

## 2. 3. 12 計測制御設備

各部位に対する考慮すべき経年劣化事象を抽出し、経年劣化毎にまとめたものを以下に示す。

### a. 絶縁特性低下

- ・温度検出器等の絶縁特性低下

### b. その他

- ・圧力伝送器，SRNM前置増幅器等の特性変化

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

#### [a. 絶縁特性低下]

- ・温度検出器の絶縁特性低下については、特性試験による健全性確認結果、封止性確認試験及び放射線評価試験結果によるエポキシ樹脂の封止性結果より、絶縁特性低下の可能性は低い。現状、特性試験を実施しており、特性変化の把握は可能である。今後も現状保全を継続し、必要に応じて適切な対応を行う。また、事故時雰囲気において動作要求される温度検出器については、供用期間の経年劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する評価について、試験による評価の必要性も含めて、規格・基準の整備状況を見極めつつ実機への適用を検討していく。

#### [b. その他]

- ・圧力伝送器等の特性変化については、特性試験による健全性確認結果、及び事故時雰囲気において動作要求される圧力伝送器等に対する長期健全性試験結果等で特性変化を確認しており、著しく特性変化する可能性は低い。現状、特性試験を実施しており、特性変化の把握は可能である。今後も現状保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとる。また、事故時雰囲気において動作要求される圧力伝送器等については、供用期間の経年劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する評価について、試験による評価の必要性も含めて、規格・基準の整備状況を見極めつつ実機への適用を検討していく。

- ・ S R N M 前置増幅器等の特性変化については、特性試験による健全性確認結果、事故時雰囲気において動作が要求される S R N M 前置増幅器等の長期健全性試験等から特性変化を確認しており、著しく特性変化する可能性は低い。現状、特性試験を実施しており、特性変化の把握は可能である。今後も現状保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとる。また、事故時雰囲気において動作要求される S R N M 前置増幅器等については、供用期間の経年劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する評価について、試験による評価の必要性も含めて、規格・基準の整備状況を見極めつつ実機への適用を検討していく。

## 2. 3. 13 空調設備

各部位に対する考慮すべき経年劣化事象を抽出し、経年劣化毎にまとめたものを以下に示す。

- a. 疲労割れ
  - ・回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ
- b. 減肉・腐食
  - ・ファン主軸，凝縮器コイル等の腐食(全面腐食)
  - ・海水冷却コイルの腐食(エロージョン・コロージョン)
- c. 絶縁特性低下
  - ・固定子コイル，口出線・接続部品等の絶縁特性低下
- d. その他
  - ・Vプーリーの摩耗
  - ・スプリングのへたり
  - ・ダンパの軸の固着

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目）を以下に抽出した。

### [a. 疲労割れ]

- ・タービン建屋排風機ファンモータの回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れについては，回転子棒，回転子エンドリングの曲げ応力評価結果より，回転子棒に緩みがなければ疲労割れが発生する可能性は低い。現状，打診により回転子棒に緩みがないことを確認しており，回転子棒の緩みは確認可能である。今後も現状保全を継続し，必要に応じて補修等の適切な対応をとる。

### [b. 減肉・腐食]

- ・非常用ガス処理系排風機等のファン主軸の腐食(全面腐食)については内部流体がフィルタを通過し塩分を除去された空気であることから腐食発生の可能性は小さい。現状，目視点検を実施している。腐食は目視点検にて検知可能であり，今後も現状保全を継続していく。

- ・スイッチギヤ室等伝熱管腐食（エロージョン・コロージョン）については、海生物の付着により腐食が発生する可能性がある。現状、漏えい確認、渦流探傷検査を実施し有意な欠陥が認められた場合には施栓等を実施している。伝熱管の腐食は漏えい確認及び渦流探傷検査で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。

[c. 絶縁特性低下]

- ・ファンモータ等の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下については、点検時に実施する絶縁診断試験結果等より、急激な絶縁特性低下の可能性は低い。現状、絶縁抵抗測定、絶縁診断試験等を実施しており、絶縁特性低下の把握は可能である。今後も現状保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとる。

[d. その他]

- ・非常用ガス処理系排風機等のVプーリーの摩耗についてはベルトの張力管理を行っているため急激に摩耗の発生する可能性は小さい。現状、Vベルトの張力管理及び目視点検を実施している。Vプーリーの摩耗は目視点検にて検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ・ダンパのスプリングのへたりは現状目視点検、動作確認を実施し、異常のないことを確認している。スプリングのへたりは目視点検、動作確認で検知可能であり今後も現状保全を継続していく。
- ・ダンパ軸の固着については、現状、ダンパの動作状況を確認し、必要に応じて潤滑油を補充している。軸の固着動作状況確認等で健全性の確認は可能であり今後も現状保全を継続していく。

## 2. 3. 1 4 機械設備

各部位に対する考慮すべき経年劣化事象を抽出し、経年劣化毎にまとめたものを以下に示す。

- a. 照射脆化
  - ・制御棒の中性子照射脆化
- b. 応力腐食割れ
  - ・制御棒の照射誘起型応力腐食割れ
  - ・制御棒等の粒界型応力腐食割れ
- c. 減肉・腐食
  - ・ポンプ，熱交換器等の腐食(全面腐食)
  - ・伝熱管等の腐食(エロージョン・コロージョン)
  - ・主軸，ケーシング等の腐食(孔食・隙間腐食)
- d. 絶縁特性低下
  - ・電磁コイル等の絶縁特性低下
- e. その他
  - ・スプリング等のへたり
  - ・吸気弁，レール等の摩耗
  - ・伸縮継手，加熱管等のクリープ
  - ・ロードセルの特性変化
  - ・調速・制御装置の性能低下
  - ・樹脂の劣化(ケミカルアンカ)

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目(現状保全を継続すべき項目及び現状保全に新たに加えるべき項目)を以下に抽出した。

[a. 照射脆化]

- ・制御棒で使用されているオーステナイト系ステンレス鋼は、中性子照射脆化の可能性が考えられるが、フェライト系材料に比べ、韌性が高く、脆性破壊を起こしにくい材料であり、脆化が進行しても材料の脆化のみでは欠陥は発生せず、有意な欠陥が存在しなければ、不安定にき裂が進展することはない。これまでの実績を考慮すると、現状の運用を継続していくことで、制御棒の機能上の観点から、中性子照射脆化が問題となる可能性は小さいと考える。中性子照射脆化に対しては、今後も運用基準に基づく制御棒の取替、定期検査毎の停止余裕検査及び定期検査毎の制御棒駆動機構の機能検査を実施している。今後国内外の運転実績や複数のプラントにおいて行う制御棒の外観点検の結果等を反映し、必要に応じ適切に対応していくこととする。

[b. 応力腐食割れ]

- ・制御棒の照射誘起型応力腐食割れについて発生は否定できない。現状、核的寿命に対して保守的に定めた運用基準に従い制御棒の取替を実施するとともに、定期検査時に停止余裕検査及び制御棒駆動機構の機能検査により制御能力及び動作に問題のないことを確認している。今後も運用基準に基づく取替、機能検査を実施していくが当社及び国内他プラントの制御棒にひびが確認されている状況を踏まえ、今後複数のプラントにおいて制御棒の外観点検を実施しデータを拡充することにより、適切な予防保全処置を検討していく。

また、炉内で長期間にわたり使用している制御棒については、今後、知見の拡充のために計画的な点検実施を検討していく。なお、1F6 ハフニウム板型制御棒のひび事象への対応として、原子力安全・保安院指示事項でもある外観点検を実施することとしており、また、同事象の原因究明の結果から高経年に係わる知見が得られれば、必要な措置をとっていく方針である。

- ・制御棒のオーステナイト系ステンレス鋼の部位については、高温の純水中にあることから、材料が鋭敏化し、引張応力のレベルが高い溶接熱影響部において粒界型応力腐食割れの発生の可能性は否定できない。制御棒については、核的寿命に対して保守的に定めた運用基準に基づき取替を実施してきており、また、定期検査毎に停止余裕検査を実施し、十分な制御能力を有していることを確認するとともに、定期検査毎の制御棒駆動機構の機能検査において動作に問題のないことを確認している。今後国内外の運転実績や複数のプラントにおいて行う制御棒の外観点検の結果等を反映し、必要に応じ適切に対応していくこととする。

