、分解点検等の目視確認により、機器の健全性を確認している。
303	タービン設備	低圧タービン	△②	腐食(全面腐食)	外部車室およびグランド本体の外面からの腐食(全面腐食)	低圧タービン	外部車室およびグランド本体は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
304	タービン設備	低圧タービン	△②	腐食(流れ加速型腐食)	外部車室およびグランド本体の腐食(流れ加速型腐食)	低圧タービン	外部車室内面は湿り蒸気流に常時さらされており、グランド本体は湿り蒸気雰囲気で使用しているため、流れ加速型腐食により減肉が想定される。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。
305	タービン設備	低圧タービン	△①	腐食(全面腐食)	外部車室ボルトの腐食(全面腐食)	低圧タービン	外部車室ボルトは低合金鋼であり、フランジ面からの大気流入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がたい。 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。
306	タービン設備	低圧タービン	△②	腐食(流れ加速型腐食)	第1内部車室および第2内部車室の腐食(流れ加速型腐食)	低圧タービン	第1内部車室および第2内部車室は炭素鋼であり、湿り蒸気流に常時さらされているため、流れ加速型腐食により減肉が想定される。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。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(27/56)

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
307	タービン設備	低圧タービン	△①	疲労割れ	第1内部車室および第2内部車室の疲労割れ	低圧タービン	第1内部車室および第2内部車室は、起動・停止および負荷変化時に発生する入口側と出口側の蒸気温度差の変化による熱応力により、疲労割れが想定される。しかしながら、有意な応力変動を受けない構造となっており、疲労割れが発生しがたい。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。
308	タービン設備	低圧タービン	△①	変形	第1内部車室および第2内部車室の変形	低圧タービン	第1内部車室および第2内部車室は温度差によるひずみが想定される。しかしながら、これまでに有意な変形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がたい。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、分解点検時に水平継手面の隙間計測や目視確認により、機器の健全性を確認している。
309	タービン設備	低圧タービン	△①	腐食(全面腐食)	第1内部車室ボルト、第2内部車室ボルトおよび翼環ボルトの腐食(全面腐食)	低圧タービン	第1内部車室ボルト、第2内部車室ボルトおよび翼環ボルトは低合金鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、タービン内部であり酸素濃度が低く、腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
310	タービン設備	低圧タービン	△①	腐食(全面腐食)	クロスオーバーパイプアダプタの腐食(全面腐食)	低圧タービン	クロスオーバーパイプアダプタは炭素鋼であり、蒸気による腐食が想定される。しかしながら、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がたい。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。
311	タービン設備	低圧タービン	△②	腐食(全面腐食)	油止輪、軸受箱および台板等の腐食(全面腐食)	低圧タービン	油止輪、軸受箱および台板は炭素鋼、カップリングボルトは低合金鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
			△①				一方、油止輪および軸受箱の内面ならびにカップリングボルトについては潤滑油雰囲気での腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
312	タービン設備	低圧タービン	△②	腐食(エロージョン)	動翼の腐食(エロージョン)	低圧タービン	最終段動翼群は流入する湿り蒸気流に常時さらされているため、蒸気中に含まれた水滴によるエロージョンが想定される。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。
313	タービン設備	低圧タービン	△①	高サイクル疲労割れ	動翼の高サイクル疲労割れ	低圧タービン	タービン運転時に固有振動数の低い動翼群が運転中に共振に近い状態になった場合、動翼の応力集中部に高サイクル疲労割れが想定される。1981年11月に英浜1号炉の低圧タービン第6段動翼において、高サイクル疲労割れが発生している。しかしながら、伊方3号炉の低圧タービン動翼では流体力と共振した場合でも十分な安全率を有する設計としており、この設計上の考慮は経年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、分解点検時の応力集中部に対する目視確認や磁粉探傷検査により、機器の健全性を確認している。
314	タービン設備	低圧タービン	△①	腐食(流れ加速型腐食)	翼環の腐食(流れ加速型腐食)	低圧タービン	翼環は蒸気に常時さらされており、流れ加速型腐食により減肉が想定される。しかしながら、使用環境が乾き蒸気もしくは湿度の小さい蒸気雰囲気中で減肉が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
315	タービン設備	低圧タービン	△①	応力腐食割れ	翼環ボルトの応力腐食割れ	低圧タービン	翼環ボルトは低合金鋼であり、応力腐食割れが想定される。しかしながら、上流段は使用環境が乾き蒸気雰囲気であり、下流段は湿り蒸気雰囲気となるが温度が低く、応力腐食割れが発生しがたい環境であり、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がたい。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。
316	タービン設備	低圧タービン	△②	腐食(流れ加速型腐食)	静翼(翼根リング)の腐食(流れ加速型腐食)	低圧タービン	翼根リングは炭素鋼および炭素鋼鋳鋼であり、湿り蒸気に常時さらされており、流れ加速型腐食により減肉が想定される。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。
317	タービン設備	低圧タービン	△①	摩耗	車輪の摩耗	低圧タービン	車輪を支持するジャーナル軸受は、すべり軸受を使用しており、車輪の摩耗が想定される。しかしながら、強制潤滑により車輪と軸受間に潤滑油の供給を行っているため、軸受との直接接点による摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。さらに、潤滑油とともに流入する異物についても、ストレーナや油清浄器により油の浄化を実施している。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により、機器の健全性を確認している。
318	タービン設備	低圧タービン	△①	腐食(流れ加速型腐食)	車輪の腐食(流れ加速型腐食)	低圧タービン	車輪は湿り蒸気雰囲気中で使用しており、流れ加速型腐食により減肉が想定される。しかしながら、車輪は低合金鋼であり、炭素鋼に比べ優れた耐食性を有しており、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がたい。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(28/56)

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
319	タービン設備	低圧タービン	△①	高サイクル疲労割れ	車軸の高サイクル疲労割れ	低圧タービン	タービン運転時には車軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、タービン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、分解点検時の応力集中部に対する目視確認や磁粉探傷検査により、機器の健全性を確認している。
320	タービン設備	低圧タービン	△②	応力腐食割れ	車軸の応力腐食割れ	低圧タービン	車軸は低合金鋼であり、比較的発生応力の高い翼根部を有しており、湿り蒸気雰囲気で使用されているため、応力腐食割れが想定される。1984年2月に、伊方1号炉の低圧タービンにおいて、片側5枚ある円板のうち上流側から2番目の第2円板翼根部に、応力腐食割れと考えられる割れが認められた。しかしながら、伊方3号炉の低圧タービン車軸には応力腐食割れに対する感受性の低い降伏応力約620MPa級の材料を使用しており、降伏応力(0.2%耐力)と応力腐食割れの発生の関係、また、一定の低ひずみ速度で荷重を加えた場合の破面観察結果からも、降伏応力約620MPa級の材料では境界割れの破面は存在せず、応力腐食割れに対する感受性は認められなかった。さらに、分解点検時の応力集中部に対する目視確認や磁粉探傷検査により、機器の健全性を維持している。
321	タービン設備	低圧タービン	△②	摩耗、はく離	ジャーナル軸受およびスラスト軸受のホワイトメタルの摩耗、はく離	低圧タービン	ジャーナル軸受およびスラスト軸受のホワイトメタルは、長時間の使用による摩耗、はく離が想定される。しかしながら、摩耗に対しては分解点検時の目視確認および車軸と軸受内面の隙間測定により、はく離についても分解点検時の目視確認およびホワイトメタル部の浸透探傷検査や超音波探傷検査により、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。
322	タービン設備	低圧タービン	△①	摩耗	キーの摩耗	低圧タービン	車室は起動・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、かつ運転時の車室の熱移動が小さく、摩耗が発生しにくい環境である。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。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。
323	タービン設備	主油ポンプ	△①	腐食(全面腐食)	主軸およびケーシング等の腐食(全面腐食)	主油ポンプ	主軸、ケーシング、ケーシングボルト、ケーシング取付ボルトおよび中間リングは低合金鋼、炭素鋼、炭素鋼および炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、主油ポンプは軸受台内に設置されており、内外面ともに油または油蒸気雰囲気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がたい。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。
324	タービン設備	主油ポンプ	△①	高サイクル疲労割れ	主軸の高サイクル疲労割れ	主油ポンプ	ポンプ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で繰返し応力を受けた場合、段付部等の応力集中部、高サイクル疲労割れが想定される。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、分解点検時の応力集中部に対する目視確認により、機器の健全性を確認している。
325	タービン設備	主油ポンプ	△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)	主油ポンプ	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、キャビテーションを起こさない条件はポンプおよび機器配置設計段階において考慮しており、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。
326	タービン設備	タービン調速装置	△②	腐食(全面腐食)	油ポンプケーシング等の腐食(全面腐食)	タービン調速装置	油ポンプのケーシング、アンロード弁およびリリーフ弁のケーシングは炭素鋼、アキュームレータチューブは炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
			△①				一方、内面については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がたい。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。
327	タービン設備	タービン調速装置	△①	腐食(全面腐食)	油ポンプ主軸およびロータの腐食(全面腐食)	タービン調速装置	油ポンプの主軸、ロータは低合金鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、内部流体は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がたい。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。
328	タービン設備	タービン調速装置	△①	摩耗	アキュームレータチューブおよびピストンの摩耗	タービン調速装置	アキュームレータのチューブはピストンの動作により、摺動部で摩耗が想定される。しかしながら、チューブには硬質クロムメッキを施し、ピストンには耐摩耗性に優れた材料を使用し、耐摩耗性を向上させるとともに、摺動部に潤滑油を注入することで摩耗を防止しており、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がたい。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。
329	タービン設備	タービン調速装置	△②	腐食(全面腐食)	アキュームレータスタンドの腐食(全面腐食)	タービン調速装置	アキュームレータのスタンドは炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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(29/56)

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
330	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△①	摩耗	主軸の摩耗	タービン動補助給水ポンプタービン	タービン動補助給水ポンプタービンのころがり軸受部は、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定され、すべり軸受部については、軸受と主軸の接触面で摺動摩耗が想定される。ころがり軸受の定期取替時の軸受引き抜きの際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、主軸表面にわずかな摩耗が発生し、主軸と軸受スリーブ間で微小隙間が生じ、運転中にフレッティングによる摩耗が発生する可能性がある。しかしながら、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、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。 また、タービン動補助給水ポンプタービンの運転時間は短いため、摩耗がたく、すべり軸受は設計段階において主軸と軸受間に潤滑剤を供給し、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。
331	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△①	高サイクル疲労割れ	主軸の高サイクル疲労割れ	タービン動補助給水ポンプタービン	タービン運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、タービン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。さらに、タービン動補助給水ポンプタービンの運転時間は短く、高サイクル疲労割れが発生しがたい。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、試運転時および機能確認時における振動確認(変位、速度、加速度の測定等)ならびに分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。
332	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△①	フレッティング疲労割れ	主軸のフレッティング疲労割れ	タービン動補助給水ポンプタービン	タービン運転時の主軸に外部荷重に起因する繰返し曲げ応力が作用したとき、その応力の働いている方向や大きさによっては、主軸等に疲労割れが生じる可能性があり、焼きばめにより主軸に固定されている翼車において、主軸のフレッティング疲労割れが想定される。しかしながら、発生応力は小さく、タービン動補助給水ポンプタービンの運転時間は短いため、フレッティング疲労割れが発生しがたい。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、試運転時および機能確認時における振動確認(変位、速度、加速度の測定等)により、機器の健全性を確認している。
333	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△②	応力腐食割れ	翼車の応力腐食割れ	タービン動補助給水ポンプタービン	翼車は低合金鋼であり、湿り蒸気雰囲気中の腐食環境下で使用されているため、翼車の応力腐食割れが想定される。しかしながら、タービン動補助給水ポンプタービンの運転時間は短いため、応力腐食割れ発生の可能性は小さい。 また、分解点検時に翼車への動負取付状況および応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、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。
334	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△①	疲労割れ	ケーシングの疲労割れ	タービン動補助給水ポンプタービン	タービン起動時に発生する内部流体の温度、圧力の変化により材料に疲労が蓄積することから、ケーシングでの疲労割れが想定される。しかしながら、タービン動補助給水ポンプタービンの定期運転も考慮した起動復帰回数は限られているため、疲労割れが発生しがたい。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。
335	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△②	腐食(全面腐食)	ケーシングおよび主油ポンプケーシング等の外面からの腐食(全面腐食)	タービン動補助給水ポンプタービン	ケーシング、主油ポンプケーシング、アクチュエータ本体および蒸気加減弁弁箱は炭素鋼または鋳鉄であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
336	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△②	腐食(全面腐食)	調速機本体および定吐出制御ピストン本体等の腐食(全面腐食)	タービン動補助給水ポンプタービン	調速機本体、定吐出制御ピストン本体および起動速度制御ピストン本体は鋳鉄または炭素鋼であり、腐食が想定される。また、定吐出制御ピストンのばねはばね用オイルテンパー線であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
337	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△①	摩耗	主油ポンプ歯車および調速機駆動歯車等の摩耗	タービン動補助給水ポンプタービン	主油ポンプは駆動歯車を介して主軸の回転力により駆動される歯車ポンプであり、歯車は摩耗による摩耗が想定される。 駆動歯車は主油ポンプおよび調速機は主軸に直結された歯車を介して駆動される直径の異なる歯車を組合わせており、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、本機器の運転時間は短く、歯車には潤滑油を供給し摩耗を防止しており、摩耗が発生しがたい環境である。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、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。
338	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△①	腐食(全面腐食)	ケーシングおよび蒸気加減弁弁箱の内面からの腐食(全面腐食)	タービン動補助給水ポンプタービン	ケーシングおよび蒸気加減弁弁箱は炭素鋼であり、湿り蒸気雰囲気中の長期間の使用により、内面からの腐食が想定される。しかしながら、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がたい。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。
339	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△①	腐食(全面腐食)	主油ポンプケーシングおよびアクチュエータ本体の内面からの腐食(全面腐食)	タービン動補助給水ポンプタービン	主油ポンプケーシングおよびアクチュエータ本体は鋳鉄であり、内面からの腐食が想定される。しかしながら、内面については内部流体が油で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
340	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△①	摩耗	ガバナ調速機構の摩耗	タービン動補助給水ポンプタービン	ガバナ調速機構を構成する蒸気加減弁、定吐出制御ピストンおよび起動速度制御ピストンの摺動部に摩耗が想定される。しかしながら、タービン動補助給水ポンプタービンの運転時間は短く、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がたい。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およびガバナ調速機構の作動確認により、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(30/56)

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
341	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△①	変形(応力緩和)	ガバナ調速機構ばねの変形(応力緩和)	タービン動補助給水ポンプタービン	アクチュエータ、定吐出制御ピストンおよび起動速度制御ピストンの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、ガバナ調速機構の作動確認により、機器の健全性を確認している。
342	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△①	摩耗	アクチュエータピストン等の摩耗	タービン動補助給水ポンプタービン	アクチュエータピストン、ピストンロッドおよびプランジャの往復運動により、シリンダ接触面で摺動摩耗が想定される。しかしながら、タービン動補助給水ポンプタービンの運転時間は短く、シリンダ内部は封油および油で摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
343	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△①	腐食(全面腐食)	アクチュエータピストン等の腐食(全面腐食)	タービン動補助給水ポンプタービン	アクチュエータピストンおよびシリンダは鋼鉄、ピストンロッドおよびプランジャは合金鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、シリンダ内部、アクチュエータ内部は封油、油および油雰囲気で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
344	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△①	腐食(全面腐食)	ケーシングボルトの腐食(全面腐食)	タービン動補助給水ポンプタービン	ケーシングボルトは低合金鋼であり、ケーシング合わせ面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がたい。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等により、機器の健全性を確認している。
345	タービン設備	タービン動補助給水ポンプタービン	△②	腐食(全面腐食)	台板および取付ボルトの腐食(全面腐食)	タービン動補助給水ポンプタービン	台板およ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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
346	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△②	腐食(全面腐食)	車室およびグランド本体の外面からの腐食(全面腐食)	タービン動主給水ポンプタービン	車室およびグランド本体の炭素鋼または炭素鋼鍍銀部分は、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
347	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△②	腐食(流れ加速型腐食)	車室、グランド本体および低圧ノズル室の腐食(流れ加速型腐食)	タービン動主給水ポンプタービン	車室およびグランド本体の炭素鋼または炭素鋼鍍銀部分は、湿り蒸気流に常時さらされているため、流れ加速型腐食により減肉が想定される。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。
			△①				一方、低圧ノズル室は、乾き蒸気雰囲気で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
348	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△①	疲労割れ	車室の疲労割れ	タービン動主給水ポンプタービン	車室は、起動・停止および負荷変化時に発生する熱応力により、疲労割れが想定される。しかしながら、有意な応力変動を受けない構造となっており、疲労割れが発生しがたい。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。
349	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△②	変形	車室の変形	タービン動主給水ポンプタービン	車室はステンレス鋼鍍銀および炭素鋼を用いており、素材製作時の熱処理段階で寸法安定化が図られているが、車室は大型鑄物でかつ構造が複雑であり、わずかなひずみを生ずることが想定される。しかしながら、分解点検時の当り状況の確認により、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。
350	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△①	腐食(全面腐食)	車室ボルトの腐食(全面腐食)	タービン動主給水ポンプタービン	車室ボルトは低合金鋼および炭素鋼であり、フランジ面からの漏えいにより、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がたい。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。
351	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△②	腐食(エロージョン)	動翼の腐食(エロージョン)	タービン動主給水ポンプタービン	動翼第5、6段は湿り蒸気雰囲気で使用されるため、蒸気中の水滴による衝撃で、翼入口先端部がエロージョンにより減肉が想定される。動翼第5、6段に流入する蒸気の湿り度が大きく、かつ周方向速度も大きいため、動翼先端部の減肉が大きくなることが考えられ、減肉の進行によりステライトのはく離が想定される。しかしながら、エロージョンについては、分解点検時の目視確認により、ステライト板ろう付部に対しては目視確認や浸透探傷検査により、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。
352	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△①	高サイクル疲労割れ	動翼の高サイクル疲労割れ	タービン動主給水ポンプタービン	タービン運転時に固有振動数の低い動翼群が運転中に共振に近い状態になった場合、動翼の応力集中部に高サイクル疲労割れが想定される。1981年11月に美浜1号炉の低圧タービン第6段動翼において、高サイクル疲労割れが発生している。しかしながら、伊方3号炉のタービン動主給水ポンプタービン動翼では流体力と共振した場合でも十分な安全率を有する設計としており、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、分解点検時の応力集中部に対する目視確認や磁粉探傷検査により、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(31/56)

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
353	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△①	腐食(全面腐食)	仕切板(ノズルを含む)の腐食(全面腐食)	タービン動主給水ポンプタービン	低圧側の第1段仕切板(ノズルを含む)は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、第1段仕切板は、乾き蒸気雰囲気中で腐食が発生しやすい環境であり、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がたい。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。
354	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△①	摩耗	車軸の摩耗	タービン動主給水ポンプタービン	車軸を支持する軸受は、すべり軸受を使用しており、車軸の摩耗が想定される。しかしながら、強制潤滑により車軸と軸受間に潤滑油の供給を行っているため、軸受との直接接触による摩耗が発生しにくい環境であり、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がたい。さらに、潤滑油とともに流入する異物についても、ストレーナや油清浄器により油の浄化を実施している。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寸法計測により、機器の健全性を確認している。
355	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△①	腐食(流れ加速型腐食)	車軸の腐食(流れ加速型腐食)	タービン動主給水ポンプタービン	車軸は湿り蒸気雰囲気で使用しており、流れ加速型腐食により減肉が想定される。しかしながら、車軸は低合金鋼であり、炭素鋼に比べ優れた耐食性を有しており、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がたい。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。
356	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△①	高サイクル疲労割れ	車軸の高サイクル疲労割れ	タービン動主給水ポンプタービン	タービン運転時には車軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、タービン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、巡視点検時の振動確認(通常運転時の振動状態と差異がないことの触診による確認)、試運転時および機能確認時における振動確認(変位、速度、加速度の測定等)ならびに分解点検時の応力集中部に対する目視確認により、機器の健全性を確認している。
357	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△②	応力腐食割れ	車軸の応力腐食割れ	タービン動主給水ポンプタービン	車軸は低合金鋼であり、比較的発生応力の高い翼溝部を有しており、湿り蒸気雰囲気で使用されているため、応力腐食割れが想定される。 1984年2月に、伊方1号炉の低圧タービンにおいて、片側5枚ある円板のうち上流側から2番目の第2円板翼溝部に、応力腐食割れと考えられる割れが認められた。しかしながら、伊方3号炉のタービン動主給水ポンプタービン車軸には応力腐食割れに対する感受性の低い降伏応力約690MPa級の材料を使用しており、降伏応力(0.2%耐力)と応力腐食割れ発生との関係、また、一定のひずみ速度で荷重を加えた場合の破面観察結果からも、降伏応力約690MPa級の材料では粒界割れ破面はごくわずかであり、応力腐食割れに対する感受性は低い。 さらに、分解点検時の応力集中部に対する目視確認により、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。
358	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△②	腐食(全面腐食)	軸受台、カップリングボルトおよび台板の腐食(全面腐食)	タービン動主給水ポンプタービン	軸受台、カップリングボルトおよび台板は、炭素鋼、炭素鋼または低合金鋼であり、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、はく離等が認められた場合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。
			△①				一方、軸受台内面およびカップリングボルトについては、潤滑油雰囲気中で腐食が発生しやすい環境であり、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がたい。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。
359	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	△②	摩耗、はく離	ジャーナル軸受およびスラスト軸受ホワイトメタルの摩耗、はく離	タービン動主給水ポンプタービン	ジャーナル軸受およびスラスト軸受のホワイトメタルは、長時間の使用による摩耗、はく離が想定される。しかしながら、摩耗に対しては分解点検時の目視確認および車軸と軸受内面の隙間測定や軸受表面の当り確認により、はく離についても分解点検時の目視確認およびホワイトメタル部の浸透探傷検査により、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。
360	コンクリート構造物および鉄骨構造物	-	△①	コンクリートの強度低下	アルカリ骨材反応による強度低下	コンクリート構造物共通	コンクリート中の反応性シリカを含む骨材と、セメントなどに含まれるアルカリ(ナトリウムイオンやカリウムイオン)が、水の存在下で反応してアルカリ硅酸塩を生成し、この膨張作用によりコンクリートにひび割れが生じ、コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。 使用している骨材(粗骨材、細骨材)については、1984年に化学法(ASTM C 289)による反応性試験を実施し、反応性骨材でないことを確認している。また、3号炉建設時には、モルタルバー法(JIS A 5308)による反応性試験を実施し、反応性骨材でないことを確認している。また、定期的な目視確認を実施しており、アルカリ骨材反応に起因すると判断されるひび割れなどは認められていない。 以上から、コンクリートのアルカリ骨材反応による強度低下については、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。
361	コンクリート構造物および鉄骨構造物	-	△①	コンクリートの強度低下	凍結融解による強度低下	コンクリート構造物共通	コンクリート中の水分が凍結し、それが気温の上昇や日射を受けることなどにより融解する凍結融解を繰り返すことでコンクリートにひび割れが生じ、コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。 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」(2022)に示される凍害危険度の分布図によると伊方3号炉の周辺地域は「ごく軽微」よりも危険度が低い。また、定期的な目視確認を実施しており、凍結融解に起因すると判断されるひび割れなどは認められていない。 以上から、凍結融解による強度低下は、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。
362	コンクリート構造物および鉄骨構造物	-	△①	コンクリートの耐火能力低下	火災時の熱などによる耐火能力低下	外部遮蔽壁、内部コンクリート、原子炉建屋、原子炉補助建屋、焼却炉建屋、海水ピット	コンクリート構造物は、断面厚により耐火能力を確保する設計であるが、火災時の熱により剥落が生じ、部分的な断面厚の減少に伴う耐火能力の低下によりコンクリートの健全性が損なわれる可能性がある。 しかしながら、コンクリート構造物は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い。また、定期的な目視確認を実施しており、火災時などの熱に起因すると判断される断面厚の減少は認められていない。 以上から、コンクリートの耐火能力低下は、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。
363	コンクリート構造物および鉄骨構造物	-	△②	腐食(鉄骨の強度低下)	腐食による強度低下	内部コンクリート(鉄骨部)、原子炉建屋(鉄骨部)、タービン建屋(鉄骨部)	鉄は一般に大気中の酸素、水分と化学反応を起こして腐食し、海塩粒子などにより、さらに促進される。腐食が進行すると鉄骨の断面欠損に至り、鉄骨の強度低下につながる可能性がある。 しかしながら、定期的な目視確認を実施しており、強度に支障をきたす可能性のあるような鋼材の腐食は認められておらず、また、強度に支障をきたす可能性のあるような鋼材の腐食に影響する塗膜の劣化などが見られた場合には、その部分の塗替えなどを行うこととしている。 以上から、腐食による強度低下は、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1-1 日常劣化管理事象一覧(32/56)

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
364	計測制御設備	プロセス計測制御設備	△①	応力腐食割れ	1次冷却材系統に接する計装配管等の応力腐食割れ	1次冷却材圧力、加圧器水位	1996年5月、米国セイコヤ(Sequoyah)発電所2号炉で、1次系水質環境下においても局所的に溶存酸素濃度が高くなる等の理由で内面からの応力腐食割れによる漏えいが発生していることから、応力腐食割れが想定される。しかしながら、当該部位については、SUS304系より耐応力腐食割れ性の優れているSUS316系を使用している。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、機器点検時の目視確認および1次冷却材系統における漏えい試験時の確認により、機器の健全性を確認している。
365	計測制御設備	プロセス計測制御設備	△②	導通不良	接点の導通不良	制御用地震計(水平用)	制御用地震計(水平用)地震検出器は、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、接点部分は筐体に収納されており、塵埃の付着により導通不良が発生する可能性は小さい。また、定期的に機器の動作確認を実施し、機器の動作に異常のないことを確認している。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。
366	計測制御設備	プロセス計測制御設備	△②	特性変化	伝送器、振子、前置増幅器、信号変換処理部、指示計、記録計、表示器、自動/手動操作器、電流/空圧変換器および電源装置の特性変化	1次冷却材圧力、余熱除去ループ流量、加圧器水位、1次冷却材高温側温度(広域)、制御用地震計(水平用)、出力領域計測装置、格納容器高レンジエリアモニタ	伝送器、振子、前置増幅器、信号変換処理部、指示計、記録計、表示器、自動/手動操作器、電流/空圧変換器および電源装置は長期間の使用に伴い、検出特性および信号伝達特性が変化し、長期間校正を実施しない場合、実際のプロセス値に対し、測定値および制御値の誤差が大きくなることや、マイグレーションが想定される。しかしながら、信号処理・変換を行う電気回路部は定格値(定格電力・電圧・電流値)に対して回路上は十分低い範囲で使用する設計としており、屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、短期間で入出力特性が変化する可能性は小さいと考える。また、製造段階で製作不良に基づく回路電流集中を取り除くスクリーニング等を実施していることから、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、機器点検時の実圧または模擬信号での校正試験・調整により、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。
367	計測制御設備	プロセス計測制御設備	△②	腐食(全面腐食)	パイプハンガークランプ他、スタクション、筐体、チャンネルベース、取付ボルト、基礎架台および基礎金物の腐食(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、1次冷却材高温側温度(広域)、制御用地震計(水平用)、出力領域計測装置、格納容器高レンジエリアモニタ	パイプハンガークランプ他、スタクション、筐体、チャンネルベース、取付ボルト、基礎架台およ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、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
368	計測制御設備	プロセス計測制御設備	△②	腐食(全面腐食)	埋込金物(大気接触部)の腐食(全面腐食)	1次冷却材圧力、余熱除去ループ流量、加圧器水位、1次冷却材高温側温度(広域)、出力領域計測装置、格納容器高レンジエリアモニタ	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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
369	計測制御設備	プロセス計測制御設備	△②	応力腐食割れ	計装用取配管、計器元弁、計装配管および計器弁の外表面からの応力腐食割れ	余熱除去ループ流量	余熱除去ループ流量の計装用取配管等はステンレス鋼であり、外表面に大気中の海塩粒子等の塩分が付着した場合、塩化物イオンによる応力腐食割れが想定される。しかしながら、周辺環境における塩分付着量を測定し、応力腐食割れに対して問題のないことを確認している。また、余熱除去ループ流量の計装用取配管等は屋内に設置されており、屋外に設置されている配管等と比較して環境条件は穏やかであり、大気中の海塩粒子が外表面に直接付着する可能性は小さい。さらに、巡視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。
370	計測制御設備	制御設備	△①	導通不良	操作スイッチの導通不良	主盤、ディーゼル発電機制御盤	操作スイッチは、浮遊塵埃の接点部分への付着による導通不良が想定される。しかしながら、接点部分は盤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、機器点検時の動作確認により、機器の健全性を確認している。
371	計測制御設備	制御設備	△②	特性変化	半導体基板、電圧調整装置、保護リレー(静止形)の特性変化	安全防護系シーケンス盤、ディーゼル発電機制御盤	半導体基板等は長期間の使用に伴い、入出力特性の変化やマイグレーションが想定される。しかしながら、半導体基板等を構成している電気回路部は定格値(定格電力・電圧・電流)に対して回路上は十分低い範囲で使用する設計としており、屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、短期間で入出力特性が変化する可能性は小さいと考える。また、製造段階で製作不良に基づく回路電流集中を取り除くスクリーニング等を実施していることから、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、機器点検時の調整試験および動作試験により、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。
372	計測制御設備	制御設備	△②	腐食(全面腐食)	筐体の腐食(全面腐食)	共通	筐体は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
373	計測制御設備	制御設備	△②	腐食(全面腐食)	埋込金物(大気接触部)の腐食(全面腐食)	安全防護系シーケンス盤、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、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
374	計測制御設備	制御設備	△②	特性変化	電圧設定器の特性変化	ディーゼル発電機制御盤	電圧設定器の小型直流モータは、接触面の荒れやブラシの摩耗に伴う接触圧の低下による出力特性の変化が想定される。しかしながら、非常用ディーゼル発電機の起動回数は月に2~3回程度と少なく、その動作時間も約60秒/回と短いため、ブラシの摩耗量はごくわずかである。また、機器点検時の特性試験で有意な摩耗の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経年劣化事象ではない。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(33/56)

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	詳細内容
375	計測制御設備	制御設備	△②	特性変化	シリコン整流器の特性変化	ディーゼル発電機制御盤	シリコン整流器のシリコン整流素子は、長期間の使用に伴い、熱により空乏層が変化し、漏れ電流が増加することによる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、放熱板で冷却することによりシリコン整流素子の温度を一定温度以下に保つよう設計しており、特性が急激に変化する可能性は小さい。また、機器点検時の抵抗測定により、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。
376	空調設備	ファン	△②	腐食(全面腐食)	ケーシングの腐食(全面腐食)および吸込口等の腐食(全面腐食)	安全補機室冷却ファン、中央制御室空調ファン、中央制御室再循環ファン	ケーシング、吸込口および吸込口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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
377	空調設備	ファン	△②	腐食(全面腐食)	羽根車の腐食(全面腐食)	安全補機室冷却ファン、中央制御室空調ファン	安全補機室冷却ファンおよび中央制御室空調ファンの羽根車は炭素鋼であり、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、分解点検時に目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
			△①			中央制御室再循環ファン	また、中央制御室再循環ファンの羽根車はアルミ合金鋼物で耐食性に優れた材料であり、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がたい。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。
378	空調設備	ファン	△①	摩耗	主軸の摩耗	中央制御室空調ファン	ころがり軸受を使用しているファンについては、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を引き抜いた際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、主軸表面にわずかな摩耗が発生し、主軸と軸受間に微小すき間が生じることから、運転中にフレッシングによる摩耗が発生する可能性がある。しかしながら、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、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がたい。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。
379	空調設備	ファン	△②	腐食(全面腐食)	主軸および軸継手の腐食(全面腐食)	中央制御室空調ファン	主軸および軸継手は炭素鋼であり、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。
380	空調設備	ファン	△①	高サイクル疲労割れ	主軸の高サイクル疲労割れ	中央制御室空調ファン	ファン運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で繰返し応力を受けると、役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、ファン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、定期的な振動確認(通常運転時の振動状態と差異がないことの軸診による確認)、試運転時および機能確認時における振動確認(変位、速度、加速度の測定等)、分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。
381	空調設備	ファン	△②	腐食(全面腐食)	共通架台の腐食(全面腐食)	共通	共通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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
382	空調設備	モータ	△①	腐食(全面腐食)	固定子コアおよび回転子コアの腐食(全面腐食)	共通	固定子コアおよび回転子コアは電磁鋼板または珪素鋼板であり、腐食が想定される。しかしながら、固定子コアはワニス処理、回転子コアはワニス処理または塗装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がたい。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。
383	空調設備	モータ	△②	腐食(全面腐食)	フレーム、端子箱およびブラケットの腐食(全面腐食)	共通	フレーム、端子箱およびブラケットは炭素鋼または鋳鉄であり、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の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
384	空調設備	モータ	△①	疲労割れ	回転子棒・エンドリングの疲労割れ	共通	回転子棒・エンドリングについては、モータ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、発生応力は疲労強度より小さい。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、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(34/56)

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
385	空調設備	モータ	△①	摩耗	主軸の摩耗	安全補機閉器室空調ファンモータ、空調用冷水ポンプモータ	安全補機閉器室空調ファンモータおよび空調用冷水ポンプモータはころがり軸受を使用しており、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。軸受定期取替時の軸受引き抜きの際に主軸表面にわずかな線形模様が生じることもあり、主軸表面をサンダーペーパーで仕上げる方針も考えられる。この場合、主軸表面にわずかな摩耗が発生し、主軸と軸受スリーブ間で微小すき間が生じ、運転中にフレッティングによる摩耗が発生する可能性がある。しかしながら、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、これまで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がたい。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および寸法計測により、機器の健全性を確認している。
			△①				空調用冷凍機モータ
386	空調設備	モータ	△①	高サイクル疲労割れ	主軸の高サイクル疲労割れ	共通	モータ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、モータ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、試運転時における振動確認および分解点検時の応力集中部に対する目視確認により、機器の健全性を確認している。
387	空調設備	モータ	△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または低合金鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜またはメッキ面が健全であれば腐食の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗膜またはメッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
388	空調設備	空調ユニット	△②	腐食(全面腐食)	ユニット骨組鋼材および外板の腐食(全面腐食)	中央制御室空調ユニット	ユニット骨組鋼材および外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
389	空調設備	空調ユニット	△①	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	冷却コイルは銅合金であり、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、内部流体は純水であるが、耐食性に優れた銅合金を使用していることから、腐食が発生しがたい。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、開放点検時の目視によりコイル外面等の腐食の状況を確認し、機器の健全性を確認している。
390	空調設備	冷凍機	△①	腐食(全面腐食)	圧縮機羽根車の腐食(全面腐食)	空調用冷凍機	圧縮機の羽根車はアルミニウム合金精物であり、腐食が想定される。しかしながら、内部流体は冷媒(フルオロカーボン)で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
391	空調設備	冷凍機	△①	摩耗	圧縮機主軸(羽根車側、モータ側)および歯車の摩耗	空調用冷凍機	圧縮機の主軸(羽根車側、モータ側)および歯車は歯面によりトルクを伝達するため、摩耗が想定される。しかしながら、歯面には潤滑油が供給されており、摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
392	空調設備	冷凍機	△①	高サイクル疲労割れ	圧縮機および空調用冷水ポンプ主軸の高サイクル疲労割れ	空調用冷凍機	圧縮機および空調用冷水ポンプ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、圧縮機および空調用冷水ポンプ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、巡視点検時の振動確認(通常運転時の振動状態と差異がないことの触診による確認)、試運転時および機能確認時における振動確認(変位、速度、加速度の測定等)ならびに分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。
393	空調設備	冷凍機	△②	腐食(全面腐食)	圧縮機ケーシングの腐食(全面腐食)	空調用冷凍機	圧縮機のケーシングは鋼鉄であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
			△①				一方、内面については、内部流体が冷媒(フルオロカーボン)で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
394	空調設備	冷凍機	△②	腐食(全面腐食)	熱交換器銅板および冷媒配管の外面からの腐食(全面腐食)	空調用冷凍機	熱交換器の銅板および冷媒配管は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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(35/56)

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
395	空調設備	冷凍機	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	凝縮器伝熱管の内面腐食(流れ加速型腐食)	空調用冷凍機	凝縮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、耐食性は良いが、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。凝縮器は管側流体が海水であるため、貝等の異物の付着により局所的に流速が増大し、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、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、分解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。
396	空調設備	冷凍機	△②	腐食 (流れ加速型腐食)	蒸発器伝熱管の内面腐食(流れ加速型腐食)	空調用冷凍機	蒸発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。しかしながら、分解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。
397	空調設備	冷凍機	△①	腐食 (全面腐食)	凝縮器および蒸発器伝熱管の外表面腐食(全面腐食)	空調用冷凍機	凝縮器および蒸発器の伝熱管は銅合金であり、外面からの腐食が想定される。しかしながら、胴体流体は冷媒(フルオロカーボン)で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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、分解点検時の渦流探傷検査により、機器の健全性を確認している。
398	空調設備	冷凍機	△②	腐食 (全面腐食)	熱交換器耐圧構成品および冷水系統の炭素鋼使用部位の腐食(全面腐食)	空調用冷凍機	熱交換器の管板(水室側)および水室、冷水系統配管ならびに空調用冷水膨張タンクの胴板および横板は炭素鋼、空調用冷水ポンプのケーシングは炭素鋼製であり、腐食が進行の可能性は小さい。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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。一方、熱交換器耐圧構成品および冷水系統の炭素鋼使用部位の内面については内部流体が海水であり(凝縮器内面側を除く)、長期間の使用により腐食が想定される。しかしながら、酸素含有水中における炭素鋼の腐食挙動が放物線則に従うとして、運転開始後60年の腐食量を評価した結果より、急激な腐食の進行により機器の健全性に影響を与える可能性はない。また、開放点検時または分解点検時の目視確認等により、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。
399	空調設備	冷凍機	△②	スケール付着	凝縮器および蒸発器伝熱管内面のスケール付着	空調用冷凍機	凝縮器および蒸発器の伝熱管は、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、伝熱性能低下が想定される。しかしながら、伝熱管内面のスケール付着に対しては、分解点検時の渦流探傷検査前に洗浄及び目視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。
400	空調設備	冷凍機	△②	腐食 (異種金属接触腐食含む)	凝縮器水室等の海水による腐食(異種金属接触腐食含む)	空調用冷凍機	凝縮器管板は炭素鋼(銅合金クラッド)であり、長期間の使用により海水接液部において腐食が想定される。また、凝縮器水室は炭素鋼であり、海水が接するため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に海水が接した場合、管板の接液部が銅合金クラッド鋼であるため、炭素鋼使用部位に異種金属接触腐食が想定される。しかしながら、分解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。
401	空調設備	冷凍機	△①	腐食 (キャビテーション)	空調用冷水ポンプ羽根車の腐食(キャビテーション)	空調用冷凍機	ポンプの内側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、キャビテーションを起こさない条件はポンプおよび機器配置設計段階において考慮しており、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。
402	空調設備	冷凍機	△②	腐食 (全面腐食)	架台、台板、取付ボルトおよび支持脚の腐食(全面腐食)	空調用冷凍機	架台、台板、取付ボルトおよび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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
403	空調設備	冷凍機	△②	腐食 (全面腐食)	支持脚(スライド脚)の腐食(全面腐食)	空調用冷凍機	空調用冷水膨張タンクは横置きであり、支持脚(スライド脚)が設置されているが、スライド部は炭素鋼であり、長期間の使用により、腐食による固着が想定される。しかしながら、巡視点検等で目視によりスライド部に異常のないことを確認し、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。
404	空調設備	ダクト	△②	応力腐食割れ	外板および接続鋼材等の外面からの応力腐食割れ	格納容器排気筒	外板はステンレス鋼であり、外表面に大気中の海塩粒子等の塩分が付着した場合、塩化物イオンによる応力腐食割れが想定される。しかしながら、外面については塗装により腐食を防止しており、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、外観点検等で目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
405	空調設備	ダクト	△②	腐食 (全面腐食)	外板の腐食(全面腐食)	中央制御室空調システムダクト	外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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(36/56)

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
406	空調設備	ダクト	△①	腐食(腐食孔)	外板内面の海塩粒子等付着による腐食(腐食孔)	中央制御室空調システムダクト	外気取入部の外板内面に海塩粒子等が付着することによる腐食(腐食孔)が想定される。 2016年12月、島根2号棟において、中央制御室空調換気系の外気取入ダクトから再循環ライン合流部において海塩粒子等の付着による腐食(腐食孔)が発生している。 しかしながら、伊方3号棟については外気取入口に常時通風のフィルタを設置し、海塩粒子等の侵入を考慮した設計となっており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。 また、当該系統の外気取入部から再循環ライン合流部について内面の目視確認をした結果、有意な腐食(腐食孔)は認められなかったことを確認している。 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、空調設備点検時の内面目視確認により、機器の健全性を確認している。
407	空調設備	ダクト	△②	腐食(全面腐食)	接続鋼材および補強鋼材等の腐食(全面腐食)	共通	接続鋼材、補強鋼材、サポート鋼材、ベースプレートおよび接続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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、外観点検等で目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
408	空調設備	ダクト	△①	劣化	伸縮継手の劣化	共通	伸縮継手は合成ゴムであることから環境的要因により劣化が想定される。 しかしながら、周囲温度は使用条件範囲内であり、これまでに有意な劣化は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する原因があるとは考えがたい。 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、外観点検等による可視範囲の目視確認により、機器の健全性を確認している。
409	空調設備	ダクト	△②	腐食(全面腐食)	埋込金物(コンクリート埋設部以外)の腐食(全面腐食)	共通	埋込金物(コンクリート埋設部以外)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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、外観点検等で目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
410	空調設備	ダンパ	△②	腐食(全面腐食)	ケーシングおよびダンパ羽根の腐食(全面腐食)	共通	ケーシングおよびダンパ羽根は炭素鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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、巡視点検および軸受給脂時に目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
411	空調設備	ダンパ	△②	固着	ダンパシャフトの固着	共通	ダンパシャフトは、潤滑油が不足した場合、長期間の使用による腐食により固着することが想定される。 しかしながら、炭素鋼のダンパシャフト表面はメッキを施し腐食を防止しており、ステンレス鋼のダンパシャフト表面は腐食進行の可能性は小さいことから、腐食による固着の可能性は小さい。 また、軸受給脂時の給油により、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。
412	空調設備	ダンパ	△②	腐食(全面腐食)	ハウジングの腐食(全面腐食)	安全補機室排気隔離ダンパ	ハウジングは鉄鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、大気接触部は塗装またはクロムメッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
413	空調設備	ダンパ	△①	変形(応力緩和)	ばねの変形(応力緩和)	安全補機室排気隔離ダンパ	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、軸受給脂時のダンパ作動確認により、機器の健全性を確認している。
414	空調設備	ダンパ	△②	腐食(全面腐食)	接続ボルトの腐食(全面腐食)	共通	接続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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
415	空調設備	ダンパ	△②	腐食(全面腐食)	駆動装置の腐食(全面腐食)	格納容器スプレイポンプ室ハロンガス圧運動ダンパ	駆動装置は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
416	空調設備	ダンパ	△②	摩耗	ダンパシャフトおよび軸受(すべり)の摩耗	安全補機室排気隔離ダンパ、中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火ダンパ、格納容器スプレイポンプ室ハロンガス圧運動ダンパ、安全補機室空調系手動ダンパ	ダンパシャフトおよび軸受(すべり)は、摺動による摩耗が想定される。 しかしながら、軸受給脂時のダンパ作動確認により、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。
417	空調設備	ダンパ	△②	導通不良	ポジションスイッチの導通不良	安全補機室排気隔離ダンパ	ポジションスイッチは、浮遊塵埃の接点部分への付着による導通不良が想定される。 しかしながら、接点部分は筐体に収納されており、塵埃の付着により導通不良が発生する可能性は小さい。 また、定期的に機器の動作確認を実施し、機器の動作に異常のないことを確認している。 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。
418	機械設備	重機器サポート	△②	腐食(全面腐食)	サポートブラケット等大気接触部の腐食(全面腐食)	共通	サポートブラケット等は炭素鋼または低合金鋼であり、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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、外観点検等で目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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(37/56)

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
419	機械設備	重機器サポート	△②	照射脆化	サポートブラケット(サポートトリブ)の中性子およびγ線照射脆化	原子炉容器サポート	<p>原子炉容器サポートは他の重機器サポートに比べ原子炉容器炉心近傍に設置されており、中性子およびγ線照射により材料の靱性が低下することが想定される。図2.2-1に照射脆化評価を行った評価部位を示す。</p> <p>図2.2-1 伊方3号炉 原子炉容器サポートの照射脆化評価部位</p> <p>評価部位は原子炉容器サポートのうちせん断荷重が大きいサポートトリブとし、当該部の運転開始後60年時点における照射脆化評価を行った。評価は、運転開始後60年時点においてSS地震力を受けたとしてもサポートの健全性が保たれることを破壊力学評価を用いて検討した。応力拡大係数および破壊靱性値の計算は、電力共同研究「原子炉容器支持構造物の照射脆化に関する研究」およびASME Section III Appendix Gに基づいて実施した。</p> <p>まず、破壊靱性値の評価式としては、供試材を用いた静的破壊靱性試験および動的破壊靱性試験から、電力共同研究実施当時のASME Section III Appendix Gに記載されていたK_{Ic}式が図2.2-2に示すとおり供試材を包摂することから原子炉容器サポート使用部材に適用できることを確認した。電力共同研究実施当時のASME Section III Appendix Gに記載されていたK_{Ic}式を以下に示す。なお、初期開通温度(推定TNDT)は伊方3号炉のミルシートや同種供試材の試験結果等を基に推定した。</p> $K_{Ic} = 29.43 + 1.344 \exp(0.0261(T - TNDT + 88.9))$ <p>図2.2-2 動的破壊靱性と(T-推定T^{NDT})の関係</p> <p>原子炉容器サポート回りの中性子照射量は米国オークリッジ国立研究所(以降ORNLと呼ぶ)で開発改良された2次元輸送解析コード「DORT」を用いてエネルギー毎にわたって算定し、この値を基に図2.2-3に示すNUREG-1509(「Radiation Effects on Reactor Pressure Vessel Supports」R.E. Johnson, R.E. Lipinski NRC 1996 P14)に記載されているORNLのHF1 R炉のサーベイランスデータおよび米国シッピングポート(Shippingport)炉の材料試験データ等の上限を包摂する曲線を基にした脆化予測曲線を用いて脆化度(遷移温度:脆化量推定値(ΔT_{ep})$^{\circ}C$)を推定した。</p> <p>評価は、原子炉容器サポートの最低使用温度を基準としてSs地震が発生したとき、製造時または溶接時の欠陥を想定した場合に脆化破壊が発生するかどうかを破壊力学評価を基に検討した。</p> <p>図2.2-3 原子炉容器サポートの脆化予測曲線</p> <p>評価に用いた欠陥寸法は、「日本電気協会 原子力発電用機器に対する破壊靱性の確認試験方法(JEA4206-2007)」に準拠し、板厚の1/4として、亀裂のアスペクト比(深さと表面長さの比率)はASME Sec. III Appendix Gに準拠して1/6とした。なお、破壊力学評価に用いる応力拡大係数は、サポートトリブに対しては平板要素としてRaju-Newmanの次式を使用した。</p> $K_I = F \sigma \sqrt{(\pi a/Q)}$ $F = (M_1 + M_2 \cdot (a/t)^2 + M_3 \cdot (a/t)^4) \cdot g \cdot \phi \cdot f_{\theta}$ <p>ここで、 a: 亀裂長さ c: 表面長さの半長 t: 平板の厚さ b: 平板の幅の半長 φ: 亀裂前縁の位置を表す角度</p> <p>表2.2-2に評価結果を示す。</p> <p>評価結果よりサポートトリブは劣化が進捗すると仮定した場合におけるプラント運転開始後60年時点での最低使用温度でSs地震が発生したとしても、破壊靱性値(K_{Ic})が応力拡大係数(K_I)を上回っていることから、原子炉容器サポートの健全性は保たれることを確認した。</p> <p>さらに、キャビティシールリング据付時の隙間計測で原子炉容器とキャビティに有意な高低差がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。</p> <p>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。</p> <p>表2.2-2 伊方3号炉 サポートブラケット(サポートトリブ)の脆化評価結果</p>
420	機械設備	重機器サポート	△②	摩耗	パッド、ヒンジ 摺動部の摩耗	原子炉容器サポート、蒸気発生器サポート、1次冷却材ポンプサポート	<p>機器の移動を許容し、重機器の自重を支えている原子炉容器サポート、蒸気発生器サポートおよび1次冷却材ポンプサポートの摺動部は、機器熱移動や振動により摩耗が想定される。摩耗が想定される代表部位として原子炉容器サポートの摺動部を図2.2-4に、蒸気発生器サポートおよび1次冷却材ポンプサポートの摺動部を図2.2-5に示す。</p> <p>図2.2-4 伊方3号炉 原子炉容器サポートの摺動部(パッド)(概念図)</p> <p>図2.2-5 伊方3号炉 蒸気発生器サポートおよび1次冷却材ポンプサポートの摺動部(ヒンジ)(概念図)</p> <p>原子炉容器サポート、蒸気発生器サポートおよび1次冷却材ポンプサポートの摺動部は、重機器の自重を支えていることから当該部に発生する荷重は小さいとは言えないため、運転開始後60年時点における推定摩耗量を評価した。</p> <p>摩耗量については、現在定量的に評価する手法が確立されていないが、ここではホルム(Hoim)の理論式(機械工学便覧(日本機械学会編))により、概略の摩耗量の推定を行った。</p> <p>ホルムの式: $W = K \cdot S \cdot P / P_m$ W: 摩耗量 [m3] K: 摩耗係数 [-] S: すべり距離 [m] P: 荷重 [N] Pm: かたさ [N/m2]</p> <p>なお、評価にあたっては、通常運転時における評価対象サポートに加わる荷重を算出した。すべり距離については計算により求めた熱移動量を基に運転状態Iおよび運転状態IIの過渡条件とその回数から算出した。</p> <p>摩耗係数およびかたさについてはJ.F. Archard & W. Hirst, Proc. Roy. Soc., 236, A, (1956), 397より使用温度での硬さの变化を考慮しても安全側の評価となるよう、炭素より柔らかい材料である潤滑材などの軟弱-軟弱のデータを引用した。</p> <p>それぞれの評価結果を表2.2-3に示す。</p> <p>評価結果より運転開始後60年時点の推定摩耗深さは(推定深さ)は概して、許容値に比べ十分小さいことから、長期運転にあっても支持機能に影響を及ぼす可能性はない。</p> <p>さらに、ヒンジ摺動部の摩耗に対しては外観点検等で目視によりかみ合い部を確認し、パッドの摩耗についてもキャビティシールリング据付時の隙間計測で原子炉容器とキャビティに有意な高低差がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。</p> <p>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。</p> <p>表2.2-3 伊方3号炉 重機器サポート摺動部の摩耗量評価結果</p>
421	機械設備	重機器サポート	△①	摩耗	ピン等の摩耗	蒸気発生器サポート、1次冷却材ポンプサポート	<p>機器の移動を許容するサポートの摺動部材は、機器熱移動や振動により摩耗が想定される。</p> <p>しかしながら、蒸気発生器サポートおよび1次冷却材ポンプサポートのオイルスナバは地震時の水平方向変位を拘束するものであり、通常運転時の蒸気発生器の上部サポートおよび中間サポート、1次冷却材ポンプの上部サポートおよび下部サポートに作用する荷重は小さい。</p> <p>通常運転における熱移動はサイクル数が少ない(最大変位が想定されるのはヒートアップ・クールダウンの年2回)ため、著しい摩耗が生じる可能性は小さい。</p> <p>振動による摩耗については発生荷重が十分小さく、可動部を摺動させるほどの力は生じないと考えられる。</p> <p>支持脚ピン(材料:SNB23-3)については、ヒンジ部(材料:SMSOB)よりも硬質な材料を使用しており、オイルスナバのピストンロッド(材料:SNB23-4)については、ブッシュ(材料:BC-6C)よりも硬質な材料を使用している。</p> <p>一方、オイルスナバのコッタピンについては、運転時有意な荷重がからまない。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。</p> <p>なお、外観点検時等で目視によりピンのかみ合い部およびオイルの濡れ等の異常が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。</p>
422	機械設備	重機器サポート	△①	疲労割れ	ヒンジ溶接部の疲労割れ	蒸気発生器サポート、1次冷却材ポンプサポート	<p>支持脚は、プラント起動・停止時等に発生する機器の熱移動によるスライド方向以外の繰返し荷重により、ヒンジ溶接部において疲労割れが想定される。</p> <p>しかしながら、スライド方向以外に発生する荷重はわずかであり、有意な応力変動を受けない。</p> <p>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。</p> <p>なお、外観点検時等の目視確認により、機器の健全性を確認している。</p>

表1-1 日常劣化管理事象一覧(39/56)

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
434	機械設備	空気圧縮装置	△②	腐食 (全面腐食)	制御用空気だめ等の腐食(全面腐食)	制御用空気圧縮装置	<p>制御用空気だめ等の湿り空気雰囲気中で炭素鋼を使用している部位は長期使用により腐食が想定される。</p> <p>制御用空気だめの内面は塗装を施しているが、安全側に塗装がないと仮定して、酸素含有水中における炭素鋼の腐食挙動が放物線則に従うとして、運転開始後60年間の腐食量を評価した。その結果、表2.3-1に示すとおり運転開始後60年時点での推定腐食量は、設計上の腐食率に対して小さいことから、急激な腐食の進行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>表2.3-1 伊方3号炉 制御用空気だめの腐食評価結果</p> <p>また、制御用空気だめ、制御用空気圧縮機中間冷却器、制御用空気圧縮機中間冷却器ドレンセパレータ、制御用空気圧縮機アフタクーラ、制御用空気圧縮機アフタクーラドレンセパレータ、制御用空気圧縮装置配管、制御用空気除湿装置吸着塔、制御用空気除湿装置再生空気加熱器、制御用空気除湿装置再生空気冷却器、制御用空気除湿装置ドレンセパレータ、制御用空気除湿装置比例弁、制御用空気除湿装置配管(吸着塔上流)については、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。</p> <p>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。</p>
435	機械設備	空気圧縮装置	△②	特性変化	制御用空気圧縮機出口空気温度検出器の特性変化	制御用空気圧縮装置	<p>制御用空気圧縮機出口空気温度検出器は長期間の使用に伴い、検出特性および信号伝達特性の変化が想定される。</p> <p>しかしながら、検出器は、耐食性等を考慮した材料を選定し設計しており、また屋内に設置されていることから環境変化の程度が小さく、短期間で入出力特性が変化する可能性は小さいと考える。</p> <p>また、抵抗測定および給電抵抗測定により、機器の健全性を維持している。</p> <p>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。</p>
436	機械設備	空気圧縮装置	△①	摩耗	制御用空気除湿装置比例弁および四方弁の弁体等の摩耗	制御用空気圧縮装置	<p>制御用空気除湿装置比例弁の弁体、四方弁の弁体および弁座については、内部流体中の異物との衝突および閉閉による摩耗が想定される。</p> <p>しかしながら、制御用空気圧縮機入口には吸込フィルタを設置し異物を除去している。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。</p> <p>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。</p>
437	機械設備	空気圧縮装置	△②	腐食 (全面腐食)	取付ボルトの腐食(全面腐食)	制御用空気圧縮装置	<p>制御用空気圧縮機モータ、制御用空気圧縮機アフタクーラ、制御用空気除湿装置の取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>
438	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	摩耗	走横行レールおよび車輪の摩耗	燃料取替クレーン	<p>走横行レールおよび車輪はクレーンの走横行により摩耗が想定される。</p> <p>しかしながら、レール上面、側面および車輪はガイドローラにより横滑りを防止しており、ころがり接触であることから摩耗が発生しがたい構造であり、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がたい。</p> <p>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。</p> <p>なお、クレーン点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。</p>
439	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△②	腐食 (全面腐食)	走横行レールおよび車輪の腐食(全面腐食)	燃料取替クレーン	<p>走横行レールおよび車輪は炭素鋼または高炭素鋳鋼であり、腐食が想定される。</p> <p>しかしながら、走横行レールと車輪の接触部は、屋内に設置されており、腐食が発生する可能性は小さい。</p> <p>また、クレーン点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。</p> <p>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。</p>
440	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	疲労割れ	走横行レールおよびブリッジガータの疲労割れ	燃料取替クレーン	<p>走横行レールおよびブリッジガータにはトロリ等の荷重が常時かかる状態となることから、疲労割れが想定される。</p> <p>しかしながら、有意な応力変動が発生しないように設計されており、これまでに有意なき裂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がたい。</p> <p>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。</p> <p>なお、クレーン点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。</p>
441	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△②	腐食 (全面腐食)	レール押さえおよびブリッジガータ等の腐食(全面腐食)	燃料取替クレーン	<p>レール押さえ、ブリッジガータ、転倒防止金具、トロリ架台、各種減速機のケーシング、軸継手のケーシング、固定マスト、モータ(低圧)フレーム、筐体およびチャンネルベースは炭素鋼または鋳鉄であり、腐食が想定される。</p> <p>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。</p> <p>また、クレーン点検時に目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。</p> <p>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。</p>
442	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	摩耗	歯車の摩耗	燃料取替クレーン	<p>車輪部、各種減速機および軸継手の歯車は摩擦により摩耗が想定される。</p> <p>しかしながら、歯車は常に潤滑油が供給されており、摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。</p> <p>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。</p> <p>なお、各種減速機は潤滑油診断により、機器の健全性を確認している。</p>
443	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△②	摩耗、素線切れ	ワイヤロープの摩耗および素線切れ	燃料取替クレーン	<p>ワイヤロープはワイヤドラムおよびシーブと接するため、機械的要因により摩耗が想定される。</p> <p>ワイヤドラムへの巻取りおよびシーブ通過時にロープが曲げられるため、素線切れが想定される。</p> <p>しかしながら、クレーン点検時にワイヤロープ径の寸法計測や目視確認を行い、必要に応じて取替を実施することにより、機器の健全性を維持している。</p> <p>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。</p>
444	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	摩耗	シーブおよびワイヤドラムの摩耗	燃料取替クレーン	<p>シーブおよびワイヤドラムはワイヤロープと接するため、機械的要因により摩耗が想定される。</p> <p>しかしながら、シーブはワイヤの巻取りにそって回転し、また、ドラムの回転に合わせてワイヤが巻き取られるため、すべりが発生せず、摩耗が発生しがたい構造であり、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がたい。</p> <p>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。</p> <p>なお、クレーン点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。</p>

表1-1 日常劣化管理事象一覧(40/56)

