

原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合

第33回

議事録

日時：令和6年1月18日（木）13：30～16：41

場所：原子力規制委員会 13階 会議室A

出席者

原子力規制庁

金城 慎司	審議官
渡邊 桂一	安全規制管理官（実用炉審査担当）
塚部 暢之	安全規制調整官
雨夜 隆之	上席安全審査官
日高 慎士郎	安全審査専門職
藤川 亮祐	安全審査官
小嶋 正義	統括技術研究調査官
皆川 武史	主任技術研究調査官
鈴木 謙一	技術参与
河野 克己	技術参与

九州電力株式会社

林田 道生	常務執行役員	原子力発電本部	副本部長
池田 純也	原子力発電本部	部長	（原子力建設）
石井 朝行	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	長
牟田 健二	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	課長
竹下 恭平	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	課長
上村 佳広	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	副長
仙名 直樹	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	副長
瀬之口 諭	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	副長
西田 慶志	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	担当

跡部 亮太	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	担当
安部 将史	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	担当
人見 崇也	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	担当
新井 駿平	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	担当
生貞 幸治	土木建築本部 (原子力土木建築)	副部長 兼 調査・計画グループ長	
濱平 清隆	土木建築本部	調査・計画グループ	課長
植田 正紀	土木建築本部	調査・計画グループ	副長
高尾 貴義	土木建築本部	調査・計画グループ	担当
松尾 浩孝	土木建築本部	調査・計画グループ	担当
八木 努	原子力発電本部	原子力工事グループ	課長
佐野 健充	原子力発電本部	原子力発電グループ	担当

四国電力株式会社

古泉 好基	執行役員	原子力本部	原子力部	発電管理部長
松原 克幸	原子力本部	原子力部	設備保全グループリーダー	
中川 和重	原子力本部	原子力部	設備保全グループ	副リーダー
秋山 敏也	原子力本部	原子力部	設備保全グループ	担当
吉田 貴仁	原子力本部	原子力部	設備保全グループ	担当
織田 智	原子力本部	原子力部	設備保全グループ	担当
今井 政規	原子力本部	原子力部	運営グループ	副リーダー
坂本 務	原子力本部	原子力部	運営グループ	副リーダー
高須賀 大輔	原子力本部	原子力部	運営グループ	担当
大西 一慧	原子力本部	原子力部	運営グループ	担当
高畑 友昭	原子力本部	原子力部	核物質防護・工事グループリーダー	
繁樹 真一郎	原子力本部	原子力部	核物質防護・工事グループ	副リーダー
山地 謙太	原子力本部	原子力部	核物質防護・工事グループ	副リーダー
高木 英行	原子力本部	原子力部	核物質防護・工事グループ	担当
森田 泰光	原子力本部	原子力部	耐震設計グループ	副リーダー
平田 智之	原子力本部	原子力部	耐震設計グループ	担当
島本 昌樹	原子力本部	原子力部	燃料技術グループ	副リーダー
高橋 伸基	原子力本部	伊方発電所	保守部	保守統括課 副長

川崎 真治	土木建築部	設備保全推進グループ	リーダー
神野 貴紀	土木建築部	設備保全推進グループ	副リーダー
真鍋 良輔	土木建築部	設備保全推進グループ	担当
木下 詔彦	土木建築部	設備保全推進グループ	担当

関西電力株式会社

棚橋 昌	原子力事業本部	原子力発電部門	原子力発電部長
岩崎 正伸	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ マネジャー
三山 彰一	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ マネジャー
神野 進	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ マネジャー
北条 隆志	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ マネジャー
木谷 博	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ リーダー
辻 峰史	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ リーダー
村田 龍哉	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ 担当
中崎 亮	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ 担当
角一 将也	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ 担当
後藤 翔平	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ 担当
恩田 隆司	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ 担当
岡本 涼太	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ 担当
中山 晶夫	原子力事業本部	原子力安全・技術部門	土木建築設備グループ マネジャー
森井 祐介	原子力事業本部	原子力安全・技術部門	土木建築設備グループ リーダー
三浦 俊哉	原子力事業本部	原子力安全・技術部門	土木建築設備グループ 担当
石田 俊樹	原子力事業本部	原子力安全・技術部門	土木建築設備グループ 担当
鈴木 崇	原子力事業本部	原子力安全・技術部門	土木建築技術グループ マネジャー
磯谷 泰市	原子力事業本部	原子力安全・技術部門	土木建築技術グループ リーダー

中谷 鴻太 原子力事業本部 原子力安全・技術部門 土木建築技術グループ
担当

古田 光法 原子力事業本部 原子力安全・技術部門 安全・防災グループ
マネジャー

議事

○金城審議官 規制庁の金城です。

定刻になりましたので、ただいまから原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合、第33回会合を開催します。

本日の議題は、議事次第のとおり3件です。

本日の会合はテレビ会議システムを使いますので、音声や映像に乱れが生じた場合は、お互いにその旨を伝えるようにしてください。

それでは、議事に入ります。議題1です、九州電力株式会社玄海原子力発電所3号炉の高経年化技術評価についてです。それでは、資料について説明を始めてください。

○九州電力（仙名） 九州電力の仙名です。

それでは、資料1-1-1に基づきまして説明をいたします。玄海原子力発電所3号炉、高経年化技術評価(30年目)に係る原子炉施設保安規定変更認可申請に係る審査会合における指摘事項の回答といたしまして説明いたします。

ページ、1ページ目、2ページ目に、これまでにおける指摘事項を記載してございます。

本日は2ページ目につきまして、No. 7～12までの6件について回答させていただきます。まず、No. 7～9まで、こちらIASCCの評価における指摘事項になります。No. 7～9につきましては関連しておりますので、合わせて回答させていただきます。

No. 7～9、IASCCと中性子照射脆化で用いております設備利用率の違い、あるいはMOX装荷に伴う影響の違い、また、先行のプラントであります川内と異なる設定における、それらの違いについて説明することということで指摘事項をいただいております。そちらについて回答いたします。

3ページをお願いします。コメント7に対する回答です。1、設備利用率の違いがIASCC及び中性子照射脆化の評価に与える影響についてですが、設備利用率の違いは、IASCC及び中性子照射脆化に与える影響は、60年時点における中性子照射量の違いとして現れます。表1に、IASCCと中性子照射脆化での設備利用率の設定について記載してございます。

IASCCの評価における設備利用率につきまして、実用発電用原子炉設置施設における高経年化対策実施ガイドでは、将来の設備利用率について、算出に当たっては当該年数が過大なものとならないよう、将来の設備利用率の値を80%以上、かつ将来の運転の計画を踏まえたより大きな値を設定することと記載されてございます。

玄海3号炉の運転開始から現在までの設備利用率は約64%であり、これまで設備利用率が大きかった長期停止前におきましても約85%となっております。IASCCの評価におきましては、上記の運転実績を踏まえ、十分保守性を含む精緻化した値として、将来の設備利用率を90%として評価してございます。

4ページ目をお願いします。中性子照射脆化の評価における設備利用率についてです。中性子照射脆化の評価では、上記のIASCCの評価における設備利用率の考え方を踏襲しつつ、より保守的な値として設備利用率を100%として評価してございます。

4. より保守的な設備利用率を用いたIASCC評価についてでございますが、中性子照射脆化の評価において、設備利用率をより保守的な100%で評価していることを踏まえ、IASCCの評価においても設備利用率を100%として評価を行うことといたします。こちらにつきましては、後ほど御説明しますコメントNo. 9に対する回答にて説明いたします。

次のページをお願いします。5ページです。コメントNo. 8に対する回答です。MOX影響がIASCC及び中性子照射脆化の評価に与える影響についてです。MOX燃料による影響の係数、以下、MOX燃料影響と言わせていただきますが、この違いにより、IASCC及び中性子照射脆化の評価に与える影響は、主に60年時点における中性子照射量の違いとして現れます。表1に、IASCC及び中性子照射脆化のMOX燃料影響の設定を記載してございます。

IASCC評価におけるMOX燃料影響の適切性についてです。こちらにつきましては、MOX燃料影響につきまして、MOX燃料の導入に係る工事計画、こちらはMOX工認とさせていただきますが、MOX工認で用いられた以下の条件を考慮して設定しています。

MOX平衡炉心では、MOX新燃料は16体装荷されます。原子炉容器の中性子照射量に最も影響が出るのは、MOX新燃料が炉心の最外周かつ原子炉容器に最も近い45度方向の位置に配置されていると仮定した場合でございます。その配置を考慮したMOX平衡炉心のRV4分の1厚さにおける中性子束は、ウラン平衡炉心に比べ1.19倍となるため、中性子照射量は約20%増加することとなります。

次のページをお願いします。装荷パターンの多様性の説明です。MOX平衡炉心の装荷パターンは、以下で示しますポツ3個のとおり仮定をしてございます。この条件を踏まえた

MOX新燃料2体の配置は全部で7通りが考えられますが、原子炉容器への中性子照射の観点で最も影響が大きくなるのは、45度方向の最外周にMOX新燃料が配置されている装荷パターンであり、以下の配置が考えられます。

なお、図1のAの位置に配置されない装荷パターンにおいては、図1のAの位置にMOX新燃料を装荷した場合に比べ、原子炉容器との距離が大きくなることから、中性子照射量はMOXのUO₂平衡炉心と同程度となります。

IASCCの評価におきましては、MOX工認で用いた(1)、(2)の考え方を踏まえ、MOX燃料導入後の中性子照射量の増加量に、装荷パターンの多様性を考慮した適切な値として、MOX燃料影響を1.09と設定して評価してございます。

7ページをお願いします。IASCCの評価におけるMOX燃料影響を考慮した評価の保守性についてです。IASCCの評価における運転開始後60年時点の中性子照射量は、前のページに示しますとおり、MOX工認と同様の前提条件として、下に示します三つの仮定を用いて評価してございます。

一方、これまでの玄海3号炉の運転実績におきましては、第13サイクル以降にMOX新燃料を装荷しているのは、第13サイクルが16体、第14サイクルが16体、第15サイクルが4体の3サイクルのみであり、そのうち中性子束への影響が最も大きい位置にMOX新燃料が装荷されたのは、第14サイクルのみでございます。

したがって、実際はMOX新燃料を装荷していない第16サイクル、第17サイクルを含めて、第13サイクル以降、全てのサイクルにおいてMOX新燃料を16体装荷し、装荷パターンの多様性を考慮して、一律にMOX燃料影響を1.09として評価することが保守的な条件となっているため、IASCCの評価は保守性を有していると考えてございます。

8ページをお願いします。中性子照射脆化の評価におけるMOX燃料影響の保守性についてです。中性子照射脆化の評価では、前述のIASCC評価におけるMOX燃料影響において考慮した装荷パターンの多様性を考慮しないことで、より保守的な値として1.2に設定して評価してございます。

より保守的なMOX燃料影響を用いたIASCCの評価につきましては、中性子照射脆化の評価において、MOX燃料影響を保守的に1.2で評価していることを踏まえ、IASCCにおいてもMOX燃料の影響を1.2として評価を行うこととしてございます。こちらの評価につきましても、後段のコメントNo.9に対する回答で示します。

9ページをお願いします。こちらからがコメントNo.9に対する回答です。先行プラント

の評価との違いについてです。IASCC評価について、当社先行プラント、川内1、2号炉でありますが、こちらの評価条件と玄海3号炉における評価条件の差異を表の1に示してございます。

設備利用率、MOX燃料の影響については、さきに説明したとおりでございます。

評価しきい線につきましては、シンプルチューブ材とバッフルフォーマボルト材の2本のIASCC発生しきい線がございましたが、玄海3号炉のIASCC評価につきましては、評価対象がバッフルフォーマボルトであることから、バッフルフォーマボルト材のIASCC発生しきい線を用いて評価しており、こちらは認可実績のある一部の他社プラントにおいても同様でございます。

なお、評価条件として、設備利用率90%、MOX燃料影響を1.09と用いまして、IASCCの評価は保守性を有してございます。

10ページをお願いします。より保守的な評価条件を用いた評価です。玄海3号炉における申請時の評価条件に対し、中性子照射量及び評価しきい線の観点で、より保守的な条件として、以下三つの評価条件を用いた評価を実施いたしました。

まず、中性子照射量でございますが、申請時の評価で用いた設備利用率90%に対して、より保守的に設備利用率100%を用いました。MOX燃料の影響につきましては、申請時の1.09ではなく、中性子照射脆化の評価と同様に、より保守的に1.2として考慮いたしました。また、評価しきい線につきましては、申請時の評価で用いたバッフルフォーマボルト材のIASCC発生しきい線に加え、シンプルチューブ材のIASCC発生しきい線についても併記いたしました。

結果を、下の図1、図2にします。図1が申請時の評価でございまして、図2が今回、より保守的な評価条件を用いた評価となっております。

図2に示しますとおり、保守的な評価条件を用いた評価では、図1に示す申請時の評価に比べ、設備利用率、MOX燃料影響を大きくしたことに伴い、中性子照射量及び応力が大きくなっていることが分かります。

11ページをお願いします。全ページにおける設備利用率100%及びMOX燃料影響の1.2の条件で算出した応力履歴に、シンプルチューブ材のIASCC発生しきい線を用いた評価は、申請時の評価より保守的な評価条件を用いた評価であることから、運転開始後60年時点において、48本のボルトが損傷する可能性があるかと予想されました。

管理損傷ボルトについてでございますが、維持規格においては、バッフルフォーマボルト

トの損傷予測について、管理損傷ボルト数を超えなければ継続使用可とさせていただきます。管理損傷ボルト数は、炉内構造物の安全上重要な機能、炉心支持・位置決め機能等の、そういった機能を維持できる十分な安全裕度を考慮したボルト本数として、炉内構造物点検評価ガイドラインにおいて、初回点検時期の目安とされている全ボルト数の20%としてございます。玄海3号炉につきましては、ボルト全数が936本でございますので、20%に当たる187本が管理損傷ボルトとなります。

管理損傷ボルトと損傷予測の比較についてです。上記で定められた管理損傷ボルト数と設備利用率100%、及びMOX燃料影響1.2、かつシンプルチューブ材のIASCC発生しきい線を用いた、より保守的な評価におけるバッフルフォーマボルトの損傷予測の結果を比較いたしました。

より保守的な評価条件を用いた評価において、予測される損傷の可能性があるボルト本数、こちら48本でございますが、こちらは管理損傷ボルト数、187本を下回っており、運転開始後60年時点の炉内構造物の安全上重要な機能が維持されることを確認しております。

今後も現状保全を継続し、維持規格に従い、供用期間中検査として目視検査により炉内構造物の異常がないことを確認してまいります。

12ページをお願いします。ボルト損傷による他評価への影響についてです。バッフルフォーマボルトが損傷した場合に考えられる他設備への影響といたしましては、バッフル板の変形による制御棒クラスタ挿入性への影響が考えられます。

