

原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合

第10回

議事録

日時：平成27年10月5日(月) 10:01～16:22

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

山田 知穂 審議官

原子力規制部 安全規制管理官(PWR担当)付

坂内 俊洋 安全規制調整官

関 雅之 安全規制管理官補佐

中野 光行 安全審査官

技術基盤グループ 安全技術管理官(地震・津波担当)付

川内 英史 首席技術研究調査官

野村 進吾 技術研究調査官

鈴木 謙一 技術参与

技術基盤グループ 安全技術管理官(システム安全担当)付

大高 正廣 上席技術研究調査官

中野 眞木郎 主任技術研究調査官

池田 雅昭 主任技術研究調査官

坂本 博司 主任技術研究調査官

中村 均 主任技術研究調査官

小嶋 正義 主任技術研究調査官

荒井 健作 技術研究調査官

皆川 武史 技術研究調査官

船田 立夫 技術参与

関西電力株式会社

南 安彦	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	チーフマネジャー
高井 秀之	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	マネジャー
村木 省吾	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	マネジャー
北川 高史	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
金島 慶在	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	リーダー
三山 彰一	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	リーダー
木谷 博	原子力事業本部		リーダー	
北村 嘉英	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	リーダー
北条 隆志	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	リーダー
宮崎 信樹	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
山口 善弘	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
辻 峰史	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	担当
渡辺孝治郎	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	担当
林 耕平	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	担当
木村 圭佑	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	担当
河本 正太	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	担当
中崎 亮	原子力事業本部	原子力技術部門	高経年対策グループ	担当

九州電力株式会社

林田 道生	発電本部（原子力管理）部長
中牟田 康	発電本部 副部長
重久 哲郎	発電本部 原子力経年対策グループ 課長
石井 朝行	発電本部 原子力経年対策グループ 副長
若松 雅史	発電本部 原子力経年対策グループ 担当
新立 将伸	発電本部 原子力経年対策グループ 担当
山下 靖幸	発電本部 原子力経年対策グループ 担当
平佐 幸男	技術本部 調査・計画グループ 課長

藤岡 雄太 技術本部 調査・計画グループ 担当

議事

山田審議官 それでは、定刻になりましたので、ただいまから、第10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開催いたします。

まず、本日の会合の進め方等について、事務局から説明をお願いします。

坂内調整官 安全規制調整官の坂内でございます。

本日は、高浜3、4号機と川内2号機についての審査を進めていきます。

前半は、高浜3、4号機について関西電力さんのほうから御説明いただいて質疑をします。後半は、入れかわっていただいて、九州電力さんのほうから川内2号機について説明をいただくというふうに進めたいと考えております。

それで、本日の配付資料ですけれども、大きく二つといたしますか、高浜3、4号機用として資料1-1と1-2ということでございます。

それと、あと川内2号機用として、資料2-1から2-8まで8部ございます。過不足等ございましたらお申しつけください。

以上でございます。

山田審議官 それでは、議事に入りたいと思います。

まず初めに、議題1、高浜3、4号炉の高経年化技術評価について、工事計画により追加した技術評価の結果について説明をお願いします。

関西電力（南） 関西電力の南です。

本日は、高浜3号炉及び4号炉の高経年化技術評価につきまして、新規制基準の適合に係ります工事計画、この内容を踏まえて追加評価を行いました内容について、御説明いたします。

それから、もう1点、耐震・耐津波安全性評価、この内容について御説明をさせていただきます。御審査のほうよろしくお願いいたします。

それでは、早速ですけれども、資料1-1から、弊社、関西電力、林のほうから説明させていただきます。

関西電力（林） 関西電力の林でございます。

それでは、資料1-1に基づき御説明させていただきます。表紙をおめくり、次のページをお願いいたします。

1ページ目、目次でございます。

次のページ、お願いいたします。まず初めに、本資料の位置づけについて説明をさせていただきます。

高浜3号炉、4号炉につきましては、平成26年に運転を前提とした高経年化技術評価を行い、技術評価結果に基づき長期保守管理方針を定め、保安規定の変更認可申請を行っております。

高経年化技術評価については、工事計画認可申請の内容を踏まえ評価を行う必要がありますが、当初の申請では、平成25年7月に申請されておりました工事計画などを踏まえた評価を行っておりました。

その後も工事計画については何度か補正がなされた上で、高浜3号炉については本年8月4日に認可され、4号についても高浜3号の内容を踏まえた補正申請がなされている状況でございます。

これらの状況を踏まえ、高経年化技術評価に反映が必要な事項というものを、工事計画認可申請書から抽出し、評価の見直しを行った上で、今月2日に保安規定の変更認可の補正申請を行っております。

本資料では、補正申請を行いました高経年化技術評価書について、どのような追加評価を行ったのか説明させていただくものでございます。

結論としましては、下段に示しました表のとおり、設備の追加と評価方法の追加変更、二つの観点で追加評価するものがあると考えております。

それでは、まず設備の追加の考え方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。

こちらのフローは、工事計画認可申請書に記載のある設備から、どのようなものを高経年化技術評価に追加反映するのかの考え方を示したものでございます。

まず、スタートとなる についてですが、こちらは工事計画認可申請書本文にある設備。具体的には、要目表、基本設計方針に記載のある設備を対象として選定しております。

ここからフローの 以下で、高経年化技術評価書に追加反映すべき設備の抽出、選定を行っているものでございます。

まず では、常設設備であるものを抽出しております。これは長期間の使用を考慮する高経年化技術評価の趣旨としていることを踏まえ、可搬設備のような取り替えが容易なものなどについては対象から外していくという考えでございます。

次に で、PLM審査対象となっていない設備を抽出しております。これは既に高経年化技術評価書で審査の対象となっているもの、これらにつきましては追加評価という観点から外しているものでございます。

なお、 までで抽出されたものにつきましては、全てが追加評価対象としてございません。

残る 、 のフローでございますが、こちらでは までで抽出された設備について、高経年化対策実施ガイドを踏まえ、審査をいただく対象とするか、自主的な評価を行うかの分類を行っているものでございます。

まず、 で常設重大事故等対象設備を選定し、 で、安全重要度分類指針に定めますクラス1、2、クラス3の高温・高圧に相当すると考えられる機器を選定しております。

ここで対象外となったものにつきましても、 で耐津波安全性評価に必要な設備かどうかという観点で、さらに抽出を行うこととしております。

これら以外につきましては、自主評価の対象設備として整理してございます。

それでは次に、こちらのフローで審査対象となった設備の整理結果について説明させていただきます。次のページ、お願いいたします。

こちらは、さきのフローに基づき工事計画を踏まえ、新たに審査対象として抽出されました主要な設備を記載させているものでございます。

なお、右下注釈で示しているとおり、一部共用設備がありますが、高浜3号炉で評価しているもの、4号炉で評価しているものがございます。これらは工事計画認可申請における整理に合わせた整理としております。

それでは次に、これらをどのように評価したのか、次のページ以降で説明させていただきます。次のページ、お願いいたします。

5ページでは、先ほど例示した設備の評価概要を説明させていただいているものです。さまざまな設備がございしますが、前頁で抽出された機器・構造物については、基本的にこれまでの高経年化技術評価で評価している機器・構造物の評価に包絡されることを確認してございます。

次に、具体的にどのような評価を行っているのか、幾つか例示して説明させていただきます。

まず、高圧コネクタ接続について説明させていただきます。次のページ、お願いいたします。

こちらは空冷式非常用発電装置の接続板などで使用されている高圧コネクタ接続について、評価内容を抜粋して記載したものでございます。

高圧コネクタ接続については、右の図にありますような構造となっており、端子をソケットにはめ合わせて通電させているものでございます。

ここで重要となりますのが、外部との絶縁を保つ絶縁物の絶縁性でございます。

当該設備につきましては、事故時雰囲気内で機能要求がありませんので、急激な性能の低下は想定されませんが、60年間の長期健全性確認の試験を行っておらず、絶縁低下の可能性は否定できません。

しかしながら、現状保全として定期的な絶縁抵抗測定を行い、許容値以上であることの確認を行うこととしております。

絶縁低下に対しては、当該の保全が適切である判断しており、これからも定期的に絶縁抵抗測定を実施していくことで健全性を担保できると判断してございます。

次のページをお願いいたします。こちらは空冷式非常用発電装置の燃料油サービスタンクについて、評価内容を抜粋して記載したものでございます。

当該タンクについては、右の図にありますような構造となっており、ステンレス製の屋内たて置角形のタンクでございます。

こちらの設備については、内部流体である燃料油があり、マンホール用ボルトについては、油の漏えいによる環境悪化により腐食することを想定いたしました。

しかしながら、保全時には締付管理を行っており、漏えい防止を図っているため、そのような環境になるとは考えられず、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。

次のページをお願いいたします。最後に、静的触媒式水素再結合装置について説明させていただきます。

こちらはステンレス母材と白金系金属からなる触媒プレートにより、環境中の水素を酸素と結合させ、事故時に発生する格納容器内の水素濃度を低減させる装置でございます。

当該設備については、右の図にありますような構造となっており、常時、原子炉格納容器内の空気と接触しておりますので、表面の汚れなどにより、水素再結合反応機能が低下することを想定いたしました。

しかしながら、現状保全としまして、機能検査や外観検査を行うこととしており、機能低下が発生しないよう管理を行うことから、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。

以上が、工事計画を踏まえて追加した設備の評価例でございます。

次のページ、お願いいたします。ここでは工事計画を踏まえ、高経年化技術評価の評価方法に追加などをすべき事項の抽出方法について説明させていただきます。

大きく分けて、設備の純粋な評価という観点、ここでは技術評価と記載させていただいておりますものと耐震上の観点、ここでは耐震安全性評価と記載させていただいているものの二つの評価方法について抽出しております。左のフローを御確認ください。

こちらはこれまでの全ての高経年化技術評価の方法から、工認を踏まえた評価が必要となる事項を、フローにより抽出していくものでございます。

まず、では、高経年化技術評価において、主要な劣化事象となる6事象、こちらは高経年化対策実施ガイドに記載の低サイクル疲労や中性子照射脆化などといった事象に係る評価方法を抽出しております。

これは6事象以外につきましては、日常的な保全活動により健全性が確認できるものでございますので、それらは対象外としております。

次に、で抽出された評価方法の中から、技術評価方法に関する変更等があるかどうかという点で、工事計画の中で技術評価方法に影響を与えるような変更があるものについて抽出しております。

ここで抽出されたの評価方法につきましては、技術評価に反映を行っております。

次に、とでございますが、今申しました、で対象外となったものを含めて、耐震安全性上考慮する必要があるのかということで選別するフローでございます。

まず、で、耐震安全性上考慮の必要がある劣化事象の抽出を行ってございます。

さらに、で、工事計画認可の中で耐震安全性の評価方法に変更があるものを抽出し、耐震安全性評価の追加対象としているものでございます。

以上の考え方を踏まえて抽出した結果について、次のページから説明させていただきます。

なお、耐震安全性評価・耐津波安全性評価につきましては、本日説明させていただきます資料1-2において、詳細に説明させていただきますので、本資料での説明は割愛させていただきます。

次のページ、お願いいたします。こちらの表、中ほどにあります評価方法の抽出フローと記載しております列が、先ほどのフローを踏まえて抽出した追加評価方法となっております。

ざいます。

また、先ほどのフローは、既存の高経年化技術評価の方法について、工認を踏まえた反映が必要な事項を抽出したものとなりますが、それらだけでなく、既存の評価にないもの、例えば耐津波の観点での評価など、全く新しいものについても工事計画を読み込み、高経年化技術評価に追加すべきものがないか確認し、追加すべき新たな評価として項目を抽出しております。

以降で、もう少し具体的にどのような評価を行ったのか、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。

こちらでは、先ほどの抽出結果を踏まえ、本会合にて御説明させていただくものの具体例を挙げてございます。

機器の重要度、重大事故時という厳しい評価条件が追加されていることを考慮し、ここでは、下記に示しますような機器構造物に対する四つの評価内容について説明することといたします。

次のページ、お願いいたします。こちらでは原子炉容器について、重大事故等時の環境を踏まえた評価について記載させていただいております。

中性子照射脆化に対する加圧熱衝撃評価の詳細は、昨年7月の審査会合にて説明させていただいておりますが、そのときの評価から、重大事故等時の過渡変化に応じた応力拡大係数K 曲線を追加した上で、設備の健全性を確認するものでございます。

右の図、上段は高浜3号炉、下段は高浜4号炉のものでございますが、運転開始後60年時点においても、脆性破壊に対する抵抗値を示す K_0 曲線、これは図の左側にある2本の曲線のうち、右側のものでございます。これが事故時の過渡変化に応じた応力拡大係数K 曲線、これは図の下方の曲線群でございます、を常に上回っているということがわかります。

なお、具体的に考慮しました重大事故等の条件につきましては、K 曲線のうち太線となっている曲線として追加してございます。

これにより重大事故等時においても、原子炉容器の脆性破壊は起こらないことを確認してございます。

次のページ、お願いいたします。次に、電気ペネトレーションについて説明させていただきます。

なお、電気ペネトレーションとは、原子炉格納容器内外を貫通している電線貫通部の

ことで、左の図に示しますような構造の設備でございます。

原子炉格納容器の中は、重大事故により高温・高放射線の環境となり、電気ペネトレーションのような電気計装品につきましては、その絶縁性能の劣化が著しく進展することが考えられます。そのため電気ペネトレーションに関しては、右にありますフローに従い、長期健全性試験を実施し、60年間の経年劣化及び事故時の厳しい環境を踏まえて、健全性が維持できるかどうかの長期健全性試験を実施してございます。

次に、具体的な試験条件を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。

こちらの中ほどにあります表が、長期健全性試験の試験条件及びその条件の妥当性を記載したものでございます。表の上三つの行は、主として60年間の劣化を模擬した条件でございます。一番下の行は、重大事故等時の雰囲気を模擬したものでございます。表の右には、その試験条件の妥当性を示してございます。

これらの試験の後、ページの下方表に示しますとおり、電気ペネトレーションの絶縁抵抗測定を行い、絶縁性能を維持でき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。次に示します例は、原子炉格納容器内で使われているケーブルにおける健全性確認の例でございます。

こちらも基本的には先ほどの電気ペネトレーションと同様、長期健全性試験を行い、60年間の劣化と事故時雰囲気における環境悪化を模擬した試験を行い、健全性を確認してございます。

試験手順はページ左のとおりで、試験条件は右中ほどの表のとおりとなっております。

こちらにつきましても劣化試験の後、ページ右下にありますような屈曲浸水耐電圧試験というものをを行い、健全性が維持できることを確認してございます。

次のページ、お願いいたします。最後に、コンクリート構造物についての評価を説明させていただきます。

こちらにつきましては、工事計画を踏まえて、これまで高経年化技術評価で考慮していなかった、耐火性能に対する劣化評価を追加してございます。

コンクリート構造物は断面の厚さにより耐火能力を確保する設計としておりますことから、経年によるコンクリート構造物の断面の厚さの減少について検討を行いました。

しかしながら、経年によりコンクリート断面厚さの減少というものは考えられず、高経年化対策上、着目すべき経年劣化事象にはならないと判断いたしました。

以上が、工事計画を踏まえ追加した評価の例でございます。

これらの補正した結果を踏まえまして、高経年化対策上、今後実施すべき保全策というものを示させていただきます。次のページ、お願いいたします。

高浜発電所3号炉、4号炉に関しましては、現在30年を経過しているものでございますが、30年以降、10年間に実施すべき保全策につきましては、長期保守管理方針として取りまとめさせていただきます。

表の 1～4までは、当初申請時に作成させていただいた事項となり、これまでの審査会合などでも御説明させていただきました内容となっております。

今回の補正を踏まえ追加したものが、 5でございます。先ほど例にて御説明させていただきましたとおり、工事計画を踏まえた機器の健全性評価の結果では、現状保全の継続などにより、長期的な運転を考慮しても問題となることはないと判断しております。

当該保守管理方針については、耐震安全性評価を踏まえたものでございます。詳細につきましては、この後に控えております資料1 - 2において説明させていただきますので、本資料での説明は割愛させていただきます。

次のページをお願いいたします。まとめといたしまして、工事計画において追加された設備及び評価方法等を踏まえた評価を行った結果、現状保全を継続することにより、安全に運転を継続することが可能であるという見通しを得ることができました。

また、これまでの評価内容を踏まえまして、高経年化への対応のため必要となる追加保全項目につきましては、長期保守管理方針として取りまとめ、保安規定に定めた上で、今後計画的に実施してまいります。

以上、説明を終わらせていただきます。

山田審議官 それでは、質問・コメントありましたら、お願いします。

坂内調整官 3点ほどございまして、まず1点目は、コメントといたしますか、お願いなんですけども、今般御説明いただいた内容というのは、先日提出いただきました補正申請に基づく、3、4号機の工事計画の補正申請を踏まえた内容になっていると思いますけども、3号機については既に工事計画は認可されておりますので、確定されたものをベースとしているということで、そちらはよろしいと思うのですけれども、4号機については、まだ審査の途上ということで、今後その確定されて以降、改めて変更点なりございましたら、こういった場で説明いただく機会を設けたいと思いますので、よろしく御対応をお願いします。

2点目なんですけど、いきなりちょっとだんだん細かくなってきますけども、4ページ目で

追加機器が列挙されておりまして、5ページ目のほうに行くと、それぞれPAR以外は、これまでの評価結果に包絡されるとあるんですけども、確認ですけども、これはそれぞれ今回追加された設備というのは、これまでの評価のそれぞれの代表機器で、より厳しいものが抽出されているために、今回その工事計画を踏まえて、新たに追加された機器については、そちらのより厳しい既存機器のほうの評価において劣化評価は包絡されると、そういう意味と捉えてよろしいかどうかという確認が2点目でございます。

3点目でございますけれども、これもちょっと感覚的な話になってしまうかもしれませんが、12ページ、ちょっと今さら的な質問になってしまうかもしれませんが、PTS評価で、これ3、4号機が並んで、改めて拝見させていただいたんですけども、感覚的ですが、3号機と4号機だと、4号機のほうがより近づいて見える形にちょっとなっているんですけども、これは当然交わっていないので、いずれも問題ないということなんですけれども、こう並べてみると、4号機のほうがより厳しいような感覚を受けるんですけども、これ特段その事情はあるんでしょうか。それとも、単なるスケールリング上、あるいは、その作図上の問題なんでしょうか。その点、3点について、ちょっと御説明いただければと思います。

以上です。

関西電力（南） 関西電力の南です。

1点目について、今お話ございましたように、4号機につきましては、まだ工事計画の認可がされておりませんので、その認可がされてからの対応ということにつきましては、今お話ありましたとおり、対応してまいりたいと思います。承知いたしました。

関西電力（林） 関西電力の林でございます。

2点目の御指摘に関しましては、この5ページにありますとおり、さまざまな設備が追加されておりますが、そのほとんどにつきましては、他の代表機器で包絡される結果となっております。

一部機器に関しましては、新たに代表機器となって追加になったものがございますけれども、その評価書の中では代表機器になったものの、その類似するような劣化事象というものは、これまででございます、それらと大きく変わるものではないということを確認してございます。