#### [c. 減肉・腐食]

- ・非常用ディーゼル機関空気冷却器等水室の腐食（全面腐食）については、ライニングのはく離等が生じた場合に発生する可能性がある。現状、ライニングの目視点検による点検を実施し必要に応じて補修を実施している。ライニング等の膨れ等は目視点検で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ・非常用ディーゼル機関空気冷却器等伝熱管腐食（エロージョン・コロージョン）については、海生物の付着により発生する可能性がある。現状、漏えい確認、渦流探傷検査を実施し有意な欠陥が認められた場合には、施栓等を実施している。伝熱管の腐食は漏えい確認及び渦流探傷検査で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ・非常用ディーゼル機関軽油タンクの外面は塗装されており、塗装が健全であれば腐食の可能性は小さいと考える。また、内面は軽油であり腐食の発生の可能性は小さい。基礎は充填材防食テープにより防水加工を施しているため雨水進入による腐食の可能性は小さい。現状、外面の腐食に関しては目視点検を実施し必要に応じて塗膜の補修を実施している。内面の腐食に関しては目視点検及び肉厚測定を実施している。軽油タンクの腐食は目視点検及び肉厚測定で検知可能であり、今後も現状保全を継続していく。
- ・可燃性ガス濃度制御系の気水分離器等は機能試験時、内部流体が空気と水の混合流体となり腐食が想定されるが、試験時間は短く有意な腐食が発生する可能性は小さい。現状漏えい確認を行っているが今後、念のため肉厚測定を実施する。

- ・ 蒸気式空気抽出器胴，管支持板は炭素鋼製であり腐食（全面腐食）の可能性はあるが，類似環境の他号炉内部確認結果から急激な腐食はないと考える。現状，起動時に漏えい試験を実施し問題のないことを確認している。今後，胴の代表部位について肉厚測定を実施する。
- ・ 蒸気式空気抽出器の蒸気室，放気管の腐食（エロージョン・コロージョン）に関してはこれまでの点検結果から有意な腐食は確認されておらず今後も急激に減肉が進展する可能性は小さいと考えられる。現状，目視点検，肉厚測定を実施している。腐食は目視点検等で検知可能であり，今後も現状保全を継続していく。
- ・ 基礎ボルト等の腐食については，大気接触部は塗装が施されており，日常の巡視点検等に目視にて表面状態を確認している。塗装されていないコンクリート頂上部等は文献データに基づき腐食量の推定を行い問題がないと考えられる。なお，コンクリート直上部及び埋設部は点検が出来ないことから今後，適切な機会を捉えてサンプル調査を行い健全性の妥当性を確認していく。

#### [d. 絶縁特性低下]

- ・ 原子炉建屋クレーンブレイキ電磁コイルの絶縁特性低下については，電磁コイルは常時無励磁で作動時間も短く，全閉構造であることから，熱，機械及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性は低い。現状，絶縁抵抗測定等を実施しており，絶縁特性低下の把握は可能である。今後も現状保全を継続し，必要に応じて適切な対応をとる。

#### [e. その他]

- ・ 安全弁等のスプリングのへたりにについては，現状，目視点検，作動試験等を実施異常のないことを確認している。スプリングのへたりは目視点検，作動試験等で検知可能であり今後も現状保全を継続していく。
- ・ 非常用ディーゼル機関吸気弁等の摩耗については，摺動により発生する可能性がある。現状，目視点検及び寸法測定を行っている。摩耗は目視確認及び寸法測定にて検知可能であり，今後も現状保全を継続していく。

- ・可燃性ガス濃度制御系は運転温度が高くクリープの可能性はあるが、データからクリープ破断に至る時間は100,000時間以上であり、プラント運転開始60年時点の累積運転時間は約600時間程度であることから破断を起こす可能性は極めて小さい。現状、漏えい試験及び機能試験において健全性を確認している。今後は現状保全を継続していくとともに、適切な機会を捉えて代表機器の内部の目視点検を行う。
- ・燃料取替機ロードセルの歪みゲージ貼付部は不活性ガス（窒素）を封入した気密構造部になっているため腐食が発生する可能性は小さく、特性変化する可能性は小さい。現状、試験用標準ウェイトを用いたループ構成試験を実施している。ロードセルの特性変化はループ構成試験で検知可能であり今後も現状保全を継続していく。
- ・非常用ディーゼル機関の调速・制御装置の性能低下（動作不良）については、現状、分解点検、作動確認等を実施し、異常のないことを確認している。性能低下は分解点検、動作確認等で検知可能であり今後も現状保全を継続していく。
- ・ケミカルアンカは熱、紫外線等の影響で劣化する可能性はあるが、使用環境及び文献データ等より健全性は維持できると判断する。また、サンプル調査の結果、設計許容荷重に対し、引抜耐力は十分な耐力を有していることを確認している。しかし、ケミカルアンカについては直接的な点検が出来ないことから、今後機器の取替等、適切な機会を利用してサンプル調査を行い健全性の妥当性を確認していく。

## 2. 3. 15 電源設備

電源設備各部位に対する考慮すべき経年劣化事象を抽出し、経年劣化事象毎にまとめたものを以下に示す。

- a. 疲労割れ
  - ・ 回転子棒，回転子エンドリング等の疲労割れ
- b. 絶縁特性低下
  - ・ 固定子コイル等の絶縁特性低下
- c. その他
  - ・ 操作機構等の固着
  - ・ 流体継手すべり板の摩耗
  - ・ 界磁調整器等の特性変化
  - ・ 開路ばね等のへたり

これらの経年劣化事象について評価した結果、高経年化への対応が必要な項目（現状保全に新たに加えるべき項目及び現状保全を継続すべき項目）を以下に抽出した。

### [a. 疲労割れ]

- ・ モータの回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れについては，回転子棒，回転子エンドリングの曲げ応力評価結果より，回転子棒に緩みがなければ疲労割れが発生する可能性は低い。現状，打診により回転子棒に緩みがないことを確認しており，回転子棒の緩みは確認可能である。今後も現状保全を継続し，必要に応じて適切な対応をとる。

### [b. 絶縁特性低下]

- ・ 非常用ディーゼル発電設備回転子コイルの絶縁特性低下については，埃付着・吸湿による沿面絶縁低下が最も起き易いが，点検時に実施する清掃，絶縁抵抗測定により，絶縁特性が低下する可能性は低い。これまでの点検結果では有意な絶縁特性変化は認められず，今後急激に低下するとは考えられない。今後も現状保全を継続し，必要に応じて絶縁補修，取替等の対応をとる。

[c. その他]

- ・ 高圧閉鎖配電盤等の操作機構の固着については、点検時に操作機構の清掃及びグリス塗布を行い、グリスの劣化及び塵埃付着による潤滑性低下要因を除去しており、固着の発生する可能性は低い。現状、清掃、グリス塗布及び開閉試験を実施しており、操作機構固着の把握は可能である。今後も現状保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとる。
- ・ 原子炉再循環系 MG セットのすべり板の摩耗については、摺動面が潤滑油で浸されていることから、摩耗する可能性は低い。現状、目視点検及び寸法測定を実施しており、摩耗の把握は可能である。今後も現状保全を継続し、必要に応じて取替等の適切な対応をとる。
- ・ ディーゼル発電設備の界磁調整器の特性変化については、接触子表面への埃付着等により生ずる可能性があるが、現状、清掃、絶縁抵抗測定及び特性試験等を実施し、異常のないことを確認しており、今後も現状保全を継続していく。
- ・ 原子炉再循環系 MG セットの投入ばね等のへたりにについては、現状、目視点検、作動確認を実施し、異常のないことを確認しており、今後も現状保全を継続していく。

## 2. 3. 16 その他設備

その他設備は、福島第一原子力発電所3号炉の系統・構築物・機器のうち、15機種 of 技術評価対象範囲である安全上重要な機器及び運転継続上特に重要な機器を除く機器を対象とする。

評価にあたっては、安全上重要な機器及び運転継続上特に重要な機器と同様であるか、または一般産業界での使用実績がある機器かどうかを評価分類する。

分類の結果、これらに該当する機器については、安全上重要な機器及び運転継続上特に重要な機器における評価並びに一般産業界での使用実績からの知見を展開し、高経年化への対応として必要な事項を抽出する。

具体的な保全の実施にあたっては、これら抽出した事項を踏まえ、機器の重要度、系統構成等を考慮し合理的、効率的に行う。

分類の結果、これらに該当しない機器については、安全上重要な機器及び運転継続上特に重要な機器における評価並びに一般産業界での使用実績からの知見の展開ができないことから、安全上重要な機器及び運転継続上特に重要な機器と同様の手順で評価を実施する。

その他設備を「内部流体等を考慮して、安全上重要な機器及び運転継続上特に重要な機器の評価結果を組み合わせる評価が可能なもの」、「一般産業界での使用実績から評価が可能なもの」及び「安全上重要な機器及び運転継続上特に重要な機器と同様の手順で評価を実施するもの」に分類した。