より保守的な条件を用いた評価において、予測される損傷の可能性があるボルト本数は48本でございます。

一方で、維持規格では、制御棒クラスタ挿入性評価について、バッフルフォーマボルトの最も厳しい損傷状態として、最上段と最下段のボルトのみが健全な状態を想定して評価を行うこととなっております。このため、玄海3号炉の制御棒クラスタ挿入性評価について、バッフルフォーマボルトの最上段と最下段のボルトのみが健全な状態を想定して評価をした結果、下に表3に示しますとおり、制御棒クラスタの挿入時間は規定時間内であり、バッフルフォーマボルトの損傷による制御棒クラスタの挿入性評価への影響を考慮しても、設備の安全上重要な機能は維持されることを確認してございます。

13ページをお願いします。続きまして、炉内構造物の他部位の評価についてです。IASCCの観点で最も厳しい評価部位としているバッフルフォーマボルトについて、IASCC発生の可能性があるため、炉内構造物、その他の部位のIASCC発生について考察を行いました。

た。

バッフルフォーマボルト以外でIASCC発生が考えられる評価部位でございますが、炉内構造物において、バッフルフォーマボルト以外でIASCCを考慮すべき部位としては、他の部位よりも応力レベル等が高く、またガイドラインにおいてもバッフルフォーマボルト損傷が確認された場合に、IASCC評価を行うことが推奨されているバレルフォーマボルトと炉心槽でございます。

これら二つの部位における中性子の照射量レベル、応力レベル等を下の表に示してございます。バレルフォーマボルトと炉心槽について、IASCC発生の主要因である中性子照射量と応力に着目し、IASCC発生の可能性を検討してまいります。

次、14ページをお願いします。中性子照射量の観点です。バレルフォーマボルト及び炉心槽の60年時点における中性子照射量は、以下のとおりでございます。

一方、さきに実施しましたバッフルフォーマボルトの60年時点の評価におきましては、60年経過前にIASCCによる損傷の可能性のある中性子照射量は、図4に示しますとおり、約 5.7×10^{22} の程度となっております。

以上より、バレルフォーマボルト及び炉心槽の60年時点の中性子照射量は、バッフルフォーマボルトがIASCCによる損傷の可能性のある中性子照射量を下回ってございます。

15ページをお願いします。続きまして、応力の観点から述べます。玄海3号炉のバレルフォーマボルト及び炉心槽の応力履歴について、PWR炉内構造物点検評価ガイドラインに示される初期型2ループプラントの応力履歴と比較することで評価を行いました。

まず、バレルフォーマボルトの応力でございますが、玄海3号炉のバレルフォーマボルトは、初期型2ループプラントに比べ、ボルトの長尺化やボルト首下の形状変更等の設計改良を行ってございます。したがって、構造の観点から、玄海3号炉は初期型2ループプラントに比べ、バレルフォーマボルトの応力は小さいと考えられます。

炉心槽の応力につきましては、製作時に、溶接部に初期型2ループプラントと同程度の残留応力が発生しますが、照射下クリープの影響により、照射量の増加とともに応力は低減いたします。また、炉心槽はボルトのような締結部材ではないことから、照射変形による応力の増大は発生いたしません。

したがって、玄海3号炉の炉心槽の応力は、初期型2ループプラントと同様の傾向を示すと考えられます。

16ページをお願いします。初期型2ループプラントの応力履歴です。初期型2ループプラ

ントにおきましては、バレルフォーマボルト及び炉心槽の応力履歴は、シングルチューブ材のIASCC発生しきい線を超えてございません。

17ページをお願いします。これらを踏まえまして、玄海3号炉のバレルフォーマボルトと炉心槽のIASCC評価を行いました。

下に示します四つのポツでございますが、繰り返しになりますが、玄海3号のバレルフォーマボルト及び炉心槽の中性子照射量は、バツルフォーマボルトがIASCC発生による損傷の可能性がある中性子量を下回っております。

玄海3号炉のバレルフォーマボルトの応力は、初期型2ループプラントに比べ、小さいと考えられます。炉心槽の応力につきましては、初期型2ループプラントと同様の傾向を呈すと考えられます。

また、初期型2ループプラントのバレルフォーマボルト及び炉心槽の応力履歴は、シングルチューブ材のIASCC発生しきい線を超えてございません。

以上より、玄海3号炉のバレルフォーマボルト及び炉心槽の応力履歴も、シングルチューブ材のIASCC発生しきい線を超えることはなく、IASCC発生の可能性は小さいと考えてございます。

前述した設備利用率100%、MOX燃料影響1.2を用いた、より保守的なIASCC評価につきましては、中性子照射脆化の評価との整合を踏まえ、補正申請時に高経年化技術評価書に反映いたします。

また、評価に当たって用いております評価しきい線につきましても、シングルチューブ材のIASCC発生しきい線を考慮した評価を実施することといたします。

コメントNo. 7～9に対する回答は以上でございます。

引き続き、コメントNo. 10番、こちらロビンソンの損傷事例に対する回答でございます。

18ページをお願いします。海外における炉心槽の損傷事例について、ロビンソン2号機の事象がございますが、2022年12月に、HBロビンソン2号機の炉心槽の目視点検におきまして、炉心層の上部周溶接部に12インチの指示が特定され、詳細評価を行ったところ、深さ92%の指示であることが確認されました。

なお、その後の調査におきましても、4か所の指示が確認されてございます。当該箇所に対して補修及び評価を行うことにより、2024年までの運転を可能と判断し、プラントの再稼働を行っております。

本事象につきましては、ATENA及びPWR電力各社にて原因の情報収集等を進めておりまし

て、引き続き、ATENA等と協働し対応を進めていく所存でございます。

下の表に、HBロビンソン2号機と玄海3号炉の状況を示してございます。

19ページ、20ページに、玄海3号炉の炉心槽の溶接部の内面・外面の状況を示してございます。ロビンソンにて一部に指示が確認された溶接線につきましては、19ページに示します炉心層上部周溶接部でございます。

21ページをお願いします。玄海3号炉における保全状況です。玄海3号炉では、維持規格に従い、海外の損傷事例が確認された上部周溶接部を含む炉心槽の目視検査を行っており、これまでに有意な指示は確認されてございません。なお、VT-3は、可視範囲において、全ての部位に対して実施してございます。

供用期間中検査の計画と点検実績でございますが、炉内構造物の現状保全といたしましては、維持規格に示す下の表のとおり、試験方法等に従い、供用期間中検査として目視検査、VT-3を実施しており、これまで試験対象部位の異常がないことを確認しております。維持規格に基づく点検の内容及び至近の検査実績を下の表に示してございます。

22ページです。こちら目視検査の状況について示してございます。左側にVT-3のイメージ図を示してございます。原子炉キャビティに取り出しまして、仮置きされたLCIにつきましては、水中カメラを用いて点検を行ってございます。

外面につきましては、8か所にカメラを配置し、上下に移動させながら、炉心層を含む下部炉心支持構造物の可視範囲を確認してございます。

内面につきましては、LCI内面にカメラを入れ、内面の可視範囲を点検してございます。

以上が、コメントNo. 10に対する回答です。

○九州電力（松尾）九州電力土木建築本部の松尾です。

私から、指摘事項のNo. 11、運転開始後の経過年数が40年を超えている雑固体焼却炉建屋について、代表構造物として選定していない理由を、各劣化要因ごとに整理し、説明することというコメントに対して回答させていただきます。

23ページをお願いします。まず、雑固体焼却炉建屋の概要についてですが、雑固体焼却炉建屋は、重要度分類クラス3の焼却炉を支持する構造物であり、管理区域内で発生した紙や布等の低レベル放射性廃棄物を焼却炉にて処理する、1、2、3、4号共用の施設であります。次のページをお願いします。

こちらでは、申請時における使用条件等を踏まえた劣化要因ごとの代表性の考え方について御説明します。雑固体焼却炉建屋において、劣化に対して影響を及ぼす主要な要因は、

放射線による強度低下、中性化による強度低下、塩分浸透による強度低下であると考えております。劣化要因ごとに代表性の根拠について整理した結果、いずれの要因におきましても、雑固体焼却炉建屋は代表構造物として選定しておりませんでした。

もう少し具体的に御説明しますと、まず、①番、放射線による強度低下、こちらは代表構造物は内部コンクリートであります。内部コンクリートは評価対象構造物の中で最も炉心に近く、中性子ガンマ線照射量の影響を大きく受けるため、放射線による強度低下を評価する代表構造物として選定しております。雑固体焼却炉建屋は、内部コンクリートに比べ炉心から遠い位置に設置していることから、代表構造物として選定しておりませんでした。

スライドの中ほどに、実測による雑固体焼却炉建屋と内部コンクリートの放射線量の比較を示しておりますが、中性子量におきましては390倍以上、ガンマ線照射量につきましては1,500倍以上という数値が確認できております。

続きまして、②屋内の中性化による強度低下についてです。こちら代表構造物は原子炉補助建屋になっておりますが、原子炉補助建屋は評価対象構造物（屋内）の中で、温度、湿度、二酸化炭素濃度を考慮した場合に、最も中性化に及ぼす影響度が大きいこと、中性化による強度低下（屋内）を評価する代表構造物として選定しております。これは後ほど御説明しますが、雑固体焼却炉建屋は原子炉補助建屋に比べ、中性化に及ぼす影響度が小さいことを確認していることから、代表構造物としては選定しておりませんでした。

続きまして、③屋外の中性化による強度低下についてです。こちら代表構造物は取水構造物ですが、取水構造物は評価対象構造物（屋外）の中で仕上げを施していない割合が最も大きく、外部からの二酸化炭素の作用を受けやすいことから、中性化による強度低下（屋外）を評価する代表構造物として選定しております。

一方、雑固体焼却炉建屋の屋外面は全て仕上げを施していることから、代表構造物として選定しておりませんでした。

続きまして、④番、塩分浸透による強度低下についてです。こちら代表構造物は取水構造物ですが、取水構造物は、評価対象構造物の中で仕上げを施していない割合が最も大きく、海水と接触しているため、外部から塩化物イオンが浸透しやすいことから、塩分浸透による強度低下を評価する代表構造物として選定しております。

一方、雑固体焼却炉建屋の外壁面は全て仕上げを施しておりまして、海水との接触もないことから、代表構造物として選定しておりませんでした。次のページをお願いします。

こちらでは、先ほど御説明した、中性化による強度低下（屋内）の中性化に及ぼす影響度の比較について、もう少し御説明をさせていただきます。スライドの中ほどに、雑固体焼却炉建屋と原子炉補助建屋、それぞれの環境測定の結果から、スライドの下に示しております森永式のうち、赤線で示しております環境条件が中性化に及ぼす影響度、こちらを算出し、比較した表になっております。算出した結果につきましては、雑固体焼却炉建屋が0.193、原子炉補助建屋が0.375と、雑固体焼却炉建屋よりも原子炉補助建屋が約2倍大きいということを確認しております。

これらの結果から、前のスライドでも御説明しましたとおり、②番の屋内の中性化におきましても、雑固体焼却炉建屋を代表構造物としては選定しておりませんでした。

しかしながら、中性化に影響を与える因子としては、環境条件が中性化に及ぼす影響度のみでなく、材齢の違いということも否定できません。

26ページをお願いします。そのため評価対象構造物の中で、運転開始後経過年数が最も長い雑固体焼却炉建屋の中性化深さをコアサンプルによって測定し、運転開始後60年時点の中性化深さを推定しました。その結果、代表構造物として選定しておりました原子炉補助建屋の中性化深さと同程度であるということを確認しました。

それらの結果から、中性化による強度低下（屋内）におきましては、他の構造物に比べ、運転開始後経過年数が長い雑固体焼却炉建屋も代表構造物として追加し、評価を実施することといたします。

なお、雑固体焼却炉建屋につきましても、他の構造物と同様の頻度で目視点検を実施しておりまして、強度に支障を来す可能性のある有意な欠陥がないことを確認するとともに、予防保全のために必要に応じて塗装の塗り替え等を行うこととしてございます。

指摘事項No. 11に対する回答は以上です。

○九州電力（仙名） 九州電力の仙名です。

引き続き、指摘事項12番の回答をさせていただきます。耐震安全性評価における代表機器のうち、耐震性を考慮した場合に、高経年化技術評価に記載している代表系統の値より、非代表系統の値が大きい箇所がある場合、評価書へ併記することという指摘事項でございます。

27ページをお願いします。高経年化技術評価書における耐震安全性評価では、低サイクル疲労等の経年劣化事象における評価結果が厳しい系統の値を代表して記載してございます。全ての経年劣化事象において、耐震性を考慮した場合に、代表系統の値より、非代表

系統の値のほうが大きくなる箇所を確認した結果を、次の28ページの表1に示してごさいます。

該当する経年劣化事象は低サイクル疲労のみであり、いずれの機器につきましても許容値を満足しており、耐震安全性評価上、問題ないことを確認してごさいます。

上記につきましては、補足説明資料に反映し、11月2日の審査会合におきまして説明をいたしております。

耐震性を考慮した場合に、代表系統の値より非代表系統の値のほうが大きくなる箇所につきましては、補正申請時に、高経年化技術評価書における耐震安全性評価に追記することといたします。

指摘事項No. 12に対する回答は以上です。

○金城審議官 では、資料の説明は終わりましたか。それでしたら、質疑に入りたいと思います。規制庁側から、確認等ありましたらお願いします。

日高さん。

○日高安全審査専門職 規制庁の日高です。

コメントNo. 7～No. 9までのIASCCに関する評価内容を確認いたしました。今回説明された内容につきましては、適切に評価書に補正してください。

また、12ページに、ボルトの損傷を考慮した制御棒挿入性評価結果が記載されておりますけれども、その具体的内容を耐震安全性評価の補足説明資料、別紙16のほうに反映してください。

以上です。

○九州電力（仙名） 九州電力の仙名です。

承知いたしました。こちらのIASCCのより保守的な評価結果を用いた評価につきましては、補正申請時に適切に評価書に反映するとともに、補足説明資料のほうにも反映させていただきます。

○金城審議官 日高さんは以上ですかね。ほか、ありますか。

藤川さん。

○藤川安全審査官 規制庁の藤川です。

スライド19ページ辺りのロビンソンのところで確認なんですけれども、溶接線のところで不可視範囲が結構あるかと思うんですけれども、ここの健全性に関してはどうのように考えておられるでしょうか。

○九州電力（安部） 九州電力から安部でございます。

こちら19ページに示しております炉心槽の点検範囲の不可視範囲、具体的に言いますと、19ページでいくと炉心の下部のほうが炉心バツフルの構造物があることにより可視範囲ではなくなっているということについての御指摘かと思えます。