関西電力（高井） すみません、今の点、ちょっと補足ですけども、追加された機器というのは新設の機器ということで、建設当時からあった、30年前からあったものと比べ

ると、もう格段に新しいということも、代表機器にならない一つの大きな理由でございます。

関西電力（木村） 関西電力の木村でございます。

3点目の御質問でいただきました、12ページのRVのPTS評価についての御質問でございますけれども、高浜3号炉と4号炉で多少評価に差異があるという部分に関してでございますけれども、こちらは高浜3号炉の監視試験データをもとに評価した結果でございます、4号炉は4号炉の監視試験データをもとに評価しているというものでございます。

その結果、多少、各号機ごとに評価結果は異なりますけれども、御覧いただいているように、K₀曲線とK₁曲線の間に大きなまだ余裕がございまして、十分健全性が確認できていると考えているものでございます。

以上でございます。

坂内調整官 ありがとうございます。2点目のその代表機器、あるいは、新規追加機器についてですけれども、新規追加でなおかつ代表機器になっているものって、例えば4ページなんかでいうと、どれになるのでしょうか。

関西電力（林） 関西電力の林でございます。

4ページの例ですと、新設機器で代表機器となっておりますのは、ケーブルの高圧コネクタ接続と機械設備の静的触媒式水素再結合装置、こちらは4号の代表機器となっております。

その他、電源設備の空冷式非常用発電装置の燃料油サービスタンク、本日御説明させていただいたようなものが代表機器となっているものでございます。

坂内調整官 わかりました。ありがとうございます。

山田審議官 ほかにありますか。

大高上席調査官 規制庁の大高です。

今の質問にも関わるんですが、4ページの追加評価対象設備の抽出ということで、ここに新設のものを主な設備として記載されておりますが、これ以外にここに記載されていないもので追加設備となったものが具体的にあれば説明してください。

関西電力（林） 関西電力の林でございます。

例えば、ここに記載していないものでございますと、一部の配管や弁がございまして、こちらにつきましては、しかしながら、これまで評価していたその系統とか、内部流体の対応から、特に大きく変わるものではなく、既存の評価の中で完全に包絡されるようなもの

でございます。

大高上席調査官 規制庁の大高です。

配管・弁については新設ということで、いわゆる現状劣化がなくて、これはもう60年やっても劣化期間はほぼ30年程度で、これまでの既設の設備で包絡できると理解してよろしいでしょうか。

関西電力（林） 一部、既設、これまでも使っていたものが役割が変わりまして、審査対象となったようなものもございますけれども、基本的にはこれまでの評価の内容で包絡されていたと。これまでの評価対象として、30年目にやらせていただいた評価などで包絡されているというものでございます。

大高上席調査官 規制庁の大高です。

了解しました。

山田審議官 ほかはいかがですか。

池田主任調査官 規制庁の池田です。

6ページ目の高圧コネクタ接続について、健全性評価のところ、3点ないし4点質問させていただきます。

この高圧コネクタの保全として、定期的に絶縁抵抗測定を行おうというふうになっておりますが、この場合、この図を見たときに、ケーブルから出ている接地線の扱いによっては、この絶縁抵抗はどのように測っているのか、ちょっとよくわからないところがあるんですけど、まず、これはどのような形で測定されるか説明してください。

関西電力（林） 関西電力の林でございます。

ちょっと正確には確認いたしますが、系統一括で確認するものとして、このピンとソケットをはめ合わせた状態で、例えば端子台のところで縁切りできるところ、それぞれのところで絶縁抵抗測定を行い、この系統一式として評価確認をするものと理解しております。

ちょっと詳細は確認することといたします。

池田主任調査官 もう少し先の質問になってしまうかもしれないんですけど、その系統で測った場合の系統のアース線というのと、ここに図式で出ているこの接地線というのは、ちゃんと結合されているというふうに考えるのでしょうか。それとも、または高圧コネクタがあるその盤の接地でとってしまっているのか、そこら辺はいかなもののでしょうか。

関西電力（高井） すみません。御質問の意図は。

池田主任調査官 意図は、その系統として測ったときに、ちゃんと絶縁抵抗を測ったと。そうした場合に、当然ながら外部アースが、きちんとこのコネクタのところと、くっついているのどうかというのを知りたいんです。

だから、途中でA種接地とかそういうところを介して、見た目上、対地との絶縁を測っているのか、それともちゃんとケーブルとしてその絶縁をみているのか、そこら辺を知りたいわけです。

関西電力（林） 関西電力の林でございます。

そちらにつきましては、確認の上、回答させていただければと思います。

池田主任調査官 はい。

もう少し、また先になってしまうかもしれないんですけど、その接地線、この先、ケーブルが続いていますので、多分遮断機というのは地絡保護をしていると思うんです。そうした場合に、その接地線がこの図のように外れてしまっていると、当然ZCTで地絡保護の電流を受けられないのではないかというふうなことを、ちょっと危惧しています。

だから、ここの端子のところ、こういうふうな模擬図であれば、単純に胴体の上に絶縁体に乗っかっているだけなんですけれど、地絡保護の観点から見たときに、これが適切に接地がついているのかということを知りたいことになります。

あわせてもう一つその先に、このケーブルの先に空冷式の発電機がついていますね。これのケーブルの保全というのは、絶縁診断をやられていますか。

関西電力（渡辺） 関西電力の渡辺でございます。

こちらの高圧コネクタ接続を含めまして、この高圧ケーブルにつきましては屋内に設置されているケーブルですので、絶縁診断等は今のところ実施しておりません。

池田主任調査官 規制庁の池田です。わかりました。

では、その地絡保護のところ、ちゃんと接地線の状況はどういうふうになっているか、後日、ご説明をいただきたいと思います。ありがとうございました。

関西電力（高井） 関西電力の高井です。

拝承いたします。

山田審議官 他はいかがでしょうか。

中野主任調査官 技術基盤グループの中野です。

コンクリート構造物の耐火能力低下について質問いたします。

16ページの評価方法のところ、コンクリート構造物は断面の厚さにより耐火能力を確

保する設計とするとありますけれども、火災区域及び火災区画の隔壁、すなわち耐火壁の厚さに、どの程度の保守性があるのかについて説明をお願いいたします。

関西電力（山口） 関西電力の山口でございます。

火災区画、火災区域におきまして、最大限要求されている耐火能力というのが、今のところ3時間ということでございます。この3時間を担保するための耐火壁の厚さというのが、150mmということになってございまして、すみません。ちょっと詳細につきましては数字があれなんです、一般的に、その原子炉建屋、原子炉補助建屋の中の壁厚というのは、おおよそ1m程度とか、そういったものでございますので、十分に壁厚については裕度があるというふうに考えてございます。

中野主任調査官 基盤技術グループの中野です。

その火災区域及び火災区画の周りの耐火壁について、ほぼ全ての耐火壁が3時間耐火の要求されている厚さ以上のものが確保されているというふうに理解してよろしいでしょうか。

関西電力（山口） 関西電力の山口でございます。

3時間の耐火性能が要求されている箇所というのは、その全てということではございません。具体的に申し上げますと、建屋内のうちに、他の火災区域と分離する必要があるコンクリートの壁と、火災が発生した場合に、原子炉の安全停止に必要な火災防護の対象機器とケーブルによる手段というのを少なくとも一つ確保するために、系列間の系統分離、これを行う必要があるエリア、この一部を3時間の耐火性能が要求されるという、こういう壁ということになってございます。

中野主任調査官 技術基盤グループの中野です。

了解いたしました。

山田審議官 他いかがでしょうか。

大高上席調査官 規制庁の大高です。

12ページなんですけれども、追加評価方法の技術評価の内容について、質問をさせていただきます。

ここで、従来の原子炉容器の中性子照射脆化のPTS評価において、今回、SA時、いわゆる重大事故の条件を加えたということで、その条件の一つとして、2次系冷却系からの除熱機能喪失というのを抽出されておりますが、これが、今回追加評価となった中で、一番厳しい条件であるというふうに抽出したプロセスについて、説明をお願いします。

関西電力（木村） 関西電力の木村でございます。

今回、御指摘のとおり、RVの中性子照射脆化に関する評価としましては、2次冷却系からの除熱機能喪失について追加評価を実施しておりますけれども、こちら、過渡につきましては、低温かつ高温となって、PTS評価の観点で、その設計基準事象よりも厳しい条件となる可能性のあるシナリオにつきまして、工認の中で網羅的に評価がなされておりました。結果として、この1次冷却系からの除熱機能喪失というものが、最も厳しい事象として選定されております。

そのため、我々、やっております高経年化技術評価の中でも、こちらを追加評価の対象としたものでございます。

以上でございます。

大高上席調査官 規制庁の大高です。

一番厳しい条件を抽出されたということで、了承しました。

なお、その結果についてなんですけれども、従来のPTSの各種の条件を見ますと、それよりも若干低い状態にあって、従来のPTS評価で包絡される状況にあるというふうに理解しますが、よろしいでしょうか。

関西電力（木村） 関西電力の木村でございます。

工認の中でも、まず、各シナリオのうち、どれが厳しくなる可能性があるかという観点で選定しまして、この2次冷却系からの除熱機能喪失が代表として選ばれたんですけれども、その後、詳細に評価していった結果、これまで評価していた設計基準事象を超えるような厳しい結果にはならなかったというものでございます。

高浜3・4号炉については、そういった結果になっているというものでございます。

大高上席調査官 規制庁の大高です。

了解しました。

山田審議官 規制庁山田です。

ちょっと念のため確認なんですけれども、今のお話は、この工事計画での重大事故の評価を反映して、この2次系からの除熱機能喪失が追加されたということなんですけれども、この高経年化技術評価だけで追加したというか、それとも、もともと重大事故の工事計画のところ、この評価自体はあるということでしょうか。

関西電力（木村） 関西電力の木村でございます。

工事認可申請書の中でも、この過渡についての評価というのとはなされてございます。原

子炉の脆性破壊防止の説明書という資料の中で、評価を実施してございます。

関西電力（南） 関西電力の南でございます。

少し補足いたしますと、K 応力拡大係数につきましては、今、御説明しましたように、工事計画認可申請と同様に、重大事故の事象として厳しいものを、またピックアップしまして、追加評価をするということをしております。

高経年化技術評価の中で違っていたのは、むしろ K_0 のほうでございまして、これを60年まで脆化させているという、こういう予測をしました上で、 K_0 とK の比較をするという、そういう評価をこの高経年化技術評価の中で実施したということでございます。

山田審議官 確認ですけど、K カーブのほうは、工事計画のやつをそのまま使っているということでもいいんですね。はい、わかりました。

関西電力（木村） 関西電力の木村でございます。

おっしゃるとおりでございます。

山田審議官 他、いかがでしょうか。

鈴木技術参与 技術基盤グループの鈴木でございます。

11ページに、追加すべき評価方法等の抽出の一例として、重大事故等時の環境評価というのが説明されてございます。ここにあります構造物とか、劣化事象との組み合わせに反映すべき耐震安全性評価に関連する組み合わせについて、御説明をお願いします。

関西電力（金島） 関西電力の金島でございます。

今、こちらでは重大事故等時の評価を御説明させていただいておりますが、工事計画を反映しました通常の定時の経年劣化事象と重大事故時との関係を考慮した技術評価事象としましては、こちらでは原子炉容器の中性子照射脆化、あるいは1次冷却材管の熱時効という評価を実施しておりますが、これらにつきましては、耐震安全性評価におきましても、重大事故時等の環境を考慮した評価を行っております。

鈴木技術参与 技術基盤グループの鈴木です。

了解しました。

大高上席調査官 原子力規制庁の大高です。

追加評価対象設備の技術評価の件について質問します。

7ページなんですけど、空冷式非常用発電装置、燃料油サービスタンクについて、ここで、劣化事象として抽出されているのはボルトの腐食ということなんですけれども、ボルトの腐食についてはガスケットからの漏えいで内部流体によりボルトの腐食が想定されるとい

うふうに記載がありますが、内部流体は燃料油ということで、油というふうに理解しているんですが、燃料油であれば、漏れたとしてもボルトに腐食を与えるようなことはないと思うんですが、なぜ、ここでそのボルトの腐食について抽出されたか。

また、現状保全としても、このボルトの腐食については、どういう管理を考えているのか、説明をお願いします。

関西電力（三山） 関西電力の三山でございます。

ここでは、おっしゃっているように、ボルトの材料はステンレス鋼でございます、内部流体は油なんですけれども、ですから、通常、管理されている油に接しているところにつきましては、当然腐食は想定されないと考えております。

ただ、ここで想定しておりますのは、ガスケットから漏れてきて、外にボルトの部分について、その漏れた部分が管理されていない状態というか、そのままの状態で維持されてしまっ、例えば、塵埃を吸着したりとか、例えば塩分を付着させたりすることで、従来の油とはちょっと違って、管理されていないような状態になることがあるんじゃないかということで、腐食を想定してございます。

それから、通常の保全としてはどういうことをやっていくんですかということですが、分解・点検時には、当然ガスケットというのは消耗品ですから、一定の期間で取り換えを想定してございまして、そのときにはボルトを外しまして、ボルトにつきましても分解点検時に点検をして、健全性を確認して復旧していくということを実施することになっております。

大高上席調査官 規制庁の大高です。

特殊な状態を想定した劣化事象の抽出ということで理解しております。

こういう特殊なものについては、想定の仕事が非常に難しいと思うんですけれども、あまり過渡に考え過ぎると、その評価、審査においてもかなり矛盾を生じかねないので、適切な抽出なり評価を、今後していただきたいと思っております。

以上です。

関西電力（南） 関西電力の南です。

御指摘ありがとうございます。承知いたしました。

山田審議官 規制庁、山田です。

ちょっと私のほうから何点かお尋ねしたいと思うんですけれども、まず、3ページ目なんですけれども、 のところで、抽出する対象で重要度分類指針のクラス1、クラス2、ク

ラス3となっているんですけれども、今回、新規基準で要求したものの中には、既存の重要度分類指針に必ずしも明記されていないやつがあるんですけれども、その扱いはどうされているのでしょうか。

関西電力（林） 関西電力の林でございます。

まず、おっしゃるとおり明記されているもの、例えば防潮ゲートをMS1としているものもございますし、明記されていないものもございます。こちらにつきましては、そもそもJIEAGや重要度分類指針、こちらのほうを確認しまして、各所管課で確認した結果、それらはクラス1相当である、クラス2相当である、クラス3相当であるというような判断を行っております。

山田審議官 とすると、工事計画に載っているものについては、自らのところで判断をされてクラスに分けて評価をされているという理解でよろしいでしょうか。

関西電力（林） おっしゃるとおりでございます。

山田審議官 それでは、次の点で、これはちょっと細かい話ですけど、6ページ目のところの、このコネクタですけども、絶縁は見られるということなんですけれども、この二つのコネクタの接続部、これはどんな構造になっているのかちょっとわからないですけど、ラッチみたいなものでもあるのかどうかなんですけど、ここが外れないというのも気にしなきゃいけないんじゃないかと思うんですが、そこはどういうふうの評価されているのでしょうか。

関西電力（林） そちらにつきましては、通常、外すことがなければ緩むこともないというようなことと、点検時に外したら、きちんとついていることの確認をするものと理解しております。

山田審議官 はい。わかりました。

それから、最後ですけども、8ページ目のPARの劣化に関してなんですけれども、ここで劣化していないことの機能検査と、さらっと書かれているんですが、このPARの性能を確認するのって実は結構難しい話かと思うんですけども、劣化していないことの機能検査って、具体的にどういうふうにやられるのでしょうか。

関西電力（北条） 関西電力の北条でございます。

PARの性能の確認についてなんですけれども、基本的には触媒で白金系の金属を用いまして、性能の低下は起こりにくいものと考えてございますけれども、定期的に性能の検査を実施してございまして、具体的には、触媒を密閉型の検査装置の中に配置しまして、そ

ここに水素を含む試験ガスを送り込みまして、検査装置の出口部におきまして水素濃度計を置きまして、そこで水素濃度を計測をすることにしております。

その水素濃度というのを計測しまして、濃度低下というのを確認することで、水素の再結合反応というものを確認しまして、触媒の性能の劣化が起こっていないというふうなものを確認するというふうに考えてございます。

山田審議官 今おっしゃっているのは、このPARの装置から触媒のプレートを外してきて検査をされると、そういうことでしょうか。

関西電力（北条） 関西電力の北条でございます。

おっしゃるとおりでございます。

山田審議官 一応念のためですけれども、このPARは触媒プレートで反応したときの熱で、自然循環で機能を確保するということですのでけれども、それも適切に、今おっしゃられた方法で確認できるというふうに考えておられるのでしょうか。

関西電力（南） 関西電力の南でございます。

今、御指摘がありましたように、PAR本体そのもの、これが所定の機器全体として、水素再結合のレートを確保できるかどうか。これは、実規模の試験でないとなかなかできませんで、これは新規制基準側のほうでも御説明させていただきますけれども、我々、その機能が低下していないことの確認については、制作時、納入時に触媒プレートを1枚1枚専用の装置を用いまして、所定の時間内に低水素濃度ですけれども入れて、所定の時間内に再結合が発生して水素が低減するというのを確認しております。

同じやり方で、触媒プレート1枚から3枚を取り外しまして、その性能が落ちていないかということを確認できるように、我々、そういう検査装置を発電所に置きまして、これからそれで定期的にやっていくことを考えております。

それによりまして、PAR全体としての性能が落ちないということを確認していこうということで、今現在のところ考えておるということでございます。

山田審議官 要するに、当初性能を確認する際の試験と同じ試験を続けていかれるということですね。

関西電力（南） 基本的にはそういうことになります。

山田審議官 とすると、当初性能から少しずつ、もし性能が下がっていくというようなことがあるとすると、どこかで判断基準みたいなものがあって、これ以上下がったらだめということが必要になるかと思うんですが、その辺のところは、どういうふうに考えてい

るのでしょうか。

関西電力（南） これはメーカーのほうとも、あるいはPARにつきましては、かなり長い、ヨーロッパでも実績がございます。基本的には、ここに書いてございますように、白金系の金属でございますので、通常は劣化というのは、まず機構的に考えづらいものでございます。

ただし、書いていますように、通常使っていますと、プレートの表面に多孔質の白金系の金属をコーティングしておりますので、そういう表面層を確保するための、表面にそういう付着物が起こったり、そうするとスタートアップが遅れたりとか機能に影響してくるということがございますけれども、通常はまず、これは長期間でもなかなか劣化していかないものと我々は理解しておりますけれども、念のために定期的に取り出して、初期に持っていた性能を損なっていないというのを確認していくと。

まず、これは劣化していくという事例は、あまり我々は聞いておりませんで、ただ、よっぽど劣化しましても、その装置につきまして、また再生するという手段もございます。それは、これからの運用といたしますか、しっかり定期的に機能を確認して行って、その状況を確認していくと、そういう知見を深めていくということを我々はやっていこうと、今考えております。