分類の結果、「一般産業界での使用実績から評価が可能なもの」は所内蒸気系統、消火設備、スクリーン設備等、通信連絡設備、安全避難通路が抽出された。「安全上重要な機器及び運転継続上特に重要な機器と同様の手順で評価を実施するもの」として、凝縮器（液体廃棄物処理系統廃液凝縮器及び床ドレン凝縮器）が抽出されたが現在は両設備とも停止保管設備となっているため「内部流体等を考慮して、安全上重要な機器及び運転継続上特に重要な機器の評価結果を組み合わせる評価が可能なもの」とした。

これらの評価の結果、現状保全に新たに加えるべき項目は下記の1項目であり他の項目は15機種の技術評価と同様現状保全を継続していくことで健全性が確保されることを確認した。

- ・ 気体廃棄物処理系配管の外面腐食（全面腐食）に対しては表面が塗装されているため急激に腐食が発生する可能性は小さいと考えられるが、健全性の確認等を実施する必要があるため、地中埋設の代表部位について、外面の目視点検を実施する。

## 2. 4 耐震安全性評価

抽出された経年劣化事象の内、下記の事象については耐震安全性評価上考慮すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ・耐震性と関連しない経年劣化事象  
(例：電気設備及び制御設備等の絶縁特性低下)
- ・今後も目視点検等の保全を実施することにより、発生を抑えることが可能な経年劣化事象  
(例：防食塗装を施した機器の腐食等の事象)
- ・機器の構造等を考慮した場合に経年劣化の振動応答特性（固有振動数、相対変位等）への影響が軽微もしくは無視できる経年劣化事象  
(例：厚肉である弁体内面の腐食（全面腐食）等）

耐震安全性評価上、考慮すべき経年劣化事象についての主要な評価結果を以下に示す。

なお、各機器に共通するものは経年劣化事象毎に整理した。

### (1) 腐食（容器等の全面腐食）

容器等の全面腐食については、対象機器に有意な腐食（必要最小板厚または点検により十分検知可能な減肉）を想定し、評価用地震力が作用した場合の発生応力が許容応力を下回ることを確認した。

### (2) 腐食（熱交換器伝熱管等のエロージョン・コロージョン）

伝熱管のエロージョン・コロージョンについては、対象機器に保守管理基準値までの一様な減肉を、管支持板のエロージョン・コロージョンについては支持機能が1箇所喪失した場合を想定し、評価用地震力が作用した場合の発生応力が許容応力を下回ることを確認した。

### (3) 腐食（配管のエロージョン・コロージョン）

エロージョン・コロージョンの発生が考えられる炭素鋼配管について、配管曲がり部等及びその下流部に、必要最小板厚までの円周方向に一様な減肉を想定し、耐震性を評価した。また、必要最小板厚で許容応力を満足しない場合は、保守的に評価対象の系統の中でこれまでに確認されている最大の減肉率を用いて60年時点の腐食量を想定して評価した。

評価の結果、発生応力は許容応力を下回ることを確認したが、評価は現時点で得られている測定データに基づくものであるこ

とから、減肉の傾向によっては、長期的には耐震評価上厳しい状態となる可能性もあり、耐震評価の精度向上の観点で、今後も配管減肉管理から得られる減肉傾向の把握及びデータ蓄積を継続していく。

#### (4) 腐食（基礎ボルト）

腐食によるボルトの耐力減少割合に対して、設計地震力の現行指針で定める地震力に対する余裕割合及び基礎ボルトの許容応力の降伏応力に対する余裕分の比較による簡略評価を行った。

簡略評価の比較により問題ないことを確認できない設備についてはコンクリート直上部に60年間での腐食を想定し、地震時の発生応力が許容応力を下回ることを確認した。

#### (5) 応力腐食割れ

炉内構造物の応力腐食割れについては、発電用原子力設備規格維持規格（日本機械学会）、BWR炉内構造物点検評価ガイドライン等に基づく計画的な点検を行い、原子炉の安全機能を確保していくこととしている。また、再循環系配管等の応力腐食割れについては、「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の解釈について（平成16・09・08原第1号）」に基づく点検を継続することにより、耐震性についても問題とならないものと考ええる。

また、照射誘起型応力腐食割れに対しては、中性子照射量の高い上部格子板及び炉心シュラウド中間胴にき裂の発生・進展を仮定し、中性子照射による材料の延性低下を考慮しても、不安定破壊は生じないものと評価した。

なお、使用環境（温度）から応力腐食割れの発生が否定できない気体廃棄物処理系の機器については、今後超音波探傷検査（UT）を行うこととしており、点検結果に応じて耐震性への影響についても検討・評価を加えていく。

#### (5) 中性子照射脆化

原子炉圧力容器円筒胴（炉心領域）に点検により検出可能なき裂及び運転開始後60年時点での脆化を想定し、地震を考慮しても、現状の運転管理により脆性破壊しないことを確認した。

(6) 低サイクル疲労

低サイクル疲労については、対象機器におけるこれまでの実過渡回数より想定した運転開始後 60 年時点での疲れ累積係数と地震時の疲れ累積係数の合計値が許容値を下回ることを確認した。

### 3. 今後の高経年化対策

高経年化に関する技術評価により、今後の高経年化対策として充実すべき課題等を抽出した。

#### 3. 1 長期保守管理方針の策定

今後の高経年化を考慮し、プラントを60年間運転することを仮定した場合、福島第一3号炉での現状の保全方策に対し、保全の充実を図るべき項目の抽出を行った。

##### (1) 健全性評価結果

評価で得られた結果について下記に示す。

- a. 現状の保全に基づき適切な対応を取っていくことで、60年間の運転を仮定しても技術的には問題ないという結果を得た。
- b. 一部の機器については、今後の高経年化を考慮した場合、現状保全に加えて点検等を充実すべき対応項目が抽出された。

##### (2) 現状の保全方法に追加すべき項目

上記の健全性評価結果をもとに、高経年化対策上、現状の保全に追加すべき項目（以下、追加保全項目）を長期保全計画としてとりまとめ、それに基づき、現状の保守管理に追加すべき項目として長期保守管理方針を策定した。（資料3-1「福島第一原子力発電所3号炉 高経年化技術評価結果と長期保守管理方針の比較表」参照）

主要な結果は以下のとおり

- a. 定期的確認項目
  - ・低サイクル疲労評価の想定過渡回数に対する実過渡回数の確認
- b. 点検の強化
  - ・炉内構造物等応力腐食割れ発生の可能性のある部位に対する計画的な点検の実施
  - ・原子炉格納容器の腐食発生の可能性のある部位に対する計画的な肉厚測定の実施等
  - ・タービン本体車軸接合部等、応力腐食割れの可能性のある部位に対する超音波探傷検査等の実施

c. 健全性評価の妥当性の確認等

- ・ 低圧難燃PNケーブル等の60年間の運転及び事故時雰囲気  
を考慮した長期健全性試験の実施
- ・ 基礎ボルト腐食、変圧器タンク底部等の腐食、キャニスタ  
型電気ペネトレーション絶縁性能等を確認するための実  
機サンプリング調査によるデータ拡充
- ・ 圧力伝送器等の供用期間の経年劣化を考慮した事故時環境  
性能に関する評価の実機への適用検討
- ・ 使用済試験片の再生技術や、新しい脆化予測式の実機への  
早期適用検討

(3) 技術開発課題

今後の保全計画をより万全のものとしていく目的で、今後検討  
すべき技術開発課題を抽出した。

これらについては、緊急性を有する課題ではないが、成果が出  
たところで保全計画に反映していくこととする。

- ・ 応力腐食割れ等に対する材料データの拡充
- ・ コンクリート遮へい能力に対するモニタリング等の方策に  
ついての検討
- ・ 監視試験データ拡充の観点からの、使用済試験片再生技術  
の技術開発動向を見極めた、早期の実機への適用
- ・ 原子炉圧力容器中性子照射脆化予測式の予測精度の向上

### 3. 2 長期保守管理方針の実施

3. 1 (2) で策定した長期保守管理方針（資料3-1）については、福島第一原子力発電所の保安規定に位置づけ、当該プラントが運転開始30年を迎えた平成18年3月27日以降の最初の定期検査より計画的に実施しており、全57項目中、現在までに実施した13項目について問題ないことを確認した。（資料3-2「長期保守管理方針に基づく点検結果の実施状況」）

今後、現状の保全を継続していくとともに、長期保守管理方針に基づく点検等を計画的に実施していくこととする。

なお、長期保守管理方針の実施にあたっては、各項目の緊急性等を考慮し実施時期について下記のように分類した。

- ・短期：平成18年以降の5年以内に実施すべきもの  
高経年化技術評価結果から、実機プラントデータでの確認、評価が早急に必要なもの等
- ・中長期：平成18年以降10年以内に実施すべきもの  
これまでの点検・検査により健全性は確認されているが、検査手法の追加等によりさらに充実を図るもの、または実機データの蓄積により高経年化技術評価の精度向上に資するもの等