こちら、不可視範囲につきましては、まず炉心槽製作時について、溶接線につきましては確認を行って機器の健全性を確認していること、また、点検につきましては、スライドでも御説明をさせていただきましたとおり、可視範囲は点検を行っております、現在までに異常等が確認されてはいないということ。これらの内容を踏まえまして、不可視範囲について可視範囲の点検結果を基に、状況を検討、判断ができるものと考えてございまして、溶接線全体の健全性は確保することができているというふうに考えてございます。

以上です。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

はい、分かりました。

○金城審議官 ほか、ありますか。

小嶋さん。

○小嶋統括技術研究調査官 規制庁の小嶋です。

スライド23～26で説明いただきました、指摘事項11に対する回答でございますけれども、今回のコアサンプルの採取結果によりまして、新たに雑固体焼却炉建屋ですか、これについて中性化による強度低下の代表構造物として追加したことについて確認させていただきました。この結果につきましては、25ページにおきまして、この雑固体焼却炉建屋が環境影響度が低いにもかかわらず、26ページの実測中性化深さの結果においては、強度の高い原子炉補助建屋と同等であると、60年時点で同等であるということもありますし。また、この鉄筋が腐食し始める時期です、雑固体焼却炉建屋の場合6cmとなっておりますけれども、原子炉補助建屋は7cmと、そこから考えたときの中性化残り、それを考えても、この雑固体焼却炉建屋について代表構造物としたことについては、妥当かなというふうに考えます。

その上で、引き続き、この雑固体焼却炉建屋について代表構造物として健全性を確認していくことは必要と、私も考えます。

引き続きまして、コンクリート、また続きまして確認させていただきたいことがございます。前回11月2日の会合でございますけれども、私から、この同じ雑固体焼却炉建屋について、2号炉の運開以降41年を経過しているということから、アルカリ骨材反応につい

での考え方を説明するように指摘事項を出しております。この対応状況について、現時点で分かりましたら説明をお願いします。

○九州電力（松尾） 九州電力の松尾です。

前回、御指摘のありましたとおり、運転開始後の経過年数が40年を超えているというところで、雑固体焼却炉建屋のアルカリ骨材反応性の確認を行うことというコメントをいただいております。こちらといたしましては、雑固体焼却炉建屋の遅延膨張性のアルカリ骨材反応の可能性を確認するというので、コア抜きによるアルカリ溶液浸漬法の試験を実施いたしました。その結果が判定基準未満であるというところを確認してございます。

以上になります。

○小嶋統括技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

分かりました。具体的には、判定基準というのは何を活用されましたでしょうか。

○九州電力（松尾） 九州電力の松尾です。

こちらは判定基準につきましては、先行プラントである川内1、2号機の判定基準でも用いました、片山ほかの論文を引用した判定基準を用いております。

以上になります。

○小嶋統括技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

分かりました。今回、コア抜きを新たにやった上で、アルカリ溶液浸漬法を使って、片山さんが出している論文の値を用いて、それ未満になるということを確認していただけたということで、将来的な遅延膨張性の（アルカリ骨材反応の）潜在性、発生の潜在性についても確認していることを確認させていただきました。

これらの結果なんですけれども、先ほどの中性化深さも含めてですけれども、特に中性化深さのほうについては、評価書の記載に関係してくると思いますので、そこを適切に補正をしていただければと思います。

また、この中性化深さ及びこのアルカリ骨材反応につきましては、今回の説明、あとはアルカリ骨材反応につきましては、川内1、2号機と同様で結構でございますけれども、補足説明資料に適切に記載していただくようにしてください。

○九州電力（松尾） 九州電力の松尾です。

雑固体焼却炉建屋の中性化の測定の結果及びアルカリ骨材反応の試験の結果を、評価書及び補足説明資料に適切に反映することといたします。

以上です。

○小嶋統括技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

分かりました。

○金城審議官 ほかは質問とか確認事項はありますか。特によろしいですかね。

では、九州電力のほうは、もう一つ説明資料がありますので、そちらのほうの説明に入ってください。

○九州電力（仙名） 九州電力の仙名です。

それでは、資料1-2-1につきまして説明をさせていただきます。

玄海原子力発電所3号炉、高経年化技術評価（30年目）に係る原子炉施設保安規定変更認可申請の高サイクル熱疲労評価の過渡回数の誤記についてでございます。

1ページをお願いします。こちらは事象の概要でございます。玄海原子力発電所3号炉、高経年化技術評価書のうち、配管ステンレス鋼配管の項目にて実施している高サイクル熱疲労評価におきまして、余熱除去系統配管の疲労評価に用いた過渡回数を記載してございますが、疲労累積係数の算出に用いた過渡回数とは異なる過渡回数を記載してございました。そのため、経緯等について、以下のとおり説明をさせていただきます。

経緯でございますが、1～6まで記載してございます。高サイクル熱疲労評価につきましては、メーカーに委託し評価を実施してございまして、メーカーから提出される委託報告書に記載されている過渡回数を用いて評価書を作成してございます。

委託報告書のうち、過渡回数が記載されているフォーマットについて、玄海3号炉と、当社先行プラントである川内1、2号炉では、次の（3）に示す相違があるものの、フォーマット全体として似ているものでございました。

川内1、2号炉の委託報告書のフォーマットは、評価書に最終的に記載すべき過渡回数が記載されていたのに対し、玄海3号炉のフォーマットでは、評価書に最終的に記載すべき過渡回数が記載されておらず、複数箇所に分かれて記載されている過渡回数を足し合わせる必要がございました。

具体的には、スライドの4ページ、5ページを御覧ください。スライドの4ページでございますが、左側に評価書の高サイクル熱疲労の評価箇所の該当箇所を示してございます。こちらの赤枠で記載しているのが現状記載しているものでございますが、正しい記載といましては、右の下の表のようになります。

ページ、5ページにつきましては、川内1号炉の委託報告書のフォーマットと、玄海3号炉の委託報告書のフォーマットの比較を示してございます。

川内1号炉のフォーマットにつきましては、赤枠で示しますとおり、評価書に記載する数値が記載されているのに対し、玄海3号炉のフォーマットにおきましては、フォーマットとしては似ているものでございますが、実際には赤点線の枠の回数を足し合わせて評価書に記載する必要があり、今回、青枠で示しますところを記載してしまったというものでございます。

しかしながら、玄海3号炉のフォーマットの下赤枠で示しますとおり、疲労累積係数につきましては、足し合わせた後の正しい過渡回数を用いて算出してございまして、評価結果への影響はないことを確認してございます。

1ページに戻ります。(4)でございます。玄海3号炉の評価書作成者は、川内1、2号炉における評価書の作成経験があり、玄海3号炉の委託報告書のフォーマットが川内1、2号炉の委託報告書のフォーマットと似ていたことから、川内1、2号炉の委託報告書のフォーマットと同じ位置の数値を転記することで問題ないと思ひ込み、誤った過渡回数を記載いたしました。

評価書の確認に当たっては、委託報告書と評価書案を照合してダブルチェックを実施していたものの、数値に着目した確認となっており、数値が記載されたフォーマットの項目まで確認できてございませんでした。

しかしながら、メーカーは、足し合わせた後の過渡回数を使用し、評価していることを確認してございます。

2ページ目、お願いします。評価結果への影響の有無でございます。疲労累積係数の算出に用いた過渡回数とは異なる過渡回数を記載していたものの、疲労累積係数の算出に当たりましては、足し合わせた後の正しい過渡回数を用いて評価していることから、評価結果への影響はございません。

今回の事象が起きた原因は、評価書を作成する際に参照する委託報告書のフォーマットが、当社先行プラント、川内1、2号炉と異なっていることを評価書作成者が認識しておらず、誤った認識のまま評価書を作成したことでございます。

また、評価書の確認の際にも、数値に着目した確認となっており、数値が記載されたフォーマットの項目までを確認できていなかったことが原因でございます。

上記の原因を踏まえ、玄海3号炉の評価書におきましては、委託報告書の当該フォーマットを用いて評価を実施しているものを確認いたしましたところ、今回の事象が起きた、余熱除去系統配管の疲労評価の評価のみであることから、他の評価では今回のような転記

ミスによる誤記は起こらないと考えてございます。

また、玄海3号炉の評価書と委託報告書に対しまして、評価条件、評価結果を数値と項目の両方の観点で確認し、問題ないことを確認してございます。

3ページをお願いします。今後の対応でございます。疲労累積係数の算出に用いた過渡回数とは異なる過渡回数を記載してございます、現在の玄海3号炉の高経年化技術評価書を、補正の際に修正したいと考えてございます。

また、規定文書を、社内で経年劣化の技術評価実施要領という規定文書に基づき今回の高経年化技術評価を実施してございますが、この規定文書を改正し、高経年化技術評価書を作成・確認する際の観点として、数値のみならず適切な項目の数値となっていることを追加し、確実に確認できる仕組みとすることとしてございます。

以上でございます。

○金城審議官 説明は終わりましたですかね。それでは、質疑に入ります。規制庁側から確認等ありましたら。

塚部さん。

○塚部安全規制調整官 規制庁、塚部です。

今、御説明のあった経緯でありますとか、影響の有無、評価結果自身に影響はなかったですという話と、対応については理解したんですが、1点ちょっと確認させていただきたいのが、今回この誤りを発見した経緯というのは、どういう経緯だったのか教えていただけますか。

○九州電力（仙名） 九州電力の仙名です。

こちらの誤記を発見した経緯でございますが、昨年実施されました現地確認の際の準備として、当社でもエビデンス等の確認を改めて実施いたしまして、その中で気づいたものになります。

以上です。

○塚部安全規制調整官 規制庁、塚部です。

そういう意味で、ほかの審査対応のために作業、再度レビューをした際に見つかったということなのですが。今回、経緯の中でも書かれているように、そもそもダブルチェックをされていて、対応としては項目もチェックするということですが、ある種当たり前のことがダブルチェックの中でも行われてなかったのではないかというふうに考えますので、今後、要領を変更、明記して、そこを特に気をつけますということなので、それ自身はい

いことかと思いますが、高経年化、劣化評価に関する評価書を作る機会というのは、今後もあるかと思いますが、今後、資料の作成でありますとか、今回も補正等をされるかと思っておりますので、そういう補正する際の資料の作成、書類の作成においては、しっかりしたレビュー体制を組んでいただいて、実施していただければと思います。

私からは以上です。

○九州電力（仙名） 九州電力の仙名です。

御指摘ありがとうございます。こちらにつきましては、当社といたしましても誤記を発生させてしまったというところで大変反省してございまして、今後、補正の際に修正させていただくのはもちろんですけれども、当然今おっしゃられたように、当たり前のことができていなかったというところもございまして、今後の対応に合わせまして、今回誤記の件を社内でもしっかり教育して、再発しないよう努めてまいりたいと思います。

以上です。

○塚部安全規制調整官 規制庁、塚部です。

よろしく願いいたします。

○金城審議官 今の件、規制庁の金城ですけど、当然こういうことがあると、審査の手戻りとか、非効率化ということも当然心配しなきゃいけませんし。あと、特にこの高経年化技術評価ですと、今、長期施設管理計画という新しい制度の移行もあつたりしますので、ある意味、特に注意して対応いただきたいところでもありますので、今後しっかりと対応してください。

以上です。

ほか、ありますか。特にないようでしたら、全体的に。

塚部さん。

○塚部安全規制調整官 規制庁、塚部です。

今回の会合において指摘、これまでの審査会合で指摘させていただいた事項に、技術的な指摘については、概ね回答いただけたかなと思っております。ただ、今回、代表機器の見直しでありますとか、あとはより保守的な条件での評価条件の見直し等をされておりますので、そちらについては補正を行うということで今日も説明ありましたので、そちらについては適切に作業をしていただいて、提出いただければと思います。我々はそれを見て、再度、技術的に議論すべきことがあれば、会合を開かせていただこうかと思っておりますが、今まで会合で御指摘させていただいたことについては、概ね回答いただいたか

など思っております。

私からは以上です。

○金城審議官 全体的にまとめになりましたけど、ほかは特にありませんか。

九州電力さんからも、何か全体を通じてありますか。

○九州電力（仙名） 九州電力の仙名です。

こちらから特にコメントございません。

○金城審議官 それでは、よろしいでしょうか。それでは、議題1で準備した項目は終了いたしましたので、以上で議題1を終了します。

この後ですけれども、一旦中断して休憩に入りまして、15分後です、ちょっと中途半端ですけれども35分ですかね、14時35分に再開したいと思います。休憩に入ります。

（休憩 九州電力退室 四国電力入室）

○金城審議官 規制庁の金城です。

それでは、会合を再開します。次の議事ですけれども、議題2、四国電力株式会社伊方発電所3号炉の高経年化技術評価についてです。こちらの申請が審査会合で説明されるのは初めてになるかと思しますので、資料について、それでは四国電力から説明をお願いします。

○四国電力（古泉） 四国電力の古泉でございます。

本日はよろしくお願いたします。弊社伊方3号炉につきましては、本年12月に運転開始30年を迎えますことから、30年目の高経年化技術評価を実施して、長期施設管理方針を策定の上、昨年の11月に保安規定を申請いたしました。本日は、その内容について御説明いたします。それでは、担当のほうから御説明いたします。

○四国電力（中川） 四国電力の中川でございます。

伊方発電所3号炉高経年化技術評価に係る原子力施設保安規定変更認可申請について説明いたします。資料構成ですが、資料2-1が申請内容全般を説明した資料、資料2-2以降が補足説明資料となっております。本日は、資料2-1に沿って御説明させていただきます。

それでは、資料2-1、表紙をめくっていただいて、1ページをお願いいたします。目次になります。御覧の構成で、保安規定の変更認可申請理由と概要、プラントの概要と保全実績、主な高経年化技術評価の概要と長期施設管理方針、今後の取組を御説明いたします。

2ページをお願いいたします。初めに、保安規定の変更認可申請の理由と概要についてです。伊方3号炉は、このたび実用炉規則第82条第1項に従って高経年化技術評価を行いま

して、この評価結果を基に、第92条第1項に基づいて、3号炉の長期施設管理方針の追加と関連条文の変更のため、保安規定変更認可申請を実施しました。

変更後の主な記載内容としましては、第119条の4、原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価及び長期施設管理方針のところ、3号炉に関して、運転開始後30年を経過する日までに、高経年化技術評価のために設定した条件、評価方法を変更する場合は、評価を見直し、それに基づいて長期施設管理方針を変更することを記載します。

また、添付6の長期施設管理方針を追加いたしました。長期施設管理方針につきましては、後ほど詳しく説明いたしますので、ここでは割愛させていただきます。

3ページをお願いします。伊方3号炉の概要と、運転開始以降に実施した主な改善について説明します。

4ページをお願いします。伊方3号炉の概要です。主要な仕様につきましては御覧のとおりで、営業運転の開始日は1994年12月15日であり、2023年3月末時点の計画外停止回数は0回となっております。