山田審議官 わかりました。

他はいかがでしょうか。

よろしいですか。

それでは、この議題はこれぐらいということにして、次に、資料1-2をお願いします。

関西電力（金島） 関西電力の金島でございます。

高浜3、4号炉 高経年化技術評価のうち、耐震・耐津波安全性評価につきまして、御説明させていただきます。

2ページ目をお願いします。

まず、耐震安全性評価から御説明いたします。

初めに、評価の目的ですが、耐震性に影響を与える経年劣化事象につきましては、保全対策により適切に管理することで、安全の確保が可能であると考えておりますが、経年劣化管理の観点から安全性の確認をしておく必要があるため、高経年化技術評価の中で耐震安全性の評価を行うものです。

評価対象機器は、技術評価と同様となっております。

3ページをお願いします。

評価手順について、フローに従って御説明いたします。

まず、技術評価の代表機器を、耐震安全性評価の代表機器としまして選定し、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出いたします。代表機器に対しまして、JEAG4601などの規格に準じて抽出された経年劣化事象を考慮した耐震安全性評価を実施し、さらに、評価結果をもとに、他の評価対象機器全体の評価へ展開いたします。

以上の評価結果を踏まえまして、最終的に保全対策に反映すべき項目を抽出することとしております。

4ページをお願いいたします。

耐震安全性評価上考慮する必要のある経年劣化事象は、このフローにより抽出しております。まず、技術評価で抽出されました経年劣化事象につきまして、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抽出し、その劣化事象が震動応答特性上、または構造・強度上、軽微もしくは無視できない事象と判断した場合に、耐震安全性評価を実施いたします。

5ページ目には、耐震安全性評価に用いる各設備の耐震重要度に応じた評価用地震力を示しております。

6ページをお願いいたします。

ここからは、評価手順に従った耐震安全性評価の概要を示しております。この表は、耐震安全性上考慮する必要のある経年劣化事象と、機器、構造物の組み合わ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を黒丸で示しております。

7ページをお願いいたします。

この表は、前のページで整理しました各経年劣化事象ごとの耐震安全性評価の内容を示したものです。評価に際しましては、技術評価の結果から経年劣化を保守的に想定しております。評価内容は、例えば疲労につきましては、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ております。また、中性子照射脆化に対しましては、原子炉容器の加圧熱衝撃の評価におきまして、地震を考慮した応力拡大係数を算出して評価を行っております。

8ページをお願いいたします。

ここでは、新規基準への適合にかかる設置変更許可、工事計画認可申請の内容を踏まえた、高経年化技術評価側の耐震安全性評価の評価見直し経緯について説明しております。

昨年の当初申請では、動的地震力により評価を行う設備につきましては、平成25年7月当初の設置変更許可申請の地震力である最大加速度550Galベースの基準地震動による評価としておりましたが、補正申請では、工事計画認可申請の耐震条件等も反映しまして、確定したSs基準地震動による評価へ見直しをして、先週10月2日に補正申請を行っております。

なお、評価に用います確定したSs基準地震動につきましては、次の9ページ目に示しております。

10ページをお願いいたします。

次に、補正申請での評価方針を御説明いたします。フローを御覧ください。

まずは、全評価対象のうち、静的地震力による追加評価は不要ですので、Sクラス評価が必要な設備を抽出いたします。次に、重大事故等対象設備や、耐震裕度向上工事を行っている機器につきましては、Ss-1からSs-7の評価を行っております。それ以外の機器につきましては、まずは水平方向加速度が最も大きなSs-1による評価を実施し、評価値が許容値の2分の1である0.5以上のものは、評価が比較的厳しいものと考えて、Ss-2からSs-7の耐震評価を実施することといたしました。

一方、Ss-1に対する評価の結果、比較的余裕があるものにつきましては、Ss-1とSs-2からSs-7による加速度や荷重の応答比を確認すること等によりまして、耐震安全性が確保されていると評価いたしますが、耐震裕度を定量的に把握するという観点から、長期保守管理方針としまして、Ss-2からSs-7の耐震評価を継続して実施することといたしております。

11ページをお願いいたします。ここからは、新規制基準適合性審査におけます評価手法の反映について御説明いたします。

まず、工事計画の耐震評価における最新手法等が、高経年化技術評価の耐震安全性評価にどのように反映されるかを整理いたしました。

11ページから12ページに、この反映状況をまとめております。

具体的に新たに追加反映評価が必要となったものにつきましては、12ページの項目4と6になります。12ページをお願いいたします。

まず、項目4は、燃料集合体の照射の影響を考慮した評価です。高経年化技術評価では、制御棒クラスタ案内管の摩耗や、バッフルフォーマボルトのIASCCを考慮した上で、制御棒挿入性の評価を行っておりますが、その際に、燃料集合体の照射の影響を考慮いたしました。

次に項目6ですが、水平2方向及び鉛直方向地震の組み合わせです。高経年化技術評価におけます対象機器としましては、燃料取替用水タンクの基礎ボルトなどがあります。この水平2方向の評価につきましては、次ページ以降で詳細を御説明させていただきます。

13ページをお願いいたします。

これは、水平2方向の影響を考慮した評価が必要となる対象部位の抽出の考え方を整理したフローとなります。抽出の考え方につきましては、新規制基準適合に係る工事計画と同様のものです。抽出のフローに従い、構造上水平2方向の影響を受けやすい構造となっているか、あるいは水平2方向と鉛直方向の地震力を考慮した場合の影響はあるかの評価を行います。

14ページをお願いします。

高経年化技術評価では、新規制基準適合性審査において、水平2方向の影響評価が必要なもののうち、反映が必要な丸印をつけているものにつきまして、耐震安全性評価を行いました。

15ページをお願いいたします。

ここからは、評価結果について御説明させていただきます。本日の審査会合では、代表例について結果をお示しいたします。

基準地震動Ss-1～Ss-7の評価を行ったものを基本としまして、工事計画における新しい手法の反映を行ったものや、水平2方向の影響を行っているもの、あるいは長期保守管理方針の策定に係る機器を選定して評価結果をお示しいたします。

次のページより、具体的な評価結果をお示しいたします。16ページをお願いいたします。

格納容器の配管貫通部は、疲労評価を行っている機器として選定しております。想定される経年劣化事象は、固定式配管貫通部の端板、伸縮式配管貫通部の伸縮継手の疲労です。耐震安全性評価では、運転開始後60年時点における通常運転の疲労累積係数と、地震時の疲労累積係数を足し合わせて、許容値の1を満足するかどうかを評価しております。

17ページをお願いいたします。

評価結果をお示しいたします。結果は、補正前の550Galの評価と、補正後の700Galの評価を示しておりますが、それぞれ右側の補正後のSsの結果に示しますように、固定式配管貫通部、あるいは伸縮式配管貫通部ともに、新規制基準地震動による評価でも疲労累積係数が1を超えることなく、耐震安全上問題のないことを確認しております。

18ページをお願いいたします。

次に、炉内構造物ですが、炉内構造物は、工事計画の最新手法として、燃料集合体の照射を考慮した制御棒挿入性能評価を行っておりますので、代表機器としております。ここでは、想定される劣化事象は、制御棒クラスタ案内板の摩耗です。評価に際しましては、制御棒クラスタ案内管の摩耗による減肉に加えまして、制御棒被覆管の摩耗を考慮した上で、制御棒の挿入性の評価を行っております。

19ページをお願いいたします。

制御棒挿入性の評価として、挿入時間の評価結果を示しております。3号炉、4号炉ともに摩耗を考慮した地震時挿入時間は1.75秒となっており、規定時間であります2.2秒より短く、耐震安全上問題のないことを確認しております。

20ページをお願いいたします。

燃料取替用水タンクの基礎ボルトは、水平2方向の影響を考慮した評価を行っていることから、代表機器としております。想定される劣化事象は、基礎ボルトの腐食となります。耐震評価では、運転開始後60年時点における基礎ボルトの腐食量0.3mmと仮定しまして、減肉状態における基礎ボルトの評価を行っております。

21ページをお願いします。

評価結果をお示しいたします。3号炉、4号炉ともに水平2方向を考慮した場合でも、引張応力とせん断応力の許容値に対する応力比は、1よりも小さい結果となっております。したがって、耐震安全上問題のないことを確認しております。

22ページをお願いいたします。

次に、蒸気発生器ブローダウン系統配管とドレン系統配管の耐震安全性評価について説明いたします。ドレン系統配管は、その評価結果から長期保守管理方針を策定しておりますので、代表機器としております。想定される劣化事象は、配管のエルボや分岐管、あるいはレジューサ部などの変流発生部位におけます流れ加速型腐食です。

耐震評価では、偏流発生部位とその下流部に対しまして、周軸方向に一樣減肉を仮定した配管モデルを用いまして、評価を実施しております。

23ページをお願いいたします。

まず、蒸気発生器ブローダウン系統配管の評価結果をお示しいたします。ここでは、必要最小肉厚で一樣に減肉した条件の評価を行っております。3、4号炉ともに最終的に疲労累積係数の評価値は1より小さいことから、耐震安全上問題のないことを確認しております。

24ページをお願いいたします。

次に、ドレン系統配管の評価結果を示します。ドレン系統配管につきましては、耐震Cクラスとなりますので、静的地震力による評価を行っております。実測データに基づく10年後、つまり40年目までの予測肉厚まで、周軸方向を一樣減肉した状態を想定し、応力評価を行った結果、発生値と許容値の比である応力比は、1より小さい値となっております。したがって、耐震安全上問題のないことを確認しております。

ただし、配管減肉が想定される部位につきましては、適切な時期に取替を行うこととなっておりますが、万一、必要最小肉厚まで減肉した場合には、許容値を満足しない箇所が存在いたしますので、必要最小肉厚まで減肉したとしましても耐震安全性が確保できるよう、サポート改造等の設備工事対策を行い、また、これを反映した耐震安全性評価を実施することを、長期保守管理方針といたしております。

25ページをお願いいたします。

本評価では、許容値に対するSs-1の評価値が2分の1である、0.5より小さい、つまり許容値に対して2倍以上の比較的裕度の大きい機器につきましても、Ss-2からSs-7の地震動に対する耐震安全性の確認を行っております。

まずは、(1)にて、評価対象機器の固有周期におけるSs-1に対するSs-2～Ss-7の応答加速度の最大となる比率を求めて、これが2以下であることを確認しております。加速度と発生応力は比例すると考えられますので、許容値に対するSs-1の評価値が2分の1である0.5以下であると仮定しますと、Ss-2からSs-7の応力値が許容値以下であるためには、加速度応答比が2以下であれば、耐震安全性が確保されると評価いたします。

次に、(2)にて建屋と機器の連成解析を行っている機器について、ループ連成解析モデルの評価点におけるSs-1の地震時発生荷重に対するSs-2～Ss-7の地震時の最大の発生荷重の比を求めまして、これが2以下であることを確認しております。

図の右側には、高浜3、4号炉をあわせての確認結果を示しております。加速度応答比が最大となったのは、高浜3、4号炉のほう酸タンクです。また、発生荷重が最大となったのは、高浜3号炉の一時冷却材ポンプで、いずれも応答比は2より小さいことから、耐震安全性が確保できていると評価しております。

26ページをお願いいたします。

次に、1.7.3に、その他の機器の評価をお示しいたします。審査会合での代表機器以外の他の機器、経年劣化事象の組み合わせに対する評価につきましても、耐震安全性に問題

のないことを確認しております。

1.7.4にまとめをお示しします。経年劣化事象を考慮した場合でありましても、プラントの耐震安全性に問題ないことを確認いたしました。なお、表に示す二つの事項に対しましては、長期保守管理方針として、今後も継続して評価を実施することといたしております。

一つ目は、24ページで説明いたしましたドレン系統配管に対する対応内容です。二つ目は、10ページ目で説明いたしましたSs-1評価で、耐震設備に対して裕度を把握するために、Ss-2～Ss-7の評価を継続するとした内容です。

実施時期は短期としておりますが、できる限り早期に実施すべく、平成28年9月までに実施完了といたしております。

以上、ここまでが耐震安全性評価に関する御説明になります。

続きまして、27ページからは、耐津波安全性評価について御説明いたします。27ページ目をお願いします。

まず、評価の目的は、耐津波安全性に影響を及ぼす可能性のある経年劣化事象を抽出しまして、これを考慮した耐津波安全性評価を実施し、機能維持に対する経年劣化事象の影響を評価することです。

評価対象設備は、浸水防護施設のうち、津波による浸水高または波力等の影響を受けると考えられるものとしております。

28ページをお願いいたします。

フローに示しますとおり、耐津波安全性評価では評価対象設備に想定される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事象かどうか。あるいは、想定される経年劣化事象が構造・強度上及び止水性上、軽微もしくは無視できない事象か否かを判断しまして、耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出しまして、評価を実施することにしております。

29ページをお願いいたします。

2.1.4に高浜発電所の基準津波高さを示しております。2.1.5は評価対象設備と想定される経年劣化事象を整理したものです。まず、防潮ゲートにつきましては、コンクリートの強度低下が想定されますが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性のない、または小さい劣化事象として評価しております。

次に、防潮ゲート、放水口側防潮堤、放水ピット止水板につきましては、鉄骨構造物の

腐食による強度低下が想定されますが、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劣化事象として評価をしております。

次に、評価結果をお示しいたします。30ページをお願いいたします。

鉄骨の腐食による強度低下につきましては、耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象かどうかの評価を行った結果、定期的な目視点検や塗装の塗り替え等を行うことによりまして、構造・強度上及び止水、軽微もしくは無視できるものとして評価しております。したがって、耐津波安全上考慮する必要となる経年劣化事象は抽出されませんでした。

2.3はまとめになります。耐津波安全性評価上考慮する必要のある経年劣化事象はなく、プラントの耐津波安全性上に問題のないことを確認したという結論といたしております。

以上、耐津波安全性評価の御説明となります。

説明は以上となります。

山田審議官 それでは、質問、コメントをお願いします。

坂内調整官 すみません。調整官の坂内です。

2点ほど、ちょっと確認させていただきたい話がありまして、まず、一つ目が、長期保守管理方針を言っている26ページですけれども、これによると、No.2の*の2番ということで、Sd-2～Sd-7まで今後評価するというように読める記載があるんですけれども、Sdの取り扱いというのは、どういう感じになっているのか、簡単に説明いただければと思います。

これも、Sd-1だけが今終わっていて、Sd-2～Sd-7は今後という話なのか。その評価に当たっての保守性はどのように考えているのか、その辺については簡単に。詳細なものであれば、別途ヒアリング等で教えていただければと思います。

2点目が、ちょっと細かい話ですけれども、燃料取替用水タンク、20ページですけれども、この耐震評価内容という一番下のボックスのところ、60年時点での腐食量0.3mmと書いてありますけど、これは何かの評価手法によって0.3mmとしているのかと。その辺について、ちょっと補足をいただければと思います。

以上2点です。お願いします。

関西電力（木谷） 関西電力の木谷でございます。

まず、一つ目の御質問のSd-2～Sd-7のことですけれども、基本的にSdというのはSsに0.5を掛けて我々は設定してございまして、それに対してSdの許容値というのはSs

の許容値の半分以上あるということをごさいますして、基本的にはSsで問題がなければ大丈夫だと考えてはいるんですけれども、長期保守管理方針でSsと同じく詳細な裕度を確認するといった意味で、Sd-2～Sd-7についても長期保守管理方針で評価をするということにしております。Sd-1はやってございます。Ss-1と。

もう一つの質問、0.3mmの腐食の量のことをごさいますけれども、こちらは、文献の調査などで、60年時点での減肉量というのが0.3mm、これは直径に対しては0.6mmでございすけれども、0.6mmの腐食を考慮すれば、十分安全側ですといった、これは従来からそうしてございまして、そういった意味で、文献調査の結果などから想定した値でございす。以上です。

坂内調整官 ありがとうございます。

川内首席調査官 技術基盤グループの川内です。

資料の中で、15ページ以降に具体的な耐震安全性評価結果の代表例というのが示されておりまして、その中で、具体的に17ページなんですけど、ここで格納容器貫通部の疲労評価が示されておりまして、この地震時の疲労評価には、等価繰り返し回数の概念を採用して評価を行っていると考えておりますが、このSs地震の等価繰り返し回数の評価について、必要とあれば、工認との関係も含めて御説明いただきたいというのが一つ。

もう一つが、ちょっと細かい話なんですけど、ここで固定式と伸縮式の二種類を示されておりますけど、傾向を見ますと、固定式は疲労係数が非常に小さいですけど、伸縮式はそれに比べてかなり大きな値になっているように見受けられますので、この差異が生じる主な要因といえますか、そういったところを御説明をお願いします。以上2点です。

関西電力（金島） 関西電力の金島でございす。

まず、疲労評価回数の件ですが、評価回数につきましては、工認とあわせて200回の評価回数を想定して評価を行っております。

関西電力（木谷） もう一つ、御質問のありました固定式と伸縮式の違いでございすけれども、ここの疲労評価に用いるものとして、固定式のほうは応力の振幅を使って評価をするんですけれども、伸縮式継手のほうは、変位をもとにした評価をしてございす。

そういったことで、ちょっと伸縮式継手のほうの評価式のほうが、若干厳しめの評価式になっておりまして、そういったことも含めて大きくなっていると考えますけれども、もう一つは、単にたまたま伸縮式継手の、先ほど言った相対変位というのが大きく出ていると。位置の関係もあるかもしれませんが、そういった高さ、貫通部の位置の関係も

あるかもしれませんがけれども、そういった入力が大きくなっているのが原因だと考えられます。

以上でございます。

川内首席調査官 了解いたしました。

山田審議官 規制庁、山田です。

今のお答えの中でちょっと気になったので確認ですけれども、伸縮式配管の貫通部の場合は、変位でやられているということになるとすると、Ss-1～Ss-7のうちのSs-1だけでやったと、0.5で評価の方法を変えますという、その論理が、ここの部分は使えなくなるんじゃないかなという気がするんですが、それはいかがでしょうか。

関西電力（木谷） 基本的には、変位というのは建屋間の変位でございますけれども、こちら建屋の入力が2倍になったら、変位は恐らく2倍くらいになるだろうという予測もございまして、もう一つ、疲労に関してはかなり余裕を持ったものでございまして、例えば、一番最後のページを見ていただきたいんですけども、参考（1/2）と参考（2/2）これがSs-1とその他の地震の比較になってございます。特に参考（2/2）を見ていただければわかるんですけども、Ss-1というのが圧倒的に地震の加速度も大きくて、継続時間も長くなっていると。他の地震に関しては、継続時間が短くて、そういった意味で、繰り返し回数、応力もそうですけれども変位もそうで、Ss-1が支配的であると。かなり、これを見ていただければわかるかと思えます。

したがって、Ss-1の評価で満足しておれば、他は特に問題はないと考えております。

以上でございます。

山田審議官 感覚的にはわかりましたが、論理として変位を、ここで言う加速度にほぼ比例すると考えていいかどうかというところなんですけど、何となく伸縮の場合は、多少共振的なことが起こるかどうかなという気がするものですから、ある波のところ、ちょっと大きくどんと出たりしないかなというのが気になったんですけども。

