

原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合

第22回

議事録

日時：令和3年8月5日（木） 14：30～16：38

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

小野 祐二	審議官
田口 達也	安全規制管理官（実用炉審査担当）
戸ヶ崎 康	安全規制調整官
塚部 暢之	管理官補佐（高経年化対策担当）
小嶋 正義	上席技術研究調査官
河野 克己	主任技術研究調査官
日高 慎士郎	主任技術研究調査官
池田 雅昭	技術研究調査官
宮本 大	安全審査専門職
宮嶋 渉平	安全審査官
藤川 亮祐	安全審査官
鈴木 謙一	技術参与

関西電力株式会社

近藤 佳典	原子力事業本部	副事業本部長	原子力発電部門統括
棚橋 晶	原子力事業本部	原子力発電部門	原子力保全担当部長
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
内山 康志	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
石川 達雄	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
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
寺地 巧	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

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
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
高木 健一	原子力事業本部	原子力土木建築センター	土木建築設備グループ	課長
池内 俊之	原子力事業本部	原子力土木建築センター	土木建築設備グループ	課長
森山 晃宏	原子力事業本部	原子力土木建築センター	土木建築設備グループ	副長
平本 欣也	原子力事業本部	原子力土木建築センター	土木建築設備グループ	担当

議事

○小野審議官 定刻になりましたので、これより第22回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合を始めます。

本日の議題は、関西電力株式会社大飯発電所3号炉の高経年化技術評価についてであります。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症対策のため、テレビ会議システムを利用させていただきます。音声等が乱れた場合には、お互いその旨を伝えるようにして円滑に進めるようお願いいたします。

それでは、議事に入りたいと思います。

まず、前回審査会合におけます指摘事項への回答について、資料1-1ですか、これに基づいて説明を始めてください。

○関西電力（近藤） 関西電力原子力事業本部副事業本部長の近藤でございます。

大飯3号機につきましては、昨年12月2日に高経年化技術評価に係る保安規定の変更認可申請をさせていただきまして、本年1月21日の審査会合にて概要を説明させていただきました。

本日は、前回の審査会合で頂戴いたしました指摘事項の回答をさせていただくとともに、低サイクル疲労、中性子照射脆化といった各劣化事象における高経年化技術評価の内容について御説明をさせていただきたいと考えてございます。

それでは、まず、前回の審査会合におけます指摘、質問事項の回答から御説明をさせて

いただきます。

○関西電力（石川） 関西電力の石川でございます。

では、資料1-1に基づきまして説明いたします。

1ページ目をお願いいたします。

前回の審査会合では七つの指摘、質問を頂いております。①から順に回答をいたします。

まず、①ですが、頂いた内容は、評価書本文において、「主な改善工事」として応力腐食割れ対策が記載されているが、蒸気発生器でも対策を実施しているのであれば、追記を検討することになります。

次のページをお願いします。大飯3号炉の蒸気発生器では、600系ニッケル基合金を使用している冷却材出入口管台の溶接部に対して、応力腐食割れ対策として、第12回定期検査時に超音波ショットピーニングを実施しています。本内容について補正により評価書の本文に反映することといたします。次のページをお願いします。

次に②ですが、頂いた内容は、国外の運転経験・最新知見について、評価書に記載されている以外の情報収集元からの情報の動向も確認しているのであれば、その旨を説明することになります。次のページをお願いします。

前回の審査会合でお示した運転経験及び最新知見の情報収集元が四角囲みの中に記載のものになります。これ以外に、国外の運転経験としてPWR海外情報検討会、こちら、国内のPWR電力会社が構成員となり、WANOやINPO情報を含めて海外の運転経験を収集、分析している検討会になりますが、こちらで重要情報としてスクリーニングされた情報や社内組織などから入手した情報についても評価への反映要否の検討対象としております。

また、最新知見としては、IAEAのIGALLの確認や米国のEPRIとの情報交換などを通じて海外知見のフォローにも努めております。

なお、初回申請以降も継続的に運転経験、最新知見を収集分析しておりますが、国内の運転経験で新たに評価に反映が必要と判断しているものについて、この場で併せて説明させていただきます。次のページをお願いします。

2020年11月に高浜4号炉の蒸気発生器の管支持板直下部の伝熱管外面においてスケールによる摩耗を確認しております。本事象は、これまでの評価では想定していなかった事象になりますので、今回新たに評価書への反映を検討いたしました。事象の詳細は既に別の公開会合の場で報告させていただいておりますので割愛させていただきますが、二つ目の矢羽のところ、大飯3号炉については、鉄持込量を抑制する品質管理を実施するとともに、

17回及び18回定期検査において、希薄薬液洗浄を実施しております。

また、18回定期検査においてスケールを回収したところ、伝熱管に有意な摩耗減肉が発生させるようなスケールは確認されておられません。

今後は定期的にスケールを回収して稠密層厚さ計測及び摩耗試験を実施するとともに、必要に応じて薬品洗浄を行うことにしているため、スケールによる摩耗減肉が発生する可能性は小さいと考えており、また定期的に伝熱管全数に対する渦流探傷検査を実施して健全性を確認することにしております。

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と判断しております。本内容について評価書の補正により反映いたします。次のページをお願いします。

続いて③ですが、頂いた内容は、大飯発電所3号炉加圧器スプレイ配管の亀裂事象については、別の場で行っている議論も踏まえて、高経年化技術評価としての取扱いを説明することになります。次のページをお願いします。

こちらの事象についても既に別の公開会合にて説明させていただいておりますので詳細は割愛いたしますが、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特異な事象であったと判断しております。

亀裂が発生した部位は既に取り換えを実施しておりますので、今後同様の事象が発生する可能性は小さいと考えております。

しかしながら、最後の矢羽部分になりますが、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今後21回定期検査までの間、毎回検査を行うとともに、知見拡充結果を踏まえて、22回定期検査以降の検査の対象頻度を検討し、供用期間中検査に反映することとしております。本内容につきましても、評価書に反映するとともに、長期施設管理方針も追加させていただきたいと思っております。次のページをお願いします。

まず、評価書への反映内容ですが、今回の事象はこれまで国内外で経験している劣化事象とは性質が異なるものであることから、新たな劣化事象として「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」を追加します。

また、高経年化対策上の取扱いは、表に記載のとおり、現在までの運転経験や当該事象の調査結果を踏まえると、今後同様の事象が発生する可能性が小さいこと及び健全性を担保するために継続実施する保全策を明確にしていることの2点から、着目すべき経年劣化事象ではないと判断しております。

具体的には、補足の欄に記載しておりますが、一つ目については、国内外のPWRプラント

で経験したことがなく、類似箇所に対して実施した追加検査においても同様の事象が確認できないこと、調査の結果、特異な事象と判断していること、亀裂発生部位は同様の事象が発生しない施工条件で取り替えていることをもって判断しております。

また、2点目の現状保全については、類似箇所に対する21回定期検査までの検査継続、並びに、知見拡充結果を踏まえた22回定期検査以降の検査計画の検討について、社内文書に定めて運用していることをもって判断しております。次のページをお願いします。

最後に追加保全策の抽出要否についてですが、本事象に関する今後の取組については、先ほど説明しましたとおり、運転開始から30年を経過する前に、既に現状保全に取り込んで運用している内容ですので、30年経過以降に新たに追加保全策として抽出することは要さないと考えております。しかしながら、大飯3号炉は事象発生プラントであり、今後の知見拡充結果を踏まえて対応することを明確にしておく観点から、長期施設管理方針に追加して管理することといたしました。

表で示しております内容が新たに追加する長期施設管理方針の案になります。読み上げますと、「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ついて、2020年8月に確認された「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」を踏まえて実施する知見拡充結果に基づき、第21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、第22保全サイクル以降の検査対象及び頻度を検討し、供用期間中検査計画に反映を行う」、このことを施設管理の項目として追加します。

実施時期については、施設管理の項目の中で22保全サイクルまでに実施することを明確にしておりますが、この22保全サイクルが35年経過の前となるのか、後となるのかというのは、現時点では分かりませんので、実施時期は中長期30年計画からの10年間と整理させていただきます。次のページをお願いします。

続いて④ですが、頂いた内容は原子炉容器下部胴の上下の溶接部の中性子照射量が $10^{17}\text{n}/\text{cm}^2$ を超えているのであれば、評価の内容を説明することになります。次のページをお願いします。

60年時点で中性子照射量が $10^{17}\text{n}/\text{cm}^2$ を超える範囲の溶接部としては、上部胴と下部との溶接部及び下部胴とトランジションリングとの溶接部があります。しかしながら、炉心の有効高さを直接囲んでいる下部胴に対して、それ以外の部位では照射量が小さいため、関連温度移行量が十分に小さく炉心領域に含まれないことから、下部胴を対象として評価を

実施しております。

二つの溶接部のうち照射量の大きい下部胴とトランジションリングとの溶接部について関連温度移行量を計算した結果を下側の表に示しております。60年時点において下部胴が18℃であるのに対して、溶接部は10℃と低いことが確認できます。次のページをお願いいたします。

ここから説明者を交代させていただきます。

○関西電力（森山） 関西電力の森山でございます。

⑤コンクリート構造物について御説明いたします。

頂きました内容は、PCCV tendonの緊張力低下について、緊張力の測定方法を説明すること。また、緊張力の予測値、設計要求値について、どのような根拠でどのように算出するのか説明することでございます。次のページをお願いいたします。

まず最初に、tendonの概要を説明させていただきます。PCCVのtendonはPC鋼より線で構成されており、耐圧性能を確保するためコンクリートに常時緊張力を導入するための緊張材でございます。コンクリート中に埋設されており、シース内には防せい剤が充填されております。

tendonには水平方向に配置されるフープtendonと鉛直方向に配置される逆U tendonがございます。フープtendonは図2に示すとおり、360°のフープ状に配置され、180°間隔で設ける二つのバットレスに定着されます。

逆U tendonは、図③に示すとおり、ドーム上部から見て格子状に配置され、両端が基礎にあるtendonギャラリに定着されます。

図4は定着部の概要を示しており、定着部はN、ノーマル側とD、ディテンション側で一对であり、tendonに与えられた緊張力はアンカーヘッドと支圧板を介してコンクリートに圧縮力として導入される構造でございます。

供用期間中検査にて目視点検及び緊張力検査を行うことにより緊張力の低下が検知可能となっております。次のページをお願いいたします。

次に、tendonの緊張力測定の方法について御説明いたします。

緊張力は定着部で測定板抜取方法にてリフトオフ荷重を測定いたします。

まず、定着部を覆っているエンドキャップを取り外し、シース内の防せい剤を除去します。

次に、油圧ジャッキでtendonを緊張させながらアンカーヘッドと支圧板の間に測定板

を挟み込み、一旦ジャッキを除荷します。その状態から測定板を引っ張りながらジャッキを再緊張させ、測定板が抜けたときの荷重を測定します。このジャッキによる引張力と緊張による圧縮力のつり合う荷重をリフトオフ荷重と呼んでおります。この測定を3回実施し、その平均値を緊張力測定結果といたします。次のページをお願いいたします。

次に、テンドンの緊張力予測評価について御説明いたします。

ページ中央の図6にプレストレス損失の計算イメージを示してございます。グラフの横軸が時間、縦軸がテンドンの緊張力、実線が検査テンドンの緊張力の低下、点線がPC鋼より線のリラクセーション、コンクリートのクリープ及び乾燥収縮といたしました経年ロスを考慮したプレストレス損失による緊張力の低下、真横に引いている太線が建設時の設計要求値でございます。