5ページをお願いします。こちらは運転開始後に実施した最近の主な改善事例です。原子炉容器上部蓋用管台の応力腐食割れの対策として、管台溶接材料を耐力腐食割れ性を向上させた690系ニッケル基合金に改良した上蓋への取替えを実施するなど、御覧のような改善を実施してきました。

6ページをお願いします。こちらは全ページで整理した主な改善点の表を、プラント概要図に落としたものになります。

7ページをお願いします。この章では、高経年化技術評価の概要について、御覧の内容を説明いたします。

8ページをお願いします。高経年化技術評価の要求事項についてです。本年12月に30年目を迎える伊方3号炉について、実用炉規則82条及び92条に従って評価を行い、30年目以降、10年間に実施すべき長期施設管理方針を定めました。評価における具体的な要求事項は、高経年化対策実施概要に従っております。

今回の評価は、安全機能の重要度分類クラス1、2、3の機能を有する機器構造物、浸水防護施設に属する機器構造物、常設重大事故等対処設備に属する機器構造物について、運転開始後60年を想定した機器構造物の健全性評価と耐震安全性、耐津波安全性評価を実施したことになります。

また、断続的運転を前提とした評価と、冷温停止状態の維持を前提とした評価の両方を

実施しております。

9ページをお願いします。こちらは高経年化技術評価の体制です。伊方3号炉の実施体制として、原子力部発電管理部長を評価責任者として、原子力本部及び土木建築部の組織で評価の実施に係る役割を設定しております。主たる評価作成箇所は、原子力部設備保全グループと土木建築設備保全推進グループになります。

10ページをお願いします。高経年化技術評価の実施工程です。2021年4月に実施計画書を作成して、技術評価を開始し、御覧のような工程を経て、2023年11月に申請を行いました。

11ページをお願いします。運転経験及び最新知見の反映についてです。国内外の新たな運転経験及び最新知見について、御覧のような情報を収集して、今回の高経年化技術評価に反映をしております。

主な知見としましては、フランスのベルビル2号炉、制御棒駆動機構のサーマルスリーブ磨耗などがあります。

12ページをお願いします。高経年化技術評価の評価フローについてです。まず、評価対象機器として、浸水防護施設を含む安全機能の重要度分類クラス1、2、3の機器・構造物及び常設重大事故等対処設備を選定して、日本原子力学会高経年化対策実施基準の附属書に取りまとめられた経年劣化メカニズムまとめ表を参考に、各機器の部位ごとに経年劣化事象を抽出して、抽出された経年劣化事象を踏まえて、機器・構造物の健全性評価、耐震安全性評価、耐津波安全性評価を実施します。

これらの機器・構造物の経年劣化事象の評価、耐震安全性評価、耐津波安全性評価は、断続運転を前提とした評価と冷温停止状態を前提とした評価の両方を実施します。そして、双方の評価から抽出された現状保全に追加すべき保全策を取りまとめて、長期施設管理方針を策定いたします。

13ページをお願いします。ここでは評価対象設備と経年劣化事象の抽出について、御覧の内容を説明いたします。

14ページをお願いします。評価対象設備は、プラント内の系統、機器・構造物の中から抽出された、浸水防護施設を含む重要度分類指針のクラス1、2、3の機器・構造物、常設重大事故等対処設備になります。本フローの下段側が、冷温停止評価対象機器の抽出フローを示しています。冷温停止評価対象機器は、断続運転評価対象機器の中から冷温停止状態の維持、または冷温停止モード時の保安規定遵守のために、直接的または間接的に必要

となる機器になります。

15ページをお願いします。評価対象設備の例です。ここではターボポンプについて、各ポンプを型式、流体の区分でグループ化し、各グループの中から重要度、使用条件等の選定基準によって代表機器を選定している例を示しています。

例えば、型式のターボポンプ横置うず巻き型、液体の1次冷却材ほう酸水というのを一つのカテゴリーとしまして、六つのポンプをグループ化して、そのグループの中で重要度と最高使用温度の高さから、余熱除去ポンプをこのグループの代表機器として選定しております。機器・構造物の経年劣化事象の評価は、この代表機器について構造部位ごとの劣化事象を詳細に評価し、その評価結果をグループ内のほかの機器に展開して、全機器の評価を効率的に実施するようにしております。

なお、冷温停止状態の維持を前提とする機器におきましては、この表の青枠にありますように、冷温停止状態の維持に必要な機器というのを識別して示しております。

16ページをお願いします。経年劣化事象の抽出についてです。経年劣化事象の評価に当たって実施する、経年劣化事象の抽出の手順を左側のフローに示しています。このフローのように、先行の評価情報を含む原子力学会の経年劣化メカニズムまとめ表などを参考に、伊方3号炉の個別の条件なども考慮し、想定される機器の各部位と劣化事象の組合せを抽出します。

そして、各組合せが、高経年化対策上、着目すべき経年劣化事象か否かを区分します。高経年化対策実施ガイドの主要6事象につきましては、着目すべき経年劣化事象として抽出し、その他の経年劣化事象につきましても、劣化傾向に対する知見や現状の保全活動を踏まえて、着目すべき経年劣化事象として抽出を行って、技術評価を実施しております。

また、耐震・耐津波安全性評価については、着目すべき経年劣化事象でない日常劣化事象も含めて、構造強度などへの影響が有意な経年劣化事象を改めて抽出して、評価を行いました。

右の四角枠内には、抽出された着目すべき経年劣化事象を整理しています。6事象以外からは、電気ペネトレーションの格納容器バウンダリ機能に関わる気密性低下と、光ファイバケーブルのコード外皮、シース及び心線被覆の劣化が抽出されております。

17ページをお願いします。ここでは主な経年劣化事象の評価内容と評価結果について、御覧の内容を説明いたします。なお、各事象別の評価の詳細は、補足説明資料に取りまとめておりますので、ここでは簡潔に説明させていただきます。

18ページをお願いします。まず、低サイクル疲労について、原子炉容器を例に説明します。健全性評価としまして、プラントの実績過渡回数から60年時点での過渡回数を推定して、各評価対象部位に劣化が進展する場合の60年時点での疲労累積係数を評価しています。

結果を右下の表に示しておりますが、疲労累積係数は、全て許容値である1以下であることを確認しました。

現状保全としましては、定期的な非破壊検査や漏えい検査を実施しています。

以上のことから、総合評価としまして、低サイクル疲労が問題となる可能性はないと評価しました。

一方、高経年化への対応としましては、疲労評価の結果は実績過渡回数に依存しますので、継続的に実績過渡回数を把握して、評価に採用した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いたしました。

19ページをお願いします。原子炉容器の中性子照射脆化について説明いたします。健全性評価としまして、これまで実施してきた2回の監視試験結果により、炉心領域の中性子照射脆化は、JEAC4201に基づく国内脆化予測法による評価の結果において、右上の関連温度の予測と監視試験結果の関係に示すとおり、脆化予測にマージンを見込んだ値を逸脱しておらず、特異な傾向は認められていないことを確認いたしました。

20ページをお願いします。次に、60年経過時点の上部棚吸収エネルギーの予測値を評価した結果を右上の表に示しています。JEAC4206の要求値である68J以上満足しており、脆性破壊が生じないことを確認しました。

また、60年経過時点の加圧熱衝撃事象を生じることを仮定した評価を右の図に示していますが、破壊に対する抵抗力は、運転開始後60年を経過して、右側にシフトしていきましても、各事象モードにおける亀裂を想定した破壊力に交わることはなく、常に上回っていることから、脆性破壊しないということを確認しました。現状保全としましては、定期的な超音波探傷検査等を実施しています。

以上のことから、総合評価としまして、中性子照射脆化が原子炉容器の健全性に影響を与えることはないと評価しました。

一方、高経年化への対応としましては、健全性評価の妥当性を確認するため、今後の原子炉の運転サイクル、照射量を勘案して、第3回監視試験の実施計画を策定することを長期施設管理方針として策定いたしました。

21ページをお願いします。照射誘起型応力腐食割れについて、中性子照射量と応力レベ

ルと、温度が厳しい炉内構造物のバッフルフォーマボルトを例に説明いたします。

まず、健全性評価ですが、バッフルフォーマボルトについては、IASCC評価技術事業で得られた知見等を用いて評価した結果、60年経過時点のボルト損傷本数は0本となり、安全に関わる機能を維持できることを確認いたしました。

現状保全としましては、定期的に水中カメラによる可視範囲の目視確認を実施しています。

以上のことから、総合評価としまして、照射誘起型応力腐食割れが炉内構造物の健全性に影響を与える可能性は小さく、高経年化への対応としまして、追加すべきものはございません。

22ページをお願いします。熱時効について、1次冷却材管を例に説明いたします。健全性評価としまして、右上に亀裂安定性評価として、亀裂進展抵抗である J_{mat} と亀裂進展力である J_{app} の関係を示しています。運転開始後60年時点までの疲労亀裂進展長さを考慮した評価用亀裂を想定しましても、交点において J_{mat} の傾きが J_{app} の傾きを上回ることはなく、配管は不安定破壊しないことを確認しました。

現状保全としましては、定期的に溶接部の超音波探傷検査を実施しております。

以上のことから、総合評価としまして、1次冷却材管の熱時効が問題となる可能性はなく、高経年化への対応としましては追加すべきものはございません。

23ページをお願いします。電気・計装品の絶縁抵抗について、設計基準事故時に機能要求のある低圧ケーブルを例に説明いたします。

健全性評価としまして、ケーブル耐環境試験方法としてまとめられた、電気学会推奨案での長期健全性試験手順に基づき、60年相当の通常運転環境内での熱放射線による劣化と、その後の事故時雰囲気内での放射線、熱、蒸気、雰囲気暴露を模擬した長期健全性試験にて健全性評価を実施しました。

長期健全性試験の条件と、60年間の実機での使用条件に基づく劣化条件及び設計基準事故時の環境条件を並べたものが右側の表になります。全ての項目におきまして、試験条件は実機条件を包絡しており、運転開始後60年時点においても絶縁性能を維持できることを確認しました。

現状保全としましては、定期的に系統機器の動作確認、または絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認しております。

以上のことから、総合評価としまして、絶縁体の絶縁低下により機器の健全性に影響を

与える可能性はなく、高経年化への対応としまして追加すべきものはございません。

24ページをお願いします。電気・計装品の絶縁低下及び気密性低下について、設計基準事故時及び重大事故時に機能要求のある電気ペネトレーションを例に説明いたします。

健全性評価としまして、IEEE規格に準拠した長期健全性試験手順に基づき、60年相当の通常運転環境内での熱放射線による劣化と、この事故時雰囲気内での放射線、熱、蒸気、雰囲気暴露を模擬した長期健全性試験にて健全性評価を実施いたしました。

長期健全性試験の結果が右側の表になり、運転開始後60年時点においても、絶縁性能及び気密性を維持できることを確認しました。

現状保全としまして、定期的にケーブルを含めた絶縁抵抗測定、または系統機器の動作確認を実施し、異常がないことを確認しております。

また、気密性に対しては、定期的に原子炉格納容器漏えい率試験及び電気ペネトレーションに封入されている窒素ガスの圧力確認を実施し、機器の健全性を確認しております。

以上のことから、総合評価としまして、絶縁体の絶縁低下及び気密性低下により機器の健全性に影響を与える可能性はなく、高経年化への対応としまして追加すべきものはございません。

25ページをお願いします。コンクリート構造物及び鉄骨構造物の評価について説明します。健全性評価としまして、左の表にコンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下に影響を及ぼす要因ごとの評価結果を示しています。

要因は、熱、放射線、中性化、塩分浸透、機械振動がありますが、いずれの要因についても強度低下、遮蔽能力低下に及ぼす影響として問題としないことを確認しました。

現状保全として、定期的にコンクリート、塗膜の状態を目視確認し、必要に応じて塗装の塗替え等を実施し、さらに非破壊試験を実施することにより健全性を確認しています。

以上のことから、総合評価としまして、今後、強度低下が急激に発生する可能性は極めて小さく、また遮蔽能力低下の可能性はないと考えられ、高経年化への対応としまして追加すべきものはございません。

26ページをお願いします。コンクリート構造物及び鉄骨構造物の経年劣化事象に影響を及ぼす要因のうち、表に示すものについては、高経年化対策上、着目すべき劣化事象ではないと判断しております。

27ページをお願いします。光ファイバケーブルのコード外皮、シース及び心線被覆の劣化について説明いたします。本事象は、コード外皮、シース及び心線被覆が、熱的及び環

境的要因で劣化して、光ファイバ心線に水素や水分が混入した場合、伝送光量が減少することが想定されるという事象になります。

健全性評価として、伊方3号炉で採用している光ファイバケーブルは、水素や水分を透過し難いシース構造であること、かつ自ら水素を発生することのない材料が使用されています。このため室内の空調環境下に敷設されているケーブルについては、外部からの水分混入は考え難いと考えられます。

また、一部のケーブルは、屋外の埋設管路内に敷設されており、雨水等の影響が考えられるものの、埋設管路内の排水ポンプにより自動排水されるため、長時間浸水する可能性はなく、劣化の可能性は小さいと考えております。

現状保全としましては、定期的に光量測定を行い、伝送光量に異常がないことを確認しております。

以上のことから、総合評価としまして、光ファイバケーブルのコード外皮、シース及び心線被覆の劣化により機器の健全性に影響を与える可能性はなく、高経年化への対応としまして追加すべきものはございません。

28ページをお願いします。耐震安全性評価についてです。技術評価で想定された経年劣化事象のうち、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で、振動応答特性上または構造・強度上、軽微もしくは無視できない事象を抽出しまして、保守的に劣化状態を想定した上で、運転開始後60年間を評価期間として耐震安全性評価を実施しました。

ここでお示ししている表は、左側に想定される経年劣化事象と代表的な機器を整理し、右側にそれぞれに対して実施した耐震安全性評価の概要をまとめたものです。いずれの評価においても、耐震安全性に問題はなく、高経年化への対応としまして追加すべきものはございません。

29ページをお願いします。代表的な耐震安全性評価の例としまして、流れ加速型腐食による配管減肉を想定した評価結果を説明いたします。

左側に配管減肉を想定したイメージ図を示していますが、本評価では評価期間を運転開始後60年と想定した上で、最も厳しい条件として、必要最小肉厚まで減肉したと仮定しまして、その上で、地震時の発生応力算出で、許容応力以下となるか、または疲労累積係数が許容値の1以下となるかを確認しています。