#### 4. MOX燃料採用に伴う既存の高経年化技術評価への影響評価

既存の高経年化技術評価書において想定された経年劣化事象に対して、MOX燃料採用に伴い影響を及ぼす可能性があるものを抽出し、影響評価を実施するとともに、長期保守管理方針の変更の有無について確認した。

具体的な影響評価方法については、以下に示す。

##### 4. 1 影響評価方法

###### 4. 1. 1 影響評価対象となる経年劣化事象の抽出

ウラン燃料の一部にMOX燃料を採用した場合、原子炉出力や主蒸気流量、温度等の基本的な運転パラメータは変化しないことから、減肉・腐食や摩耗等の大半の想定される経年劣化事象の発生、進展に影響はない。

しかしながら、MOX燃料の採用に伴い高速中性子束が約2%上昇することから、中性子照射に依存する経年劣化事象については影響評価の対象とする。

また、放射線に依存する経年劣化事象については、影響はほとんどないと考えるが、保守的に影響評価の対象とする。

###### 4. 1. 2 影響評価の手順

4. 1. 1項で抽出された経年劣化事象について、下記の手順で影響評価を実施した。

###### a. 既存の評価への影響評価

影響評価の対象として抽出された経年劣化事象について、MOX燃料を採用した状況下で60年間使用することを仮定し、既存の評価に対する影響を評価する。

###### b. 長期保守管理方針への反映

上記aの結果、現行の長期保守管理方針の変更の有無を確認する。

## 4. 2 影響評価結果

本章では、各機器の影響評価結果を以下の各項にまとめている。

- 4. 2. 1 ポンプ
- 4. 2. 2 熱交換器
- 4. 2. 3 ポンプモータ
- 4. 2. 4 容器
- 4. 2. 5 配管
- 4. 2. 6 弁
- 4. 2. 7 炉内構造物
- 4. 2. 8 ケーブル
- 4. 2. 9 送受電設備・発電設備
- 4. 2. 10 タービン設備
- 4. 2. 11 コンクリート及び鉄骨構造物
- 4. 2. 12 計測制御設備
- 4. 2. 13 空調設備
- 4. 2. 14 機械設備
- 4. 2. 15 電源設備
- 4. 2. 16 その他設備

#### 4. 2. 1 ポンプ

各部位に対するM O X燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出した結果、対象となる経年劣化事象は抽出されなかった。

したがって、既存の評価のとおりとする。

#### 4. 2. 2 熱交換器

各部位に対するM O X燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出した結果、対象となる経年劣化事象は抽出されなかった。

したがって、既存の評価のとおりとする。

#### 4. 2. 3 ポンプモータ

各部位に対するM O X燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出した結果、対象となる経年劣化事象は抽出されなかった。

したがって、既存の評価のとおりとする。

#### 4. 2. 4 容器

各部位に対するM O X燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出し、経年劣化事象毎にまとめたものを以下に示す。

なお、抽出されなかった経年劣化事象に対する評価については、既存の評価のとおりとする。

##### a. 照射脆化

- ・原子炉圧力容器胴の中性子照射脆化

##### b. 絶縁特性低下

- ・電気ペネトレーションシール材等の絶縁特性低下

##### c. その他

- ・使用済燃料設備貯蔵プールのボロンの中性子吸収能力の低下
- ・電気ペネトレーションシール材劣化による気密性低下

これらの経年劣化事象についての評価結果を以下に示す。

##### [a. 照射脆化]

- ・原子炉圧力容器胴（炉心領域部）の中性子照射脆化について（既存の評価）

運転開始後 60 年時点の累積中性子照射量を考慮した最低使用温度及び上部棚吸収エネルギーの評価を行い、運転管理上問題にならないことを確認した。現状、超音波探傷検査等を実施し、有意な欠陥のないことを確認している。

胴（炉心領域部）の中性子照射脆化は監視試験による破壊靱性値の変化を把握するなど、監視試験及び中性子照射脆化予測式により把握可能であること、また有意な欠陥のないことも超音波探傷検査で確認している等から、今後も現状保全を継続していく。なお、信頼性向上の観点で、使用済試験片の再生技術や、新しい脆化予測式の開発の成果等が有効であることから、事業者としてもそれらの開発に取り組むと共に国や民間の技術開発動向を見極めつつ、規格基準化に積極的に参画し、実機への早期適用を検討していく。なお、再生試験片技術が確立された場合には、例えば約 40 年目（32EFPY）以前の早期に再生試験片による確認を実施する等、予測式の適切な補完を検討する。

(M O X 影響評価)

M O X 燃料を一部に採用した炉心（以下、「M O X 炉心」という。）の高速中性子束は、ウラン燃料炉心（以下、「ウラン炉心」という。）の高速中性子束と比較すると、約 2 % 上昇する。

ここでは、保守的に高速中性子束が約 2 % 増えたとした場合について評価した。

評価の結果、関連温度移行量は約 0.3℃ の増加であり、最低使用温度への影響は十分に小さく、運転管理上問題とはならないと判断する。

[b. 絶縁特性低下]

- ・電気ペネトレーションの絶縁特性低下について  
(既存の評価)

キャニスタ型はシール材料がモジュール型とほぼ同一であることから、モジュール型と同等の絶縁性能があると評価でき、モジュール型は 40 年間の長期健全性試験結果より、急激に絶縁特性低下する可能性は低い。現状、絶縁抵抗測定等を実施しており、絶縁特性低下の把握は可能である。今後、キャニスタ型はモジュール型と同様な長期健全性試験を実施し、この結果に基づき取替等を実施していく。モジュール型は 60 年間の想定した長期健全性試験を実施し、この結果に基づいた対応をとる。

(M O X 影響評価)

M O X 燃料を採用することにより、電気ペネトレーションのシール材への照射量が約 2 % 増加したとしても、運転期間及び想定事故時を含めた予想放射線照射量は、長期健全性試験で照射した放射線量を超えないことから、電気ペネトレーションのシール材への影響はないものと判断する。

[c. その他]

- ・使用済燃料設備貯蔵プールのボロンの中性子吸収能力の低下について

(既存の評価)

ボロンの劣化量は十分小さく(40年間使用で $10^{-5}$ 未満)核的な減損は無視できる程度であり未臨界性は確保されるものとする。

(MOX影響評価)

使用済燃料設備貯蔵プールの燃料ラック内の燃料が全てMOX燃料と仮定した場合の $K_{eff}$ (実効増倍率)を評価した結果、 $K_{eff}$ は0.81であり、未臨界性は十分確保されると判断できる。

また、ボロンの劣化量も既存評価同様、十分小さく核的な減損は無視できる程度であり未臨界性の確保に影響はないものとする。

- ・電気ペネトレーションの気密性低下について

(既存の評価)

キャニスタ型はシール材料がモジュール型とほぼ同一であることから、モジュール型と同等の気密性能があると評価でき、モジュール型は40年間の長期健全性試験結果より、急激に気密性低下する可能性は低い。現状、原子炉格納容器漏えい率検査を実施しており、気密性低下の把握は可能である。今後、キャニスタ型はモジュール型と同様な長期健全性試験を実施し、この結果に基づき取替等を実施していく。モジュール型は60年間を想定した長期健全性試験を実施し、この結果に基づいた対応をとる。

(MOX影響評価)

MOX燃料を採用することにより、電気ペネトレーションのシール材への照射量が約2%増加したとしても、運転期間及び想定事故時を含めた予想放射線照射量は、長期健全性試験で照射した放射線量を超えないことから、電気ペネトレーションのシール材への影響はないものとする。

#### 4. 2. 5 配管

各部位に対するMOX燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出した結果、対象となる経年劣化事象は抽出されなかった。

したがって、既存の評価のとおりとする。

#### 4. 2. 6 弁

各部位に対するM O X燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出し、経年劣化事象毎にまとめたものを以下に示す。

なお、抽出されなかった経年劣化事象に対する評価については、既存の評価のとおりとする。

##### a. 絶縁特性低下

- ・固定子コイル，口出線・接続部品等の絶縁特性低下

これらの経年劣化事象についての評価結果を以下に示す。

##### [a. 絶縁特性低下]

- ・原子炉格納容器内の電動弁用駆動部の固定子コイル，口出線・接続部品等の絶縁特性低下について

(既存の評価)

40年間の長期健全性試験結果より、急激に絶縁特性低下する可能性は低い。現状、絶縁抵抗測定、動作試験を実施しており、絶縁特性低下の把握は可能である。今後も現状保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとる。また、電動弁駆動部絶縁物の60年の運転期間及び事故時雰囲気による劣化を想定した評価を行う。

(M O X影響評価)