関西電力（木谷） そういった面も含めて、長期保守管理方針では詳細に確認していきたいと考えております。

山田審議官 今申し上げたのは、0.5で切り替えると、そのところの論理が成立するかどうかというところを伺ったんですが。

関西電力（辻） 関西電力の辻でございます。

ここの部分の貫通部の伸縮継手につきましては、相対変位のほう、Ss-1とSs-2～Ss-7ま

での比率というのを調べておりました、相対変位で見た場合に、Ss-1のほうが大きいというところは確認しております。

ですので、Ss-2～Ss-7に比べてSs-1のほうが厳しい評価結果になるというふうに考えておりました、代表選手としてSs-1で評価するので、問題ないように考えております。

山田審議官 今のお話だと、この伸縮式継手のところのSs-1～Ss-7は評価されているということですか。

関西電力（木谷） 入力と比較においては評価をしているんですけども、詳細な値という意味では、Ss-1しか出ていないと。

そういうことですね。Ss-1より結果は必ず下になることは確認はできているんですけども、疲労累積係数が幾つかという値は、出してははないというものでございます。

関西電力（南） 関西電力の南です。

また、整理して御説明させていただければと思いますけれども。

山田審議官 はい。わかりました。

いかがでしょうか。

野村調査官 技術基盤グループ、野村です。

24ページなのですが、ドレン系統配管の3号炉の応力比が0.97とかなり大きな値になっていると。前提条件として、右に書いてあるように、実測データに基づく10年後の予想肉厚まで周軸方向に一様減肉した状態を想定しているということなのですが、この減肉のというか、応力比が大きいので気になるんですが、この減肉の想定の保守性は、どのようなものでしょうか。お願いします。

関西電力（金島） 関西電力の金島でございます。

まず、この減肉につきましては、肉厚測定の評価を行っているということがありますが、まず、測定の信頼性からお話しさせていただきますが、測定点としましては固定点、定点部位につきましては、毎年同じ箇所を測定するというようになっております。

また、早期に3回以上の測定を行いまして、データについての信頼性を上げているという点が挙げられます。

その次に、評価に関して言いますと、まず、1カ所の測定部位につきましては、数十ポイントの測定点がございまして、その中で、最も薄い箇所のデータを用いまして、さらにその中で最も減肉速度の速いデータを適用して、減肉速度、あるいは減肉というものを想定して評価しております。

したがって、非常にコンサバな評価となっており、つまり、保守的な評価になっているということが言えるというふうに確認しております。

以上です。

野村調査官 技術基盤グループ、野村です。わかりました。

1点、3回以上測定するというのは、1カ所1回の測定で3回ではなくて、3定検という意味ですよね。

関西電力（金島） 関西電力の金島です。

3定検という趣旨でございます。

野村調査官 了解しました。

もう1点なんですが、29ページ、津波なんですが、表の下の1のところ、水密ゴムは定期取替品であることから、PLM対象外となっておりますが、この定期取替品という水密ゴムの交換頻度というのは、どのくらいでしょうか。

この上の表の各機器に全部あるのかちょっとわからないですけど、お願いします。

関西電力（金島） 関西電力の金島でございます。

こちらの定期取替品につきましては、社内ルールに従いましての定期取替え頻度、どの部位を取替えとしているかの頻度につきまして、決めております。

また、こちらは工認の側でもいろいろ議論がなされております。具体的に言いますと、まず、放水口川の防潮堤、こちらにつきましてはゴムジョイント部、シートジョイント部、あるいは防潮扉部といったところに、この水密ゴムというのは使われておまして、それぞれゴムジョイント部につきましては30年、シートジョイント部につきましては5年、防潮扉部につきましては3年という定期取替え頻度を設定しております。

また、屋外排水路、逆流防止設備、あるいは放水ピット止水板といったところにも、この水密ゴムが使われております。こちらにつきましては、3年ごとに定期取替えを行うというふうに、社内ルールで決めております。

以上です。

野村調査官 了解しました。

詳細については、ヒアリングで表などをいただきたいと思っております。お願いします。

関西電力（金島） 関西電力の金島でございます。

承知いたしました。

鈴木技術参与 技術基盤グループの鈴木でございます。

19ページに、炉内構造物の劣化を考慮した耐震安全性評価の結果をお示しでございますけれども、この中にありまして、工事計画を反映した評価、Ss-1～Ss-7までの中で、結果的には3号炉、4号炉ともにSs-1の挿入時間が一番最大だという結果をお示しでございますが、Ss-1が最大となる要因、例えば加速度とか周期特性とかいろいろあると思うんですが、その辺について御説明いただければというのが1点目でございます。

それから、ここに燃料集合体の照射条件を考慮したということがお示しでございますけれども、燃料集合体というのは、本来定期取替品ですよ。取替え頻度との関係等で、ここで考慮する照射条件の保守性といいますか、その辺についても御説明いただければと思っております。

以上です。

関西電力（木谷） 関西電力の木谷でございます。

まず、一つ目の御質問でございますけれども、Ss-1～Ss-7の関係でございますが、先ほど御覧いただいたとおり、最後のページの参考（1/2）とか（2/2）を見ていただければわかると思いますけれども、これは、参考（2/2）でいきますと、Ss-1というのは水平の加速度も大きいということで、（1/2）を見ていただきますと、スペクトルもかなりの広範囲の周期でSs-1が支配的ですと。

そういうことで、挿入性というのは、地震によって発生する、制御棒が燃料集合体の経路に押しつけられる加速度の抗力というのと、あと、燃料集合体の変位することによって、干渉する変位による抗力というのが関係して決まってくる。その抗力が大きければ大きいほど、時間が長くなる傾向にあると。

そういった意味で、先ほど地震の比較をした図で見ていただくと、Ss-1というのがやはり変位も加速度も大き目に出るということで、Ss-1が一番時間としては長い結果になっているということでございます。

もう一つの御質問は、照射の余裕というのは、ここで言っている照射の影響というのは、実際は燃料集合体のグリッドに照射が当たって、バネ力が緩和していくといったところを考慮しているものでございますけれども、燃料の取替えの一番長い時間、燃料を取り替えるに当たって一番照射量が大きくなる量を当てたとして、それでもバネの緩和力がこれくらいですといった、一番厳しい状況を想定して評価をしているというものでございます。

以上です。

鈴木技術参与 技術基盤グループの鈴木でございます。

基本的には説明を了解しましたが、もう少しヒアリングで追加説明をお願いしたいと思
いますので、よろしくをお願いします。

関西電力（木谷） 関西電力の木谷です。

拝承いたしました。

川内首席調査官 技術基盤グループの川内です。

25ページなんですけど、ここでSs-1に対する許容値の比率が0.5より小さい機器について
は、例えば床応答曲線を用いる機器は加速度応答比による確認で、その下の建屋等のルー
プ連成解析を行う機器は、発生荷重比による確認を行うということが示されていまして、
一方、次の26ページのほうの長期保守管理方針の下のNo.2のほうですが、ここで、これ
を受けての話だと思いますが、Ss-2～Ss-7に対する評価が必要な全ての機器について継続し
て評価を実施すると。

この二つの評価、25ページが現時点の評価で26ページが短期的に行う評価だと。今後行
う評価とすれば、その違いといいますか関係について、もう少し詳しく御説明をお願いい
たします。

関西電力（金島） 関西電力の金島でございます。

まず、評価の違いについて御説明させていただきますと、これまでの従来の評価とい
いますのは、評価モデルを組みまして、それに対して、JEAG4601などの指針等に定められて
いる手法、方法等を用いて詳細に評価を求めまして、応力値等を具体的に求めている評価
になります。

今回のその加速度応答等の評価方法につきましては、この従来方法で求めた値に対しま
して入力となる加速度の比等を使いまして概算するという方法、入力値の概算方法で評価
するという方法をとっております。

したがって、こちらでも評価は十分されているというふうには考えておるのですが、
今後、より定量的な評価、具体的にはそのアウトプットを評価するという事で、今後も
継続して、より精緻な値を評価値として算出するという事で評価を継続するという事
としております。

川内首席調査官 技術基盤グループの川内です。

了解いたしました。

山田審議官 他はいかがでしょうか。

ちょっと私から一つ。29ページ目のところの耐津波安全性評価なんですけれども、もしかしたら、もう既に以前に御説明があったのかどうか、ちょっと私も記憶が散漫なんですけれども、この津波評価は、構造物の強度の話だけになっているんですけれども、防潮ゲートの稼働させるためのシステムがあるはずなんですけれども、その部分で経年の評価をしなければいけないものがあるのかどうか。それは、いかがでしょうか。

関西電力（宮崎） 関西電力の宮崎です。

防潮ゲートにつきましては、自由落下という機構を設けておりまして、基本的に経年劣化を設けるようなものではないというもので実施しております。

山田審議官 自由落下を起動させる部分も含めてということでしょうか。

関西電力（宮崎） その機能につきましては、一応定期的に点検して、劣化状況を確認しながら実施していくという方向で運用していくということになっております。

山田審議官 いずれにしても、その評価をされているとすると、その部分は、評価しましたということは明確にしておいていただく必要があるんじゃないかと思いますので、今日、御説明をしていただいている中には入っていないので、そこは明確に説明をしていただけますか。

関西電力（林） 例えば、資料1-1の4ページにおきまして、駆動機構の制御装置という意味で、計測制御設備と記載してあるところの一番上段にあります最後尾のところ、緊急時対策所遠隔操作盤、こちらは、その防潮ゲートの閉止を行うための設備として評価してございます。

その他の説明につきましても、今後、ちょっと整理して御説明させていただければと思いますけれども、一例としては、そういうものも記載してございます。

山田審議官 じゃあ、追加で説明していただけるということで、理解しますけれども、よろしいですか。

関西電力（南） 関西電力の南でございます。

今の件、もう一度整理させていただいて、御説明させていただきたいと思います。

山田審議官 他はありますでしょうか。

よろしいですか。

それでは、この議題も、これで終わりということにさせていただきます。

午前中は、以上かと思いますが、よろしいでしょうか。

それでは、議題1が終了ということで、午前中の審査会合をこれで終了したいと思います

す。午後は、1時から再開します。

(休憩 関西電力退室 九州電力入室)

山田審議官 それでは再開をいたします。

午後については、九州電力川内原子力発電所2号機の高経年化技術評価ということで、資料2のシリーズですけれども、それではまず最初の資料から説明をお願いします。

九州電力(中牟田) 九州電力の中牟田でございます。

川内2号機のさまざまな劣化事象について、資料2-1から2-8で御説明させていただきます。

それでは、まず最初に、2-1の低サイクル疲労でございます。

九州電力(石井) 九州電力の石井でございます。

それでは、資料2-1に基づきまして、川内2号炉の高経年化技術評価のうち、低サイクル疲労について御説明させていただきます。

まず、表紙をめくっていただきまして1ページ、目次となっております。今回、6項目で構成してございますので、この構成に基づき御説明させていただきます。

それでは、2ページ目に移ってください。

まず、一番上の1として、低サイクル疲労について概略を記載してございます。まず、低サイクル疲労につきましては、プラントの起動・停止等に受ける温度・圧力変化により、機器の構造不連続部等に局所的に大きい応力が生じ繰り返されることによって、疲労き裂が発生するものでございます。

本低サイクル疲労評価につきましては、この温度・圧力変化の影響を受ける機器に対しまして疲労評価を実施し、疲労累積係数、Usage Factor、以下UFと記載してございますが、これが1より小さくなることを確認してございます。

それでは、2のほうに移りまして、評価対象設備及び川内1号炉との相違点でございます。主な評価対象設備及び1号炉と2号炉の相違点を、2ページ、3ページ目、表にまとめてございます。なお、過渡回数の算出の考え方につきましては、1号炉、2号炉同様でございます。

2ページ目の表を御覧ください。1号炉と2号炉の相違としまして、まず一つ目に、上から3段目、再生熱交換器がございまして、こちら、2号取替え済みのため、形状が一部1号炉と異なります。その2段下、蒸気発生器本体につきましては、1号は取替え済でございますが、2号は取替えが済んでございませんので、型式が異なります。

ページをめくっていただきまして、3ページ目でございますが、3ページ目、後段から4段目、配管サポートのほうでございますが、こちらは材料構造が一部相違するところがあるが、1号炉と2号炉で異なりますが、いずれもUFのほうを見ていただきますと、1より十分小さい値でございます、問題ございません。

また、その他の機器に関しましても、1号、2号、相違はございませんが、UFのほうを見ていただきますとわかりますように、いずれも1より小さいことを満足してございます。

なお、川内1号の審査会合では原子炉容器について説明をさせていただきましたが、2号炉につきましては2ページ目を御覧いただきますと、黄色でハッチングしてありますとおり、1次冷却材ポンプの環境UFにつきまして、比較的大きな値が得られてございますので、この1次冷却材ポンプを代表として説明させていただきます。

4ページ目を御覧ください。

4ページ目のほうに、技術評価として、3.1のほうに適用規格、3.2のほうに評価対象部位を記載してございます。評価対象部位としましては、吐出ノズル、吸込ノズル、脚付根部を評価対象として抽出してございます。

5ページ目に移ってください。

5ページ目のほうでございますが、こちら3.3に過渡条件の設定、過渡回数を策定するに当たって、その考え方、方針について記載してございます。中段から下のほうでございますが、過渡回数を設定するに当たり、どういうカウントの仕方をするかというのを記載してございます。

取替えが済んでいない機器につきましては、実績の過渡回数に運開後実績過渡回数調査時点までの年数で運転実績過渡回数の平均をとりまして、残年数を、余寿命を掛けまして60年分の過渡回数をカウントしてございます。

ページを移っていただきまして、6ページ目のほうでございますが、先ほど御説明しました5ページのカウントの考え方に基きまして過渡回数を算出した結果が、こちらの一覧表にございます。運転状態 及び運転状態 における過渡回数を記載してございます。

それでは、ページをめくっていただきまして7ページ目のほうでございます。

評価結果のほうでございますが、設計建設規格に基きまして、大気中環境での疲労評価を行った結果、各評価点においてUFが許容値以下、UFが1以下になることを確認してございます。なお、下表の評価一覧には、評価結果として疲労累積係数が最大となった評価点の値を記載してございます。

また、さらにPLMに関しましては、環境疲労評価をやりますので、接液環境にあるUFが最大となった評価点について、日本機械学会の環境疲労評価手法に基づき、環境量を考慮した疲労評価を実施しましたところ、環境の疲労累積係数に関しましても1より小さいことを満足してございます。

中段のところに、1次冷却材ポンプの評価結果の一覧を記載してございます。脚付根部、吐出ノズル、吸込ノズル部、いずれもUFが1より小さいことを満足してございます。

なお、1次冷却材ポンプの評価部位のうち、UFが最大となった吐出ノズル評価内容について、次項にて詳細に説明をさせていただきます。

それでは、ページをめくっていただきまして8ページのほうを御覧ください。

8ページ目のほうに、下のほうに1次冷却材ポンプケーシングの解析モデル及び、代表とします吐出ノズル部における解析上の詳細なモデルを記載してございます。設計・建設規格に基づきまして、大気中環境での疲労評価を行った結果、全ての評価点においてUFが許容値1未満になることを確認してございます。なお、UFが最大となった評価点は8526で、 $UF = 0.051$ と結果を得てございます。

さらに、大気中環境でUFが最大でございました、この8526につきまして、環境疲労評価手法に基づき接液環境を考慮した疲労評価を行った結果、 $UF = 0.527$ となり1より小さいことを確認してございます。

9ページ目のほうに移ってください。

9ページ目のほう、まず4としまして、現状保全を記載してございます。1次冷却材ポンプの疲労割れに対する保全としましては、維持規格に従った検査プログラム、試験方法、試験範囲で、超音波探傷試験、目視検査、VT-3でございますが、それとRCS漏えい検査、漏えい試験VT-2により健全性を確認してございます。

5.としまして総合評価でございますが、1次冷却材ポンプの疲労評価結果は、UF許容値1以下でしたことから、現時点の知見において疲労割れが発生する可能性はないと考えてございます。

ただし、疲労評価は実過渡回数に依存するため、今後とも実過渡回数を把握し、評価を継続していくことが必要と考えてございます。

なお、以上は断続運転をもとにした評価でございますが、冷温停止状態におきまして、温度・圧力が低く熱過渡の影響を受けないため、事象の進展が考えにくいことから、健全性に影響はないと考えてございます。

最後に6.としまして、高経年化への対応でございますが、疲労割れにつきましては、現状保全項目を継続して実施していきます。なお、追加保全としましては、高経年化対策の観点から、今後とも実過渡回数に基づく評価を定期的に変更していきたく思います。

なお、10ページ、11ページのほうに、補足資料としまして、川内1号炉のとき、原子炉容器でございましたが、ISIの内容について補足で説明させていただいておりましたので、今回、時間の都合上、割愛させていただきますが、RCPに関するISIの説明を記載してございます。10ページ目のほうに、まず一つ目には、RCPのISIの概要と、2のほうで、実際RCPのISIとしてどのような内容をやっているか、どのような検査内容をやっているかというのを記載してございます。

最後、11ページの補足説明資料のほうには、その検査部位、検査内容、範囲について一覧表にしてまとめてございます。

川内2号炉の低サイクル疲労評価に関しまして、御説明は以上でございます。

山田審議官 それでは、質問、コメントをお願いします。

中村主任調査官 技術基盤グループの中村です。

1次冷却材ポンプの低サイクル疲労の事例について、質問します。

8ページですが、こういった形で非常に精密なモデルを組んで計算していらっしゃるといのはわかるんですけども、疲労解析に用いるピーク応力というのは、メッシュの切り方によって変わってくる可能性があるわけですが、そういった問題をどのように管理するか、説明をお願いします。

九州電力（石井） 九州電力の石井です。

今の御質問の御回答といたしまして、疲労評価につきましては、モデルを組みましてメッシュを切って疲労解析を実施いたします。御質問の内容に関しましては、この疲労メッシュの切り方、どこまで切るかという御質問だと思っておりますけれども、それにつきましては、これまで工認とか、いろいろな疲労解析、モデルを組んでFEM等を回してきてございます。

その結果と見比べましても、妥当な値が出ていることを、きちんと社内で確認してございます。また、解析のやり方につきましても、メーカーのほうで解析モデルを組んでございますが、その妥当性について事業者として品証上は確認を実施してございまして、この解析のモデルの切り方で、当社としては問題ないと考えてございます。

中村主任調査官 わかりました。

山田審議官 他にいかがでしょう。

中村主任調査官 技術基盤グループの中村です。

10ページですが、非破壊検査の方法について説明いただいています、この中で、最も疲れ係数が大きなポンプの内表面は、VT-3で検査されているということですが、それについての検査方法を詳しく説明いただきたいのと、それと、欠陥がないことを確認しているということですが、検査方法と照らして欠陥がないことを確認しているという根拠について、説明いただきたいと思います。

九州電力（石井） 九州電力の石井です。

御質問に対します回答といたしましては、RCPの内表面につきましては、環境上アクセスがしにくいところがございます、水を張った状態でカメラによる遠隔目視検査を実施してございます。それにつきましては、まず実施する前にグレーカード等で所定の識別ができること、判定ができることを確認した上で検査を実施してございます。