予測評価は、グラフに示します赤丸、①赤丸、60年経過時点の緊張力予測値が設計要求値を上回っていることを確認することで実施してございます。

①の算出につきましては、式に記載のとおり、②30年供用期間中検査の測定結果から③30年以降60年までのプレストレス損失を減じることで算出いたします。③は※2に記載しておりますとおり、④運転開始後60年経過時点のプレストレス損失から⑤30年経過時点のプレストレス損失を減じることで算出いたします。

設計要求値は第1回工事計画認可資料に基づきまして、テンドンの定着部の定着完了後の緊張力に経年による緊張力の損失をあらかじめ考慮したものとして設定してございます。

PCCVのテンドンの緊張力の測定方法と予測評価に関する説明につきましては以上でございます。次のページをお願いいたします。

ここで説明者を代わらせていただきます。

○関西電力（木谷） 関西電力の木谷といたします。

⑥と⑦を続けて説明させていただきます。

⑥につきましては、第5抽気系統配管の流れ加速型腐食を考慮した耐震安全性評価の結果、応力比が0.98と発生値が許容値に近いことに対して、評価の持つ保守性について説明を求められたことに対する回答です。17ページをお願いいたします。

応力比0.98とは許容応力分の発生応力が1に近いということで、許容値を超えてはおりませんので耐震性に問題はありませんが、評価の保守性について説明いたします。

発生応力は評価手法に保守性を持たせることで安全側に大きく算出されます。ここでは、

評価手法の持つ保守性について二つの観点から確認することといたしました。

一つ目は、3次元はりモデル解析の評価手法の持つ保守性についてです。応力比0.98となっている部分は、エルボ部ですので保守的な応力集中係数を掛けております。応力集中係数は右下に示す計算式で8.61でございます。これをFEM解析による詳細評価により発生応力を算出して、3次元はりモデル評価の持つ保守性を確認することといたしました。

二つ目の観点は、減肉程度の想定保守性です。応力比0.98の算出時は減肉管理部を全て必要最小肉厚 t_{sr} まで減肉させて評価をしていますが、実際はそのような状態までなるとは考えられないため、当該エルボの運転開始後60年時点での厚さを予測して、その厚さで発生応力を求めることで必要最小肉厚を想定することの保守性を確認することといたしました。次のページをお願いいたします。

まず、左上の図が応力比0.98が算出された3次元はりモデルを示しております。応力集中係数を自重と地震により生じるモーメントに乗じて応力を算出しております。

左下が先ほど説明した一つ目の観点からの裕度を確認するため、肉厚を必要最小肉厚のままとしてFEM解析により応力がどれくらい下がるかを確認しております。

入力荷重は3次元はりモデル解析で算出された値をFEMモデルに示していますB点とC点に入力しました。結果は、内圧による応力となって66MPaとなります。

そして、右下ですが、それは二つ目の観点から想定肉厚を t_{sr} 必要最小肉厚ではなく、60年目の予測肉厚としております。これは実際に測定して得られている当該エルボの減肉速度等から予測した肉厚で、左と同じくFEMモデルでモデル化して入力荷重は先ほどと同様として評価しました。結果は、内圧による応力と併せて36MPaとさらに下がっております。

なお、FEMモデルについては、一次要素のソリッドモデルで、板厚のメッシュ数を3層としています。固定端は偏平を許容しない真円固定としていますが、固定端は評価部位から2D程度離れた位置として固定条件が評価結果に影響を与えないように配慮しております。次のページをお願いします。

19ページ、まとめになりますが、一つ目の観点、二つ目の観点で実施したFEM評価結果を応力比で示し、さらに保守性を具体的な数値で表すために裕度に変換しました。裕度は応力比の逆数で発生応力分の許容応力で表しております。それぞれの裕度ですが、1.02から2.65、4.86と上がりまして、1の観点での裕度は2.60、2の観点での裕度は1.83とそれぞれ相応の保守性を有していることが確認できました。

⑥については以上になります。

続きまして⑦の耐津波評価のいただいたコメントです。⑦は防護壁にあります潮位計を耐津波安全性評価の対象外としている理由について説明するように御指摘をいただいたものの回答になります。次のページをお願いいたします。

各浸水防護設備の配置図を示してございます。防護壁にある潮位計は、右下に示す位置にございます。まず、設置高さですが、当該潮位計はT.P. 9.0mに設置されていますが、入力津波高さはそれ以下の6.3mであり、浸水や波力の影響を受けない位置にあります。

また、万一、漂流物の影響があったとしても、潮位の下降側と上昇側、それぞれ別の潮位計の海水ポンプエリアにある潮位計や津波監視カメラ、海水ポンプエリアにある津波監視カメラで監視ができますので、これらで機能の補完が可能になっております。

以上より、潮位計（防護壁）を耐津波安全性評価の対象外としているものです。

なお、これは、工事計画認可申請書においても同じ理由で津波防護に係る浸水防護設備の強度計算の対象外とされております。

以上で全て説明を終わります。

○小野審議官 それでは、ただいまの関西電力の説明について質疑を行いたいと思います。御質問、御意見をお願いします。

○宮本安全審査専門職 原子力規制庁の宮本です。

まず、私のほうから質問させていただきます。

加圧器スプレイ配管溶接部の亀裂発生事象を踏まえまして、長期施設管理方針を追加するということに関しての質問です。スライドでいきますと7～9ページ目に当たるところになります。

今説明いただいたところだと、あと、これまでの公開会合を踏まえますと、亀裂発生部位と類似の箇所、類似性の高い箇所を次の定検から3定検、毎回点検を実施し、検査を行って知見拡充なり研究結果を踏まえて22定検以降のISI検査計画のほうに反映していくということなんですけれども、その実施時期は10年ということになっておりますが、この10年間というスパンの中でどのような事項を実施しようと考えているのか、説明をお願いします。

○関西電力（石川） 関西電力の石川でございます。

御質問いただいた件は、中長期の10年間の中での長期施設管理方針としての取組の御説明と理解いたしましたが、そうしますと、22保全サイクル以降の検査対象と頻度を検討し

ISIの計画に反映を行う、このことを10年間の中のうちに実施すると。ただし、実際には施設管理項目に書いてございますけれども、22保全サイクル以降の検査計画を検討いたしますので、22保全サイクルが開始するまでには、この施設管理の項目は実施する計画でございます。

以上になります。

○宮本安全審査専門職 規制庁、宮本です。

なぜこのような質問をしたかと言いますと、長期施設管理方針というのが経年劣化に関する技術評価を踏まえて、法令上、今後10年間に実施すべき施設管理に関する方針ということになりますので、10年というスパンを見たときにどのようなことをされるのかということと質問をいたしました。

最初の数年というところ、3定検ごとに検査を行いというところと、数年、それを踏まえて22定検以降で反映していくというところは理解はしているんですが、もう少し具体的にといいますか、その知見の拡充ですとか研究結果というところ、どのようなことを考えているのかとか、あるいは、反映というのは例えば一気に反映していくのか段階的に反映していくのか、いろいろあるかと思えます。その辺のところをもう少し説明していただけますか。

○関西電力（寺地） 関西電力の寺地でございます。

今の御質問に関しては、今後研究を主体とした確認ということで、我々、しっかりと取り組んでいこうということを考えてございます。

具体的には、以前も説明しているかもしれないんですけど、ATENAさんのほうと一緒にあってこれから機構の話、それからSCCの進展の話とか、粒界割れが発生した話、そういったところについて明らかにしていこうという検討を開始しているという状況でございまして、具体的な検討に関しては、今並行して進めているというような状況でございます。

その中身をどのような形で反映していくかということに関しましては、具体的などころがまだ決まっていないというところで御説明が難しいという状況ではございますが、今回の事象に関しては特異性があるということを我々考えておりまして、その特異性が何かということをもっと明らかにしましょう。その特異性が何かということをもっと明らかにした上で、実際にほかの部位でも同様の類似のことが絶対に起きないのかどうかということに関しても、今充分に分かっていなかったようなところをしっかりと確認していこう。そういったことを全て明らかにした上で、今後の検査計画というところに反映していくと

ということになりますので、ちょっと今の現時点ではどういった研究成果が得られるかというところまでは明確にできておりませんが、しっかりとその亀裂の進展評価であったり、発生状況というものに関しての知見を拡充した上で、早期に対応について確定させていきたいというのが我々の現状の認識でございます。

以上でございます。

○宮本安全審査専門職 規制庁、宮本です。

説明の内容は分かりました。

そういったところは踏まえて、いわゆる、なぜこのようなところを聞いているかと言いますと、この施設管理の項目、9ページに書いてある項目がどのようなことをするのかと、それがこの言葉にまとめられているのかというところを確認したくて質問をしておりますので、今どのようなことを考えているかというところについては、補足説明資料等で書いていただいた上で、それを施設管理の項目として挙げた場合にはこのようになるんだというところの説明を今後していただきたいと思っております。いかがでしょうか。

○関西電力（石川） 関西電力の石川でございます。

今説明した内容を補足説明資料として、資料としても明記するというふうに取り扱ったので、そのように対応いたします。

○宮本安全審査専門職 規制庁、宮本です。

よろしく申し上げます。

もう一点、私のほうから確認したいことがあります。プレストレストコンクリート製格納容器のテンドンの緊張力低下に関してです。スライドでいきますと15ページ目のところになります。

こちらのほうにテンドンの緊張力の予測評価ということで60年目の緊張力の予測値、これを第1回目の工事計画認可申請、工認申請の緊張力低下予測と、あと30年目の緊張力の測定値、ここから算出したものだという説明があります。

一方で、補足説明資料のほう、コンクリートのほうを見ますと、保全計画に基づいて5年に1回、このテンドンの緊張力を測定しているということが書かれております。

そこで確認なんです、この緊張力の低下のイメージ、初期に急激に低下し、後に少しずつ一定にサチレートしていくという、この予測値というのは5年ごとに測っている測定値ですね。こちらと、その傾向というのは合致していたのかどうか説明してください。

○関西電力（森山） 関西電力の森山でございます。

5年に1度の供用期間中検査で緊張力検査を実施してございまして、概ね同様の傾向で低下していることを確認してございます。

以上でございます。

○宮本安全審査専門職 規制庁、宮本です。

確認なんです、測定しているテンドンと同じ物を、同じテンドンを5年ごとに測っているのか、その辺についてちょっと確認させてください。

○関西電力（森山） 関西電力の森山でございます。

テンドンの確認テンドンでございますけれども、各ISI供用期間中検査におきまして、複数のテンドンについて確認してございます。そのうち幾つかにつきましては、継続して緊張力の確認をしております、それ以外につきましては年度ごとに検査する箇所を変更しながら確認している、そういった形で検査を進めてございます。

以上でございます。

○宮本安全審査専門職 規制庁、宮本です。

つまり、履歴が追えるテンドンというのも含めながら、いろんな複数のテンドンで緊張力を測定しているということで理解しました。

いずれにしても、この緊張力の予測のイメージを前提に、この緊張力予測評価をしておりますので、その5年ごとの測定結果、履歴の追えるテンドンになるのかと思いますが、このイメージ、低下のイメージ、まず合致していますよということの説明を、今そこは補足説明等でもされていないかなと理解しておりますので、それを追加で説明していただければと考えております。いかがでしょうか。

○関西電力（森山） 関西電力の森山でございます。

補足説明資料に追記するという事で拝承いたしました。

○宮本安全審査専門職 規制庁、宮本です。

あと1点確認なんですけれども、ある程度年数がたつと緊張力の低下の度合いが一定化していくということになるんですが、今後、今5年に1回ということになっておりますけど、今後も保全計画の中で5年なり定期的にテンドンの緊張力の低下というのは測定されていく、検査していくという理解でよろしいでしょうか。