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
445	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	摩耗	マストチューブガイドローラ、グリッパチューブおよびガイドレールの摩耗	燃料取替クレーン	マストチューブガイドローラ、グリッパチューブおよびガイドレールの摩耗 マストチューブのガイドローラはグリッパチューブ昇降時に同チューブ外周またはガイドレールと接触しながら、同チューブを案内するため、摩耗が想定される。 しかしながら、ガイドローラとグリッパチューブおよびガイドレールの間は、ころがり接触であることより摩耗量は軽微であると考えられ、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がたい。 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、クレーン点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
446	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	摩耗	燃料ガイドバーの摩耗	燃料取替クレーン	燃料ガイドバーは燃料昇降時に燃料グリッドと滑り接触するため、摩耗が想定される。 しかしながら、燃料対角方向に数mmの隙間を有し接触面積が小さいことおよび燃料ガイドバーは硬度の高いステンレス鋼(SUS630)で製作されており、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がたい。 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、クレーン点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
447	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	摩耗	シリンダケースおよびピストンの摩耗	燃料取替クレーン	エアシリンダのシリンダケースおよびピストンはピストンの動作により摩耗が想定される。 しかしながら、シリンダケースとピストンはバックインおよびグリスにより隔てられており、摩耗が発生しがたい構造であり、これまでに異常な動き等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がたい。 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、クレーン点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
448	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	摩耗	フィンガおよびガイドピン	燃料取替クレーン	グリッパのフィンガはロックカムとの摺動および燃料ラッチ時のこすれにより摩耗が想定される。また、グリッパのガイドピンは、燃料への挿入時に燃料上部ノズル(SUS304)との接触により摩耗が想定される。 しかしながら、フィンガおよびガイドピンは、ロックカムおよび燃料上部ノズルに比べて耐摩耗性に優れた材料(SUS630)を使用し、摩耗を抑制しており、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がたい。 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、クレーン点検時の寸法計測や浸透探傷検査および作動確認により、機器の健全性を確認している。
449	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△②	摩耗	ロックカムの摩耗	燃料取替クレーン	グリッパのロックカムはフィンガとの機械的要因により摩耗が想定される。 しかしながら、クレーン点検時の寸法計測および作動確認により、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。
450	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	摩耗	ロックラッチの摩耗	燃料取替クレーン	グリッパのロックラッチはフィンガとの機械的要因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がたい。 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、クレーン点検時の寸法計測および作動確認により、機器の健全性を確認している。
451	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	腐食(全面腐食)	モータ(低圧)固定子コアおよび回転子コアの腐食(全面腐食)	燃料取替クレーン	モータ(低圧)の固定子コアおよ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、固定子コアおよび回転子コアはワニス処理または塗装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がたい。 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。
452	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	腐食(全面腐食)	電磁ブレーキ固定鉄心の腐食(全面腐食)	燃料取替クレーン	電磁ブレーキの固定鉄心は珪素鋼板および銅であり、腐食が想定される。 しかしながら、電磁ブレーキの固定鉄心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がたい。 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。
453	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	変形(応力緩和)	グリッパおよび電磁ブレーキのばねの変形(応力緩和)	燃料取替クレーン	グリッパおよび電磁ブレーキの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、クレーン点検時の作動確認や機能・性能試験時の制動確認により、機器の健全性を確認している。
454	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	摩耗	電磁ブレーキブレーキ板の摩耗	燃料取替クレーン	電磁ブレーキのブレーキ板は制動時にブレーキライニングを押し付けられることにより摩耗が想定される。 しかしながら、材料をライニングより硬い鋼鉄として摩耗を抑制しており、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がたい。 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。
455	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	摩耗	電磁ブレーキライニングの摩耗	燃料取替クレーン	電磁ブレーキのライニングは制動操作により摩耗が想定される。 しかしながら、ブレーキライニングの許容摩耗量から算出される最大動作回数に対する1定期検査当たりの動作回数の割合は十分小さいと評価しており、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がたい。 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。
456	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	はく離	電磁ブレーキライニングのはく離	燃料取替クレーン	電磁ブレーキのライニングは高湿度環境での長期間の使用によりはく離が想定される。 2008年7月、教養2号炉のタービン動補助給水ポンプ起動入口弁の直流電動機用電磁ブレーキにおいて、電磁ブレーキのライニングのはく離が発生しているが、この事象は、当該弁が外気の影響を受ける高湿度エリアに設置されていたことに伴い発生した結露がライニングの接着面に浸透し、接着力を低下させたものである。 しかしながら、伊方3号炉の燃料取替クレーンは、高湿度環境にはなく、結露水が発生しがたい環境であり、これまでに有意なはく離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がたい。 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(41/56)

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
457	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△②	特性変化	ロードセル荷重交換部の特性変化	燃料取替クレーン	ロードセルは長期間の使用に伴いひずみゲージのはがれ等による特性変化が想定される。しかしながら、ひずみゲージ貼付け部は、不活性(窒素)ガスを封入した気密構造になっており、ひずみゲージの酸化を防止しているため、ひずみゲージ貼付け部が腐食してはがれが発生する可能性は小さい。また、機能・性能試験により、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。
458	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△②	特性変化	荷重監視装置および速度制御装置の特性変化	燃料取替クレーン	荷重監視装置および速度制御装置は長期間の使用に伴い出力特性の変化やマイグレーションが想定される。しかしながら、荷重監視装置および速度制御装置を構成している電気回路部は定格値(定格電力・電圧・電流値)に対して回路は十分低い範囲で使用する設計としており、屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、短期間で入出力特性が変化する可能性は小さい。製造段階で製作不良に基づく回路電流集中を取り除くスクリーニング等を実施していることから、マイグレーションが発生する可能性は小さい。また、速度制御装置は機器点検時の作動確認、荷重監視装置は機能・性能試験により、機器の健全性を維持している。さらに、プラント運転中は基板を取り外し、格納容器外に保管することとしている。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。
459	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△①	導通不良	操作スイッチおよび速度制御スイッチの導通不良	燃料取替クレーン	操作スイッチおよび制御スイッチは接点部分に浮遊塵埃が付着することにより、導通不良が想定される。しかしながら、接点部分は筐体または盤内に収納されており、塵埃の付着による導通不良が発生しがたい。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、機能・性能試験時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
460	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	△②	腐食(全面腐食)	取付ボルトの腐食(全面腐食)	燃料取替クレーン	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、大気接触部はメッキにより腐食を防止しており、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メッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
461	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△①	摩耗	レールおよび車輪の摩耗	燃料移送装置	レールおよび車輪は機械的要因により摩耗が想定される。しかしながら、水中での水潤滑によるこすり接触であることから摩耗が発生しがたい構造であり、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がたい。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、燃料移送装置点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
462	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△②	腐食(全面腐食)	減速機ケーシング等の腐食(全面腐食)	燃料移送装置	減速機のケーシングおよび軸、軸継手のケーシングおよび軸(スプロケット)、走行駆動部の軸受箱およびモータ(低圧)のフレームは鋼鉄、炭素鋼、炭素鋼またはアルミニウム合金鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
463	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△①	摩耗	歯車等の摩耗	燃料移送装置	減速機の歯車、軸継手の軸(スプロケット)は機械的要因により摩耗が想定される。しかしながら、歯車等は常に潤滑油が供給されており、摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。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、燃料移送装置点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
464	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△①	摩耗	シリンダチューブ、ピストンおよびピストンロッドの摩耗	燃料移送装置	水圧シリンダのシリンダチューブ、ピストンおよびピストンロッドは機械的要因により、摩耗が想定される。しかしながら、シリンダチューブとピストンおよびピストンロッドと軸受(すべり)はバックインおよびグリスにより隔てられた構造となっており、これまでに異常な動き等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がたい。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、燃料移送装置点検時の動作確認により、機器の健全性を確認している。
465	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△①	摩耗	シープおよびドラムの摩耗	燃料移送装置	シープおよびドラムはワイヤロープと接するため、機械的要因により摩耗が想定される。しかしながら、シープはワイヤの巻取りにそって回転し、また、ドラムの回転に合わせてワイヤが巻き取られるため、すべりが発生せず、摩耗が発生しがたい構造であり、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がたい。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、燃料移送装置点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
466	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△①	腐食(全面腐食)	モータ(低圧)の固定子コアおよび回転子コアの腐食(全面腐食)	燃料移送装置	固定子コアおよ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、固定子コアおよび回転子コアはワニス処理または塗装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がたい。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。
467	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△①	腐食(全面腐食)	電磁ブレーキ固定鉄心の腐食(全面腐食)	燃料移送装置	電磁ブレーキの固定鉄心は珪素鋼板および鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、電磁ブレーキの固定鉄心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がたい。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。
468	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△①	変形(応力緩和)	電磁ブレーキのばねの変形(応力緩和)	燃料移送装置	電磁ブレーキの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、機能・性能試験時の制動確認により、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(42/56)

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
469	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△①	摩耗	電磁ブレーキ ブレーキ板の摩耗	燃料移送装置	電磁ブレーキのブレーキ板は制動時にブレーキライニングを押し付けられることにより摩耗が想定される。 しかしながら、材料をライニングより硬い鋳鉄として摩耗を抑制しており、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がたい。 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。
470	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△①	摩耗	電磁ブレーキ ライニングの摩耗	燃料移送装置	電磁ブレーキのライニングは制動操作により摩耗が想定される。 しかしながら、ブレーキライニングの許容摩耗量から算出される最大動作回数に対する1定期検査当たりの動作回数の割合は十分小さいと評価しており、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がたい。 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。
471	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△①	はく離	電磁ブレーキ ライニングのはく離	燃料移送装置	電磁ブレーキのライニングは高湿度環境での長期間の使用によりはく離が想定される。 2008年7月、敦賀2号炉のタービン補助給水ポンプ起動入口弁の直流電動機用電磁ブレーキにおいて、電磁ブレーキのライニングのはく離が発生しているが、この事象は、当該弁が外気の影響を受ける高湿度エリアに設置されていたことに伴い発生した結露水がライニングの接着面に浸透し、接着力を低下させたものである。 しかしながら、伊方3号炉の燃料移送装置は、高湿度環境にはなく、結露水が発生しがたい環境であり、これまでに有意なはく離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がたい。 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。
472	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△①	導通不良	押釦スイッチの 導通不良	燃料移送装置	押釦スイッチは接点部分に浮遊塵埃が付着することにより、導通不良が想定される。 しかしながら、接点部分は筐体または盤内に収納されており、塵埃の付着による導通不良が発生しがたい。 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、機能・性能試験時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
473	機械設備	燃料取扱設備 燃料移送装置	△②	腐食 (全面腐食)	筐体、チャンネル ベースおよび 基礎金物等の腐 食(全面腐食)	燃料移送装置	水圧ユニットの基礎金物(大気接触部)ならびに制御盤の筐体、チャンネルベースおよ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、大気接触部は塗装またはメッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、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。
474	機械設備	燃料取扱設備 新燃料貯蔵設備	△②	腐食 (全面腐食)	サポート部材の 腐食(全面腐食)	新燃料ラック	サポート部材の一部は炭素鋼であり、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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、外観点検等で目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
475	機械設備	原子炉容器 上部ふた付属設備	△①	疲労割れ	圧力ハウジングの 疲労割れ	制御棒クラスタ駆動装置	圧力ハウジングは、プラントの起動・停止時等による熱応答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、起動・停止時に発生する荷重はわずかであり、有意な応力変動を受けない構造となっており、疲労割れが発生しがたい。 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、漏えい確認により、機器の健全性を確認している。
476	機械設備	原子炉容器 上部ふた付属設備	△②	摩耗	プランジャの 摩耗	制御棒クラスタ駆動装置	制御棒の引き抜き・挿入動作を行うプランジャはその構造上、摺動部で摩耗が想定される。 しかしながら、コイル電流によるラッチ機構作動確認および制御棒落下試験によるスクラム時のプランジャ動作に伴うラッチアーム開放動作の確認により、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。
477	機械設備	原子炉容器 上部ふた付属設備	△②	摩耗	ラッチアームお よび駆動軸の 摩耗	制御棒クラスタ駆動装置	ラッチアームおよび駆動軸は互いに接触する部位であり、摺動部で摩耗が想定される。 しかしながら、コイル電流によるラッチ機構作動確認により、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。
478	機械設備	原子炉容器 上部ふた付属設備	△①	変形 (応力緩和)	ばねの変形 (応力緩和)	制御棒クラスタ駆動装置	制御棒クラスタ駆動装置に使用しているばねは、圧縮荷重が常時加わった状態で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突強調査結果と比べて、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、機能確認時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
479	機械設備	原子炉容器 上部ふた付属設備	△②	腐食 (全面腐食)	耐震サポートの 腐食(全面腐食)	制御棒クラスタ駆動装置	耐震サポートは低合金鋼および炭素鋼であり、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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。 また、外観点検等時の目視確認により塗膜の状態を確認し、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。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(43/56)

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
480	機械設備	非核燃料炉心構成	△②	摩耗	被覆管の摩耗	制御棒クラスタ	<p>通常運転時の1次冷却材の流れにより、制御棒クラスタ案内管内等で制御棒が流体振動を起こす。その結果、制御棒と制御棒クラスタ案内管内板等との間で摩耗が想定される。</p> <p>制御棒クラスタの構造と挿入位置関係を図2.2-1に示す。</p> <p>図2.2-1 伊方3号炉 制御棒クラスタの構造と挿入位置関係</p> <p>米国ポイントビーチ (Point Beach) 発電所2号炉で被覆管の摩耗が認められたという報告が、1984年3月にされたため、国内プラントでも検討を行い、摩耗測定結果から摩耗の進行を評価しており、予防保全的に摩耗深さが肉厚を超えないよう定期的に取替を行っている。</p> <p>具体的には、制御棒クラスタ案内管内板については摩耗が被覆管肉厚に達するまでに、制御棒引抜き位置を原子炉停止余裕や反応度の補償機能への影響は問題ないようステップ変更することにより被覆管と制御棒クラスタ案内管内板との干渉範囲をずらし、さらに同じ時間経過するまでに取替を実施している。なお、万一被覆管が肉厚により貫通してもたんに制御棒クラスタの機能に与える影響は小さいことを確認している。</p> <p>・被覆管強度：摩耗減肉後、さらに貫通した状態で、最も条件が厳しいステッピング荷重を考慮しても、応力や疲労評価上問題なく、被覆管強度は保たれる。</p> <p>・中性子吸収体の溶出：被覆管に穴が開いても、吸収材が1次冷却材中に溶出する量は微量であり、制御能力にはほとんど影響ない。</p> <p>・挿入性、挿入時間への影響：被覆管が貫通しても挿入性は確保される。</p> <p>また、全制御棒クラスタの落下試験を実施し、挿入性に問題のないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。</p> <p>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。</p>
481	機械設備	非核燃料炉心構成	△①	照射誘起型応力腐食割れ	被覆管の照射誘起型応力腐食割れ	制御棒クラスタ	<p>制御棒クラスタは被覆管の照射誘起型応力腐食割れが想定される。</p> <p>しかしながら、照射誘起型応力腐食割れの感受性を呈する中性子照射量を越す高照射領域は制御棒被覆管においては先端部のみであるが、当該部位では、使用初期には内外差圧による極小さな応力しか発生しない。</p> <p>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。</p> <p>なお、制御棒クラスタは中性子照射量に応じた取替を計画的に行うことにより、機器の健全性を確認している。</p>
482	機械設備	非核燃料炉心構成	△②	照射誘起割れ	被覆管先端部の照射誘起割れ(外径増加によるクラック)	制御棒クラスタ	<p>被覆管先端部は外径増加によるクラックが想定される。</p> <p>中性子吸収体が中性子照射量の比較的大きな制御棒先端部においてスウェリングし、外径が増加することにより次第に被覆管に内圧を付加するようになる。</p> <p>一方、被覆管は照射されるにつれて一様伸びが低下し、割れの発生限界ひずみが低下する。</p> <p>これらの事象の相乗効果により、照射量が大きな領域に入ると、内圧を付加された被覆管に発生するひずみが大きくなり割れ発生限界ひずみに達することによって、クラックが発生する可能性がある。</p> <p>しかしながら、制御棒クラスタは中性子照射量に応じた取替を計画的に行うことにより、機器の健全性を維持している。</p> <p>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。</p>
483	機械設備	非核燃料炉心構成	△①	照射スウェリング	被覆管の照射スウェリング	制御棒クラスタ	<p>制御棒クラスタは被覆管の照射スウェリングが想定される。</p> <p>しかしながら、照射スウェリング量は制御棒先端部の照射誘起割れに対する照射量暫定取替基準に達した時点で微量であり、制御棒と燃料集合体内に制御棒を導く制御棒案内シンブル組部(ダッシュボット部)間ギャップは確保される。</p> <p>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。</p> <p>なお、制御棒クラスタは中性子照射量に応じた取替を計画的に行うことにより、機器の健全性を確認している。</p>
484	機械設備	非核燃料炉心構成	△②	照射クリープ	被覆管の照射クリープ	制御棒クラスタ	<p>被覆管先端部は照射クリープの発生が想定される。</p> <p>しかしながら、吸収材によって変形が制限され、外観検査にて有意な変形のないことを確認し、制御棒クラスタは中性子照射量に応じた取替を計画的に行うことにより、機器の健全性を維持している。</p> <p>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。</p>
485	機械設備	非核燃料炉心構成	△①	中性子吸収能力の低下	中性子吸収体の中性子吸収能力の低下	制御棒クラスタ	<p>中性子吸収体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。中性子吸収能力が低下すると制御棒機能が満足できないことが想定される。</p> <p>しかしながら、運転中制御棒は制御棒案内管内へ引き抜かれているため、照射量はわずかである。</p> <p>また、制御棒クラスタの暫定取替基準の照射を受けた場合でも、個々の制御棒の核的損耗は0.07%と核安全設計の余裕の範囲(10%)内にあり、制御能力としては十分余裕がある。</p> <p>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。</p> <p>なお、制御棒クラスタは中性子照射量に応じた取替を計画的に行うことにより、機器の健全性を確認している。</p>
486	機械設備	非核燃料炉心構成	△①	摩耗	スパイダー溝の駆動軸接手との干渉部の摩耗	制御棒クラスタ	<p>駆動軸とのラッチの際にはスパイダー溝内に駆動軸の接手が挿入される構造になっており、ステッピングおよび制御棒クラスタのラッチ、アンラッチにより干渉部で摩耗が想定される。</p> <p>しかしながら、国内他プラント駆動軸接手干渉部の点検の結果、有意な摩耗は認められず、スパイダー材と接手の硬さおよび比摩耗量も同程度と考えられることから、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。</p> <p>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。</p> <p>なお、制御棒クラスタは計画的に取替を行うことにより、機器の健全性を確認している。</p>
487	機械設備	非核燃料炉心構成	△②	熱時効	スパイダー、ベーンおよびフィンガの熱時効	制御棒クラスタ	<p>スパイダー、ベーンおよびフィンガはステンレス鋼線鋼であり、高温での長時間の使用に伴い靱性の低下を起こすことが想定される。</p> <p>しかしながら、HIP(熱間等方加圧)処理により内部欠陥をなくしており、外観検査にて表面に異常のないことを確認し、制御棒クラスタは計画的に取替を行うことにより、機器の健全性を維持している。</p> <p>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。</p>
488	機械設備	非核燃料炉心構成	△①	変形(応力緩和)	照射によるばねの変形(応力緩和)	制御棒クラスタ	<p>ばねは制御棒クラスタのスパイダー内にあり、中性子照射により応力緩和してばね力が徐々に低下することが想定される。</p> <p>しかしながら、運転中制御棒は炉心から引き抜かれているため、照射量がわずかであり、ばねの応力緩和が発生しがたい。</p> <p>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。</p> <p>なお、制御棒クラスタは計画的に取替を行うことにより、機器の健全性を確認している。</p>

表1-1 日常劣化管理事象一覧(44/56)

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
489	機械設備	濃縮減容設備	△②	応力腐食割れ	ステンレス鋼使用部位の応力腐食割れ	廃液蒸発装置	蒸発器側、加熱器側、濃縮液ポンプおよびステンレス鋼配管の内部流体は濃縮廃液であり、蒸発器等の内部では廃液が蒸発濃縮することにより、塩化物イオン濃度が上昇することとなり、温度も約105℃となることから、応力腐食割れが想定される。応力腐食割れの発生要因は、腐食環境、材料および残留応力の3つが考えられる。腐食環境としては、塩化物イオン濃度および流体温度が支配的であり、応力腐食割れ発生の関係を図2.2-1に示す。 図2.2-1 18Cr-8Ni系ステンレス鋼の応力腐食割れに関する温度と塩化物イオン濃度との関係 しかしながら、蒸発器側、加熱器側、濃縮液ポンプおよび配管のステンレス鋼使用部位の応力腐食割れについては開放点検時または分解点検時に内面の目視確認や試運転時の漏えい確認等により、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。
490	機械設備	濃縮減容設備	△①	摩耗、高サイクル疲労割れ	伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ	廃液蒸発装置	加熱器、コンデンサ、ベントコンデンサおよび蒸留水冷却器の伝熱管は伝熱管振動により摩耗および高サイクル疲労割れが想定される。しかしながら、伝熱管は外表面の流体によって発生する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おり、摩耗および高サイクル疲労割れが発生しがたい環境である。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漏えい確認等により、機器の健全性を確認している。
491	機械設備	濃縮減容設備	△①	腐食(流れ加速型腐食)	伝熱管の腐食(流れ加速型腐食)	廃液蒸発装置	加熱器、コンデンサ、ベントコンデンサおよび蒸留水冷却器の伝熱管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、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おり、流れ加速型腐食の発生しがたい環境である。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漏えい確認等により、機器の健全性を確認している。
492	機械設備	濃縮減容設備	△②	スケール付着	伝熱管のスケール付着	廃液蒸発装置	加熱器側の内部流体である廃液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、開放点検時の清掃や運転中の処理流量および温度等のパラメータ監視により、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。
			△①				加熱器側は側面流体、コンデンサ、ベントコンデンサおよび蒸留水冷却器は管側および側面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、内部流体は蒸気、蒸留水、またはヒドランジ水(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おり、スケール付着による伝熱性能低下が発生しがたい環境である。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、開放点検時の清掃や運転中の処理流量および温度等のパラメータ監視により、機器の健全性を確認している。
493	機械設備	濃縮減容設備	△②	腐食(全面腐食)	加熱器側銅板の外面からの腐食(全面腐食)	廃液蒸発装置	加熱器の側面銅板は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
494	機械設備	濃縮減容設備	△①	腐食(流れ加速型腐食)	加熱器側銅板の内面からの腐食(流れ加速型腐食)	廃液蒸発装置	加熱器の側面銅板は炭素鋼を使用しており、流れが乱れ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、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がたい。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。
495	機械設備	濃縮減容設備	△②	腐食(全面腐食)	炭素鋼耐圧構成品等の腐食(全面腐食)	廃液蒸発装置	コンデンサ管側、ベントコンデンサ管側、蒸留水冷却器側の耐圧構成品および支持棒は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
496	機械設備	濃縮減容設備	△①	腐食(全面腐食)	炭素鋼耐圧構成品等の腐食(全面腐食)	廃液蒸発装置	一方、内面および支持棒については内部流体がヒドランジ水(防錆剤注入水)であり、腐食が発生しがたい環境である。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等により、機器の健全性を確認している。
497	機械設備	濃縮減容設備	△②	腐食(エロージョン)	配管の腐食(エロージョン)	廃液蒸発装置	蒸気、凝縮水が流れる炭素鋼配管では、高減圧部で流速が大きくなるため、エロージョンにより減肉が想定される。エロージョンによる減肉は、個々の肉厚測定結果による進展評価以外に正確に定量的な評価を行うことは困難である。しかしながら、「2次系配管肉厚の管理指針*」に基づき、超音波を用いた肉厚測定を実施し、減肉の管理を実施することにより機能を維持している。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。 *：「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」(平成25年5月)に従い、社内管理方法を定めたもの。
498	機械設備	濃縮減容設備	△①	摩耗	主軸の摩耗	廃液蒸発装置	すべり軸受を使用している濃縮液ポンプおよび蒸留水ポンプ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と軸受間に潤滑剤を供給し、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等により、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(45/56)

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
499	機械設備	濃縮減容設備	△①	高サイクル疲労割れ	主軸の高サイクル疲労割れ	廃液蒸発装置	濃縮液ポンプおよび蒸留水ポンプはポンプ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、巡視点検時の振動確認（通常運転時の振動状態と差異がないことの触診による確認）、試運転時および機能確認時における振動確認（変位、速度、加速度の測定等）ならびに分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。
500	機械設備	濃縮減容設備	△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）	廃液蒸発装置	濃縮液ポンプおよび蒸留水ポンプは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、キャビテーションを起こさない条件はポンプおよび機器配置設計段階において考慮しており、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等により、機器の健全性を確認している。
501	機械設備	濃縮減容設備	△①	腐食（全面腐食）	フランジボルトおよびケーシングボルトの腐食（全面腐食）	廃液蒸発装置	フランジボルトおよびケーシングボルトは低合金鋼であり、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、総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がたい。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。
502	機械設備	濃縮減容設備	△②	腐食（全面腐食）	支持脚等の腐食（全面腐食）	廃液蒸発装置	支持脚、梁、スカート、台板およ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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
503	機械設備	濃縮減容設備	△②	腐食（全面腐食）	支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）	廃液蒸発装置	コンデンサ、ベントコンデンサおよび蒸留水冷却器は横置きであり、支持脚（スライド脚）が設置されているが、スライド部は炭素鋼であり、長期間の使用により、腐食による固着が想定される。しかしながら、巡視点検等で目視によりスライド部に異常のないことを確認し、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。
504	機械設備	水素再結合台装置	△②	水素反応機能低下	触媒プレート（触媒）の水素反応機能低下	指触触媒式水素再結合装置	触媒プレート（触媒）は常時原子炉格納容器内の空気と接触しているため、水素反応機能の低下が想定される。しかしながら、機能・性能試験時の目視確認や機能検査により、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。
505	機械設備	水素再結合台装置	△②	腐食（全面腐食）	梁台の腐食（全面腐食）	指触触媒式水素再結合装置	梁台は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
506	機械設備	セメント固化装置	△②	応力腐食割れ	ステンレス鋼使用部位の応力腐食割れ	セメント固化装置	蒸発缶、予備濃縮液タンクおよびステンレス鋼配管の内部流体は濃縮廃液であり、濃縮器蒸発缶等の内部では廃液が蒸発濃縮することにより、塩化物イオン濃度が上昇することとなり、温度も約120℃となることから、応力腐食割れが想定される。応力腐食割れの発生要因は、腐食環境、材料および残留応力の3つが考えられる。腐食環境としては、塩化物イオン濃度および流体温度が支配的であり、応力腐食割れ発生との関係を図2-1 18Cr-8Ni系ステンレス鋼の応力腐食割れに関する温度と塩化物イオン濃度との関係 しかしながら、濃縮器蒸発缶、予備濃縮液タンクおよびステンレス鋼配管のステンレス鋼使用部位の応力腐食割れについては開放点検時の目視確認や試運転時の漏えい確認等により、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。
507	機械設備	セメント固化装置	△①	摩耗、高サイクル疲労割れ	伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ	セメント固化装置	濃縮器加熱器および濃縮器コンデンサの伝熱管は伝熱管振動により摩耗および高サイクル疲労割れが想定される。しかしながら、伝熱管は外表面の流体によって発生する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おり、摩耗および高サイクル疲労割れが発生しがたい環境である。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等や試運転時の漏えい確認等により、機器の健全性を確認している。
508	機械設備	セメント固化装置	△①	腐食（流れ加速型腐食）	伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）	セメント固化装置	濃縮器加熱器および濃縮器コンデンサの伝熱管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、耐流れ加速型腐食性に優れた耐食耐熱合金鋼またはステンレス鋼の伝熱管を使用しており、流れ加速型腐食の発生しがたい環境である。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等や試運転時の漏えい確認等により、機器の健全性を確認している。
509	機械設備	セメント固化装置	△②	スケール付着	伝熱管のスケール付着	セメント固化装置	濃縮器加熱器管側の内部流体である廃液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、開放点検時の清掃や運転中の処理流量および温度等のパラメータ監視により、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。
			△①				濃縮器加熱器側は側面流体、濃縮器コンデンサは管側および側面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、内部流体は蒸気、蒸留水、またはヒドランジ水（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おり、スケール付着による伝熱性能低下が発生しがたい環境である。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、開放点検時の清掃や運転中の処理流量および温度等のパラメータ監視により、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(46/56)

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
510	機械設備	セメント固化装置	△②	腐食(全面腐食)	濃縮器加熱器胴側鋼板の外面からの腐食(全面腐食)	セメント固化装置	濃縮器加熱器の胴側鋼板は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置(保温)が設置されている場合は防水措置(保温)の状態を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。
511	機械設備	セメント固化装置	△①	腐食(流れ加速型腐食)	濃縮器加熱器胴側鋼板等の内面からの腐食(流れ加速型腐食)	セメント固化装置	濃縮器加熱器の胴側鋼板、パツフル、蒸気入口管台および復水出口管台は炭素鋼を使用しており、流れ加速型腐食により減肉が想定される。しかしながら、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がたい。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。
512	機械設備	セメント固化装置	△①	腐食(全面腐食)	フランジボルトおよびケーシングボルトの腐食(全面腐食)	セメント固化装置	フランジボルト、ケーシングボルト、マンホール締付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がたい。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。
513	機械設備	セメント固化装置	△②	腐食(全面腐食)	支持脚等の腐食(全面腐食)	セメント固化装置	支持脚、スカート、ベース、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
514	機械設備	セメント固化装置	△②	腐食(全面腐食)	支持脚(スライド脚)の腐食(全面腐食)	セメント固化装置	濃縮器コンデンサは横置きであり、支持脚(スライド脚)が設置されているが、スライド部は炭素鋼であり、長期間の使用により、腐食による固着が想定される。しかしながら、巡視点検等で目視によりスライド部に異常のないことを確認し、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。
515	機械設備	セメント固化装置	△②	応力腐食割れ	配管の外面からの応力腐食割れ	セメント固化装置	配管外面に大気中の海塩粒子等の塩分が付着した場合、塩化物イオンにより応力腐食割れが想定される。しかしながら、塩分の付着の可能性のある配管については付着塩分濃度を測定し、健全性を確認している。また、巡視点検等で目視により保温材の状態を確認し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。また、塩化ビニールテープの熱分解により生じた塩化物イオンにより応力腐食割れが想定される。しかしながら、配管外表面の残存テープの有無について目視確認およびテープ底部の浸透探傷検査を実施し、健全性を確認している。これらの点検は既に完了しており、今後塩化ビニールテープの熱分解による外面からの応力腐食割れ発生の可能性はないと考える。
516	機械設備	セメント固化装置	△②	腐食(流れ加速型腐食)	炭素鋼配管の腐食(流れ加速型腐食)	セメント固化装置	2相流体を内包する炭素鋼配管では、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流れ加速型腐食により減肉が想定される。流れ加速型腐食による減肉は、流速、水質、温度、当該部の形状等の使用条件から発生する可能性は推定できるものの、個々の肉厚測定結果による過剰評価以外に正確に定量的な評価を行うことは困難である。しかしながら、「2次系配管肉厚検査計画」に基づき、超音波を用いた肉厚測定を実施し、減肉の管理を実施することにより機能を維持している。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。 *：「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」(平成2年5月)に従い、社内管理方法を定めたもの。
517	機械設備	雑固体焼却設備	△②	減肉	焼却炉の耐火煉瓦の減肉	焼却炉	高温で使用される焼却炉の耐火煉瓦は溶融・燃焼時の高温雰囲気下でハロゲンガス等による浸食減肉が想定される。しかしながら、開放点検時の目視確認や法計測等により状態を確認し、必要に応じて耐火煉瓦を張替えることにより、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。
518	機械設備	雑固体焼却設備	△②	割れ	焼却炉等の耐火煉瓦および耐火キャスタブルの割れ	焼却炉	焼却炉、一次セラミックフィルタ、炭素鋼配管および弁の内側には耐火煉瓦および耐火キャスタブルが内張りされているが、起動・停止時の温度変化による割れが想定される。しかしながら、開放点検時の目視確認等により状態を確認し、必要に応じて耐火煉瓦および耐火キャスタブルを張替えることにより、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。
519	機械設備	雑固体焼却設備	△②	腐食(全面腐食)	炉外殻等の腐食(全面腐食)	焼却炉	焼却炉の炉外殻、1次セラミックフィルタの外殻、炭素鋼配管および弁は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、大気接触部の炉外殻等は耐熱塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。一方、内面については耐火煉瓦および耐火キャスタブルが内張りされており、通常の使用条件下では有意な腐食減肉は想定されないが、耐火煉瓦および耐火キャスタブルに減肉、割れ等が発生した状況では、腐食性ガス(HCl、SOxほか)が炉外殻等まで侵入することにより、内面からの腐食腐食が想定される。しかしながら、開放点検時の目視確認や肉厚測定等により、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。
520	機械設備	雑固体焼却設備	△①	固着	炉底ダンパの固着	焼却炉	焼却炉の炉底ダンパは、1日分の雑固体焼却で発生する焼却灰を焼却灰取出装置に排出するためのものであるが、炉底に残った灰等により、ダンパが固着することが想定される。しかしながら、炉底ダンパは定期的に開閉操作を行うため、容易に異常のないことを確認可能であること、また、定期的に清掃を実施しており、固着の生じる可能性は小さい。したがって、今後も現状保全を継続することで、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。
521	機械設備	雑固体焼却設備	△②	割れ	空気予熱器の内筒、中間筒、外筒の割れ	空気予熱器	空気予熱器の内筒、中間筒および外筒は、ステンレス鋼であるが、使用時・停止時の温度変化等により割れが発生する可能性がある。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、今後も現状保全を継続することで、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(47/56)

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
522	機械設備	雑固体焼却設備	△②	溶損	空気予熱器のメインバーナの溶損	空気予熱器	空気予熱器のメインバーナはステンレス鋼であるが、使用条件が高温であるため、溶損が発生する可能性がある。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、今後も現状保全を継続することで、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。
523	機械設備	雑固体焼却設備	△②	応力腐食割れ	排ガスプロアの羽根車等のステンレス鋼、耐熱鋼使用部位の応力腐食割れ	排ガスプロア、排ガスフィルタ、ステンレス鋼配管（伸縮接手含む）・弁、炭素鋼配管（伸縮接手含む）・弁	排ガスプロアの羽根車および主軸、排ガスフィルタのケーシング、ステンレス鋼配管、ステンレス鋼配管の伸縮接手ならびにステンレス鋼の弁はステンレス鋼を使用しており、炭素鋼の弁の弁体、弁座および弁棒には耐熱鋼を使用しているため、排ガス中に含まれる腐食性ガス（HCl、SOxほか）により、応力腐食割れが想定される。また、炭素鋼配管の伸縮接手はステンレス鋼であり、内面の耐火煉瓦および耐火キャスタブルに減肉、割れ等が発生した場合に応力腐食割れが想定される。しかしながら、排ガスプロアについては、日常点検時の振動診断により、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。また、排ガスフィルタのケーシング、ステンレス鋼配管、ステンレス鋼配管の伸縮接手、ステンレス鋼の弁および炭素鋼の伸縮接手（ステンレス鋼）については、開放点検時の目視確認等により、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。
524	機械設備	雑固体焼却設備	△①	摩耗	排ガスプロアの主軸の摩耗	排ガスプロア	軸受（ころがり）を採用している排ガスプロアについては、軸受取替時に軸受を引き抜く際に主軸表面にわずかな線形模様が生じる。これをサンドペーパーで仕上げると、主軸表面にはわずかな摩耗が発生し、主軸と軸受スリーブ間に微小すき間が生じることから、主軸にはフレットリングによる摩耗が想定される。しかしながら、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、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がたい。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、日常点検時の振動診断および潤滑油診断により、機器の健全性を確認している。
525	機械設備	雑固体焼却設備	△②	腐食（全面腐食）	排ガスプロアのケーシングの腐食（全面腐食）	排ガスプロア	排ガスプロアのケーシングは炭素鋼であり、排ガス中の亜硫酸ガスや塩素ガスにより、腐食が発生する可能性がある。しかしながら、日常点検時の振動診断および潤滑油診断により各部の腐食の有無を確認し、必要に応じて寸法計測により腐食進行程度の把握を行うことにより、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。
526	機械設備	雑固体焼却設備	△①	腐食（全面腐食）	ケーシングボルトおよびフランジボルトの腐食（全面腐食）	ケーシングボルト、フランジボルト	炭素鋼または低合金鋼を使用しているケーシングボルトまたはフランジボルトは、フランジ面または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がたい。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、巡視点検等の目視確認により、機器の健全性を確認している。
527	機械設備	雑固体焼却設備	△②	腐食（全面腐食）	取付ボルト、支持脚、梁台、ベースの腐食（全面腐食）	取付ボルト、支持脚、梁台、ベース	取付ボルト、支持脚、梁台およびベースの炭素鋼使用部位には、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態を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。
528	機械設備	雑固体焼却設備	△①	腐食（全面腐食）	弁等の炭素鋼、鋼鉄使用部位の腐食（全面腐食）	弁、逃がし弁	弁、逃がし弁のうち炭素鋼または鋼鉄を使用している使用部位は、排ガス中の亜硫酸ガスや塩素ガスにより、腐食が発生する可能性がある。しかしながら、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がたい。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等により、機器の健全性を確認している。
529	機械設備	高圧圧縮減容装置	△②	腐食（全面腐食）	筐体、油圧系統配管、取付ボルトおよび台板等の大気接触部の腐食（全面腐食）	高圧圧縮減容装置	筐体、油圧系統配管等は炭素鋼または炭素鋼鋼種であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は、必要に応じて補修を実施することとしている。したがって、今後も有意な腐食が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。
530	機械設備	基礎ボルト	△②	腐食（全面腐食）	大気接触部の腐食（塗装あり部）（全面腐食）	共通	基礎ボルトは炭素鋼または低合金鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
531	機械設備	基礎ボルト	△②	腐食（全面腐食）	大気接触部の腐食（塗装なし部）（全面腐食）	屋外の基礎ボルト共通	コンクリート直上部は、大気接触部であり、基礎ボルトには、炭素鋼または低合金鋼を使用していることから、腐食を起こす可能性があり、その場合には、基礎ボルトの腐食減肉により支持機能の低下が懸念される。また、メカニカルアンカの場合、コンクリートに埋設されているテーパボルトとシールドには大気に接触している部分があるため、シールドおよびテーパボルトの腐食の進行により支持機能の低下が懸念される。しかしながら、60年時点での推定腐食量を考慮した健全性評価の結果、機器の支持機能が喪失する可能性は低い。また、巡視点検で目視により異常のないことを確認し、機器の健全性を確認している。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。
532	機械設備	基礎ボルト	△①	腐食（全面腐食）	大気接触部の腐食（塗装なし部）（全面腐食）	屋内の基礎ボルト共通	基礎ボルトは炭素鋼または低合金鋼であり、コンクリート直上部等は大気接触部であることから腐食が想定される。しかしながら、基礎ボルト代表箇所のナットを取外してコンクリート直上部の大気接触部を目視確認したところ腐食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。なお、巡視点検で目視により異常のないことを確認し、機器の健全性を確認している。
533	電源設備	非常用発電設備 発電機	△②	腐食（全面腐食）	フレーム、エンドカバー、冷却ファン、軸受台、インダクタおよびベッドの腐食（全面腐食）	ディーゼル発電機	フレーム、冷却ファン、軸受台、インダクタおよびベッドは炭素鋼であり、腐食が想定される。エンドカバーは電気亜鉛メッキ鋼板であり、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、インダクタは亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合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(48/56)

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
534	電源設備	非常用発電設備 発電機	△①	腐食 (全面腐食)	固定子コアおよび回転子コアの腐食(全面腐食)	ディーゼル発電機	固定子コアおよび回転子コアは珪素鋼板または炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、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がたい。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。
535	電源設備	非常用発電設備 発電機	△①	摩耗	主軸の摩耗	ディーゼル発電機	ディーゼル発電機は、油潤滑のすべり軸受を使用しており、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、主軸と軸受間に潤滑油が供給され膜が形成されるため、摺動摩耗が生じる可能性は小さい。 また、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がたい。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。
536	電源設備	非常用発電設備 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	ディーゼル発電機	発電機運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、発電機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、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。
537	電源設備	非常用発電設備 発電機	△①	摩耗	スリップリングの摩耗	ディーゼル発電機	スリップリングは、発電機運転時にブラシと摺動しながら回転子コイルに電力を供給しているため、ブラシとスリップリングの接触面で摩耗が想定される。しかしながら、運転時間が短く、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がたい。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。
538	電源設備	非常用発電設備 発電機	△②	腐食 (全面腐食)	取付ボルトの腐食(全面腐食)	ディーゼル発電機	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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
539	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	摩耗	ピストン等摺動部の摩耗	ディーゼル機関	ピストンおよびピストンリングとシリンダライナ、ピストンピンとピストンピン軸受、スイングピンとスイングピン軸受、クランク軸とクランクピン軸受およびクランク軸と主軸受の各摺動部は摩耗が想定される。 しかしながら、当該部は油霧固着で摩耗が生じがたい環境であり、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がたい。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等により、機器の健全性を確認している。
540	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	腐食 (全面腐食)	ピストン上部燃焼室面等の腐食(全面腐食)	ディーゼル機関	燃料が燃焼する過程で燃料油中に含まれている硫黄が燃焼し二酸化硫黄になる。機関停止後シリンダ内および排気管内に燃焼ガスが残留し、この燃焼ガス中の二酸化硫黄と水分とが結合すると硫酸になる。 このため、ピストン上部、シリンダライナ(燃焼室面)、シリンダカバー(燃焼室面)、過給機タービンハウジング(燃焼室面)および排気管(燃焼室面)の腐食が想定される。 しかしながら、機関停止時に燃焼室内および排気管内に残留する燃焼ガスは停止後に行われるターニングにより燃焼室および排気管内から排出され新しい空気が吸入されることにより腐食発生が取り除かれることから、腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。 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等により、機器の健全性を確認している。
541	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	疲労割れ	ピストン上部(頂部)等の疲労割れ	ディーゼル機関	ピストン上部(頂部)、シリンダライナおよびシリンダカバーは機関の始動・停止に伴い燃焼室構成部品が常温から高温になり、再び常温に戻ることに伴う疲労割れが想定される。 しかしながら、ピストン上部(頂部)等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や浸透探傷検査等により、機器の健全性を確認している。
542	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	カーボン堆積	ピストン上部頂面等燃焼室構成部品のカーボン堆積	ディーゼル機関	燃焼室構成部品であるピストン上部、ピストン下部、シリンダライナおよびシリンダカバーにカーボンを主とする燃焼残渣物が堆積すると、燃焼が悪化することが想定される。 しかしながら、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がたい。 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等により、機器の健全性を確認している。
543	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	高サイクル疲労割れ	クランク軸等の高サイクル疲労割れ	ディーゼル機関	ディーゼル機関運転時はクランク軸、シリンダ冷却水ポンプ軸、過給機タービンロータ、燃料油供給ポンプ軸、燃料噴射ポンプローラピンおよび潤滑油ポンプ軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、クランク軸等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等により、機器の健全性を確認している。
544	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△②	腐食 (全面腐食)	はずみ車等外面からの腐食(全面腐食)	ディーゼル機関	はずみ車、間隔板、シリンダカバー、カバーボルト、各種ポンプケーシング、吸気管、空気冷却器フレーム、過給機タービンハウジング、排気管、排気管サポート、シリンダブロック、フレーム、クランク室安全弁弁体およびプレート、各種弁弁箱、燃料噴射弁弁本体、始動弁案内筒およびボルト、潤滑機本体、燃料噴射ポンプ調整装置ばね軸、シャフト、レバーおよび腕、非常用停止装置ピストン案内およびレバー、計器盤は低合金鋼、炭素鋼、鋳鉄または炭素鋼鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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(49/56)

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
545	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	摩耗	歯車および歯車ポンプケーシングの摩耗	ディーゼル機関	各種ポンプ駆動・被駆動歯車およびカム駆動装置の各歯車は歯面により、トルクを伝達するため摩耗が発生が想定される。 燃料油供給ポンプ、潤滑油ポンプは歯車ポンプであり、歯車とケーシングの接触部は摩耗が想定される。 しかしながら、年間運転時間は短く、歯面およびケーシングは潤滑油または燃料油により摩耗が発生しにくい環境であり、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がたい。 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。
546	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	摩耗	ねじり振動防止装置の摩耗	ディーゼル機関	ねじり振動防止装置は機関運転時にクランク軸に働くねじり振動に対し、内蔵の駆動輪と慣性円盤の相対的なモーメントを内蔵ばねの摩擦と潤滑油の移動により振動エネルギーを吸収する。クランク軸のねじり振動およびこれによるねじり応力を抑制する機能を有しており、接触部で摩耗が想定される。 しかしながら、当該部は油霧囲気中で摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。 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。
547	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	腐食 (全面腐食)	ねじり振動防止装置の腐食(全面腐食)	ディーゼル機関	ねじり振動防止装置は炭素鋼であり、腐食が想定される。 しかしながら、当該部は油霧囲気中で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。 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。
548	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	疲労割れ	カップリングボルトの疲労割れ	ディーゼル機関	ディーゼル機関と発電機を結合するカップリング部はカップリングにはずみ車をはさみカップリングボルトで結合しているため、起動・運転時にはカップリングボルトに変動応力が作用することから、疲労割れが想定される。 しかしながら、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。
549	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	摩耗	カム軸等の摩耗	ディーゼル機関	カム軸とカム軸受(すべり)、各種カムと吸排気弁駆動装置のローラ、軸と軸ブッシュおよび球端付ネジ棒と球端受は摺動またはころがり接触をしており、摩耗が想定される。 しかしながら、機関の運転時間は短く、潤滑油により摩耗防止を図っており、摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。 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等により、機器の健全性を確認している。
550	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△②	腐食 (全面腐食)	シリンダライナ等接液部の腐食(全面腐食)	ディーゼル機関	シリンダライナ、シリンダカバー、シリンダ冷却水ポンプケーシング、過給機タービンハウジング、排気弁弁箱、シリンダブロックおよび燃料噴射弁弁本体は特殊鋼鉄、鋳鉄、炭素鋼、特殊鋼または炭素鋼であり、長期使用により腐食が想定される。 しかしながら、分解点検時等の目視確認等により、腐食の状態を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。
551	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△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)	ディーゼル機関	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、キャビテーションを起こさない条件はポンプおよび機器配置設計段階において考慮しており、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。
552	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	摩耗	吸気弁、排気弁弁棒、弁座および弁箱の摩耗	ディーゼル機関	吸気弁、排気弁の弁棒、弁座および弁箱は弁の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がたい。 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状態を確認し、機器の健全性を確認している。
553	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	変形 (応力緩和)	各種弁ばねの変形(応力緩和)	ディーゼル機関	各種弁等の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。
554	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△②	腐食(異種金属接触腐食含む)	空気冷却器管板等の海水による腐食(異種金属接触腐食を含む)	ディーゼル機関	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、空気冷却器水室は炭素鋼鋳鋼であり、海水が接するためライニングを施工しているが、ライニングのほく離等により炭素鋼鋳鋼に海水が接した場合、管板が銅合金であるため、炭素鋼部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。
555	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△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)	ディーゼル機関	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されると、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るため、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、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や漏えい検査により、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。
556	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△②	スケール付着	空気冷却器伝熱管のスケール付着	ディーゼル機関	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。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(50/56)

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
557	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	カーボン堆積	過給機タービンハウジング等のカーボン堆積	ディーゼル機関	過給機タービンハウジングおよびタービンスズルは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て堆積し、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がたい。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。
558	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	クリープ	過給機タービンロータのクリープ	ディーゼル機関	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ので、使用材料によってクリープ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プ破換寿命(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により、機器の健全性を確認している。
559	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	腐食 (全面腐食)	シリンダブロック等内面からの腐食(全面腐食)	ディーゼル機関	シリンダブロック、フレーム、燃料油供給ポンプのケーシング、燃料油供給ポンプ調圧弁の弁箱、燃料噴射ポンプのケーシング、潤滑油ポンプのケーシング、潤滑油ポンプ調圧弁の弁箱および非常用停止装置のピストン室内は錆または炭素鋼錆腐食であり、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がたい。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。
560	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	摩耗	シリンダ安全弁弁箱等摺動部の摩耗	ディーゼル機関	シリンダ安全弁の弁箱および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、シリンダ内の異常昇圧時の保護目的で設置されており作動回数はほとんどない。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。
561	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	摩耗	燃料油供給ポンプ調圧弁弁体等の摩耗	ディーゼル機関	燃料油供給ポンプ調圧弁の弁体等、燃料噴射ポンプのプランジャ等および潤滑油ポンプ調圧弁の弁体等は作動に伴い摩耗が想定される。しかしながら、摺動部は燃料油または潤滑油中で摩耗が発生しにくい環境であり、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がたい。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。
562	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△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)	ディーゼル機関	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なっており、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。
563	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	摩耗	始動弁弁箱等摺動部の摩耗	ディーゼル機関	始動弁、インターロック弁およ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がたい。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。
564	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△②	固着	燃料噴射ポンプ調整装置組立品の固着	ディーゼル機関	燃料噴射ポンプ調整装置組立品のばね軸、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、塵埃の堆積による摩擦増加、固着等が発生し、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、分解点検時の目視確認やリンク機構抵抗計測により、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。
565	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	導通不良	圧力スイッチ接点部の導通不良	ディーゼル機関	圧力スイッチは浮遊塵埃の接点部分への付着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、機器点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
566	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△②	特性変化	圧力スイッチの特性変化	ディーゼル機関	圧力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、圧力スイッチは測定対象母に耐圧性、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、機器点検時の校正試験・調整により、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。
567	電源設備	非常用発電設備 内燃機関	△①	クリープ	排気管のクリープ	ディーゼル機関	排気管は運転中高温になるため、クリープ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非常に小さく、クリープによる排気管の損傷が発生しがたい。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、内部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(51/56)

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
568	電源設備	非常用発電設備 内燃機関係 付属設備 ポンプ	△①	摩耗	主軸等の摩耗	共通	ころがり軸受を使用している燃料弁冷却水ポンプ、非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプおよび各モータについては、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。軸受定期取替時の軸受引き抜きの際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、主軸表面にわずかな摩耗が発生し、主軸と軸受スリーブ間で微小すき間が生じ、運転中にフレツティングによる摩耗が発生する可能性がある。しかしながら、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、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がたい。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より、機器の健全性を確認している。
569	電源設備	非常用発電設備 内燃機関係 付属設備 ポンプ	△①	高サイクル疲労割れ	主軸等の高サイクル疲労割れ	共通	ポンプ運転時には主軸等に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、ポンプおよびモータ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、監視点検時の振動確認（通常運転時の振動状態と差異がないことの触診による確認）、試運転時および機能確認時における振動確認（変位、速度、加速度の測定等）ならびに分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。
570	電源設備	非常用発電設備 内燃機関係 付属設備 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)	燃料弁冷却水ポンプ、非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプ	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、キャビテーションを起こさない条件はポンプの設計段階および機器配置設計段階において考慮しており、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。
571	電源設備	非常用発電設備 内燃機関係 付属設備 ポンプ	△①	摩耗	歯車およびケーシングの摩耗	燃料油移送ポンプ、潤滑油プライミングポンプ	燃料油移送ポンプおよび潤滑油プライミングポンプは歯車ポンプであり、歯車および歯車とケーシングの接触面で摩耗が想定される。しかしながら、内部流体は燃料油または潤滑油で摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
572	電源設備	非常用発電設備 内燃機関係 付属設備 ポンプ	△②	腐食 (全面腐食)	軸受箱の腐食 (全面腐食)	燃料弁冷却水ポンプ、非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプ	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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、監視点検等で目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
			△①				一方、内面については内部流体が油等で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
573	電源設備	非常用発電設備 内燃機関係 付属設備 ポンプ	△②	腐食 (全面腐食)	ケーシング、ケーシングカバーおよびリリーフ弁の腐食 (全面腐食)	燃料弁冷却水ポンプ、燃料油移送ポンプ、潤滑油プライミングポンプ	ケーシング、ケーシングカバーおよびリリーフ弁は炭素鋼または炭素鋼であり、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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、監視点検等で目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
			△①				一方、内面については、燃料油または潤滑油で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
574	電源設備	非常用発電設備 内燃機関係 付属設備 ポンプ	△①	変形 (応力緩和)	リリーフ弁ばねの変形 (応力緩和)	燃料油移送ポンプ、潤滑油プライミングポンプ	リリーフ弁ばねは常時内部流体圧力に相当する圧縮荷重が加わった状態で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、試運転時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
575	電源設備	非常用発電設備 内燃機関係 付属設備 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)	燃料弁冷却水ポンプ、燃料油移送ポンプ、潤滑油プライミングポンプ	ケーシング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がたい。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等により、機器の健全性を確認している。
576	電源設備	非常用発電設備 内燃機関係 付属設備 ポンプ	△②	腐食 (全面腐食)	台板および取付ボルトの腐食 (全面腐食)	共通	台板およ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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、監視点検等で目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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(52/56)

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
577	電源設備	非常用発電設備 内燃機開 付属設備 ポンプ	△②	腐食 (全面腐食)	フレーム、端子 箱およびブラ ケットの腐食 (全面腐食)	共通	フレーム、端子箱およびブラケットは錆鉄であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
578	電源設備	非常用発電設備 内燃機開 付属設備 ポンプ	△①	腐食 (全面腐食)	固定子コアおよ び回転子コアの 腐食(全面腐 食)	共通	固定子コアおよび回転子コアは電磁鋼板であり、腐食が想定される。しかしながら、固定子コアおよび回転子コアはワニス処理または塗装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がたい。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。
579	電源設備	非常用発電設備 内燃機開 付属設備 ポンプ	△①	疲労割れ	回転子棒・エン ドリングの疲労 割れ	共通	回転子棒・エンドリングについては、モータ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、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、疲労割れが発生しがたい構造である。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。
580	電源設備	非常用発電設備 内燃機開 付属設備 熱交換器	△②	摩耗、高サイ クル疲労割れ	伝熱管の摩耗お よび高サイクル 疲労割れ	共通	胴側流体および管側流体により伝熱管振動が発生した場合、管支持板部等で伝熱管に摩擦または高サイクル疲労割れが想定される。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、開放点検時の目視確認や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。
581	電源設備	非常用発電設備 内燃機開 付属設備 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)	共通	伝熱管はチタンであり、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。
			△①				一方、胴側の内部流体は純水または潤滑油であり、流速が遅いことから流れ加速型腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
582	電源設備	非常用発電設備 内燃機開 付属設備 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。
			△①				一方、胴側の内部流体は純水または潤滑油であり、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がたい環境である。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により、機器の健全性を確認している。
583	電源設備	非常用発電設備 内燃機開 付属設備 熱交換器	△②	腐食 (異種金属接 触腐食含む)	管側耐圧構成品 の海水による腐 食(異種金属接 触腐食を含む)	共通	管側流体が海水であり、海水に接する水室の炭素鋼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に海水が接した場合、管板がチタンであるため、炭素鋼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。
584	電源設備	非常用発電設備 内燃機開 付属設備 熱交換器	△①	腐食 (全面腐食)	胴側耐圧構成品 等の内面および 邪魔板の腐食 (全面腐食)	潤滑油冷却器	潤滑油冷却器の胴板、胴フランジおよび邪魔板は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、内部流体は潤滑油で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
			△②				一方、清水冷却器の胴板、胴フランジおよび邪魔板は炭素鋼であり、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、機能を維持している。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。
585	電源設備	非常用発電設備 内燃機開 付属設備 熱交換器	△②	腐食 (全面腐食)	水室等の外面か らの腐食(全面 腐食)	共通	水室、胴板および胴フランジは炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
586	電源設備	非常用発電設備 内燃機開 付属設備 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回っており、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がたい。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。
587	電源設備	非常用発電設備 内燃機開 付属設備 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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
588	電源設備	非常用発電設備 内燃機開 付属設備 熱交換器	△②	腐食 (全面腐食)	支持脚(スライ ド脚)の腐食 (全面腐食)	共通	冷却器は横置きであり、支持脚(スライド脚)が設置されているが、スライド部は炭素鋼であり、長期使用により、腐食による腐食が想定される。しかしながら、巡視点検等で目視によりスライド部に異常のないことを確認し、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。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(53/56)

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
589	電源設備	非常用発電設備内燃機関係付属設備容器	△②	腐食(全面腐食)	銅板等耐圧構成部品等の外面からの腐食(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、始動空気だめ、潤滑油主コンシ器、燃料油第2コンシ器	銅板等耐圧構成部品等は炭素鋼、炭素鋼鍍銀または鍍鉄であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
590	電源設備	非常用発電設備内燃機関係付属設備容器	△①	腐食(全面腐食)	銅板等耐圧構成部品等の外面からの腐食(全面腐食)	燃料油貯油槽	燃料油貯油槽の銅板等耐圧構成部品等は炭素鋼であり、屋外土中に埋設されていることから外面の状況が把握できず、腐食が想定される。しかしながら、銅板等耐圧構成部品の外面は、消防法の規制に基づいたコーティングがされたうえ周囲を乾燥砂で覆われる構造であり、腐食が発生しがたい環境にある。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、消防法に基づく漏れ点検および開放点検時の肉厚測定により、耐圧部の健全性を確認している。
591	電源設備	非常用発電設備内燃機関係付属設備容器	△①	腐食(全面腐食)	銅板等耐圧構成部品等の内面からの腐食(全面腐食)	潤滑油タンク、燃料油サービスタック、燃料油貯油槽、潤滑油主コンシ器、燃料油第2コンシ器	潤滑油タンク、燃料油サービスタック、燃料油貯油槽、潤滑油主コンシ器および燃料油第2コンシ器の銅板等耐圧構成部品等は、炭素鋼、炭素鋼鍍銀または鍍鉄であり、内面からの腐食が想定される。しかしながら、潤滑油タンク、燃料油サービスタック、燃料油貯油槽、潤滑油主コンシ器および燃料油第2コンシ器の内部流体は潤滑油または燃料油で腐食が発生しがたい環境にあり、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がたい。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。
			△②			シリンダ冷却水タンク	一方、シリンダ冷却水タンクについては内部流体が酸素を含有した純水であり、また、始動空気だめについては発生した凝縮水が下部に滞留するが、銅板等の内面は塗装により腐食を防止しており、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、開放点検時の目視確認により、塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
592	電源設備	非常用発電設備内燃機関係付属設備容器	△①	腐食(全面腐食)	マンホール用ボルト等の腐食(全面腐食)	潤滑油タンク、燃料油サービスタック、始動空気だめ、燃料油貯油槽、潤滑油主コンシ器、燃料油第2コンシ器	マンホール用ボルト等は、炭素鋼または低合金鋼であり腐食が想定される。しかしながら、締付管理により濡れ防止を図っており、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がたい。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。
593	電源設備	非常用発電設備内燃機関係付属設備容器	△②	目詰まり	エレメント等の目詰まり	潤滑油主コンシ器、燃料油第2コンシ器	潤滑油主コンシ器のエレメントおよび燃料油第2コンシ器のこし網は、長期使用により目詰まりが想定される。しかしながら、潤滑油主コンシ器および燃料油第2コンシ器については、出入口の差圧管理を実施しており、目詰まりの発生(差圧上昇)時には、待機側に切り替えることで対処可能であり、目詰まりが発生した場合、潤滑油主コンシ器については逆洗浄、燃料油第2コンシ器については分解して洗浄することが可能であることから、有意な目詰まりが発生することはない。また、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。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。
594	電源設備	非常用発電設備内燃機関係付属設備容器	△②	腐食(全面腐食)	取付ボルトおよび取付脚等の腐食(全面腐食)	潤滑油タンク、始動空気だめ、潤滑油主コンシ器、燃料油第2コンシ器	潤滑油タンク、潤滑油主コンシ器、燃料油第2コンシ器の取付ボルトならびに始動空気だめ、潤滑油主コンシ器、燃料油第2コンシ器の取付脚等は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
595	電源設備	非常用発電設備内燃機関係付属設備配管	△②	腐食(全面腐食)	母管の外面からの腐食(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、燃料油系統配管	炭素鋼の配管は、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施しており、塗膜等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膜等の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
596	電源設備	非常用発電設備内燃機関係付属設備配管	△②	腐食(全面腐食)	母管の内面からの腐食(全面腐食)	海水系統配管	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、ライニング点検(目視確認またはピンホール検査)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。
597	電源設備	非常用発電設備内燃機関係付属設備配管	△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、潤滑油系統配管、燃料油系統配管	フランジボルトは炭素鋼または低合金鋼であり、ガスケットからの濡れにより、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、締付管理により濡れ防止を図っており、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がたい。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等により、機器の健全性を確認している。
598	電源設備	非常用発電設備内燃機関係付属設備弁	△②	腐食(全面腐食)	本体等の外面からの腐食(全面腐食)	シリンダ冷却水温度制御弁、潤滑油温度制御弁、主始動弁	本体、弁箱、弁蓋およびばね押えは炭素鋼鍍銀もしくは炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
599	電源設備	非常用発電設備内燃機関係付属設備弁	△①	腐食(全面腐食)	本体、弁蓋の内面からの腐食(全面腐食)	シリンダ冷却水温度制御弁	本体および弁蓋は炭素鋼鍍銀であり、内部流体が酸素含有水であるため、腐食が想定される。しかしながら、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がたい。また、安全側に裕容融酸濃度水(約8ppm)と仮定して炭素鋼の腐食を評価した結果、運転開始後60年時点での推定腐食量は設計上の腐れ代に対して約1/3と十分小さい。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、分解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。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(54/56)