右側に耐震重要度C及びSクラス配管の評価結果を記載しています。いずれの部位につい

でも、発生応力が許容値以下、あるいは疲労累積係数が1以下であり、耐震安全性上問題ないことを確認しています。

30ページをお願いします。耐津波安全性評価です。技術評価の結果を踏まえて、機器・構造物に対して経年劣化を保守的に想定した上で、耐津波安全性評価を実施することとしています。

評価対象は、津波の影響を受ける浸水防護施設に属する機器・構造物であり、表に示しているものになります。

これらの対象設備に想定される経年劣化事象のうち、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抽出した結果、これらの事象が顕在化した場合に、構造強度上、取水性上、影響が有意なものは抽出されませんでした。したがって、高経年化への対応としましても、追加すべきものはございません。

31ページをお願いします。こちらは冷温停止時に厳しくなる劣化事象の評価です。

評価の手順としましては、断続的運転時に着目すべき経年劣化事象でない事象で、それが冷温停止時において着目すべき経年劣化事象となる事象がないことを確認するステップ1と、断続運転時に着目すべき経年劣化事象で、冷温停止時において、発生進展がより厳しくなる経年劣化事象を抽出し、冷温停止を踏まえた再評価を実施するというステップ2があります。

再評価対象となった事象は、余熱除去ポンプモータの絶縁低下1件となります。余熱除去ポンプモータは、冷温停止時を想定した場合、断続運転時と比べて年間の運転時間が長くなり、モータの絶縁低下の面からは条件が厳しくなりますが、当該モータは連続運転を行っている、ほかの低圧ポンプモータと同等の頻度で絶縁抵抗測定を実施することとしているので、冷温停止状態維持を前提とした点検手法としても適切であります。

したがって、現状保全を継続していくとともに、運転年数及び点検結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理、もしくは取替えを実施していくことで健全性を維持可能であり、冷温停止状態維持を前提とする評価から、高経年化への対応として追加すべきものはございません。

32ページをお願いします。特重施設の評価です。評価の手順としましては、まず設計及び工事計画に基づき、特重施設に属する機器・構造物を抽出して、評価の対象設備としまして、その評価方法は特重施設以外の通常の機器構・造物と同様となります。ただし、特重施設に関わる情報は公開できないことから、特定重大事故等対処施設の評価書として単

独の別冊を設けております。

また、特重施設の評価に当たりましては、下のフローで示しますように、機器・構造物を四つの評価区分に分類して、評価を行っております。

評価の結果、高経年化への対応として、現状保全項目に高経年化への観点から追加すべきものはないことを確認しました。

33ページをお願いします。ここでは技術評価結果と長期施設管理方針について説明します。

34ページをお願いします。伊方3号炉の技術評価の結果、2点の追加保全策が抽出されました。一つ目が原子炉容器の中性子脆化の評価結果からの追加保全策です。これまでの監視試験結果による健全性評価において、原子炉容器の中性子照射脆化が原子炉の安全性に影響を及ぼす可能性はないとの評価結果を得ましたが、健全性評価の妥当性を確認するため、原子炉の運転時間、照射量を勘案して、次回、第3回監視試験の実施計画を策定することとします。

二つ目が低サイクル疲労の評価からの追加保全策です。原子炉容器等の疲労割れについては、運転開始後60年時点における疲労累積係数により評価を実施した結果、許容値に対して余裕のある結果を得ましたが、疲労割れの評価結果は実績過渡回数に依存しますので、継続的に実績過渡回数を把握して、評価に用いた推定過渡回数の保守性を確認していくこととします。

35ページをお願いします。以上を踏まえまして、今回策定した長期施設管理方針をまとめた表になります。

伊方3号炉につきまして、60年間の運転期間を仮定しても、大部分の機器・構造物は、現在行っている保全活動を継続していくことで健全性を維持可能と評価しました。抽出された長期施設管理方針としては、原子炉容器の中性子照射脆化に関わる第3回監視試験の実施計画の策定、原子炉容器等の疲労割れに関わる実績過渡回数の継続的な確認の2件となりました。

なお、どちらの長期施設管理方針も、運転開始後30年目以降、10年間に実施すべき方針としております。

36ページをお願いします。最後に、今後の取組についてです。今回実施した高経年化技術評価は、現在の最新知見に基づき実施したのですが、今後ここに示すような運転経験や最新知見等を踏まえて、適切な時期に再評価、変更を実施していきます。

また、高経年化対策に係る活動を通じまして、今後とも原子力プラントの安全・安定運転に努め、安全性・信頼性のなお一層の向上に取り組んでいく所存であります。

伊方3号炉の高経年化技術評価に係る原子炉施設保安規定変更認可申請の概要につきましての説明は、以上になります。

○金城審議官 それでは、質疑に入ります。規制庁側から確認等ありますでしょうか。

藤川さん。

○藤川安全審査官 規制庁の藤川です。

パワーポイントの4ページ目をお願いします。ここで主要な仕様として燃料のところ、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料と書かれているんですけど、評価書の本冊の4ページのところ、そこにも仕様が書かれているんですけど、そこは低濃縮ウランしか書かれていないので、そこはMOX燃料をそこにも書くべきかなと思うんですが、いかがでしょうか。

○四国電力（吉田） 四国電力の吉田でございます。

今、御指摘いただきましたとおり、適切なタイミングで申請書のほうに反映することとしたいと考えてございます。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

分かりました。続けてなんですけど、MOX燃料の関係で、これは今後、個別に説明される際でいいんですけども、照射脆化やIASCCの評価において、そのMOX燃料装荷後の中性子束というのを1.1倍して評価を実施したというふうになっているかと思えます。この1.1倍の設定根拠のところ、個別の事象の説明の際に説明をするようにしてください。

○四国電力（松原） 四国電力、松原でございます。

承知いたしました。

○金城審議官 ほか、ありますでしょうか。

河野さん。

○河野技術参与 規制庁の河野です。

パワーポイントの11ページ目で、運転経験及び最新知見の反映ということなんですけど、この中で前の会合（議題1）でもございましたけれど、米国のロビンソン、運転実績約40年のプラントです、ここの炉心槽で今ひび割れが見つかっているというのや、二、三年前ですか、フランスのほうで複数の発電所で、30年前後の複数の発電所で、1次系配管にSCCが検出されているという事象がございますが、この伊方3号炉の高経年化技術評価において、この知見についてはどのように対応されているのか説明していただけますか。

○四国電力（秋山） 四国電力の秋山です。

ロビンソン事象については、今年の秋に米国で原因調査を実施する見通しでありまして、劣化モードがまだ明らかとなっていないために、今回のPM評価には運転経験として反映してございません。

○金城審議官 よろしいですか、河野さん。

○河野技術参与 規制庁、河野です。

フランスの1次系のSCCに関しては、どのような対応を取られておるのでしょうか。

○四国電力（秋山） フランスの事象についても、まだ熱成層の考慮が考えられるというところまでは分かっているんですけども、具体的な劣化モードが判明していないため、こちらはまだ今回のPLM評価には反映してはございません。

○河野技術参与 規制庁の河野です。

今、評価結果が出てきたら、新たにこれらの劣化に対して評価をされるという理解でよろしいでしょうか。

○四国電力（秋山） はい。原因が判明しましたら、適切な時期に反映する予定です。

○河野技術参与 規制庁の河野です。

了解いたしました。反映ということで、今回の評価書が書き換わる可能性もあるということかと思えます。対応につきましては了解いたしました。

○金城審議官 ほか、ありますか。

小嶋さん。

○小嶋統括技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

スライドの26ページですけれども、ここで高経年化対策上、着目すべき経年劣化事象でない事象といたしまして、この下の表の要因のうちアルカリ骨材反応の判断理由のところ、一つ目のポツですけれども、使用している骨材は、この反応性試験、いわゆる化学法またはモルタルバー法によって行ったとしていますけれども、これについて、反応性骨材ではないことを確認していると記載されています。

一方で、本日の資料のうち、資料2-9、コンクリートに関する補足説明資料の7ページ、この表4を見ますと、ここでは焼却炉建屋について、運転開始時以降40年を経過しているということが分かります。そのため、この焼却炉建屋については、遅延性のアルカリ骨材反応の潜在性について、この考えを次回以降の審査会合で説明するようにしてください。

○四国電力（神野） 四国電力の神野でございます。

焼却炉建屋におけるアルカリ骨材反応に関する遅延膨張性に関する説明につきましては、次回の審査会合にて御説明させていただきます。

以上です。

○小嶋統括技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

分かりました。

○金城審議官 ほか、ありますでしょうか。

皆川さん。

○皆川主任技術研究調査官 原子力規制庁の皆川と申します。

27ページ、御覧いただけますでしょうか。ここでは主要6事象以外の高経年化対策事象として、光ファイバケーブルのコードの外皮、シース及び心線被覆の劣化が挙げられています。まず、お伺いしたいのは、この光ファイバに関する事象を、今回高経年化対策上、着目すべき経年劣化事象に選定した理由、これを御説明をお願いします。

○四国電力（山地） 四国電力の山地でございます。

今回、当該事象です、高経年劣化対策上、着目すべき事象と選定した理由を説明いたします。屋外の埋設管路内に敷設している光ファイバケーブルにおいては、排水ポンプにより排水できない溜まり水等による高湿度環境によって、性能低下の予測からの乖離が発生する可能性があるという事象と考え、今回、高経年化対策上、着目すべき事象と整理しております。

○皆川主任技術研究調査官 規制庁、皆川です。

今の御回答ですけれども、特に今回、御社の伊方3号炉については、屋外で敷設されている光ファイバケーブルがあると。それで、水の影響も否定できないということから抽出されているというふうに理解しましたが、それで合っておりますでしょうか。

○四国電力（山地） 四国電力の山地でございます。

御認識のとおりです。

○皆川主任技術研究調査官 規制庁、皆川です。

理解いたしました。これは今回の会合でなくても結構なんですけれども、今回着目すべき事象として挙げた光ファイバケーブルについて、屋外に敷設されているケーブルの用途、それから設置時期について、今後確認をしたいと思います。

それから、その屋外敷設のケーブルについては、27ページにもございますけれども、水分を透過し難いシース構造であるというような御説明もありますけれども、そこら辺の詳細に

についても御説明をお願いしたいと思います。

○四国電力（山地） 四国電力の山地でございます。

先ほど御質問、御要望がありました用途、設置時期、シース材料等の仕様については、今後の審査の中で説明させていただきたいと思います。

以上です。

○皆川主任技術研究調査官 規制庁、皆川です。

了解いたしました。よろしく申し上げます。

○金城審議官 ほか、ありますか。

鈴木さん。

○鈴木技術参与 規制庁、鈴木です。

29ページの耐震安全性評価について質問いたします。2点ありまして、1点目なんですけど、ここに材料名がないんですが、これ炭素鋼配管のことだと思うんですが、その流れ加速型腐食の評価において、周軸方向に必要最小肉厚までの減肉を想定して、耐震Cクラス、あるいはSクラスの配管については、特に追加保全策はないというまとめになっておりますけれども、評価に反映した事前に行ったサポートの追設とかですね、改造等の耐震補強工事があるかどうか、まず説明してください。

○四国電力（森田） 四国電力、森田でございます。

評価結果は、御指摘のとおり、追加すべきものはないと書いていますけれども、評価に当たって追設したサポート等はございます。詳細については、資料2-10の別紙……。

すみません、失礼しました、四国電力、森田です。

追設した内容につきましては、資料2-10の別紙の1の添付3、1-13ページ以降に追設した内容を資料としてお示ししております。

以上です。

○鈴木技術参与 規制庁、鈴木です。

分かりました。続けて2点目の質問なんですけど、今サポート追設だけではなくて、例えば炭素鋼から低合金鋼等への材料変更による対策を行った実績があるかどうかについても説明してください。

○四国電力（中川） 四国電力の中川でございます。

今回の高経年化評価に当たって、配管の材質等を変更するような対策は行っておりません。

○鈴木技術参与 最後のほう、行っていないということによろしいですね。

○四国電力（中川） 四国電力、中川です。

そのとおりです。

○鈴木技術参与 では、最初、タイトルに炭素鋼という名前がないのは、もしかしたらそういう他材料のものをミックスしたモデルを使っているからかなとか思ったんですが、そういうことではないわけですね。

○四国電力（松原） 四国電力、松原でございます。

今おっしゃられているのは、パワーポイントの29ページに炭素鋼という言葉が書いてないという、そういうことをおっしゃられているということによろしいでしょうか。

○鈴木技術参与 規制庁、鈴木です。

そのとおりです。

○四国電力（松原） 申しましたとおり、今回、材質を変更したものはございませんので、特にそういった趣旨ではございません。

以上でございます。

○鈴木技術参与 規制庁、鈴木です。

分かりました。今後、同様の資料を作る場合には、材料名も明示しておいていただきたいと思います。お願いします。

○四国電力（松原） 承知いたしました。

○金城審議官 ほか、ありますか。

塚部さん。

○塚部安全規制調整官 規制庁、塚部です。

先ほど、少し議論のあった11ページ目のところの最新知見とか運転経験のところ、先ほどの御説明だと原因が劣化か分からないので高経年化技術評価に対象に含めていないような聞こえ方もしたので。ただ、11ページ目のほうの上を読むと、ちゃんと評価対象期間以降の運転経験、最新知見についても適宜反映するとか、常に最新知見には注意を払われて、それが必要があれば反映するという姿勢なのかなとも思うんですが、先ほどの御説明の趣旨をもう一度、御説明いただいているんですか。内容を説明いただいているんですか。

○四国電力（中川） 四国電力の中川でございます。

おっしゃられたとおりでありまして、ここに書いていますとおり、我々としては、こういう運転経験であるとか最新知見を収集して、それで反映すべきものがあれば反映し

ていくという姿勢であります。先ほど説明したのは、フランスのEDFの事象と米国の炉心槽の事象については、まだ経年劣化モードがはっきりしておりませんので、高経年化技術評価として劣化を踏まえて現状保全で足りているか、また追加すべき事項がないかという評価をするには情報が足りていない段階ですので、今の時点では反映していないというところであります。今後、ここの情報を継続して注視して、情報が劣化評価に至るものが入手できましたら、改めて評価をして、必要に応じて現状保全に追加すべきものが抽出されましたら、これを長期施設管理方針として定めるということになります。

以上であります。

○塚部安全規制調整官 規制庁、塚部です。

そういう意味では、評価書の中で明示的に書いていないという、そういう趣旨だと受け取りました。特に、ロビンソン2号については、実際、伊方3号の補足説明資料の中で海外事例として、なしとしながらも、引き続き情報収集するというふうに書かれていて、なので、ロビンソン2号に対しての事例について、伊方3号としてどんな対応を行っているのかというのは、審査会合の場で御説明いただければと思います。