M O X燃料を採用することにより、電動弁駆動部の絶縁材料への照射量が約2%増加したとしても、運転期間及び想定事故時を含めた予想放射線照射量は、長期健全性試験で照射した放射線量を超えないことから、電動弁駆動部の絶縁材料への影響はないものと判断する。

#### 4.2.7 炉内構造物

各部位に対するMOX燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出し、経年劣化事象毎にまとめたものを以下に示す。

なお、抽出されなかった経年劣化事象に対する評価については、既存の評価のとおりとする。

a. 応力腐食割れ

・上部格子板等の照射誘起型応力腐食割れ

b. 照射脆化（中性子照射による靱性低下）

・上部格子板等の中性子照射脆化（中性子照射による靱性低下）

これらの経年劣化事象についての評価結果を以下に示す。

[a. 応力腐食割れ]

・上部格子板等の照射誘起型応力腐食割れについて  
(既存の評価)

運転に伴い照射量が増加し感受性が増加する可能性がある。上部格子板等は第16回定期検査（平成9年度）に取替を実施し現状、計画的な目視点検や水素注入による腐食環境改善を実施することとしている。照射誘起型応力腐食割れは目視点検により健全性確認は可能であり今後も発電用原子力設備規格維持規格（日本機械学会）、BWR炉内構造物点検評価ガイドライン等に基づく点検を実施していくとともに、これらの点検結果及び国によるプロジェクトや電力共同研究等の研究で粒界型応力腐食割れ発生に関する新しい知見、あるいは現在得られているき裂進展データと異なった知見等が得られた場合には追加点検や点検周期の見直し等を実施する。

(MOX影響評価)

照射誘起型応力腐食割れについては、既存の評価において、運転開始後60年時点の予想照射量が最も高い上部格子板にて約 $9.5 \times 10^{21}$  n/cm<sup>2</sup>と想定され、原子力技術協会「BWR炉内構造物点検評価ガイドライン」に規定されているしきい値 $1 \times 10^{21}$  n/cm<sup>2</sup>を超えており、発生の可能性は否定できないとしている。

一方、MOX燃料の採用により中性子束が約2%上昇し、約 $9.7 \times 10^{21}$  n/cm<sup>2</sup>となったとしても、既存の評価同様に照射誘起

型応力腐食割れ発生の可能性は否定できないことから、既存評価同様、「BWR炉内構造物点検評価ガイドライン」、日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格」において、照射誘起型応力腐食割れに対して規定する点検を実施することで健全性は維持できるとの評価に影響はないものと判断する。

[b. 照射脆化（中性子照射による靱性低下）]

- ・ 上部格子板等の中性子照射脆化（中性子照射による靱性低下）について

（既存の評価）

オーステナイト系材料は原子炉圧力容器で使用しているフェライト系材料に比べ靱性が高く脆性破壊を起こしにくい材料であるが、中性子照射により靱性値が低下する可能性は否定できない。現状、目視点検等を実施し有意な欠陥がないことを確認している。今後も発電用原子力設備規格維持規格（日本機械学会）、BWR炉内構造物点検評価ガイドライン等に基づく点検を実施していくとともに、これらの点検結果及び研究等でオーステナイトステンレス鋼の中性子照射脆化に関する新しい知見が得られた場合には追加点検や点検周期等の見直しを実施する。

（MOX影響評価）

中性子照射による靱性低下については、既存の評価において、運転開始後60年時点の予想照射量が最も高い上部格子板にて約 $9.5 \times 10^{21}$  n/cm<sup>2</sup>と想定され、MOX燃料の採用により中性子束が約2%上昇し、約 $9.7 \times 10^{21}$  n/cm<sup>2</sup>となったとしても、既存の評価同様に中性子照射による靱性低下の発生する可能性は否定できない。

したがって、既存評価同様、「BWR炉内構造物点検評価ガイドライン」、日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格」において、中性子照射による靱性低下に対して規定する点検を実施することで健全性は維持できるとの評価に影響はないものと判断する。

#### 4. 2. 8 ケーブル

各部位に対するM O X燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出し、経年劣化事象毎にまとめたものを以下に示す。

なお、抽出されなかった経年劣化事象に対する評価については、既存の評価のとおりとする。

- a. 絶縁特性低下
  - ・絶縁体の絶縁特性低下

これらの経年劣化事象についての評価結果を以下に示す。

##### [a. 絶縁特性低下]

- ・端子台、同軸コネクタ等の絶縁特性低下について  
(既存の評価)

約36年間の長期健全性試験結果等より、急激に絶縁特性低下する可能性は低い。現状、絶縁抵抗測定等を実施しており、絶縁特性低下の把握は可能である。今後も現状保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとる。また、端子台等の絶縁物は、60年の運転期間及び事故時雰囲気による劣化を想定した評価を行う。

##### (M O X影響評価)

M O X燃料を採用することにより、端子台等の絶縁材料への照射量が約2%増加したとしても、運転期間及び想定事故時を含めた予想放射線照射量は、長期健全性試験で照射した放射線量を超えないことから、端子台絶縁材料への影響はないものと判断する。

- ・低圧難燃P Nケーブル絶縁体等の絶縁特性低下について  
(既存の評価)

51年間の長期健全性試験結果等より、急激に絶縁特性低下する可能性は低い。現状、絶縁抵抗測定等を実施しており、絶縁特性低下の把握は可能である。今後も現状保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとる。また、長期健全性試験の試験条件が、60年間の運転及び事故時雰囲気を考慮していない低圧難燃P Nケーブルについては、試験を実施し再評価する。さらに、現在国プロジェクトでケーブル経年劣化評価手法検討が実

施されており、この成果反映を検討する。

(MOX影響評価)

MOX燃料を採用することにより、ケーブル絶縁材料への照射量が約2%増加したとしても、運転期間及び想定事故時を含めた予想放射線照射量は、長期健全性試験で照射した放射線量を超えないことから、ケーブル絶縁材料への影響はないものと判断する。

#### 4. 2. 9 送受電設備・発電設備

各部位に対するMOX燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出した結果、対象となる経年劣化事象は抽出されなかった。

したがって、既存の評価のとおりとする。

#### 4. 2. 10 タービン設備

各部位に対するMOX燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出した結果、対象となる経年劣化事象は抽出されなかった。

したがって、既存の評価のとおりとする。

#### 4. 2. 11 コンクリート及び鉄骨構造物

各部位に対するMOX燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出し、経年劣化事象毎にまとめたものを以下に示す。

なお、抽出されなかった経年劣化事象に対する評価については、既存の評価のとおりとする。

##### a. コンクリート及び鉄骨構造物の強度低下

- ・放射線照射による強度低下

これらの経年劣化事象についての評価結果を以下に示す。

##### [a. コンクリート及び鉄骨構造物の強度低下]

- ・コンクリート構造物の放射線照射による強度低下について  
(既存の評価)

コンクリート構造物の放射線照射による強度低下については文献データ、実機コンクリートの強度測定結果から強度低下が急激に進行する可能性は小さいと考えられる。現状、計画的に強度の測定を実施して健全性を確認している。今後も定期的な目視点検及び強度測定等を実施していく。

##### (MOX影響評価)

MOX燃料を採用することにより、コンクリートへの照射量等が約2%増加したとしても、予想される放射線照射量はHilsdorf等の文献等に示される値を超えないことから、コンクリート強度への影響はないものと判断する。

#### 4. 2. 1 2 計測制御設備

各部位に対するM O X燃料採用に伴う評価の見直しを必要とする経年劣化事象を抽出し、経年劣化事象毎にまとめたものを以下に示す。

なお、抽出されなかった経年劣化事象に対する評価については、既存の評価のとおりとする。

- a. 絶縁特性低下
  - ・温度検出器の絶縁特性低下
- b. その他
  - ・放射線検出器の特性変化

これらの経年劣化事象についての評価結果を以下に示す。

##### [a. 絶縁特性低下]

- ・温度検出器の絶縁特性低下について  
(既存の評価)

特性試験による健全性確認結果、封止性確認試験及び放射線評価試験結果によるエポキシ樹脂の封止性結果より、絶縁特性低下の可能性は低い。現状、特性試験を実施しており、特性変化の把握は可能である。今後も現状保全を継続し、必要に応じて適切な対応を行う。また、事故時雰囲気において動作要求される温度検出器については、供用期間の経年劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する評価について、試験による評価の必要性も含めて、規格・基準の整備状況を見極めつつ実機への適用を検討していく。

##### (M O X影響評価)

M O X燃料を採用することにより、温度検出器への照射量が約2%増加したとしても、運転期間及び想定事故時を含めた予想放射線照射量は、放射線評価試験で照射した放射線照射量を超えないことから、温度検出器への影響はないものと判断する。

[b. その他]