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
600	電源設備	非常用発電設備内燃機開付属設備弁	△①	腐食(全面腐食)	ボルトの腐食(全面腐食)	共通	シリンダ冷却水温度制御弁および潤滑油温度制御弁のボルト、主始動弁の弁蓋ボルト、ばね押えボルトおよびフランジボルトは炭素鋼であり、パッキンまたは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がたい。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等により、機器の健全性を確認している。
601	電源設備	非常用発電設備内燃機開付属設備弁	△②	腐食(全面腐食)	手動レバーの腐食(全面腐食)	主始動弁	手動レバーは炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
602	電源設備	非常用発電設備内燃機開付属設備弁	△①	摩耗	弁棒、ピストン、手動弁棒および弁座の摩耗	主始動弁	弁棒、ピストン、手動弁棒および弁座は弁の開閉により、摩耗が想定される。しかしながら、潤滑部には潤滑剤を注入し、弁の開閉頻度が少なく摩耗しにくい環境であり、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がたい。 また、巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。 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。
603	電源設備	非常用発電設備内燃機開付属設備弁	△①	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により、機器の健全性を確認している。
604	電源設備	直流電源設備	△②	腐食(全面腐食)	架台、筐体および取付ボルトの腐食(全面腐食)	蓄電池(非常用)、直流コントロールセンタ	架台【蓄電池】、筐体および取付ボルト【直流コントロールセンタ】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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
605	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、今後もこの傾向が変化する要因があるとは考えにくい。 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。
606	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、電気的および環境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。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の可能性は小さいと考える。 したがって、今後も機能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、機能の健全性を確認している。
607	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)	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、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
608	電源設備	計器用電源設備無停電電源	△①	特性変化	IGBTコンバータ、IGBTインバータおよびダイオードの特性変化	計装用インバータ盤	IGBTコンバータ、IGBTインバータおよびダイオードは、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、放熱板で素子の温度を一定温度以下に保つよう設計しており、特性が急激に変化する可能性は小さいと考える。 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、機器点検時の特性試験により機器の健全性を確認している。
609	電源設備	計器用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)	計装用インバータ盤	筐体は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
610	電源設備	計器用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)	計装用インバータ盤	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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
611	電源設備	計器用電源設備計装用分電盤	△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がたい。 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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
612	電源設備	計器用電源設備計装用分電盤	△②	腐食(全面腐食)	筐体および架台の腐食(全面腐食)	計装用分電盤	筐体および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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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(55/56)

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
613	電源設備	制御用電源設備 計装用分電盤	△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、亜鉛メッキにより腐食を防止しており、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メッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
614	電源設備	制御用電源設備 計装用分電盤	△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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
615	電源設備	制御用電源設備 計装用分電盤	△①	摩耗	接触子(遮断器)の摩耗	原子炉トリップ遮断器	遮断器の接触子は、遮断器の開閉動作に伴う電流閉閉により、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がたい。 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および寸法計測により、機器の健全性を確認している。
616	電源設備	制御用電源設備 計装用分電盤	△①	絶縁低下	投入コイルおよび引外しコイル(遮断器)の絶縁低下	原子炉トリップ遮断器	遮断器の投入コイルおよび引外しコイルの絶縁物は有機物であり、熱的、電氣的、環境的要因による絶縁低下が想定される。しかしながら、投入コイルおよび引外しコイルは屋内の筐体内部に内蔵しているため、塵埃、湿分等が付着しにくい環境にある。 また、投入コイルおよび引外しコイルは連続運転ではなく、作動時間が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、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。 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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
617	電源設備	制御用電源設備 計装用分電盤	△①	汚損	消弧室(遮断器)の汚損	原子炉トリップ遮断器	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汚損した場合、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がたい。 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	制御用電源設備 計装用分電盤	△①	変形 (応力緩和)	ばね(遮断器)の変形(応力緩和)	原子炉トリップ遮断器	遮断器の投入ばねは開放状態にて、また引外しばねは投入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突越調査結果と比べて、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、機器点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。
619	電源設備	制御用電源設備 計装用分電盤	△②	固着	操作機構(遮断器)の固着	原子炉トリップ遮断器	遮断器の操作機構は、長期使用に伴いグリスが固化し、動作特性の低下が想定される。しかしながら、注油、各部の目視確認、動作試験を実施することで、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	制御用電源設備 計装用分電盤	△①	絶縁低下	絶縁リンクおよび絶縁ベース(遮断器)の絶縁低下	原子炉トリップ遮断器	遮断器の絶縁リンクおよび絶縁ベースは有機物であり、熱的、電氣的、環境的要因による絶縁低下が想定される。しかしながら、屋内の筐体およびダクト内に設置されているため、塵埃、湿分等が付着しにくい環境にある。 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。 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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。
621	電源設備	制御用電源設備 計装用分電盤	△①	摩耗	1次ジャンクション(遮断器)の摩耗	原子炉トリップ遮断器	遮断器の1次ジャンクションは、遮断器の盤からの出し入れに伴う摩耗が想定される。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がたい。 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。
622	電源設備	制御用電源設備 計装用分電盤	△①	腐食 (全面腐食)	母線導体(バスダクト)の腐食 (全面腐食)	原子炉トリップ遮断器	バスダクトの母線導体は銅であり、腐食が想定される。しかしながら、耐熱性PVC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がたい。 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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
623	電源設備	制御用電源設備 計装用分電盤	△②	腐食 (全面腐食)	外被(バスダクト)の腐食 (全面腐食)	原子炉トリップ遮断器	バスダクトの外被は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合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。
624	電源設備	制御用電源設備 計装用分電盤	△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	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PVC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がたい。 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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
625	電源設備	制御用電源設備 計装用分電盤	△①	絶縁低下	支持端子および磁器導管(バスダクト)の絶縁低下	原子炉トリップ遮断器	支持端子および磁器導管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、支持端子および磁器導管は屋内の筐体内部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がたい。 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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

表1-1 日常劣化管理事象一覧(56/56)

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
626	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	筐体は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要 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	電源設備	制御棒駆 動装置用 電源設備	△②	腐食 (全面腐食)	取付ボルトの腐 食(全面腐食)	原子炉トリップ遮断器	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、大気接触部は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、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メッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要 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。
628	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	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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要 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1-2 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-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。	・燃料取扱設備のレール-車輪等 ・燃料取扱クレーンのシーブおよびワイヤドラム-ワイヤロープ
			作動回数が少ない、運転時間が短い。	・安全送がし弁の弁体-弁座シート面、弁棒-弁蓋 ・燃料取扱設備の電磁ブレーキライニング ・ディーゼル発電機のスリッリング
			ブッシュ等で保護されている等、直接接しない。	・空気作動装置のピストン-ピストンガイド等 ・蒸気加減弁の弁棒
			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-ブッシュ等 ・燃料取扱設備電磁ブレーキのブレーキ板-ブレーキライニング
			摩耗の原因となる異物を除去している。	・タービン動補給水ポンプ主蒸気元弁電動装置の整流子 ・制御用空気圧縮装置空気除湿装置比例弁の弁体等
			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、ファンおよびモータの主軸
			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-弁箱弁座部 ・タービンの軸受台-キー ・燃料取扱クレーングリッパ-フィンガ、ガイドピン
			作用する荷重が小さい。	・リフト逆止弁の弁体-弁体ガイド、弁体-はめ輪 ・重機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。	・蒸気止め弁の弁棒、特殊弁のアクチュエータ ・メタラ、パワーセンタ等 遮断器の接点、1次ジャンクション			
2	減肉	全面腐食	油雰囲気である。	・主油ポンプ軸受台の内面 ・制御用空気圧縮装置の主軸
			内部流体が油である。	・タービン潤滑装置油ポンプの主軸、ロータ ・潤滑油ユニット内面
			内部流体がヒドランジン水(防錆剤注入水)、亜硝酸水(防錆剤注入水)または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 ・制御用空気圧縮装置冷却水系統の伝熱管
			窒素ガス、希ガス、フロンまたは空気である。	・安全注入系統等の窒素ガスラインの機器内面 ・タンクベントラインの機器内面 ・モータの空気冷却器伝熱管
			内部流体が冷媒(フッオロカーボン)である。	・空調用冷凍機圧縮機等の内面
			掃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、樹脂または塗装により腐食を防止している。	・モータの固定子コアおよび回転子コア ・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。	・取付ボルト ・廃液蒸発装置蒸留水冷却器外周等
			メッキにより腐食を防止している。	・変圧器の鉄心掃付ボルト ・コントロールセンタおよび計装用交流分電盤の主回路導体
			耐食性に優れた材料を使用している。	・中央制御室空調ユニット冷却コイル
腐食発生要因を取り除く運用をしている。	・ディーゼル機関のピストン等			
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。	・タービンの車室ボルト、特殊弁の外周			
3	減肉	異種金属接触腐食	除外(-)なし	
4	減肉	孔食	除外(-)なし	
5	減肉	ピッチング	運転中は高温状態となりシート面のステンレス鋼内張り表面に強固な酸化皮膜が形成される。	・原子炉容器の上部蓋および上部扇フランジシート面 ・加圧器のマンホールシート面
6	減肉	隙間腐食	除外(-)なし	
7	減肉	流れ加達型腐食	耐流れ加達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
			乾き蒸気もしくは湿度度の小さい蒸気雰囲気中で減肉が発生しがたい。	・インターセブ弁の弁箱、低圧タービンの翼環等
			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。	・高圧タービンのアウトターグランド本体およびグランドダイヤフラムリング ・廃液蒸発装置、セメント固化装置の加熱器
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。	・ディーゼル機関の燃料噴射ポンプデフレクタ
9	減肉	エロージョン	除外(-)なし	
10	割れ	疲労割れ	温度ゆらぎが生じない。	・1次冷却材ポンプ熱交換器のシェル、ハウジングおよびフランジ ・再生熱交換器の連絡管
			発生応力は疲労強度より小さい。	・モータの回転子棒・エンドリング
			有意な過渡を受けない。	・原子炉格納容器壁板 ・機器出入口等の胴等耐圧構成品 ・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 ・燃料取扱設備の走行レールおよびブリッジガータ ・制御棒クラスタ駆動装置の圧カハウジング ・ディーゼル機関のピストン、カップリングボルト
			作動回数が少ない。	・加圧器安全弁のベローズ ・タービン動補給水ポンプタービンのケーシング
			サーマルスリブにより保護されている。	・1次冷却材ポンプの主軸
			設計時に振動による影響を考慮している。	・弁空気作動装置の鋼管および継手
			アルミ充てん式(一体形成)は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がたい構造。	・モータの回転子棒・エンドリング
11	割れ	高サイクル疲労割れ	設計時に高サイクル疲労を考慮している。	・ポンプ、モータの主軸等、タービンの車軸
			有意な応力は発生しない。	・炉内構造物の炉心モウ等 ・ディーゼル機関のクランク軸等
			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
			共振を起こさない固有振動数となるようなスパンで支持されている。	・制御用空気圧縮装置の中間冷却器、アフタクーラの伝熱管
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。	・熱交換器の伝熱管			
12	割れ	フレッチング疲労割れ	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
			運転時間が短い。	・タービン動補給水ポンプタービンの主軸

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	応力腐食割れ	690系ニッケル合金を使用している。	・原子炉容器のふた管台、空気抜管台等 ・加圧器のスプレイン用管台等
			316系ステンレス鋼を使用している。	・加圧器の計測用管台内面 ・余熱除去系統配管内面 ・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、材料の脆化はない。	・蓄圧タンクの管台内面
			表層・内部共硬くない。	・加圧器後備ヒータのシースおよびプラグ
			耐熱鋼(ステンレス鋼)は応力腐食割れ感受性が小さい。	・蒸気加減弁の弁体ボルト
			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。	・原子炉容器の600系ニッケル合金使用部位
			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
			伝熱管を液圧拡張としている。	・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、1次冷却材管の母管および管台等のステンレス鋼使用部位 ・低圧タービンの貫通ボルト
			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
			酸養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。	・加圧器のヒータスリーブ(溶接部含む)
水環境にない。	・電気ベネレーションの端板、ヘッダー			
14	割れ	溶接部の施工条件に起因する内面からの粒界割れ	2020年8月に確認された「大飯3号炉 加圧器スプレイン配管溶接部における有意な指示」は特異な事象である。	・1次冷却系統配管の溶接部内面
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	亀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 ・余熱除去系統仕切弁および安全注入系統スイング逆止弁のステンレス鋼誘起弁箱、弁蓋
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	制御棒の核的消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。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。	・メカニカルスナバのグリス
			周囲温度は使用条件範囲内である。	・空調ダクトの伸縮継手
			機器の機能の維持に対する影響は極めて小さい。	・ケーブルのシース
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・解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」(2022)に示される凍害危険度の分布図によると伊方3号炉の周辺地域は「ごく軽微」よりも危険度が低い。	・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い。火災時などの熱に起因すると判断される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。	・ディーゼル機関の過給機タービンロータ
			発生する応力が小さい。	・ディーゼル機関の排気管
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験調査結果と比べて、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、安全逃がし弁、空気作動装置、特殊弁、制御棒クラスタ駆動装置等のばね
			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。	・リフト逆止弁のばね
			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。	・制御棒クラスタのばね
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暫定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	デンディング	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。	・低圧タービンの第1内部車室および第2内部車室
38	その他	はく離	高湿度環境にはなく、結露水が発生しがたい環境である。	・弁電動装置、燃料取替クレーン、燃料移送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	除外(一)なし	
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。	・ディーゼル機関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	
45	その他	耐火物の減肉	除外(一)なし	
46	その他	水素反応機能の低下	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 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)	銅耐圧構成部品等の腐食(全面腐食)	余熱除去冷却器、原子炉補機冷却水冷却器	銅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、余熱除去冷却器および原子炉補機冷却水冷却器の内部流体はヒドロゲン水(防錆剤注入水)であり、内面の腐食が発生しがたい環境であり、腐食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。
2	熱交換器	蒸気発生器	▲	亀裂	1次側低合金鋼部の内張り下層部の亀裂	蒸気発生器	1次側鋼板および管板には低合金鋼を用いており、ステンレス鋼またはニッケル基合金の内張りをしており、一部の低合金鋼(SA-508 Class2)では大入熱溶接を用いた内張り溶接後熱処理が行われずと局部的に亀裂が発生することが米国PVRC(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。伊方3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、亀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。
3	熱交換器	サンプルクーラ	▲	腐食(流れ加速型腐食)	伝熱管および隔壁の腐食(流れ加速型腐食)	サンプル冷却器	耐流れ加速型腐食性に優れたステンレス鋼の伝熱管および隔壁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、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	サンプルクーラ	▲	高サイクル疲労割れ	伝熱管の高サイクル疲労割れ	サンプル冷却器	サンプル冷却器は構造上、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。
5	熱交換器	サンプルクーラ	▲	応力腐食割れ	伝熱管の応力腐食割れ	サンプル冷却器	ステンレス鋼製の伝熱管は、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0.005ppm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。
6	熱交換器	サンプルクーラ	▲	スケール付着	伝熱管のスケール付着	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、隔壁の内部流体はヒドロゲン水(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。
7	容器	原子炉容器	▲	亀裂	上部ふた等低合金鋼部の内張り下層部の亀裂	原子炉容器	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しており、一部の低合金鋼(SA-508 Class2)では大入熱溶接を用いた内張り溶接後熱処理が行われずと局部的に亀裂が発生することが米国PVRC(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。伊方3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、亀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。
8	容器	加圧器本体	▲	亀裂	上部鋼板等低合金鋼部の内張り下層部の亀裂	加圧器	上部鋼板、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しており、一部の低合金鋼(SA-508 Class2)では大入熱溶接を用いた内張り溶接後熱処理が行われずと局部的に亀裂が発生することが米国PVRC(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。伊方3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、亀裂が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。
9	容器	原子炉格納容器本体	▲	腐食(全面腐食)	原子炉格納容器鋼板(コンクリート埋設部)の腐食(全面腐食)	原子炉格納容器	原子炉格納容器鋼板は炭素鋼であり、湿分による腐食が想定される。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、腐食速度としては極めて小さい。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、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。
10	容器	補機タンク	▲	腐食(全面腐食)	銅板等耐圧構成部品の内面からの腐食(全面腐食)	pH調整剤貯蔵タンク	pH調整剤貯蔵タンクは内部流体が苛性ソーダ溶液であり、銅板等耐圧構成部品の内面からの腐食が想定される。しかしながら、換液部材料がステンレス鋼であること、苛性ソーダの濃度および使用温度が低いことから、腐食が発生しがたい環境であり、今後もこれらの環境が変化する要因があるとは考えがたい。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。
11	容器	補機タンク	▲	応力腐食割れ	銅板等耐圧構成部品の内面からの応力腐食割れ	pH調整剤貯蔵タンク	pH調整剤貯蔵タンクの銅板等耐圧構成部品はステンレス鋼であり、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に示すように応力腐食割れ発生条件と比較して、苛性ソーダの濃度および使用温度が低いことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。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。 図2.2-1 SUS304/316材のNaOH溶液中でのSCC感受性
12	容器	ブル型容器	▲	応力腐食割れ	ステンレス鋼使用部位の応力腐食割れ	使用済燃料ピット	2007年3月、美浜1号炉において原子炉キャビティのステン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リングやコーナプレート表面に付着、その後の定期検査時の原子炉キャビティ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考えられているが、伊方3号炉の使用済燃料ピットには塩化物イオンの濃縮が想定される類似した箇所はないことから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。したがって、使用済燃料ピットのステンレス鋼使用部位の応力腐食割れは、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
13	容器	ブル型容器	▲	腐食(隙間腐食)	ピットゲートの腐食(隙間腐食)	使用済燃料ピット	ピットゲートとゲートバックシンにおけるピットゲート側の隙間腐食については、使用済燃料ピット水中の塩化物イオン濃度が0.05ppmを超えないように管理されており発生する可能性は小さい。また、ゲートバックシン取替時の目視確認において隙間腐食の兆候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がたい。したがって、使用済燃料ピットのピットゲートの腐食(隙間腐食)は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
14	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、主蒸気系統配管	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れが発生している。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発生したものである。しかしながら、伊方3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。
15	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	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発生したものである。しかしながら、伊方3号炉の温度計ウェルは、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閣議第6号 平成17年12月27日 NISA-163a-05-3)」に基づき「日本機械学会 配管内円柱状構造物の流体振動評価指針(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。

表2 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
16	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	主給水系統配管	1998年12月、大阪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発生したものである。しかしながら、伊方3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。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	炭素鋼配管	▲	腐食(全面腐食)	母管の内面からの腐食(全面腐食)	原子炉補機冷却水系統配管	原子炉補機冷却水系統配管は炭素鋼配管であり、内面からの腐食が想定される。しかしながら、原子炉補機冷却水系統配管については、内部流体がヒドランジ水(防錆材注入水)で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
18	配管	炭素鋼配管	▲	腐食(全面腐食)	母管の内面からの腐食(全面腐食)	制御用空気系統配管	制御用空気系統配管は、炭素鋼配管であり、内面からの腐食が想定される。しかしながら、内部流体は乾燥空気中で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
19	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	1998年12月、大阪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発生したものである。しかしながら、伊方3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。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	炭素鋼配管	▲	高サイクル疲労割れ	温度計ウェルおよびサンプルノズル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	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発生したものである。しかしながら、伊方3号炉の温度計ウェルおよびサンプルノズルは、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 平成17年12月27日 NISA-163a-05-3)」に基づき「日本機械学会 配管内柱状構造物の流体力学評価指針(JSNE 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	1次冷却材管	▲	高サイクル疲労割れ	温度計ウェルおよ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発生したものである。しかしながら、伊方3号炉の温度計ウェルおよびサンプルノズルは、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 平成17年12月27日 NISA-163a-05-3)」に基づき「日本機械学会 配管内柱状構造物の流体力学評価指針(JSNE 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いる。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。
22	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、大阪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が、伊方3号炉のサーマルスリーブは全て全周溶接タイプ(図2.2-1)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 サーマルスリーブ概念図
23	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、サンプルノズルおよ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。
24	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を有するまで長時間を有することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
25	弁	一般弁(駆動部)空気作動装置	▲	腐食(全面腐食)	ケース、鋼管および継手、シリング、鋼管および継手、アキュムレータの内面からの腐食(全面腐食)	主蒸気逃がし弁空気作動装置、主蒸気隔離弁空気作動装置	ケース、シリング、鋼管、継手およびアキュムレータは炭素鋼または炭素鋼鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、内面については、内部流体が制御用空気であり、清浄な乾燥空気雰囲気であるため、腐食が発生しがたい。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。
26	弁	一般弁(駆動部)空気作動装置	▲	摩耗	ヨーク(弁棒接続部)の摩耗	主蒸気逃がし弁空気作動装置	ヨーク(弁棒接続部)は、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。
27	炉内構造物	-	▲	照射下クリープ	炉心槽等の照射下クリープ	炉内構造物	高照射環境下で使用される炉心槽およびバフフルフォーマボルト(ステンレス鋼)には照射下クリープが想定される。しかしながら、クリープ破断を生じさせる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。
28	炉内構造物	-	▲	照射スウェリング	炉心バフフルの照射スウェリング	炉内構造物	PIRプラントでの照射スウェリング量は小さく、炉心バフフルの上下に十分な隙間が存在することから、炉心バフフ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PIRプラントでもそのような事例は発生していないため、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	-	▲	変形(応力緩和)	押エリングの変形(応力緩和)	炉内構造物	プラント運転中の押エリングは、高温環境下で一定圧縮ひずみのまま保持されているため、変形(応力緩和)が想定される。しかしながら、押エリングに使用されているステンレス鋼(SUSF6B)は、応力緩和を生じにくい材料であり、押エリングの変形(応力緩和)が問題となる可能性はなく、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
30	ケーブル	ケーブルトレイ等	▲	腐食(全面腐食)	電線管(本体)およ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)およびカップリングは炭素鋼であり、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、メッキ面への外力が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。

表2 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
31	ケーブル	ケーブルトレイ等	▲	腐食(全面腐食)	埋込金物、電線管およびケーブルリング(コンクリート埋設部)の腐食(全面腐食)	共通	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、埋込金物およ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。
32	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)および隔壁付スリーブ(直ジョイント)は銅または銅合金であり、腐食が想定される。しかしながら、端子および端子台はニッケルメッキまたは銅メッキを施すことにより腐食を防止しており、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封されており、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。
33	電気設備	メタルクラッド開閉装置(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されている形式の計器用変流器の絶縁物は有機物であり、熱的、電気的、環境的要因による絶縁低下が想定される。しかしながら、一次コイルのない貫通形計器用変流器であり、二次コイルに係る電圧は低く、また、過電流による熱的影響も小さい。また、空調された屋内に設置されており、コイル全体がモールドされていることから塵埃による影響もごく僅かであり、絶縁低下の可能性は小さい。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。
34	電気設備	メタルクラッド開閉装置(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。
35	電気設備	パワーセンタ	▲	絶縁低下	計器用変流器(貫通形)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されている形式の計器用変流器の絶縁物は有機物であり、熱的、電気的、環境的要因による絶縁低下が想定される。しかしながら、一次コイルのない貫通形計器用変流器であり、二次コイルに係る電圧は低く、また、過電流による熱的影響も小さい。また、空調された屋内に設置されており、コイル全体がモールドされていることから塵埃による影響もごく僅かであり、絶縁低下の可能性は小さい。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。
36	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。
37	電気設備	コントローラセンタ	▲	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。
38	タービン設備	タービン動主給水ポンプタービン	▲	摩耗	キーの摩耗	タービン動主給水ポンプタービン	車室が起動・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、小型のタービンであることから、運転時の熱移動量は小さく、摩耗が発生しがたい環境である。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。
39	コンクリート構造物および鉄骨構造物	-	▲	疲労(鉄骨の強度低下)	風などによる疲労に起因する強度低下	鉄骨構造物	横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。鉄骨構造物は、疲労破壊が生じようとする風などによる横返し荷重を継続的に受ける構造材はないことから、風など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経年劣化事象ではないと判断した。
40	計測制御設備	プロセス計測制御設備	▲	腐食(流れ加速型腐食)	オフィスの腐食(流れ加速型腐食)	余熱除去ループ流量	オフィスは絞り機構であり、配管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り減肉が想定される。しかしながら、余熱除去ループ流量のオフィスは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。
41	計測制御設備	プロセス計測制御設備	▲	応力腐食割れ	オフィスの応力腐食割れ	余熱除去ループ流量	オ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、余熱除去ループ流量のオフィスは、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、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
42	計測制御設備	プロセス計測制御設備	▲	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)	1次冷却材圧力、余熱除去ループ流量、加圧器水位、1次冷却材高温側温度(広域)、出力領域計測装置、格納容器高レンジエリアモニタ	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。
43	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)	安全防護系シーケンス盤、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。
44	計測制御設備	制御設備	▲	絶縁低下	回転数検出装置の絶縁低下	ディーゼル発電機制御盤	回転数検出装置のうち電磁ピックアップのコイルの絶縁物は有機物であり、熱的、電気的、環境的要因による絶縁低下が想定される。しかしながら、電磁ピックアップは屋内に設置されているため、塵埃、湿分等が附着しにくい環境にある。また、ディーゼル発電機の運転時間は短いことから、コイルの発熱による温度上昇は小さく、定格運転時のコイルの最大温度90℃に対して、コイルの許容最高温度は200℃と十分余裕を持った耐熱性を有していること、さらに、定格運転時に発生する電圧は7~10V程度であり、コイルの絶縁耐力600Vに対して十分低いことから、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。
45	空調設備	冷凍機	▲	腐食(全面腐食)	冷媒配管の内面からの腐食(全面腐食)	空調用冷凍機	冷媒配管は炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。しかしながら、内部流体が水質管理された冷媒(フルオロカーボン)で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。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。
46	空調設備	冷凍機	▲	スケール付着	凝縮器伝熱管および蒸発器伝熱管外面のスケール付着	空調用冷凍機	凝縮器伝熱管および蒸発器伝熱管は、胴体流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能低下が想定される。しかしながら、胴体流体は水質管理された冷媒(フルオロカーボン)であり、不純物の流入は抑制されていることから、伝熱管外面のスケール付着による伝熱性能低下の可能性は小さいと判断する。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2 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
47	空調設備	冷凍機	▲	腐食 (全面腐食)	熱交換器銅板内面等の腐食(全面腐食)	空調用冷凍機	熱交換器銅板内面、管板(銅板)および支持板は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、内部流体は水質管理された冷媒(フルオロカーボン)であり、腐食の発生が小さい環境である。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。
48	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。
49	機械設備	重機器サポート	▲	腐食 (全面腐食)	埋込金物等の腐食(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)およ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、埋込金物等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。
50	機械設備	燃料取扱設備(クレーン関係)	▲	腐食 (全面腐食)	埋込金物の腐食(全面腐食)	燃料取替クレーン	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	燃料取扱設備 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	水圧ユニットの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、基礎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。
52	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管台と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り、管台のテーパ部には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い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大きいと考えられる。図2-2-1 サーマルスリーブの構造と頂部プレナム内の状況 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に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いない。また、伊方3号炉については、第14回定期検査時(2017~2018年度)に原子炉容器上部ふたの取替えに合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。
53	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溝に接手の山がかみあう構造になっており、ステップングおよ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、接手山とスパイダ溝は隙間なくかみ込み一体となっており、ステップング時の摩耗は生じないと考えられること、およびスパイダ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。
54	機械設備	セメント固化装置	▲	高サイクル疲労割れ	主軸の高サイクル疲労割れ	濃縮器循環ポンプ	濃縮器循環ポンプはポンプ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、ポンプ設計時には高サイクル疲労割れを考慮しており、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。
55	機械設備	セメント固化装置	▲	腐食 (キャビテーション)	羽根車の腐食(キャビテーション)	濃縮器循環ポンプ	濃縮器循環ポンプは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、キャビテーションを起こさない条件はポンプおよび機器配置設計段階において考慮しており、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。
56	機械設備	セメント固化装置	▲	摩耗	主軸の摩耗	濃縮器循環ポンプ	すべり軸受を使用している濃縮器循環ポンプは軸受と主軸の接触面が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と軸受間に潤滑剤を供給し、膜を形成させて流体潤滑状態となるように考慮している。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。
57	機械設備	雑固体焼却設備	▲	変形	1次セラミックフィルタの支持プレートの変形	1次セラミックフィルタ	1次セラミックフィルタの支持プレートは耐熱鋼であるが、運転中の熱応力により、変形が発生する可能性がある。しかしながら、支持プレートの変形に対しては、これまでに有意な変形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がたいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
58	機械設備	高圧圧縮減容装置	▲	摩耗	シリンダおよびプランジャの摩耗	高圧圧縮減容装置本体	高圧圧縮減容装置は油圧ユニットで発生させた油圧でシリンダを駆動させ、プランジャを往復させることにより、圧縮室に収納した雑固体廃棄物ドラム缶を圧縮・減容する。この往復運動に伴うシリンダおよびプランジャ部の摺動により、摩耗が想定される。しかしながら、当該部は油臭雰囲気下で摩耗が発生しやすい環境であり、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がたい。
59	機械設備	高圧圧縮減容装置	▲	腐食 (全面腐食)	本体のプランジャ、シリンダ、油圧系統配管、油圧ユニット(大気接触部以外)の腐食(全面腐食)	高圧圧縮減容装置本体	本体のプランジャ、シリンダ、油圧系統配管及び油圧ユニット(大気接触部以外)は炭素鋼であり、腐食が想定される。しかしながら、内部流体は作動油であり、腐食が発生しやす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。
60	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(全面腐食)	共通	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、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と考える。ケミカルアンカのアナ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。

表2 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
61	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	基礎ボルトは、プラントの起動・停止時等の熱過渡により、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。
62	機械設備	基礎ボルト	▲	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「コンクリート構造物およ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	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およ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、メー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、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。
64	電源設備	非常用発電設備 内燃機関付 腐設備 配管	▲	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、潤滑油系統配管、燃料油系統配管	シリンダ冷却水系統配管、潤滑油系統配管および燃料油系統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、潤滑油系統配管および燃料油系統配管は、内部流体がそれぞれ潤滑油と燃料油であることから、腐食が発生しがたい環境である。また、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がたい。一方、シリンダ冷却水系統配管については内部流体が硬水であることから、安全側に飽和溶存酸素濃度水(約8ppm)と仮定して炭素鋼の腐食を評価した結果、運転開始後60年時点での推定腐食量は設計上の腐れ代に対して約1/4と十分小さい。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。
65	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)	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。
66	電源設備	計器用電源設備 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)	計装用インバータ盤	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。
67	電源設備	計器用電源設備 計装用分電盤	▲	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。
68	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	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。

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</p> <p>別紙 8-2 フレッシング疲労割れに係る説明</p> <p>別紙 8-3 腐食（流れ加速型腐食）に係る説明</p> <p>別紙 8-4 劣化（中性子照射による靱性低下）に係る説明</p> <p>別紙 8-5 応力腐食割れに係る説明</p> <p>別紙 8-6 摩耗に係る説明</p> <p>別紙 8-7 スケール付着に係る説明</p> <p>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 別紙 8 - 1 - 2 炉内構造物炉心そう等の高サイクル疲労割れ</p>

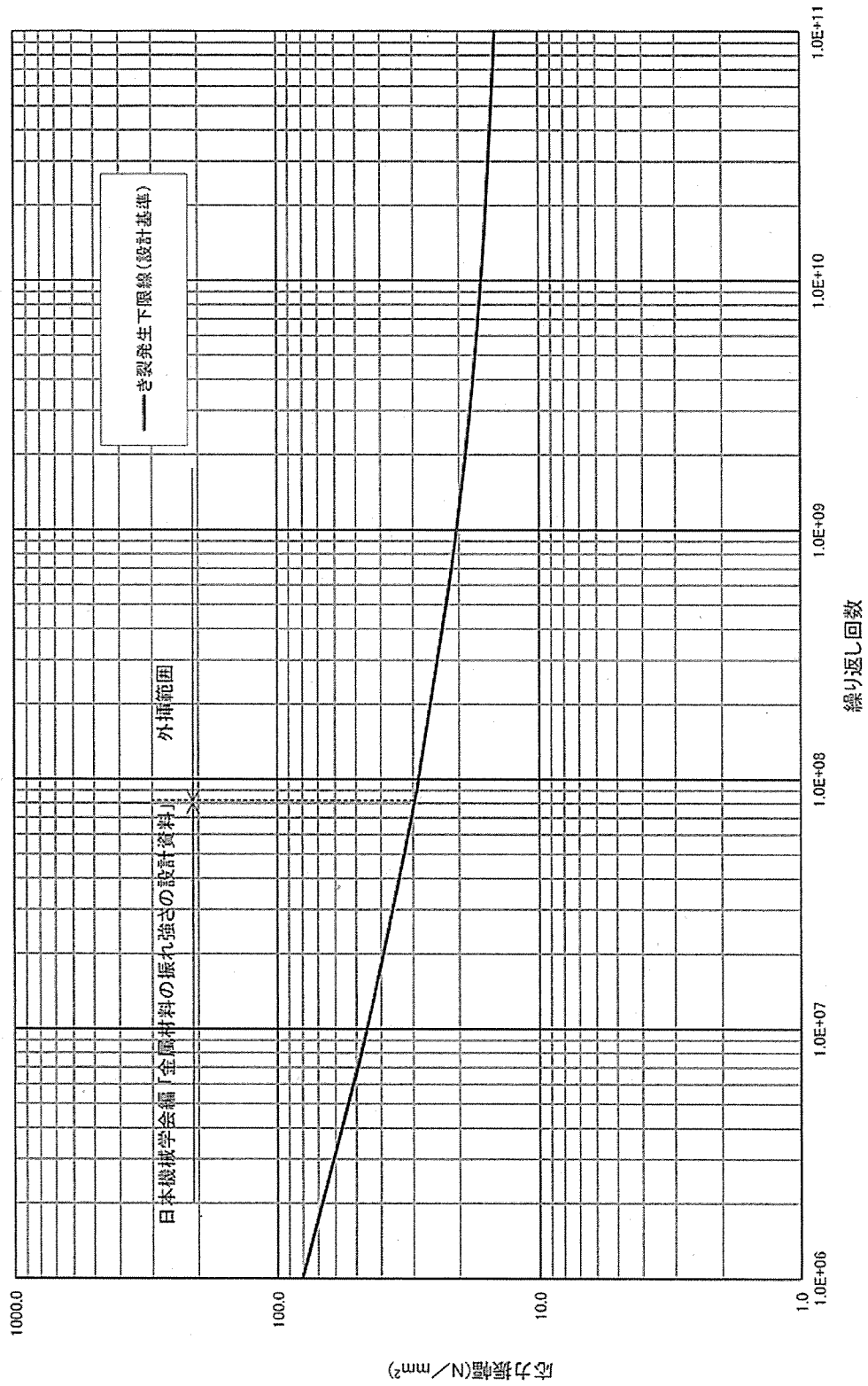
タイトル	ターボポンプ 主軸の高サイクル疲労割れ
概要	充てんポンプの主軸折損について、内部流体に空気が流入しない系統構成としている内容を示す。
説明	<p>伊方3号炉および国内PWRプラントにおいて、充てんポンプの主軸折損事象が発生している（NUCIA 通番2308および11455）。本事象は、羽根車焼嵌めに伴う割リングと接触する主軸溝部において折損が発生したものである。原因として、折損箇所が応力集中の高い形状であったこと、応力が発生していたこと、および体積制御タンクの大気開放運転や低水位運転による空気流れ込みで生じる振動があったことが挙げられている。</p> <p>本事象を踏まえて、伊方3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、体積制御タンクが低水位とならないように運転手順を見直すとともに充てんポンプ運転時は必ず加圧するようにし、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、仮に体積制御タンクが低水位となったとしても、流入したガスを連続的に排出するための連続ベントラインを設置している。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

タイトル	炉内構造物 炉心槽等の高サイクル疲労割れ																
概要	炉心槽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^{※1}と伊方3号炉の炉内流速と各部の固有振動数を示すが、伊方3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、伊方3号炉に1/5スケールモデル流動試験の結果^{※2}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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">部位</th> <th style="width: 35%;">伊方3号炉</th> <th style="width: 35%;">1/5スケール流動試験のモデルプラント</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心槽のRV入口管台近傍</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">[]</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">[]</td> </tr> <tr> <td>ダウンカマー(熱遮へい体部)</td> </tr> <tr> <td>上部プレナムの出口ノズル近傍</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表2 固有振動数比較 (Hz)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">部位</th> <th style="width: 35%;">伊方3号炉</th> <th style="width: 35%;">1/5スケール流動試験のモデルプラント</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心槽</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">[]</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">[]</td> </tr> <tr> <td>制御棒クラスタ案内管</td> </tr> <tr> <td>上部炉心支持柱</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：メーカー社内試験「1/5モデルによるPWR炉内構造物の流動振動試験」 ※2：1/5スケールモデルの流速を実機相当とすることで、1/5スケールモデルでも実機同等の応力が得られ、その応力を各プラント評価に流用できるため。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	部位	伊方3号炉	1/5スケール流動試験のモデルプラント	炉心槽のRV入口管台近傍	[]	[]	ダウンカマー(熱遮へい体部)	上部プレナムの出口ノズル近傍	部位	伊方3号炉	1/5スケール流動試験のモデルプラント	炉心槽	[]	[]	制御棒クラスタ案内管	上部炉心支持柱
部位	伊方3号炉	1/5スケール流動試験のモデルプラント															
炉心槽のRV入口管台近傍	[]	[]															
ダウンカマー(熱遮へい体部)																	
上部プレナムの出口ノズル近傍																	
部位	伊方3号炉	1/5スケール流動試験のモデルプラント															
炉心槽	[]	[]															
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	余熱除去ポンプおよび電動補助給水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強度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、疲労強度との比較を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="434 672 1279 907"> <thead> <tr> <th data-bbox="434 672 869 806">ポンプ</th> <th data-bbox="869 672 1029 806">疲労強度 [N/mm²]</th> <th data-bbox="1029 672 1279 806">発生する 曲げ応力振幅 [N/mm²]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="434 806 869 862">余熱除去ポンプ</td> <td data-bbox="869 806 1029 862" rowspan="2">14.7</td> <td data-bbox="1029 806 1279 862">9.1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="434 862 869 907">電動補助給水ポンプ</td> <td data-bbox="1029 862 1279 907">12.3</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10^{11}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>また、原子力学会標準 原子力発電所の高経年化対策実施基準[2021年版；解説F]において、プラント運転中に常時起動していることで、繰返し数が1×10^8を超え、曲げ応力が10 N/mm^2付近にあるポンプについて点検結果と本評価曲線と比較した結果、亀裂未発生の運転実績データは外挿線付近（外挿線より下）にあることから、外挿した総繰返し回数における範囲においても評価に用いることが可能と説明している。</p> <p>なお、余熱除去ポンプと電動補助給水ポンプは、60年の運転期間を想定しても繰返し数が10^{11}回に到達することはない。</p> <p>いずれのポンプも発生する曲げ応力が疲労強度（14.7 N/mm^2）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	疲労強度 [N/mm ²]	発生する 曲げ応力振幅 [N/mm ²]	余熱除去ポンプ	14.7	9.1	電動補助給水ポンプ	12.3
ポンプ	疲労強度 [N/mm ²]	発生する 曲げ応力振幅 [N/mm ²]								
余熱除去ポンプ	14.7	9.1								
電動補助給水ポンプ		12.3								

焼入れ軸のフレットイング疲労曲線



添付 1

添付2 (1/6)

MHI-NES-1053

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

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疲労割れに対する評価は、文献データ^①に主軸の曲げ応力振幅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 10¹¹ 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疲労割れメカニズム^②

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。

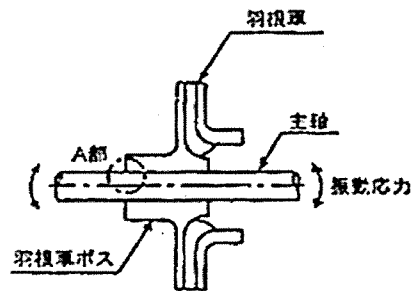


図 1

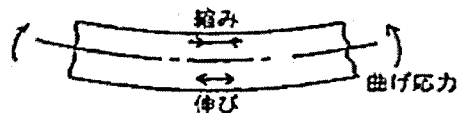


図 2

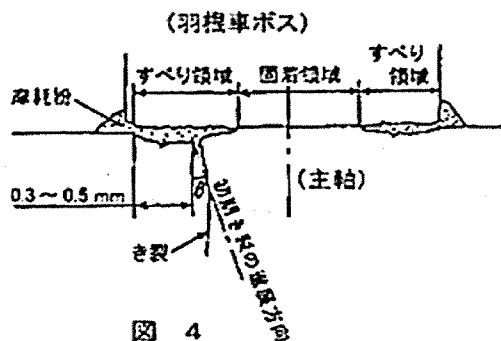


図 4

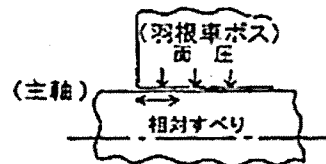


図 3

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/mm²(2.2kgf/mm²), 49N/mm²(5kgf/mm²)

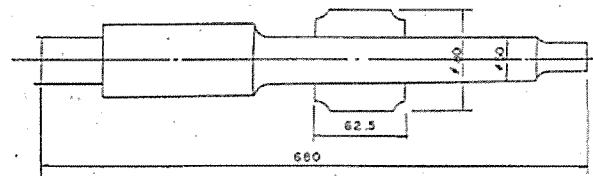


図 5 供試体の外形例

(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⁻¹ (固定)

最大曲げモーメント 2940N·m(300kgf·m)

(曲げ応力 215N/mm²(22kgf/mm²) 相当)

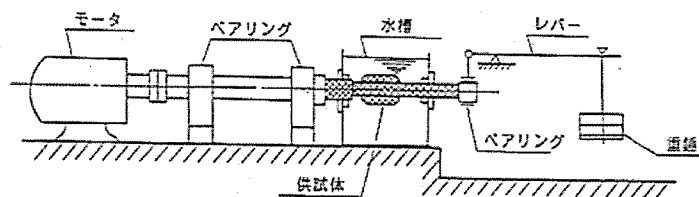


図 6 試験装置(概念図)

(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 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°C 程度
- ・試験環境：水中試験（1次系相当水：ほう素濃度 2100 ppm ）
- ・繰返し数： 10^8 サイクル
- ・繰返し速度： 3600 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。

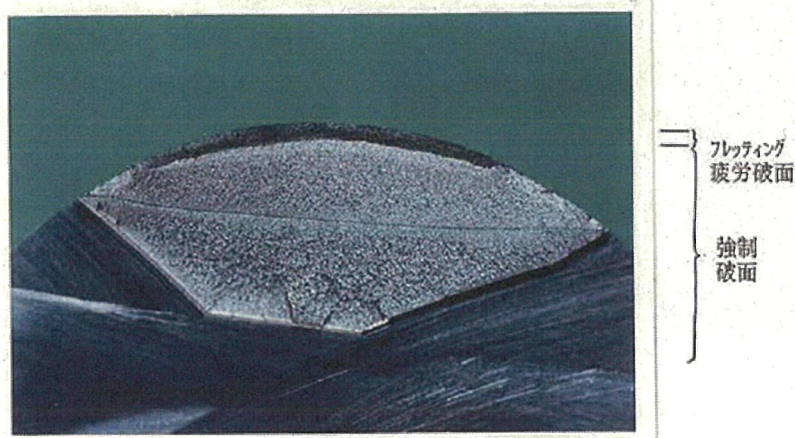
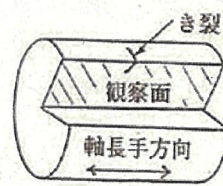
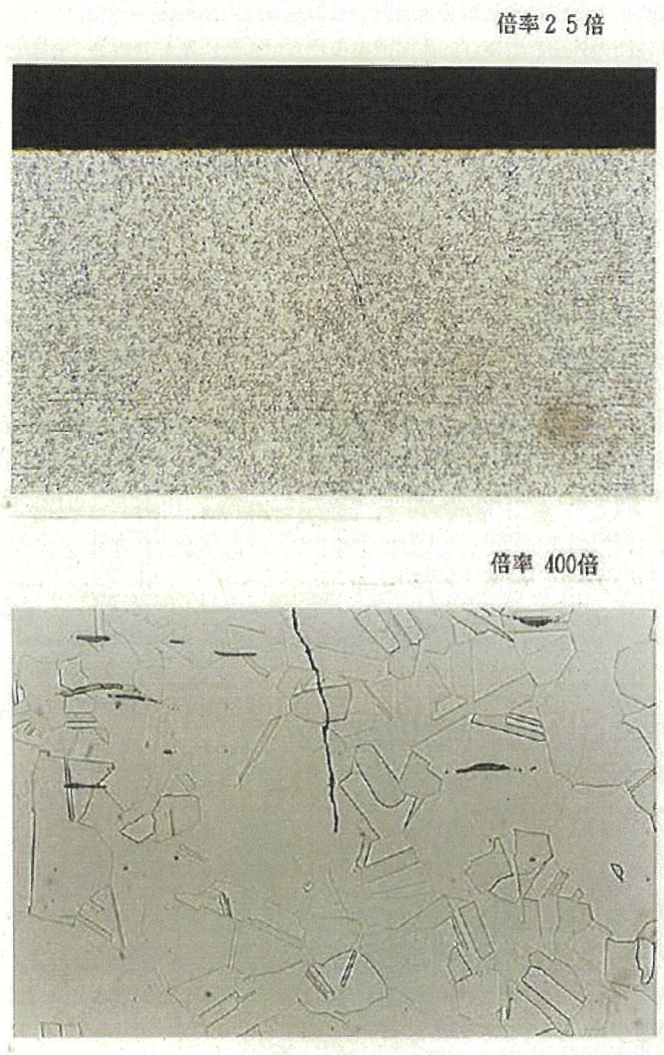


図7 フレット疲労破面例



き裂先端部

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 σ_a の関係を図9に示す。一点鎖線は文献データ(1)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。

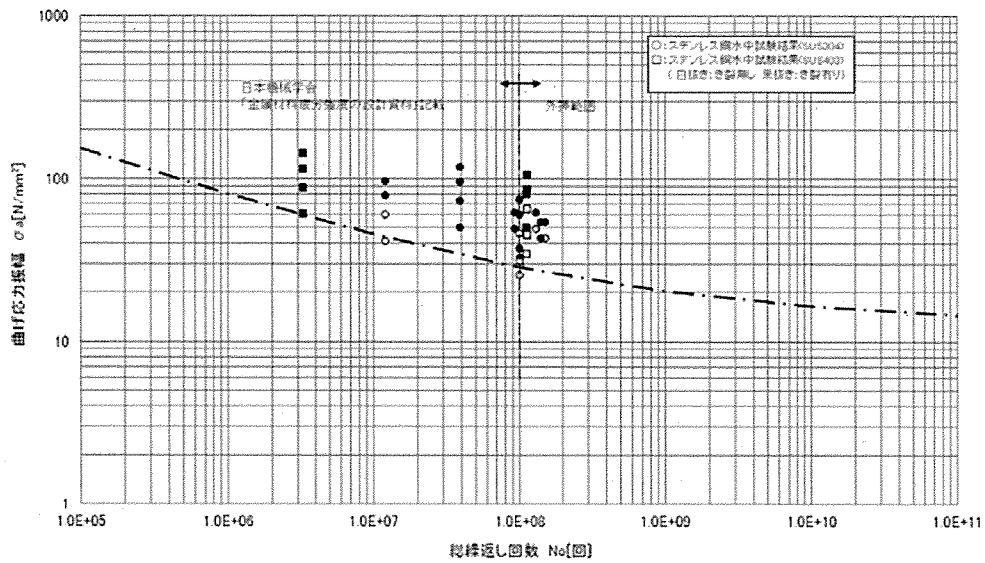


図9 繰返し回数と曲げ応力振幅の関係

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

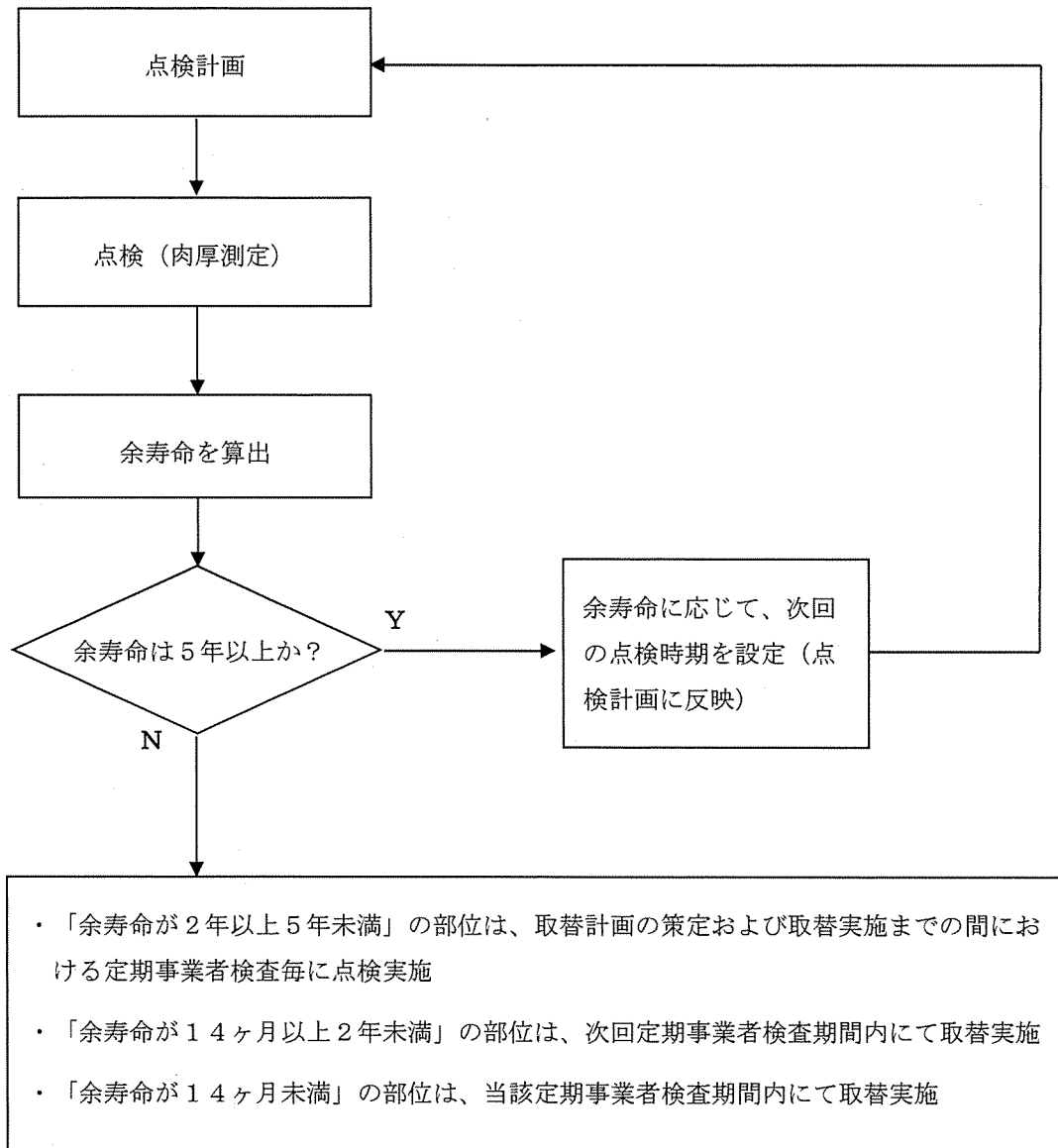
- (1) 日本機械学会編 金属材料疲労強度の設計資料(1)一般, 寸法効果, 切欠効果 (改訂第2版), p.180, (1996)
- (2) 社団法人日本原子力学会 日本原子力学会標準原子力発電所の高経年化対策実施基準:2008,p108, (2009)

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	余熱除去ポンプおよび電動補助給水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/1カ月程度）、定期検査中 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、プラント運転中の通常運転時や定期運転時、定期検査中の点検後の試運転時において、振動測定装置によりポンプ運転状態に異常がないこと（過去の振動データと著しい差異がないこと）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している。</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（3～4回/日）においても運転員による触診、聴診棒による聴診および目視によって異常な振動等の有無を確認している。</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 data-bbox="422 488 845 521">以下について、次ページ以降に示す。</p> <p data-bbox="422 577 1273 611">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>社内マニュアル「2次系配管経年変化調査マニュアル」を定め、本マニュアルに従い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配管の肉厚測定を実施し、測定結果に基づく余寿命評価から「次回測定時期」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> <p style="text-align: right;">以上</p>

「2次系配管経年変化調査マニュアル」における肉厚管理方法の概要



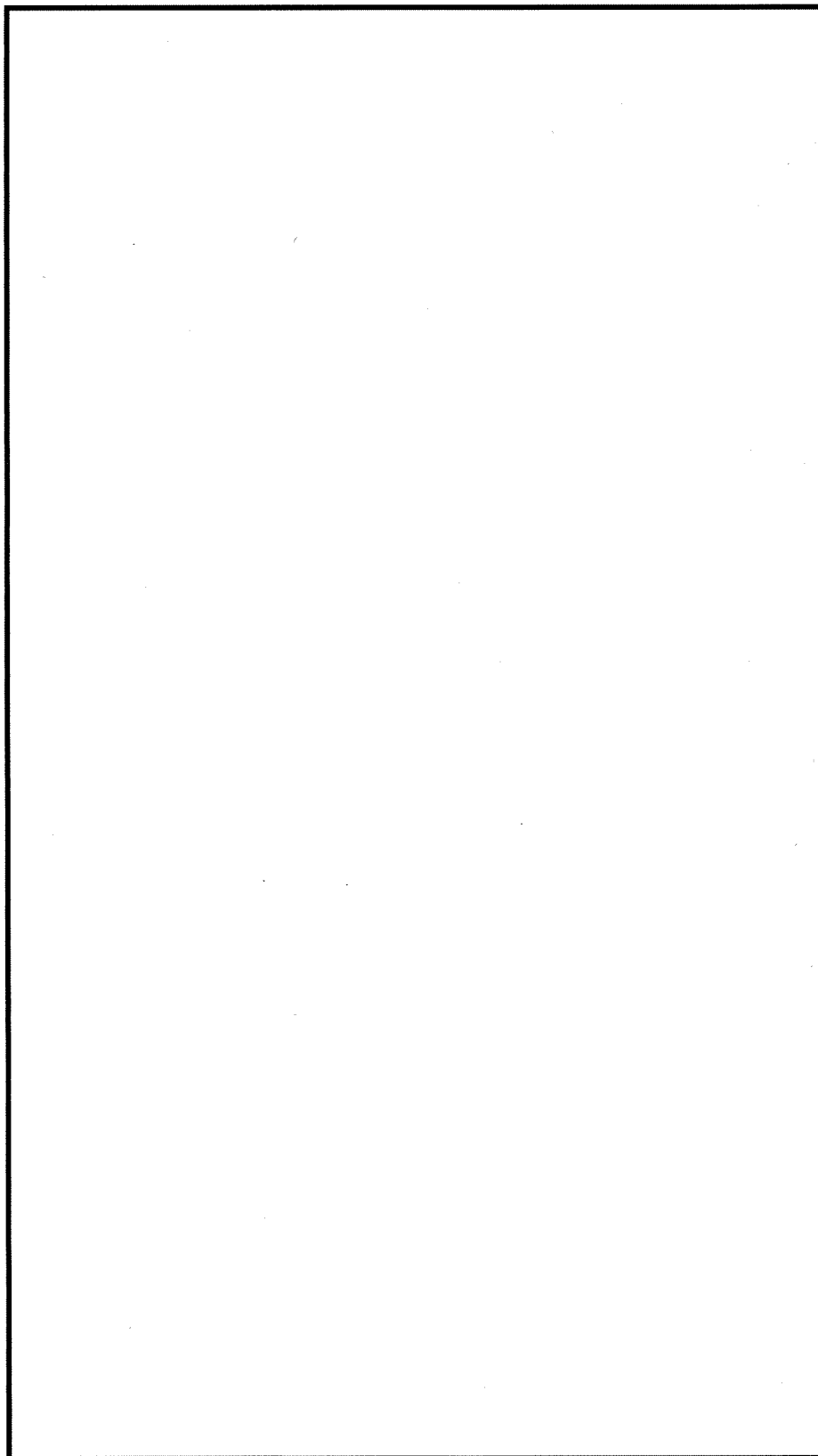
タイトル	劣化（中性子照射による靱性低下）に係る説明
説明	<p data-bbox="427 495 879 528">以下について、次ページ以降に示す。</p> <p data-bbox="427 589 1246 622">別紙 8 - 4 - 1 炉内構造物 炉心槽の中性子照射による靱性低下</p>

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（機器の変形、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 蒸気発生器冷却材出入口管台および原子炉容器出入口管台の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>

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、伊方3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="480 931 995 1077"> <thead> <tr> <th data-bbox="480 931 719 976">銘柄</th> <th data-bbox="719 931 995 976">規格</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="480 976 719 1077"></td> <td data-bbox="719 976 995 1077"></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">以上</p>	銘柄	規格		
銘柄	規格				

伊方3号機 蓄圧タンク
製作手順 (概略)



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^{※1}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="435 1167 1334 1756" style="border: 1px solid black; height: 263px; width: 563px; margin: 10px 0;"></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> <ol style="list-style-type: none"> 1. 水素脆化型応力腐食割れ <ul style="list-style-type: none"> ・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) ・特徴 引張強度が高い材料ほど起り易い 2. 通常の応力腐食割れ <ul style="list-style-type: none"> ・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) 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>【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。</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>伊方3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$2C/cm^2 \cdot GBA$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、$2C/cm^2 \cdot GBA$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>

●: Failure ○: No failure

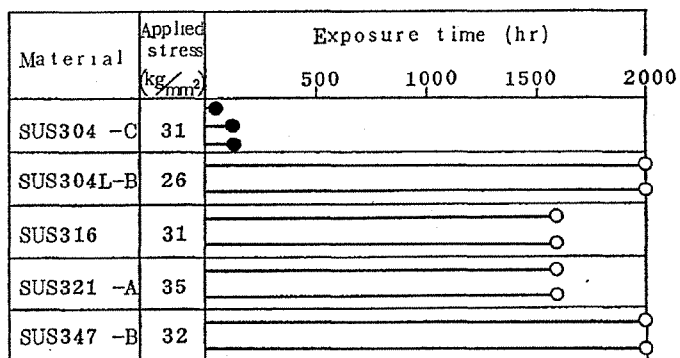


図1 ステンレス鋼の応力腐食割れ感受性

[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。

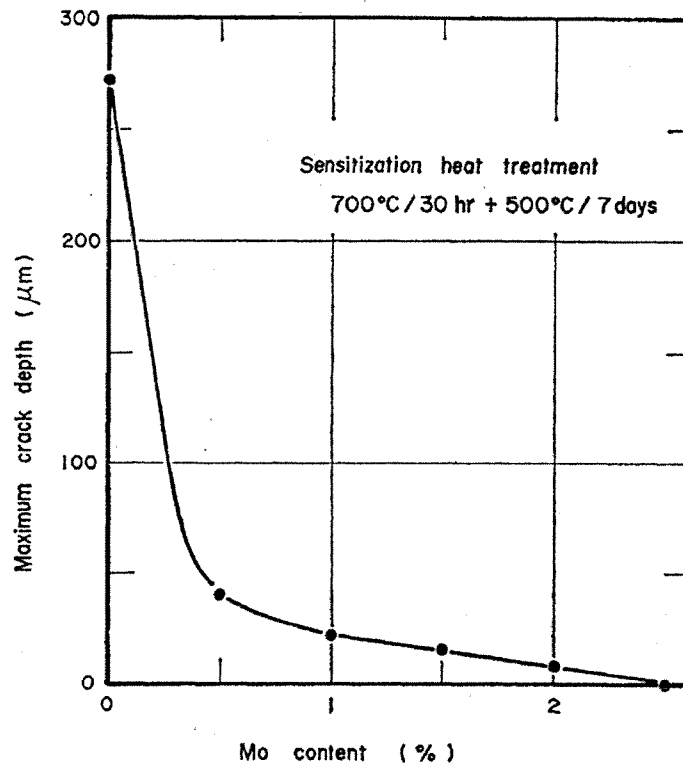


図2 強鋭敏化 18Cr-12Ni ステンレス鋼の SCC 感受性に及ぼすモリブデン添加の影響
(CBB 試験 : 250°C、20 ppm DO, 310 h)