○関西電力（森山） 関西電力の森山でございます。

御認識のとおり、定期的にISIを実施して緊張力を確認していく計画としてございます。

以上です。

○宮本安全審査専門職 規制庁、宮本です。

分かりました。私からは以上です。

○小野審議官 ほか、いかがでしょうか。

○河野主任技術研究調査官 規制庁の河野と申します。

資料の5ページ、蒸気発生器伝熱管損傷事象の取扱いについて、ちょっと確認させてください。

こちらに書かれている矢羽の四つ目で、スケールの性状を監視するために定期的に試験を実施し、必要に応じ薬品洗浄をするということで、この資料の26ページ目に定期的にとするのは2定検ごとに実施するというのでまずよろしいでしょうかというものの一つ確認。

それと、必要に応じというのは、誰がどのように判断するということを規定されているのでしょうか。かつ、規定しているんだったら、それは文書体系上、どの文書にそういうものを規定するのか、されたのかというのを御説明ください。お願いいたします。

○関西電力（石川） 関西電力、石川でございます。

一つ目のまず定検、頻度ですけれども、26ページに記載しておりますとおり、2定検ごとでございます。

あと、薬品洗浄の実施判断ですけれども、このスケールを監視しまして、26ページの上のほうに書いておりますけれども、稠密層厚さが0.1未満であること及び摩耗体積比が0.1未満を超えた場合は薬品洗浄を行うこととしておりまして、こちらのほうを既に日常保全の我々でM35と称しておりますけれども、保全計画のほうに既に反映して、発電所のほうで運用を開始している状態でございます。

以上でございます。

○河野主任技術研究調査官 規制庁の河野です。

ありがとうございます。

それで、今回の高経年化技術評価の中でこのような評価をしているという場合で、この後、こういう作業をしていくというのを規定しているとなると、これ、長期施設管理方針の中に記載する事項なのか、先ほどの加圧器スプレイのほうは長期保守のほうに入れることになっているんですけれども、こちらは入れませんという形になるのか、その辺の考え方の違いを御説明いただけますか。

○関西電力（石川） 関西電力、石川でございます。

蒸気発生器の伝熱管の損傷対策につきましては、大飯3号機の長期施設管理方針には入れる予定はございません。

現在、既にこちらの事象に関しましては、高浜4号機の事象の水平展開としてPDCAを回して大飯3号機の保全計画に反映されているということをもって、日常的な保全計画は既に反映されていますので、新たに長期施設管理方針として入れ込んで管理することは考えてございません。

以上になります。

○河野主任技術研究調査官 規制庁の河野です。

御説明のほう、了解いたしました。

○小野審議官 ほかいかがでしょうか。よろしいですか。

それでは、次に資料2-1～7-1について、説明を始めてください。

○関西電力（村田） 関西電力の村田と申します。

資料2-1にて低サイクル疲労について説明させていただきます。次のページをお願いいたします。

1ページ目は目次でございます。資料は記載の構成となっております。次のページをお願いいたします。

2ページ目は概要と基本方針について記載しております。次のページをお願いいたします。

3ページ目、評価対象について説明いたします。①～②により評価対象機器を抽出しております。以降の説明では、安全上最も重要であると考え原子炉容器を代表機器として評価内容を説明いたします。次のページをお願いいたします。

4ページ目、評価手法についてですが、低サイクル疲労の評価フロー、適用規格を記載しております。次のページをお願いいたします。

5ページ目から技術評価の説明になります。まず、評価対象部位の選定ですが、図の中に記載した部位について疲労評価を実施しております。次のページをお願いいたします。

6 ページ目、過渡条件の設定について説明いたします。各過渡条件の繰り返し回数は、運転実績に基づき、一年間当たりの平均過渡回数に余裕を考慮し運転開始後 60 年時点の過渡回数を推定して設定しております。次のページをお願いいたします。

7 ページ目では過渡回数策定方針に係る特記事項を表にまとめております。No.12 に示すとおり、年平均過渡回数に対して 1.5 倍の余裕を考慮して評価用過渡回数を設定しております。次のページをお願いいたします。

8 ページ目、運転開始後 60 年時点の過渡回数の設定方法を図示しております。過渡項目は停止を例にしております。青線は実績過渡回数、赤線は推定過渡回数を示しております。赤線は実績頻度に余裕として 1.5 倍を考慮して設定しております。次のページをお願いいたします。

9 ページ目～11 ページ目にかけて原子炉容器の疲労評価に用いた過渡回数を記載しております。表には各過渡項目、過渡回数特記事項、実績過渡回数及び運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を記載しております。

続きまして 12 ページをお願いします。12 ページ目、原子炉容器各部位の疲労評価、環境疲労評価結果を記載しております。表に記載のとおり、いずれの箇所も疲労累積係数が許容値以下であることを確認しております。次のページをお願いします。

13 ページ目、現状保全について説明いたします。原子炉容器本体の評価対象部位における疲労割れに対する保全は、定期的に供用期間中検査として実施しております。原子炉容器本体内面の内張りについては、定期的に目視確認を実施しており、問題のないことを確認しております。次のページをお願いします。

14 ページ目、原子炉容器の供用期間中検査の内容を記載しております。各部位に対して超音波探傷検査等の検査が行われており、異常がないことを確認しております。次のページをお願いします。

15 ページ目、総合評価といたしまして、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、疲労累積係数が許容値以下であり問題ないと考えますが、疲労評価は実績過渡回数に依存した評価になりますので、今後も実績過渡回数を把握する必要があると考えております。よって、高経年化への対応として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ことといたします。これを長期施設管理方針として策定いたします。次のページをお願いします。

16 ページ目、17 ページ目では原子炉容器以外の機器の評価結果を記載しております。いずれの評価対象機器においても疲労累積係数が許容値以下であることを確認しております。

18 ページ目をお願いします。18 ページ目、まとめです。審査ガイド適合性について 2 ページ目の基本方針で示した要求事項を全て満足していることを確認いたしました。

最後に、長期施設管理方針については、表のとおり定め、確実に実施してまいります。以上、低サイクル疲労の説明を終わります。

続きまして、資料 3-1 にて原子炉容器の中性子照射脆化評価について説明させていただきます。

きます。

3 ページ目からお願いします。3 ページ目、評価対象は原子炉容器とし、評価手法は JEAC4201、JEAC4206 及び技術基準に関する規則の解釈の別記-1 の三つに基づき評価を行っております。次のページをお願いします。

4 ページ目から技術評価の説明になります。まずは評価点の抽出について説明します。先ほど資料 1-1 の審査会合における指摘、質問回答で説明したとおり、下部胴を対象として評価を実施しております。次のページをお願いします。

次に、監視試験結果について説明します。原子炉容器には炉内に監視試験片を装荷しており、これまでに計 3 回監視試験を行っております。結果を表に示しております。次のページをお願いします。

次に、関連温度評価について説明します。監視試験結果を基に JEAC4201 の国内脆化予測法を用いまして 60 年時点の関連温度の予測を実施しております。表に関連温度の予測結果を記載しております。次のページをお願いします。

7 ページ目、図で関連温度の予測値と監視試験により得られた関連温度実測値の関係を示しております。左の図では関連温度予測値の範囲を黒い実線で示し、その上にこれまで得られた計 3 回分の監視試験の関連温度実測値をプロットしております。図のとおり、関連温度実測値は国内脆化予測法による予測の範囲内であることを確認しております。次のページをお願いします。

8 ページ目、上部棚吸収エネルギー評価について説明します。JEAC4201 に規定される上部棚吸収エネルギー予測値を用いまして、運転開始後 60 年時点の予測値を評価しております。結果、表のとおり、JEAC4206 で要求している 68J 以上を満足していることを確認しております。次のページをお願いします。

9 ページ目、加圧熱衝撃評価の評価方法について説明します。JEAC4206 及び技術基準規則解釈の別記-1 に基づき PTS 評価を実施しております。PTS を引き起こす事象としては、小破断 LOCA、大破断 LOCA、主蒸気管破断及び 2 次冷却系からの除熱機能喪失を対象としております。

材料の靱性低下の予測については、国内脆化予測法を用いて運転開始後 60 年時点の予測破壊靱性の下限を包絡するように K_{Ic} 曲線を設定しております。次のページをお願いします。

10 ページ目、PTS 評価の結果を説明します。図は深さ 10mm の亀裂を想定した PTS 評価

の結果を示しております。脆性破壊に対する抵抗値を示す K_{Ic} 曲線は応力拡大係数 K_I 曲線を上回っていることから、PTS 事象発生時においても脆性破壊は発生しないと評価しております。次のページをお願いします。

11 ページ目、現状保全としては、計画的な監視試験、監視試験結果を用いた加熱・冷却制限曲線等の運用、溶接部の定期的な超音波探傷検査を実施しております。次のページをお願いします。

12 ページ目、総合評価ですが、健全性評価の結果から、機器の健全性に影響はないと考えておりますが、今後も計画的に監視試験を実施し、評価の妥当性を確認していく必要があると考えております。

続いて、高経年化への対応ですが、現状保全を継続実施するとともに、今後の原子炉の運転サイクル、照射量を勘定して第4回監視試験の実施計画を策定することとし、こちらを長期施設管理方針といたします。次のページをお願いします。

13 ページ目、まとめです。審査ガイド適合性について2ページ目の基本方針で示した要求事項を全て満足していることを確認いたしました。

最後に、長期施設管理方針については、表のとおり定め、確実に実施してまいります。

以上、原子炉容器の中性子照射脆化の説明を終わります。

○関西電力（辻） 関西電力の辻でございます。

引き続きまして資料4-1にてIASCCの説明をさせていただきます。

3ページ目をお願いします。IASCCは、高い中性子照射量を受けるステンレス鋼において発生が懸念される事象になります。

例えば米国におきましては、IASCCによるバッフルフォーマボルトの損傷が多数報告されていますが、それらのプラントはボルトにかかる荷重が大きいダウンフロー構造のもの、あるいは、運転当初はダウンフロー構造で途中からアップフロー構造に変更したものであることを確認しています。

一方、大飯3号では、運転開始当初からアップフロー構造となっています。

また、大飯3号炉ではボルトにかかる応力や温度の低減が図られており、IASCCを考慮した構造となっています。さらに、ボルトが損傷した場合でも炉内への脱落を防止する構造となっています。

4ページ目をお願いします。IASCCの評価内容として、まず、評価対象機器について説明させていただきます。

IASCC感受性が考えられる機器として炉内構造物がございます。炉内構造物の各部が運転中に受ける中性子照射量、温度、応力レベルと海外での損傷事例の有無を5、6ページに整理しております。

この整理結果を踏まえてIASCCの最も厳しい評価部位としてバッフルフォーマボルトを選定しております。

7ページ目をお願いします。ここからはIASCCの発生の懸念が高いバッフルフォーマボルトについて健全性評価の内容を説明させていただきます。

IASCCによるバッフルフォーマボルトの損傷予測評価については、JNES殿の評価ガイド案及びJANSI殿のガイドラインによる評価、それと機械学会の維持規格による評価がございます。

維持規格の評価においては、バッフルフォーマボルトの仕様に従い、ボルトの損傷可能性が高い順にグループ1～4の分類がされておりますけれども、大飯3号はIASCCの感受性が低いグループ4に分類されております。