・放射線検出器の特性変化について  
(既存の評価)

特性試験による健全性確認結果、及び事故時雰囲気で動作要求される放射線検出器に対する長期健全性試験結果等で特性変化を確認しており、著しく特性変化する可能性は低い。現状、特性試験を実施しており、特性変化の把握は可能である。今後も現状保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとる。また、事故時雰囲気において動作要求される圧力伝送器等については、供用期間の経年劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する評価について、試験による評価の必要性も含めて、規格・基準の整備状況を見極めつつ実機への適用を検討していく。

(MOX影響評価)

MOX燃料を採用することにより、格納容器雰囲気監視系放射線計測装置への照射量が約2%増加したとしても、運転期間及び想定事故時を含めた予想放射線照射量は、長期健全性試験で照射した放射線量を超えないことから、格納容器雰囲気監視系放射線計測装置への影響はないものと判断する。

#### 4. 2. 13 空調設備

各部位に対するMOX燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出した結果、対象となる経年劣化事象は抽出されなかった。

したがって、既存の評価のとおりとする。

#### 4. 2. 1 4 機械設備

各部位に対するM O X燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出し、経年劣化事象毎にまとめたものを以下に示す。

なお、抽出されなかった経年劣化事象に対する評価については、既存の評価のとおりとする。

- a. 応力腐食割れ
  - ・制御棒の照射誘起型応力腐食割れ
- b. 照射脆化（中性子照射による靱性低下）
  - ・制御棒の中性子照射脆化（中性子照射による靱性低下）
- c. その他
  - ・樹脂の劣化（ケミカルアンカ）

これらの経年劣化事象についての評価結果を以下に示す。

##### [a. 応力腐食割れ]

（既存の評価）

- ・制御棒の照射誘起型応力腐食割れについて

照射誘起型応力腐食割れ発生は否定できない。現状、核的寿命に対して保守的に定めた運用基準に従い制御棒の取替を実施するとともに、定期検査時に停止余裕検査及び制御棒駆動機構の機能検査により制御能力及び動作に問題のないことを確認している。今後も運用基準に基づく取替、機能検査を実施していくが当社及び国内他プラントの制御棒にひびが確認されている状況を踏まえ、今後複数のプラントにおいて制御棒の外観点検を実施しデータを拡充することにより、適切な予防保全処置を検討していく。

また、炉内で長期間にわたり使用している制御棒については、今後、知見の拡充のために計画的な点検実施を検討していく。なお、1F6 ハフニウム板型制御棒のひび事象への対応として、原子力安全・保安院指示事項でもある外観点検を実施することとしており、また、同事象の原因究明の結果から高経年に係わる知見が得られれば、必要な措置をとっていく方針である

（M O X影響評価）

制御棒は、中性子照射量により定めた運用基準を適用して取替を実施していることから、M O X燃料を採用することにより、

照射量が約2%程度増加したとしても影響を与えるものではない。

[b. 照射脆化（中性子照射による靱性低下）]

- ・制御棒の中性子照射脆化（中性子照射による靱性低下）について

（既存の評価）

制御棒で使用されているオーステナイト系ステンレス鋼は、中性子照射脆化の可能性が考えられるが、フェライト系材料に比べ、靱性が高く、脆性破壊を起こしにくい材料であり、脆化が進行しても材料の脆化のみでは欠陥は発生せず、有意な欠陥が存在しなければ、不安定にき裂が進展することはなく、これまでの実績を考慮すると、現状の運用を継続していくことで、制御棒の機能上の観点から、中性子照射脆化が問題となる可能性は小さいと考える。中性子照射脆化に対しては、今後も運用基準に基づく制御棒の取替、定期検査毎の停止余裕検査及び定期検査毎の制御棒駆動機構の機能検査を実施している。今後国内外の運転実績や複数のプラントにおいて行う制御棒の外観点検の結果等を反映し、必要に応じ適切に対応していくこととする。

（MOX影響評価）

制御棒は、中性子照射量により定めた運用基準を適用して取替を実施していることから、MOX燃料を採用することにより、照射量が約2%程度増加したとしても影響を与えるものではない。

[c. その他]

- ・ケミカルアンカの樹脂の劣化について

（既存の評価）

ケミカルアンカは、放射線等の影響で樹脂の劣化が想定されるが、使用環境及び文献データ等より健全性は維持できると判断する。また、サンプル調査の結果、設計許容荷重に対し、引抜耐力は十分な耐力を有していることを確認しており、定期的な機器点検等において機器の支持機能に支障を来たすような異常のないことを確認している。しかし、ケミカルアンカの樹脂については直接的な点検が出来ないことから、今後機器の取替等、適切な機会を利用してサンプル調査を行い健全性の妥当性を確認していく。

(M O X 影響評価)

M O X 燃料を採用することにより、ケミカルアンカの樹脂本体への照射量が約 2 % 増加したとしても、予想される放射線照射量は文献データ (Co-60  $\gamma$  線照射試験) での放射線量を超えないことから、樹脂本体への影響はないものと判断する。

#### 4. 2. 15 電源設備

各部位に対するMOX燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出した結果、対象となる経年劣化事象は抽出されなかった。

したがって、既存の評価のとおりとする。

#### 4. 2. 16 その他設備

各部位に対するMOX燃料採用に伴う影響評価を必要とする経年劣化事象を抽出した結果、対象となる経年劣化事象は抽出されなかった。

したがって、既存の評価のとおりとする。

#### 4. 3 耐震安全性評価結果

4. 1項に示す影響評価方法に従って抽出された耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価結果を以下に示す。

なお、抽出されなかった経年劣化事象に対する評価については、既存の評価のとおりとする。

##### [a. 中性子照射脆化]

(既存の評価)

原子炉圧力容器円筒胴（炉心領域）に点検により検出可能なき裂及び運転開始後60年時点での脆化を想定し、地震を考慮しても、現状の運転管理により脆性破壊しないことを確認した。

(MOX影響評価)

MOX燃料の採用により炉心内の高速中性子束は約2%増加するが、保守的に炉心外でも高速中性子束が約2%増えたとした場合でも関連温度移行量は、約0.3℃程度の上昇であり、温度・圧力制限曲線に与える影響は十分に小さく既存の評価に影響はないものと判断する。

##### [b. 応力腐食割れ、中性子照射脆化（中性子照射による靱性低下）]

(既存の評価)

照射誘起型応力腐食割れ、中性子照射脆化に対しては、中性子照射量の高い上部格子板及び炉心シュラウド中間胴にき裂の発生・進展を仮定し、中性子照射による材料の延性低下を考慮しても、不安定破壊は生じないものと評価した。

(MOX影響評価)

炉心内の高速中性子束はMOX炉心とウラン炉心の中性子束の相違は2%程度であり、MOX燃料の採用により、上部格子板及び炉心シュラウド中間胴の照射量増加に伴う運転開始60年時点まで考慮したき裂の進展量が若干増加するが、許容値に対して2.7倍以上の裕度があるため、耐震安全性に影響を与えるものではないと判断する。

#### 4. 4 長期保守管理方針の変更の要否

MOX燃料採用に伴う既存の高経年化技術評価への影響評価結果から、MOX燃料を採用した状況下で60年間の運転を仮定しても現状の保全を継続するとともに、既評価において定めた一部の機器・構造物において追加すべき保全策を実施することで、プラントを構成する機器・構造物の健全性が確保されることを確認した。

したがって、既に福島第一原子力発電所の保安規定に制定している長期保守管理方針に追加すべき項目はない。

## 5. まとめ

既存の高経年化技術評価書の技術評価結果および高経年化対策の実施状況をあらためて確認した結果、すべての機器・構造物について、現状の保全を継続していくこと及び既存の評価に基づき策定された長期保守管理方針を計画的に実施していくことにより、60年間の運転を仮定しても機器・構造物の健全性が確保されることを確認した。