[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。

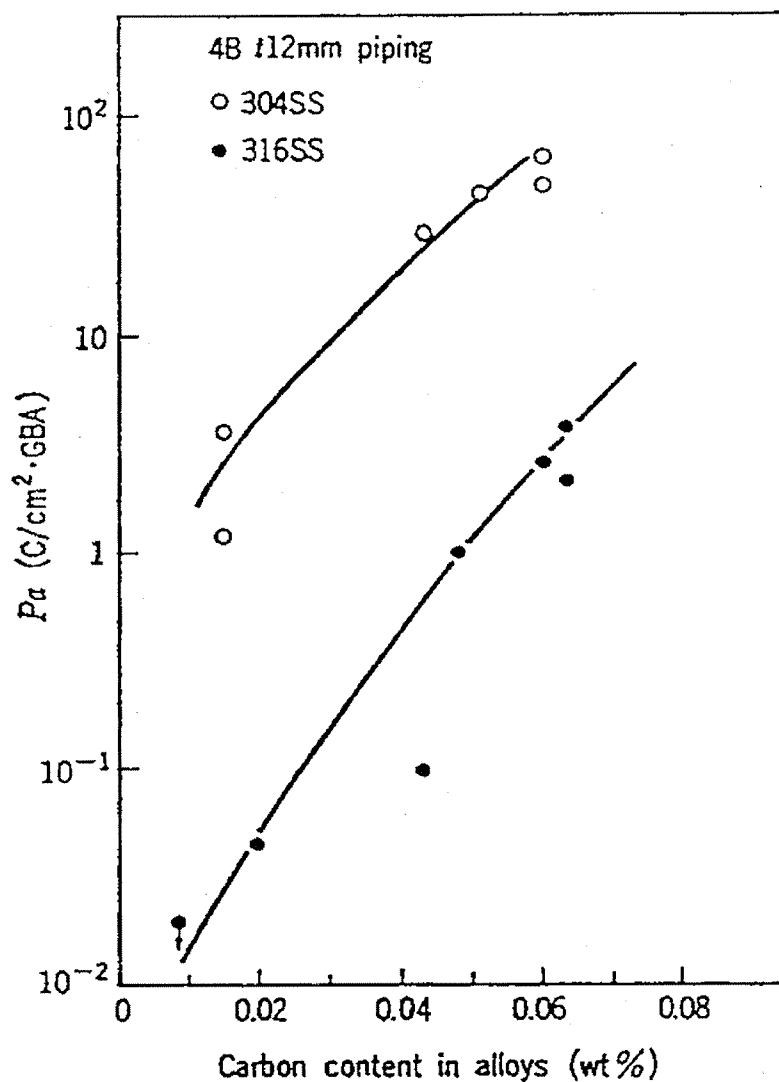


図3 材料および母材の炭素量の影響

[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 (P_a) が大きくなる結果が得られている。

(鋭敏化度 (P_a) 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。)

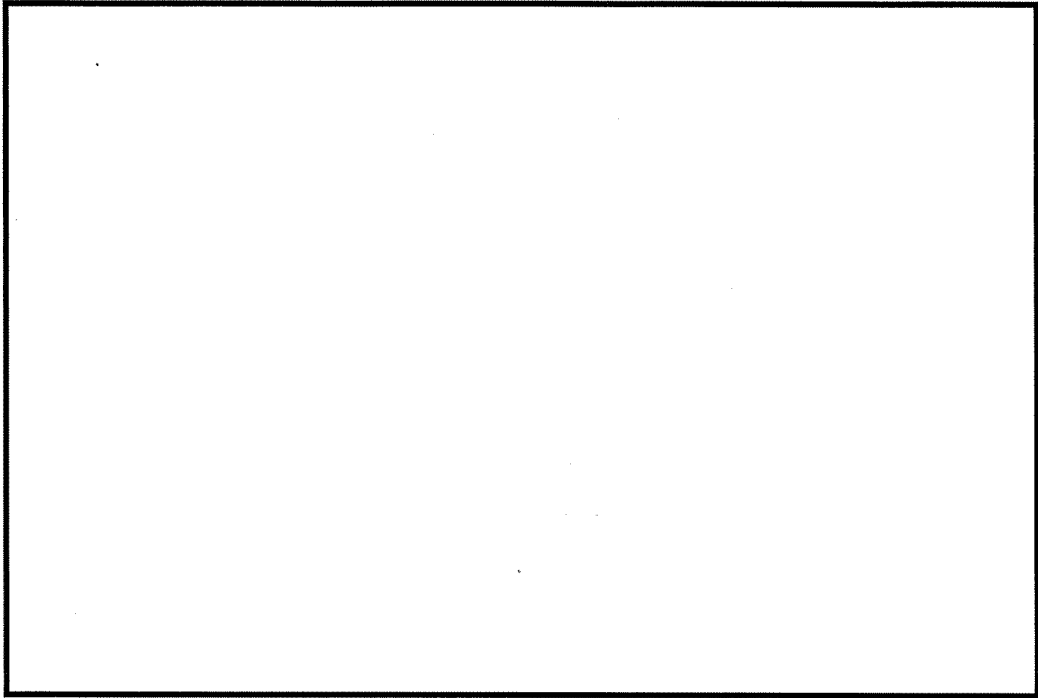


図4 EPR値とSCC感受性との相関性

[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	蒸気発生器冷却材出入口管台および原子炉容器出入口管台の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	蒸気発生器冷却材出入口管台および原子炉容器出入口管台の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>蒸気発生器の冷却材出入口管台については、第11回定期検査時（2008年度）に超音波ショットピーニング（以下、USPという）を施工している。施工範囲を図1に示す。なお、応力改善として、蒸気発生器冷却材出入口管台については、施工面にアクセスするためには水抜きし気中環境を創出する必要があるため、USPを施工している。</p> <p>原子炉容器の出入口管台については、第14回定期検査時（2017～2018年度）にウォータージェットピーニング（以下、WJPという）を施工している。施工範囲を図2に示す。なお、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WJPを施工している。</p> <p>2. USPおよびWJPの効果</p> <p>USPおよびWJPの効果について、公開されている資料を添付1に示す。USPまたはWJP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、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、USPおよびWJPの持続性に問題はないと判断している。（添付2参照）</p> <p>3. 至近の検査実績</p> <p>蒸気発生器の冷却材出入口管台については、第10回定期検査時（2007年度）に超音波探傷検査、第11回定期検査時（2008年度）に浸透探傷検査および渦流探傷検査を実施し、機器の健全性を確認している。</p> <p>原子炉容器の出入口管台については、第15回定期検査時（2019～2021年度）に超音波探傷検査、第16回定期検査時（2022～2023年度）に浸透探傷検査を実施し、機器の健全性を確認している。</p> <p>各検査の探傷面を以下の表に示す。</p> <table border="1" data-bbox="432 1547 1334 1727"> <thead> <tr> <th>部位</th> <th>浸透探傷検査</th> <th>超音波探傷検査</th> <th>渦流探傷検査</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>蒸気発生器 冷却材出入口管台</td> <td>外面</td> <td>外面</td> <td>内面</td> </tr> <tr> <td>原子炉容器 冷却材出入口管台</td> <td>外面</td> <td>外面</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	部位	浸透探傷検査	超音波探傷検査	渦流探傷検査	蒸気発生器 冷却材出入口管台	外面	外面	内面	原子炉容器 冷却材出入口管台	外面	外面	
部位	浸透探傷検査	超音波探傷検査	渦流探傷検査										
蒸気発生器 冷却材出入口管台	外面	外面	内面										
原子炉容器 冷却材出入口管台	外面	外面											

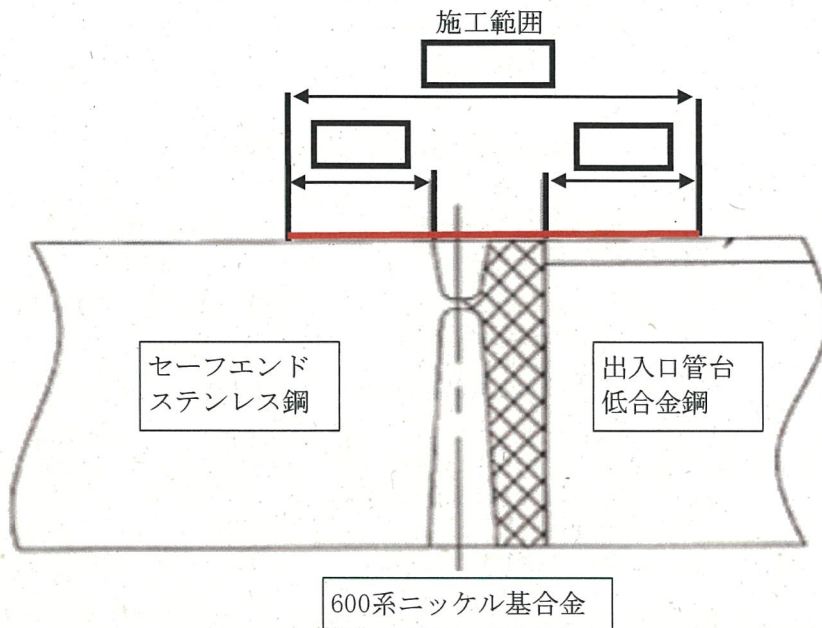


図1 蒸気発生器冷却材出入口管台の超音波ショットピーニングの施工範囲

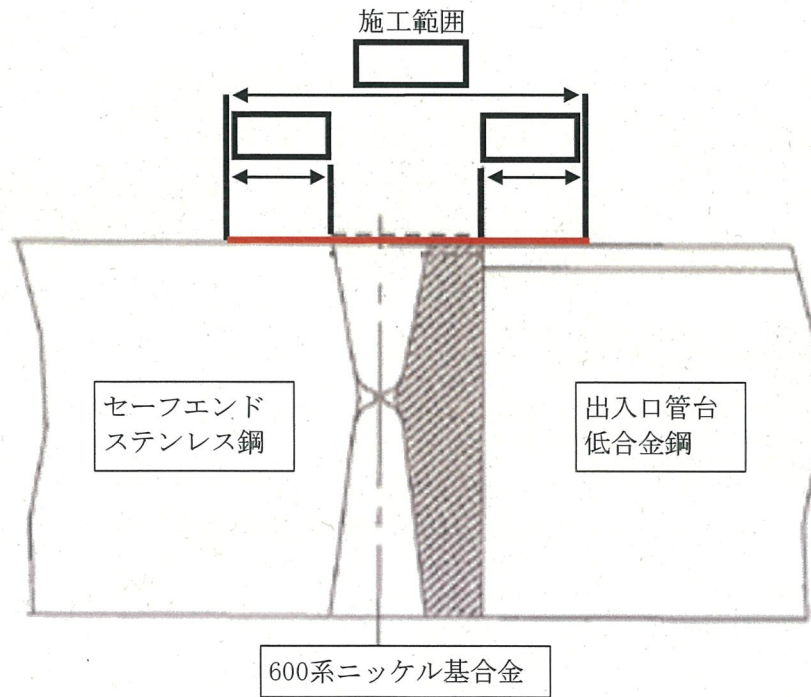


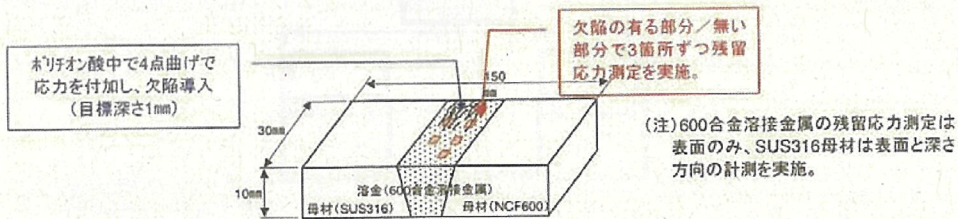
図2 原子炉容器出入口管台のウォータージェットピーニングの施工範囲

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)

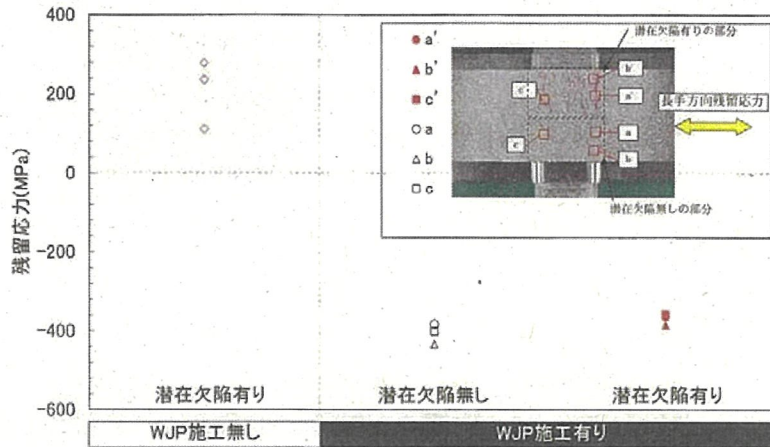


図3 WJP 施工した潜在欠陥有り及び無しの部分の残留応力測定結果 (600 合金溶接金属)

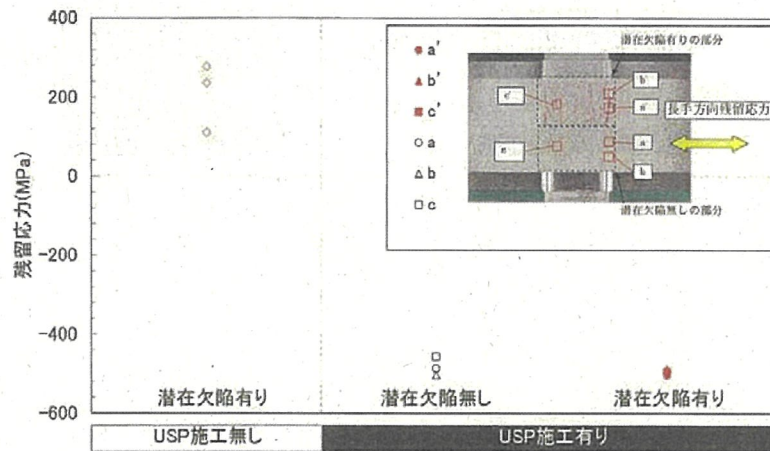


図4 USP 施工した潜在欠陥有り及び無しの部分の残留応力測定結果 (600 合金溶接金属)

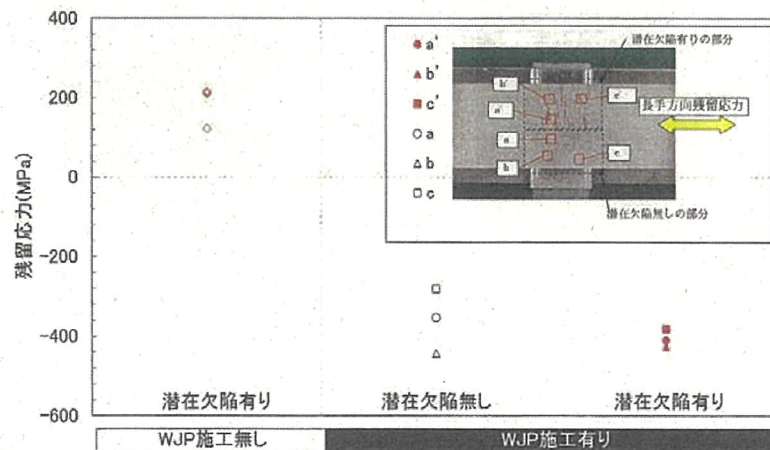


図5 WJP 施工した潜在欠陥有り及び無しの部分の残留応力測定結果 (SUS316 母材)

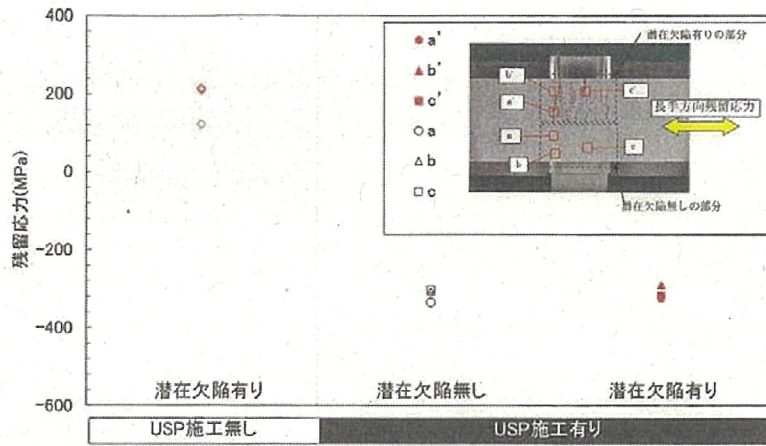


図6 USP 施工した潜在欠陥有り及び無しの部分の残留応力測定結果 (SUS316 母材)

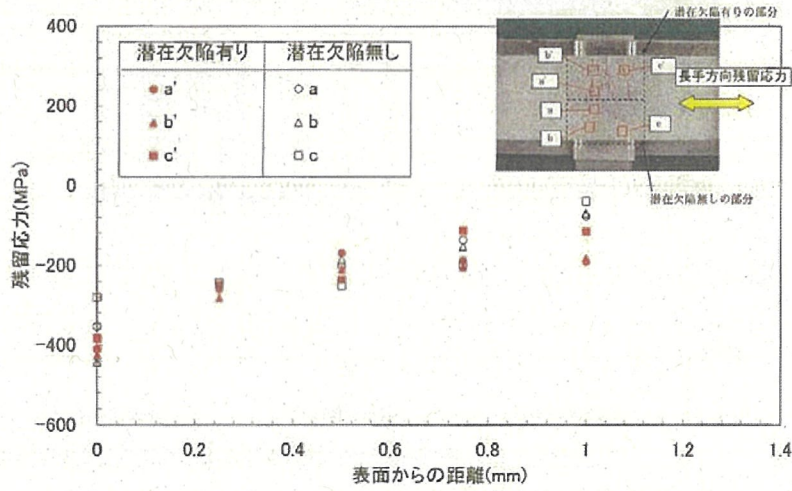


図7 WJP 施工した潜在欠陥有り及び無しの部分の残留応力測定結果 (SUS316 母材)

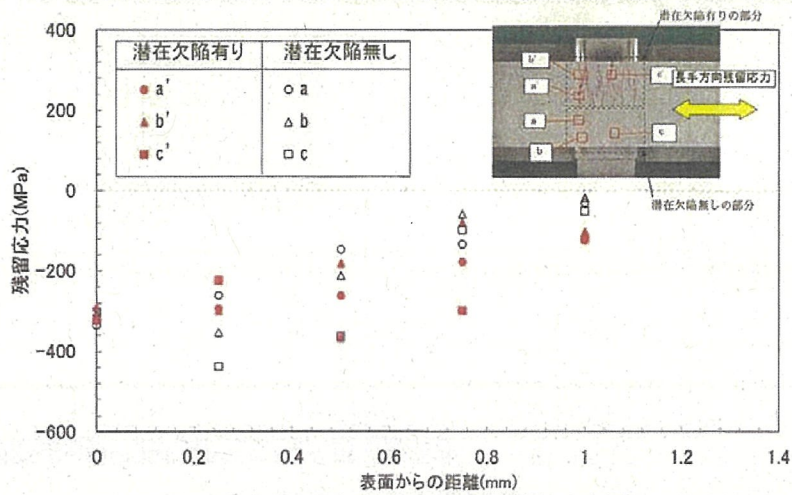


図8 USP 施工した潜在欠陥有り及び無しの部分の残留応力測定結果 (SUS316 母材)

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

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

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。

加圧水型原子炉プラント (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、Fig.2 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、熱時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

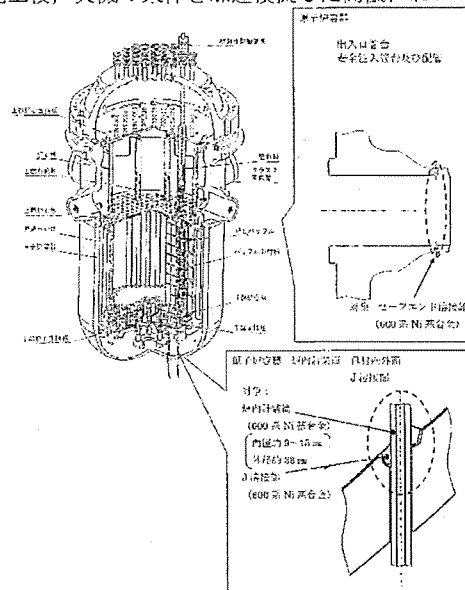


Fig.1 PWR プラント原子炉容器における WJP 施工箇所

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

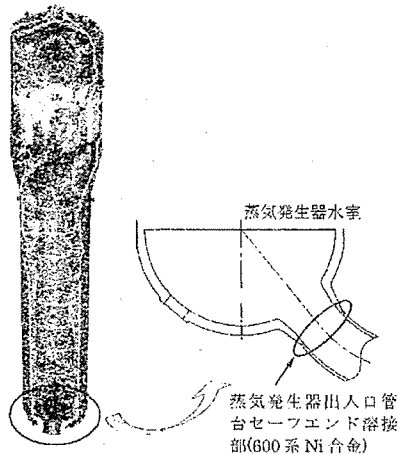


Fig.2 PWR プラント蒸気発生器における USP 施工箇所

様々な応力負荷の影響を検討した試験を行い、圧縮残留応力の緩和の確認を行った。

2. 実施内容

実機プラントのピーニング施工部位においては最高約 320℃の温度となり、さらに内圧による引張応力の発生や、起動停止に伴う繰返し応力が発生し、これらによる残留応力の変化が想定される。このような環境を模擬した条件下でのピーニングによる圧縮残留応力の緩和挙動を調査した。

2.1 高温保持の影響

試験片は 600 系 Ni 基合金溶接金属(132 合金)であり、試験片中央部に PWR プラント炉内計装筒 J 溶接部への施工と同条件で WJP 施工を行った。WJP 施工後、試験片を実機プラント想定温度である 320℃及びこれよりも高い 350℃と 380℃の大気炉中において、1 時間から 1000 時間の保持を行った後、X 線回折法で表面残留応力を計測した。測定値の評価としては、溶接金属部位における X 線残留応力測定法の測定精度を考慮し、測定値は平均値を中心として上下に標準偏差の 2 倍の幅を有するバンドとして示した。

2.2 高温保持及び荷重負荷の影響

高温(360℃)において応力無負荷または一定応力負荷の下で表面残留応力変化を測定するために、Fig.3 に示す装置を製作した。試験片は 600 系 Ni 基合金溶接金属(132 合金)で Fig.3 の通り製作し、試験片中央部に PWR プラント炉内計装筒 J 溶接部への施工と同条件で WJP 施工を行った。なお、本試験片は施工部の幅が 4mm と小さく、WJP 施工した表面の塑性変形の拘束が実機施工部よりも小

さいことから、WJP による残留応力低減効果は小さい。

WJP 施工後、試験片を試験装置に組み込み、無負荷または 200MPa の一定応力負荷条件とした。負荷応力 200MPa は、原子炉容器の耐圧試験圧力(内圧 21.45MPa)のみを負荷したケースでの応力解析を行い、炉内計装筒管台内面の周方向に WJP 施工後に作用する最大応力が起動停止に伴う 130MPa 程度であったことを参考とし、負荷する応力をこれより大きく材料の耐力以下の 200MPa と決定した。試験片を 360℃まで昇温し、表面の残留応力を最大 1000 時間まで測定した。測定は X 線回折法で行い、360℃において応力を負荷したまま実施した。なお、X 線回折法による残留応力測定においては、材料物性値の温度による変化を考慮した。

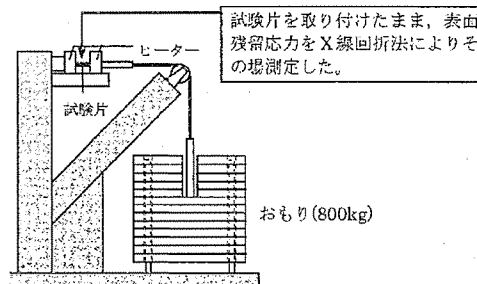
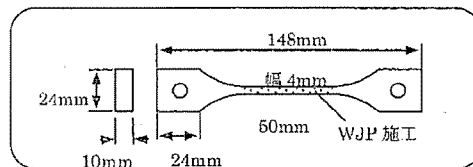


Fig.3 表面残留応力測定装置及び試験片の模式図

2.3 高温保持及び変動応力の影響

実機プラントの起動・停止に伴う変動応力は降伏点以下(弾性範囲内)であり、残留応力に与える影響は小さいと考えられ、これを実験的に確認した。

(1) 試験片及びピーニング施工

600 系 Ni 基合金母材と SUS316 を 600 系 Ni 基合金溶接金属(132 合金)で SMAW 溶接した継手板から Fig.4 に示す平板継手試験片を採取した。この試験片の Ni 基合金溶接金属部分に WJP または USP を施工した。施工条件は実機プラントにおいて実際に使用されている条件と同一とした。

(2) 残留応力緩和試験

試験片の三点曲げにより、ピーニング施工面に繰返し変動応力(引張応力)を発生させた (Fig.5 参照)。付与する引張応力は、実機の発生応力の最大値相当

の130MPaとした。

試験温度は420℃とした。これは実際のプラント温度を320℃で代表し、100℃の温度加速を行うこととして決定した。なお、供試材の耐力は試験温度420℃とプラント温度(320℃)とで顕著な相違はなく、耐力に対する応力の比はいずれの温度においてもほぼ同一と考えられる。

変動応力負荷のサイクルは、1230秒間の130MPa負荷を1サイクルとし、応力負荷と除荷は瞬時とした。これは年間のプラントの起動停止回数を最大5回と仮定し、起動から停止までの平均時間 1.8×10^3 時間(320℃)に相当する時間を、Larson-Millerパラメータ(定数20)により加速試験温度420℃での経過時間に換算すると平均1230秒となることに基づいた。また、負荷回数は、60年の寿命を考慮し、最大300回とした。

また、比較対象とするために、応力負荷を行わずに420℃で保持するケースも実施した。

変動応力負荷が0, 10, 50, 150及び300回に到達試験片を試験機から取り外し、X線回折法によって試験片長手方向の表面残留応力を測定した。残留応力測定を終えた試験片は再び試験装置に組み込み、変動応力負荷を続行した。

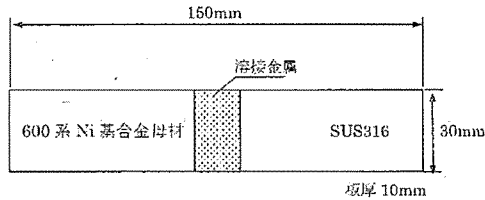


Fig.4 高温保持及び変動応力の影響調査に用いる試験片の形状

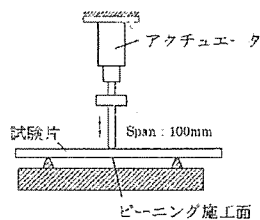


Fig.5 試験片への繰り返し応力負荷を示す模式図

3. 実験結果

3.1 高温保持の影響

Fig.6にWJP施工した600系Ni合金溶接金属を320℃、350℃及び380℃で保持した後の残留応力測定結果を示す。いずれも熱処理初期に応力緩和が確認されたが、その後、残留応力に顕著な変化が

なく、ほぼ一定であることが分かった。初期の応力緩和は加熱による応力再配分や遷移クリープによる弾性歪の減少が原因と考えられる。

これら3水準の試験温度における残留応力の緩和挙動はいずれも類似しており、320~380℃の範囲では緩和量に有意な差がない。この温度範囲におけるクリープ速度が極めて小さく、X線残留応力で定量可能な残留応力緩和が生じないものと考えられる。

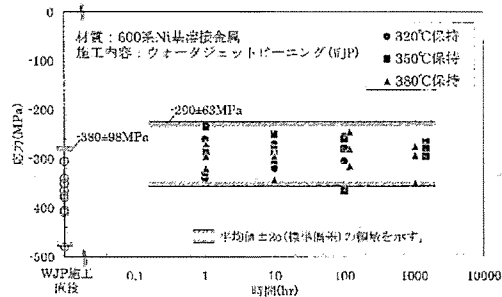


Fig.6 320,350及び380℃における600系Ni合金溶接金属の残留応力測定結果(測定温度は室温)

3.2 高温保持及び応力負荷の影響

応力無負荷の場合と200MPaの引張応力を負荷し続けた場合の表面残留応力の緩和挙動をFig.7に示す。

応力無負荷の場合、温度を室温から360℃へ昇温した際に若干の応力緩和が認められた。これは3.1と同様に加熱による応力再配分、遷移クリープによる弾性歪の減少によって生じたと推定される。しかし、温度が360℃に到達した後は、時間の経過に対して圧縮残留応力の緩和はほぼ認められず一定の残留応力を保持していると考えられた。

引張応力を負荷し続けた場合では、負荷直後に圧縮残留応力は大きく減少した。この減少量は負荷応力200MPaとほぼ等しいと考えられる。その後、昇温や360℃での保持中の応力緩和挙動は応力無負荷場合とほぼ同様であり、明確な緩和がなくほぼ負荷応力分だけ圧縮応力が減少している結果であった。

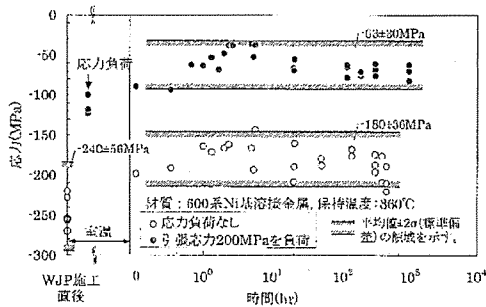


Fig.7 WJP施工した600系Ni基合金母材の残留応力測定結果(測定温度は360°C)

3.3 高温保持及び変動応力の影響

Fig.8に残留応力測定結果を時間に対して示す。なお、WJP施工とUSP施工のケースでは初期の残留応力が異なっているため、同一グラフ上での比較のために初期値に対する比として示した。

変動応力負荷のない場合、ある場合共に圧縮残留応力の大きさは時間の経過に伴い減少する傾向を示し、両者に顕著な相違は認められなかった。

420°Cにおいては、320~380°Cの場合とは異なり、時間に対して比較的明瞭に緩和が継続する傾向を示している。WJP施工したステンレス鋼でも同様に400°C以上ではそれ以下の温度と比べ残留応力速度が明瞭に増す傾向が報告されている[5]。別途実施した本材料のクリープ試験結果では、100°Cの温度加速によってクリープ歪速度は2桁程度増大する結果であり、これに対応した緩和速度の増大が生じたものと考えられる。一方、応力の影響については、本検討で繰り返し負荷した引張応力130MPaは材料の弾性範囲内であるため、残留応力緩和への影響は小さいと推定される。

このような温度加速条件下においても、実機の運転期間中に想定される最大300回の変動応力負荷による残留応力の緩和量は小さく、圧縮残留応力が保持されることが確認できた。

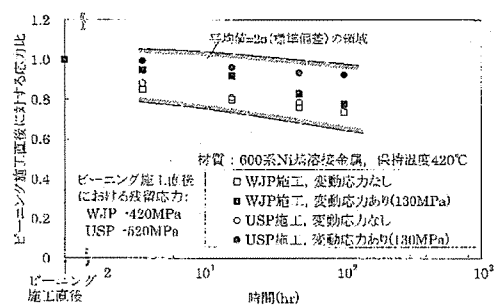


Fig.8 WJPまたはUSP施工後に420°Cで変動応力負荷した場合の残留応力測定結果(測定温度は室温)

4. 結言

WJPまたはUSPを施工した600系Ni基合金を対象に、高温引張条件下における表面の残留応力緩和挙動の緩和挙動を確認した。得られた結果を以下にまとめる。

- (1) 320~380°Cの高温保持中においては、初期に圧縮残留応力の有意な緩和が生じるが、その後は顕著な緩和が生じないことを確認した。
- (2) 実機の定常運転中の発生応力を模擬した弾性範囲内の引張応力を負荷し続けた状態においても、緩和挙動は加速されないことを320°Cでの残留応力測定によって確認した。
- (3) 420°Cにおいて、実機の起動停止に伴う発生応力を模擬した弾性範囲内の応力を繰り返し負荷した場合でも、負荷がない場合と緩和挙動に顕著な差は認められなかった。実機の運転期間中に想定される300回の応力負荷回数での残留応力の緩和量は小さく、圧縮残留応力が保持されることが確認できた。

参考文献

- [1] 河野文紀, 大屋寿三, 沖村浩司, 名倉保身, 太田高裕: 材料力学部門分科会・研究会合同シンポジウム講演論文集, p.199 (2000)
- [2] 沖村浩司, 堀展之, 向井正行, 増本光一郎, 鴨和彦, 黒川政秋: 三菱重工技報 Vol 43, No.4 p.41 (2006),
- [3] O.Vohringer: Institut für Werkstoffkunde I, p.47 (1984)
- [4] H.Holzzapfel, V.Schulze, O.Vohringer, Macherauch: Conf Proc: ICSP-6, p.413 (1996)
- [5] P. Krull, Th. Nitschke-Pagel: Conf Proc: ICSP-7, p.318 (1999)

(平成22年5月31日)

タイトル	摩耗に係る説明
説明	<p>以下について、次ページ以降に示す。</p> <p>別紙 8 - 6 - 1 炉内構造物の制御棒クラスタ案内管および炉内計装用シングルチューブの摩耗</p> <p>別紙 8 - 6 - 2 蒸気発生器 2 次側への異物混入防止対策について</p>

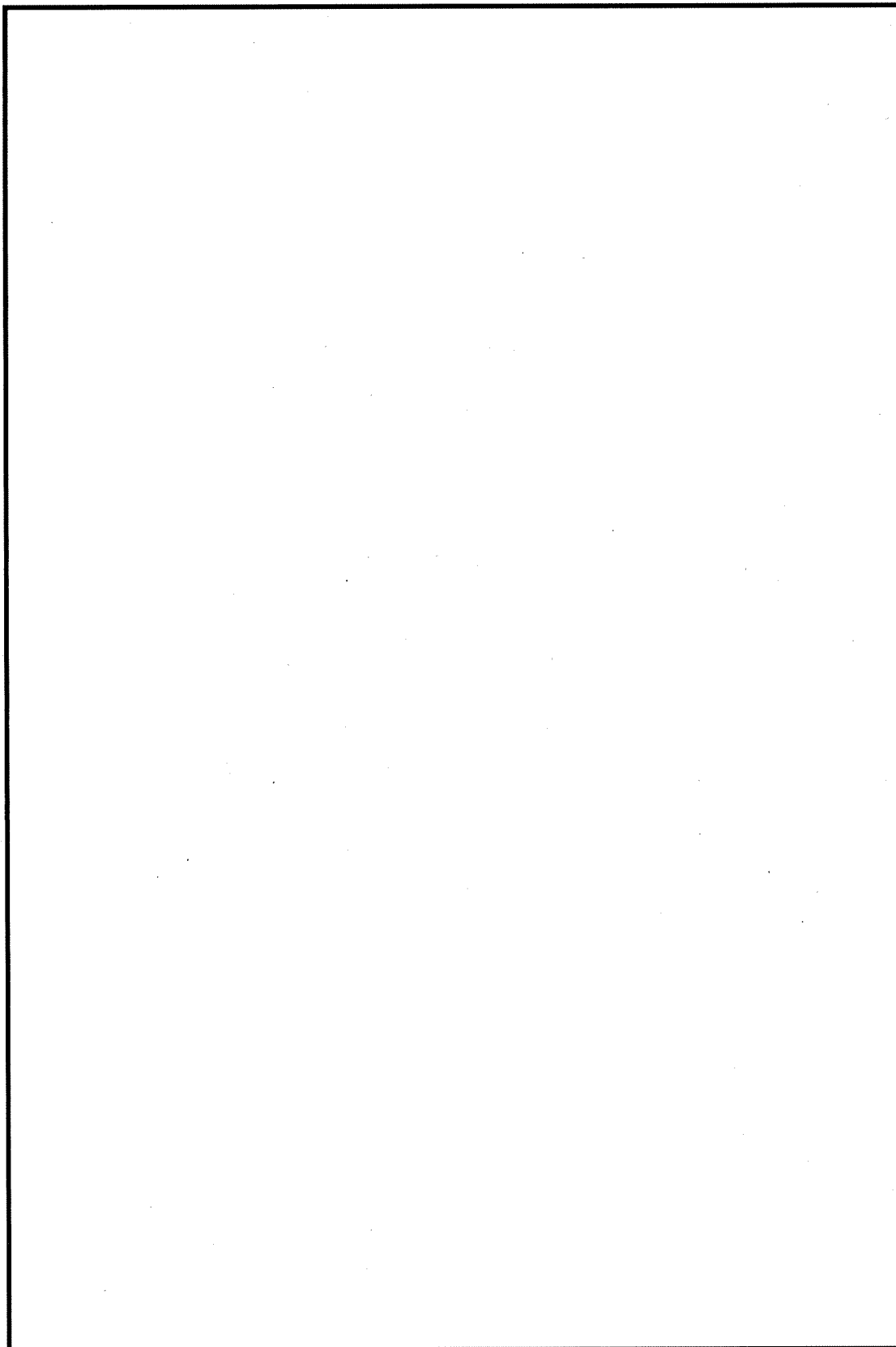
タイトル	炉内構造物制御棒クラスタ案内管（案内板）および炉内計装用シンプルチューブの摩耗について
概要	制御棒クラスタ案内管（案内板）の摩耗について、全制御棒の落下試験の方法（判定基準を含む）、頻度および至近の結果について以下に示す。 炉内計装用シンプルチューブの摩耗について、渦流探傷検査の方法（判定基準を含む）、頻度および至近の結果を以下に示す。
説明	<p>伊方3号炉においては、定期的（1回/1定検）に全制御棒の落下試験を実施しており、制御棒クラスタ全引抜き位置から全ストロークの85%挿入までの時間が判定基準内（2.5秒以下）であることを確認している。</p> <p>至近の検査実績である第16回定期検査（2023年度）において、問題のないことを確認している。</p> <p>炉内計装用シンプルチューブについては、プローブを使用した渦流探傷検査（ECT）を実施しており、減肉信号が [] の減肉深さであることを確認している。なお、処置基準は下記の通り。</p> <div data-bbox="502 1025 1265 1176" style="border: 1px solid black; height: 67px; width: 478px; margin: 10px 0;"></div> <p>渦流探傷検査は 1回/6定検 の頻度で実施している。</p> <p>至近の検査実績である第15回定期検査（2019年度）において、処置基準 [] を超える減肉はないことを確認している。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

<p>タイトル</p>	<p>蒸気発生器 2 次側への異物混入防止対策について</p>
<p>概要</p>	<p>蒸気発生器 2 次側への異物混入防止対策とその有効性について、以下に示す。</p>
<p>説明</p>	<p>蒸気発生器 2 次側への異物混入防止対策として、伊方発電所 施設管理内規 細則-5 異物混入防止管理細則に基づき、機器内部への異物混入、異物残留を防止している。</p> <p>また、作業要領書において各作業ステップにて異物混入に関する以下の注意事項を記載している。</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 持込品員数管理チェックシートを使用した員数管理 (2) ハンドホール開放後は仮蓋を使用し、作業員不在時の異物管理を実施する。 (3) 最終異物確認時において、直接目視による確認が困難な場合はハンドミラー、ライトを使用し、確実に異物管理を行うこと。 <p>結果、これまでの蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査において、有意な指示のないことを確認している。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

タイトル	スケール付着に係る説明
説明	<p>以下について、次ページ以降に示す。</p> <p>別紙 8-7-1 多管円筒形熱交換器伝熱管のスケール付着 別紙 8-7-2 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査 別紙 8-7-3 蒸気発生器管支持板穴のスケール付着</p>

タイトル	多管円筒形熱交換器伝熱管のスケール付着
概要	伝熱管のスケール付着について、伝熱管洗浄の例として原子炉補機冷却水冷却器伝熱管の洗浄の方法及び頻度、再生熱交換器の運転中のパラメータ監視による健全性確認の方法を示す。
説明	<p>原子炉補機冷却水冷却器伝熱管の洗浄は定期的（1回／2定検）に実施しており、伝熱性能を維持している。洗浄方法を添付1に示す。</p> <p>再生熱交換器の運転中のパラメータ監視としては、定期的（1回／1か月）に熱交換器の出入口温度（抽出側および充てん側）を監視しており、伝熱性能を確認している。なお、管側流体および胴側流体は、1次冷却材であり、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。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

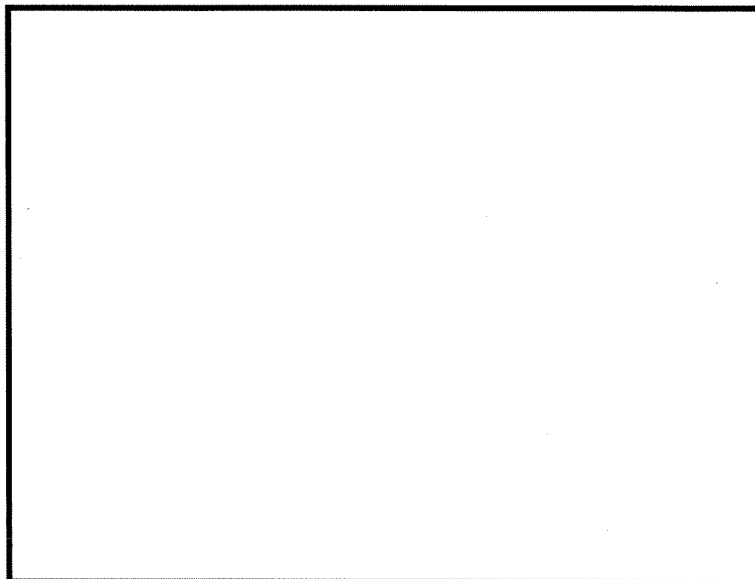
伊方発電所 3号機 原子炉補機冷却水冷却器点検 標準作業要領書 (抜粋)



タイトル	蒸気発生器管支持板穴のスケール付着
概要	管支持板穴のスケール付着について、傾向監視結果を示す。
説明	<p>管支持板スケール付着については渦流探傷検査によるBEC穴閉塞率評価を実施している。評価結果を添付1に示す。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

2023年 8 月 伊方 3 号機 蒸気発生器管支持板 B E C 閉塞率評価業務 (2023年度) 委託報告書 (抜粋)

各管支持板における平均 BEC 穴閉塞率 (%)
(伊方 3 号炉 A-SG 第 7 ~ 第 1 管支持板)



タイトル	マルテンサイト系ステンレス鋼の熱時効に係る説明
説明	<p data-bbox="432 495 879 533">以下について、次ページ以降に示す。</p> <p data-bbox="432 589 1193 624">別紙 8 - 8 - 1 弁のマルテンサイト系ステンレス鋼の熱時効</p>

タイトル	弁のマルテンサイト系ステンレス鋼の熱時効
概要	弁のマルテンサイト系ステンレス鋼の熱時効に対する考え方を以下に示す。
説明	<p>海外では析出硬化型のマルテンサイト系ステンレス鋼において、熱時効を伴う損傷事象が報告されている。弁については、析出硬化型のマルテンサイト系ステンレス鋼の使用部位があることから、以下のとおり熱時効に対する考え方を整理する。</p> <p>マルテンサイト系ステンレス鋼については、IAEAのInternational Generic Ageing Lessons Learned (IGALL)の「TLAA 122 THERMAL AGEING OF MARTENSITIC STAINLESS STEELS」において、250℃を超える使用温度環境で熱時効の懸念があることが示されている。</p> <p>マルテンサイト系ステンレス鋼の熱時効は、ステンレス鋼鋳鋼の熱時効と同様、材料の靱性が低下する事象であることから、「日本原子力学会 原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008 (AESJ-SC-P005:2008)」(以下「学会標準」)におけるステンレス鋼鋳鋼の熱時効の評価対象の抽出方法「C.5.2 評価対象」を準用し、以下の条件の全てに該当する部位に対しては評価対象として抽出が必要と考えている。</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 使用温度が250℃以上の部位 b. 亀裂の原因となる経年劣化事象の発生が想定される部位 c. 定期的な目視などの点検による亀裂発生の確認を行っていない部位 <p>使用温度が250℃以上の弁のうち、マルテンサイト系ステンレス鋼が使用されており、学会標準の経年劣化メカニズムまとめ表(改訂版含む)で亀裂の原因となる経年劣化事象の発生が想定される部位(上記a, b項)としては、弁棒(応力腐食割れを想定)が挙げられる。ただし、弁棒については、弁開時に過度な応力が負荷されない運用を行っている。</p> <p>また、弁棒は定期的な分解点検時に浸透探傷検査を実施していることから、亀裂発生の確認を行っていない部位(上記c項)には該当しない。</p> <p>以上より、全ての条件に該当する部位は存在しないことから、弁のマルテンサイト系ステンレス鋼については、熱時効の評価は不要と判断している。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

伊方発電所3号炉審査資料	
資料番号	SIN3-PLM30-疲労

伊方発電所3号炉 高経年化技術評価
(低サイクル疲労)

補足説明資料

令和5年11月
四国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る
事項ですので公開することはできません。

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 評価対象と評価手法	3
3.1 評価対象	3
3.2 評価手法	4
4. 代表機器の技術評価	5
4.1 健全性評価	5
4.2 現状保全	17
4.3 総合評価	18
4.4 高経年化への対応	18
5. 代表機器以外の技術評価	19
5.1 健全性評価	19
5.2 現状保全	21
5.3 総合評価	22
5.4 高経年化への対応	22
6. まとめ	23
6.1 審査ガイド適合性	23
6.2 長期施設管理に関する方針として策定する事項	24

別紙

別紙1. 過渡回数推定値の算出方針について	1-1
別紙2. 建設時に考慮されていない低サイクル応力変動の抽出プロセスについて	2-1
別紙3. 原子炉容器の疲労累積係数の算出根拠について	3-1
別紙4. クラッドにより環境疲労評価不要とする部位のクラッド確認について	4-1
別紙5. 環境疲労評価で考慮している溶存酸素濃度について	5-1
別紙6. 環境疲労評価手法における環境効果補正係数の算出方法について	6-1
別紙7. 代表機器以外の疲労累積係数の算出根拠について	7-1
別紙8. 詳細評価法による環境効果補正係数の算出手順について	8-1
別紙9. 有限要素法解析における応力分類について	9-1

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第 82 条第 1 項の規定に基づき実施した、運転を断続的に行うことを前提とした高経年化技術評価のうち、低サイクル疲労の評価結果について、補足説明するものである。

低サイクル疲労とは、プラントの起動・停止時等に受ける温度・圧力変化により、機器の構造不連続部等に局所的に大きな応力変動が生じ、それが供用期間中に繰り返された場合に、疲労割れの発生に至る可能性がある劣化事象である。

このような応力変動による影響について、これまでの運転実績をもとに疲労割れの発生の有無について評価を実施した。

ここでは、原子炉容器を代表とし、具体的な評価を「4. 代表機器の技術評価」に、その他の評価対象については、「5. 代表機器以外の技術評価」にて評価を実施する。

2. 基本方針

低サイクル疲労に対する評価の基本方針は、「実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド」および「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド」の記載事項（以下、「審査ガイド等記載事項」という。）を踏まえ、評価機器について運転開始後 60 年時点までの期間における低サイクル疲労に対して、高経年化に関する技術評価を適切に実施し、その結果に基づき長期施設管理方針を適切に策定していることを確認することである。

低サイクル疲労についての審査ガイド等記載事項を表 1 に整理する。

表1 低サイクル疲労についての審査ガイド等記載事項

ガイド	記載事項
<p>実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド</p>	<p>3. 高経年化技術評価等の審査の視点・着眼点</p> <p>(1) 高経年化技術評価の審査</p> <p>⑫健全性の評価 実施ガイド3. 1 ⑤に規定する期間の満了日までの期間について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の発生又は進展に係る健全性を評価していることを審査する。</p> <p>⑬現状保全の評価 健全性評価結果から現状の保全策の妥当性が評価されていることを審査する。</p> <p>⑭追加保全策の抽出 現状保全の評価結果から、現状保全に追加する必要がある新たな保全策が抽出されていることを審査する。</p> <p>(2) 長期施設管理方針の審査</p> <p>①長期施設管理方針の策定 すべての追加保全策について長期保守管理方針として策定されているかを審査する。</p>
<p>実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド</p>	<p>3. 1 高経年化技術評価の実施及び見直し 高経年化技術評価の実施及び見直しに当たっては、以下の要求事項を満たすこと。</p> <p>⑤抽出された高経年化対策上着目すべき経年劣化事象について、以下に規定する期間の満了日までの期間について機器・構造物の健全性評価を行うとともに、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策（以下「追加保全策」という。）を抽出すること。</p> <p>イ 実用炉規則第82条第1項の規定に基づく高経年化技術評価プラントの運転を開始した日から60年間</p> <p>3. 2 長期施設管理方針の策定及び変更 長期施設管理方針の策定及び変更にあたっては、以下の要求事項を満たすこと。</p> <p>①高経年化技術評価の結果抽出された全ての追加保全策（発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提として抽出されたもの及び冷温停止状態が維持されることを前提として抽出されたものの全て。）について、発電用原子炉ごとに、施設管理の項目及び当該項目ごとの実施時期を規定した長期施設管理方針を策定すること。</p> <p>なお、高経年化技術評価の結果抽出された追加保全策について、発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提とした評価から抽出されたものと冷温停止状態が維持されることを前提とした評価から抽出されたもの間で、その対象の経年劣化事象及び機器・構造物の部位が重複するものについては、双方の追加保全策を踏まえた保守的な長期施設管理方針を策定すること。</p>

3. 評価対象と評価手法

3.1 評価対象

低サイクル疲労が想定される機器は多数存在するが、高経年化技術評価では評価対象となる機器の中から代表機器を選定して評価を行う。評価対象機器、代表機器は以下の条件に該当する機器を抽出する。

① 低サイクル疲労に係る評価対象設備

プラントの起動・停止時等に温度・圧力変化の影響を受ける機器を評価対象として抽出している。

② 対象設備のグループ化及び代表機器の選定

高経年化技術評価では、評価対象機器を構造（型式等）、使用環境（内部流体等）、材料に応じてグループ化を行っており、設備の重要度（高い）、使用条件（温度、圧力が高い）等を考慮してグループ内代表機器を選定している。

以降の説明では、②で選ばれた低サイクル疲労が想定されるグループ内代表機器のうち、1機器を代表機器として評価の詳細を説明する。

ここでは、プラント安全上最も重要と考える「原子炉容器」を代表機器として選定し、具体的な評価結果を「4. 代表機器の技術評価」に示す。

なお、原子炉容器以外の機器の評価結果については「5. 代表機器以外の技術評価」に示す。

3.2 評価手法

(1) 低サイクル疲労評価のフロー

低サイクル疲労の技術評価のフローを図1に示す。

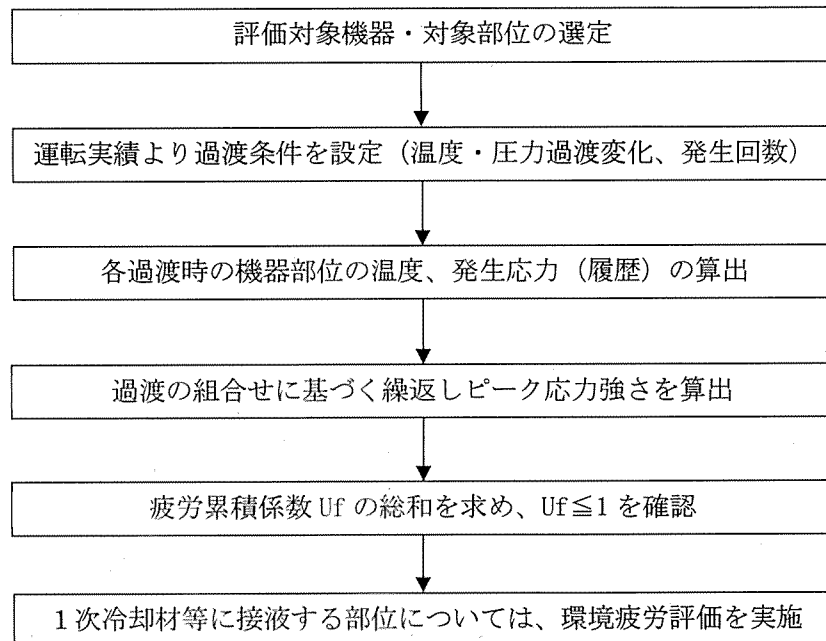


図1 低サイクル疲労の技術評価フロー

(2) 適用規格

低サイクル疲労の評価に用いた規格及び評価手法を以下に示す。

- ① 「日本原子力学会 原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008 (AESJ-SC-P005 : 2008)」 (以下、「実施基準」という。)
- ② 「日本機械学会 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007) (以下、「設計・建設規格」という。)
- ③ 「日本機械学会 環境疲労評価手法 (JSME S NF1-2009)」 (以下、「環境疲労評価手法」という。)

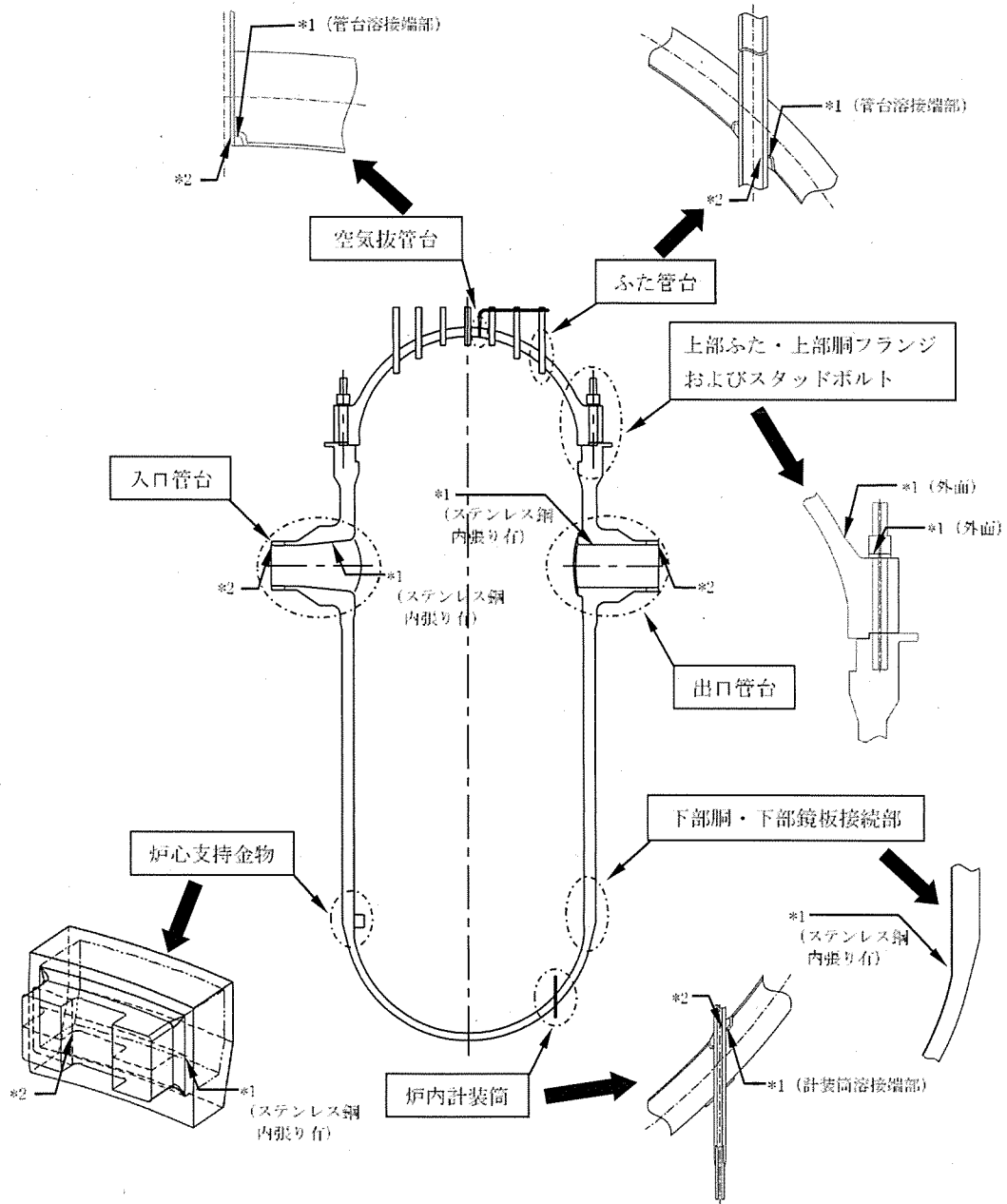
4. 代表機器の技術評価

4.1 健全性評価

(1) 原子炉容器

(a) 評価対象部位の選定

原子炉容器の評価対象部位を図2に、選定理由を表2に示す。



*1: 「設計・建設規格」に基づく疲労評価対象部位(最大) (非接液部の場合は () 内に理由を記載)
 *2: 「環境疲労評価手法」に基づく疲労評価対象部位(最大) (接液部が対象)

図2 原子炉容器の疲労評価対象部位

表2 対象部位の選定理由

対象機器・部位	選定理由	
原子炉容器	入口管台	建設時工認評価部位
	出口管台	建設時工認評価部位
	ふた管台	建設時工認評価部位
	空気抜管台	原子炉容器上部ふた取替工事工認評価部位
	炉内計装筒	建設時工認評価部位
	上部ふたおよび上部胴フランジ	建設時工認評価部位
	下部胴・下部鏡板接続部	建設時工認評価部位
	炉心支持金物	建設時工認評価部位
	スタッドボルト	建設時工認評価部位

(b) 過渡条件の設定

各過渡条件の繰返し回数は「実施基準」に基づき、運転実績に基づく2019年度末までの過渡回数を用い、運転開始後60年時点の過渡回数を推定する。

過渡回数策定方針特記事項を表3に、評価用過渡回数の略式図を図3に、実績過渡回数及び年平均過渡回数の算出における評価上の取り扱いを図4に、疲労評価に用いた過渡回数を表4に示す。

具体的には以下に示す計算方法に基づき未取替機器（上部ふた、ふた管台、空気抜管台以外）、取替機器（上部ふた、ふた管台、空気抜管台）、スタッドボルトの3種の過渡回数を設定する。

なお、設定する過渡は運転状態Ⅰ（通常運転時の運転状態）、運転状態Ⅱ（供用期間中に予想される機器の単一故障等による通常運転状態からの逸脱状態）とした。

① 未取替機器

$$\begin{aligned} 60 \text{ 年時点過渡回数} &= \text{実績過渡回数} + \text{推定過渡回数} \\ &\geq \text{実績過渡回数} + (\text{実績過渡回数に基づく1年間当たりの平均過渡回数}) \\ &\quad \times \text{余裕}(1.5) \times \text{残年数} \end{aligned}$$

② 取替機器（上部ふた、ふた管台、空気抜管台）

$$\begin{aligned} 60 \text{ 年時点過渡回数} &= \text{実績過渡回数} + \text{推定過渡回数} \\ &\geq \text{取替後実績過渡回数} + (\text{未取替機器の1年間当たり平均過渡回数}) \\ &\quad \times \text{余裕}(1.5) \times \text{残年数} \end{aligned}$$

また、過渡回数推定値の算出方針について別紙1に、建設時に考慮されていない低サイクル応力変動の抽出プロセスについて別紙2示す。

表 3 過渡回数策定方針特記事項

項目		内容
1	定常負荷運転時の変動	有意な変動は生じていないことから、カウントしない。
2	未経験過渡回数	電力共通研究「応力解析手法の高度化」のデータを使用する。
3	5%/min 負荷上昇、減少の平均過渡回数	稼働率向上を考慮すると、ステムフリー試験回数が増加するため、負荷上昇、減少の平均回数は <input type="text"/> とする。
4	起動・停止 (温度上昇・下降 55.6°C/h)	起動・停止回数が異なる場合は、保守側に回数が多いほうに設定した。 なお、過渡変化率は、評価上最も厳しい設計過渡条件としており、十分保守的な値を設定した。
5	燃料交換	計算上は 0.70 回/年であるが、 <input type="text"/> とする。
6	タービン回転試験	プラント建設時の機能試験に係る過渡のため、今後は発生しない。
7	取替機器の実績過渡	原子炉容器上部ふたは第 14 回定検 (2017~2018 年度) の取替後、2019 年度末までの実績過渡で評価する。
8	スタッドボルト及び取替機器の平均過渡回数について	平均過渡回数は未取替機器と同様(スタッドボルトの起動・停止及び 1 次系漏洩試験を除く)とする。
9	試運転の実績過渡回数	実績過渡回数に含めるが、試運転過渡事象は試運転時特有のものであり、年平均過渡回数の算定には含めない。
10	2011 年 5 月以降に発生した過渡の扱い	実績過渡回数に含めるが、福島第一原子力発電所事故発生以降に最初にプラント停止した時点 (2011 年 5 月) 以降の過渡は特有のものであり、年平均過渡回数の算定には含めない。
11	推定過渡回数の算出に用いる残年数	評価上、実績過渡回数調査時点 (2019 年度末) から運転開始後 60 年時点までの期間を残年数とする。
12	評価用過渡回数の余裕	評価用過渡回数は、年平均過渡回数に残年数を掛けた値に十分な余裕 (×1.5) を考慮し設定する。