○四国電力（中川） 四国電力の中川です。

承知しました。

○金城審議官 ほか、ありますか。

特に、最後のやつですね。やはり最新知見のところは、反映するのか否かという判断はあると思いますけれども、やはり、なるべく審査会合の中でしっかりと説明して、お互いに共通の認識を持てればと思いますので、よろしくお願いします。特に、この高経年化の分野、この後、長期施設管理計画への制度移行といったものもありますので、そういったことも念頭にしっかりとした説明をお願いしたいと思います。

ほか、全体を通じて、ありますか。四国電力からも何かあれば。ありますか。

○四国電力（松原） 四国電力からは特にございません。

○金城審議官 それでは、一応、今日の説明と、それに関する確認事項のやり取りは終わりましたので、また次の会合はその説明が準備できてからかということになるかと思いません。

それでは、以上で議題2を終了いたします。

ここで、また休憩に入ります。一時中断しますけれども、15分後の再開ということで、15時35分に再開したいと思います。

(休憩 四国電力退室 関西電力入室)

○金城審議官 規制庁の金城です。

会合を再開します。次の議事は、関西電力株式会社高浜発電所1号炉の高経年化技術評価についてです。

関西電力は資料について説明を始めてください。

○関西電力(棚橋) 関西電力の棚橋でございます。

本日は、高浜1号炉の高経年化技術評価の全体概要につきまして御説明をさせていただきます。高浜1号機につきましては、1974年の11月14日に営業運転を開始しまして今年の11月で50年目を迎えます。今回、原子炉等規制法に基づきまして50年目の高経年化技術評価を実施し、長期施設管理方針を策定しまして、昨年11月2日に保安規定の変更認可申請をさせていただいております。今後の審査に当たりましては、しっかりと対応させていただきたいと思っておりますので、どうぞよろしく願いいたします。

それでは、早速ですが、原子力事業本部の保全計画グループ、三山から概要について御説明させていただきます。

○関西電力(三山) そうしましたら、関西電力の三山でございます。

資料3-1に基づきまして、50年目のPLM評価になりますけれども、高浜1号炉の保安規定変更認可申請の概要を御説明させていただきます。次のページ、お願いいたします。

1ページ目、目次になります。記載の項目に従いまして順次、御説明のほうをさせていただきます。次のページ、2ページ目、お願いいたします。

まず初めに、保安規定の変更認可申請の理由と概要の御説明になります。高浜1号炉の今回の評価につきましては、実用炉規則第82条3項に従って高経年化技術評価、PLMの評価を行っております。その結果に基づきまして、第92条第1項に基づいて保安規定に長期施設管理方針の追加と関連条文の変更のため、昨年11月2日に保安規定変更認可申請を実施しております。

変更後の主な記載内容としましては、保安規定の第120条の6で今回実施しました高経年化技術評価のために設定しました条件、評価方法を変更する場合におきましては、評価を見直し、それに基づいて長期施設管理方針を変更すること、それから添付の6に今回の評価で策定いたしました長期施設管理方針を記載することとしております。次のページ、お願いいたします。

3ページ目からはプラントの概要、それから、これまでに実施してきております主な改

造工事につきまして御説明をさせていただきます。次のページ、4ページ目、お願いいたします。

まず、プラントの概要でございます。高浜の1号炉の概要は記載のとおりでございますけれども、営業運転の開始につきましては1974年の11月14日に営業運転を開始してございます。次のページをお願いいたします。

5ページ目、それから次の6ページ目、これは主な改善事例をリストの形でお示ししておりますのが5ページ目、プラントの概要の図に落とし込んだ形でお示ししておりますのが6ページ目ということになります。一例ではございますが、表の2段目に記載のありますように、原子炉容器上蓋用の管台の応力腐食割れ発生の対策としましては、管台溶接材料を耐応力腐食割れ性を向上させました690系のニッケル基合金に改良した上蓋への取替えを実施するなど、一覧で示しておりますような改善・対策を実施してきております。

6ページ目は先ほど言いましたように図に落とし込んだものですので、説明は割愛させていただきます。次のページ、7ページ目でございます。

こちらからは、今回実施しました高経年化技術評価の概要を御説明いたします。まず、要求事項、それから体制、実施工程、運転経験、最新知見の反映と評価フローの概要について御説明いたします。次のページをお願いいたします。

8ページ目でございます。まず、要求事項ですけれども、実用炉規則に従いまして今回、高経年化技術評価、PLM評価を実施しておりまして、高浜1号炉の場合につきましては50年目以降の10年間に実施すべき長期施設管理方針を今回定めております。評価におけます具体的な要求事項につきましては、高経年化対策実施ガイドに従って実施しております。

なお、今回の評価の対象につきましては、安全機能重要度分類クラス1、2、3の機能を有する機器及び構築物、それから浸水防護施設に属する機器及び構築物、それから常設重大事故等対処設備に属する機器・構築物につきまして、運転開始後60年を想定した機器・構築物の健全性評価と、並びに耐震安全性・耐津波安全性評価を実施したのになります。

また、評価の条件としましては、プラントが継続的に運転しております断続的運転を前提とした評価と、長期的に停止をした状態を想定しております冷温停止状態の維持を前提とした評価の条件で、それぞれ実施しております。次のページ、お願いいたします。

9ページ目は体制をお示ししております。実施体制といたしまして、原子力事業本部原子力発電部門統括を総括責任者といたしまして、原子力事業本部、それから今回は高浜の1号炉の話ですので、高浜発電所を組織としまして評価を実施する役割を設定してござい

ます。評価書の作成箇所につきましては、事業本部の保全計画グループと事業本部の土木建築設備グループが主として対応してございます。次のページをお願いいたします。

10ページ目になります。こちらでは、評価の実施工程をお示ししております。PLMの申請期限が昨年の11月13日までということでしたので、2022年10月に実施計画、実施手順を策定いたしまして、こちらでお示ししているようなスケジュールで工程を経まして、昨年の11月2日に申請をさせていただいております。次のページ、お願いいたします。

評価を実施するに当たりましては運転経験及び最新知見の反映を実施しておりまして、これまで実施しました先行プラントの高経年化技術評価書を参考に、2026年6月までを調査対象期間としまして、国内外の運転経験と最新知見について高経年化への影響を検討し反映の可否を判断しております。また、今後も調査対象期間以降の運転経験、最新知見につきましては、適宜反映可否を検討していくこととしております。

なお、今回、高浜1号炉で新たに確認いたしました主な運転経験、最新知見につきましては、一番下のほうに記載しておりますが、原子力学会さんの高経年化対策実施基準、これは追補2が発行されております。それから、米国のHBロビンソンの2号炉での炉心槽の損傷事例というの把握してございます。なお、米国のHBロビンソンの2号炉の炉心槽の損傷につきましては、米国において発生原因を現在調査中、次の定検で調査をすると聞いておりまして、情報収集を継続して実施することとしております。次のページ、お願いいたします。

12ページ目は、高経年化技術評価のフローをお示ししております。評価対象設備を選定した後、劣化事象の抽出につきましては原子力学会さんの高経年化対策実施基準の附属書に取りまとめられました経年劣化メカニズムまとめ表を参考に、評価対象の各機器の部位ごとに経年劣化事象を抽出いたしまして、健全性評価、それから耐震安全性評価、耐津波安全性評価を実施しております。

それから、先ほどもちょっと御説明しましたが、評価の条件、プラントの状態としましては、断続的運転を前提とした評価と冷温停止状態を前提とした評価、その両方を実施しております。評価の結果、抽出されました現状保全に追加すべき保全策につきましては、取りまとめを行いまして長期施設管理方針として策定してございます。次のページをお願いいたします。

13ページ目以降につきましては、評価対象設備の抽出フロー、それから評価対象設備の例と経年劣化事象の抽出につきまして御説明をさせていただきます。次のページ、お願い

いたします。

14ページですけれども、こちらは、先ほど評価対象の全体の流れにつきましては12ページで御説明いたしましたので、冷温停止の状態での評価対象機器の抽出フローをお示ししております。ちょうど真ん中にあります一点鎖線より上のところで断続的運転を前提とした設備の抽出のフローを示しております、簡略的に示したものになりますけれども、下の段階で冷温停止評価対象機器の抽出フローをお示ししてございます。冷温停止評価対象機器につきましては、断続運転評価対象機器の中から冷温停止状態の維持または冷温停止モード時の保安規定遵守のために直接的または間接的に必要となる機器を抽出して評価しているということになります。次のページ、お願いいたします。

ここでは評価の事例、具体的な評価の事例をお示ししております、対象となった設備につきまして、我々は代表機器を選定するという作業を初めに行っております。こちらではポンプの事例をお示ししております、表の左側でお示ししております分離基準、これ、ポンプの場合でしたら型式及び流体等になりますけれども、これでグループ化を行いまして、同じグループの中から重要度、使用条件等の選定基準によりまして代表機器をまず選定するという方法を取っております。

具体的な評価につきましては、評価につきましては代表機器として選定した機器につきまして、構成する部位ごとの経年劣化事象を詳細に評価しまして、その評価結果をグループ内の全機器に展開するという形で効率的に評価を進める形を取っております。

なお、先ほど御説明しました冷温停止状態の維持を前提とした評価書につきましては、具体的に冷温停止状態で必要となる機器につきまして、どれが該当するかというのを、こちらの表でいきますと右側にあります青の枠線で記載しておりますが、対象となるものを識別しております。次のページをお願いいたします。

16ページ目になります。こちらでは経年劣化事象の抽出の手順をお示ししております。原子力学会の経年劣化メカニズムまとめ表などを参考に、当該の、今回は高浜1号炉になりますけれども、個別の機器の条件、使用条件とかですね、などを考慮しまして、想定される機器の部位ごとに経年劣化事象の組合せを抽出しております。抽出した各組合せが高経年化対策上、着目すべき経年劣化事象かどうかというのを区別して抽出を行っております。

低サイクル疲労など主要6事象につきましては、高経年化対策上、着目すべき経年劣化事象として抽出しておりますが、そのほかの経年劣化事象につきましても、劣化傾向に関

する知見や現状の保全活動を踏まえまして、着目すべき経年劣化事象に該当するかどうか
も判断して、必要なものは、該当するものにつきましては抽出しております。

耐震・耐津波安全性評価につきましては、着目すべき経年劣化事象ではない日常劣化管
理事象も含めまして、構造・強度への影響が有意な経年劣化事象を改めて抽出し評価を行
ってございます。

具体的に抽出しました着目すべき経年劣化事象につきましては、16ページの右側の枠内
で記載をさせていただいております。次のページをお願いいたします。

17ページになります。こちらからは、高浜1号炉の具体的な評価の事例、結果の概要説
明をさせていただきます。1～6で主要6事象、それから7、8で耐震・耐津波安全性評価、9
で冷温停止時に厳しくなる劣化評価の結果の御説明になります。なお、主要6事象ではな
い着目すべき事象であります電気ペネトレーションの気密性低下につきましては、⑤の絶
縁低下のところ併せて御説明のほうをさせていただきます。次のページ、お願いいたし
ます。

18ページ目、①で低サイクル疲労になります。こちらでは、原子炉容器を評価例として
お示ししております。評価の内容としましては、プラント実績過渡回数から60年時点の過
渡回数を推定いたしまして、60年時点での疲労累積係数を評価しております。結果は右の
下のほうの表でお示ししておりますけれども、60年時点の疲労累積係数は全て許容値1以
下であるというのを確認しております。

また、各部位に対しての現状保全につきましては現状保全の項目で記載しておりますが、
二つ目の白丸で記載しておりますように、運転期間延長認可申請、これは40年目のときの
ものでございますけれども、に当たって実施しました特別点検では、原子炉容器の出入口
管台に有意な欠陥が認められていないことを確認しております。

したがって、定期的な非破壊検査の実施等の現状保全も踏まえまして、統合評価と
しましては疲労割れが問題となる可能性はないと評価しております。

なお、高経年化への対応といたしましては、疲労割れ評価の結果は今、御説明しまし
たとおりなんですけれども、その結果自体は実績過渡回数に依存することになりますので、
継続的に実績過渡回数を把握して評価で用いた推定過渡回数を超えないことを確認して
いくことを長期施設管理方針として策定しております。次のページ、お願いいたします。

19ページになります。こちらからは、原子炉容器の中性子照射脆化の評価の御説明をさ
せていただきます。これまでに5回の監視試験を取り出してございまして、その結果を基に

日本電気協会規格（JEAC4201）に基づきます国内脆化予測法による評価を行いまして、右図の関連温度の予測値と監視試験結果の関係でお示ししておりますように、1回目から5回目の監視試験の関連温度、実測値は母材、溶接金属ともに脆化予測にマージンを見込んだ値を逸脱しておらず、特異な傾向は認められていないことを確認しております。次のページ、20ページをお願いいたします。

続きになりますけれども、中性子照射脆化の続きになります。上部棚吸収エネルギーの予測値の評価の結果は、右上のほうで表でお示ししております。JEAC4206で要求しております68J以上を満足していることを確認しています。

さらに、運転開始後60年経過時点での加圧熱衝撃が生じることを仮定した評価を右下の図でお示ししております。破壊に対します抵抗力（ K_{Ic} ）が運転開始後60年を経過して右側にシフトしてきましても、各事故モードにおけます亀裂を想定した破壊力（ K_I ）に交わることなく常に上回っていることから、不安定破壊しないということを確認してございます。

現状保全の項目もまとめてございますが、こちらも四つ目の白丸にありますように、運転期間延長認可申請のために実施しました特別点検で中性子照射脆化による脆性破壊の起点となるような有意な欠陥がないということを確認してございます。

したがいまして、現状保全も踏まえて総合評価としましては、中性子照射脆化が原子炉の健全性に影響を与えることはないと考えておりますが、高経年化への対応といたしましては、経年劣化管理をより万全にするために、今後の原子炉の運転時間、照射量を勘案して第6回監視試験の実施計画を策定することを長期施設管理方針といたしました。次のページ、お願いいたします。

21ページ目になります。こちらは、照射誘起型応力腐食割れ、IASCCの評価の概要でございます。評価対象はバップルフォーマボルトになります。バップルフォーマボルトの評価では、最新知見を用いました損傷予測により60年時点におけるボルト損傷本数が維持規格に規定されております管理損傷ボルト数、これ、全体の本数の20%になりますけれども、以下であって、炉内構造物の構造・強度・機能の健全性に影響を与える可能性は小さいことを確認いたしました。

なお、炉内構造物につきましては、現在、取替えを計画しておりまして、その計画に基づき実施することとしてございます。次のページ、22ページをお願いいたします。

2相ステンレス鋼の熱時効になります。こちらでは、1次冷却材管を例に御説明をさせて

いただきます。右上に図をお示ししておりますが、亀裂安定性評価としまして、亀裂進展抵抗 (J_{mat}) と亀裂進展力 (J_{app}) の関係を図示してございます。運転開始後60年時点までの疲労亀裂進展長さを考慮しました評価用亀裂を想定して評価を行っておりますが、その交点におきまして J_{mat} の傾きが J_{app} の傾きを上回ることから、配管は不安定破壊せず問題としないことを確認しております。