また、MOX燃料採用に伴う既存の高経年化技術評価への影響評価を実施した結果、MOX燃料を採用した場合についても同様であることを確認した。

当社は、高経年化に関するこれらの活動を通じて、今後とも原子力発電所の安全・安定運転に努めるとともに、安全性・信頼性のより一層の向上に取り組んでいく所存である。

以上

原子力発電所3号炉 高経年化改修計画と長期保守管理方針の比較

機組名	機組名 部位名	機組名 部位名	機組名 部位名	機組名 部位名	機組名 部位名	機組名 部位名	長期保全計画		実施 時間	
							保全項目	保守管理の項目		
ポンプ	原子炉再循環系 ポンプ	ケージングの重 労働割れ	運転開始後の年時点の透過回数(運転実績に 基づいた推定)を用いて応力算出並びに許容値を 実施し、それを超えれば許容値以下であることを 確認した。	目視点検 ・超音波探傷検査 (溶接部)	ケージングの重労働割れが発生 する可能性は小さい。また、現 状の保全は高水準として適切 であると判断する。	定期的な透過回数調査による 疲労評価を実施する。	定期的な透過回数調査による 疲労評価を実施する。	定期 全レ ビュー 1年	長期保守管理方針 保守管理の項目	実施 時間
弁	原子炉圧力容器	ノズル等 の重労働割れ	運転開始後の年時点の透過回数(運転実績に 基づいた推定)を用いて応力算出並びに許容値を 実施し、それを超えれば許容値以下であることを 確認した。	目視点検 ・超音波探傷検査 ・目視点検	疲労割れの可能性は小さいと 考えられるが、そのため、実運 転回数調査による疲労評価を 行うことが有効と判断する。	定期的な透過回数調査による 疲労評価を実施する。	定期的な透過回数調査による 疲労評価を実施する。	定期 全レ ビュー 1年		
弁	原子炉格納容器	傾斜ペナトリー シヨウベロース の重労働割れ	運転開始後の年時点の透過回数(保守的に運 転した推定)を用いて応力算出並びに許容値を 実施し、それを超えれば許容値以下であることを 確認した。	目視点検 ・超音波探傷検査 ・目視点検	疲労割れの可能性は小さいと 判断する。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	定期 全レ ビュー 1年	No.	実施 時間
弁	原子炉格納容器	傾斜ペナトリー シヨウベロース の重労働割れ	運転開始後の年時点の透過回数(保守的に運 転した推定)を用いて応力算出並びに許容値を 実施し、それを超えれば許容値以下であることを 確認した。	目視点検 ・超音波探傷検査 ・目視点検	疲労割れの可能性は小さいと 判断する。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	定期 全レ ビュー 1年		
弁	原子炉格納容器	傾斜ペナトリー シヨウベロース の重労働割れ	運転開始後の年時点の透過回数(保守的に運 転した推定)を用いて応力算出並びに許容値を 実施し、それを超えれば許容値以下であることを 確認した。	目視点検 ・超音波探傷検査 ・目視点検	疲労割れの可能性は小さいと 判断する。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	定期 全レ ビュー 1年	1	実施 時間
弁	原子炉格納容器	傾斜ペナトリー シヨウベロース の重労働割れ	運転開始後の年時点の透過回数(保守的に運 転した推定)を用いて応力算出並びに許容値を 実施し、それを超えれば許容値以下であることを 確認した。	目視点検 ・超音波探傷検査 ・目視点検	疲労割れの可能性は小さいと 判断する。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	定期 全レ ビュー 1年		
弁	原子炉格納容器	傾斜ペナトリー シヨウベロース の重労働割れ	運転開始後の年時点の透過回数(保守的に運 転した推定)を用いて応力算出並びに許容値を 実施し、それを超えれば許容値以下であることを 確認した。	目視点検 ・超音波探傷検査 ・目視点検	疲労割れの可能性は小さいと 判断する。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	定期 全レ ビュー 1年	2	実施 時間
弁	原子炉格納容器	傾斜ペナトリー シヨウベロース の重労働割れ	運転開始後の年時点の透過回数(保守的に運 転した推定)を用いて応力算出並びに許容値を 実施し、それを超えれば許容値以下であることを 確認した。	目視点検 ・超音波探傷検査 ・目視点検	疲労割れの可能性は小さいと 判断する。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	定期 全レ ビュー 1年		
弁	原子炉格納容器	傾斜ペナトリー シヨウベロース の重労働割れ	運転開始後の年時点の透過回数(保守的に運 転した推定)を用いて応力算出並びに許容値を 実施し、それを超えれば許容値以下であることを 確認した。	目視点検 ・超音波探傷検査 ・目視点検	疲労割れの可能性は小さいと 判断する。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	定期 全レ ビュー 1年	2	実施 時間
弁	原子炉格納容器	傾斜ペナトリー シヨウベロース の重労働割れ	運転開始後の年時点の透過回数(保守的に運 転した推定)を用いて応力算出並びに許容値を 実施し、それを超えれば許容値以下であることを 確認した。	目視点検 ・超音波探傷検査 ・目視点検	疲労割れの可能性は小さいと 判断する。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	念のため定期的に透過回数 調査による疲労評価を実施す る。	定期 全レ ビュー 1年		

原子炉再循環系ポンプ等\*の疲労割れについては、実運  
転回数に基づく疲労評価を実施する。  
\*：原子炉再循環系ポンプ(ケーシング)  
原子炉圧力容器  
原子炉格納容器  
傾斜ペナトリー  
シヨウベロース  
下脚  
原子炉格納容器(傾斜ペナトリーシヨウ  
ベロース)  
炉内構造物(炉内シラウド、  
シラウドサポート)  
主蒸気系・給水系統熱交換器  
原子炉格納容器ステンレス鋼配管  
原子炉格納容器ポンプ出口弁(非沸)  
原子炉格納容器入口弁(非沸)  
原子炉格納容器入口弁(非沸)

主蒸気系熱交換器の非沸の疲労割れについては、詳細に必要  
な調査の寸法測定を計画し、実運転回数に基づき疲労評価  
を実施する。

福島第一原子力発電所3号炉 高経年化技術評価と長期保守管理方針の比較表 (2/12)

標頭名	標頭名 番付名	経年劣化評価	健全性評価結果	現状保全	総合評価	保全計画 保全項目	実施 時期	長期保守管理方針 保守管理の項目	実施 時期
管	原子炉圧力容器	原の中核子燃料 腐化	腐蝕速度の測定結果から特異な腐化傾向はな い。また運転開始後60年時点の腐蝕速度及び上 部腐蝕速度エネルギー平均値も運転管理上問題 とならない。	定期検査、運転管理に基づく 異常使用状況調査、運営状況検 査	今後必要適切な措置に要請は請 を求め、環境評価の要請は請 を求め、健全な運転管理に基 づく健全な運転管理を行うこと とで、健全性を確保していくこ とへの取組であるが、長期的に 向上が望まれる点で留意す る。	健全性向上の観点で重要となる 定期検査の健全性を確保する こととして、運転管理に基 づく健全な運転管理を行うこと とで、健全性を確保していくこ とへの取組であるが、長期的に 向上が望まれる点で留意す る。	3 中長期	原子炉圧力容器の腐蝕状態については、最新の腐蝕予測 式による評価を実施する。また、その結果を踏まえ、修正 した使用許容範囲の発生技術の適用による腐蝕予測の 実施の要否を判断し、要の場合はそれを反映した取組計画 を策定する。	中長期
管内 新設 設備	上層格子板 ・炉心シールド ・炉心支持板 ・周辺及び中央燃料支 持金具 ・制御棒案内管	中核子燃料腐化	オーステナイト系ステンレス鋼は腐蝕性の高い 材料であり、欠陥がなければ割れが発生する可 能性は小さい。	計画的な目視点検を実施 ・東田町定期検査時に炉心シユ ールド、上層格子板、炉心支持 板、周辺燃料支持金具の取替を 実施	計画的な点検を実施していく ことにより健全性の確保は可能 であると判断する。	健全性向上の観点で重要となる 定期検査の健全性を確保する こととして、運転管理に基 づく健全な運転管理を行うこと とで、健全性を確保していくこ とへの取組であるが、長期的に 向上が望まれる点で留意す る。	4 中長期	管内格納容器の中核子燃料による腐蝕状態については、 火力原子力発電技術研究会「BWR炉内格納容器燃料腐食 予測」(JSME S 041-2004)又は原子力安全・保安院報告文 書「高経年原子炉燃料における腐蝕を予測する」とその 他の文献の調査について(内閣) (平成21年2月27日付 付録21-02、18頁(第2章))に基づいて点検を実施する。 また、点検結果及びオーステナイト系ステンレス鋼の中核子 燃料による腐蝕状態に関する健全性評価の成果が得られ た場合には、健全性向上の観点の要否を判断し、要の場合は美 善計画を策定する。 * : 管内格納容器 (上層格子板、 炉心シールド、 炉心支持板、 周辺及び中央燃料支持金具、 制御棒案内管)	管内格納容器の中核子燃料による腐蝕状態については、 火力原子力発電技術研究会「BWR炉内格納容器燃料腐食 予測」(JSME S 041-2004)又は原子力安全・保安院報告文 書「高経年原子炉燃料における腐蝕を予測する」とその 他の文献の調査について(内閣) (平成21年2月27日付 付録21-02、18頁(第2章))に基づいて点検を実施する。 また、点検結果及びオーステナイト系ステンレス鋼の中核子 燃料による腐蝕状態に関する健全性評価の成果が得られ た場合には、健全性向上の観点の要否を判断し、要の場合は美 善計画を策定する。 * : 管内格納容器 (上層格子板、 炉心シールド、 炉心支持板、 周辺及び中央燃料支持金具、 制御棒案内管)