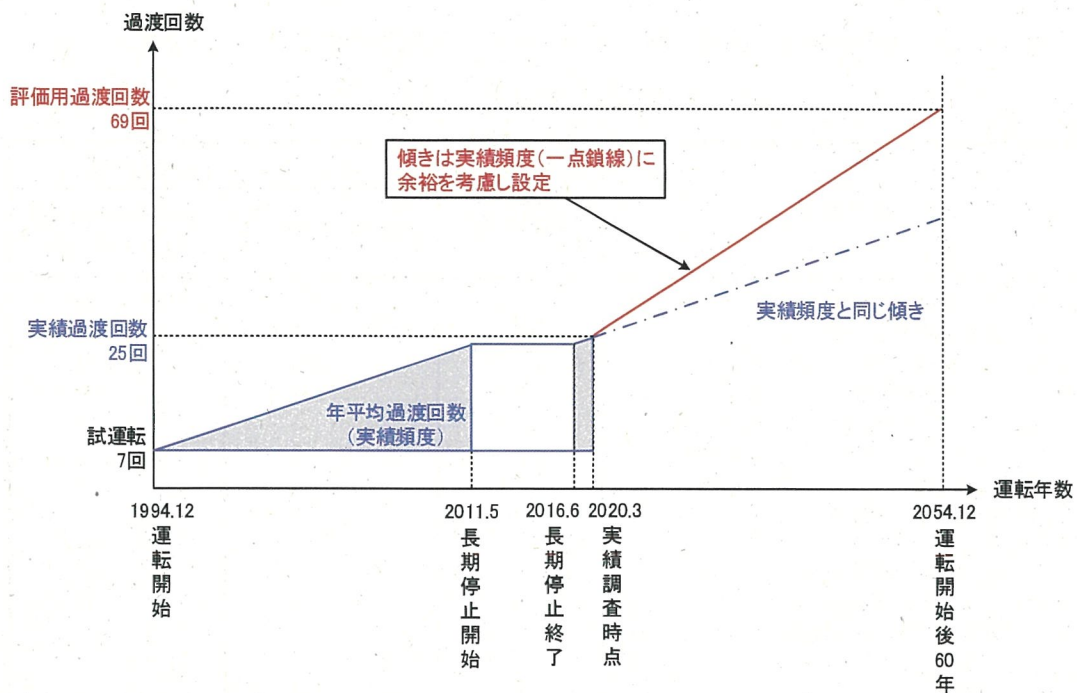


図3 評価用過渡回数の略式図(停止の例)

	営業運転 開始時点 1994.12.15	福島第一原子 力発電所事故 後の長期停止 期間開始 2011.5	福島第一原子 力発電所事故 後の長期停止 期間終了 2016.6	現時点 (実績調査時点) 2020.3.31	運転開始後 60年時点 2054.12.14
実際の 運転状況		2011.4.29 通常の 断続運転	2016.8.16 13回 定検		通常の 断続運転
評価上の 取扱い		① (16.5年)	② (5年)	① (4年)	③ (34.5年)
<p>① 通常の断続運転状態の期間であるため、この期間に発生した過渡の回数を実績値としてカウントするとともに、年平均過渡回数の算出に考慮している。</p> <p>② 福島第一原子力発電所事故後の長期停止期間であるため、この期間に発生した過渡の回数を実績値としてはカウントするが、年平均過渡回数の算出には考慮しない。</p> <p>③ 評価上、通常の断続運転状態が継続している期間として取り扱い、①の期間における年平均過渡回数に余裕を考慮した頻度で過渡が発生するものと想定する。</p>					

図4 実績過渡回数及び年平均過渡回数の算出における評価上の取り扱い

表 4(1/3) 未取替機器（上部ふた、ふた管台、空気抜管台およびスタッドボルトを除く）の疲労評価に用いた過渡回数

運転状態 I

過渡項目	過渡回数 特記事項	運転実績に基づく過渡回数	
		2019年度末時点	運転開始後60年 時点の推定値
起動（温度上昇率55.6℃/h）	4、9	25	69
停止（温度下降率55.6℃/h）	4、9	25	69
負荷上昇（負荷上昇率5%/min）	3、9	164	843
負荷減少（負荷減少率5%/min）	3、9	157	836
90%から100%へのステップ状負荷上昇	2、9	3	5
100%から90%へのステップ状負荷減少	2、9	3	5
100%からの大きいステップ状負荷減少	2、9	2	5
定常負荷運転時の変動*1	1	—	—
燃料交換	5、9	16	69
0%から15%への負荷上昇	9	25	67
15%から0%への負荷減少	9	19	64
1 ループ停止 / 1 ループ起動			
I) 停止	2	0	2
II) 起動	2	0	2

運転状態 II

過渡項目	過渡回数 特記事項	運転実績に基づく過渡回数	
		2019年度末時点	運転開始後60年 時点の推定値
負荷の喪失	2、9	4	7
外部電源喪失	2、9	1	5
1次冷却材流量の部分喪失	2	0	2
100%からの原子炉トリップ			
I) 不注意な冷却を伴わないトリップ	2、9	1	8
II) 不注意な冷却を伴うトリップ	2	0	2
III) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ	2	0	2
1次冷却系の異常な減圧	2	0	2
制御棒クラスタの落下	2	0	3
出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	2	0	2
1次冷却系停止ループの誤起動	2	0	2
タービン回転試験	6、9	5	5
1次系漏えい試験	9	21	61

*1：設計評価においては、1次冷却材温度は±1.7℃、1次冷却材圧力は±0.34MPaの変動があるものとしているが、この過渡項目の疲労累積係数への寄与は小さく、また、実際には通常運転中のゆらぎとして、このような変動は生じていない。

*2：過渡回数特記事項10、11、12は記載省略。

表 4(2/3) 取替機器（上部ふた、ふた管台、空気抜管台）の疲労評価に用いた過渡回数

運転状態 I

過渡項目	過渡回数 特記事項*2	運転実績に基づく過渡回数	
		2019年度末時点	運転開始後60年 時点の推定値*3
起動（温度上昇率55.6℃/h）	4	2	46
停止（温度下降率55.6℃/h）	4	2	46
負荷上昇（負荷上昇率5%/min）	3	8	687
負荷減少（負荷減少率5%/min）	3	8	687
90%から100%へのステップ状負荷上昇	—	0	2
100%から90%へのステップ状負荷減少	—	0	2
100%からの大きいステップ状負荷減少	—	0	3
定常負荷運転時の変動*1	1	—	—
燃料交換	5	0	53
0%から15%への負荷上昇	—	1	43
15%から0%への負荷減少	—	1	46
1 ループ停止 / 1 ループ起動			
I) 停止	—	0	2
II) 起動	—	0	2

運転状態 II

過渡項目	過渡回数 特記事項	運転実績に基づく過渡回数	
		2019年度末時点	運転開始後60年 時点の推定値*3
負荷の喪失	—	0	3
外部電源喪失	—	0	4
1次冷却材流量の部分喪失	—	0	2
100%からの原子炉トリップ			
I) 不注意な冷却を伴わないトリップ	—	0	7
II) 不注意な冷却を伴うトリップ	—	0	2
III) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ	—	0	2
1次冷却系の異常な減圧	—	0	2
制御棒クラスタの落下	—	0	3
出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	—	0	2
1次冷却系停止ループの誤起動	—	0	2
タービン回転試験	6	0	0
1次系漏えい試験	—	1	41

*1：設計評価においては、1次冷却材温度は±1.7℃、1次冷却材圧力は±0.34MPaの変動があるものとしているが、この過渡項目の疲労累積係数への寄与は小さく、また、実際には通常運転中のゆらぎとして、このような変動は生じていない。

*2：過渡回数特記事項7、8、10、11、12は記載省略。

*3：運転開始後24年時点での上部ふた取替に伴い、プラント運転開始後60年時点の過渡回数としては、上部ふた取替からプラント運転開始後60年時点までの年数である36年間の過渡回数とした。

表 4(3/3) スタッドボルトの疲労評価に用いた過渡回数

運転状態 I

過渡項目	過渡回数 特記事項*2	運転実績に基づく過渡回数	
		2019年度末時点	運転開始後60年 時点の推定値
起動 (温度上昇率55.6°C/h)	4、9	28	77
停止 (温度下降率55.6°C/h)	4、9	28	77
負荷上昇 (負荷上昇率5%/min)	3、9	164	843
負荷減少 (負荷減少率5%/min)	3、9	157	836
90%から100%へのステップ状負荷上昇	2、9	3	5
100%から90%へのステップ状負荷減少	2、9	3	5
100%からの大きいステップ状負荷減少	2、9	2	5
定常負荷運転時の変動*1	1	—	—
燃料交換	5、9	16	69
0%から15%への負荷上昇	9	25	67
15%から0%への負荷減少	9	19	64
1 ループ停止 / 1 ループ起動			
I) 停止	2	0	2
II) 起動	2	0	2

運転状態 II

過渡項目	過渡回数 特記事項	運転実績に基づく過渡回数	
		2019年度末時点	運転開始後60年 時点の推定値
負荷の喪失	2、9	4	7
外部電源喪失	2、9	1	5
1次冷却材流量の部分喪失	2	0	2
100%からの原子炉トリップ			
I) 不注意な冷却を伴わないトリップ	2、9	1	8
II) 不注意な冷却を伴うトリップ	2	0	2
III) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ	2	0	2
1次冷却系の異常な減圧	2	0	2
制御棒クラスタの落下	2	0	3
出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	2	0	2
1次冷却系停止ループの誤起動	2	0	2
タービン回転試験	6、9	5	5
1次系漏えい試験	9	21	61

*1: 設計評価においては、1次冷却材温度は±1.7°C、1次冷却材圧力は±0.34MPaの変動があるものとして
ているが、この過渡項目の疲労累積係数への寄与は小さく、また、実際には通常運転中のゆらぎとし
て、このような変動は生じていない。

*2: 過渡回数特記事項8、10、11、12は記載省略。

(c) 応力解析、疲労累積係数算出

原子炉容器各部位（スタッドボルトを除く）の健全性評価は、設計・建設規格の規定に従い、大気環境中の疲労評価を行う。

供用状態A、B（運転状態I、II）の過渡条件に対し、P（圧力）、O（熱過渡）、M（機械的荷重）、D（自重）、T（熱膨張荷重）の各荷重を考慮して、応力解析を行い、過渡条件の組合せを考慮して疲労累積係数（ U_f ）を算出する。

接液部に対しては、環境疲労評価手法に従い、環境効果補正係数（ F_{en} ）を算出し、環境効果を考慮した疲労累積係数（ U_{en} ）を算出する。

スタッドボルトの健全性評価については、設計・建設規格の規定に従い、疲労評価を行う。

供用状態A、B（運転状態I、II）の過渡条件に対して、P（圧力）、O（熱過渡）、M（機械的荷重）の各荷重を考慮して、応力解析を行い、過渡条件の組合せを考慮して疲労累積係数（ U_f ）を算出する。

それぞれの疲労評価の解析フローを図5に示す。

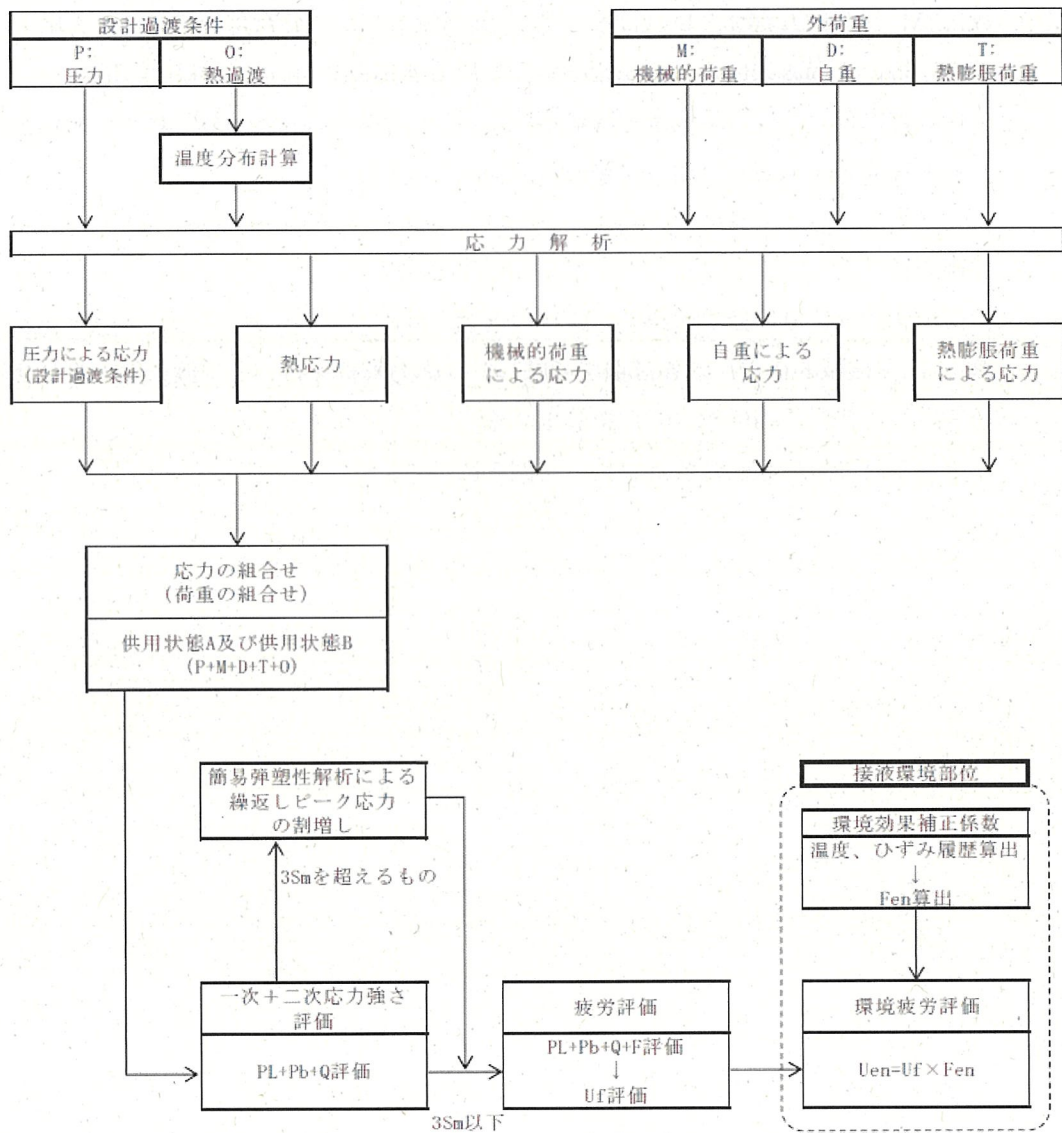


図 5(1/2) 疲労評価の解析フロー (スタッドボルトを除く部位)

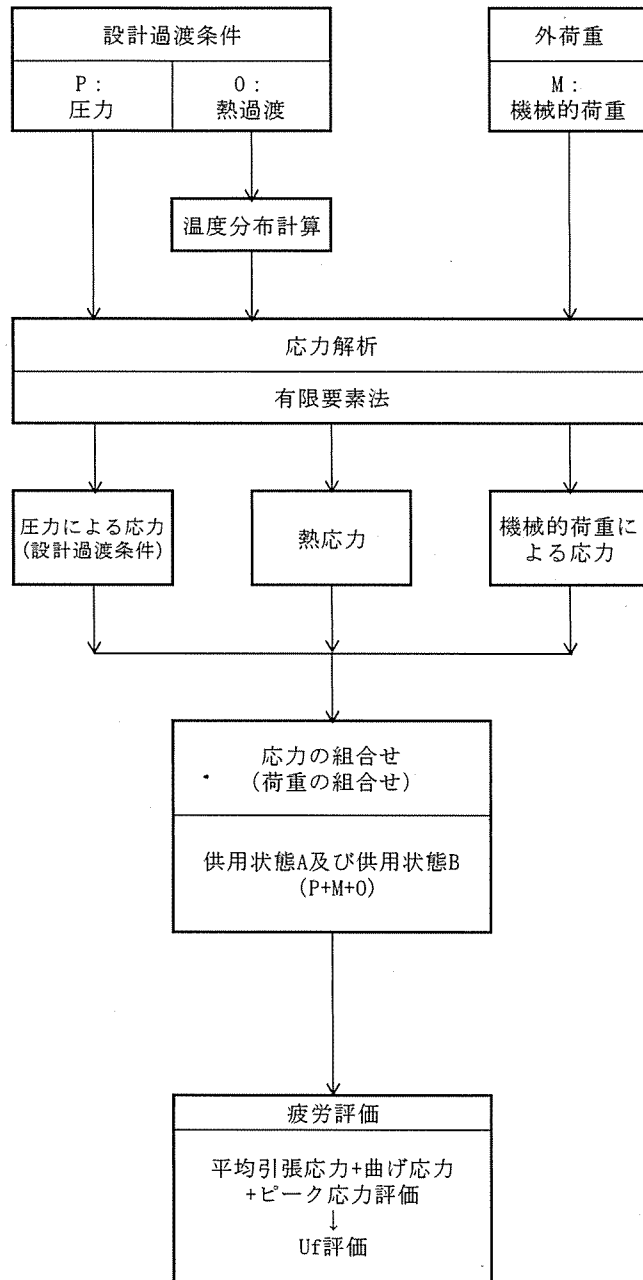


図 5(2/2) 疲労評価の解析フロー (スタッドボルト)

(d) 評価結果

設計・建設規格に基づき、大気環境中での疲労評価を行った結果、疲労累積係数(Uf)が1を下回ることを確認した。

さらに、接液環境にある評価点について環境疲労評価手法に基づき、接液環境を考慮した疲労評価を行った結果、疲労累積係数(Uen)が1を下回ることを確認した。

原子炉容器の疲労評価結果を表5に示す。

また、原子炉容器の疲労累積係数の算出根拠について別紙3、クラッドにより環境疲労評価不要とする部位のクラッド確認について別紙4に示す。

表5 原子炉容器の疲労評価結果

評価対象部位	疲労累積係数 (許容値：1以下)	
	設計・建設規格 による解析	環境疲労評価手法 による解析
入口管台	0.038	0.001*2
出口管台	0.047	0.001*2
ふた管台*1	0.074	0.003*2
空気抜管台*1	0.038	0.001*2
炉内計装筒	0.196	0.003*2
上部ふた*1および上部胴フランジ	0.008	—*3
下部胴・下部鏡板接続部	0.004	—*3
炉心支持金物	0.005	0.001*2
スタッドボルト	0.362	—*3

*1：第14回定期検査時（2017～2018年度）に原子炉容器上部ふたを取替えているため、36年間の過渡回数を基に算出した。

*2：炉水環境にあり、かつ疲労評価上最も厳しい箇所について評価を実施しており、疲労評価対象箇所と異なる。

*3：非接液部。

4.2 現状保全

原子炉容器の評価対象部位における疲労割れに対する保全は、原子力規制委員会文書「実用発電用原子炉及びその付属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈の制定について」（平成26年8月6日付け原規技発第1408063号）及び「日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格」に従った検査プログラム、試験方法及び試験範囲で供用期間中検査として超音波探傷検査、浸透探傷検査、目視確認（VT-1、VT-2、VT-3）を実施し、健全性を確認している。

原子炉容器内面の内張りに対しては、定期的目視確認を実施し、内張りの損傷などの異常の有無を確認しており、これまでの点検の結果、問題のないことを確認できている。

なお、低サイクル疲労の予防保全の観点から行っている工事は無い。

原子炉容器の供用期間中検査の内容を表6に示す。

表6 原子炉容器の供用期間中検査の内容

部位	検査部位	検査内容	検査範囲 / 頻度	至近の検査実績	検査結果
入口管台	内面コーナー、セーフエンドとの溶接部、胴との溶接部	超音波探傷検査 浸透探傷検査	100%/10年	第16回定期検査	良
出口管台	内面コーナー、セーフエンドとの溶接部、胴との溶接部	超音波探傷検査 浸透探傷検査	100%/10年	第15回定期検査	良
ふた管台	制御棒クラスタ駆動装置ハウジングとの溶接部	浸透探傷検査	25%/10年	—	—
空気抜管台	上部ふたの貫通部	漏えい検査による目視確認（VT-2）	毎定検	第16回定期検査	良
炉内計装筒	下部鏡板の貫通部	ベアメタル検査*	100%/5年	第15回定期検査	良
上部胴フランジ	溶接部	超音波探傷検査	100%/10年	第13回定期検査	良
下部胴・下部鏡板接続部	溶接部	超音波探傷検査	100%/10年	第13回定期検査	良
炉心支持金物	胴との溶接部	目視確認（VT-3）	100%/10年	第13回定期検査	良
スタッドボルト	ボルト本体	超音波探傷検査	100%/10年	第16回定期検査	良
	ナット	目視確認（VT-1）	100%/10年	第16回定期検査	良

*ベアメタル検査：加圧水型軽水炉の一次冷却材圧力バウンダリにおけるNi基合金使用部位に係る検査で、保温材をはがして地金にホウ酸の付着がないかを目視により確認する。

4.3 総合評価

劣化が進展すると仮定した場合における運転開始後 60 年間の供用を想定した原子炉容器の疲労評価結果は、疲労累積係数が 1 を下回り、疲労割れの発生が問題となる可能性はないと考える。ただし、疲労評価は実過渡回数に依存するため、今後も実過渡回数を把握し評価する必要がある。

また、疲労割れは超音波探傷検査等により、原子炉容器内面の内張りの欠陥については、有意な異常のないことを目視確認により検知可能であり、点検手法として適切である。

4.4 高経年化への対応

低サイクル疲労については、実績過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

5. 代表機器以外の技術評価

5.1 健全性評価

代表機器以外の機器についての評価結果一覧を表7に示す。

また、クラッドにより環境疲労評価不要とする部位のクラッド確認について別紙4、環境疲労評価で考慮している溶存酸素濃度について別紙5、環境疲労評価手法における環境効果補正係数の算出方法について別紙6、代表機器以外の疲労累積係数の算出根拠について別紙7に示す。

表7(1/2) 代表機器以外の機器についての評価結果一覧

評価対象機器、部位			疲労累積係数 (許容値：1以下)	
			設計・建設規格 による解析	環境疲労評価手 法による解析
ポン プ	余熱除去ポンプ	ケーシング	0.074	0.110 ^{*1}
	1次冷却材ポンプ	ケーシング吸込ノズル	0.001	0.001
		ケーシング吐出ノズル	0.093	0.588 ^{*1}
		ケーシング脚部	0.096	0.588 ^{*1}
熱 交 換 器	再生熱交換器	管板部	0.088	0.425
	余熱除去冷却器	管板部	0.032	0.042
	蒸気発生器	管板まわり	0.157	0.181 ^{*1}
		給水入口管台	0.159	0.851 ^{*2}
容 器	加圧器	スプレイライン用管台	0.045	0.051 ^{*1*2}
		サージ用管台	0.021	0.135
	機械ペネトレーション	余熱除去出口配管貫通部端板	0.000	— ^{*3}
		主蒸気管貫通部伸縮継手	0.017	— ^{*3}
		主給水管貫通部伸縮継手	0.146	— ^{*3}

*1：接液部のうち疲労評価上最も厳しい箇所について評価を実施しており、設計・建設規格の疲労評価対象箇所と異なる。

*2：熱成層による発生応力を含めた解析であり、3次元有限要素法を用いた評価である。また、熱成層を考慮した応力評価の結果最も厳しい箇所について評価しており、設計・建設規格の疲労評価対象箇所と異なる。

*3：非接液部。

表7(2/2) 代表機器以外の機器についての評価結果一覧

評価対象機器、部位			疲労累積係数 (許容値：1以下)	
			設計・建設規格 による解析	環境疲労評価手 法による解析
配管	ステンレス鋼配管	余熱除去系統配管 「1次冷却材管低温側入口 第2逆止弁～1次冷却材管 低温側余熱除去系戻り管 台」	0.005	0.099
		余熱除去系統配管 「1次冷却材管高温側余熱 除去系第2入口弁～原子炉 格納容器貫通部」	0.006	0.038
		加圧器サージ配管	0.006	0.011*2
		加圧器スプレイ配管	0.009	0.174*2
	炭素鋼配管	主給水系統配管 「原子炉格納容器貫通部～ 蒸気発生器給水管台」	0.017	0.127
	1次冷却材管	ホットレグ	0.001	0.008
		クロスオーバーレグ	0.002	0.010
		コールドレグ	0.001	0.005
		加圧器サージ管台	0.031	0.163
		蓄圧タンク注入管台	0.008	0.031
		余熱除去系戻り管台	0.001	0.001
		充てん管台	0.003	0.024
	安全注入管台	0.013	0.045	
弁	仕切弁	余熱除去系第1入口弁弁箱	0.004	0.104
	玉形弁	抽出ライン第1制御弁弁箱	0.050	0.676
	スイング逆止弁	蓄圧タンク出口注入ライン 第1逆止弁弁箱	0.014	0.150
	リフト逆止弁	高圧注入ラインループ低温 側第1逆止弁弁箱	0.020	0.228
炉内 構造物	炉心支持構造物	上部炉心支持板	0.003	0.022
		上部炉心支持柱	0.001	0.004
		下部炉心支持板	0.002	0.006
		下部炉心支持柱	0.002	0.025
重機器 サポート	加圧器サポート	加圧器スカート溶接部	0.261	—*3

*2：熱成層による発生応力を含めた解析であり、3次元有限要素法を用いた評価である。また、熱成層を考慮した応力評価の結果最も厳しい箇所について評価しており、設計・建設規格の疲労評価対象箇所と異なる。

*3：非接液部。

5.2 現状保全

代表機器以外の現状保全を表8に示す。なお、低サイクル疲労の予防保全の観点から行っている工事はない。

表8(1/2) 代表機器以外の現状保全

評価対象機器、部位		現状保全内容	検査範囲 / 頻度	至近の検査実績	検査結果	
ポンプ	余熱除去ポンプ	ケーシング	ケーシング内面全体の目視確認	1回/10定検	第14回定期検査	良
	1次冷却材ポンプ	ケーシング	①ケーシング内面の目視確認(VT-3) ②漏えい検査(VT-2)	①100%/10年(1台) ②毎定検	①第13回定期検査 ②第16回定期検査	良
熱交換器	再生熱交換器	管板部	漏えい検査(VT-2)	100%/10年	第15回定期検査	良
	余熱除去冷却器	管板部	目視確認	1回/15定検	第13回定期検査	良
	蒸気発生器	管板まわり	①溶接部の超音波探傷検査 ②内張りの目視確認 ③漏えい試験(VT-2)	①25%/10年 ②毎定検 ③毎定検	①第16回定期検査 ②第16回定期検査 ③第16回定期検査	良
給水入口管台		漏えい試験(VT-2)	100%/10年	第16回定期検査		
容器	加圧器	スプレイライン用管台	①溶接部の超音波探傷検査 ②溶接部の浸透探傷検査 ③漏えい検査(VT-2)	①②25%/10年 ③毎定検	①第11回定期検査 ②第11回定期検査 ③第16回定期検査	良
		サージ用管台	①第14回定期検査 ②第14回定期検査 ③第16回定期検査			
	機械ペネトレーション	余熱除去出口配管貫通部端板 主蒸気管貫通部伸縮継手 主給水管貫通部伸縮継手	原子炉格納容器漏えい率試験	1回/3定検	第15回定期検査	良
配管	ステンレス鋼配管	余熱除去系統配管「1次冷却材管低温側入口第2逆止弁～1次冷却材管低温側余熱除去系戻り管台」	①溶接部の超音波探傷検査 ②漏えい検査(VT-2)	①25%/10年 ②毎定検	①第15回定期検査 ②第16回定期検査	良
		余熱除去系統配管「1次冷却材管高温側余熱除去系第2入口弁～原子炉格納容器貫通部」	①溶接部の超音波探傷検査 ②溶接部の浸透探傷検査 ③漏えい検査(VT-2)	①②25%/10年 ③100%/10年	①第16回定期検査 ②第16回定期検査 ③第15回定期検査	良
		加圧器サージ配管	①溶接部の超音波探傷検査	①25%/10年 ②毎定検	①第15回定期検査 ②第16回定期検査	良
		加圧器スプレイ配管	②漏えい検査(VT-2)		①第16回定期検査 ②第16回定期検査	良
	炭素鋼配管	主給水系統配管「原子炉格納容器貫通部～蒸気発生器給水管台」	漏えい検査(VT-2)	100%/10年	第16回定期検査	良

表 8(2/2) 代表機器以外の現状保全

評価対象機器、部位		現状保全内容	検査範囲 / 頻度	至近の検査実績	検査結果	
配管	1次冷却材管	ホットレグ、クロスオーバーレグ、コールドレグ、加圧器サージ管台、蓄圧タンク注入管台、充てん管台、安全注入管台	①超音波探傷検査 ②浸透探傷検査 ③漏えい検査(VT-2)	①②25%/10年 ③毎定検	①第14回定期検査 ②第16回定期検査 ③第16回定期検査	良
	仕切弁	余熱除去系第1入口弁弁箱	①目視確認 ②漏えい確認	①1回/10定検 ②毎定検	①第12回定期検査 ②第16回定期検査	良
弁	玉形弁	抽出ライン第1制御弁弁箱	①目視確認 ②漏えい確認	①1回/4定検 ②毎定検	①第17回実施予定 ②第16回定期検査	良
	スイング逆止弁	蓄圧タンク出口注入ライン第1逆止弁弁箱	①目視確認 ②漏えい確認	①1回/3定検 ②毎定検	①第16回定期検査 ②第16回定期検査	良
	リフト逆止弁	高圧注入ラインループ低温側第1逆止弁弁箱	①目視確認 ②漏えい確認	①1回/20定検 ②毎定検	①第15回定期検査 ②第16回定期検査	良
炉内構造物		上部炉心支持板 上部炉心支持柱	水中テレビカメラによる目視確認(VT-3)	100%(可能範囲)/10年	第15回定期検査	良
		下部炉心支持板 下部炉心支持柱			第13回定期検査	良
重機器サポート	加圧器サポート	加圧器スカート溶接部	溶接部の浸透探傷検査	7.5%/10年	第14回定期検査	良

5.3 総合評価

劣化が進展すると仮定した場合における運転開始後60年間の供用を想定した各機器の疲労評価結果は、疲労累積係数が1を下回り疲労割れ発生が問題となる可能性はないと考える。ただし、疲労評価は実過渡回数に依存するため、今後も実過渡回数を把握し評価する必要がある。

また、疲労割れは現状保全で有意な異常のないことを確認している。

5.4 高経年化への対応

低サイクル疲労については、実績過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

6. まとめ

6.1 審査ガイド適合性

「2. 基本方針」で示す審査ガイド等記載事項に対して、高経年化に関する技術評価を適切に実施し、長期施設管理方針を適切に策定していることを確認した。低サイクル疲労についての審査ガイド等記載事項との対比を表9に示す。

表9 低サイクル疲労についての審査ガイド等記載事項との対比

ガイド	記載事項	技術評価結果
実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド	3. 高経年化技術評価等の審査の視点・着眼点 (1) 高経年化技術評価の審査 ⑫健全性の評価 実施ガイド3. 1⑤に規定する期間の満了日までの期間について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の発生又は進展に係る健全性を評価していることを審査する。	4.1および5.1の「健全性評価」に示すとおり、運転開始後60年時点の推定過渡回数をを用いて健全性評価を実施した。
	⑬現状保全の評価 健全性評価結果から現状の保全策の妥当性が評価されていることを審査する。	4.2、4.3、5.2および5.3の「現状保全」および「総合評価」に示すとおり、現状の保全策が妥当であることを確認した。
	⑭追加保全策の抽出 現状保全の評価結果から、現状保全に追加する必要がある新たな保全策が抽出されていることを審査する。	4.4および5.4の「高経年化への対応」に示すとおり、実績過渡回数を確認を継続的に実施し、運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認することを長期施設管理方針として策定した。 6.2の「長期施設管理方針として策定する事項」に策定した長期施設管理方針を示す。
	(2) 長期施設管理方針の策定 ①長期施設管理方針の策定 すべての追加保全策について長期保守管理方針として策定されているかを審査する。	
実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド	3.1 高経年化技術評価の実施及び見直し 高経年化技術評価の実施及び見直しに当たっては、以下の要求事項を満たすこと。 ⑮抽出された高経年化対策上着目すべき経年劣化事象について、以下に規定する期間の満了日までの期間について、機器・構造物の健全性評価を行うとともに、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策（以下「追加保全策」という。）を抽出すること。 イ 実用炉規則第82条第1項の規定に基づく高経年化技術評価 プラントの運転を開始した日から60年間	4.4および5.4の「高経年化への対応」に示すとおり、実績過渡回数を確認を継続的に実施し、運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認することを長期施設管理方針として策定した。 6.2の「長期施設管理方針として策定する事項」に策定した長期施設管理方針を示す。
	3.2 長期施設管理方針の策定及び変更 長期施設管理方針の策定及び変更にあたっては、以下の要求事項を満たすこと。 ① 高経年化技術評価の結果抽出された全ての追加保全策（発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提として抽出されたもの及び冷温停止状態が維持されることを前提として抽出されたものの全て。）について、発電用原子炉ごとに、施設管理の項目及び当該項目ごとの実施時期を規定した長期施設管理方針を策定すること。 なお、高経年化技術評価の結果抽出された追加保全策について、発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提とした評価から抽出されたものと冷温停止状態が維持されることを前提とした評価から抽出されたもの間で、その対象の経年劣化事象及び機器・構造物の部位が重複するものについては、双方の追加保全策を踏まえた保守的な長期施設管理方針を策定すること。	

6.2 長期施設管理方針として策定する事項

疲労評価結果は実績過渡回数に依存するため、継続的に実績過渡回数を把握する必要があることから、長期施設管理方針を表10のとおり定め、伊方発電所原子炉施設保安規定に記載し、確実に実施していく。

表10 伊方発電所3号炉 長期施設管理方針（抜粋）

機器名	長期施設管理方針	実施時期
原子炉容器等※	原子炉容器等の疲労割れについては、実績過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。	中長期

※：疲労累積係数による低サイクル疲労の評価を実施した全ての機器

短期：2024年12月15日からの5年間、中長期：2024年12月15日からの10年間

別紙

- 別紙 1. 過渡回数推定値の算出方針について
- 別紙 2. 建設時に考慮されていない低サイクル応力変動の抽出プロセスについて
- 別紙 3. 原子炉容器の疲労累積係数の算出根拠について
- 別紙 4. クラッドにより環境疲労評価不要とする部位のクラッド確認について
- 別紙 5. 環境疲労評価で考慮している溶存酸素濃度について
- 別紙 6. 環境疲労評価手法における環境効果補正係数の算出方法について
- 別紙 7. 代表機器以外の疲労累積係数の算出根拠について
- 別紙 8. 詳細評価法による環境効果補正係数の算出手順について
- 別紙 9. 有限要素法解析における応力分類について

タイトル	過渡回数推定値の算出方針について
説明	<p>運転開始後 60 年時点での過渡回数は、これまでの運転実績をベースに残りの年数を考慮して、次のとおり設定している。</p> <p>①未取替機器 $60 \text{ 年時点過渡回数} \geq \text{実績過渡回数} + (\text{実績過渡回数に基づく 1 年間当たりの平均過渡回数}) \times \text{余裕}(1.5) \times \text{残年数}$</p> <p>②取替機器 $60 \text{ 年時点過渡回数} \geq \text{取替後実績過渡回数} + (\text{未取替機器の 1 年間当たり平均過渡回数}) \times \text{余裕}(1.5) \times \text{残年数}$</p> <p>未取替機器における「起動」、「負荷上昇」、「負荷の喪失」の過渡事象を例に、60 年時点での過渡回数の算出方法の詳細について添付-1 に示す。</p> <p>なお、評価に用いる過渡項目に該当しない微小過渡については、「起動」、「停止」のいずれかの項目に分類し実績に算定している。微小過渡の一覧及び分類内訳を添付-2 に示す。</p> <p>また、伊方 3 号炉で未経験の過渡項目の年平均過渡回数については、電力共通研究の研究結果より添付-3 のとおり設定している。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

○「起動」の運転開始後60年時点の過渡回数算出

$$25 \text{ 回}^{\text{注1)}} + 0.78 \text{ 回/年}^{\text{注2)}} \times 1.5 \times 34.8 \text{ 年 (残りの年数)} \approx 66 \text{ 回} < 69 \text{ 回 (評価用)}^{\text{注3)}}$$

注1) 試運転：8回（うち、微小過渡0回）

2020年3月末までの実績（試運転除く）：16.776回→17回（うち微小過渡1.776回→2回）

（試運転の過渡回数は下表の①、2020年3月末までの実績（試運転除く）は②参照）

注2) 2020年3月末までの実績（試運転および長期停止期間（2011年5月から2016年6月まで）を除く）÷2020年3月末までの年数（長期停止期間（2011年5月から2016年6月まで）を除く）

$$15.653 \text{ 回} \div 20.1 \text{ 年} \approx 0.779 \text{ 回/年} \rightarrow 0.78 \text{ 回/年}$$

（試運転時および長期停止期間（2011年5月から2016年6月まで）の過渡は特有であるため、年平均過渡回数の算出には用いない。）

注3) 「停止」に合わせた回数

過渡回数説明リスト (1/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均回数 20.1年	現状～60年 までの増加分 (34.8年)	60年ベースの 過渡回数
1 起動	8	15 (このうち長期停止期間 中以外の実績 14)	25 (8+15+1.776 =24.776 →25)	0.78 (14+1.653 =15.653 15.653 20.1 ≈ 0.78)	41 (34.8 × 0.78 × 1.5 ≈ 41)	66 (=25+41)
微小過渡	①	1.776 (このうち長期停止期間 中以外の実績 1.653)	②			
(実績+微小過渡)	(8+0)	(15+2)	(23+2*1)			

*1：総微小過渡回数

○ 「負荷上昇」の運転開始後 60 年時点の過渡回数算出

$164 \text{ 回}^{\text{注1)}} + \boxed{}^{\text{注2)}} \times 1.5 \times 34.8 \text{ 年 (残りの年数)} \approx 843 \text{ 回} = 843 \text{ 回 (評価用)}$

注 1) 試運転 : 16 回

2020 年 3 月末までの実績 (試運転除く) : 148 回

(試運転の過渡回数は下表の③、2020 年 3 月末までの実績 (試運転除く) は④参照)

注 2) 2020 年 3 月末までの実績 (試運転除く) ÷ 2020 年 3 月末までの年数 (長期停止期間 (2011 年 5 月から 2016 年 6 月まで) を除く)

$148 \text{ 回} \div 20.1 \text{ 年} \approx 7.363 \text{ 回/年} \rightarrow 7.37 \text{ 回/年}$

(試運転時および長期停止期間 (2011 年 5 月から 2016 年 6 月まで) の過渡は特有であるため、年平均過渡回数の算出には用いない)

上記より 7.37 回/年となるが、稼働率が高くなった場合のステムフリーテスト回数増加を考慮し、 $\boxed{}$ と設定する。

過渡回数説明リスト (2/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均回数 20.1年	現状~60年 までの増加分 (34.8年)	60年ベースの 過渡回数
3 負荷上昇	$\boxed{16}$ ③	$\boxed{148}$ ④	164 (=16+148)	$\boxed{}$ 注1) $\left(\frac{148}{20.1} \approx 7.37 \right)$	679 $\left(34.8 \times \boxed{} \times 1.5 \right)$ $\boxed{} - 679$	843 (=164+679)

注1) 稼働率が高くなった場合のステムフリーテスト回数増加を考慮し、 $\boxed{}$ とする。

○ 「負荷の喪失」の運転開始後 60 年時点の過渡回数算出

$4 \text{ 回}^{\text{注1)}} + \boxed{}^{\text{注2)}} \times 1.5 \times 34.8 \text{ 年 (残りの年数)} \approx 7 \text{ 回} = 7 \text{ 回 (評価用)}$

注 1) 試運転 : 4 回

2020 年 3 月末までの実績 (試運転除く) : 0 回

(試運転の過渡回数は下表の⑤、2020 年 3 月末までの実績 (試運転除く) は⑥参照)

注 2) 伊方 3 号炉では経験はないが、電共研「応力解析手法の高度化」より $\boxed{}$ を用いる。

過渡回数説明リスト (3/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均回数 20.1年	現状~60年 までの増加分 (34.8年)	60年ベースの 過渡回数
31 負荷の喪失	$\boxed{4}$ ⑤	$\boxed{0}$ ⑥	4	$\boxed{}$ 注1)	3 $\left(34.8 \times \boxed{} \times 1.5 \right)$ $\boxed{} - 3$	7 (=4+3)

注1) 電共研「応力解析手法の高度化」にて設定した値を用いる。

過渡回数説明リスト (4/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均回数 20.1年	現状～60年 までの増加分 (34.8年)	60年ベースの 過渡回数
2 停止	7	16 このうち長期 停止期間 中以外の実 績 15	25 (7+16+1.754 =24.754 →25)	0.83 (15+1.619 =16.619 $\frac{16.619}{20.1} \approx 0.83$)	44 (34.8×0.83 ×1.5 ≈44)	69 (=25+44)
微小過渡		1.754 このうち長期 停止期間 中以外の実 績 1.619				
(実績+微小過渡)	(7+0)	(16+2)	(23+2 ^{*1})			

*1: 総微小過渡回数

過渡回数説明リスト (5/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均回数 20.1年	現状～60年 までの増加分 (34.8年)	60年ベースの 過渡回数
4 負荷減少	8	149	157 (=8+149)	<input type="checkbox"/> 注2) ($\frac{149}{20.1} \approx 7.42$)	679 (34.8× <input type="checkbox"/> ×1.5 = <input type="checkbox"/> →679)	836 (=157+679)
5 90%から100%へのステップ状負荷 上昇	3	0	3	<input type="checkbox"/> 注1)	2 (34.8× <input type="checkbox"/> ×1.5 = <input type="checkbox"/> →2)	5 (=3+2)
6 100%から90%へのステップ状負荷 減少	3	0	3	<input type="checkbox"/> 注1)	2 (34.8× <input type="checkbox"/> ×1.5 = <input type="checkbox"/> →1→2)	5 (=3+2)
7 100%負荷からの大きいステップ 状負荷減少	2	0	2	<input type="checkbox"/> 注1)	3 (34.8× <input type="checkbox"/> ×1.5 = <input type="checkbox"/> →3)	5 (=2+3)
8 定常負荷運転時の変動	-	-	-	-	-	-
9 燃料交換	1	15 このうち長期 停止期間 中以外の実 績 14	16 (=1+15)	<input type="checkbox"/> 注3) ($\frac{14}{20.1} \approx 0.70$)	53 (34.8× <input type="checkbox"/> ×1.5 = <input type="checkbox"/> →53)	69 (=16+53)

注1) 電共研「応力解析手法の高度化」にて設定した値を用いる。

注2) 稼働率が高くなった場合のステムフリーテスト回数増加を考慮し、とする。注3) 現状平均は、0.70回/年であるが、とする。

過渡回数説明リスト (6/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均 回数 20.1年	現状～60年 までの増加分 (34.8年)	60年ベースの 過渡回数
10 0%から15%への負荷上昇	9	16	25 (=9+16)	0.80 $\left(\frac{16}{20.1} \approx 0.80 \right)$	42 $\left(34.8 \times 0.80 \times 1.5 \right)$ ≈42	67 (=25+42)
11 15%から0%への負荷減少	2	17	19	0.85 $\left(\frac{17}{20.1} \approx 0.85 \right)$	45 $\left(34.8 \times 0.85 \times 1.5 \right)$ ≈45	64 (=19+45)
12 1ループ起動/停止 (1ループ停止)	0	0	0	<input type="text"/> 注1)	2 $\left(34.8 \times \frac{\text{}{20.1} \times 1.5 \right)$ ≈ <input type="text"/> →2	2
(1ループ起動)	0	0	0	<input type="text"/> 注1)	2 $\left(34.8 \times \frac{\text{}{20.1} \times 1.5 \right)$ ≈ <input type="text"/> →2	2

注1) 電共研「応力解析手法の高度化」にて設定した値を用いる。

過渡回数説明リスト (7/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均 回数 20.1年	現状～60年 までの増加分 (34.8年)	60年ベースの 過渡回数
32 外部電源喪失	1	0	1	<input type="text"/> 注1)	4 $\left(34.8 \times \frac{\text{}{20.1} \times 1.5 \right)$ ≈ <input type="text"/> →4	5 (=1+4)
33 1次冷却材流量の部分喪失	0	0	0	<input type="text"/> 注1)	2 $\left(34.8 \times \frac{\text{}{20.1} \times 1.5 \right)$ ≈ <input type="text"/> →1→2	2

注1) 電共研「応力解析手法の高度化」にて設定した値を用いる。

過渡回数説明リスト (8/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均 回数 20.1年	現状～60年 までの増加分 (34.8年)	60年ベースの 過渡回数
34 100%からの原子炉トリップ a) 不注意な冷却を伴わない トリップ	1	0	1	<input type="text"/> 注1)	7 $\left(\begin{array}{l} 34.8 \times \text{} \\ \times 1.5 \\ = \text{} \rightarrow 7 \end{array} \right)$	8 (=1+7)
b) 不注意な冷却を伴う トリップ	0	0	0	<input type="text"/> 注1)	2 $\left(\begin{array}{l} 34.8 \times \text{} \\ \times 1.5 \\ = \text{} \rightarrow 2 \end{array} \right)$	2
b) 不注意な冷却とSIを伴う トリップ	0	0	0	<input type="text"/> 注1)	2 $\left(\begin{array}{l} 34.8 \times \text{} \\ \times 1.5 \\ = \text{} \rightarrow 1 \rightarrow 2 \end{array} \right)$	2
35 1次冷却系の異常な減圧	0	0	0	<input type="text"/> 注1)	2 $\left(\begin{array}{l} 34.8 \times \text{} \\ \times 1.5 \\ = \text{} \rightarrow 2 \end{array} \right)$	2
36 制御棒クラスターの落下	0	0	0	<input type="text"/> 注1)	3 $\left(\begin{array}{l} 34.8 \times \text{} \\ \times 1.5 \\ = \text{} \rightarrow 3 \end{array} \right)$	3
37 出力運転中の非常冷却炉心冷却 系の誤起動	0	0	0	<input type="text"/> 注1)	2 $\left(\begin{array}{l} 34.8 \times \text{} \\ \times 1.5 \\ = \text{} \rightarrow 2 \end{array} \right)$	2
38 1次冷却系停止ループの誤起動	0	0	0	<input type="text"/> 注1)	2 $\left(\begin{array}{l} 34.8 \times \text{} \\ \times 1.5 \\ = \text{} \rightarrow 2 \end{array} \right)$	2

注1) 電共研「応力解析手法の高度化」にて設定した値を用いる。

過渡回数説明リスト (9/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均 回数 20.1年	現状～60年 までの増加分 (34.8年)	60年ベースの 過渡回数
39 1次系漏えい試験	4	17 (このうち長期 停止期間 中以外の実 績 15)	21 (=4+17)	0.75 $\left(\frac{15}{20.1} \approx 0.75 \right)$	40 $\left(34.8 \times 0.75 \times 1.5 \approx 40 \right)$	61 (=21+40)
微小過渡						
(実績+微小過渡)	(4+0)	(17+0)	(21+0)			
40 タービン回転試験	5	0	5	0	—	5

表1 (1/2) 微小過渡 (起動の微小過渡)

	$\Delta T / \Delta t$ (°C/H)	ΔT (°C)	ΔP (MPa)		α ※1	等価回数 (1/ α)※1
1	21.5	22.4	-		6(3)	0.167(0.334)
2	2.9	17.9	-		559(53)	0.002(0.019)
3	-	-	2.35		137(22)	0.008(0.046)
4	-	-	2.10		209(29)	0.005(0.035)
5	-	-	2.27		137(22)	0.008(0.046)
6	-	-	2.31		137(22)	0.008(0.046)
7	-	-	2.33		137(22)	0.008(0.046)
8	15.9	16.9	-		20(6)	0.050(0.167)
9	-	-	2.37		137(22)	0.008(0.046)
10	-	-	2.33		137(22)	0.008(0.046)
11	-	-	2.25		137(22)	0.008(0.046)
12	-	-	2.27		137(22)	0.008(0.046)
13	14.0	14.0	-		20(6)	0.050(0.167)
14	9.0	13.3	-		137(22)	0.008(0.046)
15	8.7	13.5	-		137(22)	0.008(0.046)
16	-	-	2.47		137(22)	0.008(0.046)
17	-	-	2.07		209(29)	0.005(0.035)
18	-	-	2.26		137(22)	0.008(0.046)
19	-	-	2.28		137(22)	0.008(0.046)
20	-	-	2.30		137(22)	0.008(0.046)
21	-	-	2.39		137(22)	0.008(0.046)
22	14.0	14.0	-		20(6)	0.050(0.167)
23	3.1	18.2	-		559(53)	0.002(0.019)
24	-	-	2.62		83(16)	0.012(0.063)
25	-	-	2.10		209(29)	0.005(0.035)
26	-	-	2.21		137(22)	0.008(0.046)
27	-	-	2.28		137(22)	0.008(0.046)
28	-	-	2.62		83(16)	0.012(0.063)
29	16.5	23.3	-		20(6)	0.050(0.167)
30	2.6	14.9	-		559(53)	0.002(0.019)
31	-	-	2.49		137(22)	0.008(0.046)
32	-	-	2.01		209(29)	0.005(0.035)
33	-	-	1.97		209(29)	0.005(0.035)

※1: () 内はスタッドボルトに適用する

表1 (2/2) 微小過渡 (起動の微小過渡)

	$\Delta T / \Delta t$ (°C/H)	ΔT (°C)	ΔP (MPa)		α ※1	等価回数 (1/ α)※1
34	-	-	2.22		137(22)	0.008(0.046)
35	4.1	41.6	-		137(22)	0.008(0.046)
36	-	-	2.33		137(22)	0.008(0.046)
37	-	-	2.30		137(22)	0.008(0.046)
38	9.5	13.0	-		83(16)	0.012(0.063)
39	-	-	2.33		137(22)	0.008(0.046)
40	8.4	13.8	-		137(22)	0.008(0.046)
41	-	-	2.33		137(22)	0.008(0.046)
42	-	-	2.32		137(22)	0.008(0.046)
43	-	-	2.59		83(16)	0.012(0.063)
44	-	-	2.33		137(22)	0.008(0.046)
45	-	-	2.31		137(22)	0.008(0.046)
46	-	-	2.31		137(22)	0.008(0.046)
47	-	-	2.51		137(22)	0.008(0.046)
48	-	-	2.02		209(29)	0.005(0.035)
49	-	-	2.20		209(29)	0.005(0.035)
50	-	-	2.23		137(22)	0.008(0.046)
51	-	-	2.36		137(22)	0.008(0.046)
52	-	-	2.39		137(22)	0.008(0.046)
53	-	-	2.56		137(22)	0.008(0.046)
54	-	-	2.07		209(29)	0.005(0.035)
55	15.3	37.4	-		209(29)	0.005(0.035)
56	-	-	2.27		137(22)	0.008(0.046)
57	15.4	15.4	-		559(53)	0.002(0.019)
58	2.7	16.2	-		559(53)	0.002(0.019)
59	-	-	2.59		83(16)	0.012(0.063)
60	-	-	2.35		137(22)	0.008(0.046)
61	-	-	2.32		137(22)	0.008(0.046)
62	19.2	34.1	-		209(29)	0.005(0.035)
63	-	-	2.25		137(22)	0.008(0.046)
64	19.1	39.3	-		137(22)	0.008(0.046)
65	-	-	2.45		137(22)	0.008(0.046)

※1: () 内はスタッドボルトに適用する

表2 (1/2) 微小過渡 (停止の微小過渡)

	$\Delta T / \Delta t$ (°C/H)	ΔT (°C)	ΔP (MPa)		α ※1	等価回数 (1/ α)※1
1	23.1	27.3	-		6(3)	0.167(0.334)
2	-	-	2.15		209(29)	0.005(0.035)
3	-	-	2.28		137(22)	0.008(0.046)
4	-	-	2.23		137(22)	0.008(0.046)
5	-	-	2.39		137(22)	0.008(0.046)
6	-	-	2.42		137(22)	0.008(0.046)
7	-	-	2.35		137(22)	0.008(0.046)
8	-	-	2.26		137(22)	0.008(0.046)
9	-	-	2.23		137(22)	0.008(0.046)
10	-	-	2.35		137(22)	0.008(0.046)
11	-	-	2.51		137(22)	0.008(0.046)
12	13.2	16.9	-		45(11)	0.023(0.091)
13	-	-	2.02		209(29)	0.005(0.035)
14	-	-	2.29		137(22)	0.008(0.046)
15	-	-	2.27		137(22)	0.008(0.046)
16	-	-	2.28		137(22)	0.008(0.046)
17	-	-	2.41		137(22)	0.008(0.046)
18	-	-	2.29		137(22)	0.008(0.046)
19	-	-	2.11		209(29)	0.005(0.035)
20	-	-	2.21		137(22)	0.008(0.046)
21	-	-	2.26		137(22)	0.008(0.046)
22	-	-	2.28		137(22)	0.008(0.046)
23	-	-	2.33		137(22)	0.008(0.046)
24	19.6	26.4	-		6(3)	0.167(0.334)
25	-	-	2.04		209(29)	0.005(0.035)
26	-	-	2.20		209(29)	0.005(0.035)
27	-	-	2.02		209(29)	0.005(0.035)
28	-	-	2.20		209(29)	0.005(0.035)
29	14.0	29.8	-		20(6)	0.050(0.167)
30	-	-	2.34		137(22)	0.008(0.046)
31	-	-	2.31		137(22)	0.008(0.046)
32	-	-	2.35		137(22)	0.008(0.046)
33	-	-	2.31		137(22)	0.008(0.046)

※1: () 内はスタッドボルトに適用する

表2 (2/2) 微小過渡 (停止の微小過渡)

	$\Delta T / \Delta t$ (°C/H)	ΔT (°C)	ΔP (MPa)		α ※1	等価回数 ($1/\alpha$) ※1
34	-	-	2.32		137(22)	0.008(0.046)
35	-	-	2.34		137(22)	0.008(0.046)
36	-	-	2.34		137(22)	0.008(0.046)
37	-	-	2.33		137(22)	0.008(0.046)
38	-	-	2.31		137(22)	0.008(0.046)
39	-	-	2.06		209(29)	0.005(0.035)
40	-	-	2.17		209(29)	0.005(0.035)
41	-	-	2.25		137(22)	0.008(0.046)
42	-	-	2.34		137(22)	0.008(0.046)
43	-	-	2.61		83(16)	0.012(0.063)
44	-	-	2.39		137(22)	0.008(0.046)
45	-	-	2.10		209(29)	0.005(0.035)
46	-	-	2.22		137(22)	0.008(0.046)
47	16.9	35.8	-		209(29)	0.005(0.035)
48	-	-	2.33		137(22)	0.008(0.046)
49	14.9	15.9	-		559(53)	0.002(0.019)
50	-	-	2.10		209(29)	0.005(0.035)
51	-	-	2.28		137(22)	0.008(0.046)
52	-	-	2.34		137(22)	0.008(0.046)
53	15.4	39.0	-		137(22)	0.008(0.046)
54	-	-	2.67		83(16)	0.012(0.063)
55	6.7	23.4	-		559(53)	0.002(0.019)
56	-	-	2.47		137(22)	0.008(0.046)

※1: () 内はスタッドボルトに適用する

表3 微小過渡の内訳（非取替機器）

過渡項目	試運転	実績
起動 微小過渡	—	1.776 内訳 1/6×1 (表1 No.1) 1/20×4 (表1 No.8, 12, 22, 29) 1/83×3 (表1 No.24, 28, 59) 1/137×28 (表1 No.3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 26, 27, 47, 50, 51, 52, 53, 56, 60, 61, 63, 64, 65) 1/209×8 (表1 No.4, 17, 25, 48, 49, 54, 55, 62) 1/559×4 (表1 No.2, 23, 57, 58) 1/83×2 (表1 No.38, 43) ※ ¹ 1/137×12 (表1 No.31, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46) ※ ¹ 1/209×2 (表1 No.32, 33) ※ ¹ 1/559×1 (表1 No.30) ※ ¹ 1 ※ ²
停止 微小過渡	—	1.754 内訳 1/6×2 (表2 No.1, 24) 1/45×1 (表2 No.12) 1/83×2 (表2 No.43, 54) 1/137×27 (表2 No.3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 41, 42, 44, 46, 48, 51, 52, 53, 56) 1/209×8 (表2 No.2, 13, 19, 39, 40, 45, 47, 50) 1/559×2 (表2 No.49, 55) 1/20×1 (表2 No.29) ※ ¹ 1/137×9 (表2 No.30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38) ※ ¹ 1/209×4 (表2 No.25, 26, 27, 28) ※ ¹ 1 ※ ²

※¹ : 長期停止期間中の過渡※² : 試運転～2004年度の過渡として1回加算

電力共通研究「応力解析手法の高度化」にて設定した値について

伊方3号炉で未経験の過渡項目については、電力共通研究「応力解析手法の高度化」に基づき年平均過渡回数を定めて、60年時点の過渡回数を決めている。国内PWRプラントで経験のある過渡項目は、研究当時における国内全PWRプラントの実績回数を総運転年数で割ることで算出している。(下記(1))

国内PWRプラントで未経験の過渡項目は確率評価によって求める。(下記(2))

(1) 他プラントで経験のある過渡項目

過渡項目	年平均過渡回数 (実績回数/炉・年)
100%から90%へのステップ状負荷減少	
100%からの大きいステップ状負荷減少	
負荷の喪失	
外部電源喪失	
1次冷却材流量の部分喪失	
原子炉トリップ (不注意な冷却を伴わないトリップ)	
原子炉トリップ (不注意な冷却とSIを伴うトリップ)	
制御棒クラスタの落下	

(2) 他プラントでも未経験の過渡項目

国内全PWRプラントで未経験の過渡項目については、確率評価によって故障率(年平均過渡回数)を求める。

発生確率の低い事象が一定時間内に発生する回数はポアソン分布で近似する。(参考文献：機械工学便覧)

ポアソン分布では、一定時間内に発生する平均回数(=期待値)を λ 、一定時間内に発生する回数を x ($x=0, 1, 2, \dots$)としたとき、一定時間内に x 回発生する確率 $p(x)$ は、

$$p(x) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!} \quad \text{と表される。}$$

ここで、 λ' を1年間あたりの平均発生回数、 T を調査対象年数とすると、 T 年の間に発生する平均回数は $\lambda = \lambda' T$ となるので、

$$p(x) = e^{-\lambda T} \frac{(\lambda T)^x}{x!} \quad \text{と表される。}$$

故障率（年平均故障回数） λ' の事象が、本共同研究をまとめた時点における国内全PWRプラントの運転開始後経過時間T で1回も発生していないという実績から、信頼水準 で検定を行い、故障率 λ' を求める。

$x=0$ $p(x) = \text{$ $T = \text{$ を代入する。

$$\text{} = e^{-\text{}\lambda'} \times \frac{(\text{}\lambda')^0}{0!}$$

$$\rightarrow \lambda' = -\ln \frac{\text{}}{\text{}} = \text{$$

したがって、未経験過渡の年平均過渡回数は 回となる。

過渡項目	年平均過渡回数
90%から100%へのステップ状負荷上昇	<input type="text"/>
1ループ停止/1ループ起動	
原子炉トリップ（不注意な冷却を伴うトリップ）	
1次冷却系の異常な減圧	
出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	
1次冷却系停止ループの誤起動	