8ページ目をお願いします。ここからはJNES評価ガイド案とJANSIガイドラインによる評価内容について説明いたします。

評価におきましては、まず、それぞれのボルトについて運転時間によって変動する応力履歴を算出し、次に、図1に示すようにIASCCの割れ発生応力線との重ね合わせを行います。ボルトの応力履歴が割れ発生応力線を超えたときにIASCCが発生すると評価いたします。

9ページ目はバッフルフォーマボルトの応力評価方法の詳細について示したものでございます。

10ページ目をお願いいたします。10ページ目は評価結果を示しております。左のグラフは運転開始後60年時点の結果ですが、ボルトの応力履歴が割れ発生応力線を超えることはなく、ボルト損傷本数はゼロ本との評価結果になっています。

なお、評価におきましては、今後の設備利用率を90%と保守的に想定しました。

また、バッフルフォーマボルト材とシンプルチューブ材の2種類ある割れ発生応力線のうち、厳しいほうの評価条件であるシンプルチューブ材のものをを用いた評価を行いました。

右のグラフは、運転時間をさらに延ばした評価結果ですが、初めてボルトが損傷するのは運転開始後69年相当の結果となっております。

11ページ目をお願いします。現状保全ですが、炉内構造物については水中カメラによる目視検査を実施しており、これまで異常は認められてございません。

総合評価として、バッフルフォーマボルトについては、IASCCによる構造強度や機能への影響は小さいと評価しております。また、バッフルフォーマボルト以外については、バッフルフォーマボルトに比べて実機環境条件が厳しくないことからIASCC発生の可能性は小さいと評価しております。

したがって、現状保全項目に追加すべき事項はないと評価しております。

以上、IASCCの説明を終わります。

引き続きまして、資料5-1にて熱時効について説明させていただきます。

資料5-1の3ページ目をお願いします。はじめに、熱時効評価の流れを説明させていただきます。まず、評価対象機器・部位の抽出を行った後、フェライト量、応力条件から評価が厳しくなる代表評価点を選定いたします。

次に、フェライト量から、亀裂に対する抵抗力である亀裂進展抵抗 J_{mat} を算出するとともに、応力や想定亀裂から亀裂進展力 J_{app} を算出します。そして、 J_{mat} と J_{app} を比較することで評価対象が不安定破壊しないことを確認いたします。

4ページ目をお願いします。評価対象機器・部位の抽出方法について説明いたします。日本原子力学会標準「高経年化対策実施基準」に基づきまして、使用温度250℃以上、使用材料がステンレス鋼、亀裂の原因となる劣化事象の発生が想定されるものを熱時効評価対象機器として抽出いたします。抽出した機器のうち、1次冷却材管の評価内容について次ページ以降に示します。

5ページ目をお願いします。1次冷却材管の中での代表評価点の選定について説明いたします。

左の表に各部位のフェライト量と応力を示しております。フェライト量や応力が最も高い部位、応力とフェライト量の組合せを考慮した部位、エルボの曲率部で応力が高く評価が厳しくなる部位を評価点として抽出しました。

さらに、最も応力が高いホットレグ直管に対しまして、フェライト量のみ1次冷却材ポンプケーシングの値を用いた評価も行っております。

6ページ以降、健全性評価の内容を説明いたします。熱時効による脆化予測はH3Tモデルを用いました。亀裂進展抵抗は時効時間とともに低下しますが、最終的には底値に収束するため、今回の評価では底値を用いています。

想定亀裂は初期欠陥を仮定した上で初期欠陥が疲労により供用期間中に成長とするとして亀裂進展解析を行い決定しました。初期欠陥は、UTの検出能力を基に設定しております。

7ページをお願いします。ここでは、初期欠陥が供用期間中の応力サイクルにより疲労進展する量を評価した結果を示してございます。疲労進展解析の結果、いずれも貫通には至っておりません。

8ページをお願いします。亀裂進展解析の結果、亀裂の貫通には至らないものでしたが、評価用想定亀裂としては保守的に貫通亀裂に置き換えました。

9ページをお願いします。亀裂安定性評価の結果を説明します。評価に用いる荷重は、内圧、自重、熱応力に加えて地震力を考慮していますが、地震力はSs地震とし、内圧と熱応力は保守的な評価となるSA条件の荷重を用いました。

J_{app} 算出に用いる応力-ひずみ線図は評価が保守的となるよう非時効材のものを用いております。また、 J_{mat} については、DBA条件とSA条件の温度条件で大きな差がないことを確認しています。各部位の評価結果を9、10ページに示しております。いずれのグラフも J_{app} と J_{mat} が交差すること及び交点において J_{mat} のほうが傾きが大きくなることから、不安定破壊することはないと評価しております。

11ページ目をお願いします。現状保全については、1次冷却材管に対して溶接部のUT検査や漏えい検査を実施して各部位の健全性を確認しています。

総合評価として、健全性評価の結果から熱時効が構造健全性で問題となる可能性はないと評価しております。したがって、現状保全項目に追加すべきものはないと評価しています。

以上、熱時効評価の説明を終わります。

○関西電力（森山） 関西電力の森山でございます。

続きまして、資料6-1、コンクリートの強度低下について御説明いたします。

1ページ目をお願いします。目次でございます。次のページをお願いいたします。

まず、2ページ目～5ページ目までで、経年劣化事象と劣化要因の概要について示してございます。劣化要因の概要については記載のとおりでございます。

6ページをお願いいたします。6ページでございますけれども、こちらでは代表構造物、評価対象部位及び評価点の選定手順について記載してございます。

まず、評価対象物をコンクリート構造物と鉄骨構造物にグループ化し、次に使用条件などを考慮して代表構造物を選定し、最後に使用環境などを考慮して評価対象部位、評価点を選定いたします。次のページをお願いいたします。

グループ化の結果は表に記載のとおりでございます。なお、PCCVにつきましては、整理

上、外部遮蔽壁と原子炉格納施設基礎に含めております。次のページをお願いします。

8ページ目は、評価対象部位の配置図でございます。次のページをお願いいたします。

9ページ目は、代表構造物の選定結果でございます。まず、コンクリート構造物についてお示ししてございます。使用条件として高温部の有無、放射線の有無等を確認してございます。これらに加えて、同じ使用条件になった際の判断材料としまして運転開始後経過年数の長さを挙げてございます。これらの使用条件による検討の結果、右から2列目に◎がついている構造物を代表構造物として選定いたしました。次のページをお願いいたします。

次に鉄骨構造物でございます。こちらは、使用条件として設置環境の状況の確認に加えて、運転開始後の経過年数の長さを挙げております。これらの使用条件による検討の結果、原子炉周辺建屋（鉄骨部）及びタービン建屋（鉄骨部）を代表構造物として選定いたしました。次のページをお願いいたします。

11ページ目は、代表構造物の概要図でございます。次のページをお願いいたします。

12ページ目は、劣化要因ごとに評価対象部位を選定した結果を示してございます。表中、○が高経年化対策上着目すべき事象でございまして、△や▲は高経年化対策上着目すべき事象ではない事象でございます。選定理由につきましては後ほど要因ごとの健全性評価のページにて記載してございます。次のページをお願いいたします。

13ページ～15ページまでで着目すべき事象ではない事象と、その理由について記載してございます。内容は記載のとおりでございます。

16ページをお願いいたします。16ページから高経年化対策上着目すべき事象に対する健全性評価について御説明いたします。

まず、コンクリートの熱による強度低下です。評価対象部位、評価点、評価方法は記載のとおりでございます。次のページをお願いいたします。

健全性評価結果です。解析値が制限値を下回っていることから、健全性評価上問題とはならないと判断してございます。次のページをお願いいたします。

18ページでは放射線による強度低下について記載してございます。評価対象部位、評価点、評価方法は記載のとおりでございます。次のページをお願いいたします。

健全性評価結果でございます。まず、19ページには中性子照射について記載してございます。解析値が基準値を超えますが、その範囲は部分的で1次遮蔽壁の厚さに比べて十分小さいことから、構造強度上問題とはならないと判断してございます。

なお、解析値と基準値のエネルギー範囲が異なりますが、その際は照射量算定における運転時間の設定の際の余裕よりも小さいことを確認しており、影響は軽微であると考えてございます。現状、評価書にエネルギー範囲について記載できておりませんので、補正により明記する予定でございます。

また、耐力評価として、保守的に基準値を超える範囲を除いてもコンクリートの圧縮耐力が設計荷重を上回ることを、また、内部コンクリートの最大せん断ひずみの評価に対して影響がないことを確認してございます。次のページをお願いいたします。

ガンマ線照射につきましては、解析値が基準値を下回るため、健全性評価上問題と判断してございます。次のページをお願いいたします。

21ページは中性化による強度低下でございます。評価対象部位、評価点、評価方法については記載のとおりでございます。次のページをお願いいたします。

評価の結果でございます。各構造物の60年経過時点における中性化深さの最大値が基準値を下回っていることから、健全性評価上問題とはならないと判断してございます。次のページをお願いいたします。

23ページは、塩分浸透による強度低下でございます。評価対象部位、評価点、評価方法は記載のとおりでございます。次のページをお願いいたします。

健全性評価結果でございます。60年経過時点における鉄筋腐食減量がいずれも基準値を下回っていることから、健全性評価上問題とはならないと判断してございます。

なお、干満帯の評価におきまして、計算のパラメータを一部見直しており、詳細については後ほど別紙にて御説明させていただきます。

また、評価書の補正により見直しを反映させていただく予定でございます。次のページをお願いいたします。

25ページ、機械振動による強度低下の評価対象部位、評価点は記載のとおりでございます。健全性評価につきましては、現状保全において定期的な目視点検により有意な欠陥がないことを確認しており、今後も現状保全を継続することにより健全性の維持は可能と考えております。次のページをお願いいたします。

26ページは、強度試験の結果でございます。各構造物の強度試験結果が設計基準強度を上回っていることを確認してございます。次のページをお願いいたします。

続きまして、コンクリートの遮蔽能力の低下でございます。評価対象部位、評価点、評価方法については記載のとおりでございます。次のページをお願いいたします。

健全性評価結果でございます。中性子遮蔽、ガンマ線遮蔽、それぞれにつきまして解析値が制限値を下回っていることから、健全性評価上問題とはならないと判断してございます。次のページをお願いいたします。

29ページはテンドンの緊張力低下のうちプレストレス損失について御説明いたします。評価対象部位、評価点は記載のとおりでございます。評価方法につきましては、資料1-1で御説明のとおりでございます。次のページをお願いいたします。

30ページではプレストレス損失の算出方法について説明いたします。テンドンの有効張力に対するロスとしまして、記載の三つのロスがございます。それらの合計としてプレストレス損失を算出いたします。各ロスの計算式をお示ししてございますが、これらは第1回工事計画認可時と同じ式を用いてございます。次のページをお願いいたします。

設計要求値は表に記載のとおり、定着完了後の緊張力から緊張力の損失を減じ、テンドンの断面積を乗じることで算出してございます。

最後に健全性評価結果でございます。60年経過時点での緊張力の予測値が設計要求値を上回っていることを確認しており、健全性評価上問題とはならないと判断してございます。次のページをお願いいたします。

32ページ、コンクリートの強度低下、遮蔽能力の低下、テンドンの緊張力、プレストレス損失に関する現状保全、総合評価、高経年化への対応でございます。現状保全、総合評価については記載のとおりでございます。