なお、き裂の検出性等につきましては、VT-3のそういう規格に基づいた識別性がきちんとある検査方法を用いて、VT-3でRCPの内表面を検査するとともに、また、RCS漏えい検査で貫通に至るようなき裂がないことなど、総合的に検査で、き裂がないというところを判断してございます。

中村主任調査官 技術基盤グループの中村です。

総合的にというのは、何となくはわかるんですけども、今回、発生する欠陥が検出可能であるという書き方をされているんですが、御存じのように、疲労き裂に関しては、非常に微細なき裂が発生しますので、VT-3自身は、き裂の発生を目的とした検査ということではされていませんが、VT-3で実際に、き裂の発生が検出できるということでしょうか。

九州電力（石井） 九州電力の石井です。

遠隔目視でございますので、確かにそういう検出性というところはございますが、グレーカード等で、きちんと0.8mmの識別ができること、まず、疲労評価として1に達してございませんので、まず、割れが生じないという前提はございますけれども、その上で、保全として現状可能でできる限りの検査として、遠隔目視で水中の中にカメラを入れて、可能な検査をVT-3でやっていると。加えて、RCS漏えい検査で貫通、き裂に至るようなき裂もないことを確認しているというところでございます。

中村主任調査官 わかりました。

中野審査官 規制部の中野でございます。

今回、御紹介いただいたポンプの解析の結果なんですけれども、川内1号の結果と比べると、川内1号は0.506に対して、川内2号は0.527ということで、多少上がっているんですが、これの理由と伺いますか、もしわかっている範囲であったら教えてほしいんですけれども。

九州電力（石井） 九州電力の石井です。

いろいろと要素はあるんですけれども、大きな影響としまして、評価時点の残りの余寿命が、若干2号炉のほうが評価が早いので、残りの60年分のカウントが長くなっています。厳しい側の評価が高くなっていますので、その分が、RCPにかかる他のものも、2号炉のほうに若干厳し目に出ているというところがございます。

中野審査官 形状とかは、全く同じというふうに考えてよろしいですか。

九州電力（石井） 結構です。

中野審査官 はい。わかりました。

大高上席調査官 規制庁の大高です。

疲労累積係数の評価について、質問させていただきます。2ページなんですけれども、ここで1次冷却材ポンプについて、川内1号、2号が書いてございますが、今回の評価でキーポイントとなるのは、環境中のUFがどの程度かということだと思います。

これは、設計時のUFに対して環境効果、Fenを掛けていると思うんですけど、この1次冷却材ポンプでは約10倍というふうに理解していますが、この他の部位で環境係数Fenが10を超えるようなところって、他にあるんでしょうか。

九州電力（石井） 九州電力の石井です。

御質問の回答としましては、2ページ、3ページ、こちらのほうに、各機器代表として記載してはございますが、これが各機器の最大を記載してございます。ですので、ここで見ていただきますと、RCPが0.051が0.52なので大体10倍。ずっと見ていただきますと、3ページの下から3番目の弁でございます。弁のほうで、設計UF = 0.051に対して、環境UFを評価したところ0.512ということで、約10倍程度になったという結果がございます。

大体10倍になったというのは、この弁とRCPでございます。

以上です。

大高上席調査官 原子力規制庁の大高です。

今回の評価を見て、ほぼ10ないし、その前後で評価されているということで理解しました。

最大値が0.527ということで、この環境疲労に対して出ているということは、この解釈にしてUF = 1以下ということの評価してございますけれども、逆に言うと、ほぼ2倍の寿命の裕度があるというふうに理解してよろしいでしょうか。

九州電力（石井） 九州電力の石井です。

過渡回数の考え方からしますと、ほぼ2倍程度あると考えていただいても結構かと思えます。

大高上席調査官 原子力規制庁の大高です。

了解しました。

山田審議官 他はいかがでしょうか。

坂内調整官 調整官の坂内ですが、ちょっと確認なんですけれどもというか、補足的にお聞きしたいんですけれども、2ページの表の中で、再生熱交換器、2号機が取り替えられて大型化されたということなんですけれども、これは背景といたしますか、1号機と同じものが2号機に以前ついていて、それが何らかの理由で取り換えられたと。それは、何か、劣化とかトラブルとか、そういった背景があるんでしょうか。

九州電力（石井） 九州電力の石井です。

再生熱交換器につきましては、もともと1号炉につきましては、内筒なしの再生熱交換器でございました。2号機については、内筒ありの再生熱交換器を設計のときに採用してございまして、敦賀、泊のトラブル対応を受けて、川内2号機につきましては内筒なしの熱交換器に取り換えをしております。

坂内調整官 わかりました。ありがとうございます。

山田審議官 他、いかがでしょうか。

ちょっと私から1点伺いたいんですけれども、環境疲労の評価をされているんですけれども、これは言わずと知れた水質管理によって違ってくるはずなんですけれども、水質管理はどのような条件で、この環境疲労の評価をされているんでしょうか。

九州電力（石井） 環境疲労評価で、水質で一番効いてくるのは、溶存酸素が一番効いてくると思います。ただし、溶存酸素につきましてはPWRの溶存酸素は物すごく低くございまして、管理目標値としまして5ppb以下で、実績を追いましても十分その値を満足してございますので、環境疲労評価に対して水質が問題となることはございません。

5ppbを考慮した上で評価を実施してございます。

山田審議官 そのパラメータについては、水質の管理目標値の上限か何かで評価はされ

ていると、そういう理解でよろしいでしょうか。

九州電力（石井） 結構です。

山田審議官 実際上の管理は、それ以下にきちんとされているということで、保守性もしっかり確保されているということでよろしいでしょうか。

九州電力（中牟田） 九州電力の中牟田ですけど、水質管理の基準を決めてございまして、今、審議官がおっしゃった管理値がございまして、それを満足するように管理してございまして、その上限値の管理値の5ppbで評価したということでございます。

山田審議官 ありがとうございます。

他、いかがでしょうか。

大高上席調査官 規制庁の大高です。

疲労評価についての内容の確認なんですが、2ページ目の下から2段落目、蒸気発生器。説明でもございましたように、1号機は取替え済で2号機はまだ取り替えていないということなんですが、この両者を比較すると、UFについては、特に0.46、0.502とほぼ同等なんですけど、この値から見ますと、2号機は、今後取り替える計画にあるんでしょうか。それとも、このまま使い続けるんでしょうか。評価としては、1号機取替え済のものと同値なんですけど、その辺の、もし計画があれば説明をお願いします。

九州電力（石井） 九州電力の石井でございます。

蒸気発生器に関しましては、御質問のとおり、1号につきましてはSGの取り替えを実施終了いたしました。2号機につきましても、SGの取り替えを計画していたんですが、3.11の事象があり、現在、ちょっと取替えのほうが中断している状態でございます。今後、SG取替えを前提とした保全について検討していくということにさせていただきます。以上です。

大高上席調査官 原子力規制庁、大高です。

了解しました。

山田審議官 ほかにいかがでしょうか。

よろしいですか。それじゃあ、これはここでおしまいということにさせていただいて、資料2-2でIASCCをお願いします。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

資料2-2で、照射誘起型応力腐食割れ、いわゆるIASCCについて御説明いたします。

めくっていただきまして、1ページ目の目次でございますが、最初にIASCCとはといっ

たところ、あと 2. で評価対象設備、3. で 1 号炉のとの相違点、4. で技術評価といった順で御説明をいたします。

2 ページでございますが、1. IASCC についてということでございますが、IASCC の発生要因といたしましては、材料と環境及び応力といった三つの要因が考えられます。非常に高い中性子照射量を受けたステンレス鋼において発生する可能性があるということが知られております。

3 要素のうち、まず材料の要因についてでございますが、これについては非常に高い中性子照射量を受けたステンレス鋼というのが対象になりまして、その中性子照射量が高いほど厳しいという特性がございます。

二つ目の環境要因でございますが、温度が高いほど厳しいと。応力についても応力が高いほど厳しいということが広く知られております。それぞれの特性を示すグラフを図 1~3 に示しております。

3 ページは図 3 でございます。

次の 4 ページでございますが、2. として評価対象設備でございますが、IASCC は使用材料がステンレス鋼で 10^{21}n/cm^2 以上の中性子照射量を受ける機器に発生する可能性があるといったことから、評価の対象設備としては炉内構造物が該当いたします。

3. といたしまして、川内 1 号炉との相違点でございます。川内 1、2 号炉の炉内構造物については、各部位の中性子照射量等について、次の表 1 に示しているんですが、各部位の中性子照射量、温度、応力レベルについては、川内の 1、2 号炉で同等であって相違点はございません。

また、次の具体的な表は 5 ページに書いているんですけども、5 ページを見ていただきますと、先ほど御説明した 3 要素の中性子照射レベル、温度、応力レベル、この 3 要素ともに、一番上に書いておりますバツフルフォーマボルトが炉内構造物の中で、三つとも高いといったこととあわせて、海外でも損傷事例というものがございますので、ここではバツフルフォーマボルトが最も厳しいということで、評価対象部位として御説明をいたします。

次の 6 ページでございますが、4. として技術評価を御説明いたします。適用規格等についてでございますが、まず一つ目は日本機械学会の維持規格に基づく評価と加えまして、旧 JNES で行われた国プロの成果でもありますが、IASCC 評価技術に関する報告書といったものや、PWR 炉内構造物点検評価ガイドライン等を用いて、評価を行っております。

4.2 で、IASCC の損傷予測評価でございます。(1)として、バッフルフォーマボルトの仕様でございますが、川内2号炉のバッフルフォーマボルトについては、応力低減等を図った改良型のボルトを採用しておりまして、IASCC の発生の可能性は十分に低いということで、下のほうにその図面と特徴を示しております。

なお、川内1号と2号炉については全く同仕様でございます。ボルトの材料につきましては、SUS316 のコールドワーク材ということで、機械的な強度にすぐれておりまして、首下形状等については、パラボリックにして、応力集中を軽減しているといったような改良型のボルトを示して採用しております。

次の7ページでございますが、まず維持規格に基づく評価について、御説明いたします。

一つ目の でございますが、維持規格において、バッフルフォーマボルトはボルト全数の約7割が損傷した場合であっても炉心の健全性は確保できるという評価がなされてございます。その上で二つ目の でございますが、維持規格においてバッフルフォーマボルトの仕様に従って、グループの1~4に分類がなされております。それぞれボルトの管理損傷ボルトというものがあるんですが、7割折れても大丈夫なところ、管理損傷ボルトは保守的に2割といったところを設定しています。グループ1では、その2割に達する年数として運転時間で約30年と。グループ2では、運転時間で約50年というふうに評価がされており、その損傷予測というものが示されてございます。

三つ目の で、川内2号炉のバッフルフォーマボルトについてはというところですが、先ほどのページで御説明したとおり、応力低減等が図られておりまして、グループ2と比較した場合であっても、応力低減が図られたボルトが採用されておりまして、グループで言えばグループ4といった分類になります。したがって、グループ2よりも発生の可能性は低いという状況でございます。

2号機の損傷ボルトの管理ボルト、2割に達するまでの期間については、維持規格でグループ2で50年というふうに評価がされていますので、保守的にグループ2の損傷予測を用いて評価した場合でも、運転期間で約50年という評価がなされます。

次の8ページでございますが、次に新知見が反映されたIASCCの評価技術に関する報告書及びPWRの炉内構造物点検評価ガイドラインに基づく評価も行ってございます。下に評価方法を書いておりますが、 といたしまして、まず運転時間から得られる照射量によって、変動するバッフルフォーマボルトの応力履歴というものを算出いたします。

右側の図でいきますと、下側にあるカラーだと青で示されているんですけども、この

下側の線がバッフルフォーマボルトの応力の履歴の線を示しております。

といたしまして、先ほどの IASCC の評価技術に関する報告書の中に、評価ガイド（案）が定められておるんですけども、その中に示されている割れ発生応力線図というものがああります。これを右の図で言いますと、上にある赤い線になりますけれども、この赤い線を引くと。として、この青い下の線と赤い線がぶつかったところで、割れの可能性が有りますという評価を行っております。

最初に御説明した のバッフルフォーマボルトの応力の履歴については、10 ページ、ちょっと 1 枚ページを飛ばしていただきまして、10 ページのところ、その応力履歴を求める方法を記載しておるんですけども、放射線であるとか、熱であるとかといったものを入力条件として FEM により応力履歴を詳細に解析をしております、その結果がちょっと戻るんですけども、9 ページのグラフに示されている、このカラフルな線でたくさんの線が示されていますが、これがバッフルフォーマボルト 1 本 1 本の応力履歴の解析結果になります。

そのカラフルな線の上に点々の赤い線で割れ発生応力線図というものが示されていますが、これが先ほどのページで示した赤の上のほうの線になります。これが解析結果でございますが、どの線もこの赤い線に当たらないということで、60 年運転を想定した場合であっても、川内 2 号炉のバッフルフォーマボルトは折れる可能性がないといったような評価になってございます。

最後 11 ページでございますが、4.3 の現状保全で炉内構造物全体について、定期的に可能な範囲について水中カメラによる目視確認、VT-3 を実施して異常がないことを確認しております。また、今後は維持規格に基づきまして、バッフルフォーマボルトの超音波探傷検査というものも実施して、ボルトの健全性を確認していくということにさせていただきます。

4.4 の総合評価でございますが、バッフルフォーマボルトについては、新知見を反映した損傷予測により、60 年運転を想定した場合でも発生する可能性が低いという結果を得ております。しかしながら、維持規格に基づく評価、グループ 2 の評価でございますが、その場合でありますと、管理損傷ボルト 2 割でございますが、達する年数が運転時間で約 50 年ということが評価されておりますので、保全については今後も維持規格に基づく現状保全を継続していくということでございます。

またバッフルフォーマボルト以外の部位については、最も厳しいバッフルフォーマボル

トの損傷予測の結果が 60 年運転を想定しても発生が低いということが確認をされておりますので、それよりも発生の可能性は低いというふうに考えてございます。

なお、冷温停止においては、温度が低いということと、照射の条件も緩いということで、事象の進展は考えにくいことから健全性に影響はないというふうに考えてございます。

最後 4.5 で、高経年化の対応でございしますが、照射誘起型応力腐食割れに関しては、現状保全項目に、高経年化対策の観点からは追加すべきものはないというふうに判断してございます。

資料 2-2 の御説明は以上でございます。

山田審議官 質問、コメントをお願いします。

坂本主任調査官 技術基盤グループの坂本と申します。

最後の 11 ページ目の現状保全のことについて、まず 1 点お聞きします。

定期的に水中カメラによる目視確認を実施して、異常がないことを確認しているということなんですけれども、バツフルフォーマボルトの場合は、海外の事例を見ますと、ボルトの首下の部分で破断しているようなんですけれども、ここの部分の損傷というのは、水中カメラによる VT-3 で確認できるかどうかということと、難しいんじゃないかと思うんですが、VT-3 による水中カメラで、なかなか個別のボルトについて、破損、破断しているかどうかを見分けるのが難しいとすると、構造物全体として何%くらい、何割くらいのボルトに破損が現れたら VT-3 で検出できそうだというふうにお考えになっているか、その辺の御説明をいただければと思います。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

まず VT-3 で首下の割れが確認できるかという点についてでございますが、これは続けてコメントいただきましたとおり、確かにボルトの頭は見えるんですけれども、首下の部分というのは直接見ることはできませんので、首下の部分を直接 VT-3 ということで確認することはできません。しかしながら、維持規格の評価でもありますとおり、7 割折れても大丈夫で、2 割折れるものは管理損傷ボルトとしておりますが、VT-3 としては何を見ているかということ、折れることで炉心バツフル盤を含めて変形等をした場合に、炉心の健全性として問題があるような変形等がないかというものを VT-3 で確認しております。

二つ目の質問の回答に続けさせていただきますけれども、じゃあ何割折れたら見れるのかというものに関しては、もうボルトの損傷パターン、どういうふうに折れていくかということによって、変形の状態というものは異なるから違ってくるかと考えておりますので、

一律に何割折れたら、何本折れたらということとは言えないと思いますが、2割折れるところを管理損傷ボルトとして、そこで UT をするというふうに維持規格で定められておりますが、じゃあ2割折れるまで何もしないかというのではなくて、2割折れないうちであっても、炉心の健全性に問題がないということを VT-3 で確認していくということで、保全をやらせていただいております。

以上でございます。

坂本主任調査官 そうしますと、技術評価で60年の運転を仮定しても、破断するボルトは基本的にはないという評価になっていると思うんですけども、この技術評価が実際のプラントに即している、正しいかという言い方は適切ではないかもしれませんが、実際に損傷が起きていないということを確認することも非常に重要になってくるのではないかと思いますね。VT-3 ではこのボルトについてはわからないとすると、その次に書いてあります超音波探傷検査というのが非常に重要になってくると思うんですね。

今、維持規格ではおっしゃいましたように、運転時間で50年以内であればいいというふうになっていると思うんですが、現時点で九州電力としての、いつごろ実施するかという予定か、あるいは実施時期をこういうふうに決めていきますという考え方があれば、それを御説明を願いたいと思います。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

最新の知見を踏まえた評価を行っていて、60年時点で1本も折れないという評価を得ておりますので、我々としては問題ないというふうに考えているんですが、保守的なほうの維持規格の評価でいきますと、運転時間50年で2割折れるというふうな保守的なほうの評価がありますので、そちらをベースで、厳しい保全をやっていこうというふうに考えております。

運転ベースで50年といいますが、まだ大分先の話でございますので、現時点においてはこういった評価でかなりの余裕を見ているので、VT-3 でそういう有意な炉心の健全性に問題があるようなものも確認されておられませんので、現時点において具体的な計画というのはない状態なんですけども、評価もこれから新しい知見等も出てくるかもしれないので、そういった評価等を見ながら、今後そういう保全については保守的にできるように検討していきたいというふうに考えてございます。

以上でございます。

坂本主任調査官 考え方として了解いたしました。

山田審議官 ほかはいかがでしょうか。

よろしいですか。じゃあ次、お願いします。

九州電力（若松） 九州電力の若松でございます。

それでは、資料2-3、絶縁低下につきまして御説明をさせていただきたいと思えます。

それでは1ページ目の目次の御確認をお願いいたします。

絶縁低下につきまして、まず一つ目として絶縁低下の概要、評価対象設備、それと1号炉との相違点を御説明させていただきまして、その後ケーブル等の技術評価を御説明させていただきます。なお、ケーブル等を含む電気・計装設備の評価結果につきましては、5.として15ページ以降に、その結果と高経年化の対応について網羅的に述べさせていただいております。

それでは2ページより絶縁低下につきまして御説明させていただきます。

電機計装設備には絶縁性能を保つということで、さまざまな部位にゴムでありましたり、樹脂等の材料が使用されております。これらの使用材料につきましては、熱・放射線並びに電氣的、機械的な要因で劣化することによりまして、絶縁性能が低下し、電気計装設備の機能維持ができなくなるという可能性がございます。

絶縁低下の中には、水トリー劣化というものがございまして、こちらにつきましては、高圧ケーブルのみに発生が確認されている事象になっております。なお、絶縁低下とは別に長期間の使用に伴いまして、動作特性が変化する特性変化ということも可能性がございますので、同様に評価を行っております。