タイトル	建設時に考慮されていない低サイクル応力変動の抽出プロセスについて
説明	<p>高経年化技術評価書で想定している経年劣化事象については、評価対象機器の使用条件（型式、材料、環境条件等）を考慮し、これまでの高経年化技術評価で想定されている部位と経年劣化事象の組み合わせを取り纏めた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」附属書A（規定）「経年劣化メカニズムまとめ表」を参考に抽出している。</p> <p>このうち、例えば運転経験により建設時考慮されていない有意な応力変動（熱成層）が想定される部位については、「経年劣化メカニズムまとめ表」で疲労想定部位として記載され、附属書E「経年劣化事象一覧表」にて熱成層が生じる場所において想定要となっているため、この部位について抽出した。</p> <p>なお、熱成層が生じる場所は、日本機械学会「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針」で損傷事例が記載されているため、これを参考とした。</p> <p>「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針」に記載されている熱成層による損傷事例としては、</p> <ol style="list-style-type: none"> （1）キャビティフロー型熱成層 （2）弁シートリーク型熱成層 （3）弁グランドリーク型熱成層 （4）運転操作型熱成層 <p>であり、これらについて評価した結果は以下の通り、</p> <ul style="list-style-type: none"> ●キャビティフロー型熱成層については、発生の可能性のある箇所を「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針」に基づいて評価し、構造上有意となる温度変動の発生を回避できることを確認している。 ●弁シートリーク型熱成層については、対象となる止め弁の定期的な分解点検によって弁のシートリークを防止している。 ●弁グランドリーク型熱成層については、対象となる隔離弁の定期的な分解点検時に弁ディスク位置を調整して、弁シート部の隙間を適正に管理していくことで弁ディスクの熱膨張による閉止が生じないようにしており、熱成層の発生、消滅の繰返しを防止している。 ●運転操作型熱成層については、今後熱成層が発生しない運転操作をすることが困難であるため、熱成層の発生を想定した評価を行い、許容値を満足していることを確認した。 <p>なお、運転操作型熱成層を考慮している部位としては「蒸気発生器給水入口管台」、「加圧器サージ配管」、「加圧器スプレイ配管」、「加圧器スプレイライン用管台」の4箇所である。</p> <p>また、前述の「経年劣化メカニズムまとめ表」作成以降の知見については、それ以降に認可された先行評価プラントの高経年化技術評価書を参考にするとともに、以下の通り国内外の新たな運転経験及び最新知見についても抽出し、技術評価への反映要否を検討した結果、新たに有意な低サイクル応力変動（熱成層等）が把握された部位はないことを確認した。</p>

●**運転経験**

国内運転経験として、原子力安全推進協会が運営している原子力発電情報公開ライブラリーにおいて公開されている「トラブル情報」、「保全品質情報」を、海外運転経験としてNRC（米国原子力規制委員会：Nuclear Regulatory commission）のBulletin（通達）、Generic LetterおよびInformation Notice等を対象としてスクリーニングを実施。期間中の情報において、新たに高経年化技術評価書に反映すべき運転経験を抽出している。

●**最新知見**

原子力規制委員会指示文書および原子力規制委員会設置以前については、旧：原子力安全・保安院指示文書等、日本機械学会、日本電気協会、日本原子力学会の規格・基準類、ならびに原子力規制委員会のホームページに公開されている試験研究の情報等を検討し、高経年化技術評価を実施する上で、新たに反映が必要な知見を抽出している。

以上

タイトル	原子炉容器の疲労累積係数の算出根拠について							
説明	<p>原子炉容器の疲労累積係数の算出根拠は以下のとおりである。</p> <p>1. 解析モデル 疲労累積係数の算出に用いた解析情報を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="448 573 1305 1682"> <tr> <td data-bbox="448 573 663 622">解析プログラム</td> <td data-bbox="663 573 1305 622">ABAQUS Ver. 6.3、6.12-3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="448 622 663 808">要素種類</td> <td data-bbox="663 622 1305 1682" rowspan="4"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="448 808 663 857">要素次数</td> </tr> <tr> <td data-bbox="448 857 663 1267">要素数</td> </tr> <tr> <td data-bbox="448 1267 663 1682">節点数</td> </tr> </table>	解析プログラム	ABAQUS Ver. 6.3、6.12-3	要素種類		要素次数	要素数	節点数
解析プログラム	ABAQUS Ver. 6.3、6.12-3							
要素種類								
要素次数								
要素数								
節点数								

2. 材料物性値

各部位の設計応力強さを以下に示す。

(単位：MPa)

使用箇所	材料	温 度	
		283.6℃	321.1℃
入口管台、出口管台、上部ふた、 上部胴、上部胴フランジ、トラン ジションリング	SFVQ1A	184	184
入口管台セーフエンド、出口管 台セーフエンド、炉内計装筒セ ーフエンド	SUSF316	120	117
炉内計装筒、炉心支持金物	NCF600	164	—
ふた管台	GNCF690H	—	137
空気抜管台	GNCF690C	—	164
スタッドボルト	SNB24-3	—	245

3. 最大評価点の選定

解析モデル上の評価点は、強度評価上厳しくなる材料および構造上の不連続部を抽出しており、その中から疲労累積係数が最大となる点を選定している。

解析モデル上の評価点および最大評価点の選定結果を添付-1に示す。

4. 応力分類

評価における荷重の組み合わせを以下に示す。

状態	荷重の組み合わせ	
供用状態A、B	ボルト以外	圧力+機械的荷重+自重 +熱膨張荷重+熱過渡
	ボルト	圧力+機械的荷重+熱過渡

5. 割り増し係数 K_e

評価に用いた割り増し係数を添付-1に示す。

なお、添付-1における「通常疲労評価」は設計・建設規格による疲労評価を表す。

6. 環境評価パラメータ

JSME S NF1-2009 による詳細評価手法を適用している。

【入口管台、出口管台、炉内計装筒】

PWR プラント環境

$$\ln(F_{en}) = (3.910 - \varepsilon^*) \times T^*$$

[記号の説明]

ε^* : ひずみ速度依存パラメータ

T^* : 温度依存パラメータ

【ふた管台、空気抜管台、炉内計装筒、炉心支持金物】

PWR プラント環境

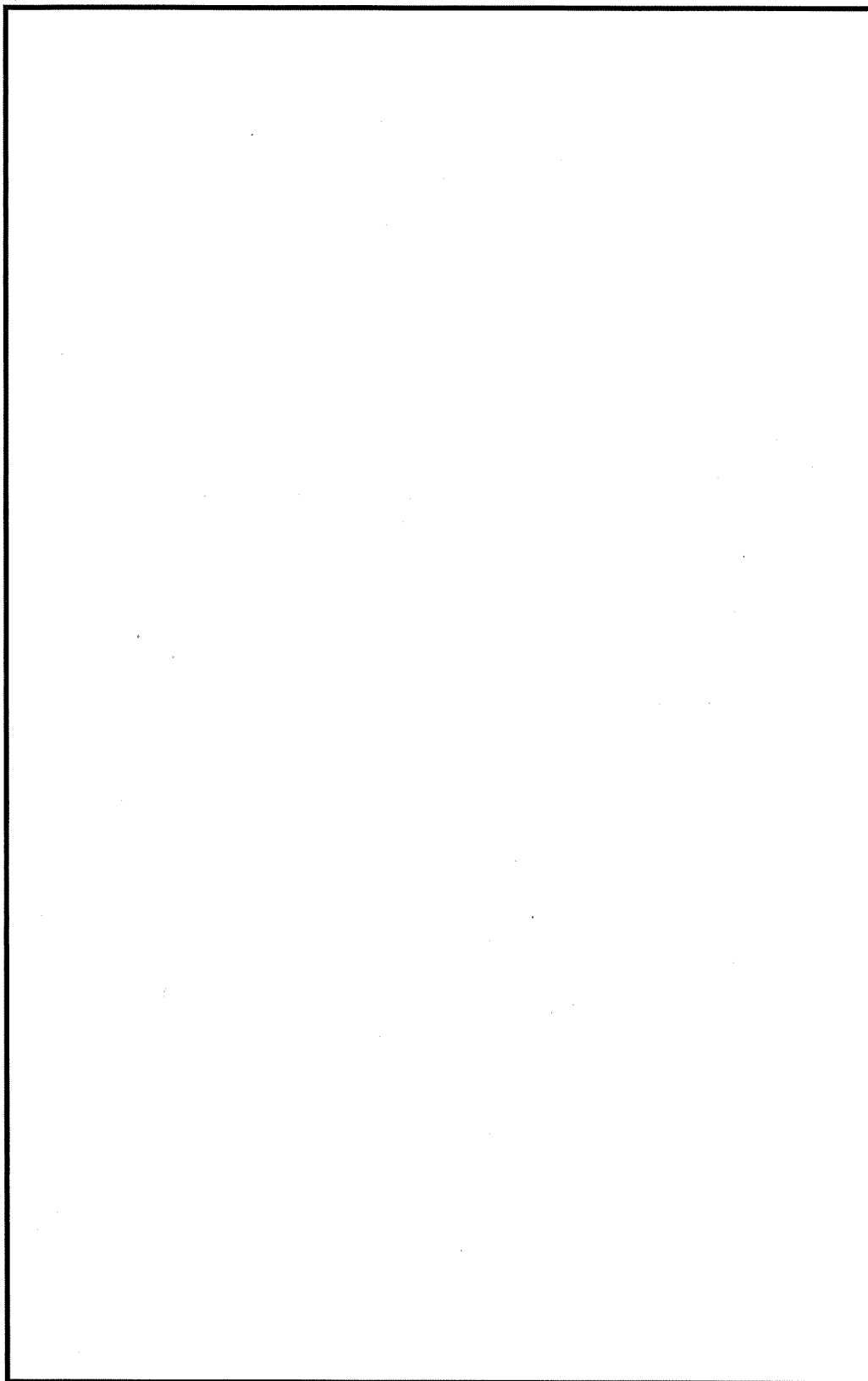
$$\ln(F_{en}) = (2.94 - \varepsilon^*) \times T^*$$

[記号の説明]

ε^* : ひずみ速度依存パラメータ

T^* : 温度依存パラメータ

評価に用いた環境評価パラメータ（環境効果補正係数 F_{en} ）を添付-1に示す。



入口管台形状寸法、評価点および解析モデル

入口管台 最大評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1	0.0	0.00000	0.00000
2	0.0	0.0	0.0
3	0.00000	0.0	0.0
4	0.00000	0.0	0.00013
5	0.00452	0.0	0.00374
6	0.00160	0.0	0.00041
7	0.00013	0.00059	0.00007
8	0.00027	0.00011	0.00002
9L	0.02603	0.03733	0.00127
10L	0.0	0.00189	0.00060
9C	0.00120	0.00242	0.00192
10C	0.0	0.02086	0.00988
11L	0.02695	0.03486	0.00001
12L	0.0	0.00204	0.00117
11C	0.00278	0.00091	0.00093
12C	0.0	0.02106	0.01205
13L	0.03710	0.03465	0.00228
14L	0.0	0.00221	0.00242
13C	0.00059	0.00094	0.00245
14C	0.0	0.02224	0.01514

許容値 $U_r=1.0$

0.03733 : 疲労累積係数が最大となる評価点および最大値を示す

入口管台 疲労解析結果 (評価点 : 9L)

評価点 - 9L
(S23)

応力強さ		(単位 : MPa)			繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	
505.7	-53.1	1.0	279.4	328.6	2	5100	0.00039
477.3	-53.1	1.0	265.2	311.9	2	5960	0.00034
471.9	-53.1	1.0	262.5	308.7	7	6140	0.00114
466.3	-53.1	1.0	259.7	305.5	50	6340	0.00789
466.3	-44.6	1.0	255.5	300.5	11	6660	0.00165
465.5	-44.6	1.0	255.0	300.0	2	6690	0.00030
465.3	-44.6	1.0	255.0	299.9	5	6700	0.00075
447.0	-44.6	1.0	245.8	289.1	5	7460	0.00067
436.1	-44.6	1.0	240.4	282.7	46	7980	0.00576
436.1	0.0	1.0	218.1	256.5	130	10700	0.01215
436.1	3.3	1.0	216.4	254.6	69	11000	0.00627
436.1	195.1	1.0	120.5	141.7	2	87700	0.00002
436.1	327.8	1.0	54.2	63.7	3		0.0

疲労累積係数 = 0.03733

Ke : 割増し係数
 ALT : 繰返しピーク応力強さ
 ALT' : ALTに(207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値
 N : 設計繰返し回数
 N* : 許容繰返し回数

1.0 : 割り増し係数 Ke を示す

→通常 $U_f : 0.038$

入口管台 環境疲労評価結果 (評価点: 1)

過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数 KE	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回. 数 n	許容繰返し 回 n*	疲労累積係数 u	環境効果 補正係数 fen	環境効果を考慮した 疲労累積係数 uen
A	B	smax	smin		補正前 salt	補正後 salt'					
2D4	2J1	237.5	-27.1	1.00	132.3	145.8	2	2750000	0.00000	1.000	0.00000
2D2	2J1	183.4	-27.1	1.00	105.2	116.0	2	8580000	0.00000	1.000	0.00000
2G1	2J1	170.6	-27.1	1.00	98.9	108.9	2	14100000	0.00000	1.000	0.00000
2H1	2J1	140.1	-27.1	1.00	83.6	92.1	2	-----	0.00000	1.000	0.00000
合計 :											0.00000

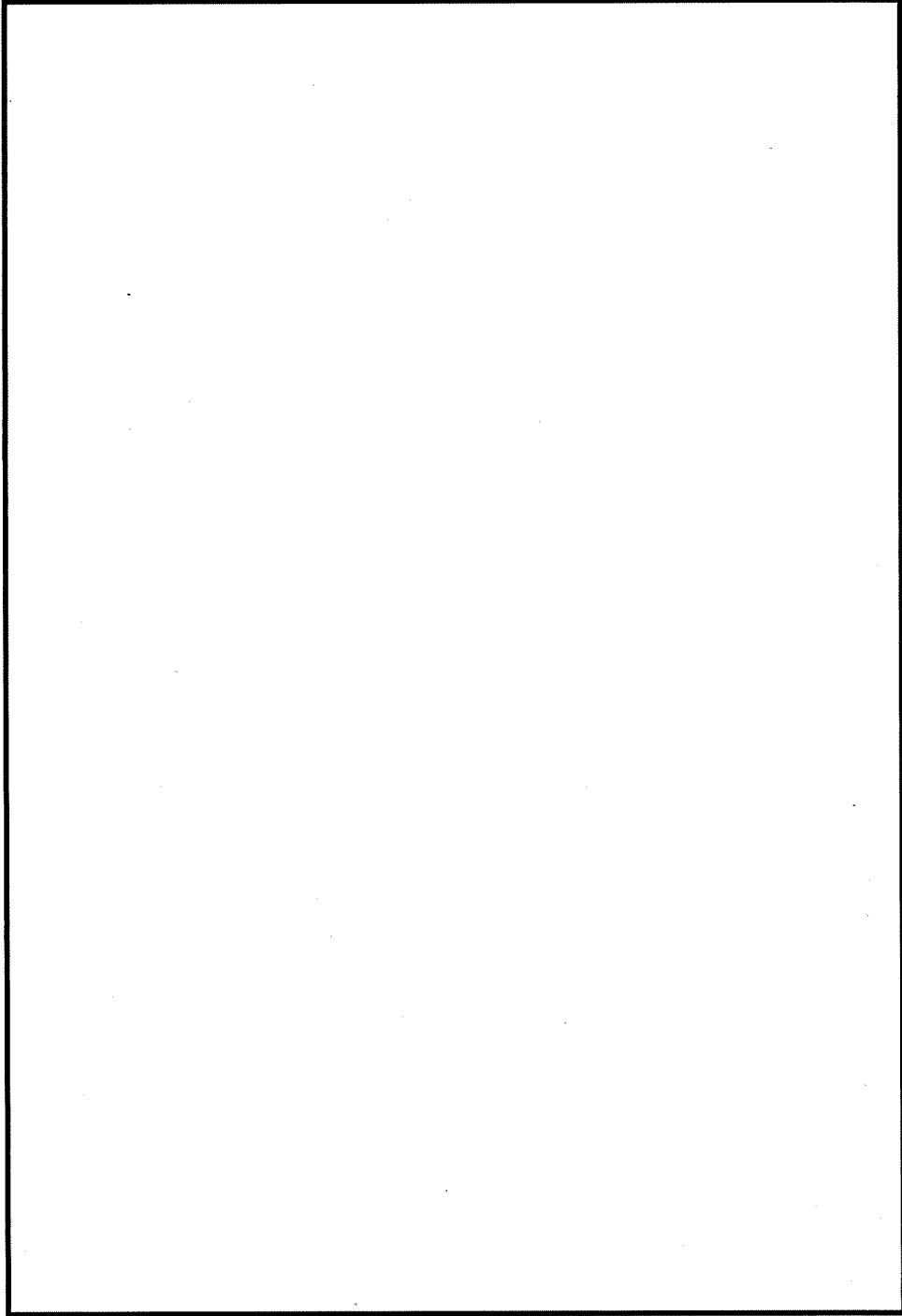
(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$ (salt' ≤ 214.5) の場合、fen=1.0

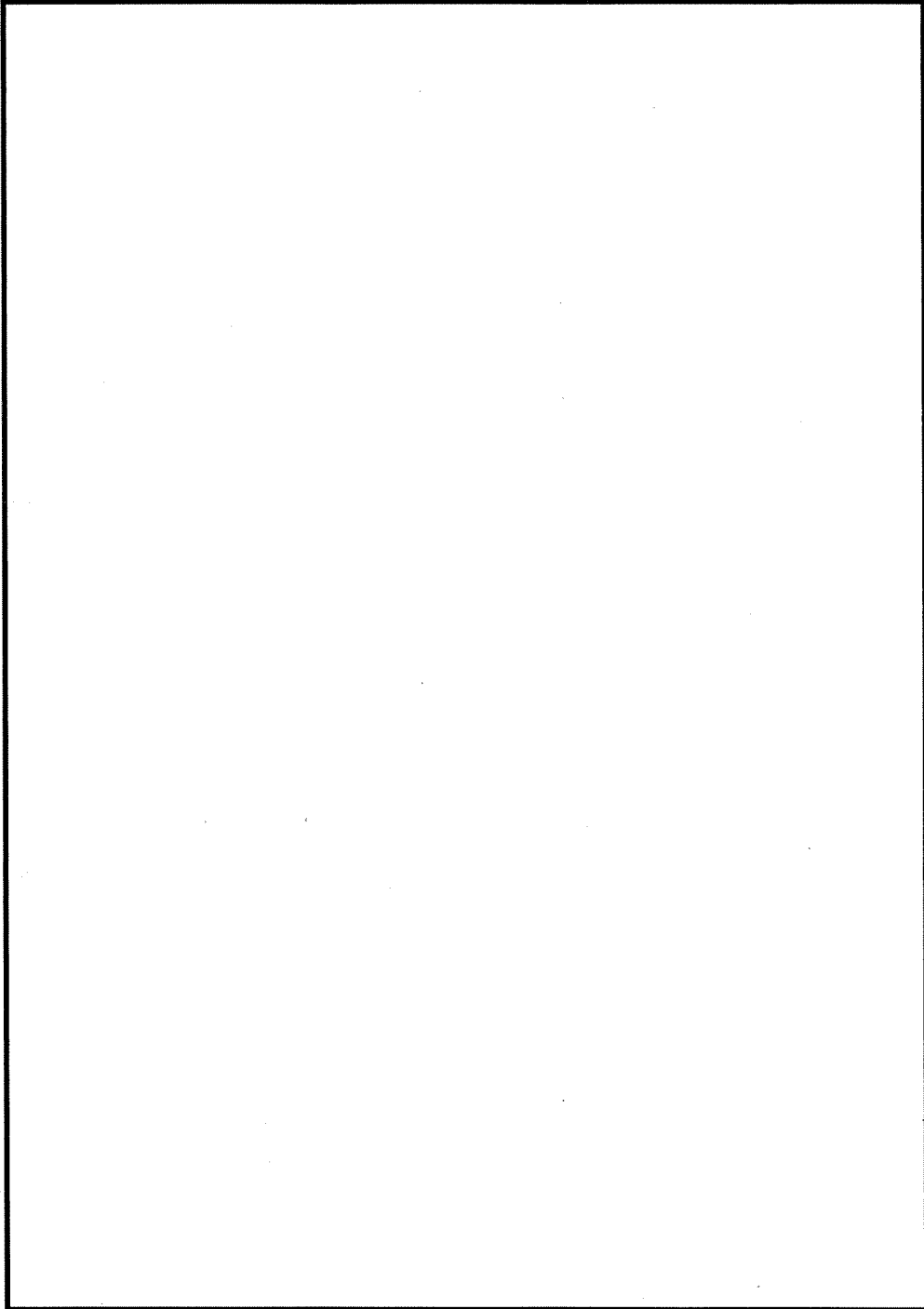
1.00 : 割り増し係数 Ke、環境効果補正係数 Fen を示す

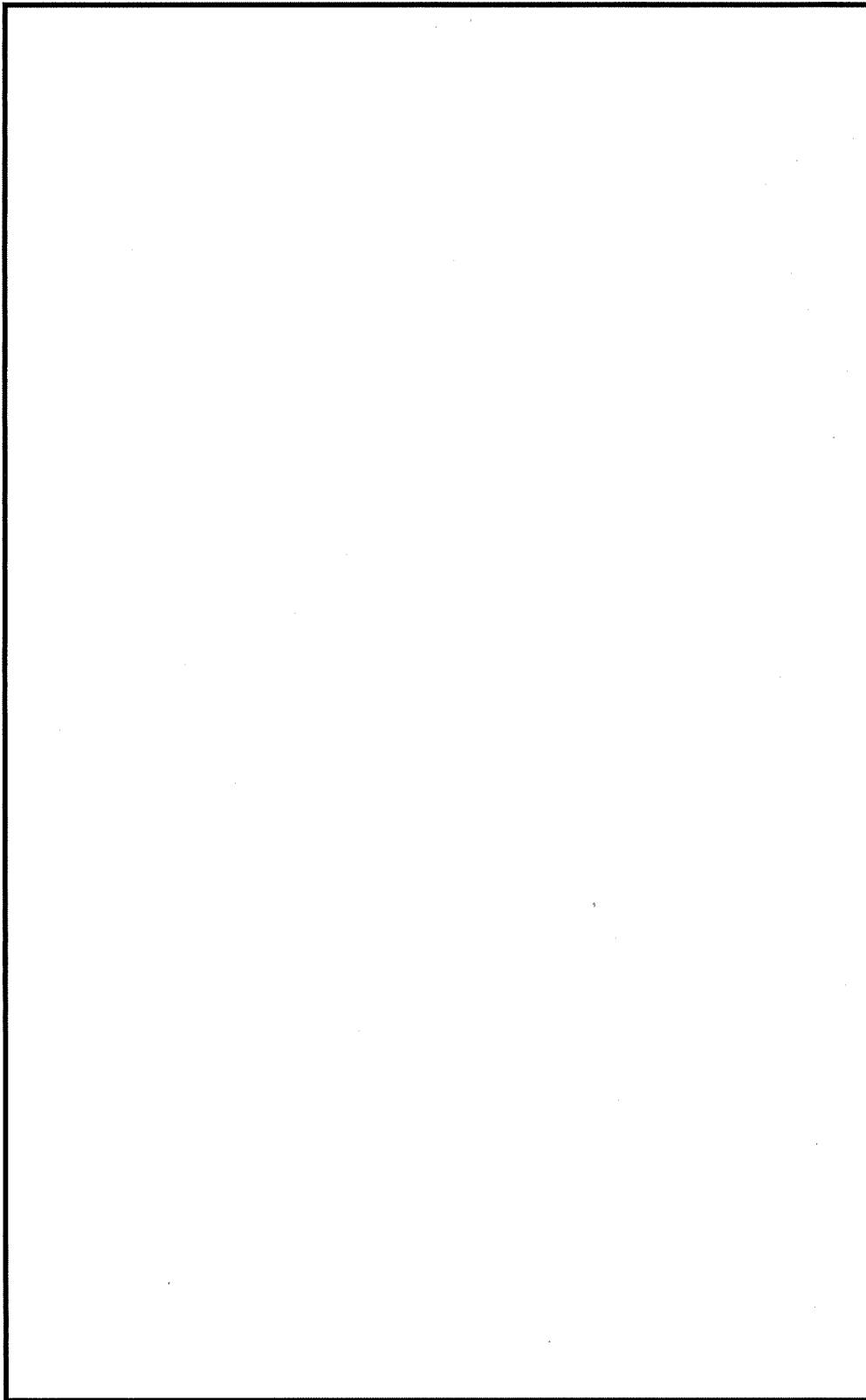
→環境 Uf : 0.001

環境効果補正係数 (Fen) の算出根拠

各過渡の温度、ひずみ履歴より値を読み取り、環境疲労評価手法に従って算出している。







出口管台形状寸法、評価点および解析モデル

出口管台 最大評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1	0.00001	0.00001	0.00009
2	0.0	0.0	0.00001
3	0.00001	0.00000	0.00000
4	0.00007	0.0	0.00137
5	0.00624	0.0	0.00369
6	0.00479	0.00000	0.00283
7	0.00001	0.00089	0.00272
8	0.00441	0.00000	0.00311
9L	0.02973	0.04694	0.00117
10L	0.0	0.00221	0.00138
9C	0.00161	0.00220	0.00261
10C	0.0	0.02204	0.01145
11L	0.03265	0.04230	0.0
12L	0.0	0.00262	0.00174
11C	0.00305	0.00001	0.00035
12C	0.0	0.02354	0.01250
13L	0.04444	0.02498	0.00100
14L	0.0	0.00275	0.00217
13C	0.00161	0.00072	0.00483
14C	0.0	0.02435	0.01382

許容値 $U_r=1.0$

0.04694 : 疲労累積係数が最大となる評価点および最大値を示す

出口管台 疲労解析結果 (評価点 : 9L)

評価点 - 9L
(S23)

応力強さ		(単位 : MPa)			繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	
533.5	-68.1	1.0	300.8	359.9	2	3820	0.00052
512.5	-68.1	1.0	290.3	347.3	2	4280	0.00047
478.4	-68.1	1.0	273.2	326.9	2	5180	0.00039
440.5	-68.1	1.0	254.3	304.3	55	6410	0.00858
440.5	-57.7	1.0	249.1	298.1	6	6820	0.00088
438.2	-57.7	1.0	248.0	296.7	5	6910	0.00072
434.0	-57.7	1.0	245.9	294.2	58	7090	0.00818
434.0	-22.4	1.0	228.2	273.1	69	8840	0.00781
434.0	-0.3	1.0	217.2	259.8	69	10200	0.00676
434.0	0.0	1.0	217.0	259.7	130	10300	0.01262
434.0	232.8	1.0	100.6	120.4	2	164000	0.00001
434.0	296.0	1.0	69.0	82.6	508		0.0
疲労累積係数 =							0.04694

Ke : 割増し係数
 ALT : 繰返しヒーク応力強さ
 ALT' : ALT \times (207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値
 N : 設計繰返し回数
 N* : 許容繰返し回数

1.0 : 割増し係数 Ke を示す

→通常 $U_f : 0.047$

出口管台 環境疲労評価結果 (評価点: 1)

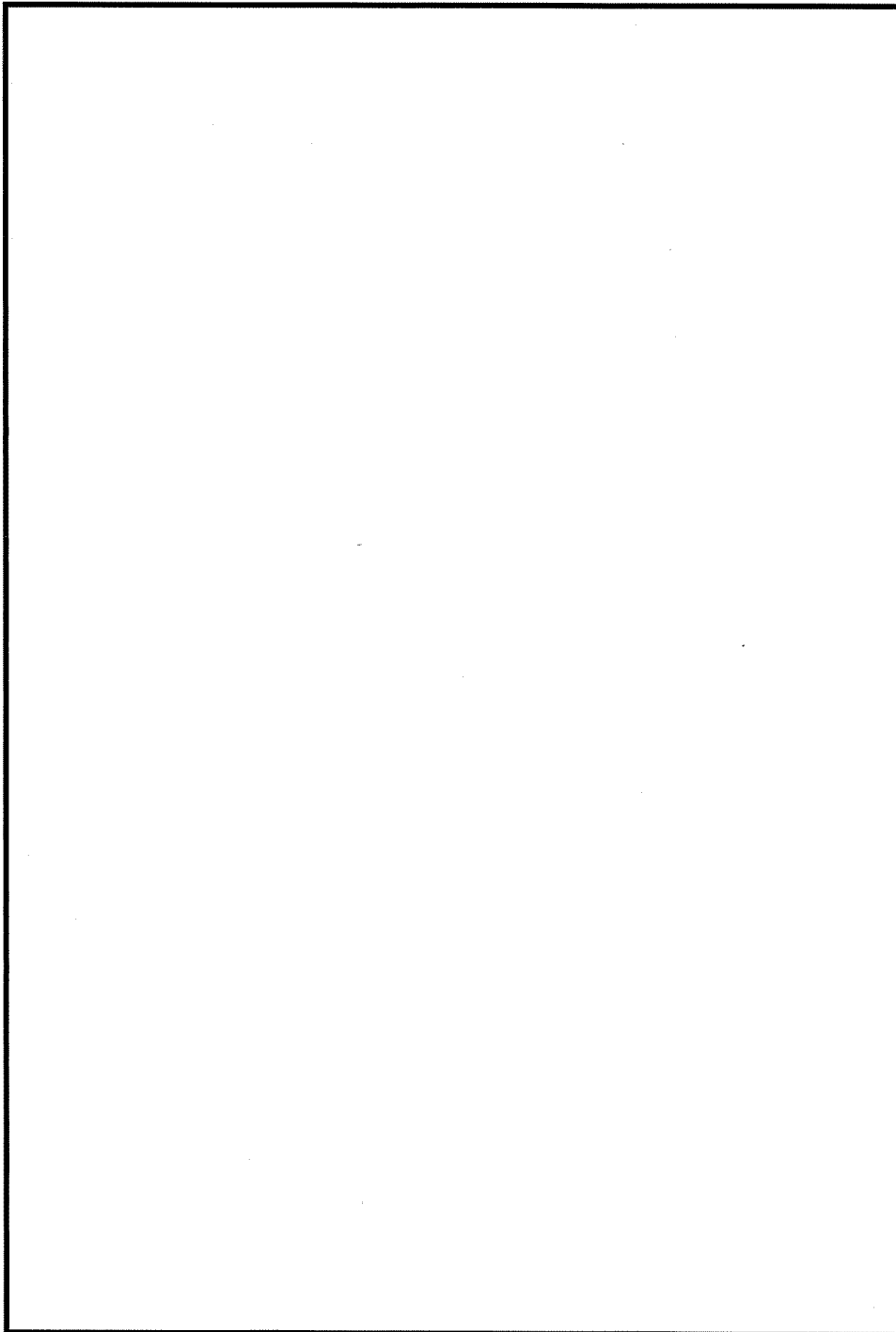
過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数 KE	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回数 n	許容繰返し 回数 n*	疲労累積係数 u	環境効果 補正係数 fen	環境効果を考慮した 疲労累積係数 uen
A	B	smax	smin		補正前 salt	補正後 salt'					
NSS	2D2	0.0	-419.6	1.00	209.8	235.1	2	278000	0.00001	9.190	0.00007
NSS	2F1	0.0	-408.7	1.00	204.4	229.0	3	328000	0.00001	9.005	0.00008
NSS	2D4	0.0	-405.1	1.00	202.6	227.0	2	346000	0.00001	10.587	0.00006
NSS	2C2	0.0	-369.0	1.00	184.5	206.8	2	637000	0.00000	1.000	0.00000
NSS	2G1	0.0	-355.2	1.00	177.6	199.0	2	834000	0.00000	1.000	0.00000
NSS	2D1	0.0	-355.2	1.00	177.6	199.0	8	835000	0.00001	1.000	0.00001
NSS	2E1	0.0	-346.0	1.00	173.0	193.9	2	1000000	0.00000	1.000	0.00000
NSS	1L1	0.0	-344.9	1.00	172.5	193.3	2	1010000	0.00000	1.000	0.00000
NSS	2H2	0.0	-329.3	1.00	164.7	184.5	2	1170000	0.00000	1.000	0.00000
NSS	2A1	0.0	-305.0	1.00	152.5	170.9	7	1510000	0.00000	1.000	0.00000
NSS	1I1	0.0	-272.0	1.00	136.0	152.4	69	2270000	0.00003	1.000	0.00003
NSS	1G1	0.0	-254.6	1.00	127.3	142.6	5	3020000	0.00000	1.000	0.00000
NSS	1D1	0.0	-250.8	1.00	125.4	140.5	24	3230000	0.00001	1.000	0.00001
2H1	1D1	-37.4	-250.8	1.00	106.7	119.5	2	7150000	0.00000	1.000	0.00000
1C1	1D1	-154.8	-250.8	1.00	48.0	53.8	810		0.00000	1.000	0.00000
合計:											0.00027

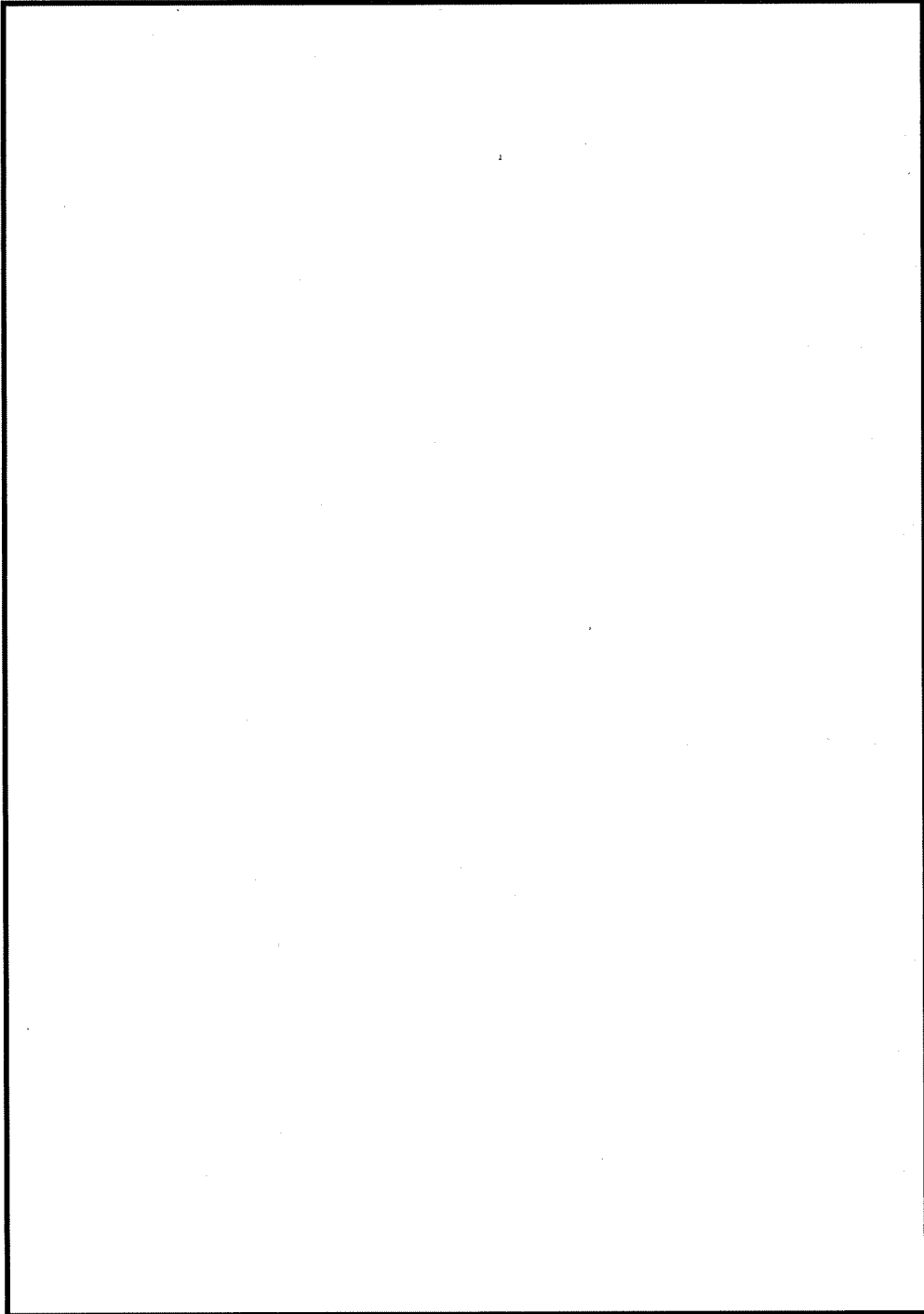
(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$ (salt' ≤ 214.5) の場合、fen=1.0

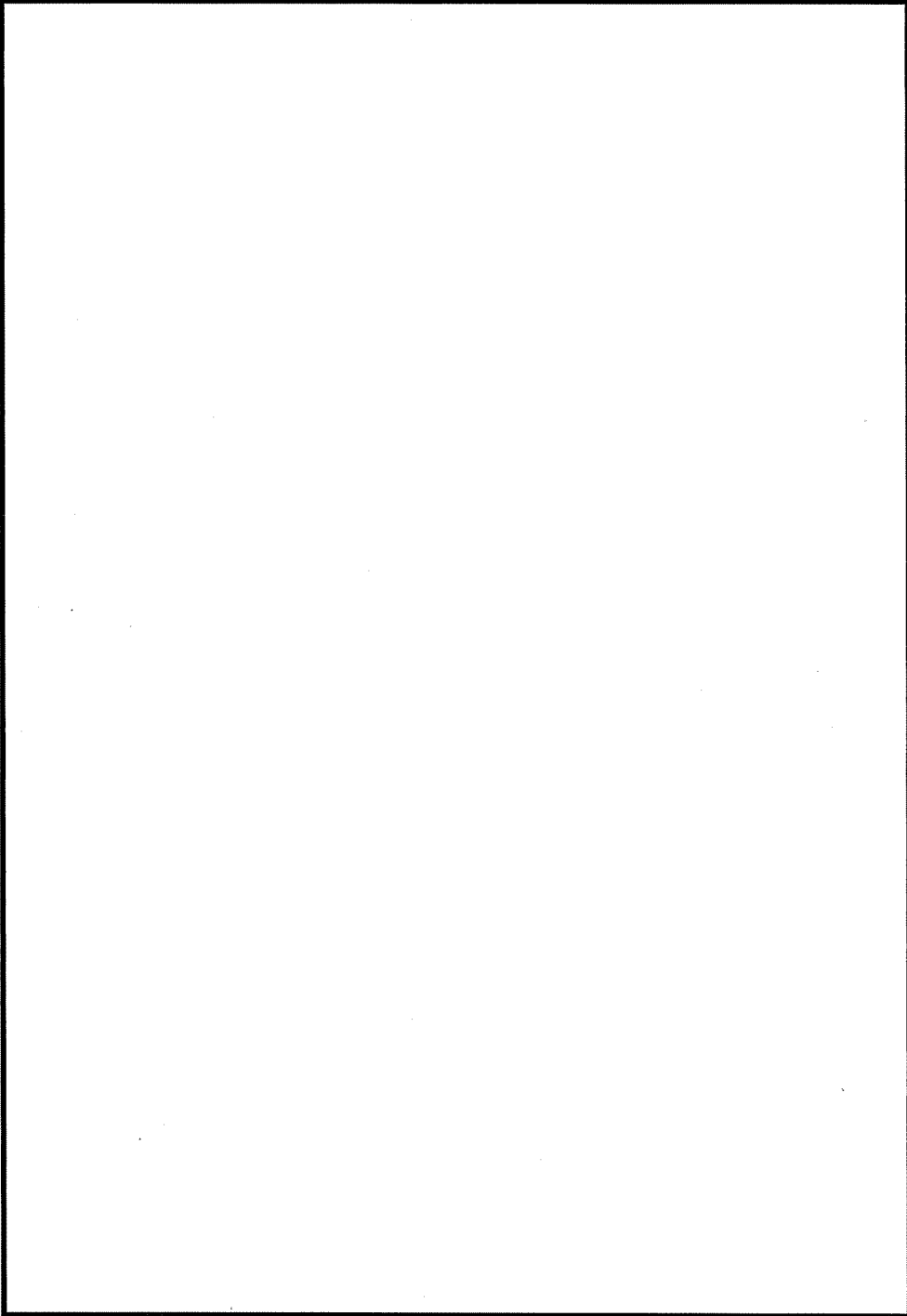
 : 割り増し係数 Ke、環境効果補正係数 Fen を示す

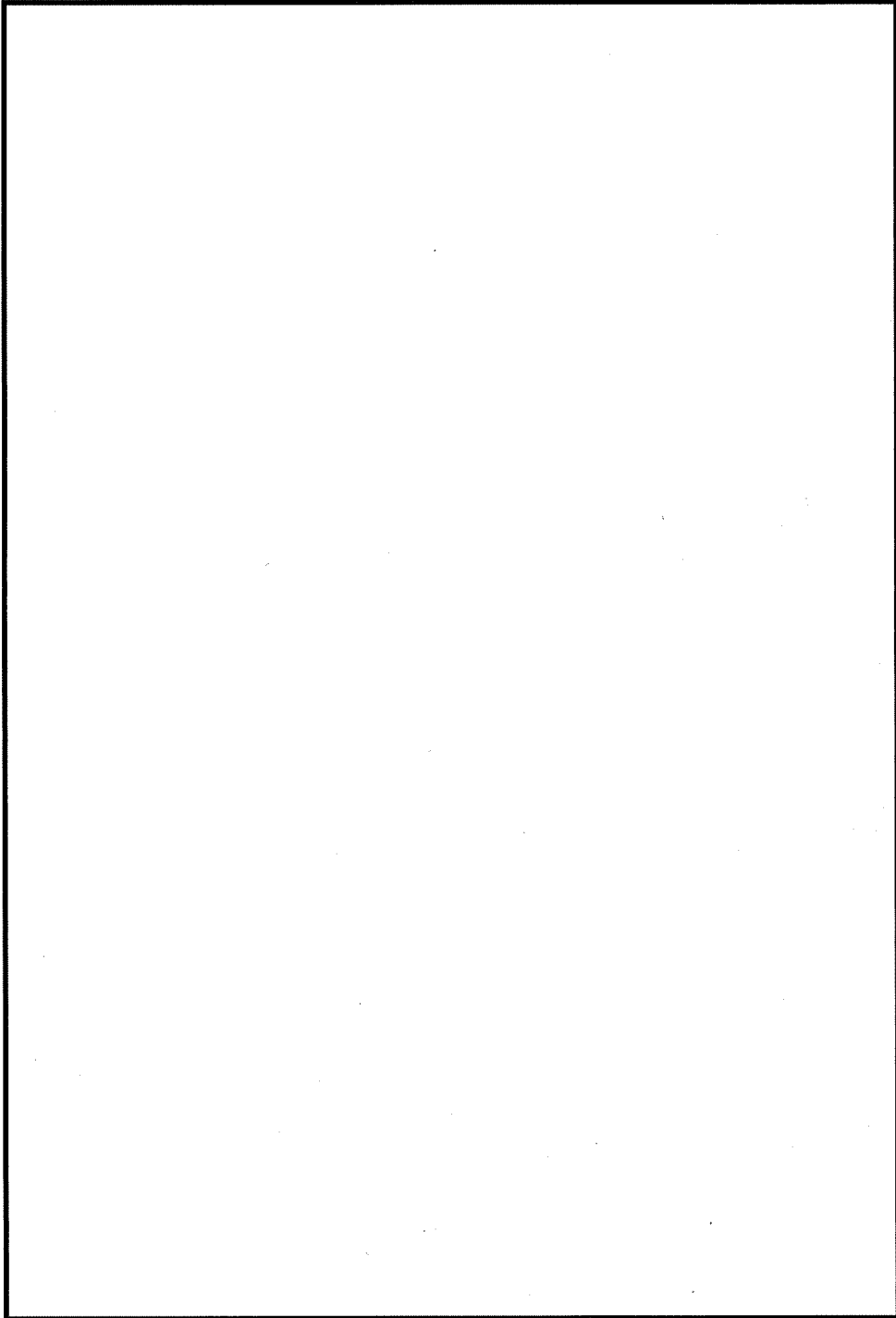
→環境 Uf : 0.003

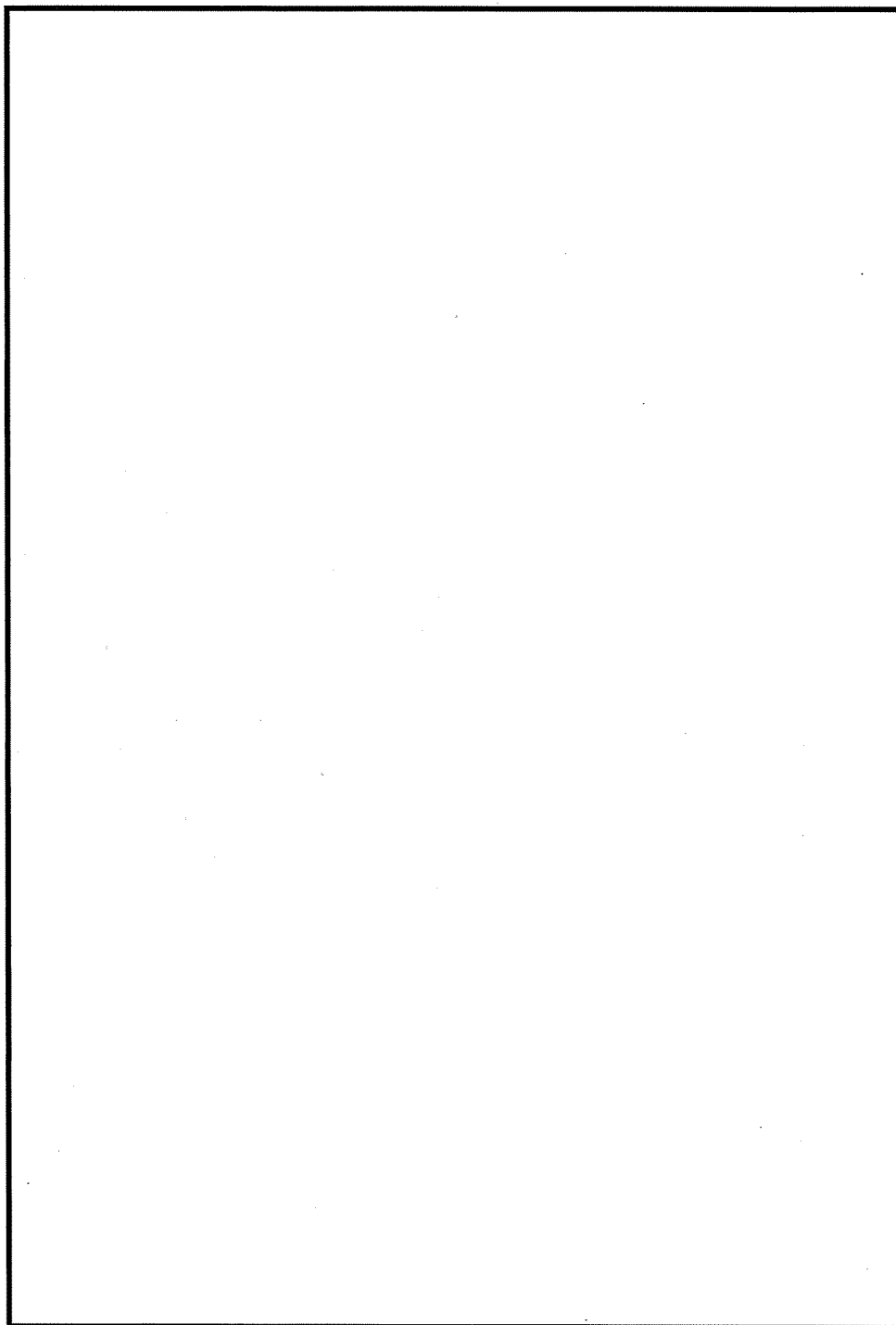
環境効果補正係数 (Fen) の算出根拠
各過渡の温度、ひずみ履歴より値を読み取り、環境疲労評価手法に従って算出している。

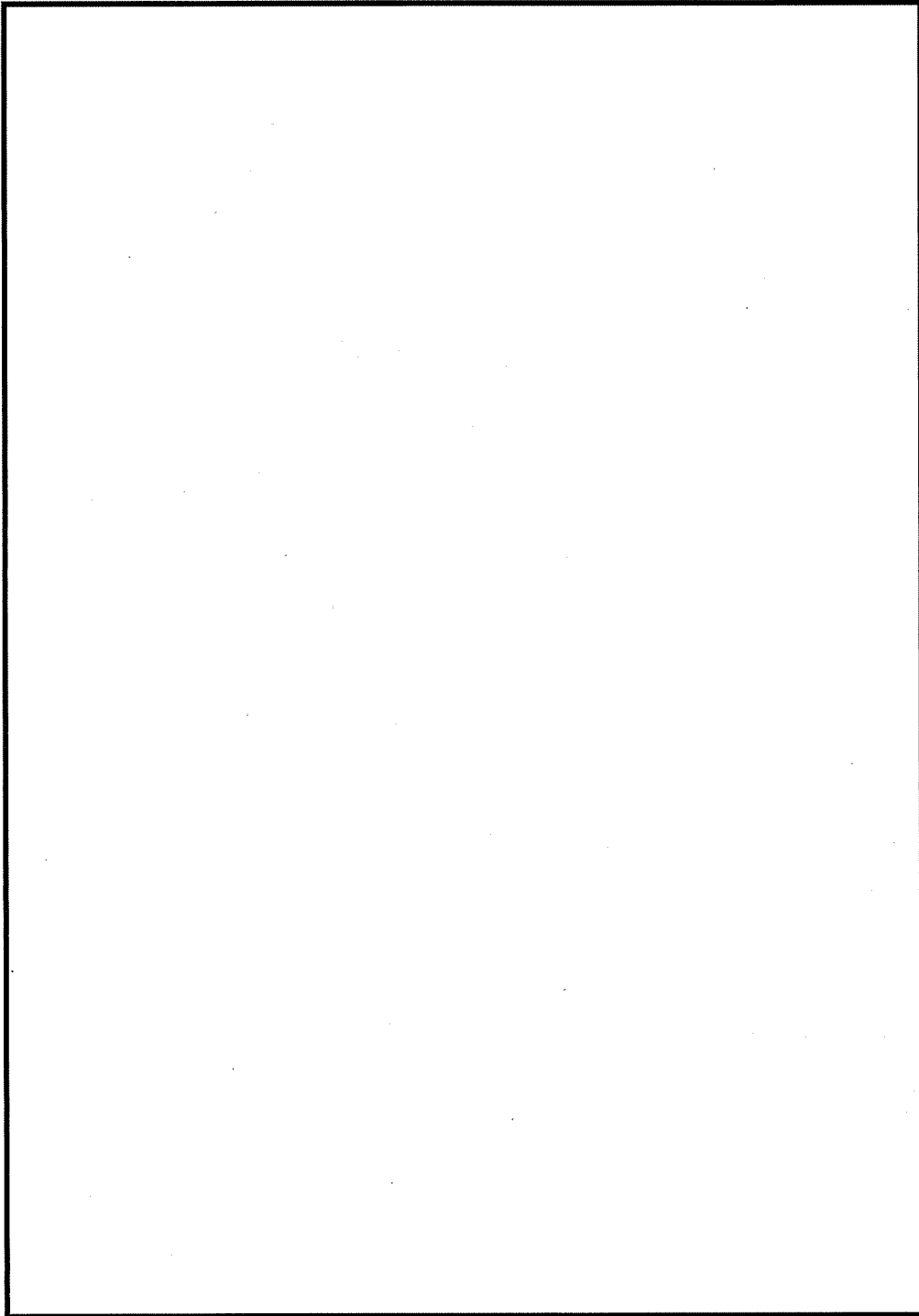


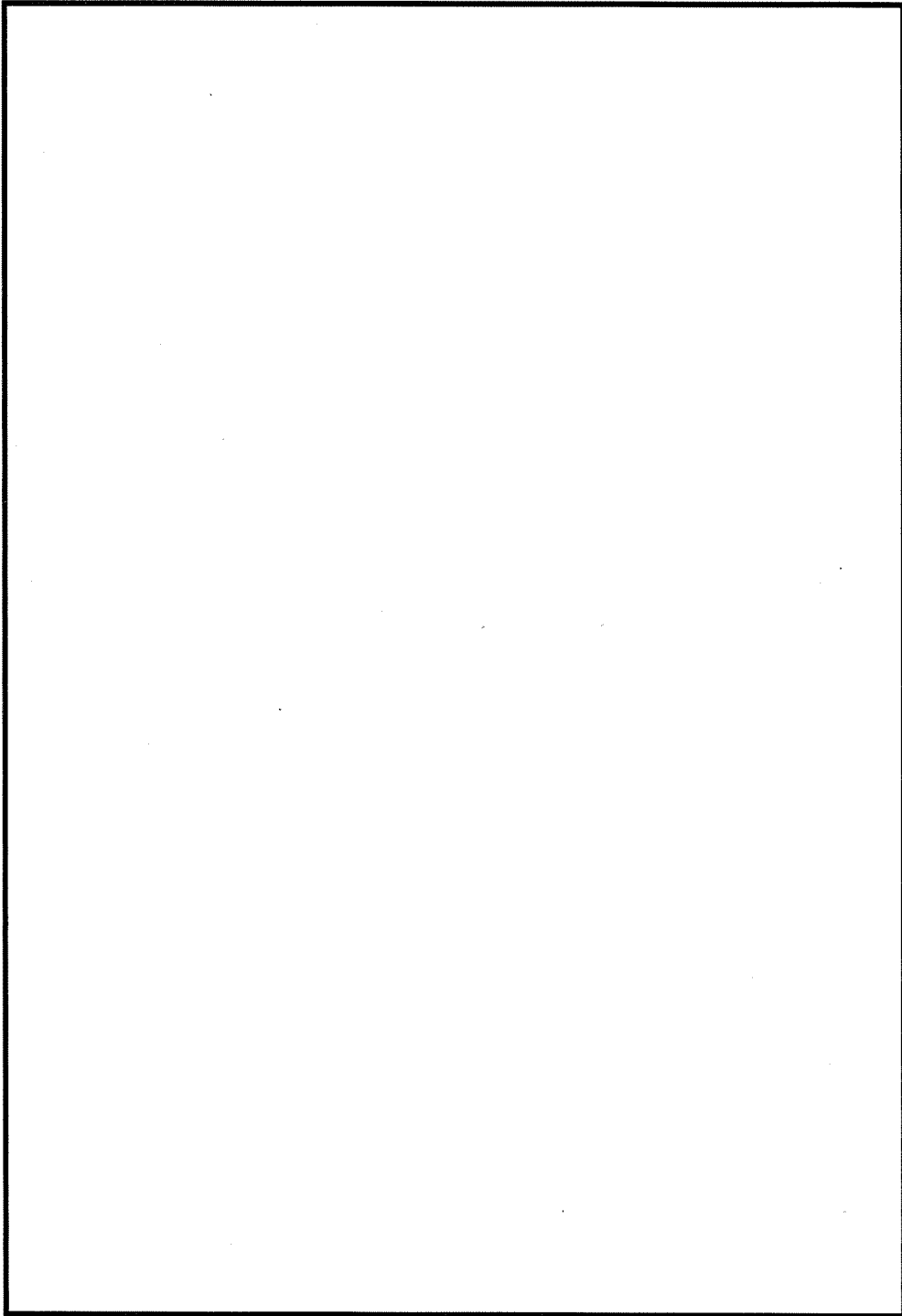


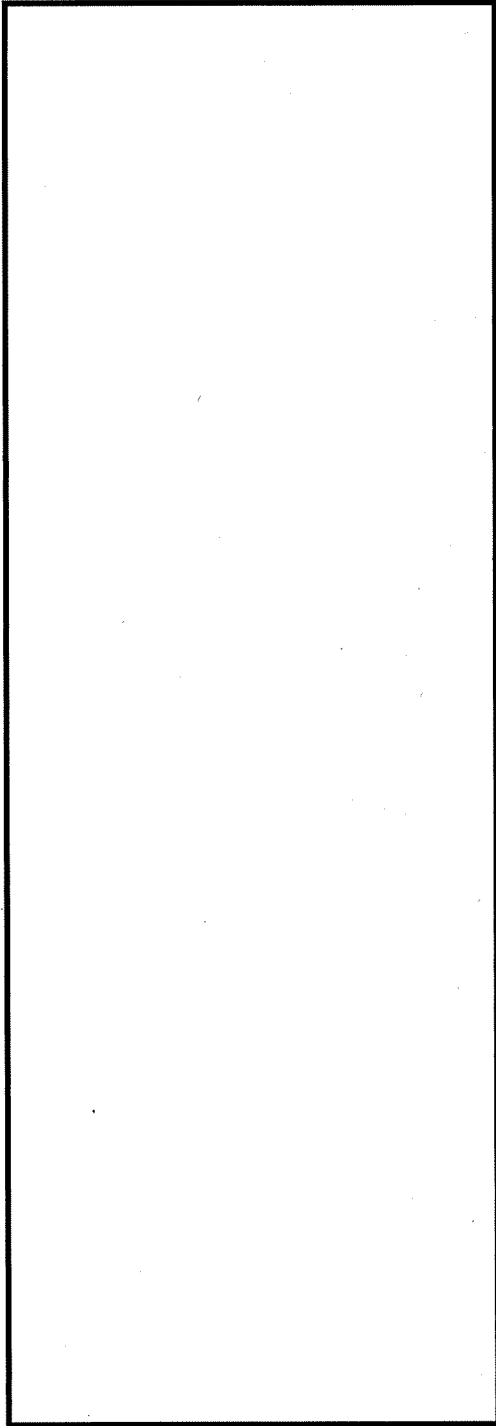


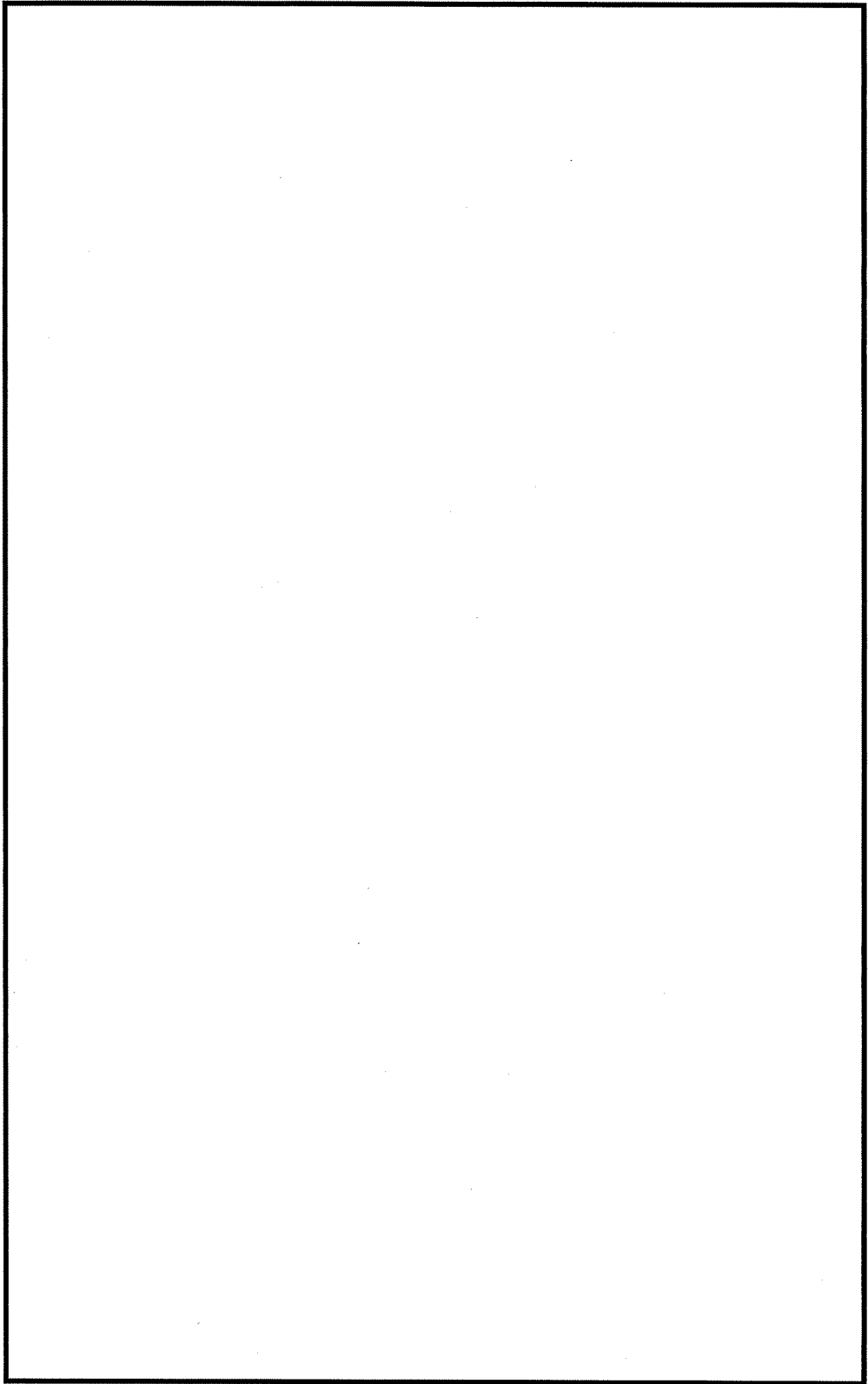












ふた管台形状寸法、評価点および解析モデル

ふた管台 最大評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0
4	0.0	-0.0	0.0
5	0.00105	0.00009	0.00000
6	0.05555	0.00000	0.07388