これらのことから、高経年化への対応といたしましては、今後も現状の保全を継続して健全性を確認していくこととしてございます。次のページをお願いいたします。

別紙1、右肩1-1と記載している資料でございます。まず、塩分浸透による強度低下において実施いたしました干満帯の評価パラメータの見直しについて御説明いたします。

当初の評価では、干満帯はコンクリート表面が海水によりほぼ飽和状態にあると考えられるため、酸素濃度を0.6%と設定してございました。

下の表に干満帯の飛沫環境についてお示ししてございます。干満帯の範囲は1～6月はコンクリート表面が海面より上に表れていることが多く、一方、7～12月は干満の影響を常に受けている環境でございます。このことから、干満帯は海水の飛沫を多く受けている環境であると整理いたしました。次のページをお願いいたします。

前ページの整理により、干満帯は気中帯と同様の外部環境、外気環境にさらされている状態であると想定いたしまして、酸素濃度を21%に設定いたしました。

下の1-2の表が見直しを行った結果でございます。見直し前後、見直し後についても運転開始後60年経過時点の鉄筋腐食減量が基準値を下回ることを確認してございます。次のページをお願いいたします。

別紙2では、鉄筋腐食減量算出に用いるコンクリート表面の塩化物イオン量と見かけの拡散係数の算出方法について記載してございます。拡散方程式を用いて測定された各深さの塩化物イオン濃度にフィッティングするように回帰分析を行い、塩化物イオン濃度と見かけの拡散係数を求めます。グラフ中の青い点が塩化物イオン濃度の実測値で、赤いラインが回帰分析の結果を示したものでございます。塩化物イオン量と見かけの拡散係数はグラフの右上に数値を示してございます。

以上で説明を終わります。

○関西電力（内山） 関西電力の内山でございます。

それでは、資料7-1に基づき大飯3号炉高経年化技術評価のうち、電気・計装品の絶縁低下について御説明いたします。次ページをお願いいたします。

本資料では、御覧の代表機器についての評価を詳細に記載し、最後にそれ以外の電気・計装品の評価についても一覧にて取りまとめた構成としております。

1ページ飛んで3ページ目をお願いいたします。評価対象と評価手法に関する説明です。電気・計装品の絶縁低下が想定される機器は多数存在するため、これらの機器のうちDBA及びSA時に環境条件が著しく悪化する状況において機能要求のある機器の中から難燃PHケーブルとLV型電気ペネトレーションを代表機器として評価の詳細を説明いたします。

4ページ目をお願いいたします。本シートには、代表機器の評価に用いた規格などを記載しております。

5ページ目をお願いいたします。まず、難燃PHケーブルの評価を説明します。ここでは難燃PHケーブルの構造、使用材料、そしてこのケーブルの実機での使用条件として、通常運転時、DBA時、SA時の温度、圧力、放射線の条件をまとめております。

6ページ目をお願いいたします。難燃PHケーブルの健全性評価は、この二つの基準に基づき手法は二通りございまして、一つは、IEEE323、383の規格を根幹とした電気学会推奨案による健全性評価と、もう一つは、JNESにより取りまとめられたACAガイドによる健全性評価を用いて評価を実施しております。それぞれの評価手法に基づく評価の内容を次に説明いたします。

7ページをお願いいたします。まず一つ目、電気学会推奨案に基づく健全性評価手順です。評

評価フローにあるとおり、供試ケーブルを熱と放射線で逐次で60年運転相当の加速劣化を実施した後、事故時放射線相当の放射線を照射し、その後、事故時雰囲気暴露を実施、最終判定として屈曲浸水耐電圧試験を実施して健全性を確認するものです。

8ページ目をお願いします。中ほどにあります表は、60年間の通常運転、DBA時、SA時の試験条件と大飯3号機の実機条件を対比したのになります。

試験条件が実機条件を包絡するとともに、最終判定として耐電圧試験に合格していることを確認しており、結果として右下(c)項のとおり、60年間の通常運転及びその後の事故を想定しても絶縁機能を維持できることを確認しております。

9ページ目をお願いします。こちらは、二つ目のACAガイドに従った健全性評価手順です。評価フローにあるとおり、供試ケーブルに対し通常運転相当の模擬として熱と放射線による同時加速劣化を実施し、事故時相当の放射線照射と事故時雰囲気暴露を実施した後、最終判定としてJISの耐電圧試験にて健全性を判定するものです。

この評価に当たりましては、JNESレポート、「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書」の試験結果を用いており、試験条件、結果は本報告書から引用したのになります。この試験条件を実機環境で換算して大飯3号機で何年相当の健全性が担保されているのかということを確認しております。

10ページ目をお願いします。こちらが実機環境での長期健全性結果の一覧で、四つの各ケーブル布設区分の中で最も評価期間が厳しくなった結果を示しております。

以上から、大飯3号機では全てのケーブルで60年以上の健全性を確認しております。

11ページをお願いします。現状保全、総合評価は御覧のとおりで、高経年化への対応として現状の保全項目に追加すべきものはないと判断いたしました。

12ページ目をお願いします。ここからはLV型電気ペネトレーションについての評価を説明いたします。以後、略して電気ペネトレーションと呼びます。

まず、電気ペネトレーションの構造、使用材料、実機での使用条件である通常運転時、DBA時、SA時の温度、圧力、放射線の条件をまとめております。

13ページをお願いします。電気ペネトレーションの絶縁低下の事象を説明いたします。電気ペネトレーションは、ポッティング材やOリングを使用しております。これらは有機材であるため熱、放射線により経年劣化が進行した場合、湿気が電気ペネトレーション内部に侵入し絶縁性能が低下する可能性があります。

また、外部リードについても絶縁体が有機材であり、熱的、電氣的、環境的要因から経

年劣化が進行して絶縁性能の低下を起こす可能性があります。

この電気ペネトレーションの評価については、(2)に示しておりますとおり、IEEE317に準拠して健全性を確認しております。

また、外部リードの評価については、ケーブルの評価に準じた評価を実施しております。

14ページをお願いします。次に、試験手順です。試験手順は、御覧のフローのとおりで、まず、供試体に通常運転時相当の加速熱劣化を実施し、通常運転時相当の放射線に加えてDBA時とSA時を包絡する放射線の照射を行い、事故時雰囲気暴露を実施した後に、判定試験として耐電圧試験を実施するという手順で実施しております。

なお、絶縁低下事象ではありませんが、別途CVバウンダリ機能の維持確認として漏えい量確認試験も実施しておりますので、参考に記載しております。

15ページ目をお願いします。試験条件と試験結果です。中ほどの長期健全性試験条件の表にお示ししているように、試験条件は実機環境での60年間の通常運転とDBAあるいはSAの事故時雰囲気を想定した劣化条件を包絡しており、長期健全性試験結果より(5)の評価結果に記載のあるとおり、電気ペネトレーションは通常運転後60年時点においても絶縁機能を維持できることを確認いたしました。

なお、別途実施しているCVバウンダリ機能維持に係る漏えい量確認試験結果も、左下に参考に記載しています。こちら、運転開始後60年時点において、同様の事故時雰囲気を想定しても気密性を維持できることを確認できています。

このCVバウンダリ機能に係る気密性の低下については、6事象以外の事象であることに加えて、プラントライフ60年においても健全性を維持できることを確認した試験データがあることから、▲事象、高経年化対策上着目すべき事象ではない事象のうち、日常劣化管理事象ではない事象に分類しておりましたが、現状保全として、CV漏えい率試験および電気ペネトレーションに封入しているN₂ガスの圧力確認を実施して、CVバウンダリ機能の健全性を確認していることから、評価書にその旨を追記して、本事象を△事象、高経年化対策上着目すべき事象ではない事象のうち、日常劣化管理事象に分類することとして補正いたします。また、非代表的なMV型電気ペネトレーションについても同様に補正いたします。16ページをお願いいたします。

現状保全総合評価は御覧のとおりで、高経年化への対応として、現状の保全項目に追加すべきものはないと判断いたしました。17ページをお願いします。

こちらは、これまでに代表機器として御説明した機器以外の電気・計装品の絶縁低下に

関する評価を一覧として示したのになります。ここでは一覧表の機器一つ一つについての説明は割愛いたしますが、いずれについても、現状保全も踏まえて機器の長期健全性は確認しております。ページ飛びますが、次22ページをお願いいたします。

最後にまとめです。技術評価を行った結果、審査ガイドの全ての要求事項は満足していることを確認しました。また、施設管理に関する方針は抽出されませんでした。

電気・計装品の絶縁低下に関する説明は、以上となります。

○小野審議官 それでは、ただいまの関西電力からの説明について、質疑を行いたいと思います。御質問、御意見をお願いいたします。

○塚部管理官補佐 原子力規制庁の塚部です。

資料3-1の中性子照射脆化について、お伺いします。資料の9ページ目、10ページ目でPTSの評価の結果が出されていて、こちらについては、JEAC4206の2007年版で評価はされていると思うんですが、JEAC4206自身は2016年版が出ていて、マスターカーブ法を使ったものですね。で、こちらについては、新知見としてフォローされていると思うんですが、そちらの新しい場合の対応というのは、どのように確認されているのでしょうか。

○関西電力（石川） 関西電力の石川でございます。

JEAC4206-2016につきましては、自主的に使用して評価しておりまして、大飯3号機でも健全性確認できております。

以上でございます。

○塚部管理官補佐 原子力規制庁、塚部です。

全て健全性は確認されているということなんですが、2016年版につきましては、昨年、原子力規制庁としても技術評価を実施しておりまして、最終的には信頼下限の考え方がありますとか、溶接金属のデータ数が足りないんじゃないか等々で、技術基準に対してエンドースするところまでは至らなかったんですが、その後、議論の過程で2007年版と2016年版を比較した場合、そのプラントによって安全側といいますか、保守側に出るもの、非保守側に出るものというものがあったということが確認されておりまして、で、そういう意味で、今回、大飯3号につきましては、その評価結果、2007年版、2016年版を比較した場合、どのような結果になっているかというのは確認されていますか。

○関西電力（石川） 関西電力、石川でございます。

JEAC4206、2007と2016を比較しまして、評価全体の保守性がどちらかということはお伝えすることはできませんけれども、 K_{Ic} カーブだけを見ますと、2016のほうが厳しい側とい

いますか、PTが大きめのほうに出ているということでございます。

以上でございます。

○塚部管理官補佐 分かりました。で、ちょっと、そういう意味で左側に行きますというのは、口頭では分かったんですが、実際、どのように変わったかにつきましては、実際、資料等で御説明いただければと思います。

○関西電力（石川） 関西電力の石川でございます。

2016年版の評価結果につきましては、先ほどお伝えいただきましたとおり、技術基準規則解釈にまだ引用は見送られておりますので、高経年化評価書には、今、添付してございませんけれども、あくまで自主的な評価結果のお伝えということで、参考の位置付けで示示するという形で、補足説明書のほうに参考資料として添付させていただきたいと思っております。

○塚部管理官補佐 原子力規制庁の塚部です。

よろしく申し上げます。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

資料6-1、コンクリートの強度低下について質問します。確認したい劣化事象は、ページで言うと24ページに当たる塩分浸透による強度低下でございます。こちらに、コンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋腐食の減量の比較について記載されていますけれども、これらの計算における根拠として、資料6-1の一番最後のページですね。別紙2のところに、フィックの第2法則による拡散方程式を使った回帰分析の結果が、赤い実線で記載されています。確認したい事項は、この回帰分析の結果、赤い実線に対して実測値、塩化物イオン濃度の測定結果が青いダイヤで示されているわけですが、例えば気中帯を見ますと、この実線に対して実測値というのがかなり離れた値になっていて、ちょっと残差が大きいように感じます。