また、現状保全を踏まえまして総合評価としまして1次冷却材からの熱時効が問題となる可能性はないことから、高経年化への対応して追加すべきものはないと判断しております。次のページをお願いいたします。

23ページ目になります。こちらからは、電気・計装品の絶縁低下及び気密性低下の御説明をさせていただきます。評価対象として事例として挙げておりますのは、事故時に機能要求のあるモジュラー型の電気ペネトレーションと難燃PHケーブルを例として御説明させていただきます。

評価の手順ですが、ペネにつきましてもケーブルにつきましても基本的には同じような手順となりますので、こちらでお示ししておりますのはペネトレーションでの例ということになります。右側に評価の流れをお示ししておりますけれども、IEEEの規格に準拠しました長期健全性試験の手順を示しております。60年の通常運転相当の熱、それから放射線による劣化と、その後の設計基準事故時または重大事故等時相当の放射線、熱、それから蒸気雰囲気暴露を模擬した上で、絶縁低下、気密性低下の判定を行うという長期健全性試験を行っております、その結果を基に評価を行っております。次のページをお願いいたします。

こちらでは、モジュラー型の電気ペネトレーションの評価結果をお示ししております。右上に表をお示ししておりますが、長期健全性試験の条件と、それから右側には60年の実機使用での劣化条件と設計基準事故時、重大事故等時の環境条件を並べた表になってございます。御確認いただければ分かりますとおり、全ての項目につきまして試験条件は実機条件を包絡してございまして、右下で試験結果を示しておりますが問題ないという結果を得ておりますので、運転開始後60年時点においても絶縁性と気密性に関わる機能は維持できると評価しております。

現状保全も踏まえまして総合評価といたしましては、経年劣化に関する絶縁低下または気密性低下により危機の健全性に影響を与える可能性はないと評価してございます。次のページ、お願いいたします。

こちらでは、難燃PHケーブルの評価結果をお示ししております。流れは同じでございますが、右上の表で示すとおり、全ての項目におきまして試験条件は実機の条件を包絡しておりまして、右下でその結果、ちょうど真ん中ですかね、真ん中で試験結果をお示しておりますが、問題ないことを確認してございます。したがって、運転開始後60年時点においても絶縁機能は維持できると評価しております。

現状保全も踏まえまして総合評価としまして、経年劣化による絶縁低下によりまして機器の健全性に影響を与える可能性はないと評価しております。したがって、絶縁低下及び気密性低下、全体につきまして、高経年化への対応としまして追加すべきものはないと考えております。次のページ、お願いいたします。

26ページ目になります。コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下について、御説明をさせていただきます。健全性評価の例としまして、左側に中性化による強度低下の評価例を記載してございます。左の下にありますけれども、表にありますように、測定結果1を踏まえて推定いたしました運転開始後60年経過時点の中性化深さを2で示しておりますが、鉄筋が腐食し始める中性化深さである3を下回っていることを確認しております。

このような健全性評価結果及び現状保全を踏まえまして総合評価としましては、今後、強度低下等が急激に発生する可能性は極めて小さいと考えられ、したがって、高経年化への対応として追加すべきものはないと評価しております。次のページ、お願いいたします。

27ページ目、ここからは耐震安全性評価の御説明になります。表の形でお示しておりますが、左側に想定されます経年劣化事象と、それから代表的な機器をお示してございまして、右側にそれぞれに対して実施しました耐震安全性評価の結果の概要をまとめております。いずれの評価においても各経年劣化事象を考慮した耐震安全性評価での結果に問題はなく、したがって、高経年化への対応として追加すべきものはないことを確認しております。

なお、これら表の形でお示しているもの以外にも、腐食とか高サイクル熱疲労とかという必要な経年劣化事象につきましては、抽出をいたしまして耐震安全性評価を実施して安全性を確認させていただいております。一例ではございますが、代表的な耐震安全性評価の例としまして、配管の流れ加速型腐食を想定した耐震安全性評価の例を次のページ、28ページでお示してございます。

28ページになります。最も厳しい評価条件としまして必要最少肉厚まで減肉が進んだ

というのを仮定いたしまして、地震時の発生応力を算出し、許容応力を超えていないか、または疲労累積係数が許容値の1を超えていないかというのを確認してございます。

結果につきましては右側で表の形でお示し、耐震クラスに応じまして、耐震重要度C及びSクラスの配管の評価結果をそれぞれお示ししております。いずれの部位につきましても、耐震安全性上、問題ないことを確認しております。したがって、高経年化への対応として追加すべきものはないと考えております。次のページ、29ページ目、お願いいたします。

こちらは、耐津波安全性評価の例でございます。評価対象設備につきましては表に記載している設備のとおりになりますけれども、これらの設備に対して想定されます経年劣化事象が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抽出するというので評価しておりますが、その結果、耐津波安全性上、考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されませんでした。したがって、高経年化への対応として追加すべきものはないと判断しております。

続きまして、30ページ目になります。こちらは、冷温停止時に厳しくなる劣化事象の評価の御説明になります。対象となります評価につきましては、ステップ1、ステップ2で記載させていただいておりますけれども、ステップ1が、冷温停止となったことで評価条件が断続運転のときと変わることになりますから、評価条件が変わること新たに注目すべき事象となるものがないかというのを、まず検討してございます。

ステップ2では、もともと断続運転の状態に着目すべき事象だったものが、冷温停止状態となることで評価条件が変わりまして、評価条件が厳しくなったことで再評価が必要となるものはないかという形で具体的な評価を進めております。

再評価が必要となった事象につきましては、矢印の下に記載してございますが、余熱除去ポンプモータの絶縁低下ということになりました。ただし、このモータにつきましても、冷温停止状態を前提とした再評価から現状保全を継続していくことで健全性は確保できると判断してございまして、高経年化への対応として追加すべきものは抽出されませんでした。次のページをお願いいたします。

31ページ目になります。こちらは特定重大事故等対処設備、以降「特重設備」と呼ばさせていただきますが、その評価の流れをお示ししております。

まず、手順としましては、特重設備、対象を抽出いたしまして、評価の方法自体は、これまで御説明した高経年化技術評価の評価の流れと同じでございます。なお、特重設備

の情報につきましては公開ができないと、取扱いが難しいことから、評価書は単独の別冊を設けて申請をさせていただいております。

評価に当たりましては、評価のフローはフローでお示ししてございますけれども、まず新設、要は、特重設備として新たにつけられた設置されました設備につきましては、このフローでいきますと一番上から真っすぐ下りてくるような流れになります。区分としてはA1とA2がございますが、これまでの評価、高経年化技術評価、今までやっております高経年化技術評価の結果を活用できるものにつきましてはA2で整理しまして、活用できないというもの、まるっきり活用できないというものにつきましてはA1という区分としてございます。

それから、フローで一つ目のひし形で右側に行きますものは既設の兼用、要は、設備としては従来からあったんですけれども、特重の条件のために要求が増えたものということになります。したがって、設備等の評価としましては評価を実施しておりますが、評価条件が変更となるというものにつきましてはBという区分で区分して整理をして、評価条件自体は今までと変わりませんというものがCという区分ということになります。こういう形を取りまして高経年化技術評価をやっているという実績がございますので、やったという実績がございますので、それを活用する形で評価のほうは進めております。

評価の結果といたしましては、高経年化への対応として現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないという結果を得ております。次のページ、お願いいたします。

32ページ目からは、高経年化技術評価で追加する評価の御説明をさせていただきます。今回の高浜1号炉の高経年化技術評価では、50年目の評価ということになりますので、40年目でやりました高経年化技術評価結果がございますから、その後の供用の実績とか保全実績、技術的知見をもって検証を行っております。項目としましては、32ページで1、2、それから33以降で3、三つ目の項目がございますが、三つの観点で実施しております。

まず、一つ目、経年劣化傾向の評価の項目でございますけれども、40年目の評価で予測しました経年劣化の発生、進展の傾向と、供用実績を反映しました40年目評価で予測する経年劣化の、ああ、50年目の評価で予測する経年劣化の傾向を比較した結果、40年目の評価から大きく乖離するものはないというのを確認しておりますので、評価結果は有効であったと考えております。

それから、二つ目、同じページの二つ目の項目でございますけれども、保全実績の評価

になります。40年目の評価の結果、現状保全の継続により健全性を維持できると評価したものに付きまして、当該プラントにおいて40年目の評価以降に発生した事故・トラブル等の調査を行った結果、経年劣化事象に起因する事故・トラブル等は確認されておりません。50年目の評価に反映したものはないことを確認しております。したがって、有効であったと考えております。次のページ、お願いいたします。

33ページ目です。三つ目の項目になります。長期施設管理方針の有効性の評価ということになります。40年目の評価の結果、抽出されました長期施設管理方針は四つの項目がございます。33ページ目から順次、四つの項目をお示ししてございます。40年目で策定いたしました長期施設管理方針につきまして、保全の実績等に基づき評価を実施した結果、健全性を確認することができましたので、40年目の評価のときに策定いたしました長期施設管理方針は有効であったと考えております。

四つの項目、全てお示ししてございますけれども、詳細な説明につきましては割愛のほうをさせていただこうと考えております。

少し飛ばしまして、36ページ目になります。こちらは、今回の50年目の高経年化技術評価の結果、抽出いたしました現状保全に追加すべき保全策をまとめて長期施設管理方針として記載させていただいております。次のページをお願いいたします。

37ページ目になります。具体的な長期施設管理方針の内容でございます。4件の追加保全策を抽出してございます。

まず、1番目は中性子照射脆化に関連する追加保全策になります。評価のところでも御説明しましたが、監視試験結果による健全性評価において、原子炉容器の中性子照射脆化が原子炉の安全性に影響を及ぼす可能性はないと評価結果を得ておりますが、健全性評価の妥当性を確認するため、原子炉の運転時間、照射量を勘案して第6回の監視試験の実施を実施することを策定しております。

それから、二つ目の項目になります。これは、低サイクル疲労の評価から抽出しました追加保全策になります。運転開始後60年時点におきます疲労累積係数による評価を実施した結果につきましては、説明したとおりでございます。許容値に対しまして余裕のある結果を得ております。ただし、評価結果は実績過渡回数に依存することになりますので、継続的に実績過渡回数を把握し評価に用いました推定過渡回数の保守性を確認していくことを長期施設管理方針としております。

それから、三つ目の項目になります。ステンレス鋼配管溶接部の施工条件に起因する内

面からの粒界割れに関する評価結果からの追加保全策になります。これは、大飯3号炉の加圧器スプレイ配管溶接部におけます有意な指示の運転経験によるものでございまして、国内外のPWRプラントにおいて類似の事例が確認されていないということ、それから当社の原子力プラントにおいて同様の事象の発生の可能性があると考えられる部位につきまして追加検査を行っておりますが、亀裂は認められておりません。

そのような状態ではございますが、メカニズム自体が全て現時点で明らかになっていないということもありますので、今後実施します試験拡充の結果に基づきまして、高浜1号炉につきましては第30回保全サイクルまで継続して実施する類似性の高い箇所に対する検査の結果も踏まえて、それ以降、第31回保全サイクル以降の保全対象及び頻度を検討して、供用期間中検査の計画に反映することを長期施設管理方針としております。

四つ目は炉内構造物の取替えに関わります追加保全策になります。IASCCの評価では、運転開始後60年時点でボルトの損傷本数は日本機械学会の維持規格に規定されます管理損傷ボルト、これは全体の20%になりますけれども、以下であることを確認しております。確認してございまして、炉内構造物の構造・強度・機能の健全性に影響を与える可能性は小さいことを確認しておりますが、炉内構造物の取替えを計画していることから、計画に基づき取替えを実施することを方針として定めることとしております。次のページ、お願いいたします。

38ページ目になります。最後になりますけれども、今後の取組ということで、今回実施いたしました高経年化技術評価は、現在の知見に基づき評価を実施したものになります。今後、ここに示すような、こちらでお示ししておりますような運転経験や最新知見等を踏まえまして、適切な時期に再評価、変更を実施していくこととしております。また、高経年化対策に関します活動を通じまして、今後とも原子力プラントの安全・安定運転に努め、安全性、信頼性のなお一層の向上に取り組んでいく所存でございます。

高浜1号炉の高経年化技術評価の保安規定変更認可申請の概要の説明につきましては、以上でございます。

○金城審議官 それでは、質疑に入ります。

規制庁側から確認がある方は。

河野さん。

○河野技術参与 原子力規制庁の河野です。

パワーポイントの5ページ、6ページに記載されている主な改善の件でちょっと確認とい

いますか、説明をいただきたいなと思っていますのは、2次系配管の取替えにつきまして
は適宜というふうな表現となっておるんですけど、具体的には、どのような配管が取り
替えられ、どのような評価の結果から取り替えられているのかというのを説明していただ
けますか。

○関西電力（三山） 関西電力の三山でございます。

2次系の配管、これは炭素鋼の配管になりますけれども、こちらにつきましては配管の
減肉、内部流体によります減肉が想定されることから、継続的に点検、肉厚の測定の点検
を行っております、この評価結果に基づきまして、必要に応じてというのはあれですけ
れども、余寿命の評価を行いまして必要に応じて配管取替えを実施することとしておりま
す。

基本的に配管取替えにつきましては、同じ材料のものでもいいんですけども、低合金
鋼のものとかステンレス鋼への取替えというのも、積極的にというのはあれですけれど
も、対応して取り替えることとしております。

○河野技術参与 規制庁の河野です。

状況は分かりましたが、具体的にどのような配管が取り替えられたかというのは、今回
の評価書等々で確認できるものはございますでしょうか。

○関西電力（木谷） すみません。関西電力の木谷でございます。

今、三山が説明したとおり、減肉管理の観点から適宜取替えをしておりますが、それを
使った耐震評価というのをやっていますので、PLM40と比較して、そういった取替えをし
たところは改造したことを前提とした評価に変えておりますので、そういう意味では、耐
震評価の中で補足説明資料でFACに対して詳しく全系統、説明しているところがあります
ので、そこがPLM40から変わっているところ、そういったところで御確認をいただけるか
と思います。

ただ、サポートを取り替えたことによって評価結果が変わっているというものもありま
すので、そういった材料が変わった、取り替えたことにより変わっているラインというの
は識別して御説明は可能かと思えます。