それでは次ページの2、評価対象設備を御覧ください。

2の評価では、電気計装設備の機能維持に必要な絶縁性能を考慮する設備を評価対象として抽出しておりまして、抽出された設備につきましては、下の表1に示してございます。表1の右の2列を御覧ください。こちらにつきましては抽出した設備のうち、事故環境を考慮する設備か否かを示してございまして、今回新規制基準適合性審査を反映した工事計画の認可も踏まえまして、設計基準事故環境に加えて、さらに重大事故の環境も今回評価してございます。本日は表の黄色でハッチングしてございますけれども、事故時に環境条件が厳しい、原子炉格納容器内に設置されてございます電気ペネトレーション、それと低圧ケーブル、さらに原子炉格納容器外でございまして、高圧ケーブルの評価内容ということで、7ページ以降の技術評価にて御説明をさせていただきたいと思えます。

引き続き5ページをよろしく申し上げます。

5 ページ、3、川内 1 号炉との相違点になりますが、相違点につきましては、下の表の右の欄に示しましたとおり、設備の相違、それと次のページを御確認いただけるとわかると思うんですが、共用設備として、1 号または 2 号、いずれかで評価されていることによるものが主な相違点となっております。その中で表の黄色いハッチングを御覧ください。

この黄色いハッチング部分に書かれている内容でございますけれども、設計基準事故区域内で、機能要求のあるケーブルにつきましては、JNES の研究成果でございます原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド、いわゆる ACA ガイドというふうに我々は呼んでございますが、こちらが平成 26 年の 2 月に取りまとめられているということで、ACA ガイド発行以降に申請させていただきました 2 号炉につきましては、これまで電気学会推奨に基づく評価に加えて、新知見として ACA ガイドに基づく健全性評価も実施してございますので、本日は原子炉格納容器内で、多く使用されております低圧ケーブルの ACA ガイドに従った健全性評価につきましても御説明をさせていただきます。

それでは 7 ページをお願いいたします。

まず電気ペネトレーションの重大事故環境時における評価になってございます。 の評価方法としまして、IEEE の規格をもとに実施した長期健全性試験結果に基づき評価を行っておりまして、長期健全性試験の試験手順につきまして、下のフローに示してございません。

右側の 、評価結果に移らせていただきますが、下の表の左の欄に記載しております加速熱劣化等の試験条件につきましては、右の欄に説明として示させていただいておりますとおり、いずれも実機環境に基づく 60 年の運転期間を想定した、劣化条件と重大事故時の条件というものが包絡されているということで、運転開始後 60 年におきましても絶縁機能が維持できると判断してございます。

続きまして、次ページ、8 ページに通常行っております現状保全の内容を御説明させていただきます。

電気ペネトレーションの保全といたしましては、定期検査にて絶縁抵抗測定、機器の動作確認を実施いたして有意な絶縁低下がないことを確認しております。

次に の総合評価になりますが、これまで説明させていただきました健全性評価の結果から判断いたしまして、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いというふうに考えております。

さらに絶縁低下につきましては、現在保全として実施しております絶縁抵抗測定等で検

知可能でございます、点検照合につきましても適切なものであるというふうに評価をしてございます。

これらの結果、高経年化の対応といたしましては、現状実施しております保全項目に高経年化の観点から、新たに追加すべきものはないというふうに判断いたしております。

以上が電気ペネトレーションの技術評価の御説明になります。

引き続きまして、次の9ページより同様に高圧ケーブルの評価結果を御説明をさせていただきたいと思っております。

4.2 といたしまして、高圧ケーブルの重大事故時環境での評価ということで、評価方法につきましては、IEEEの規格をもとにケーブルの環境試験方法の推奨(案)として、電気学会にてまとめられております電気学会推奨(案)に基づいた健全性評価結果によって評価を行っております。その試験手順につきましては、同様に下のフローに示させていただきます。

右側の、評価結果でございますが、下の表の左側に記載した試験条件につきましては、右の欄に説明させていただいておりますとおり、いずれも実機環境に基づく60年の運転期間を想定した劣化条件、重大事故時の条件を包絡しており、運転開始後60年時点におきましても絶縁機能を維持できるというふうに判断をしております。

続きまして、次ページ、10ページの高圧ケーブルの保全でございますけれども、定期検査等で実施する絶縁抵抗測定、それとケーブルの絶縁診断によりまして、許容値が満足していることを確認しております。

次に総合評価に移らせていただきますが、健全性評価の結果から判断いたしまして、絶縁低下による機器の健全性に影響を与える可能性はないというふうに考えております。絶縁低下につきましては、現状保全でございます絶縁抵抗測定、さらにケーブルの絶縁診断というもので検知可能ということで、点検手法としても適切なものというふうに評価をしてございます。

これらの結果、高経年化への対応といたしましても、現状実施しております保全項目に高経年化の観点から新たに追加すべきものはないというふうに判断をしております。

以上が高圧ケーブルの技術評価の御説明になります。

続きまして、次の11ページより低圧ケーブルの評価結果を御説明させていただきたいと思っております。低圧ケーブルにつきましては、先ほども御説明させていただきましたけれども、電気学会の推奨案に基づくものと、それと12ページのほうで新知見でございます

ACA ガイドに基づく評価として、それぞれ御説明をさせていただきたいと思えます。

まず 11 ページの電気学会推奨案に従った評価になりますが、評価方法として、長期健全性試験の手順を同じように下にフローとして御説明させていただいております。

2 の評価結果でございますけれども、表の左に記載した試験条件につきましては、表の右の欄に示しますとおり、いずれも実機環境に基づく 60 年の運転期間を想定した劣化条件、さらに重大事故時の条件も包絡できてございますので、運転開始後 60 年時点におきましても絶縁機能を維持できると判断しております。

続きまして 12 ページの ACA ガイドに基づく評価結果になります。評価方法といたしましては、長期健全性試験の試験手順として、下に記載させていただいております。右のページでございますけれども、こちらは評価に当たって使用させていただきました原子力プラントのケーブル経年変化技術調査研究に関する最終報告書、こちらは JNES-SS 等のレポートになってございます。こちらの中で試験をやっていただいておりますので、事前劣化条件、それと設計基準事故時の条件、さらに対電圧試験の結果というものを、このページには記載をさせていただいております。

続きまして 13 ページをお願いいたします。

13 ページの評価結果でございますけれども、表の左の部分、こちらにケーブルが実際に布設されておりますエリアの温度、放射線量を示してございまして、右部分に使用されるケーブルの種類ごとの評価期間を示してございます。表のほうの結果でございますが、KK ケーブル及びループ室外に布設されております難燃 PH ケーブルにつきましては、運転開始後 60 年時点におきましても絶縁機能が維持できるという判断。

ループ室内に布設されております難燃 PH ケーブルにつきましては、60 年間の共用を想定しますと、絶縁低下の可能性は否定できないというふうな評価をいたしております。ただし、備考欄に記載しましたとおり、第 6 回の定期検査におきまして、既にケーブルの更新がなされているということを備考に記載させていただきました。

続きまして、次の 14 ページで、低圧ケーブルの保全についてですが、定期検査等における絶縁抵抗測定それと制御計装用のケーブルにつきましては、機能検査等によって系統機器の動作、または計器の指示値等に異常のないことを確認するというので、絶縁低下による機能低下がないことを確認してございます。

次に総合評価になりますけれども、これまで同様の電気学会推奨案に基づく健全性評価の結果から判断すると、絶縁低下により機器の健全性に影響を与えるものはないと考えて

ございます。

また保守的に ACA ガイドに基づく健全性評価結果から判断いたしますと、ループ室内に布設されております難燃 PH ケーブルにつきましては、絶縁低下の可能性は否定できないが、評価期間に至る前に取替等の措置を講じることで、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いというふうに考えております。

なお、絶縁低下につきましては、現状保全として実施しております絶縁抵抗測定や系統機器の動作確認さらに計器の指示値確認等を継続的に実施することで検知可能で、点検手法としても適切なものであるというふうに評価してございます。これらの結果、高経年化への対応といたしましては、現状実施いたしております保全項目に高経年化対策の観点からは新たに追加すべきものはないと判断いたしております。

なお、ちょっと繰り返しになりますけれども、ループ室内に布設している難燃 PH ケーブルにつきましては、ACA ガイドに従った長期健全性評価結果から、評価期間に至る前に取替等の措置を実施することとしてございます。

ここまでが今回代表として機器の健全性の評価になってございまして、その他の電気計装設備の絶縁低下に関わる評価結果につきましては、次の 15 ページ以降の表 3 に示してございます。

表 3 をちょっと御確認をいただきたいと思いますが、その他の設備につきましても、電気ペネトレーションやケーブルと同様に評価を行っておりまして、この表では対象となる設備、部位に加えて、健全性評価の結果、それと現状保全の内容、総合評価結果並びに高経年化への対応、概要として 15 ページ～21 ページまで網羅的に記載させていただいております。

ちょっとページが戻って申し訳ございませんが、15 ページの冷温停止状態の評価結果でございますけれども、運転を継続的にを行うことを前提とした評価と比べて厳しくなると想定される機器としては、余熱除去ポンプの電動機が抽出されましたけれども、こちらにつきましても現状保全を継続的に実施していくことで、健全性は維持できるということを確認、評価してございます。

絶縁低下につきましては、以上になります。

山田審議官 それじゃ質問、コメントお願いします。

皆川調査官 技術基盤グループの皆川です。

高圧ケーブルの評価、9 ページ目について質問させていただきます。高圧ケーブルにつ

いては、事故時環境影響評価ということで、評価されておりますけれども、9 ページの右側の上の表がありますけれども、3 列目ですね。60 年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件、これは何を評価されているのでしょうか。一番右の表のところは重大事故が評価されているということは理解できますけれども、真ん中の列は何を評価されているのか説明をお願いいたします。

九州電力（若松） 九州電力の若松でございます。

今御質問いただきました 9 ページの右側の表の右から二つ目の列、60 年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件、こちらは何かという御質問でございますけれども、高圧ケーブルにつきましては、非常用ディーゼル発電機、あと海水ポンプ、それと今回評価してございます充てん/高圧注入ポンプ等々でございます。それら全ての高圧ケーブルを包絡するような形で、60 年間の通常運転時の 2 行目に書かれているケーブルにつきましては、電流値が一番大きい、非常用ディーゼル発電機に使用してございますケーブルが一番電流が高く、温度上昇も高いということで、こちらは*1 で書かせていただいておりますが、格納容器外でのケーブル布設エリアの温度の通電による温度上昇と若干の余裕を加えた温度として設定したということで、こちらは具体的には非常用ディーゼル発電機のケーブルを対象に記載してございます。

一方、一番右側でございますが、こちらは重大事故時に使うものということで、重大事故時に環境が若干厳しくなります安全補機室内に設置してございます充てん/高圧注入ポンプの高圧ケーブル、こちらは電流値が若干低い設定になりますので、このような評価結果として記載させていただいております。

皆川調査官 技術基盤グループ、皆川です。

わかりました。もう 1 点です。同じ高圧ケーブルの評価についてなんですけれども、通常こういった耐環境性評価というのは、通常運転時の劣化を加速的に与えた後、事故時環境にさらして、対象とする機器が健全かどうかというのを確認するというのが通常の形かと思えます。

一方、今回の評価については、左のフローを見ていただきますと、加速の熱劣化そして放射線劣化を与えた後、判定という形で、事故時の環境条件の評価というのは、それぞれの熱劣化と放射線劣化のところに含まれているという形になっております。

この妥当性について説明をお願いいたします。

九州電力（若松） 九州電力、若松でございます。

重大事故雰囲気内で機能要求のある高圧ケーブルといたしましては、先ほども少し述べさせていただきましたけれども、格納容器外ということで、安全補機室に設置されております。充電/高圧注入ポンプ等のケーブルが対象になっております。

安全補機室の重大事故時の環境といいますが、先ほど皆川さんのほうから御指摘がありました原子炉格納容器内のような環境とは違っていて、温度が支配的になるということで、今回、温度、放射線に対する健全性の確認として、60年間の通常運転時の使用条件に加えまして、事故時ということで120、7日間の熱影響を考慮した評価を行っております。

したがって、この温度の中で、試験条件が140の9日間の試験に対しまして、60年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件が通常53の60年、それと事故時の120の7日間という熱によるストレスを考慮しても120の9日間という計算になりますので、試験条件140の9日間の中に包絡されているというふうに、今回高圧ケーブルにつきましては評価をしております。

皆川調査官 技術基盤グループ、皆川です。

御説明了解いたしました。それから、すみません、もう1点です。

ACAガイドに基づく低圧ケーブルの評価について質問させていただきます。ページでいいますと13ページ目になります。まず表の左側の実布設環境条件ということで、布設箇所ごとに条件が設定されておりますけれども、これは何に基づく条件であるのかについて、説明をお願いいたします。

それから、もう1点、右側の備考のところケーブル更新の実績がありますけれども、この更新の理由について説明をお願いします。

九州電力（若松）九州電力、若松でございます。

まず一つ目の御質問ですけれども、13ページの表の左側の実布設環境条件、こちらに記載してございます数値でございますが、こちらは平成19年にNISA文書に基づく原子炉格納容器内の環境調査の御指示がございました。その際に川内1号2号、さらに玄海も含めてなんですけれども、全てのプラントを運転中1サイクル温度計や放射線の測定器を温度や放射線が高くなる箇所に設置いたしまして、測定してございます。

その結果を用いまして、今回実布設環境の条件のほうに記載させていただきまして、ACAガイドに基づく評価を行ったものでございます。

あと二つ目の御質問の13ページの備考欄に書かれてございますケーブルの更新理由で

ございます。こちらはACAのガイドに基づくというものではなくて、第6回定期検査ということで、1992年、平成5年くらいになるんですけども、こちらの際にCV内のRTDのバイパス配管というものの撤去工事がありました。その撤去工事の際に温度計、さらにケーブルも更新をされていたということで、第6回の定期検査のときの配管系の工事に伴うケーブル更新の実績になってございます。

以上でございます。

皆川調査官 技術基盤グループ、皆川です。

一点目の質問のところをちょっと補足でまた質問させていただきますけれども、先ほどの御説明でNISA文書に基づく実布設環境測定結果を反映されているということでしたけれども、主蒸気配管室については、設計温度というふうに補足で書かれておりますけれども、これについては今後測定等を実施する予定はあるのでしょうか。

九州電力(若松) 九州電力、若松でございます。

主蒸気管室につきましては、このNISA文書の際に計測をしてございません。*5として設計温度を書かせていただいておりますが、今後新しいACAの知見に基づく評価も必要と考えておりますので、今後運転中のプラントにおいて、実際の温度条件等につきましては、計測をしていきたいというふうに考えております。

皆川調査官 技術基盤グループ、皆川です。

わかりました。すみません、最後もう1点だけ質問させていただきます。

同じページのところで、ループ室に設置されています難燃PHケーブルについては、1992年度に更新されているということなんですけれども、評価期間を考慮すると、運転開始後50年程度くらいの取替が必要になるのかというふうに理解しておりますけれども、この取替をきちんとやっていくということが、健全性維持の上で重要なことというふうに考えておりますけれども、この取替をきちんとやるということをどのように担保していくのか、管理の方法等について説明をお願いいたします。

九州電力(若松) 九州電力、若松でございます。

こちらのケーブルの取替について、今後どうやっていくかと。皆川さんがおっしゃられたとおり、運転開始後50年くらいでケーブルの更新時期を迎えます。それまでにどのように管理するかでございますが、電気計装品の耐環境性が必要なものの管理、よくEQ管理と言われておるんですけども、今後我々のプラントにおきましては、EQ管理という形で実際に計器、ケーブルが布設されているところの環境温度、放射線を10年と、ある

程度のスパンをもとに測定を行うという EQ 管理を実施していこうということも考えてございますので、まだ計画段階ではございますけれども、その EQ 管理の中で ACA 評価も踏まえた評価期間に至る前にケーブルの取替を実施していくというような取組みになっていくかと考えております。

皆川調査官 技術基盤グループ、皆川です。

了解いたしました。

山田審議官 ほか、いかがでしょうか。

ではちょっと私から質問なんですけれども、7 ページ目のところの試験の条件ということで、10 日というのと 7 日というのが出てきていて、それから 9 ページ目のところの使用条件、劣化条件というのも 7 日というのが出てくるんですけれども、この数字はどういう考え方で設定されているんでしょうか。

九州電力（若松） 九州電力、若松でございます。

すみません、まず御質問いただきました 7 ページのほうから御説明をさせていただきたいと思います。

まず試験条件のほう、すみません、2 種類ございまして、電線貫通部、それとペネトレーションの両サイドについてまず外部リード、それぞれ試験をやってございまして、まず電線貫通部が 125 というような熱劣化の条件で 10 日間の試験をやってございます。

これに対して、試験条件に対して、実際の熱劣化条件が、包絡しているかどうかという観点で見比べる場合に、温度もしくは期間のほうを一定にしてあげる、合わせてあげることによって評価ができますので、まず電線貫通部につきましては、60 年間の運転期間に相当する条件というのが、112 の 10 日間という熱加速条件になります。それに対して試験条件は 125 の 10 日間ということで、試験のほうが厳しいストレスを与えているという答えになります。

外部リードは 2 種類ございまして、まず一つ目の外部リードにつきましては、電線貫通部とあわせて試験をやってございますので、114 の 10 日間と、こちら電線貫通部の実機同等品の 125 より低いということで包絡されるという結果になります。ちょっとここは若干混乱してしまうんですけれども、絶縁体が異なる外部リードというペネトレーションもございまして、こちらにつきましては、左側の絶縁体が異なる外部リードの試験が 121 の 7 日間で実施してございますので、7 日間というベースを合わせてあげると、これは 117 で 7 日間加速すれば、60 年の運転期間に相当する熱劣化を与えられるというこ

とで、こちらも 121 に比べまして、実際の 60 年間の熱劣化が包絡されているという評価になっております。

もう一つ、9 ページの高圧ケーブルにつきましては、こちら 120 で 9 日間熱加速をすると、60 年間の運転が運転条件に加えて重大事故の環境条件も含めた加速劣化ができますよという計算をしております。この計算につきましても、先ほどもありましたけれども、ガイドのほうに計算式が載っておりますので、ガイドに基づいた計算でございます。

その下に 120 の 7 日間とあるんですけども、こちらは*4 を御確認いただきたいんですが、重大事故時の安全補機室内における最高温度、充てん/高圧注入ポンプがおかれている部屋が 112 、それにポンプの通電による温度上昇を加えると 120 、その状態が SA ということで、7 日間続きますよということの 7 日間になっております。

これら、通常時と事故時の熱劣化をあわせて 120 の 9 日間加速すると、模擬できますよという計算になりますので、その計算した結果が試験条件の中に包絡しているということで、試験条件のベースに合わせて計算をし直した値というふうに御理解をいただければいいかなと考えております。