これについて、考えられる理由といたしましては、表面に一番近いところにおける中性化の影響というのが考慮されていないのではないかなというふうに考えるわけですが、関西電力として、この回帰分析をした際に、この中性化の影響等についてどのように考慮されたのか、評価したのかについて説明してください。

○関西電力（平本） 関西電力の平本です。

御質問いただきました件につきまして、当社のほうで一般的に中性化を受ける際には、コンクリート表面から最も近い部分の塩化物イオン濃度というものが、さらに深いところ

の塩化物イオン濃度とほぼ同等のデータになるというところがございますので、気中帯につきましては、そのようなデータの分布ではございませんでしたので、中性化等による理由でデータをチェックするといったようなことは行っておりません。

以上です。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

一方で、例えば、ページでいくと22ページの中性化のところを見ますと、まさにこの気中帯のところ、中性化の深さについて実測していて、24年目のところで海水ポンプ室の気中帯が0.5cm、5mmと記載されています。これについて、例えば土木学会の塩分浸透の回帰分析、拡散方程式を使った回帰分析の方法等では、中性化深さプラス1cm、10mmのところについては、回帰分析を行う際には用いないほうがよいというようなことが記載されています。今回、中性化の実測値が5mmだとすると、プラス10mmだと15mmになりますので、最後の別紙2の気中帯のページでいきますと、10～20mmまでのところ、一番表面に近いところというのは、この土木学会の考え方に、これは推奨する考え方ですけれども、この考え方によると、用いないでやったほうがいいのではないかということになります。

そうすると、用いないと恐らくこの20mm～40mm、また40mm～60mm、60mm～80mmのこの3点については、回帰分析の実測値がよく合ってくる、残差が減ってくるのではないかなと。まさに土木学会のやり方が、残差を減らす方法として、よくフィットする、フィッティングとして合っているのではないかなというふうに考えるのですけれども、そこについてどのように関西電力では考えているか、見解を説明をお願いします。

○関西電力（平本） 関西電力の平本です。

先ほど御指摘いただきました件につきましてですけれども、御指摘いただいたように、中性化につきましては、5mmのところというところで、別紙2のデータを見ますと、5mmプラス1cmのところのデータにつきましては、土木学会の推奨のやり方でいきますと、棄却すべきかなというところでいただきました。ただ、それぞれのデータの傾きだけを見ますと、先ほど私のほうから御説明をさせていただきましたように、傾きが寝ているといったところがございませんでしたので、今回そのようなことをさせていただきました。

今回、御指摘いただきましたコンクリート表面近くのデータにつきまして、さらにちょっと取扱いにつきまして検討させていただければと思います。

以上です。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

分かりました。では、検討していただくということで、その検討をした結果について、また別途確認をさせていただければと思います。また補足説明等々の確認でもいいですし、そこについては確認させてください。

その際に、寝ているということで行きますと、この干満帯の結果、塩化物イオン濃度は10～20と20～40のところ、若干近いところもあるので、そこについても、どのように考えたかについて、また検討した結果についても説明していただければと思います。これも後日で結構でございます。

○関西電力（平本） 関西電力の平本です。

補足説明資料にて、こちらの御指摘いただきました件につきまして、説明をさせていただければと思います。

以上です。

○小野審議官 そのほかいかがでしょうか。

○池田技術研究調査官 原子力規制庁の池田と申します。

絶縁低下の資料13ページ、電気ペネトレーションのところ、伺います。

電気ペネトレーション、ここは絶縁低下ということで、絶縁低下の評価というものを中心とされていますが、電気ペネトレーションには、もう一つ重要に、バウンダリの形成のために気密性の試験をやっています。これもIEEEスタンダードで評価しているものです。で、ここに書いてありますように、ポッティング材やOリングが有機材であり、熱放射線により経年劣化を進行し気密性が低下した場合、で、この後、湿気が入って絶縁低下の話がされていますが、気密性が低下された場合、バウンダリの形成に支障が出てくるわけです。そうした場合に、ここ、先ほどの御説明では、その他事象でもありというようなお話があったんですけど、それ、その他事象であっても、ここは高経年化対策上着目すべき経年事象として扱うという考え方をするのじゃないかなと考えております。

特に、この後、IEEEスタンダード317、電気ペネトレーションの試験で、それにあって絶縁低下及び気密性の試験をやって、健全性を評価されて、説明されているわけです。どちらにしろ気密性に関してもしっかりと説明はされているんですが、で、最後のところに来ると、60年もつから絶縁低下は問題なしで、保全をしているからという話なんですけど、最後のところに来て、その気密性に関しては、だから、最初に▲、ほとんど劣化しない事象だから日常保全外。ただ、格納容器の気密性を見ているから△というような日常保全に落とし込んでいます。出どころは同じだし、劣化事象としては同じものなのに最後に来て、

なぜ○事象、高経年化対策上重要なものから外してしまうのか、そこら辺の考え方を御説明いただきたいと思います。

○関西電力（内山） 関西電力の内山でございます。

今、池田さんのおっしゃるとおり、電気ペネトレーションの気密性の低下については、事象の起因としては、絶縁低下と同じような状況、起因等から起こるものという認識はしております。ただ、絶縁低下のほうが、気密性、湿度が浸透したことにより起きる状況に比べて、バウンダリ機能維持ということが、維持が破られる状況になるというのは、気密性がCV側から反対側のCV側へのほうまで貫通する状況にならないと起きないということで、事象としては、より起きにくい状況になっている事象であると思っております。ただ、起因は同じだと思っております。

そういうことも踏まえまして、まず我々の評価書の整理として、まず原則を定めて評価書を整理してございまして、まず6事象は○事象にすると。で、想定した経年劣化等に基づいて適切な保全活動によって機能の維持を確保しているものは△事象にすると。で、試験データ等により60年運転のスケールで機器の機能維持に影響できる劣化進展がないかどうか、データで確認できているというものは▲事象にするとしております。

ただ、なお、▲事象と判断できるようなものであっても、適切な保全を実施しているものについては△にすると。そういった区分にしております、整理のお話になるんですけども、評価は重要なのでしっかりするんですけども、整理としては▲に判断できるもので点検をしっかりしているということで、△という形で評価書としては整理させていただきたいというふうに思っております。

以上です。

○池田技術研究調査官 原子力規制庁の池田です。

そのバウンダリが破れるかどうかというのは、どういうふうな試験が、今起こりにくいと言われたんですけど、極めて定性的なお話で、当然、シール材、EPゴムだと思いますけど、それが劣化すれば、それなりにダイレクトに漏れて気密性は破られるし、ましてや過酷事故において圧力があつたとき、あるいは温度が上がったときには、そこで起きにくいという言葉というのは、あまり科学的とか技術的じゃないと思うんですけど、そういうようなことを考えれば、まず起きにくいからどうこうという整理というのはないはずだと思うんです。

ただ一つ、ここでお話ししているのは、劣化は明らかだし、それならばちゃんと高経年

化上大切ということに見て、環境条件に合わせてちゃんと評価していくことが重要だと思
っているわけです。特に、電気ペネができて最初のシール材ができたときと、その後、こ
れ、電力共同研究で、2019年に過酷事故における電気ペネの状況を直近で調べられてい
ます。ということは、当初のものから環境条件が変わったことによって、長期健全性をさ
れているわけです。もし日常保全として、今回、これでオーケーとしてしまったときに、
今後、環境条件、過酷条件が変わったときにどうやって反映させるのか、そこら辺があま
りにちょっと不明確になると思います。それよりは、ちゃんと重要な対策、重要な項目と
して評価して、それで確認して、その都度環境条件があって、正確に評価できるかどうか
というのを見るのが適切なのかなと私は思っていますが、そこら辺はいかがでしょうか。

○関西電力（内山） 関西電力の内山でございます。

起こりにくいという言い方は不適切な言い方でした。失礼いたしました。起こりにくい
ということはないんですけども、絶縁低下と比較したときにおいて、CV内のほうから蒸気
は侵入してくるわけなので、温度・圧力・蒸気の影響で侵入してくるわけなんですけども、
CV内側のほうから侵入すると、まず最初には絶縁低下のほうで反応して起きてくる。その
後は、格納容器バウンダリが破られるというのは、それを抜けて反対側の蒸気の侵入がCV
外のほうまで行かないと起きないと。絶縁低下がそこまで行かなくても、内部に入ってきた
状態で起きるということで、それを比較すると起きにくいということ、決してバウン
ダリ機能維持が起きにくい事象だというふうには考えてございません。非常に重要だとい
うことは認識しておりまして、試験としてもやらなきゃいけないことですので、この電気
ペネトレーションのEQ試験の一環として、60年の劣化相当を踏まえた上で、蒸気暴露状態
で絶縁機能の確認をするとともに、気密性の低下の試験もして、確認してございます。

あと、ただ整理として、60年のスパンにおいても起きないということが確認までできて
いる。それはしなきゃいけないので、今後、SA条件とか、そういう条件が変わることがあ
れば、日常劣化の管理ではなくて、その試験でちゃんとそういう新しい条件でも気密性の
低下は起きないということは、当然確認しなきゃいけないと思っております。

それで、60年スパンにおいても全然起きないんだということが試験で確認できているの
であれば、起きない事象であって、あと、6事象じゃないということで、我々は▲と判断で
きるという形で、ただ、その▲なんだけども点検もしているので、△という形で整理した
いと思っております。整理として、△にしたいというふうを考えております。事象として
は、重要だと考えております。

以上です。

○戸ヶ崎調整官 原子力規制庁の戸ヶ崎です。

高経年化事象としてまず捉えるかということが、まず最初に重要だと思うんですけど。技術評価書等を見せていただきましたけど、大体、その絶縁低下については、有機物で、まずあるということで、それで熱的、電氣的環境要因の経年劣化が起こり得るということで、それで、それにまずエントリーして、それで、その追加的なそういう対策が必要であれば、長期施設管理方針に追加される。追加的なものがなければ、今までの日常保全で対応されるというような大体、書き方になっていると思います。

それで、先ほどもありましたように、気密性低下につきましても、その原因としては、やっぱり有機物だということがあって、それで経年劣化的な影響があるということで整理されていると思うんですけど、そういう観点であれば、まずその経年劣化としてエントリーした上で、それで先ほどの絶縁低下と同じような位置づけで、日常保全のほうで対応するという考えもあると思うんですけど。いずれにしても、そういう絶縁低下の考え方と、その気密性低下の考え方ですが、同じ有機物でありますので、それに対する経年劣化に対する考え方とか、日常保全でどういうふうに対応できるのかというのを整理していただいたほうがいいと思いますので、それについては、今後、説明を確認したいというふうに思っております。

以上です。

○関西電力（内山） 関西電力の内山でございます。

今、池田さん、戸ヶ崎さんのコメントを踏まえまして、我々ちょっと、今までの整理学として整理した経緯もありますので、それも踏まえて、今の頂いたコメントも踏まえまして、もう一度よく検討して、補足説明のほうに反映してヒアリングで報告させていただきたいと思っております。

以上です。

○戸ヶ崎調整官 原子力規制庁の戸ヶ崎です。

まず、その整理をしていただいて、我々のほうに説明していただきたいと思っておりますけど、この審査会合の場でも確認させていただきたいというふうに思っております。

○小野審議官 ほかいかがでしょうか。よろしいですか。

それでは、次に資料8-1、それから9-1について説明を始めてください。

(音切れ)