以上です。

○河野技術参与 規制庁の河野です。

耐震の補足説明を見ますと過去に取り替えた実績というのが分かるという今の御説明と
いうので、そういう理解でよろしいでしょうか。

○関西電力（木谷） PLM40と50を並べて、ここが変わっているというところで、その変わった理由がサポート追設なのか、そういった配管の取替えなのかというのを識別すれば、できると思います。今、並べてみても、ちょっとよく分からないかもしれませんが、そういった観点で識別して御説明したら分かっていただけるかと思います。

以上です。

○河野技術参与 規制庁の河野です。

ありがとうございます。できましたら、どんなものがどういうふうに、過去、取り替えられたかというのを説明していただきたいというのが一つと、この先、取り替える予定とございますか、今までの余寿命評価をやってきている中で取り替える予定みたいなものってございますでしょうか。

○関西電力（三山） 関西電力、三山でございます。

今、ちょっとすぐにお答えする資料がございませんので、整理させていただいて回答させていただきますと考えております。

○河野技術参与 規制庁の河野です。

よろしく願いいたします。

すみません。続いてなんですけれど、11ページ目ですか。最新知見のところ、一番最後のところにロビンソンの炉心槽に関して、現状、原因調査中であるというので情報収集を継続しているという表現があるんですけど、PWR、フランスのPWRですよ、の1次系でSCCが複数のプラントで起きているという事象につきましては、今、どのような対応をされておるのでしょうか。高経年化技術評価、高浜1号炉の技術評価において。

○関西電力（三山） 関西電力、三山でございます。

今、御指摘のありましたフランスのプラントでの事象につきましても、事象自体につきましては把握しております。ただ、こちらの現状の認識としましては原因がはっきりとしていない状況にあるのかなと考えておまして、継続的にウォッチしているというステータスになります。原因につきましては、はっきりした段階、ロビンソンのお話もそうなんですけれども、原因がはっきりいたしまして経年劣化事象であるというのが分かりましたら、対象がどういうものかというのを検討した上で、必要に応じて評価という形になるかなと考えております。

○河野技術参与 規制庁の河野です。

長期施設管理方針、先ほど御説明いただいた中で、大飯3号のSCCに関連して追加検査を

ずっと続けておられるというふうな方針を立てておられますが、あれも結果が分からない中でやっていたかなというような、私、認識でおったんです。似たような感じかなと思っておりますので、フランスの対応というのは今後どうされるのかなというのが。どのような対応をこの先されていくのかというのを御説明いただけますか。

○関西電力（岩崎） すみません。関西電力、岩崎でございます。

河野さんからいただいた御質問ですけれども、具体的に対応をどうするかというところに関しましては、先ほど三山が説明したとおり、EDF側での起こった箇所というのは熱成層が生じている箇所で、そういうところで起こったという、そういった情報は我々としても入手しておりますけれども、原因につきましては、まだ調査中というところがございしますので、我々としたしましては、そういった原因の調査結果とか先方の調査結果とかを踏まえて対応するというところで。

考え方としては、大飯のスプレイ配管で生じた、これらにつきましてもメカニズムや想定される箇所、こういったところを知見拡充しながらやっておりますので、そういったSCCへの取組の中で一つのアイテムとして取り組んでまいりたいと思っております。ただ、ちょっと具体的な、何度も申し上げますけれども、具体的な対応については、まだ原因調査中ということで、それらをもって実際にどういったものやっていくかというところは対応していきたいと考えております。

○河野技術参与 規制庁の河野です。

今後の対応というのにつきましては、了解いたしました。

○金城審議官 ほか、ありますでしょうか。

藤川さん。

○藤川安全審査官 規制庁の藤川です。

パワーポイントの20ページのところをお願いします。中性子照射脆化に関してなんですけれども、具体的な説明は今後、次回以降の会合の際でも結構なんですけど、PLM40のときから変わっているところが幾つかあるかと思えます。例えば、上部棚吸収エネルギーに関して、PLM40のときは68Jを下回るような評価結果だったかと思えますが、今回はそれを上回る結果となっているだとか、あとPTSの曲線も微妙に値が変わっているかと思えますので、その辺の詳細について今後の会合の際に説明していただきたいと思えますが、いかがでしょうか。

○関西電力（中崎） 関西電力の中崎でございます。

承知いたしました。説明させていただきます。

○金城審議官 ほか、ありますでしょうか。

日高さん。

○日高安全審査専門職 規制庁の日高です。

21ページ目をお願いします。21ページ目の右上に運転開始60年時点のバッフルフォーマボルト損傷評価を行った応力履歴線図が記載されております。その図にバッフルフォーマボルト材とシンプルチューブ材の割れ発生のしきい線というのが記載されておりますけれども、割れ発生のしきい線の考え方を先行炉での議論も踏まえて今後、詳細を説明していただけますでしょうか。

○関西電力（辻） 関西電力の辻でございます。

今、御指摘いただきましたバッフルフォーマボルト材とFTT材のしきい線の件ですけれども、高浜3・4号でも同様の御意見、コメントをいただいております、その妥当性について今後、御説明させていただきたいと思っております。高浜1号についても同様の対応となると思いますので、その辺りは説明させていただきたいと思っております。

○日高安全審査専門職 規制庁、日高です。

了解いたしました。

○金城審議官 ほか、ありますでしょうか。

塚部さん。

○塚部安全規制調整官 規制庁、塚部です。

私も21ページ目のIASCCの関係でお伺いしたいんですが、バッフルフォーマボルトの評価に関しては、基本的に40年目のときの評価と照射量とかを見てみても基本は同じになっているのかなと思っております、40年目の時点においても一定数のボルトの損傷が発生する可能性があるという評価になっていて、その場合でも安全機能は維持できますという御説明だったかと思っております。今回も基本的にはそれは同じかと思っております、その上で今回、長期施設管理方針のほうで炉内構造物を取り替えるということ、あえて、40年目とほぼ同じ評価結果になっていると思うんですが、今回、長期施設管理方針として挙げられた理由を説明してください。

○関西電力（辻） 関西電力の辻でございます。

今、御指摘いただきましたとおり、バッフルフォーマボルトの損傷予測評価の結果ですけれども、損傷本数は管理損傷ボルト本数以下であるということで炉内構造物の健全性に

影響を与える可能性は小さいと評価しておりまして、これは40年目、50年目も同様でございます。

一方で、ボルトが損傷する評価となっているということから、自主的な予防保全として従前からCIRというものを計画してございました。40年目におきましては、当時、まだ長期停止中ということもあって、安全対策工事もする予定ということで、今後のプラントの予定というところも未知なところもあったんですけれども、その当時からもう10年も経過したということで、CIRを着実に進めていくと、そういった観点で50年目のPLM評価書においてはCIRを長期施設管理計画といたしました。

以上でございます。

○塚部安全規制調整官 規制庁、塚部です。

分かりました。そういう意味で、当初から、ある程度は交換することも考えられていたということで、理由としては予防保全だということと理解いたしました。

その上でなんですが、評価上はボルトが損傷するという可能性があるという形で取り替えられることになるかと思うんですが、取り替えられた取り出した炉内構造物について、知見拡充等々の観点から点検等を何か計画されているのでしょうか。もし、そういう計画があるのであれば、教えてください。

○関西電力（岩崎） 関西電力、岩崎でございます。

今の塚部さんの御質問ですけれども、これ、炉内構造物、かなり線量が高いというところがございますので、取替え工法とかを含めまして検討しておりますけれども、現在のところ、取替え時に点検するといったような計画を持ち合わせてはおりません。

○塚部安全規制調整官 規制庁、塚部です。

現状で計画がないというのは分かりました。

一方、評価上は割れるとなっているものが、実際、割れているのかどうかというのは確認するタイミングでもあって、それは知見拡充、技術開発課題としても非常に有用だとは考えております。それが実際、基準適合性という観点で審査でどこまでという話はあるかと思いますが、引き続き、どのようなことを考えられているのか、考えられていないのかということも含めて、お話をさせていただければと思います。

私からは以上です。

○金城審議官 ほか、ありますか。

小嶋さん。

○小嶋統括技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

私からはスライドの26ページ、コンクリートの強度低下について2点ございます。この26ページの最初の健全性評価というところにおきまして、60年での劣化の想定として熱、放射線照射、中性化、塩分浸透、機械振動、アルカリ骨材反応等ということが記載されております。1点目の確認はアルカリ骨材反応のことで、2点目は中性化と塩分浸透に関することです。

1点目のアルカリ骨材反応に関することですが、今回、高浜1号機、50年目になるわけですが、高浜1号機に使用されているコンクリート材料について、遅延性、遅延膨張性のアルカリ骨材反応の潜在性について、その考えをまとめていただきまして次回以降の会合で説明していただくようお願いいたします。これが1点目です。

続きまして、2点目ですが、もう1点ですが、中性化と塩分浸透ですが、こちらについては既に30年目と40年目、そして今回の50年目と、実測値を活用して60年目における進展予測式を活用しつつ評価をしているわけですが、それらの30年目、40年目、50年目の結果について比較していただきまして、その考察結果について、また、これを次回以降の会合で説明していただきますようお願いいたします。

私からは、この2点でございます。

○関西電力（石田） 関西電力の石田です。

承知いたしました。

○小嶋統括技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

分かりました。よろしくお願いいたします。

○金城審議官 ほか、ありますか。

鈴木さん。

○鈴木技術参与 規制庁の鈴木です。

34ページの長期施設管理方針の有効性評価について、関連して質問いたします。

炭素鋼配管の流れ加速型腐食に対しては、40年目の長期施設管理方針としてサポート改造等の設備対策が挙げられておりましたが、下の実施内容のところでも第27回定期検査時に該当するサポートの改造等を実施したという旨、書いてあります。そこで、先ほど河野からも質問させていただきましたけれども、高浜3・4号炉ではサポート改造だけでなく、まさに炭素鋼から低合金鋼、あるいはステンレス鋼への材料変更による対策を行ったことが補足説明で記載されておりますので、当該1号炉についても同様な材料変更に関する内

容を補足説明に反映していただきたいと思いますが、いかがでしょうか。

○関西電力（木谷） 関西電力の木谷でございます。

高浜1号炉は高浜3・4号と違いまして、全てサポート追設によって対応してございます。だから、40年目の長期施設管理方針で挙がっていたラインに関してはサポート補強ということで、それに関しましては補足説明資料、今日でいう資料3-11の別紙1で御説明しております、そのラインに関しては特に材料変更というのはないと思います。

先ほど、河野さんから御質問のあった件に関しては、長期施設管理方針で約束したのではなくて、耐震補強の観点じゃなくて減肉管理の観点から幾つか触っているラインがあるので、それは別途、御説明させていただくということを考えてございます。

以上です。

○鈴木技術参与 規制庁の鈴木ですが、そうしますと、高浜3・4号炉のときは耐震対策として材料変更がなされたということだったのが、今回、1号炉では考え方が違うんだということを今、御説明があったので、その辺も含めて補足説明には、考え方の違いがあるならば、それなりに記載のほうをお願いしたいと思います。

○関西電力（木谷） 関西電力の木谷でございます。

はい、分かりました。

以上です。

○金城審議官 ほか、ありますでしょうか。

日高さん。

○日高安全審査専門職 規制庁、日高です。

私からは2点ございます。まず1点目ですが、32ページに40年目と50年目の進展傾向を比較した結果ということで概要が記載されておりますが、40年目と50年目の評価条件、評価結果等の差異について、今日の会合では中性子照射脆化、コンクリートの強度低下、耐震安全性評価といったところで指摘させていただきましたけども、今後、それ以外の事象についても各劣化事象の差異の説明の際に説明していただけますでしょうか。これが1点目。

2点目なんですけども、パワーポイント33ページ目を御覧ください。ここに長期施設管理方針の有効性評価がそれぞれ記載されておりますが、この長期施設管理方針の実施状況というところを具体的に今後、説明していただけますでしょうか。これが2点目です。

以上です。

○関西電力（三山） 関西電力、三山でございます。

御指摘の二つの項目につきまして、資料のほうを準備させていただきまして御説明のほうをさせていただきたいと思います。

○日高安全審査専門職 規制庁、日高です。

よろしく申し上げます。

○金城審議官 ほか、ありますか。

渡邊さん。

○渡邊管理官 実用炉審査部門の渡邊です。

今日、こちらから指摘させていただいたことについては、今後、各分野に関する審査会合で議論していくと思いますので、そこで重点的に御説明をいただければと思います。

というのが1点と、もう一つ、塚部から話がありました炉内構造物の取替えのときに、実際にバッフルフォーマボルト、どうなっているのかとか、見たほうがいいんじゃないかという話ですけれども、バッフルフォーマボルトに限らず、高浜1号、今、残っているプラントだと国内で一番古いプラントでありますけれども、長期間、炉内で照射された材料がある意味、実機の材料が出てくるという、そういうなかなか貴重な機会でもありますので、今後の知見の拡充。高浜1の高経年化に関してどうこうというよりは、今後いろいろなプラントが長期間運転していくわけですので、その中で知見の拡充にどういうふうなことで貢献ができるかという観点から、ぜひ、どういうことが今後できるか。

それこそ、実際に取替えの作業をするときに、どこかの部分を観察するとか、サンプルを取って観察するとか、あるいは廃棄するまでの間に、まさに、おっしゃるようにすごく高線量なものではありますので、それを、例えば、しばらく置いておいて何かの試験に活用するとか、そういった幾つかアイデアは出てくるんじゃないかと思いますので。

これは、まあ、むしろ関西電力のみならず電力内、あるいは我々の基盤グループ、安全研究をやっていますんで、そういったところとかもぜひ協力をした上で、いろんなことができるかということについては、ぜひ頭の体操をしておいていただければと思います。それが私のコメントです。

以上です。

○関西電力(岩崎マネジャー) 関西電力、岩崎でございます。

今、渡邊管理官から御指摘、アドバイスいただいた点につきましては、少し実機の状態とか、そういったところを踏まえて何ができるか、他電力さんも踏まえてになると思いますけれども、何ができるかにつきましては検討したいとは思っております。

○渡邊管理官 よろしくお願ひします。

○金城審議官 ほかは、ありますでしょうか。

規制庁の金城ですけど、渡邊からも指摘した件は、やはり、これから長期施設管理計画という、また新しい制度に移っていくに当たっては非常に貴重な情報源になると思いますので、ぜひとも、そういった観点からもしっかりと議論、まずは御社の中でいただければと思います。

全体を通じて、あとは何かありましたら。関西電力も何かありましたら。いかがでしょうか。

○関西電力（三山） 関西電力からは特にございません。

○金城審議官 では、じゃあ、いろいろと説明の要求をこちらからいたしましたけれども、資料等の準備を関西電力はよろしくお願ひします。

では、以上で議題の3を終了します。

それで、本日予定していたこの会合での議題は以上であります。

今後の会合についての時期は未定ですけれども、準備が整い次第、会合を開催したいと考えています。

それでは、第33回の審査会合を閉会します。お疲れさまでした。