山田審議官 わかりました。ありがとうございました。

今の御説明の中で 1 点だけですけれども、事故時 7 日と限定したのはなぜですか。

九州電力(若松) こちらにつきましては、今前段の工事計画の中の健全性に関する説明書の中で、事故時の期間といたしまして、放射線量とかの積算値が 7 日間ということで計算されてございましたので、工認の反映ということで、今回 PLM におきましても 7 日間の健全性を評価したということになってございます。

山田審議官 わかりました。ありがとうございました。

ほか、いかがでしょう。よろしいですか。

じゃあ次、お願いします。

九州電力(石井) 九州電力の石井でございます。

それでは資料 2-4 に基づきまして、川内 2 号炉の高経年劣化技術評価のうち、原子炉容器の中性子照射脆化について、御説明させていただきます。

資料をまずめくっていただきまして、1 ページ目、目次となっております。7 項目で構成しておりますので、この構成に基づき御説明させていただきます。

2 ページ目に移ってください。2 ページ目、こちらのほうをまず 1 としまして、中性子照射脆化についてということで、中性子照射脆化に関する概略的なことを記載してござい

ます。炭素鋼、低合金鋼などのフェライト系材料が高エネルギーの中性子照射で強度、固さが増加して、延性、靱性が低下して、中性子照射脆化と呼ばれているというような概要を記載してございます。

一番下のフレーズのほうで本審査会合におきましては、原子力規制委員会の高経年化対策実施ガイド及び日本原子力学会標準に対策実施基準に規定されてございます、原子炉容器の中性子照射脆化について、具体的な評価内容を説明するということを記載してございます。

ページをめくっていただきまして、3ページのほうを御覧ください。

2としまして、川内1号炉との相違でございます。川内1号炉と2号炉はツインプラントでございます、原子炉容器の仕様は全く同一でございます。これまで若干運転履歴は異なりますが、中性子照射量はほぼ同じ値となっております。しかしながら化学成分に相違があるため、運転開始後60年時点の関連温度予測値等の評価結果に差がございますが、川内1・2号炉ともに原子力維持の健全性に問題ないことを確認してございます。

中段の表1のほうに川内1号炉・2号炉の中性子照射の比較を記載してございます。1号炉・2号炉とも運転開始後60年時点で $9.99 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$ と想定されます。後段の表2のほうにつきましては、川内1号炉・2号炉の化学成分の比較を記載してございます。

一番下のフレーズでございますが、なおJEAC4201-2007(2013追補版)を用いた現時点、第20回定期検査まででございますが、これと運開後60年時点の加圧熱衝撃事象、PTSと呼んでございますが、この評価、重大事故時のSAの2次冷却系除熱機能喪失を考慮してございますが、この評価を実施しまして健全性に問題ないことを確認してございます。

ページを移っていただきまして4ページ目のほうを3としまして、評価点の抽出でございます。中性子照射量が高いほど関連温度が上昇し、上部棚吸収エネルギーが低下しますので、以下のとおり60年時点での照射量が $1 \times 10^{17} \text{n/cm}^2$ を超える部位としまして、評価点を抽出し、照射脆化に対する評価を実施してございます。

評価点としましては、炉心領域の下部胴とこの下部胴内表面での中性子照射量でございますが、第20回定期検査時点で $3.9 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$ 程度、あとこれに60年時点を推定しますと $9.9 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$ 程度になります。あと下部胴以外に照射量が 1×10^{17} を超える部位として、上部胴とか、トランジションリングの一部は該当しますが、評価上やはり下部胴が一番厳しいことから、今回下部胴を対象として評価を実施してございます。

4ページ右のほうに原子炉容器の鳥瞰図及び原子炉容器の仕様を記載してございます。

ページを移っていただきまして、5 ページのほうを御覧ください。こちらからが 4、健全性評価になります。4-1 としまして、監視試験結果でございます。第 3 回までの監視試験結果を以下の表に示してございます。母材の溶接熱影響部につきましては、溶接による熱履歴により関連温度は母材より低くなっていますので、評価は母材を代表としてございます。

川内 2 号炉の原子炉容器本体胴部（炉心領域部）の中性子照射時間に対する監視試験結果ということで、照射前の初期値から第 1 回、第 2 回、第 3 回までの照射試験結果を関連温度及び上部柵吸収エネルギーを一覧表にして、本ページに記載してございます。

ページを移っていただきまして、6 ページ目のほうを御覧ください。4-2 として、関連温度評価でございます。日本電気協会の原子炉構造材の監視試験方法（JEAC4201-2007/2013 追補版）の国内脆化予測法による関連予測値と監視試験結果から当該部位の中性子照射脆化は、マージンを見込んだ値を逸脱しておらず、特異な脆化は認められていないということを確認してございます。

国内脆化予測法による関連温度の予測値を右の表に、あと照射脆化に対する関連温度の予測法による予測と監視試験結果を次ページに示してございます。

6 ページの右のほうの表を御覧ください。原子炉容器本体胴部の中性子照射脆化に対する関連温度の結果でございます。評価時期としましては、20 回定期検査時点、これとあと、余寿命、残りの運転期間を考慮しまして、運転開始後の 60 年時点の評価を記載してございます。中性子照射量関連温度につきましては、母材、溶接金属、熱影響部が以下の、この記載のとおりとなっております。

ページをめくっていただきまして、7 ページ目のほうでございます。こちらのほうに照射脆化に対する関連温度の国内脆化予測式による予測と監視試験結果のグラフを記載してございます。右の表のほうに R_{TNDT} に関するグラフと、左のほうには、照射量に対する関連温度の評価結果の予測式を記載してございます。

8 ページ目のほうに移っていただきまして、4-3、上部柵吸収エネルギーの評価でございます。上部柵吸収エネルギーに関しましては、JEAC4201 の国内 USE 予測式を用いまして、運転開始後 60 年時点でのエネルギー予測値を評価してございます。その結果、JEAC に要求がございまして 68 以上を満足しており、十分な上部柵吸収エネルギーがあることを確認してございます。

下表のほうに川内 2 号炉の上部柵吸収エネルギーの予測値を記載してございますが、初

期値 20 回定期検査時点、運転開始後 60 年時点におきましても十分な値を有しており、JEAC に要求がございます 68 を十分上回っていることを確認できると思います。

ページをめくっていただきまして、9 ページのほうを御覧ください。4-4 で、加圧熱衝撃事象、PTS 評価の説明でございます。PTS 評価につきましては、JEAC4206 に定められました評価手法に基づき、原子炉容器本体胴部の評価を実施してございます。なお PTS 事象につきましては、デザインベースの小破断 LOCA、大破断 LOCA、主蒸気管破断事故並びに、今回工認のほうでも追加されてございます SA 条件としての冷却系の除熱機能喪失事象を対象としてございます。

中性子照射脆化に対する材料の靱性低下の予測につきましては、脆化予測を用いまして、実測の K_{IC} データを運転開始後 60 年時点まで温度軸に対してシフトさせまして、その予測破壊靱性 (K_{IC}) でございますが、下限を包絡した以下の K_{IC} 曲線を設定してございます。

ここで T_p というのがプラント評価時期の K_{IC} 曲線を設定する際に定まるプラント個別の定数でございます。川内 2 号炉につきましては、第 20 回定期検査時点で 63 、60 年時点で 101 となっております。

PTS の健全性評価につきましては、 K_{IC} 下限包絡曲線と PTS 状態遷移曲線、応力拡大係数 K を比較しまして、 K_{IC} が K より大きいことを確認することでございます。その結果を次項に示してございます。

10 ページ目のほうを御覧ください。こちらが PTS 評価結果でございます。初期亀裂を想定しましても、60 年時点におきまして破壊靱性に対する抵抗値、材料自身が持つ粘り強さでございますけれども、この K_{IC} 曲線は負荷状態を応力拡大係数 K で示す PTS 状態遷移曲線を上回っていることが確認できると思います。このことから、脆性破壊が起こらないと評価してございます。

10 ページのほうの真ん中のほうに K 曲線並びに 20 回定期検査時点における K_{IC} 曲線と 60 年時点における K_{IC} 下限包絡曲線を記載してございまして、十分に余裕があることを確認できると思います。

めくっていただきまして、11 ページ目のほうでございます。現状保全でございますが、まず一つ目、胴部材料の中性子照射に対する機械的性質の変化につきましては、4201 に基づいて今後監視試験を実施し、将来の破壊靱性の変化を先行把握してございます。

2 号炉につきましては、当初カプセル 6 体挿入してございますが、現在までに 3 体の力

プセルを取り出し、将来の運転期間に対する脆化予測を行い、健全性の評価を実施しました。

2.としまして、監視試験結果から 4206 に基づく運転管理上の制限として、加熱・冷却運転時に許容し得る温度・圧力の制限曲線、加熱冷却時の制限曲線がございますが、これを定めるとともに、耐圧漏えい試験温度を設けて運用してございます。

三つ目の保全としましては、原子炉容器に対しましては、定期的に溶接部の超音波探傷検査を実施してございます。この超音波探傷検査を実施し、構造健全性に問題がないことを確認してございます。

ページをめくっていただきまして 12 ページ目のほうに移ってください。6.としまして、総合評価でございます。健全性評価結果から判断しまして、現時点の知見において胴部の中性子照射脆化が機器の健全性に影響を与える可能性はないと考えてございます。

炉心領域部材料の機械的性質の予測は監視試験により把握可能であり、有意な欠陥がないことも超音波探傷検査により確認していることから、保全内容としては適切と考えてございます。

以上が断続運転を前提とした評価でございますが、なお、冷温停止状態におきましては、事象の進展が考えにくいことから、健全性に影響はないと考えてございます。

7.としまして、最後でございますが、高経年化の対応として、胴部の中性子照射脆化に対しましては、現状保全項目に加えまして、高経年化対策の観点から、長期保守管理方針として関連温度上昇に対する精度向上が図られた脆化予測式に基づく評価をまた今後も実施していくことといたしてございます。

以上が御説明でございまして、13 ページ、14 ページ、15 ページ目のほうでございますが、1 号炉の審査会合のときに数字だけの表でございましたので、視覚的にわかるように、それぞれ母材、溶接金属部における各サーベランス試験結果を関連温度曲線にプロットした分を記載してございます。13 ページ、14 ページが以上でございます。

15 ページ目のほうにつきましては、母材溶接金属につきまして、上部棚吸収エネルギーと中性子照射量の関係をグラフにして現したものを記載してございます。

2 号炉の原子炉容器の中性子照射脆化に対する御説明は以上でございます。

山田審議官 質問、コメント、お願いします。

船田技術参与 規制庁、船田です。

5 ページの監視試験のところで質問させていただきます。現在初回から 1 回 2 回 3 回の試験

をされていますけれども、JEAC4201 は脆化量に従って、監視試験の取り出す回数とか時期とかが、細かく決められています。今回のこれまでの試験結果というのは、その 4201 の試験計画に基づいて試験した結果と思ってよろしいでしょうか。

九州電力（石井） はい、結構です。

船田技術参与 了解しました。

大高上席調査官 監視試験片の結果について質問します。第3回の監視試験片の取り出しで、中性子照射量が 9.5×10^{19} ということで、かなり照射量が進んでいるんですが、60年目までの照射量の推定については、 9.9×10^{19} 程度だというふうに評価されております。そうしますと、第3回の照射量というのは、原子炉容器内表面に換算したときに、どの程度の年数になるのか説明してください。

九州電力（石井） 九州電力の石井です。

御質問の、すみません、ちょっと聞き取りが悪かったですけれども、現状第3回の中性子照射量で表面で 9.5×10^{19} 、60年時点で 9.9×10^{19} と評価してございますが。

大高上席調査官 第3回で照射された照射量というのは、原子炉容器内表面に換算すると、何年程度の照射量になるのでしょうか。60年は超えていないということだと思っておりますけれども。

九州電力（石井） 九州電力の石井です。

9.5×10^{19} に関しましては、60年時点で 9.9 でございますので、若干わずか60年には到達していない状況でございます。ですので、大体60年、50年後半ぐらいになると思います。

大高上席調査官 ちょっと再度確認、後で説明していただきたいのは、実質その後、川内2号が停止状態で続いているので、今日時点とか、時点で言うと、多分もう十分クリアできる範囲かなと思うので、再評価した値を整理した後で報告していただけないでしょうか。

九州電力（石井） 九州電力の石井です。

了解しました。

大高上席調査官 原子力規制庁の大高です。

原子炉容器の現状保全に関して質問させていただきます。11ページなんですが。

第15回2004年に原子炉容器溶接部の超音波探傷検査を実施しているということで、ほぼ10年前に実施しているとしております。これはISIに基づく検査だと思っておりますが、10

年そろそろたちますので、今後 ISI を実施するという計画がもしあれば、今後の予定を説明してください。

九州電力（石井） 九州電力の石井でございます。

原子炉容器の ISI に関しましては、前回第 2 サイクル第 15 定期検査でやってございますので、第 3 サイクルの ISI のプログラムに基づき実施いたしますが、現状まだ実施でございまして、至近の定検で近々やる予定に計画をしております。

大高上席調査官 規制庁の大高です。

もしその計画について具体的な内容が煮詰まっているのであれば、次回整理して報告いただけないでしょうか。もし計画中であれば、それで結構です。以上です。

九州電力（石井） 九州電力の石井です。

了解しました。

山田審議官 すみません、ちょっとわからないから教えてくださいに近いんですけども、先ほど中性子照射量が何年運転したらそうなるんですかという質問がありましたけれども、5 ページ目のところの監視試験結果で第 3 回のところで、 9.5×10^{19} が 86EFPY と書いてあるんですけども、この数字と先ほどの 50 年後半というのとの関係はどうなんですか。

九州電力（石井） 九州電力の石井です。

こちら、約 86EFPY というのは、評価上原子炉容器内表面から至らず 4 分の 1 のところで評価することが規格上求められてございまして、表面から 4 分の 1 の深さのところ、この中性子照射量になるまでの時間というのが、この 86EFPY という 86 年という数字になります。ですので、内表面ですと、もうちょっと早い。

山田審議官 ありがとうございます。

ほか、いかがでしょうか。よろしいですか。

それじゃあ、次お願いします。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

資料の 2-5 を用いまして、2 相ステンレス鋼の熱時効について御説明いたします。

めくっていただきまして 1 ページ目は目次でございます。

2 ページ目を御覧ください。1. といたしまして、2 相ステンレス鋼の熱時効についてということで、整理をしております。ステンレス鋼鑄鋼については、オーステナイト相中に一部フェライト相を含む 2 相組織であるため、高温で過熱されると時間とともにフェライ

ト相内で相分離が起こり、靱性が低下するという可能性があるということがわかっております。

これについては二つ を書いておりますが、熱時効による靱性低下の影響は、フェライト量が大きく、使用温度が高いほど大きいという特性がございます。また、使用条件としては、応力が大きいほど厳しくなるということでございます。

2.の評価対象設備でございますが、2相ステンレス鋼の熱時効の評価においては、日本原子力学会の標準に基づきまして、下に三つ を書いておりますが、使用温度がまず250以上であって、使用材料が2相ステンレス鋼、すなわちステンレス鋳鋼でございますが、そういうものであって、亀裂の原因となる劣化事象が想定されるといった部位を抽出してございます。

その抽出した結果を、次の3ページに整理をしてございます。

表1といたしまして、川内2号炉の熱時効評価の対象機器と部位というものを整理してございます。一番左に機器を並べておりますが、1次冷却材ポンプ、1次冷却材管、弁、炉内構造物、制御棒クラスタということで、それぞれが先ほど御説明した三つの条件に合致するというので、これらの部位についてフェライト量や応力といったものを整理しております。

ここに示されたとおり、発生応力とフェライト量の比較を行いますと、1次冷却材に包絡されるということで、フェライト量が多くて応力が大きいものが厳しいということになりますので、1次冷却材管の評価に包絡されるということになります。

次の4ページに川内1号炉との相違点というものを整理しております。川内1、2号炉の1次冷却材管の各部位についてフェライト量と、応力を整理しておりますが、左側が川内1号炉で、右側が川内2号炉で、1次冷却材管の各部位のフェライト量と応力というものを整理しておりますが、先ほど来申し上げましたとおりフェライト量と応力といった観点から、川内2号炉については、フェライト量が一番大きいところとして、ホットレグ直管、17.3%ですね。応力最大の部分として、蓄圧タンクの注入管台と145という応力がありますが、これらを2部位を評価部位として選定しております。

それ以外の部位については、この のホットレグと の蓄圧タンク注入管台の評価に包絡できるというような格好になってございます。

次の5ページからが評価の内容でございますが、4.1の脆化予測でございます。プラントの長期運転により、熱時効をしたステンレス鋳鋼は引っ張り強さ自体は増加するので、

材料強度の評価上の余裕は向上するんですけれども、材料の靱性が低下するということがわかっておりますので、ここでは脆化予測モデル、H3T モデルと呼んでおりますが、このモデルを使って、ステンレス鋳鋼の熱時効後の破壊抵抗値というものを予測しております。

4.2 で想定き裂、最初に初期き裂を与えますが、これについては配管破損防護設計規格に基づきまして、超音波探傷試験の検出能力というのを考慮して、深さ 0.2t の初期亀裂といったものを想定して評価を行ってございます。

次の 6 ページでございますが、先ほど設定した初期亀裂を 60 年の運転における条件を考慮しまして、進展評価、これについても配管破損防護設計規格に基づきまして、進展評価を行ってございます。

資料の下半分にその結果を記載しておりますが、60 年間の進展を考慮して想定した場合においても、貫通き裂には至らないということを確認しております。若干最初の初期き裂よりも少し進展するという状況になっております。

7 ページでございますが、ここで破壊力学による健全性評価を行うんですけれども、右側に評価のフロー図を書いております。フロー図の左上からフェライト量をミルシートから求めて、先ほど申し上げた脆化予測モデルに基づきまして、き裂進展抵抗、 J_{mat} と呼んでおりますが、材料のき裂進展の抵抗値を算出するといったフローが左側です。

右側のフローについては、初期き裂を想定して、60 年分進展させたと。それは貫通にいたりませんよということだったんですけれども、評価の保守性と評価の簡便性というか、算出方法を考慮しまして、保守的にそれを貫通き裂にして、 J_{app} と呼んでおりますが、き裂進展力ですね。これを算出すると、き裂進展力と材料の持つき裂進展抵抗である J_{mat} を比較して、評価を行うと、 J_{app} よりも J_{mat} のほうが大きければ健全ですという評価になってございます。

8 ページ目でございますが、こちらが評価結果になっております。ホットレグ直管、蓄圧タンク注入管台ともに、 J_{mat} と J_{app} が延性き裂が発生し始める J_{IC} よりも小さいところで交差しております。従って、 J_{app} よりも J_{IC} のが大きいということから、延性き裂が発生しないということを確認できますので、健全性に問題はないということの評価してございます。

次の 9 ページでございますが、先ほどの 8 ページは通常の運転条件による評価でございますが、9 ページについては 4.4 といたしまして、重大事故等時を考慮した破壊評価といったものも行ってございます。