許容値 $U_f=1.0$

0.07388 : 疲労累積係数が最大となる評価点および最大値を示す

ふた管台 疲労解析結果 (評価点 : 6)

評価点 - 6
(S31)

応力強さ		(単位 : MPa)			繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	
1597.7	-294.8	1.0	946.3	976.3	2	574	0.00348
1410.3	-294.8	1.0	852.6	879.7	2	800	0.00250
1180.3	-294.8	1.0	737.6	761.0	2	1280	0.00156
1070.9	-294.8	1.0	682.9	704.6	2	1670	0.00120
1033.9	-294.8	1.0	664.4	685.5	3	1840	0.00163
1031.6	-294.8	1.0	663.2	684.3	7	1850	0.00378
1030.8	-294.8	1.0	662.8	683.9	28	1850	0.01514
1030.8	-283.1	1.0	657.0	677.8	41	1910	0.02147
1030.8	0.0	1.0	515.4	531.8	87	4730	0.01839
1030.8	502.6	1.0	264.1	272.5	531	118000	0.00450
1003.3	502.6	1.0	250.3	258.3	3	159000	0.00002
951.9	502.6	1.0	224.6	231.8	41	304000	0.00013
941.0	502.6	1.0	219.2	226.2	2	354000	0.00001
934.3	502.6	1.0	215.8	222.7	3	390000	0.00001
922.7	502.6	1.0	210.0	216.7	4	462000	0.00001
912.1	502.6	1.0	204.7	211.2	0	548000	0.00000
891.1	502.6	1.0	194.3	200.4	2	794000	0.00000
848.9	502.6	1.0	173.2	178.7	2	1300000	0.00000
818.3	502.6	1.0	157.8	162.8	46	1770000	0.00003
808.8	502.6	1.0	153.1	157.9	2	1960000	0.00000
795.3	502.6	1.0	146.3	151.0	0	2360000	0.00000
787.1	502.6	1.0	142.3	146.8	2	2670000	0.00000
774.0	502.6	1.0	135.7	140.0	2	3280000	0.00000
772.3	502.6	1.0	134.8	139.1	46	3370000	0.00001
772.3	502.6	1.0	134.8	139.1	1	3370000	0.00000
772.3	525.4	1.0	123.5	127.4	2	4930000	0.00000
772.3	532.4	1.0	120.0	123.8	2	5820000	0.00000
772.3	618.2	1.0	77.0	79.5	3	-----	0.0

疲労累積係数 = 0.07388

Ke : 割増し係数
 ALT : 繰返しピーク応力強さ
 ALT' : ALTに(195000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値
 N : 設計繰返し回数
 N* : 許容繰返し回数

1.0 : 割り増し係数 Ke を示す

→通常 $U_f : 0.074$

ふた管台 環境疲労評価結果 (評価点 : 5)

過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数 KE	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回数 n	許容繰返し 回数 n*	疲労累積係数 u	環境効果 補正係数 fen	環境効果を考慮した 疲労累積係数 uen
A	B	smax	smin		補正前 salt	補正後 salt'					
1A1	2D4	93.5	-589.7	1.32	450.0	464.3	2	8130	0.00025	3.123	0.00077
1A1	2G1	93.5	-533.4	1.25	392.4	404.8	2	15200	0.00013	3.180	0.00042
1A1	1L1	93.5	-458.6	1.00	276.0	284.8	2	92900	0.00002	3.135	0.00007
1A1	1G1	93.5	-407.7	1.00	250.6	258.6	3	158000	0.00002	3.203	0.00006
1A1	1D1	93.5	-406.4	1.00	249.9	257.9	37	161000	0.00023	3.168	0.00073
2J1	1D1	91.6	-406.4	1.00	249.0	256.9	41	164000	0.00025	2.561	0.00064
NSS	1D1	0.0	-406.4	1.00	203.2	209.6	87	578000	0.00015	1.000	0.00015
2E1	1D1	-198.8	-406.4	1.00	103.8	107.1	2	16600000	0.00000	1.000	0.00000
1C1	1D1	-217.2	-406.4	1.00	94.6	97.6	520	81600000	0.00001	1.000	0.00001
1C1	2D2	-217.2	-403.1	1.00	92.9	95.9	2	1130000000	0.00000	1.000	0.00000
1C1	2D1	-217.2	-397.8	1.00	90.3	93.2	7	-----	0.00000	1.000	0.00000
合計 :											0.00284

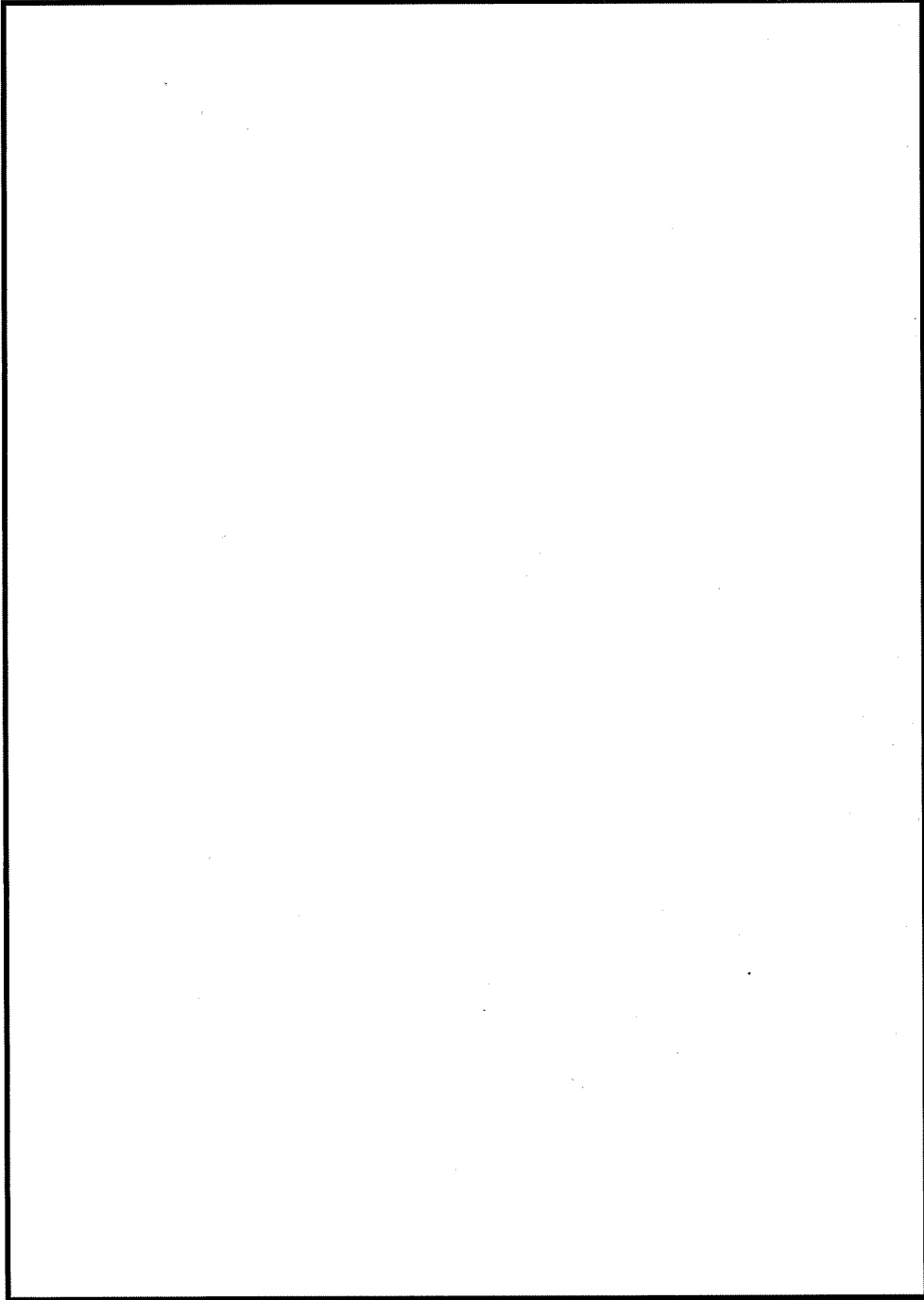
(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$ (salt' ≤ 214.5) の場合、fen=1.0

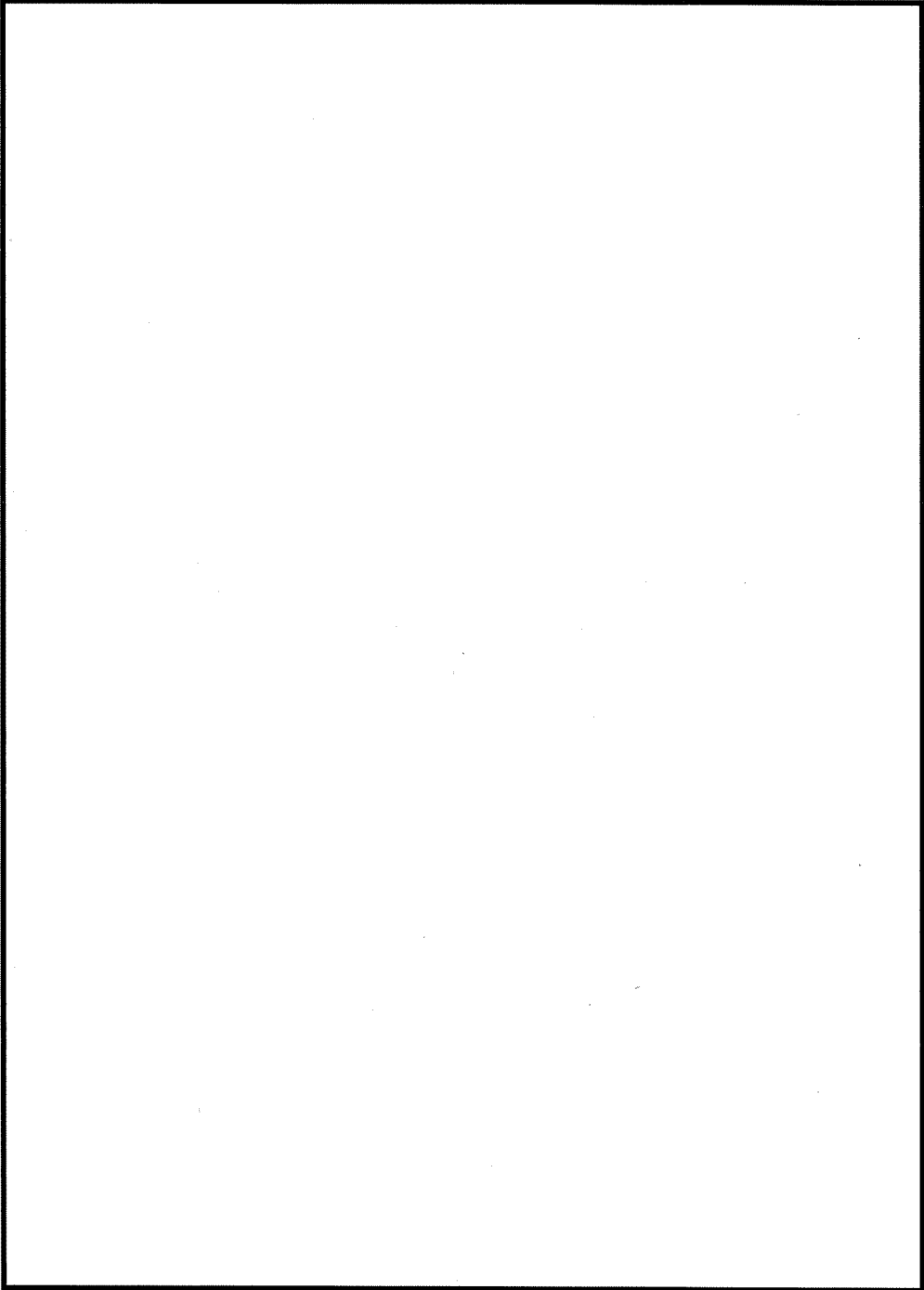
: 割り増し係数 Ke、環境効果補正係数 Fen を示す

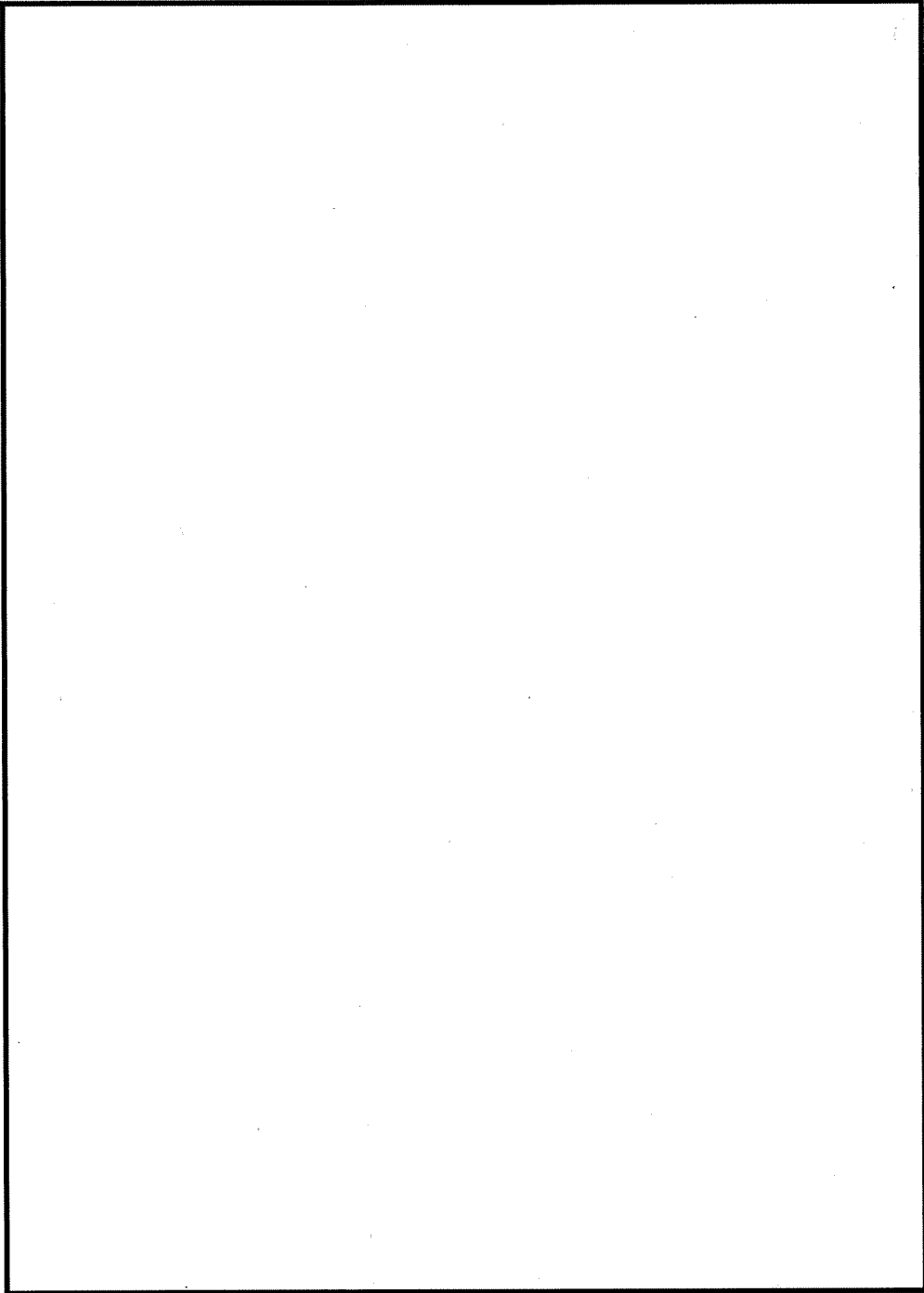
→環境 Uf : 0.003

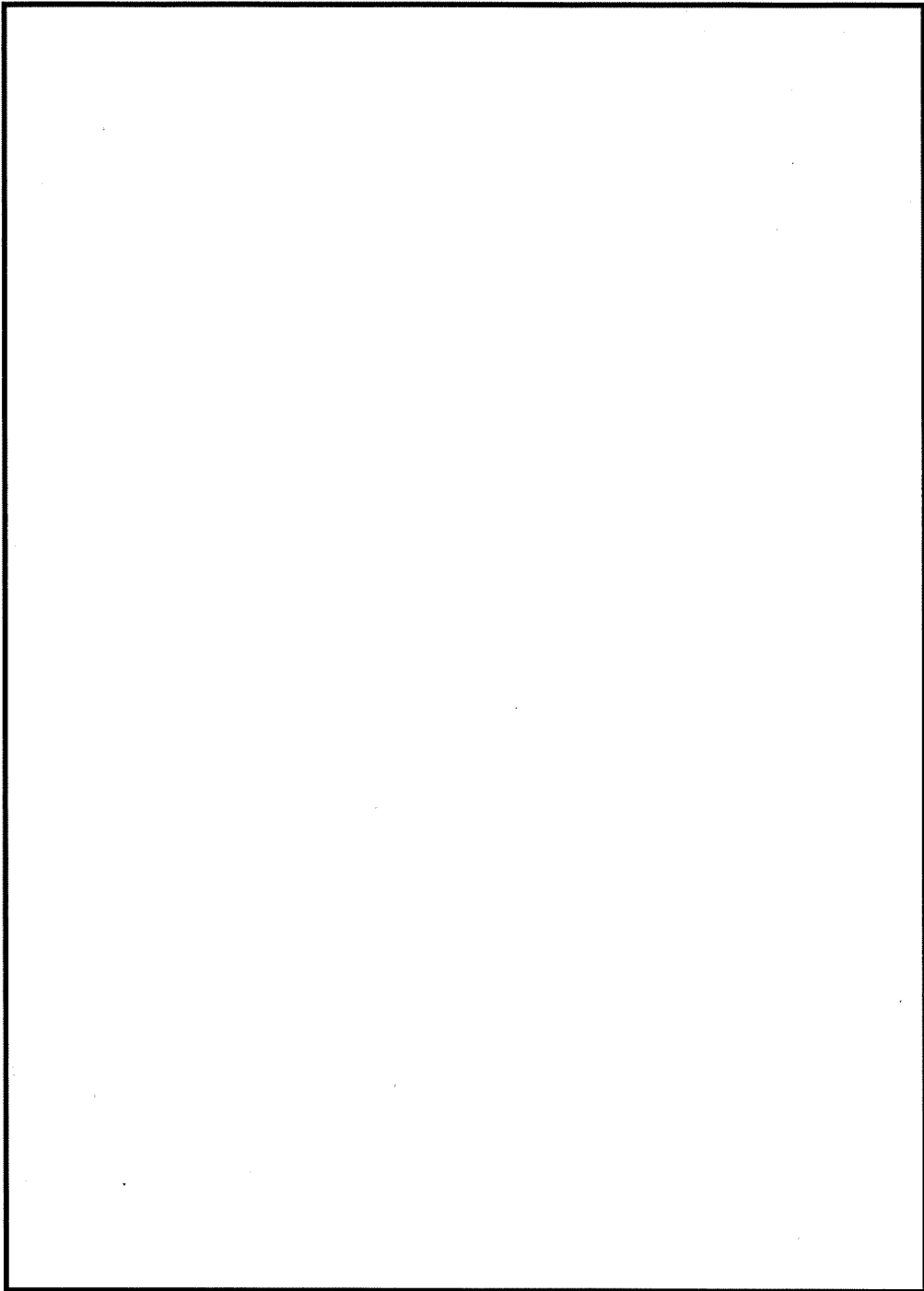
環境効果補正係数 (Fen) の算出根拠

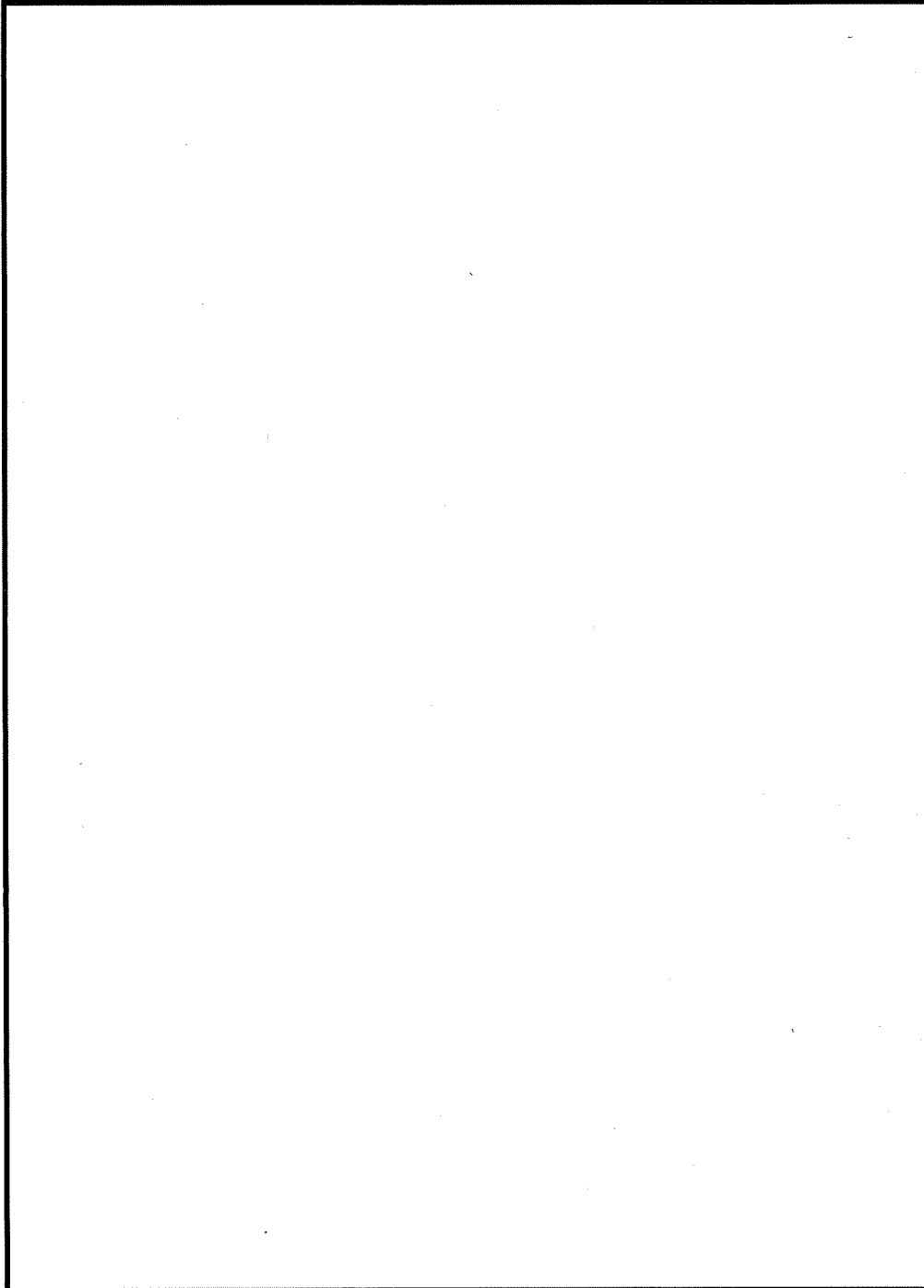
各過渡の温度、ひずみ履歴より値を読み取り、環境疲労評価手法に従って算出している。

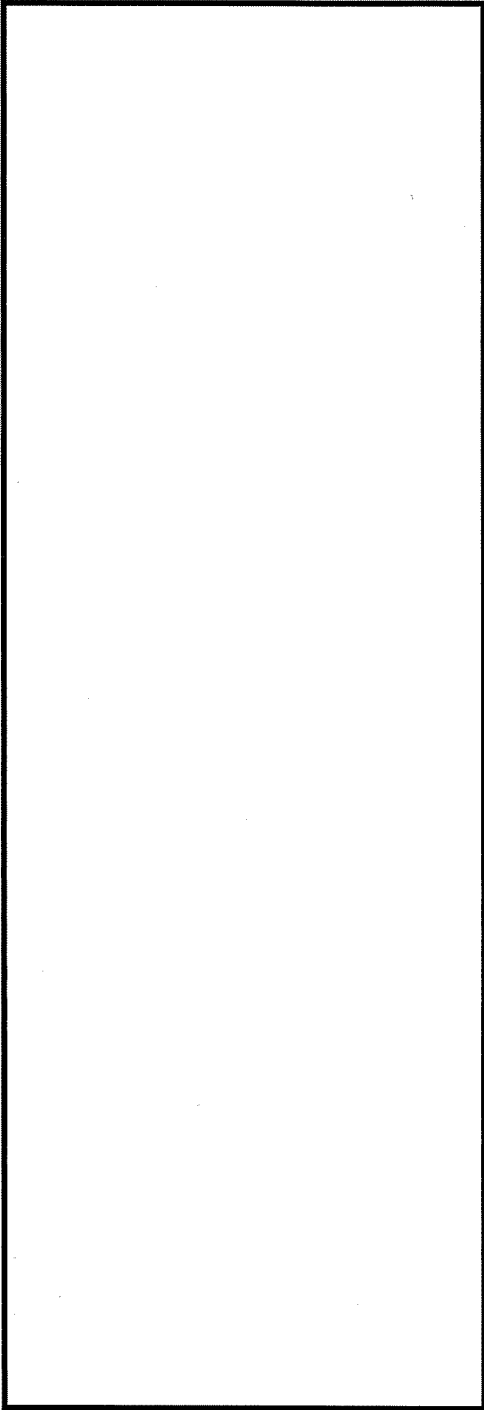


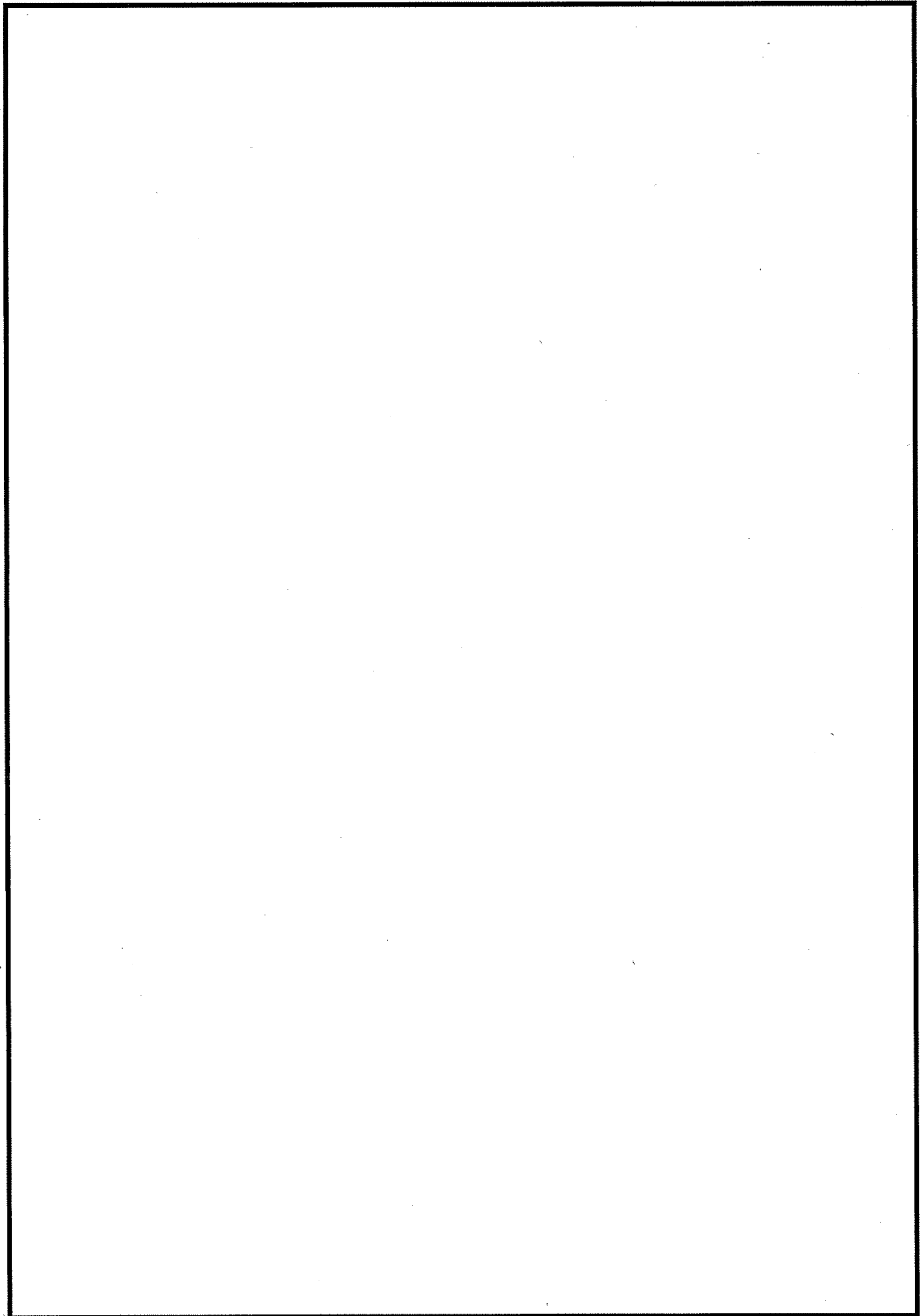












空気抜管台形状寸法、評価点および解析モデル

空気抜管台 最大評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0
3	0.00036	0.00003	0.00000
4	0.02154	0.00000	0.03740

許容値 $U_f = 1.0$

0.03740 : 疲労累積係数が最大となる評価点および最大値を示す

空気抜管台 疲労解析結果 (評価点 : 4)

評価点 - 4
(S31)

応力強さ		Ke	(単位: MPa)		繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値		ALT	ALT'	N	N*	
1491.6	-212.8	1.0	852.2	879.3	2	801	0.00250
1243.8	-212.8	1.0	728.3	751.5	2	1340	0.00149
1063.9	-212.8	1.0	638.4	658.6	2	2120	0.00094
1014.0	-212.8	1.0	613.4	632.9	3	2460	0.00122
1000.8	-212.8	1.0	606.8	626.1	2	2560	0.00078
994.4	-212.8	1.0	603.6	622.8	2	2610	0.00077
949.0	-212.8	1.0	580.9	599.3	2	3020	0.00066
939.2	-212.8	1.0	576.0	594.3	7	3110	0.00225
862.4	-212.8	1.0	537.6	554.7	2	4030	0.00050
831.7	-212.8	1.0	522.2	538.8	3	4500	0.00067
829.5	-212.8	1.0	521.1	537.7	19	4530	0.00419
829.5	-207.1	1.0	518.3	534.7	41	4630	0.00886
829.5	0.0	1.0	414.7	427.9	87	11500	0.00757
829.5	286.2	1.0	271.6	280.2	2	101000	0.00002
829.5	294.6	1.0	267.4	275.9	538	110000	0.00489
776.4	294.6	1.0	240.9	248.5	0	197000	0.00000
776.1	294.6	1.0	240.7	248.4	3	198000	0.00002
671.0	294.6	1.0	188.2	194.1	41	994000	0.00004
657.3	294.6	1.0	181.3	187.1	4	1120000	0.00000
610.2	294.6	1.0	157.8	162.8	46	1770000	0.00003
598.0	294.6	1.0	151.7	156.5	2	2020000	0.00000
580.5	294.6	1.0	142.9	147.5	0	2620000	0.00000
573.7	294.6	1.0	139.5	144.0	2	2900000	0.00000
561.2	294.6	1.0	133.3	137.5	46	3540000	0.00001
561.2	294.6	1.0	133.3	137.5	5	3540000	0.00000
561.2	463.4	1.0	48.9	50.4	2		0.0

疲労累積係数 = 0.03740

Ke : 割増し係数
 ALT : 繰返しピーク応力強さ
 ALT' : ALTに(195000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値
 N : 設計繰返し回数
 N* : 許容繰返し回数

1.0 : 割り増し係数 Ke を示す

→通常 $U_f : 0.038$

空気抜管台 環境疲労評価結果 (評価点 : 3)

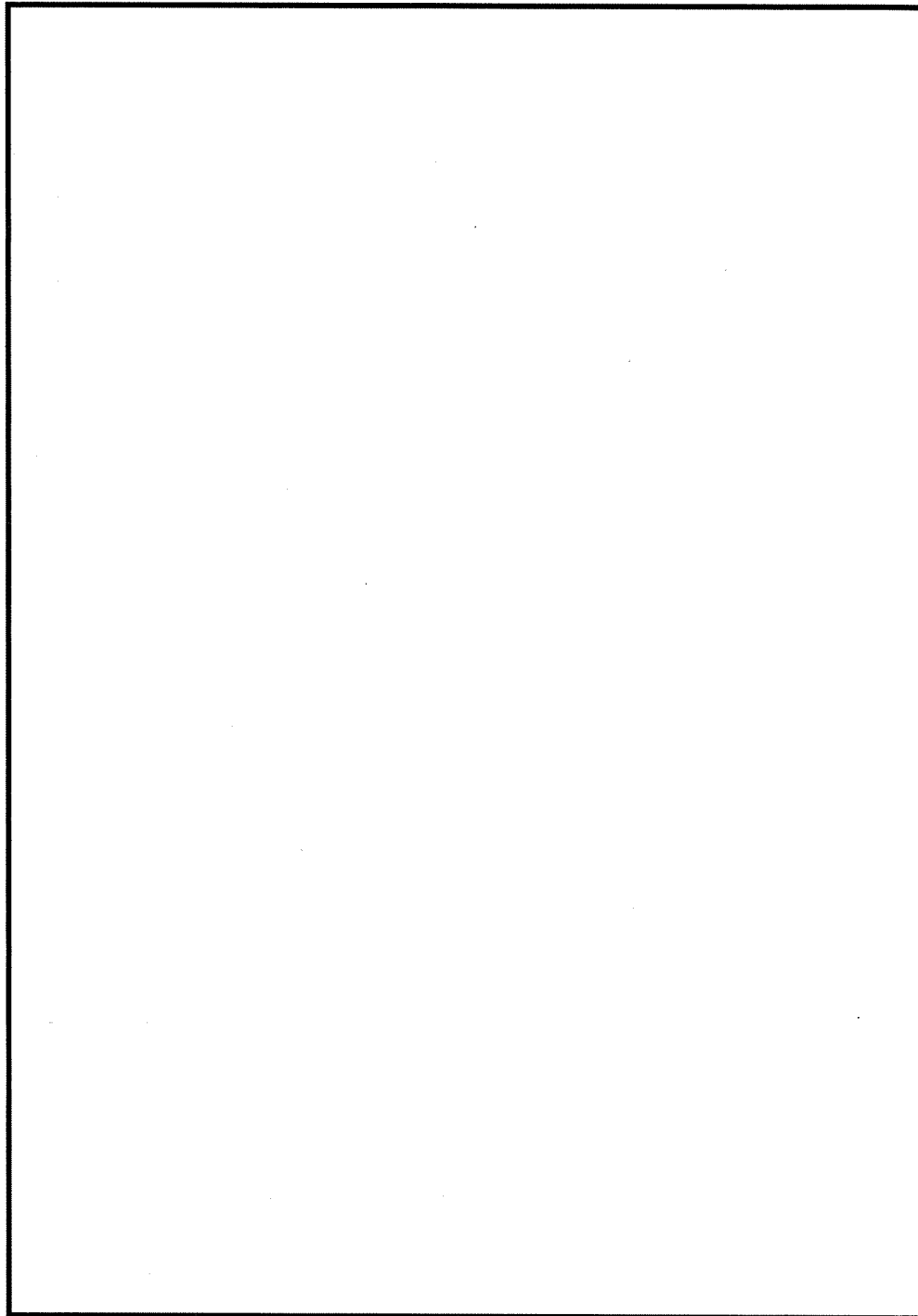
過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数 KE	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回 数 n	許容繰返し 回 数 n*	疲労累積係数 u	環境効果 補正係数 fen	環境効果を考慮した 疲労累積係数 uen
A	B	smax	smin		補正前 salt	補正後 salt'					
1A1	2D4	67.4	-541.5	1.35	410.9	423.9	2	12100	0.00017	3.066	0.00051
1A1	2G1	67.4	-459.9	1.08	285.0	294.0	2	78000	0.00003	3.125	0.00008
1A1	2D2	67.4	-385.4	1.00	226.4	233.6	2	289000	0.00001	3.071	0.00002
1A1	1L1	67.4	-375.2	1.00	221.3	228.4	2	333000	0.00001	3.086	0.00002
1A1	2F1	67.4	-367.4	1.00	217.4	224.3	3	373000	0.00001	3.059	0.00002
1A1	2C2	67.4	-351.9	1.00	209.7	216.3	2	467000	0.00000	3.112	0.00001
1A1	2D1	67.4	-349.2	1.00	208.3	214.9	7	486000	0.00001	3.104	0.00004
1A1	2E1	67.4	-340.5	1.00	203.9	210.4	2	563000	0.00000	1.000	0.00000
1A1	2H2	67.4	-321.8	1.00	194.6	200.8	2	784000	0.00000	1.000	0.00000
1A1	1G1	67.4	-315.9	1.00	191.7	197.7	3	873000	0.00000	1.000	0.00000
1A1	1D1	67.4	-315.2	1.00	191.3	197.4	19	885000	0.00002	1.000	0.00002
2J1	1D1	65.1	-315.2	1.00	190.1	196.2	41	923000	0.00004	1.000	0.00004
NSS	1D1	0.0	-315.2	1.00	157.6	162.6	87	1780000	0.00005	1.000	0.00005
2H1	1D1	-116.3	-315.2	1.00	99.4	102.6	2	28700000	0.00000	1.000	0.00000
1C1	1D1	-128.7	-315.2	1.00	93.2	96.2	538	639000000	0.00000	1.000	0.00000
1C1	2A1	-128.7	-288.7	1.00	80.0	82.5	3	-----	0.00000	1.000	0.00000
合計 :											0.00083

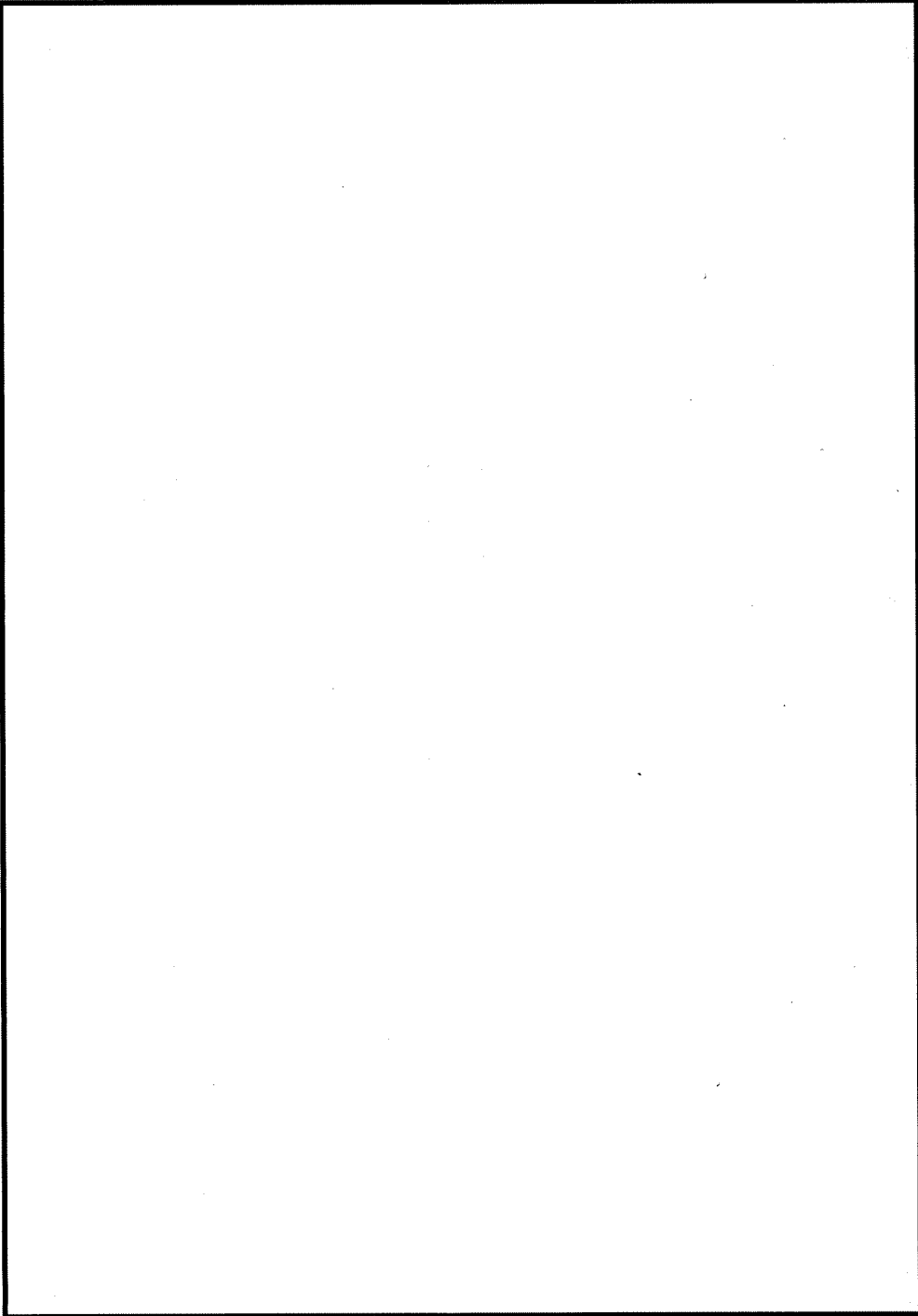
(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$ (salt' ≤ 214.5) の場合、fen=1.0

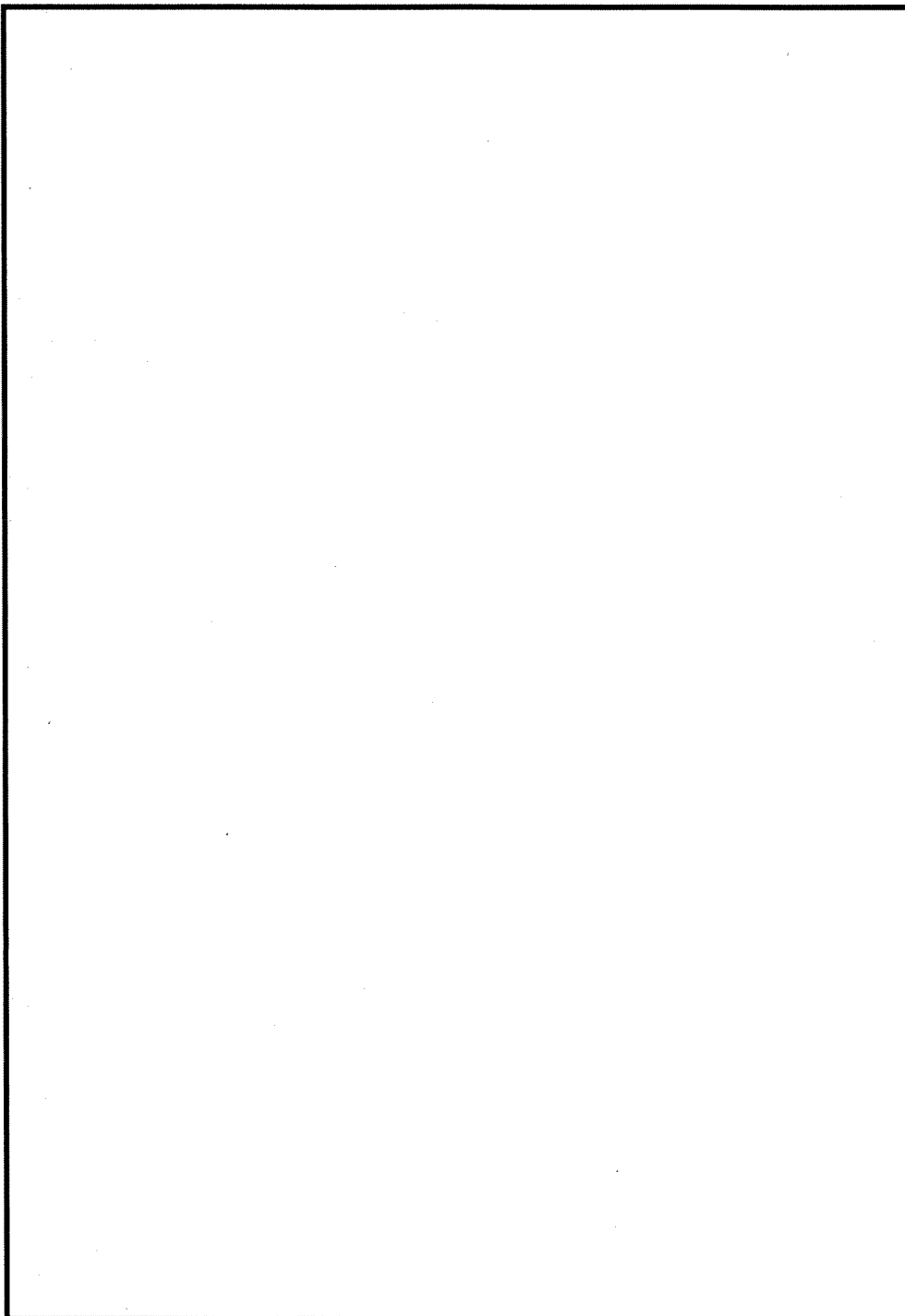
 : 割り増し係数 Ke、環境効果補正係数 Fen を示す

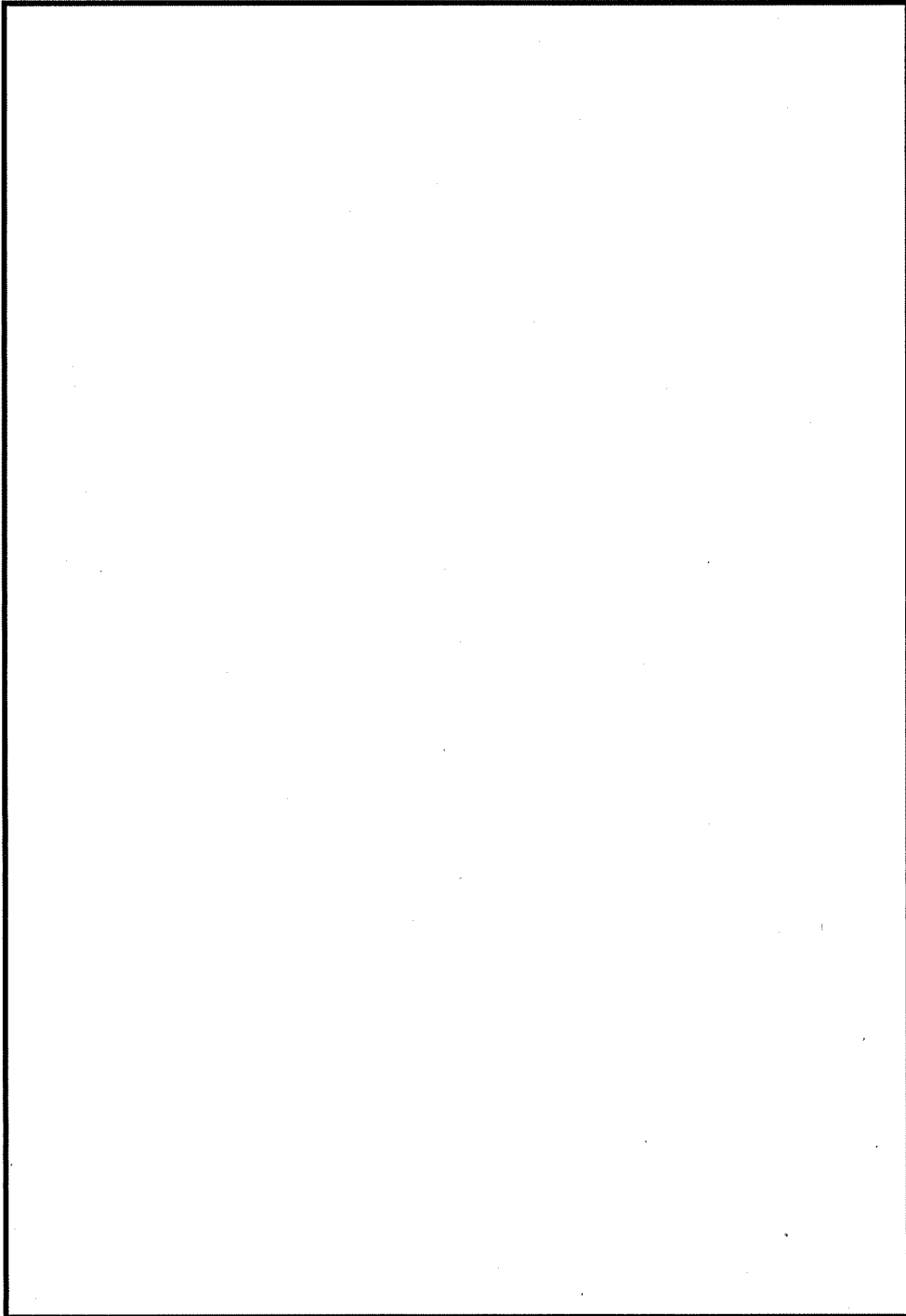
→環境 Uf : 0.001

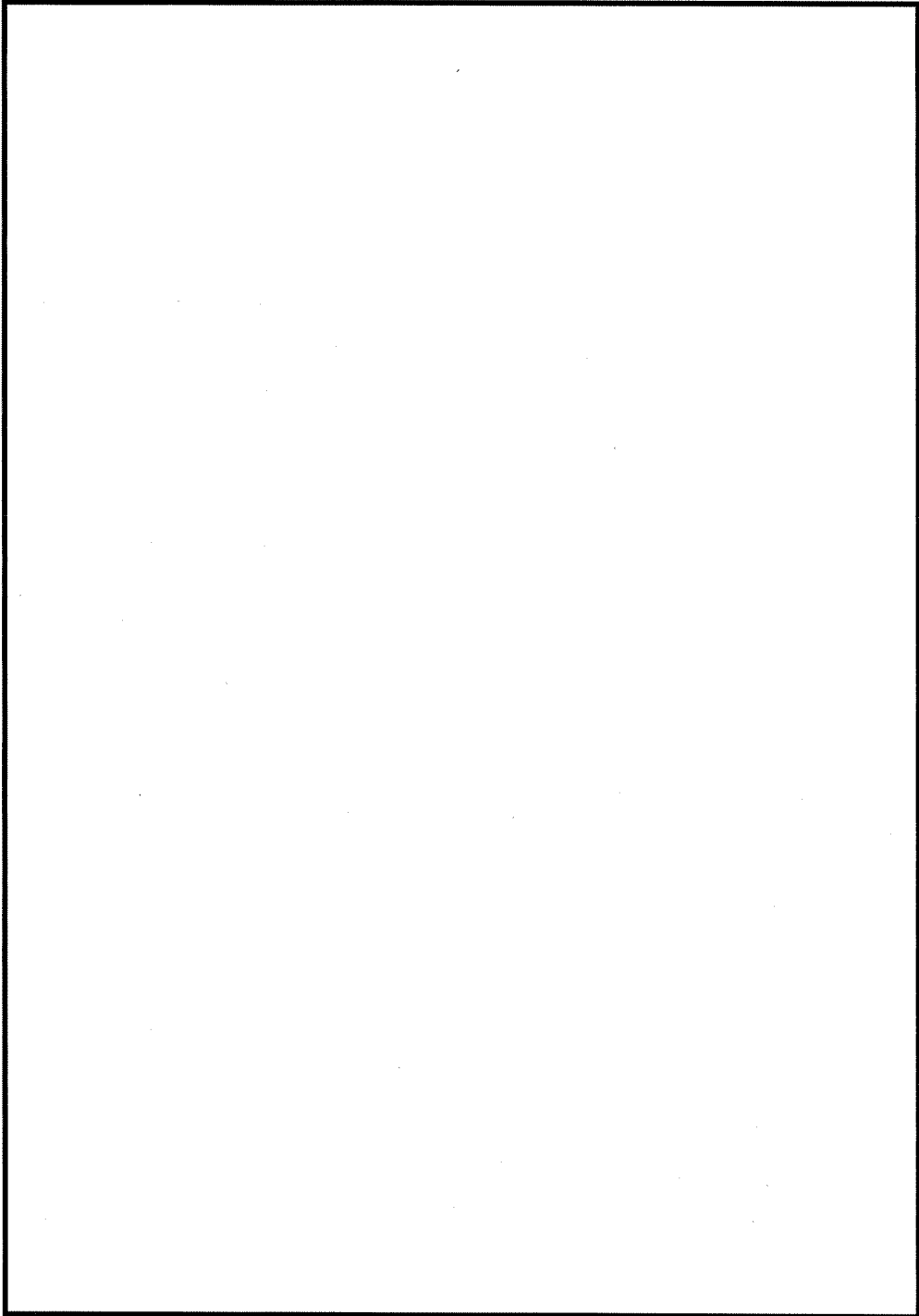
環境効果補正係数 (Fen) の算出根拠
各過渡の温度、ひずみ履歴より値を読み取り、環境疲労評価手法に従って算出している。