② 原子力発電所3号炉 高経年化技術評価と長期保守管理方針の比較

項目名	対象名 部位名	発生状況等	健全性評価結果	現状保全	健全性評価	長期保全計画		実施 時期
						保全項目	No.	
タービン駆動	高圧タービン	駆動機本体の応力腐食割れ	駆動機は健全な状態であり、現行高圧タービン駆動機の下で使用されており、特に問題を生ずる部位である。健全性評価において、応力腐食割れの発生する可能性は否定できない。	・ 目視点検	タービン駆動機本体に目視点検を実施することにより、今後発生する可能性を低減していく。	健全項目	9	中長期
タービン駆動	低圧タービン	駆動機本体の応力腐食割れ	駆動機は健全な状態であり、現行低圧タービン駆動機の下で使用されており、特に問題を生ずる部位である。健全性評価において、応力腐食割れの発生する可能性は否定できない。	・ 目視点検	タービン駆動機本体に目視点検を実施することにより、今後発生する可能性を低減していく。		9	中長期
タービン駆動	タービン駆動機 タービン駆動機 タービン駆動機	駆動機本体の応力腐食割れ	駆動機は健全な状態であり、現行タービン駆動機の下で使用されており、特に問題を生ずる部位である。健全性評価において、応力腐食割れの発生する可能性は否定できない。	・ 目視点検	駆動機本体の健全性を評価し、必要に応じて補修を実施していく。		9	中長期
駆動機	原子炉格納容器 プレインヘッド	原子炉格納容器のプレインヘッドの腐食	原子炉格納容器のプレインヘッドは健全な状態であり、現行原子炉格納容器のプレインヘッドの下で使用されており、特に問題を生ずる部位である。健全性評価において、腐食の発生する可能性は否定できない。	・ 目視点検 (外側)	原子炉格納容器のプレインヘッドの健全性を評価し、必要に応じて補修を実施していく。		10	短期

福島第一原子力発電所3号炉 高経年化技術評価と長期保守管理方針の比較表 (8/12)

地域名	施設名 部位名	従来劣化現象	健全性評価結果	現状保全	総合評価	長期保全計画		実施 時期
						保全項目	No.	
空 槽	原子炉格納容器	ドライウェル等 の腐食	有意な腐食が発生する可能性は小さいと考えられるが、防蝕剤の劣化が疑われる場合には腐食が発生する可能性がある。	・全休置えい等試験 ・目視点検 (サブプレッシャーモニタリングシステム内)	腐食が発生する可能性は小さいと考えられるが、空のため原子炉格納容器の代表部位及びサブプレッシャーモニタリングシステムの代表的な防蝕剤の腐食状態を調査し、健全性を確認する必要があると判断する。	保全項目	10	長期
熱交換機	原子炉冷却材浄化装置 生薬交換機	水薬の腐食	水薬の材料は低合金であり、腐食が発生する可能性がある。なお、第12回定期検査(平成5年度)に新しい低合金鋼に取替を行っている。	・漏えい確認	水薬の代表部位の腐食を計測し腐食の進展を確認する必要があると判断する。			短期
熱交換機	原子炉冷却材浄化装置 生薬交換機	鋼の腐食	鋼の材料は低合金であり、腐食が発生する可能性がある。なお、第12回定期検査(平成5年度)に新しい低合金鋼に取替を行っている。	・漏えい確認	空のため、水薬、鋼の代表部位の腐食を計測し腐食の進展を確認する必要があると判断する。		11	短期
熱交換機	グラント高気圧化器	ドレンタンクの腐食	ドレンタンクの材料は合金鋼であり、腐食の発生する可能性がある。なお、第14回定期検査(平成6年度)に取替が行われている。	・運転圧による漏えい確認	空のため、水薬、鋼の代表部位の腐食を計測し腐食の進展を確認する必要があると判断する。			短期
熱交換機	グラント高気圧化器	鋼及び材料腐蝕抑制剤の腐食	鋼及び材料腐蝕抑制剤の材料は低合金であり、腐食の発生する可能性がある。	・運転圧による漏えい確認	腐食が発生する可能性があるため、計測的な確認が必要。			長期
その他設備	異体検査物処理系排水調整槽	外周試験(全面腐食)	腐食防止のために異体検査物処理系排水調整槽が撤去されており、腐食が進行する可能性があるが、撤去がはく離すると腐食が発生する可能性がある。	目薬にて配管周囲の腐食を調査しているが、一部の配管が撤去されているため、全面腐食の程度を把握することが困難である。	異体検査物の代表部位について、外周の目視点検を実施する。		12	中長期

原子炉格納容器等\*の腐食については、別添録表を実施する。  
\*：原子炉格納容器  
ドライウェル、サブプレッシャーモニタリングシステム内  
タービンドラフト冷却器(ドレンタンク)  
タービンドラフト冷却器(ドレンタンク)  
タービンドラフト冷却器(ドレンタンク)

異体検査物処理系排水調整槽の外周腐食については、地中埋設の代表部位の目視点検を実施する。



機組名	機組名 機位名	高経年化事業	健全性評価結果	現状保全	総合評価	長期保全計画		実施 時期		
						保全項目	No.			
共通	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機位村道建設</li> <li>・後打メカニカル</li> <li>・アソカ (707機位)</li> <li>・機位村道建設</li> <li>・後打メカニカル</li> <li>・アソカ (707機位)</li> </ul>		<p>健全性評価結果</p> <p>健全性が確保されていない部分については健全性が確保できないと判断されている。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>現状保全</p> <p>高経年化事業の進捗状況を確認している。</p>	<p>総合評価</p> <p>高経年化事業の進捗状況を確認している。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>保全項目</p> <p>機位村道等の適切な整備を行うことにより、健全性の維持が容易と判断されている。</p>	<p>No.</p> <p>16</p>	<p>実施 時期</p> <p>中長期</p>	<p>長期保守管理方針</p> <p>保守管理の項目</p> <p>機位村道等の適切な整備を行うことにより、健全性の維持が容易と判断されている。</p> <p>* : 機位村道建設など、(高経年化)に該当する。</p>	<p>実施 時期</p> <p>中長期</p>
送電線・発電設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>主変圧器</li> <li>所内変圧器</li> <li>送電線変圧器</li> <li>送電線変圧器</li> </ul>	タンクの腐食	<p>タンクの材料は高経年化を要しているため、健全性が確保できないと判断されている。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>現状保全</p> <p>目視点検 (ただし、タンク腐食は除く)</p>	<p>総合評価</p> <p>健全性が確保できないと判断されている。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>保全項目</p> <p>高経年化事業または高経年化事業の進捗状況を確認している。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>No.</p> <p>17</p>	<p>実施 時期</p> <p>中長期</p>	<p>長期保守管理方針</p> <p>保守管理の項目</p> <p>高経年化事業の進捗状況を確認している。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>実施 時期</p> <p>中長期</p>
送電線・発電設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>主変圧器</li> <li>所内変圧器</li> <li>送電線変圧器</li> <li>送電線変圧器</li> </ul>	タンクの腐食	<p>タンクの材料は高経年化を要しているため、健全性が確保できないと判断されている。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>現状保全</p> <p>目視点検 (ただし、内筒腐食は除く)</p>	<p>総合評価</p> <p>健全性が確保できないと判断されている。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>保全項目</p> <p>高経年化事業または高経年化事業の進捗状況を確認している。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>No.</p> <p>17</p>	<p>実施 時期</p> <p>中長期</p>	<p>長期保守管理方針</p> <p>保守管理の項目</p> <p>高経年化事業の進捗状況を確認している。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>実施 時期</p> <p>中長期</p>
送電線・発電設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>可燃性ガス送電線</li> <li>可燃性ガス送電線</li> <li>可燃性ガス送電線</li> <li>可燃性ガス送電線</li> </ul>	可燃性ガス送電線の腐食	<p>可燃性ガス送電線の腐食は高経年化を要しているため、健全性が確保できないと判断されている。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>現状保全</p> <p>可燃性ガス送電線の腐食を確認している。</p>	<p>総合評価</p> <p>可燃性ガス送電線の腐食は高経年化を要しているため、健全性が確保できないと判断されている。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>保全項目</p> <p>可燃性ガス送電線の腐食を確認している。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>No.</p> <p>17</p>	<p>実施 時期</p> <p>中長期</p>	<p>長期保守管理方針</p> <p>保守管理の項目</p> <p>可燃性ガス送電線の腐食を確認している。また、60年時点でも健全性の維持が困難と判断されている。</p>	<p>実施 時期</p> <p>中長期</p>