○小野審議官 規制庁ですけれども、関西電力、今説明されていますか。

○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、聞こえていますでしょうか。

○小野審議官 聞こえております。先ほど声が入っていなかったようですので、初めからお願いいたします。

○関西電力（木谷） はい。分かりました。関西電力の木谷でございます。

資料8-1、8-2、続けて説明させていただきます。

まず、8-1は、耐震安全性評価でございますが、1ページ目は目次ですので、2ページ目をお願いいたします。

耐震安全性評価の概要と基本方針です。耐震安全性評価の前段で実施しました技術評価の結果に基づき、経年劣化を考慮した耐震安全性評価を実施します。高経年化対策の審査ガイドや実施ガイドの要求事項を満たしていることを確認することを基本方針としています。3ページ目をお願いいたします。

評価対象機器は、技術評価における評価対象機器と同じですが、ここでは評価手順を説明します。まず、技術評価における代表とグループ内で耐震重要度が、この代表よりも高いものがあれば、これも併せて耐震安全性評価における代表機器として選定します。そして、耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象を抽出します。で、代表機器に対して、抽出された経年劣化事象を考慮した上、JEAG4601と耐震設計の規格等を用いて、耐震安全性評価を実施し、さらに評価結果を基に評価対象機器全体へ展開いたします。

以上の評価結果を踏まえ、保全対策に反映すべき項目の有無を確認します。4ページ目をお願いいたします。

こちらのフローは、前のページで説明しました耐震安全性評価上考慮する必要がある経年劣化事象の抽出の流れを示しています。技術評価で抽出された経年劣化事象は、(1)の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象）、(2)の着目すべき経年劣化事象ではない事象の日常劣化管理事象（△事象）、と、(3)着目すべき経年劣化事象ではない事象、日常劣化管理事象以外（▲事象）に分類しますが、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事象である(1)と(2)を対象に、その経年劣化事象が生じた場合、振動応答特性上または、構造・強度上「軽微もしくは無視」できないものを耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象として抽出し、この経年劣化事象を考慮した耐震評価を行います。5ページ目をお願いいたします。

こちらの表は、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と、高経年化技術評価書における小区分の機器構造物の組合せを整理したものです。耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象が抽出されたものを◎で示しております。6ページ目をお願いいたします。

6ページと7ページでは、前のページで◎で示した各経年劣化事象に対する耐震安全性評価手法の概要を示したものです。評価に当たりましては、技術評価の結果から運転開始後60年時点までに起こり得る劣化状態を保守的に想定することとしています。

例えば1. の低サイクル疲労については、通常運転時及び地震時の疲労累積係数の合計が許容値の1を上回らないことを確認します。2～7の劣化事象については、保守的な大きさの亀裂の想定と、あと中性子照射脆化や熱時効と材料特定の変化を伴う事象は、その材料の劣化事象による劣化状態も考慮して、地震時の亀裂安定性評価を行っております。7ページ目をお願いいたします。

こちら8～10の腐食とか摩耗につきましては、劣化に伴います断面減少による発生応力の上昇を考慮した応力評価による耐震安全性評価を行っております。

11の動的機能維持評価につきましては、地震時に動的機能が要求される弁やポンプ、ファン等について、振動と特性上、または構造・強度上、軽微もしくは無視できると言えない経年劣化事象について、劣化を考慮しても地震時に動的機能が維持できるかの評価を行います。

12の制御棒挿入性、これも動的機能維持評価の一つでございますけれども、クラスタ案内管及び制御棒被覆管が摩耗したことによる挿入抗力の影響を考慮しましても、地震時に制御棒挿入に係る時間が許容値時間以内に収まることを確認いたします。次のページをお願いいたします。

8ページ、ここでは新規制基準適合性審査において用いた評価手法の高経年化技術評価への反映内容について説明します。まず、基準地震動については、設計と同じく基準地震動 $S_s-1\sim 19$ 、同じものを用いてございます。ほか、弁の動的機能維持評価における1.2ZPAの考慮や、水平2方向地震を考慮した場合の代表設備の影響評価等、工事計画認可で適用した耐震評価手法を高経年化技術評価にも反映してございます。

あと、耐津波評価対象設備や常設重大事故等対処設備は、基準地震動 S_s にて評価を行っております。また、技術評価で重大事故の環境を考慮して評価を実施したものは、耐震評価においても同じく考慮をいたします。9ページ目をお願いいたします。

こちら評価用地震力については表のとおりでございまして、設計と同様、評価対象設備の耐震重要度分類区分がS・B・Cクラスに応じた地震力に応じて評価を行ってまいります。10ページ目をお願いいたします。

こちらは評価用地震動でございまして、こちら設計と同じくSs-1～19を用いてございます。Ss-1は応答スペクトルに基づく模擬地震波、Ss-2～17は断層モデルを用いて設定した地震波、Ss-18と19は震源を特定せず観測波から設定した地震波となっております。11ページ目をお願いいたします。

本審査会合では、評価結果について代表例で御説明させていただきますが、11、12ページでは、その代表の選定理由と、その選定した結果を示してございます。耐震評価を行う劣化事象の種類ごとに、基本一つずつ選んでおりますけれども、評価対象機器が一つしかないものは、これを選んでおります。複数あるものは、応力比が厳しいようなものを代表としてございます。11、12は、その前提の内容になってございます。13ページ目をお願いいたします。

ここから、先ほど選びました代表機器の耐震評価結果を御説明いたします。1ページごとに評価機器部位、評価の概要、評価結果について一つずつ説明してまいります。

まず、13ページ目は、原子炉格納容器の余熱除去冷却器出口配管の固定式継手貫通部を疲労累積係数による疲労評価を行っている機器の代表として選定しています。

耐震安全評価では、運転開始後60年時点における推定過渡回数を考慮して算出した疲労累積係数と地震時の疲労累積係数を足し合わせ、これでも許容値1以下となることを確認してございます。結果は、許容値を満足しており、耐震安全性上問題はありません。次のページをお願いいたします。

こちらは余熱除去系統配管のアンカーサポートの各溶接部は、前のページで説明した疲労累積係数ではなくて応力評価にて疲労評価を行っていますね。こちらについても説明します。

耐震安全性評価では、地震時にサポートの溶接部3か所について、一次応力及び一次＋二次応力が許容応力を上回らないことを評価してございます。結果、許容値を満足しており、耐震安全上問題はありません。なお、この表の*3に記載してありますとおり、②のパッドとラグの一次応力の許容値ですが、申請済みの高経年化技術評価書の記載に誤記がございましたので、209MPaから201MPaに訂正して、併せて応力比も0.61から0.63に補正する予定にしております。15ページ目をお願いいたします。

こちらは高サイクル熱疲労が想定される余熱除去配管の高温水と低温水の合流する部分に対しまして、1gpmの貫通亀裂を想定した耐震安全性評価を行っております。耐震安全性評価結果に示すとおり、地震時の発生応力は亀裂安定限界応力を上回ることはなく、耐震安全上問題はございません。16ページ目をお願いいたします。

こちらは原子炉容器の炉心領域に想定される中性子照射脆化に対して、運転開始後60年時点の破壊靱性値 K_{Ic} と、保守的な想定亀裂に対する応力拡大係数 K_I を比較した耐震安全性評価になります。応力拡大係数 K_I は、技術評価で評価された加圧熱衝撃で生じる荷重分に、地震による荷重分を上乗せして評価を行っておりまして、右のグラフに示すとおり、応力拡大計数 K_I は破壊靱性値 K_{Ic} を上回ることなく、耐震安全上問題はございません。17ページ目をお願いいたします。

こちらは1次冷却材管のホットレグ直管部に想定される熱時効に対して、熱時効が十分進んだ状態の亀裂進展抵抗 (J_{mat}) と運転開始後60年時点で想定される保守的なサイズの亀裂に生じる地震時の亀裂進展力 (J_{app}) を比較した結果になってございます。 J_{mat} と J_{app} の高低において、 J_{mat} の傾きが J_{app} の傾きを上回っておりまして、亀裂進展が止まることから、耐震安全上問題はございません。18ページ目をお願いいたします。

こちらは炉心そうに想定される中性子照射による靱性低下に対して、中性子照射を考慮したステンレス鋼の破壊靱性値 K_{Ic} に対し、保守的な想定亀裂に生じる地震時の応力拡大係数 K が小さいことを確認してございます。したがって、耐震安全上問題ありません。19ページ目をお願いいたします。

こちらは原子炉容器サポートのサポートリブに想定される中性子及びγ線照射による脆化に対して、脆化を考慮した材料の破壊靱性値 K_{IR} に対し、想定亀裂に生じる地震時の応力拡大係数 K_I が小さいことを確認してございます。したがって、耐震安全上問題はございません。次のページをお願いいたします。

こちらは廃液蒸発装置の蒸発器胴板内面に想定される応力腐食割れに対し、保守的に想定した胴の半周に及ぶ貫通亀裂に生じる地震時の発生応力が亀裂安定限界応力を超えないことを確認してございます。したがって、これも耐震安全上問題はございません。21ページ目をお願いいたします。

こちらは蒸気発生器の支持脚（ヒンジ部）の摩耗に対して、運転開始後60年時点で想定される摩耗量による減肉を考慮して地震時の発生応力を算出し、許容応力を上回らないことを確認しています。したがって、耐震安全上問題ございません。22ページ目をお願い

いします。

こちらは、主蒸気系統配管の流れ加速型腐食に対する評価です。エルボ部や分岐部等の減肉想定部位を必要最小肉厚まで一様減肉したと想定し、地震時の発生応力を算出し、許容応力を上回らないことを確認してございます。記載していますとおり、Ss地震時の一次+二次応力が許容応力を超えてはおりますけれども、JEAG4601の規定に従いまして疲労評価を実施した結果、疲労累積係数は1を超えないことを確認しております。したがって、耐震安全上の問題はございません。23ページ目をお願いいたします。

こちらは原子炉補機冷却水冷却器の伝熱管の流れ加速型腐食に対する評価です。伝熱管が施栓基準まで減肉したと想定し、地震時の発生応力を算出して許容応力を上回らないことを確認しています。したがって、耐震安全上問題はございません。24ページをお願いいたします。

こちらは、燃料油貯蔵タンクの基礎ボルトの全面腐食に対する評価です。60年時点の減肉を想定し、地震時にボルトに生じる応力を算出し、引張、せん断とも許容応力を上回らないことを確認しています。したがって、耐震安全上問題はございません。次のページをお願いいたします。

こちらは動的機能維持の評価になりますが、主蒸気逃がし弁の動的機能に対する評価です。弁自身に想定される経年劣化事象ではありませんけれども、弁が接続する主蒸気配管系の流れ加速型腐食を想定しても、地震時の弁駆動部の応答加速度が機能確認済加速度または動作確認済加速度を上回らないことを確認してございます。したがって、耐震安全上の問題はございません。

次のページですが、26ページ。こちらも動的機能維持の評価の一つで、摩耗に対する制御棒挿入性の評価でございます。具体的には、制御棒クラスタ案内管と制御棒被覆管に、管理値までの摩耗による応力評価を考慮しましても、地震時に制御棒が規定時間内に挿入できるかを評価してございまして、評価の結果、挿入にかかる時間は規定時間を上回ることはなく、耐震安全上問題はございません。27ページをお願いいたします。

こちらは、8ページ目で説明しました水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価をやっていると言いましたけれども、ここで代表で実施している流れ加速型腐食を考慮した主蒸気系統配管と、ヒンジ摺動部の摩耗を考慮した蒸気発生器支持脚に対する影響評価の結果でございます。水平1方向の結果は、22ページ、21ページで説明しましたが、ここでは水平2方向、水平地震を2方向に考慮しても、双方とも許容値を超えること