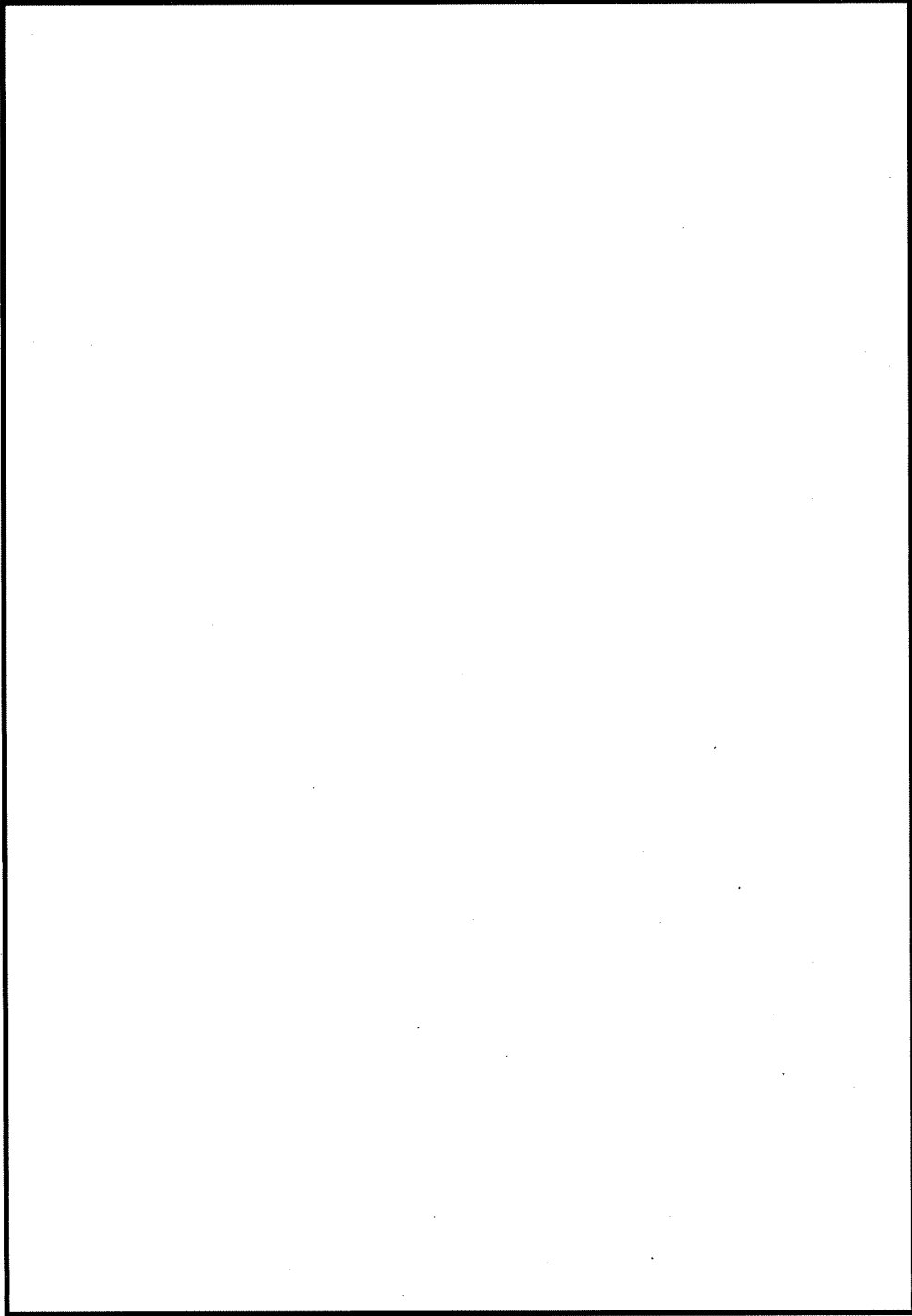


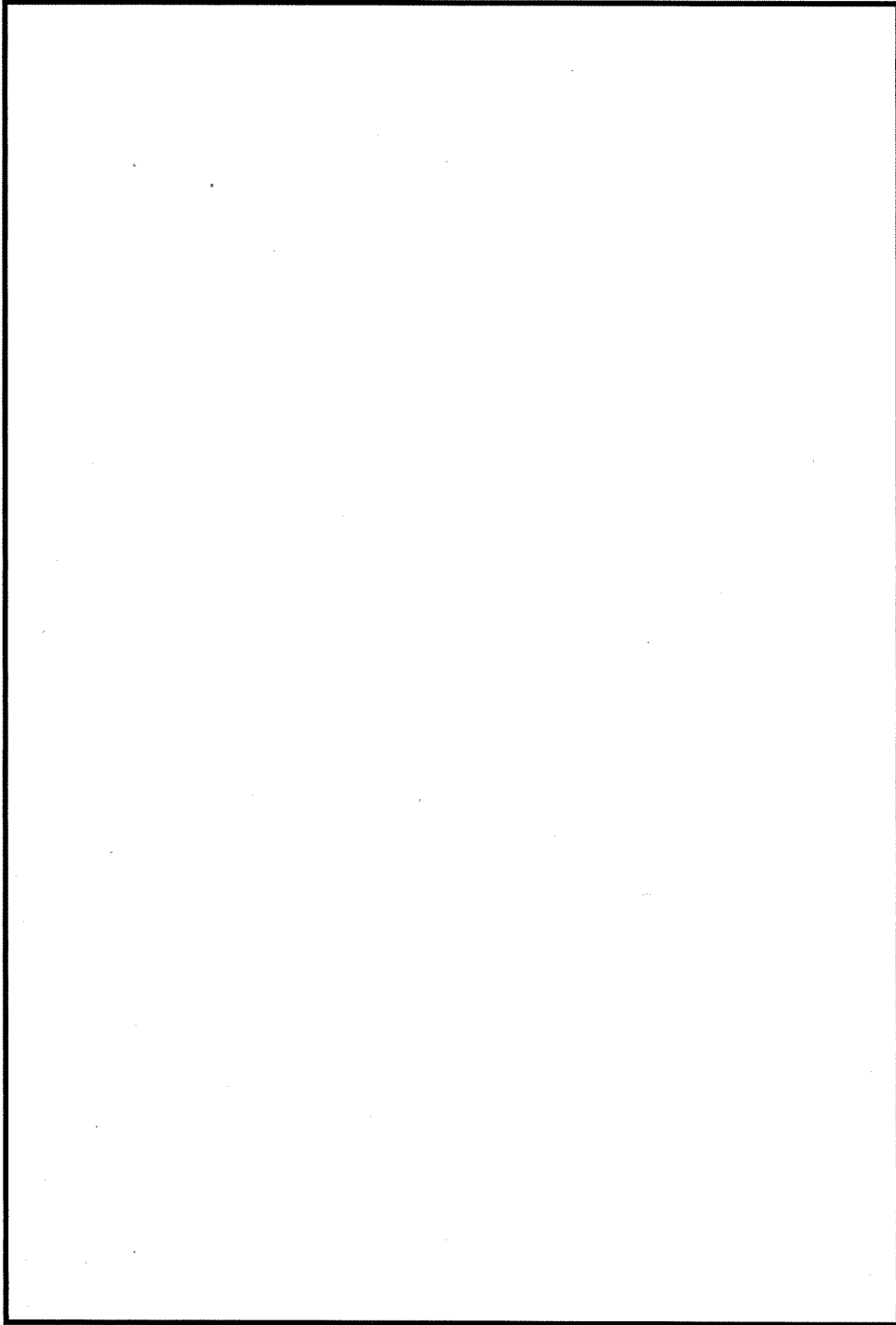


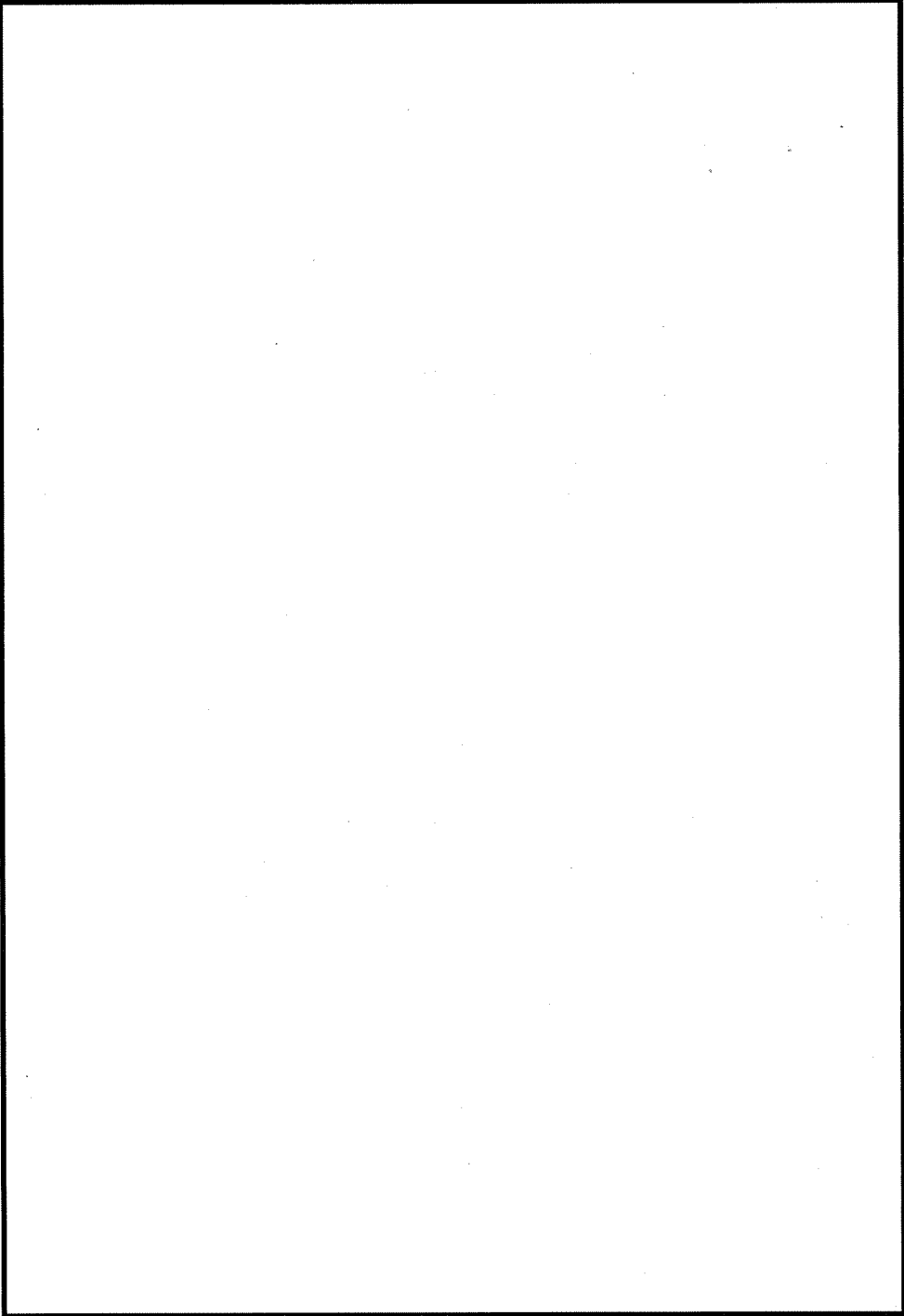


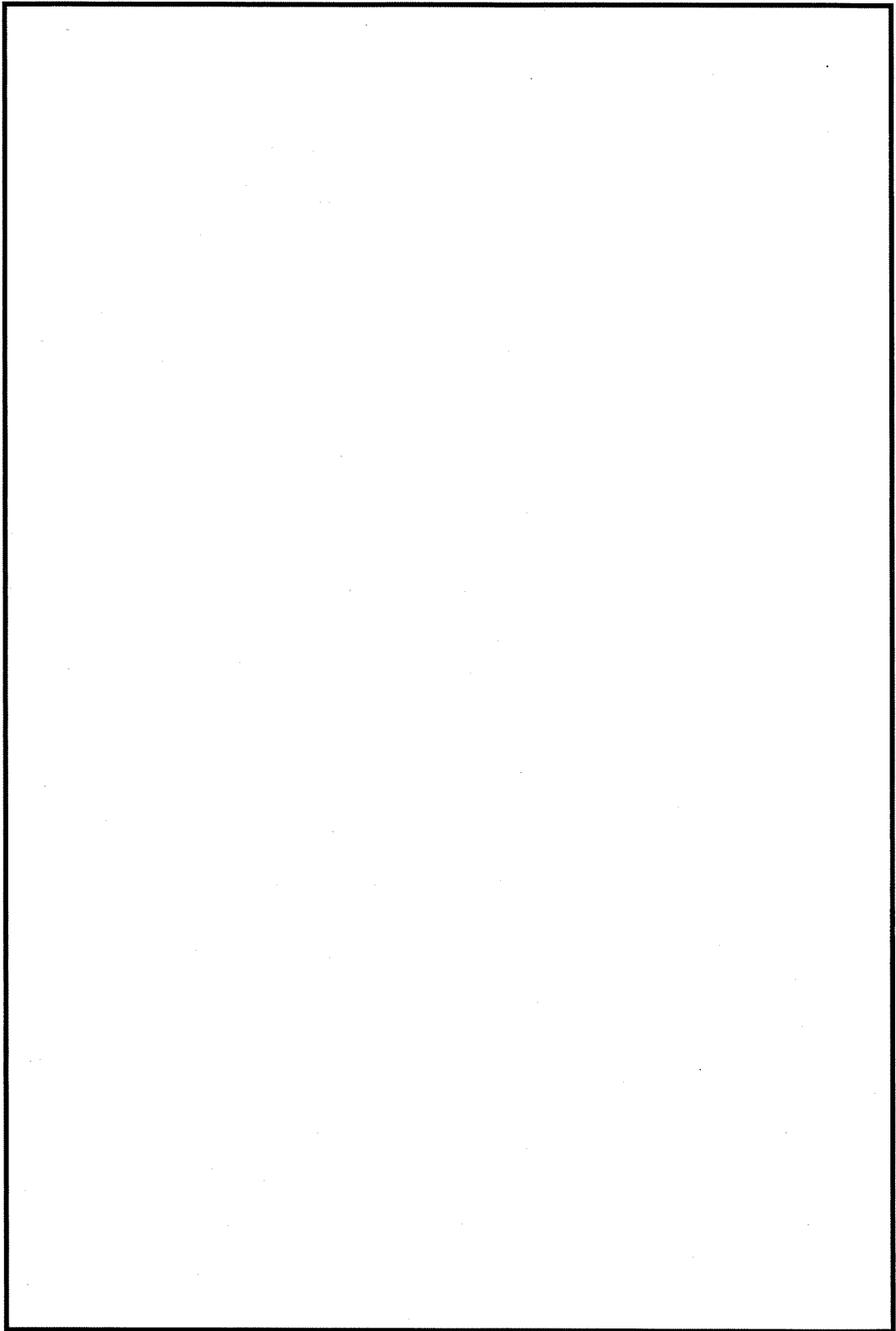












炉内計装筒形状寸法、評価点および解析モデル

炉内計装筒 最大評価点の選定

評価点	U (S12)	U (S23)	U (S31)
1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.00000
6	0.0	0.0	0.00000
7	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0
9	0.00115	0.00015	0.0
10	0.03816	0.00109	0.19564

許容値 $U_i = 1.0$

10 : 疲労累積係数が最大となる評価点および最大値を示す

炉内計装筒 疲労解析結果 (評価点 : 10)

評価点 : 10 (S31)

応力強さ		(単位 : MPa)			繰返し回数		疲労係数
極大値	極小値	K_e	ALT	ALT'	N	N*	(=N/N*)
1913.1	-57.3	1.0	985.2	965.4	2	595	0.00336
1634.9	-57.3	1.0	846.1	829.1	2	965	0.00207
1405.6	-57.3	1.0	731.5	716.8	5	1580	0.00316
1404.0	-57.3	1.0	730.7	716.0	2	1580	0.00127
1390.5	-57.3	1.0	723.9	709.4	50	1630	0.03067
1390.5	-15.7	1.0	703.1	689.0	11	1800	0.00611
1390.4	-15.7	1.0	703.0	688.9	7	1800	0.00389
1373.2	-15.7	1.0	694.4	680.5	5	1880	0.00266
1331.1	-15.7	1.0	673.4	659.9	46	2100	0.02190
1331.1	-2.7	1.0	666.9	653.5	69	2180	0.03165
1331.1	0.0	1.0	665.6	652.2	130	2200	0.05909
1331.1	19.6	1.0	655.8	642.6	69	2320	0.02974
1331.1	709.8	1.0	310.7	304.4	2	64500	0.00003
1331.1	891.0	1.0	220.1	215.7	7	476000	0.00001
1331.1	1035.5	1.0	147.8	144.8	3	2830000	0.00000
1331.1	1050.4	1.0	140.4	137.6	2	3540000	0.00000
1331.1	1079.4	1.0	125.9	123.3	8	5950000	0.00000
1331.1	1085.6	1.0	122.8	120.3	2	6890000	0.00000
1331.1	1089.0	1.0	121.1	118.6	2	7490000	0.00000
1331.1	1089.8	1.0	120.7	118.2	5	7640000	0.00000
1331.1	1095.3	1.0	117.9	115.6	2	8750000	0.00000
1331.1	1115.2	1.0	108.0	105.8	2	18600000	0.00000
1331.1	1136.1	1.0	97.5	95.5	5	167000000	0.00000
1331.1	1183.3	1.0	73.9	72.4	0		0.0
疲労累積係数 =							0.19564

K_e : 割増し係数
 ALT : 繰返しピーク応力強さ
 ALT' : ALT \times (195000) / (材料の使用温度における縦弾性係数) を乗じて得た値
 N : 設計繰返し回数
 N* : 許容繰返し回数

1.0 : 割り増し係数 K_e を示す

→ 通常 $U_f : 0.196$

炉内計装筒 環境疲労評価結果 (評価点: 9)

過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数 KE	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回数 n	許容繰返し 回数 n*	疲労累積係数 u	環境効果 補正係数 fen	環境効果を考慮した 疲労累積係数 uen
A	B	smax	smin		補正前 salt	補正後 salt'					
2J1	2D4	26.7	-627.0	1.00	326.8	320.3	2	49000	0.00004	2.798	0.00011
2J1	2G1	26.7	-540.4	1.00	283.6	277.9	2	106000	0.00002	2.947	0.00006
2J1	2A1	26.7	-474.3	1.00	250.5	245.5	7	213000	0.00003	2.303	0.00008
2J1	2J2	26.7	-466.8	1.00	246.8	241.8	50	234000	0.00021	1.598	0.00034
1A1	2J2	11.7	-466.8	1.00	239.3	234.5	11	283000	0.00004	1.873	0.00007
1A1	2I1	11.7	-465.9	1.00	238.8	234.0	5	286000	0.00002	2.752	0.00005
1A1	2B2	11.7	-463.0	1.00	237.4	232.6	5	298000	0.00002	2.661	0.00004
1A1	2H1	11.7	-462.3	1.00	237.0	232.2	2	300000	0.00001	2.427	0.00002
1A1	1C1	11.7	-445.1	1.00	228.4	223.8	46	378000	0.00012	2.690	0.00033
1B1	1C1	11.4	-445.1	1.00	228.2	223.6	69	380000	0.00018	1.506	0.00027
1I1	1C1	5.8	-445.1	1.00	225.4	220.9	69	410000	0.00017	3.350	0.00056
NSS	1C1	0.0	-445.1	1.00	222.5	218.1	130	444000	0.00029	3.349	0.00098
2E1	1C1	-227.3	-445.1	1.00	108.9	106.7	2	1710000	0.00000	1.000	0.00000
2A1	1C1	-297.8	-445.1	1.00	73.6	72.1	7	-----	0.00000	1.000	0.00000
合計:											0.00291

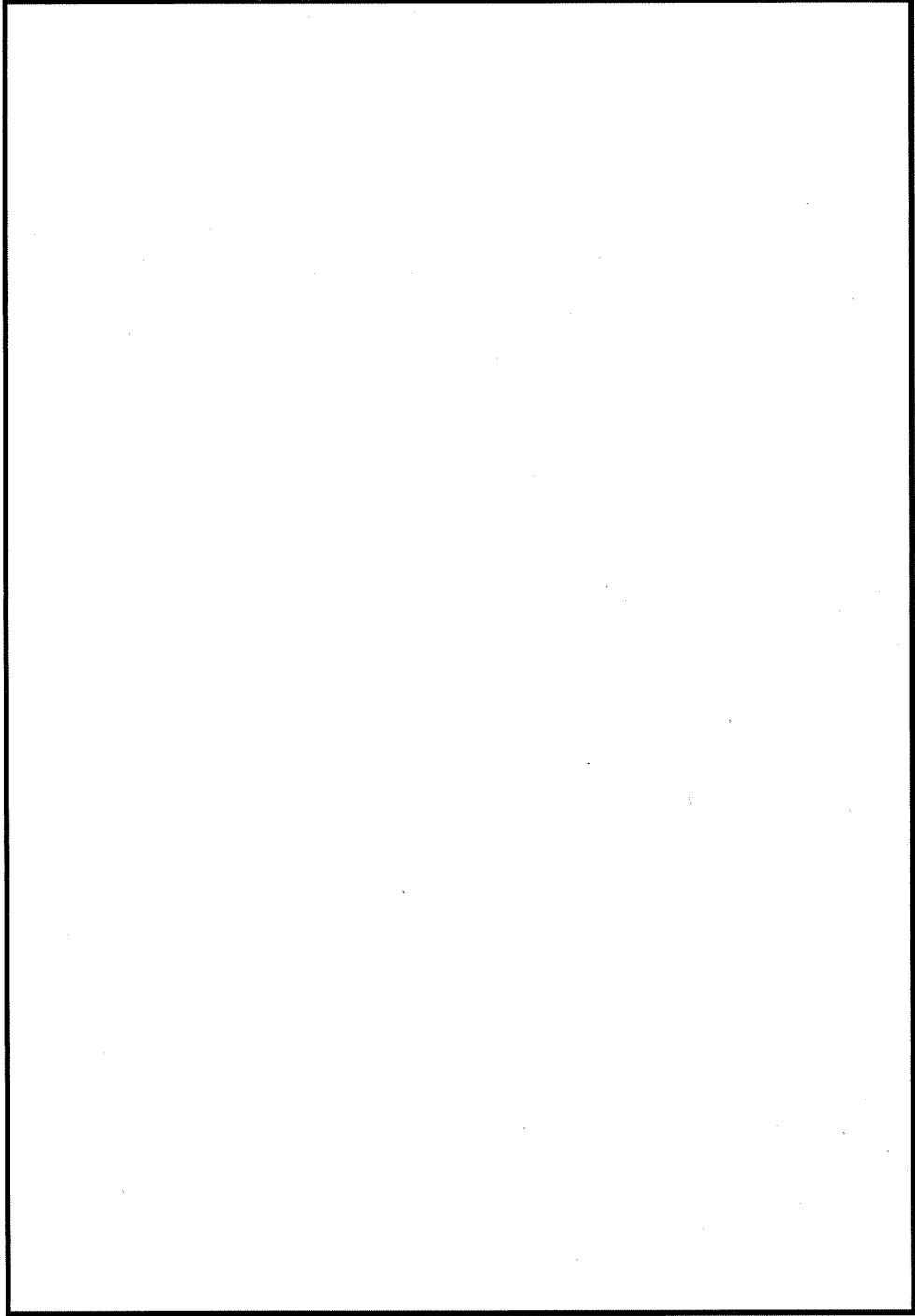
(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$ (salt' ≤ 214.5) の場合、fen=1.0

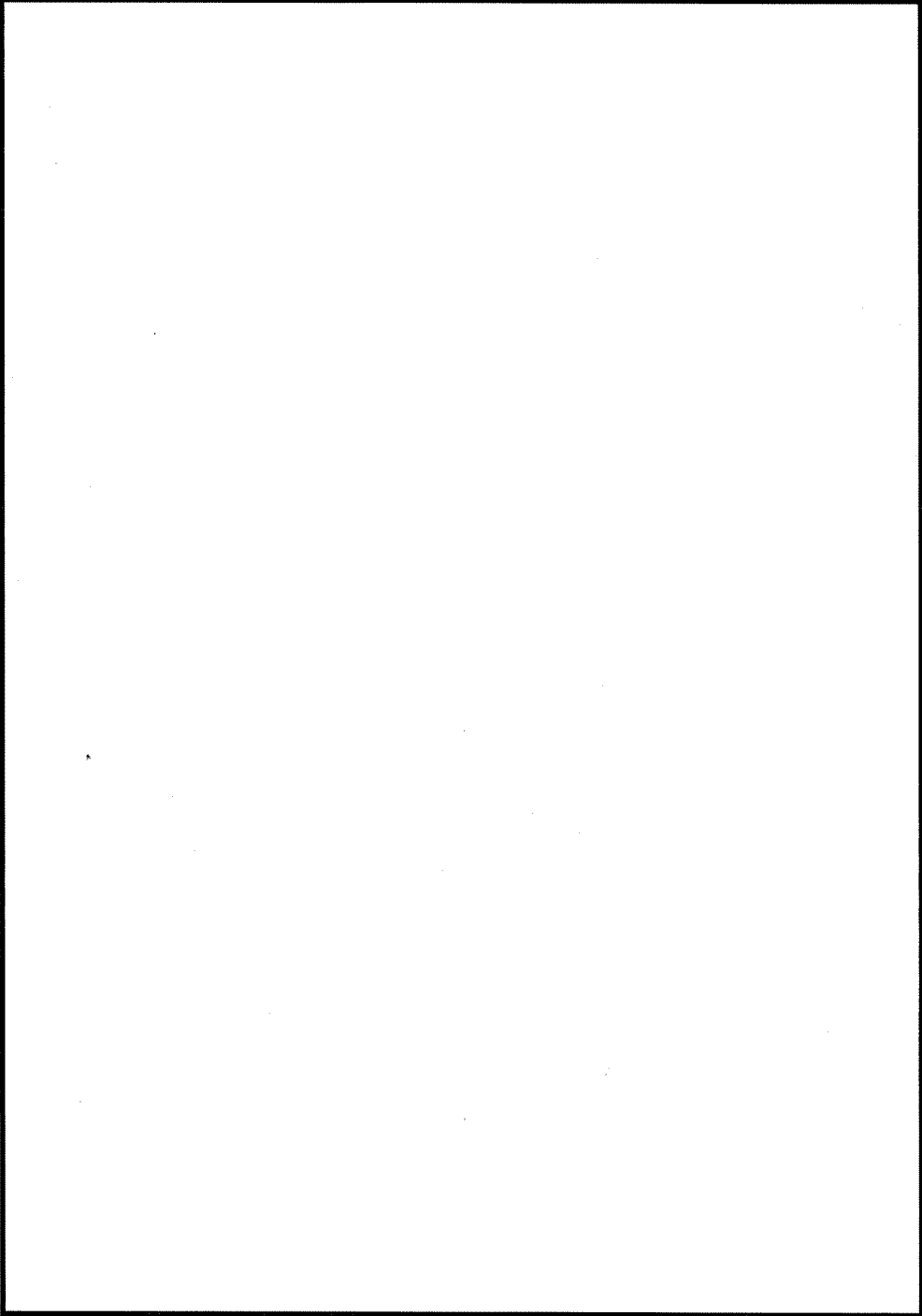
: 割り増し係数 Ke、環境効果補正係数 Fen を示す

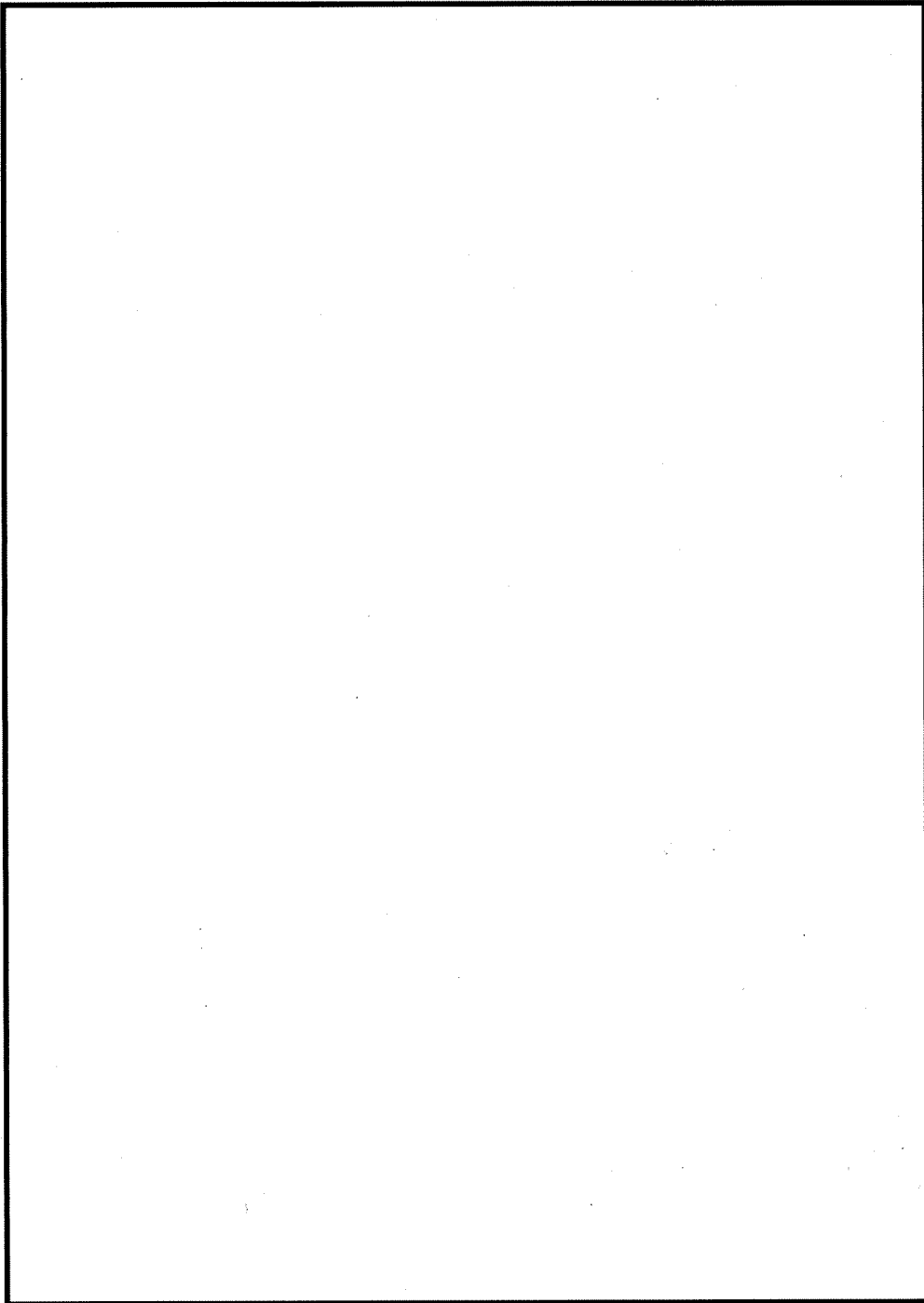
→環境 Uf : 0.003

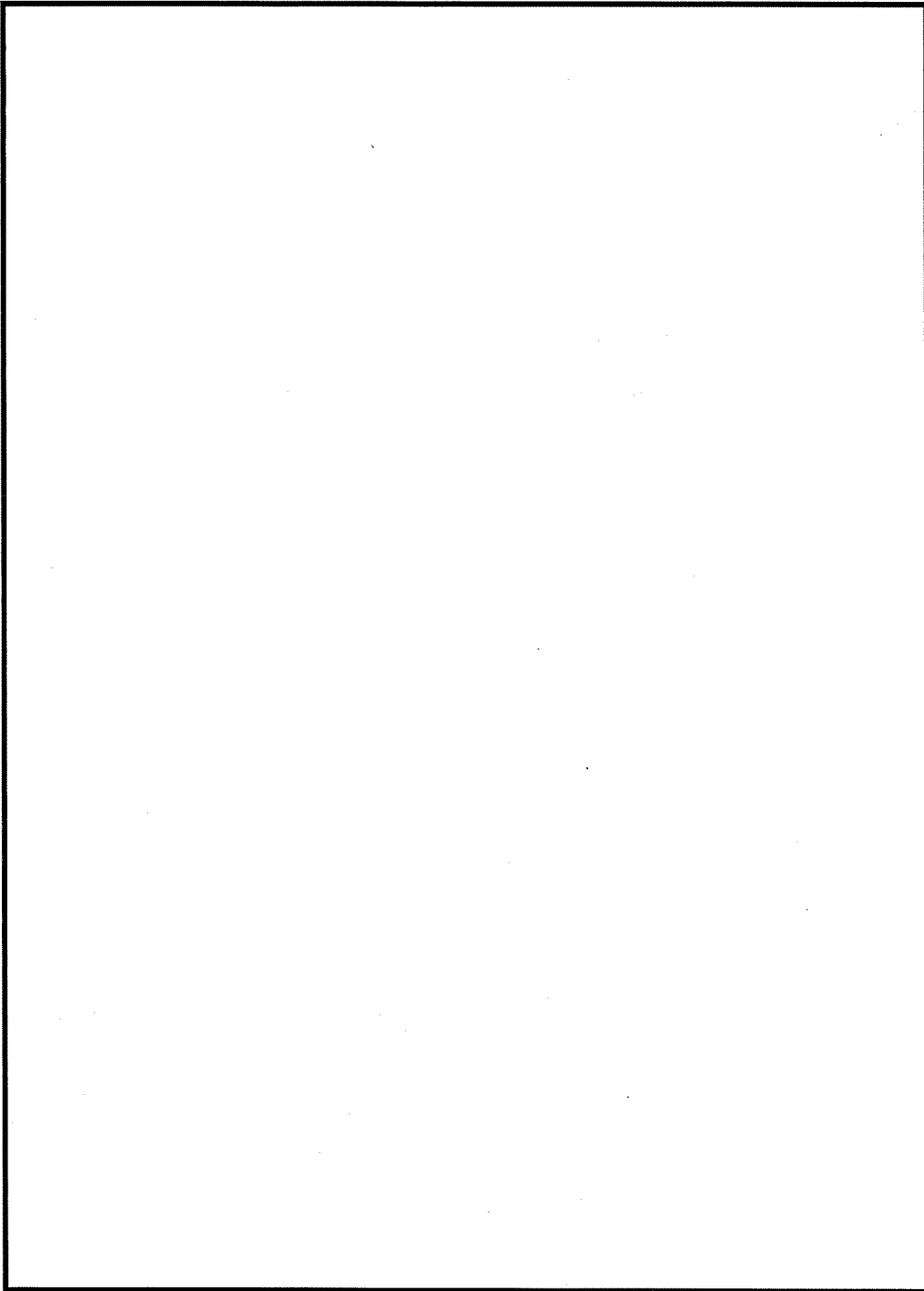
環境効果補正係数 (Fen) の算出根拠

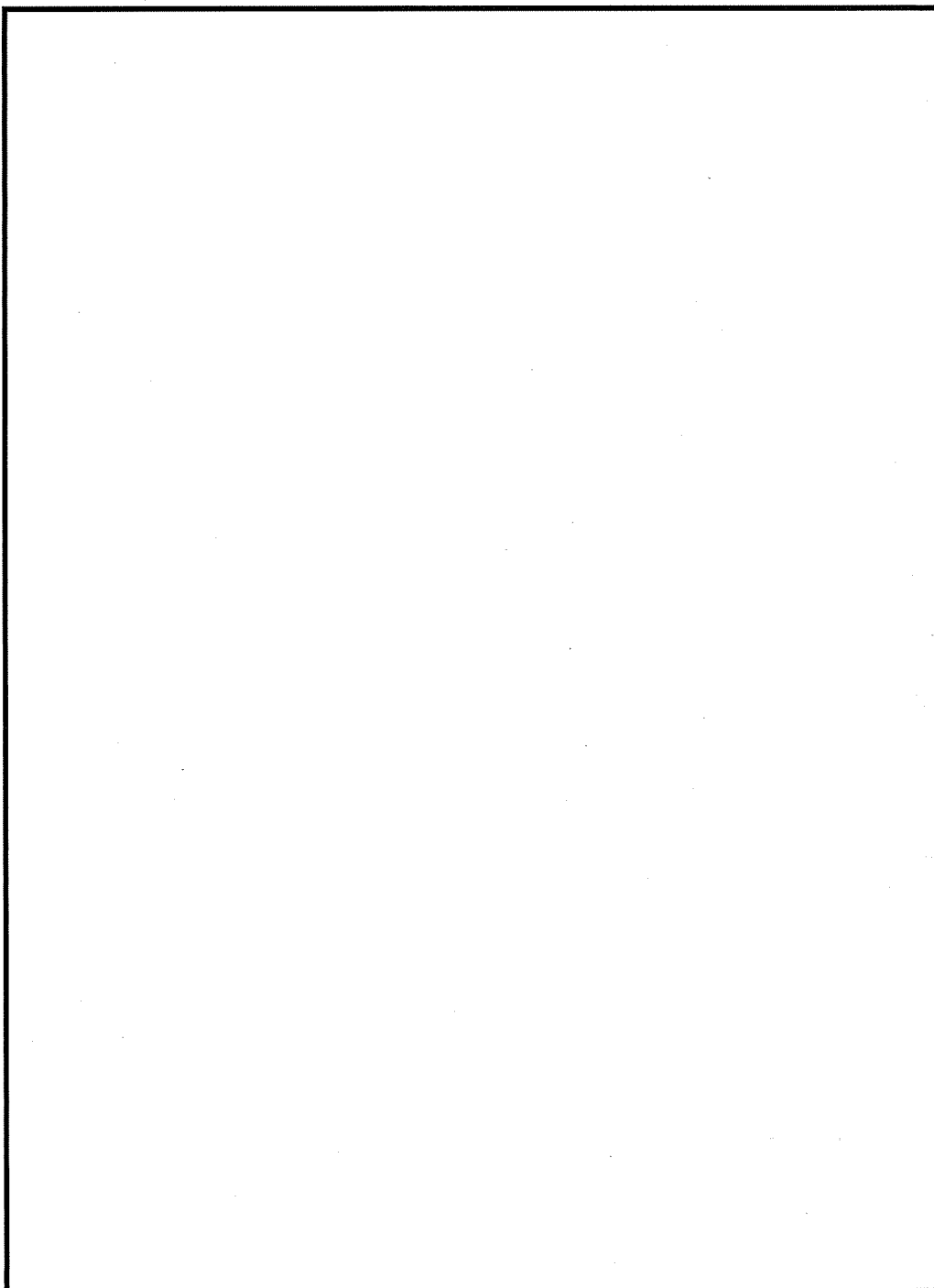
各過渡の温度、ひずみ履歴より値を読み取り、環境疲労評価手法に従って算出している。

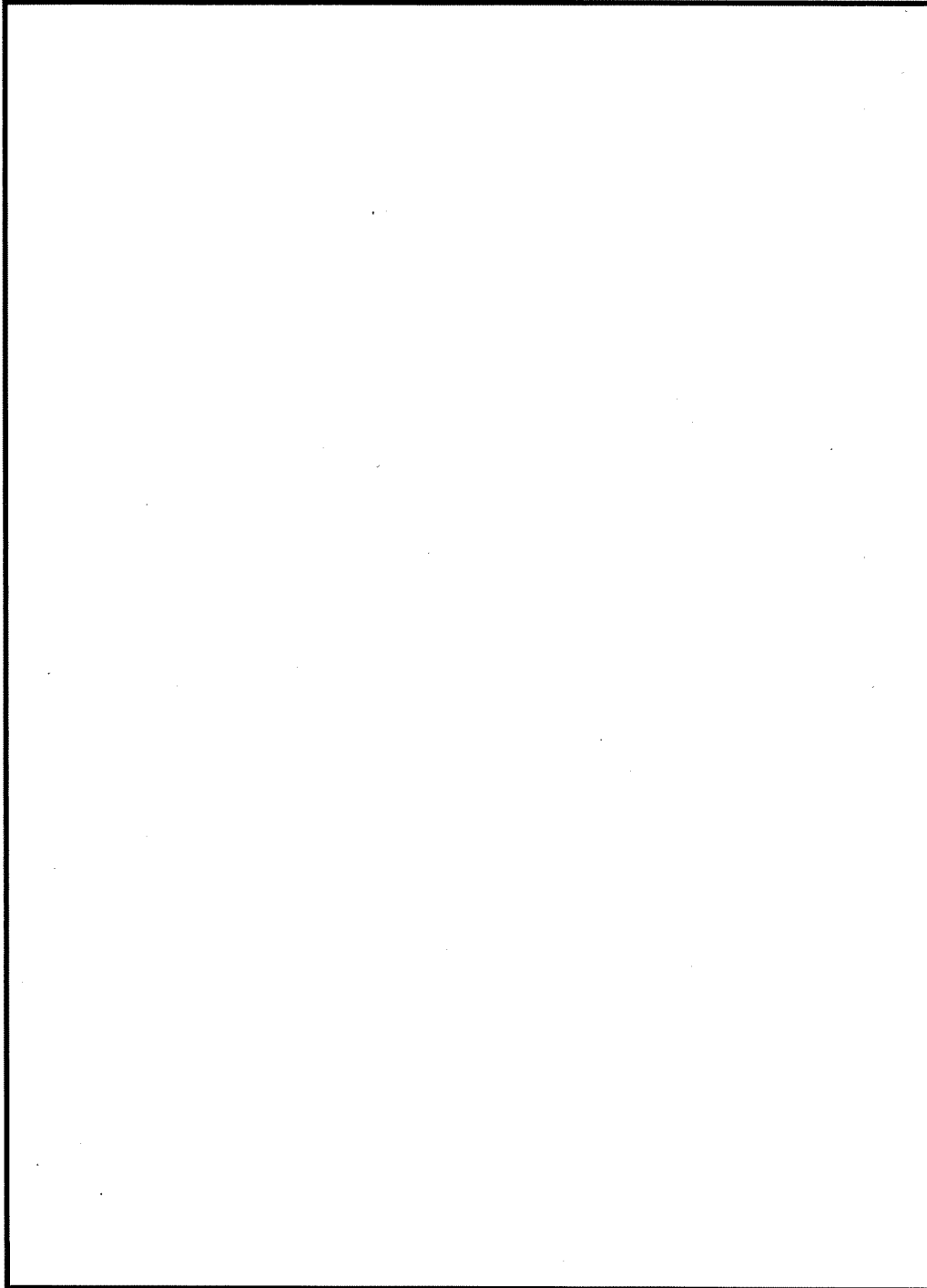


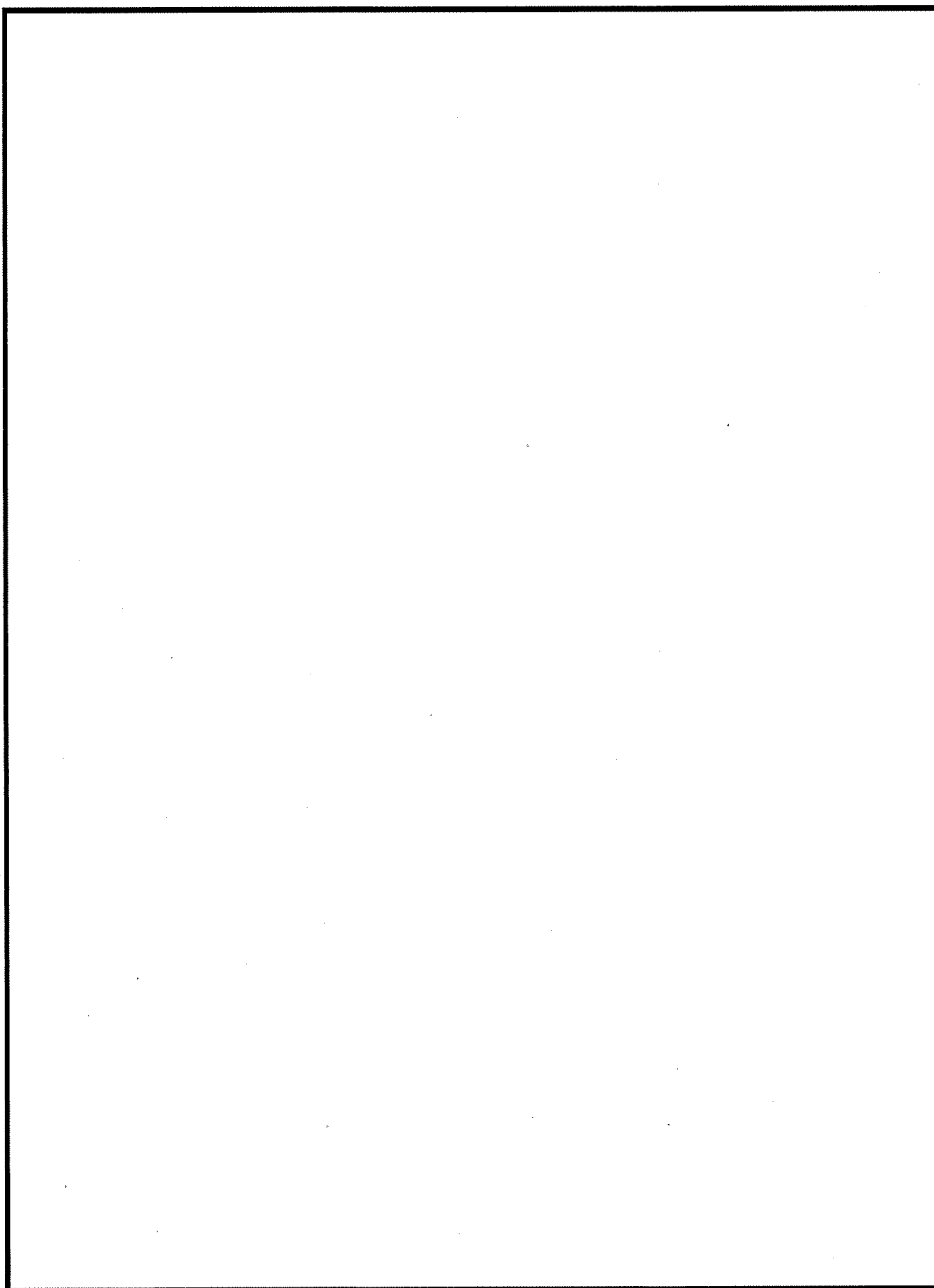


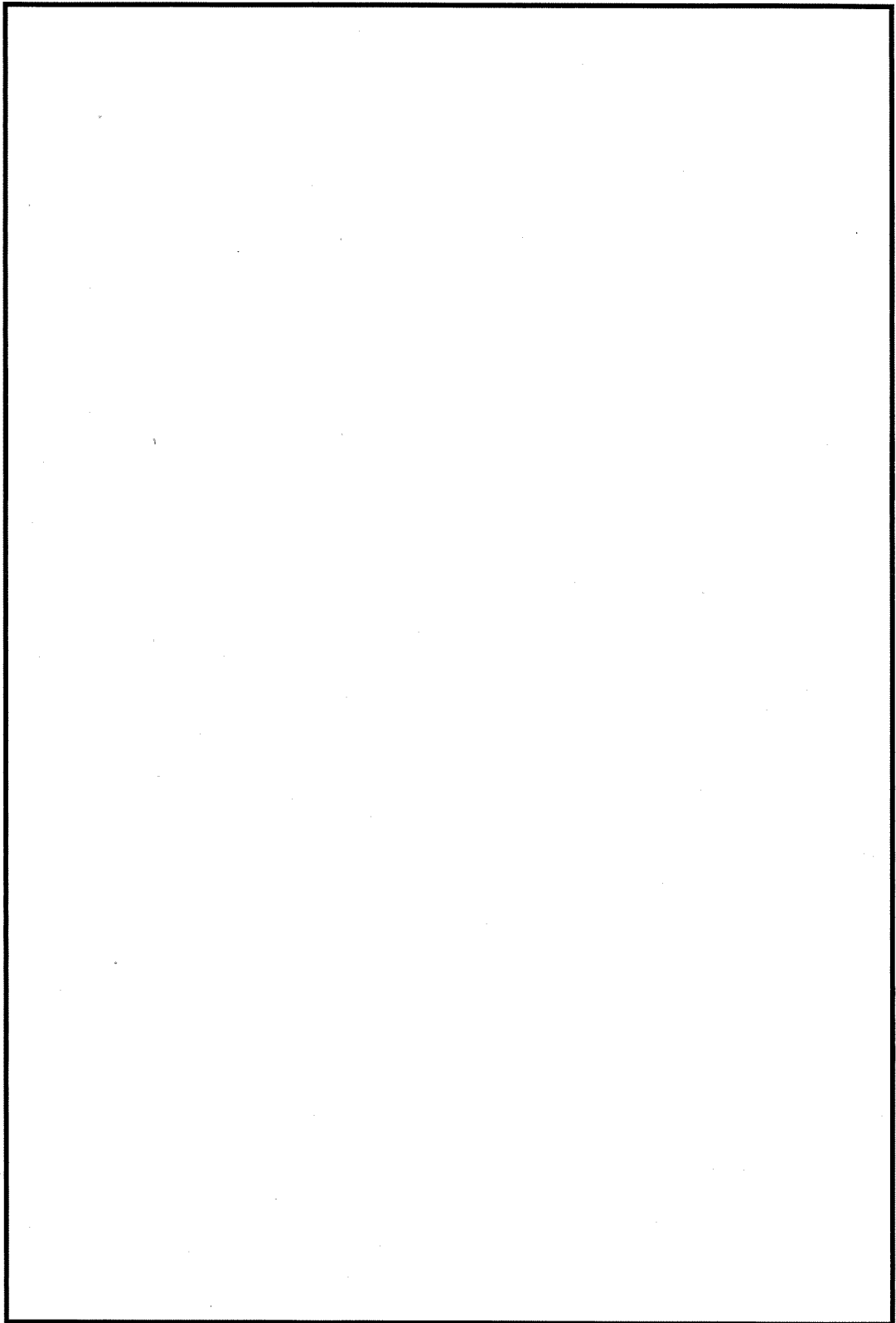












上部ふた、上部胴フランジおよびスタッドボルト寸法、評価点および解析モデル

上部ふた、上部胴フランジおよびスタッドボルト 最大評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1	0.00018	0.00103	0.00048
2	0.00074	0.00050	0.00799
3	0.00045	0.00148	0.00008
4	0.00135	0.00099	0.00039
5	0.00006	0.00303	0.00418
6	0.0	0.00102	0.00280
7	0.36125	0.0	0.36125
8	0.07618	0.0	0.07618
9	0.28219	0.0	0.28219
10	0.12937	0.0	0.12937

許容値 $U_r=1.0$

0.36125 : 疲労累積係数が最大となる評価点および最大値を示す

上部ふた、上部胴フランジ 疲労解析結果 (評価点 : 2)

評価点 - 2
(S31)

応力強さ		(単位 : MPa)			繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	
0.0	-432.5	1.0	216.3	258.8	41	10400	0.00394
-46.8	-432.5	1.0	192.9	230.8	5	15400	0.00032
-46.8	-389.7	1.0	171.4	205.1	41	22700	0.00181
-72.2	-387.3	1.0	157.5	188.5	3	29500	0.00010
-72.2	-385.1	1.0	156.5	187.2	4	30200	0.00013
-72.2	-375.7	1.0	151.8	181.6	34	33100	0.00103
-122.3	-375.7	1.0	126.7	151.6	2	63000	0.00003
-125.4	-375.7	1.0	125.2	149.8	41	67000	0.00061
-193.9	-375.7	1.0	90.9	108.8	2	247000	0.00001
-240.9	-375.7	1.0	67.4	80.7	2		0.0
疲労累積係数 =							0.00799

Ke : 割増し係数
 ALT : 繰返しピーク応力強さ
 ALT' : ALTに(207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値
 N : 設計繰返し回数
 N* : 許容繰返し回数

1.0 : 割り増し係数 Ke を示す

→通常 $U_f : 0.008$

スタッドボルト 疲労解析結果 (評価点 : 7)

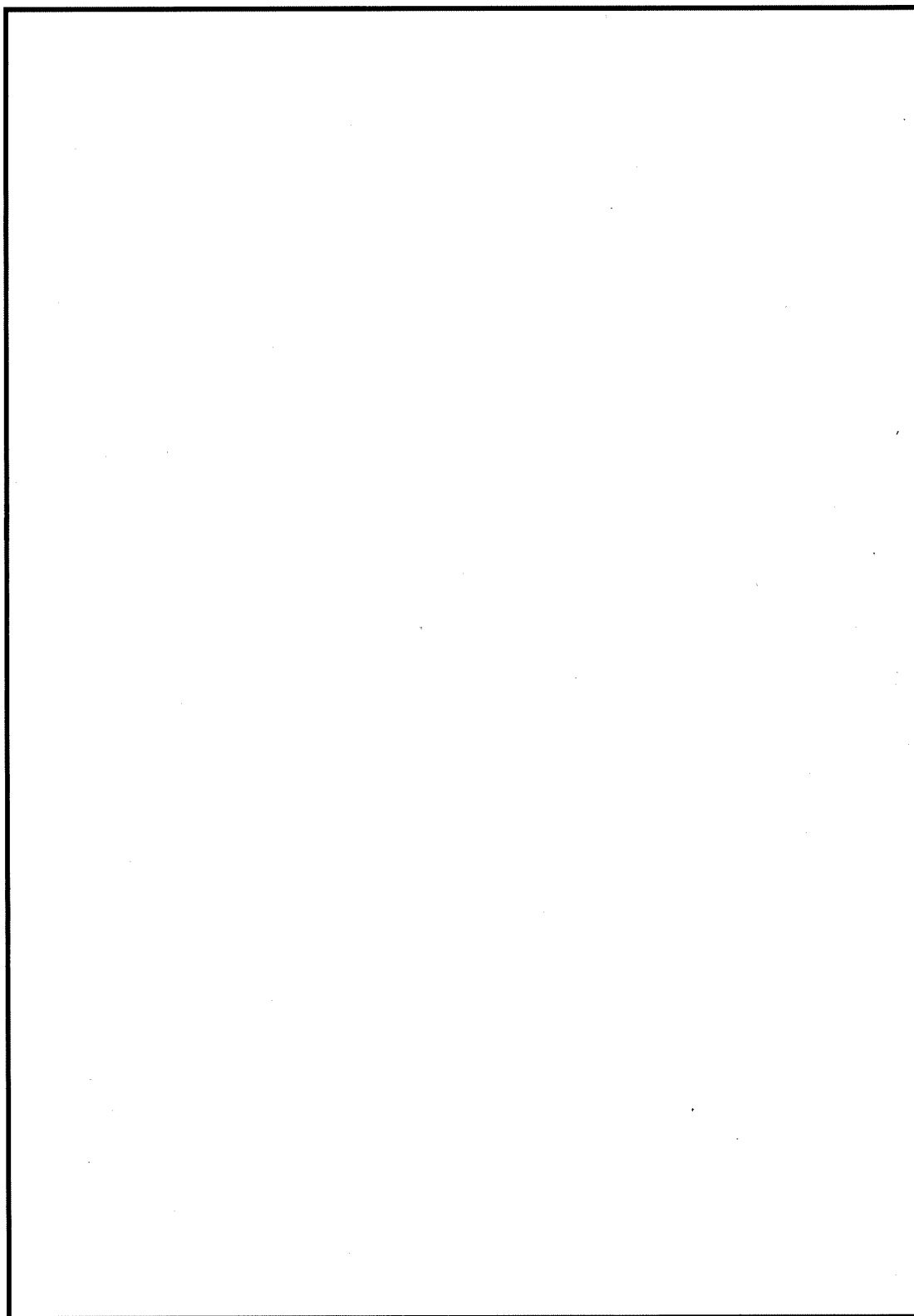
評価点 - 7
(S12)

応力強さ		(単位 : MPa)			繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	
1979.4	0.0	1.0	989.7	1184.2	61	345	0.17681
1979.4	237.6	1.0	870.9	1042.1	16	447	0.03579
1739.3	237.6	1.0	750.9	898.4	61	598	0.10201
1405.8	423.7	1.0	491.1	587.6	2	1380	0.00145
1394.6	423.7	1.0	485.5	580.9	5	1410	0.00355
1320.0	423.7	1.0	448.2	536.2	2	1660	0.00120
1304.8	423.7	1.0	440.6	527.2	52	1720	0.03023
1304.8	601.8	1.0	351.5	420.6	2	2710	0.00074
1304.8	772.7	1.0	266.0	318.3	2	4740	0.00042
1304.8	866.5	1.0	219.2	262.2	21	7550	0.00278
1304.0	866.5	1.0	218.7	261.7	40	7580	0.00528
1304.0	927.1	1.0	188.4	225.5	2	11100	0.00018
1304.0	943.8	1.0	180.1	215.5	3	12800	0.00023
1304.0	969.9	1.0	167.0	199.8	2	16100	0.00012
1304.0	1045.6	1.0	129.2	154.6	8	46300	0.00017
1304.0	1052.4	1.0	125.8	150.5	2	52200	0.00004
1304.0	1063.1	1.0	120.4	144.1	7	64100	0.00011
1304.0	1068.3	1.0	117.9	141.0	3	70900	0.00004
1294.7	1068.3	1.0	113.2	135.5	2	85400	0.00002
1294.7	1088.2	1.0	103.3	123.6	3	143000	0.00002
1288.2	1088.2	1.0	100.0	119.7	2	174000	0.00001
1288.2	1101.1	1.0	93.6	112.0	2	274000	0.00001
1288.2	1103.1	1.0	92.5	110.7	0	297000	0.00000
1288.2	1112.2	1.0	88.0	105.3	5	426000	0.00001
1288.2	1115.7	1.0	86.2	103.2	0	493000	0.00000
1288.2	1118.4	1.0	84.9	101.6	2	548000	0.00000
1288.2	1125.8	1.0	81.2	97.2	5	742000	0.00001
1288.2	1130.1	1.0	79.1	94.6	0	889000	0.00000
1288.2	1133.9	1.0	77.1	92.3	5		0.0
疲労累積係数 =							0.36125

Ke : 割増し係数
 ALT : 繰返しピーク応力強さ
 ALT' : ALTに(207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値
 N : 設計繰返し回数
 N* : 許容繰返し回数

: 割り増し係数 Ke を示す

→通常 Uf : 0.362



下部胴・下部鏡接続部形状寸法、評価点および解析モデル

下部胴・下部鏡接続部 最大評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1	0.0	0.00094	0.00004
2	0.0	0.00019	0.0
3	0.0	0.00114	0.00389
4	0.0	0.00014	0.00000

許容値 $U_f=1.0$

0.00389 : 疲労累積係数が最大となる評価点および最大値を示す

下部胴・下部鏡接続部 疲労解析結果 (評価点 : 3)

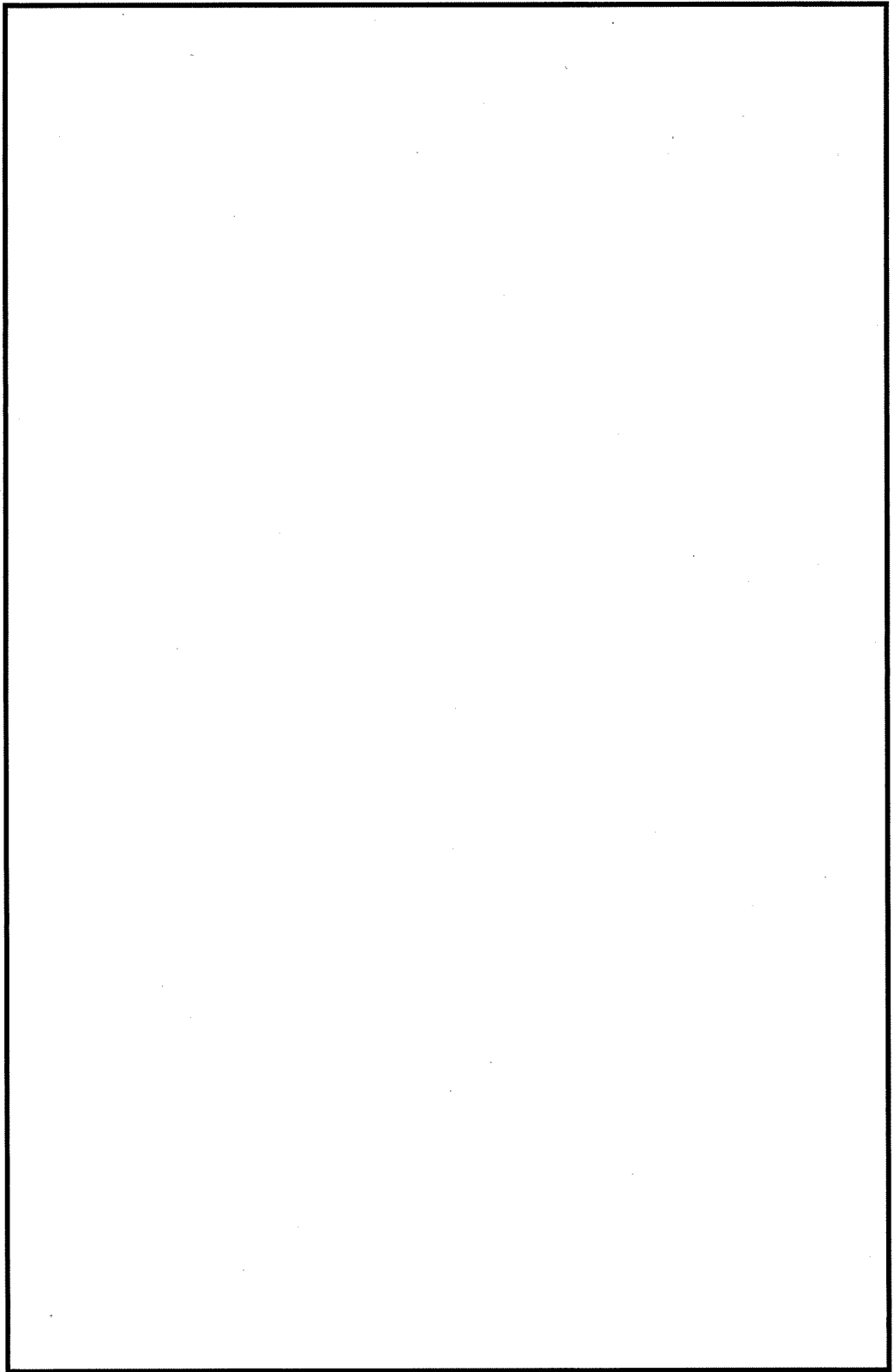
評価点 - 3
(S31)

応力強さ		(単位 : MPa)			繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	
21.2	-344.5	1.0	182.8	215.0	2	19600	0.00010
21.2	-290.4	1.0	155.8	183.2	2	32200	0.00006
21.2	-258.5	1.0	139.9	164.5	5	45000	0.00011
21.2	-245.5	1.0	133.4	156.8	2	53400	0.00004
21.2	-238.1	1.0	129.6	152.5	7	61400	0.00011
21.2	-237.6	1.0	129.4	152.2	43	62000	0.00069
14.1	-237.6	1.0	125.8	148.0	18	71000	0.00025
14.1	-237.0	1.0	125.5	147.6	5	71800	0.00007
14.1	-232.0	1.0	123.0	144.7	46	79200	0.00058
0.0	-232.0	1.0	116.0	136.4	130	104000	0.00125
-5.1	-232.0	1.0	113.5	133.4	69	112000	0.00062
-131.7	-232.0	1.0	50.1	58.9	2		0.0
疲労累積係数 =							0.00389

Ke : 割増し係数
 ALT : 繰返しピーク応力強さ
 ALT' : ALTに(207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値
 N : 設計繰返し回数
 N* : 許容繰返し回数

1.0 : 割り増し係数 Ke を示す

→通常 $U_f : 0.004$



炉心支持金物および炉心支持金物取付部形状寸法、評価点および解析モデル

炉心支持金物および炉心支持金物取付部 最大評価点の選定

評価点	U (S12)	U (S23)	U (S31)
1	0.0	0.00040	0.00034
2	0.0	0.00040	0.0
3	0.0	0.00431	0.00019
4	0.0	0.00019	0.0
5	0.0	0.00026	0.00088
6	0.0	0.00014	0.0
7	0.0	0.00423	0.00020
8	0.0	0.00019	0.0
9	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.00000
12	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0

許容値 $U_f = 1.0$

0.00431 : 疲労累積係数が最大となる評価点および最大値を示す

炉心支持金物および炉心支持金物取付部 疲労解析結果 (評価点 : 3)

評価点 - 3
(S23)

応力強さ (単位 : MPa)			繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	
323.4	-36.1	1.0	179.7	211.4	2 20700 0.00010
277.2	-36.1	1.0	156.6	184.2	2 31700 0.00006
252.6	-36.1	1.0	144.3	169.8	5 40800 0.00012
241.9	-36.1	1.0	139.0	163.4	52 45900 0.00113
241.9	-35.2	1.0	138.6	163.0	9 46300 0.00019
239.5	-35.2	1.0	137.4	161.6	2 47600 0.00004
238.9	-35.2	1.0	137.1	161.2	7 47900 0.00015
235.9	-35.2	1.0	135.6	159.4	5 49500 0.00010
225.9	-35.2	1.0	130.6	153.6	46 59200 0.00078
225.9	0.0	1.0	113.0	132.8	130 114000 0.00114
225.9	12.1	1.0	106.9	125.7	69 140000 0.00049
225.9	108.7	1.0	58.6	68.9	2 ----- 0.0
疲労累積係数 =					0.00431

Ke : 割増し係数
 ALT : 繰返しピーク応力強さ
 ALT' : ALTに(207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値
 N : 設計繰返し回数
 N* : 許容繰返し回数

1.0 : 割り増し係数 Ke を示す

→通常 $U_f : 0.005$

炉心支持金物および炉心支持金物取付部 環境疲労評価結果 (評価点: 11)

過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回数	許容繰返し 回数	疲労累積係数 u	環境効果 補正係数	環境効果を考慮した 疲労累積係数
A	B	smax	smin		KE	補正前 salt					
NSS	2D4	0.0	-199.5	1.00	99.7	97.7	2	77500000	0.00000	1.000	0.00000
NSS	2D2	0.0	-192.7	1.00	96.4	94.4	2	611000000	0.00000	1.000	0.00000
NSS	2E1	0.0	-189.5	1.00	94.7	92.8	2	-----	0.00000	1.000	0.00000
合計:											0.00000

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$ (salt' ≤ 214.5) の場合、fen=1.0

1.00 : 割り増し係数 Ke、環境効果補正係数 Fen を示す

→環境 Uf : 0.001

環境効果補正係数 (Fen) の算出根拠
各過渡の温度、ひずみ履歴より値を読み取り、環境疲労評価手法に従って算出している。