がなく、耐震安全上問題はございません。次のページをお願いします。

以上の結果、現状保全内容は技術評価の結果のとおりですが、総合評価として、次のページから説明しますとおり、高経年化対策審査ガイドほか、実施ガイドの要求事項を満足してございますので、耐震安全性評価を実施した結果から、現状保全に新たに追加すべき事項は抽出されませんでした。29ページをお願いします。

29、30ページは、先ほどの各ガイドの耐震安全評価に対する要求事項に、それぞれ満足していることを確認しているというのを説明してございます。31ページ目をお願いします。

結論ですけれども、耐震安全性評価を行った結果、長期施設管理方針として、耐震の観点から追加すべき事項はありませんでした。

最後に32ページ目の別紙をお願いいたします。こちらはちょっと、14ページで余熱除去冷却系統配管のアンカーサポートの一部許容値の補正の予定を御説明いたしましたけれども、ここでは、その他補正要点を、2点について説明します。

1点目、左側は、配管の流れ加速型腐食に対する評価のうち、主蒸気系統配管及び主給水系統配管について、現状、耐震重要度の高いSクラス配管の結果を代表として記載していましたが、Cクラス配管の範囲の結果も併記することとする予定です。

2点目は右側ですが、これはケミカルアンカの腐食に対する評価でございまして、やっぱり津波監視カメラの海水ポンプ室に使用されているボルトの呼び径が、ここに載っていないM36のサイズだということが判明しましたので、M36のここに書いてある右側の黒い枠に囲んだ箇所、こちらを追記する予定にしております。

以上が、耐震安全性評価の説明になります。

続きまして、資料9-1、耐津波安全性評価について説明いたします。

1ページ目は目次ですので、飛ばします。

2ページ目、こちらは概要と基本方針ですが、こちらは耐震安全性評価と同様でございますので、3ページ目をお願いいたします。

3ページ目に評価対象設備を書いていますけれども、津波による浸水高、または波力等による影響を受けると考えられる津波防護施設、津波防止設備、津波監視設備等が対象になってございます。それぞれ図に示すとおり配置されてございます。4ページ目をお願いいたします。

こちらのフローは、基本、耐震安全性評価と同じ流れでございますが、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事象を対象に、その経年劣化事象

が生じた場合、構造・強度上および止水性上「軽微もしくは無視」できない事象を耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出して、経年劣化事象を考慮した耐津波安全性評価を実施することとしています。

耐津波安全性評価を実施することとなった場合の津波の高さは、上昇側、下降側は、下の表に書いてあるとおりの高さになってございます。5ページ目をお願いいたします。

この表は、評価対象の一覧でございますが、右側に対象外としている三つの計測制御設備については、設置値が設計用の津波入力高さより高いことや、潮位計（防護壁）については、ほかの設備で機能補完もできることから、評価対象外としています。これは、本日、資料1-1で説明したとおりでございます。6ページ目をお願いいたします。

こちらは、技術評価で○事象、すなわち高経年化対策上着目すべき経年劣化事象とされている経年劣化事象が、コンクリート構造物の中性化による強度低下と塩分浸透による強度低下のみが該当しますが、いずれも60年時点の中性化深さが、鉄筋が腐食し始める中性化深さより浅いということ。それと、60年時点の鉄筋腐食減量が、かぶりコンクリートにひび割れが生じるとされる鉄筋腐食減量より少ないということと評価されておりますので、現在発生しておらず、今後発生の可能性がない、または小さい事象であると評価してございます。7ページ目をお願いいたします。

したがって、コンクリート構造物に関しまして、◎の事象、すなわち耐津波安全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。8ページ目をお願いいたします。

こちらは鉄骨構造物と計測制御設備の基礎ボルトになりますけれども、まず炭素鋼である止水壁の鉄骨部は目視検査で健全性確認を実施しており、耐津波安全性への影響は軽微と評価してございます。

また、浸水防止蓋と潮位計の基礎ボルトはステンレス鋼であるため、腐食は想定されません。9ページ目をお願いいたします。

以上より、コンクリート構造物及び鉄骨構造物に実施すべき耐津波安全性評価項目はありませんでしたので、技術評価にて検討された保全対策に、耐津波安全性の観点から追加すべきものはございません。10ページをお願いいたします。

ここからまとめになりますけれども、10、11ページに示しますとおり、各ガイドの耐津波安全性評価に対する要求事項に対して、想定される経年劣化事象を抽出した結果、評価対象がないことを確認してございます。

11、12で、最後12ページをお願いします。結論としまして、耐津波評価の観点から、長期施設管理方針として作成する事項は、抽出されませんでした。

ということで、以上で説明を終わります。

○小野審議官 それでは、ただいまの説明について質疑を行いたいと思います。御質問、御意見ございますでしょうか。

○日高主任技術研究調査官 原子力規制庁の日高です。

質問は2点ございます。耐震安全性評価のスライド15をお願いします。このスライドに高経年化技術評価における耐震安全性評価におきましては、表に記載される設置変更許可に設定される基準地震動を用いて評価を実施している説明がなされました。

一方で、今年4月、標準応答スペクトルが改正されましたが、この標準応答スペクトルへの対応を、その高経年化技術評価においてどのように対応しているのか説明してください。

○関西電力（木谷） 関西電力の木谷でございます。

おっしゃいましたとおり、今年の5月に、原子力規制委員会殿に弊社大飯サイトを含めて3サイトの標準応答スペクトルが既存のSs-1に包絡されるので、基準地震動の変更が不要の旨、報告させていただいています。したがって、この本耐震安全性評価で用いているSs-1も変更はないと判断してございます。

以上でございます。

○日高主任技術研究調査官 原子力規制庁、日高です。

了解いたしました。一応、その標準応答スペクトルについての記載がどこにもございませんので、補足説明資料においてスペクトルの比較図等も含めて、記載の充実を図っていただけますでしょうか。

○関西電力（木谷） 関西電力の木谷でございます。

そうしましたら、補足説明資料の13ページのところにSs-1の説明がございますので、さらに注記で書き加えて、あとは御要望のありましたスペクトルの比較も分かるようにしたいと思います。

以上です。

○日高主任技術研究調査官 原子力規制庁、日高です。

了解いたしました。

2点目ですが、耐震安全性評価のスライド25ページをお願いします。このスライド25ページに、動的機能維持に係る耐震安全性評価において、主蒸気逃がし安全弁の水平の機能確

認済加速度を応答加速度評価していることが記載されております。その応答加速度の注記に当たって、詳細評価を実施している、詳細評価により動作確認済加速度を満足していると記載されていますが、この詳細評価において、もう少し丁寧に説明してください。

○関西電力（木谷） 関西電力の木谷でございます。

こちらは、詳細評価と申しますのは、動作確認済加速度というのが9.8Gまで、この図で言いますと駆動部だけの動作確認済加速度として9.8Gというのが確認されてございます。そういうことで、駆動部につながるような、図で言うヨークとか、ボンネットですね。こちらの強度評価を行いまして、強度が持つということを確認した上で、その駆動部のみの動作確認済加速度9.8Gと比較して、それで問題がないということの評価しているものでございます。

以上です。

○日高主任技術研究調査官 原子力規制庁、日高です。

了解いたしました。各部位において、構造強度評価を実施しているということを確認していることを理解しました。で、補足説明資料において、これは水平2方向の話も展開されていますので、そちらも同じような詳細評価についての記載の充実を図っていただけますでしょうか。

○関西電力（木谷） 関西電力の木谷でございます。

ちょっと現状の補足説明資料では、強度評価の部分が説明しきれてございませんので、そのあたりをちょっと補強したいと思います。

○日高主任技術研究調査官 規制庁、日高です。

了解しました。

○鈴木技術参与 規制庁、鈴木です。

耐震のスライド32ページについて質問いたします。この32ページの2項のほうに、後打ちアンカの腐食に関する耐震安全性評価という表が記載されております。この表は、補足説明の別紙の14にも同様に記載されていますが、この表が出てきた理由として、津波監視カメラのM36の呼び径に対する評価との関係を示唆しているわけなんですけど、別紙14を見ますと、ここで評価に使われている条件が、ちょっと整合していないというふうに見て取れます。

具体的に申しますと、当方のこれまでの先行プラントでの知見によれば、この32ページのスライドにある表というのは、基準地震動 S_s による地震力に対する、いわゆる許容応力

状態Ⅳ_ASの許容応力を使った応力比が、この表には右端に記載されているというふうに思っています。

一方、別紙14に具体的に出ている津波監視カメラにつきましては、工事計画認可のほうと同様に、許容応力状態Ⅲ_AS、基準地震動S_sによる地震力も含めた条件の中で、許容応力状態Ⅲ_AS相当の許容応力を使っています。したがって、この双方において、許容応力の使い方がちょっと食い違っているということがありますので、ここに何の前提条件も書いていないために、これだけ見ますとちょっと疑問が生じるというふうに思っていますので、その辺についての説明を追加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

おっしゃるとおりですが、32ページの後打ちアンカ、M36の減肉後の応力比というのは、許容応力をⅣ_ASの許容応力と発生応力の比を取ってございます。で、今回、御指摘のあった津波監視カメラの工認の許容値ですが、こちらは、より厳しくⅢ_ASの許容値を採用して設計しています。これは、多分S_s地震後も正確に監視を継続できるよう厳しめにⅢ_ASの許容値を採用しています。したがって、ここに先ほどありました補足説明資料の14-18ページに書いています許容値というのは、おっしゃいますとおり、Ⅲ_ASの厳しめの許容値になっていますので、こちらのほうに、例えば許容値Ⅳ_ASと比較した場合は、応力比はこうなりますといったような感じで、別紙14の19ページのケミカルアンカの評価結果一覧のところとちょっと条件が違っているといったところを補強させていただきたいと思えます。

以上です。

○鈴木技術参与 発生応力についても、屋内の設備のケミカルアンカの場合ですと、純粋な地震力だけというふうに考えればいいんですが、この屋外にある津波監視カメラの場合ですと、地震力以外にも自重とか風荷重とかという発生応力の評価条件が記載されております。したがって、この先ほど二つの表を見比べますと、許容応力状態だけじゃなくて、発生応力のほうの扱いについても、ちょっと違いがありますので、そこも混乱しないように、追記していただきたいなと思えます。

以上です。

○関西電力（木谷） 関西電力の木谷でございます。

補足説明資料の14-17の右のフローの右側のほうに、風荷重とか書いてございますけども、この辺、もうちょっと分かるような形で説明を加えさせていただきたいと思えます。

以上です。

○鈴木技術参与 ちょっとくどいようですが、申し上げたいのは、この現状の評価書にも書いてあるこのケミカルアンカの評価結果というM10～M36を、単にM36を追加しただけですと、そこでも津波監視カメラ、同じ36ですけども屋内にあるか屋外にあるかななどの条件が違うだけで、もう、許容応力とか発生応力の扱いが違ってきますので、そこも誤解、混乱しないように、記載の充実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。

拝承いたしました。

○小野審議官 ほかいかがでしょうか。よろしいですか。

関西電力から何かございますか

○関西電力（近藤） 関西電力の近藤でございます。

本日、補足説明資料の充実や、一部、特に絶縁低下のところコメントを頂戴いたしました。なるべく早く当社のほうで準備をいたしますので、御対応のほうをよろしく願いいたします。

以上でございます。

○小野審議官 こちらもよろしいでしょうか。

それでは、以上をもちまして、会合のほうを終了したいと思います。

今後の会合につきましては、時期は未定でございますが、必要に応じまして会合を開催していきたいと考えてございます。

以上です。失礼します。