重大事故等時における最も厳しいプラント条件としまして、ピーク温度 360 、ピーク圧力 18.5MPa といったものを考慮して評価を行っておりますが、その結果、ここでは評価対象部位の中で応力が最大であった蓄圧タンク注入管台の評価を下に示しておりますが、SA 状況を考慮した場合であっても、 J_{mat} と J_{app} の交点が J_{IC} より小さいと。そもそも評価としては、 J_{app} よりも J_{mat} が大きければ不安定破壊はしないんですけれども、さらに J_{IC} よりも低いところで交差しておりますので、き裂自体が進展しないと。健全ですという評価になってございます。

10 ページでございますが、先ほど応力最大のところとして、蓄圧タンク注入管台の評価でございましたが、ホットレグ直管についても比較的评价は厳しくなるということで、SA 状況を考慮した評価といったものを行っております。

下の図が評価結果になるんですけども、実はこの評価結果自体は川内 1 号炉のホットレグは川内 2 号炉のホットレグよりもフェライト量も応力値も両方とも大きいということで、より厳しい評価になるということがわかっておりますので、より厳しい川内 1 号炉のホットレグの評価結果というものを示しております。

御覧のとおりですね、こちら川内 1 号炉の厳しい評価の場合であっても、 J_{mat} と J_{app} の交点が J_{IC} より小さいということで、き裂が進展しませんので、川内 2 号についても当然健全であるということが確認できるという評価になってございます。

最後の 11 ページでございますが、まず 4.5 の現状保全です。母管及び管台の熱時効に対しては、定期的に溶接部の超音波探傷検査を実施して、評価で想定した初期き裂といったようなき裂がないということを確認してございます。

4.6 の総合評価でございますが、健全性評価の結果から判断して、現時点での知見において母管及び管内の熱時効は高経年化上、問題となる可能性はないというふうに考えております。

現状保全においても、評価上想定した初期き裂になり得る割れがないということを確認して検知可能でございますので、点検手法としても超音波探傷検査をしておけば適切であるということを確認しております。

冷温停止状態においては、そもそも温度が低い状況でございますので、事象が進展しませんので、今まで申し上げた運転状態及び SA 状況の評価で健全性が確認されておりますので、冷温停止状態についても問題がないということを確認しております。

4.7 でございますが、高経年化対応でございます。母管及び管台の熱時効については、

現状保全の項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないというふうに判断してございます。

最後 5.のその他の機器の評価でございますが、熱時効による靱性低下への影響というのはフェライト量が大きいほど大きくて、また応力が厳しいほど厳しい状況でございますので、熱時効の評価については、その他の評価についても1次冷却材管の評価結果に包絡できるということを確認しております。

資料 2-5 の説明は以上でございます。

山田審議官 質問、はい、どうぞ。

小嶋主任調査官 技術基盤グループの小嶋です。

9 ページの重大事故等における、そこを考慮した破壊評価について質問をいたします。H3T モデルによる脆化予測式の計算ですけれども、こちらは試験温度が 325 でのものだったと思うんですけれども、この重大事故等のプラント条件では 360 ということで、そのときの破壊抵抗値、 J_{mat} の脆化予測をどのように実施したのか。それについて説明をお願いします。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

御質問をいただきました件につきましては、もともと運転温度、運転状態における温度では J_{mat} を 325 による値として算出をしてございます。今回行った SA 状態の評価温度としては 360 ということで、325 よりも大きい温度になってございますが、今ある知見から脆化と温度の関係等がいろいろ傾向がございまして、そういったところから考えましても、325 から 360 になる間において、 J_{mat} に関する値が小さくなるという知見は得られていないと。傾向としては破壊靱性等が上がるような傾向、変わらないような傾向、いろいろあるんですけれども、少なくとも明確に下がるといったような知見は得られていないということと、あと今回実施している評価でございますが、御覧のとおり J_{app} 、 J_{mat} が交点において J_{mat} の傾きが大きいことと、さらに J_{IC} よりも下であるということで、き裂自体が全く進展しないということ。

あと評価の中でもございましたが、最初き裂を想定して進展させると。さらに保守的に貫通き裂を想定した場合であっても、こういう評価でございますので、知見からは下がるという知見はないんですけれども、万が一、少々下がるということがあった場合においても評価上は全く余裕だということを確認しておりますので、今使っている J_{mat} といったもので評価することは妥当だというふうに考えてございます。

小嶋主任調査官 技術基盤グループ、小嶋です。

先ほどの H3T モデルの場合はやはり室温と、あと 325 でしかないので、そこに温度依存性があるかどうかというところは確かにやはりわからない。その論文だけではわからないところかなと思います。ただ、ステンレス鋳鋼というのは、やはりフェライト相がやはりあるということもあって、金属の高温領域では複雑な挙動を示すということもあるので、今お話しいただいたようなことを、しっかりちょっと関係をまとめたものを改めて確認させてください。

あと、後半のほうちょっと話があった、Jmat と Japp のやつに、交点についてもかなり余裕があるということだったんですけども。一つは、蓄圧タンクですか、注入管台と、あともう一つは川内 1 号機のホットレグの直管の評価を行っているということなんですけれども、これらをやすることで、計算することで、ほかの評価部位も健全というふうに判断される、その妥当性についてちょっと説明をお願いします。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

今いただいた質問は、SA 時の評価もですし、通常運転時の評価についても、どちらも同じことが言えると思うんですけども、資料の中で 4 ページで示しておりますが、まず学会標準の中にも定められておりますが、フェライト量が大きいほど脆化のパラメーターが大きいと。荷重が大きいほど応力が大きくなって、Japp に関する値が大きくなるということから、フェライト量と応力が大きいものを選定した評価を行っております。

これまず技術評価側の通常運転側の評価をやっております、SA 状態を考慮した場合においても、フェライト量というのは材料が持っている物性値そのものなので、SA 状態では変わらないんですけども、応力というのも通常運転時よりはそれぞれ上がるんですけども、この応力についても蓄圧注入管台が大きくて、もともとホットレグ直管も大きいので、こちら大きいということを確認して、2 部位が大きいということを確認しております。

Japp 自体は J 値ですので、必ずしも応力だけでは判断できない部分もあるんですが、そこについては J 値というものも算出してありますので、そういったところを確認した上でも、この 2 部位をしておれば、Jmat と Japp の関係から評価は問題ないということを確認した上で、この二つを選定しております。

以上でございます。

小嶋主任調査官 技術研究グループの小嶋です。

わかりました。それでは、今一番厳しいところ、ホットレグ直管と蓄圧タンク注入管台のところの健全性評価については計算で確認されたということなんですけれども、そちらの現状保全と言いますか、そこについてちょっと確認させていただきたいんですけれども、10 ページにそのことが記載されていて、すみません、11 ページですね。失礼しました。11 ページに記載されているんですけれども、この内面からの割れに対する点検手法として超音波探傷検査を実施していると。それによって検知可能であるということが 11 ページには書かれているんですけれども、この超音波探傷検査、いわゆる UT による定期的な点検ですけれども、それは今回の厳しい点、代表点を選定されているということでしょうか。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

今回ここに記載している溶接部の超音波探傷検査というのは、1 次冷却材系統配管全てについて、ISI による検査を行っておりますので、その ISI を行うことで、1 次冷却材管の溶接部の健全性というものを確認しておりますので、その 1 次冷却材全体の溶接部について、こういった現状保全で確認しているといったものでございます。

小嶋主任調査官 技術基盤グループの小嶋です。

ちょっと質問が悪かったのかもしれないんですけれども、いわゆる維持規格によって ISI の場所を決めていると思うんですけれども、その定点サンプリングの選定した場所というのは、この厳しい代表点は選ばれているのか、そこを見ているのかという、ちょっと質問なんですけれども。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

定点が入っているかどうかについては、定点を決める前に測っていた時期もあるのと、定点を決めてから測っている部分がありまして、ちょっと必ずしも今の評価点が合致するかというのは、実情を確認しないとわかりませんので、少なくともそういう検査をすることで全部の溶接線が健全だということは担保しておりますが、その詳細については別途確認して定点との評価点との関係というのは整理して御説明しようと思います。

小嶋主任調査官 技術基盤グループの小嶋です。

では別途確認させていただきます。

質問は以上です。

山田審議官 ほかにありますか。

よろしいですか。じゃあ次お願いします。

九州電力（藤岡） 九州電力の藤岡でございます。

資料 2-6 のコンクリート及び鉄骨構造の強度低下であったり、遮蔽能力低下につきまして、説明をさせていただきたいと思っております。

めくって目次のほうを御覧いただきます。まず最初に、劣化事象の概要について説明をさせていただきたいと思っております。その次に評価対象構造物、それから川内 1 号炉との相違点、そして具体的な技術評価、最後にこの技術評価で説明していない全ての劣化要因についての評価結果を説明させていただきたいと思っております。

それでは 2 ページ目をお願いいたします。コンクリートや鉄骨構造の経年劣化事象の概要でございますが、基本的に経年劣化事象につきましては、急速に進展するというものではございませんけれども、以下のような経年劣化要因によりまして、事象が発生するという可能性がございます。

一つは、熱を受けることによってコンクリート中の水分が逃げることで乾燥し、ひび割れが発生する熱、それと中性子照射やガンマ線照射によりまして、内部発熱が生じ、同じく水が逃げることで乾燥する放射線照射、それとコンクリートのアルカリ性が二酸化炭素などによって反応を起こし、アルカリ性が低下すると。それで鉄筋が腐食すると、いわゆる中性化がございます。

次に 3 ページ目をお願いいたします。同じく強度低下でございますけれども、コンクリート中に塩化物イオンが浸透しまして、鉄筋が腐食するといわれる塩分浸透、それと長期間にわたりまして、機械振動を受けることでひび割れが発生するという機械振動、それとコンクリート中の骨材がアルカリと反応を起こしまして、水の存在下で膨張することでひび割れが発生するというアルカリ骨材反応、それとコンクリート中の水分が凍結と融解を繰り返すことで、ひび割れが発生するという凍結融解がございます。

4 ページ目をお願いいたします。続きまして、コンクリートの耐火能力低下でございますけれども、こちらが新規制基準側で認可された工事計画でもありますけれども、新たな評価概念としまして追加されたものでございます。

こちらはコンクリートが断面厚によりまして、耐火能力を確保するという設計でございますけれども、こちらが火災時の熱などによりまして、部分的に断面厚が減少すると。それによって耐火能力が低下する可能性があるというものでございます。

続きまして放射線の遮蔽能力低下ということで、こちらにつきましては、周辺からの熱によりまして、また放射線からの熱、こういったもので水分が飛散することで遮蔽能力が

低下するという可能性があるものでございます。続きまして鉄骨の強度低下でございますけれども、こちらは大気中の酸素や水分と鉄骨が化学反応を起こして腐食する、いわゆる鉄骨の腐食がでございます。

続きまして、風などの繰り返し荷重を受けることで、疲労が発生して、その蓄積によって強度低下が進むというものがございます。

次に5ページをお願いいたします。この中から、着目すべき経年劣化事象ではない事象というものを以下の理由において選定をさせていただきます。アルカリ骨材反応につきましては、そもそも使用している骨材が反応性試験によって反応性骨材ではないということが理由です。それと、凍結融解につきましては、川内2号炉の周辺地域というのが、文献によりまして、当該危険度が「ごく軽微」よりも低いというところで判断をさせていただきます。あと耐火能力の低下につきましては、通常の使用環境におきまして、経年により断面厚が減少するということはないということから、判断をさせていただきます。

最後に風などによる疲労ということで、鉄骨構造におきましては、それぞれ屋内の中に構造物が設置してあるということから、風による共振現象による繰り返し荷重を受けないという環境からそういう判断をさせていただきます。

6ページをお願いいたします。今回評価対象とする構造物でございますけれども、左側に川内原子力発電所の構内配置図を示しておりまして、太枠で囲って網掛けをしている部分が今回の評価対象としている構造物でございます。こちらを一覧表に示しましたのが、右側の表でございまして、この中で重要度分類であるとか、その中でコンクリートと鉄骨という形でグループ化を行いまして、評価を行います。ちなみにこちらで黄色で網掛けをしている部分が、今回具体的に説明をさせていただく部分の構造物でございます。

7ページをお願いいたします。ただいま挙げました、評価対象構造物におきまして、経年劣化要因に関連いたします使用条件等をこちらの上の横のほうに並べておりまして、例えば熱である高温部の有無であるとか、放射線の有無、それと機械振動の有無、それと中性化に関連しますけれども、まず屋内か屋外に設置してあるかということと、塗装などの仕上げがあるかないか。それから塩分浸透に関連ある浸透の有無と。それと代表構造物を指示しているか。それと今回の耐火能力に関連します耐火要求の有無ということから、それぞれ厳しい使用条件等を整理し、二重丸で示した部分が今回の代表構造物ということでございます。

今申し上げましたのが、コンクリート構造物でございますけれども、次の8ページを見

ていただきますと、こちらが鉄骨構造物ということで、それぞれ設置される環境を屋内で仕上げも全てでございますので、それぞれ使用環境は同等ということから、全てを代表構造物に示してございます。今挙げました構造物に関する図をこちらのほうに示してございます。

9 ページをお願いいたします。さらに今選定いたしました代表構造物の中から、さらに各経年劣化事象の劣化要因ごとに厳しい環境部分を選定いたしまして、評価対象部位としております。例えば、内部コンクリートの放射線照射でございますが、1 次遮蔽壁が一番放射線の影響が厳しいということから選んでございます。

中性化におきましては、仕上げがない部分である、中からさらに環境条件から求められる中性化の影響だとか、実測の中性化、深さ等を関係整理しまして、この三つを選んでございます。鉄骨構造物の腐食については全てを選定してございます。

10 ページをお願いいたします。1 号炉との相違点をこちらのほうに整理してございます。まず 1 号炉との相違点の一つ目でございますけれども、評価対象構造物ということで、共用設備が違います。1 号炉におきましては、共用部分である制御建屋であったり、その水密扉、それと取水口、それと海水ポンプを守っている防護壁であったり水密扉、それから代替緊急時対策所、それと引き波対策の貯留堰、これが 1 号炉でございます。2 号炉で評価している共用設備というのが、この廃棄物処理建屋という、この相違点でございます。

その次に、中性化による評価対象構造物の相違点ということで、1 号炉では、中性化の深さの実測値であったり、環境条件の相違から、この二つ、原子炉補助建屋と取水構造物を選んでおりますけれども、2 号炉では、環境条件の若干の相違によりまして、燃料取替用水タンク基礎を選定してございます。

この上記の表よりもまずこの評価対象部位について、相違がございます燃料取替用水タンク基礎の中性化、それからさらに原子炉容器からの放射線の影響が最も厳しい内部コンクリート、それと津波の影響を受ける浸水防護施設としまして、対津波安全性評価を実施する原子炉補助建屋の水密扉、こちらを具体的に次のページから説明させていただきたいと思っております。

11 ページをお願いいたします。まず技術評価のコンクリートの強度低下につきまして、全ての代表構造物から、破壊試験、コアをサンプリングした形で破壊試験を実施しております。それを平均圧縮強度という形で算定いたしまして、全ての構造物が設計基準強度を上回っているということを確認してございます。

12 ページをお願いいたします。中性化による強度低下について説明をいたします。今回の相違点でございます燃料取替用水基礎の中から、配管ダクト内を評価点として選定してございます。こちらは選定理由として、仕上げがないということと、実測の環境条件、温度、湿度であったり、CO² などから求められます中性化の速度係数というのが最も大きかったということで、選んでいるということでございます。

評価の手順としましては、中性化深さを運転開始 60 年時点におきまして、複数の推定式を用いて、その中で最も数値が大きかったものを鉄筋が腐食し始める時点での中性化深さというものと比較をいたします。

13 ページをお願いいたします。今回評価点と選びました燃料取替用水タンク基礎の 60 年時点での中性化深さというのは、表の太枠で囲っておりますように、6.9cm ということで、鉄筋が腐食し始める時点での中性化深さは 9cm ということから、こちらを下回っているということで、中性化による強度低下はないというふうに判断してございます。

14 ページをお願いいたします。放射線による強度低下でございますけれども、評価点としましては、内部コンクリートの中で中性子とガンマ線照射量の影響が最も大きい炉心領域だということを前提としてございます。

評価のやり方としましては、解析を行いますけれども、2 次元輸送コード等々によりまして、放射線量率、それにさらに保守的に運転時間をかけることで、照射量を算出いたします。ちなみに運転時間につきましては、2011 年 9 月までは実績ということで、それ以降 60 年までは保守的に 100% ということで、稼働率を見てございます。

15 ページをお願いいたします。こちらが評価結果でございますけれども、中性子照射量につきましては、Hilsdorf 他が文献で示しております 1×10^{20} という目安値に対しまして、60 年時点での推定値は 4.6×10^{19} ということで、この目安を下回っていることから、中性子照射による強度低下はないと判断してございます。ガンマ線照射量につきましては、同じく Hilsdorf 他の文献の目安値におきまして、 2.0×10^{10} rad ということで、これに対して 2.3×10^{10} というふうな結果が出ておりまして、若干目安量を超えている範囲ではございますが、この超えている範囲というのは、最大でも 1 次遮蔽壁の最小壁厚 279cm に比べて、6cm ということで、非常に小さい範囲であるということから、構造強度上問題とならないというふうに判断をしてございます。

16 ページをお願いいたします。今御説明いたしました目安値を超える範囲、ガンマ線照射量の超える範囲 6cm という範囲がこの 1 次遮蔽壁の図の中でオレンジで着色している

部分、非常に小さい範囲だというところが、この図の中から読み取れることができます。

続きまして 17 ページをお願いいたします。コンクリート強度低下に対する現状保全、総合評価、それと高経年化への対応ということで、現状保全としましては、定期的にまず目視点検を行いまして、その中で強度に支障を来すような有意な欠陥がないことというのを確認してございます。

また、定期的に破壊試験や非破壊試験によりまして、強度の急激な劣化がないということを確認しております。総合評価としましては、まず中性化につきましては、強度低下の可能性はないと。それと放射線照射につきましても、構造強度上問題とならないというふうな判断がございました。

さらに、圧縮試験、破壊試験を実際に行っておりますけれども、現状において設計基準強度を上回っているということ。急激に発生する可能性は極めて小さいという判断をしてございます。現状保全を継続することで、60 年間の健全性の維持が可能というふうに考えております。

最後に高経年化への対応ということで、現状保全を継続することで、今後追加すべき項目はないというふうに判断しております。なお、冷温停止につきましては、断続運転の使用環境よりも厳しくないということから、断続運転のこの評価におきまして包含されるというふうに判断しております。

18 ページをお願いいたします。鉄骨構造の強度低下ということで、腐食による強度低下を評価しておりますけれども、今回評価対象としているのは原子炉補助建屋の水密扉の中で、部材断面寸法であったり使用環境などを考慮して、それぞれの構造部材を選定しております。

評価の手順としましては、日本建築学会の文献により、それぞれ鋼材と塗膜の耐用年数を推定で出すと。その結果がその下の表にありますけれども、鋼材と塗膜のそれぞれの耐用年数から推定耐用年数は 29 年というふうに出ております。

こちらを見ますと、腐食が急激に発生して、進展するという可能性は非常に小さいというふうに考えられますが、強度低下の可能性は否定できないと。ただ、現状保全におきまして、定期的な目視点検を実施し、予防保全のために塗装の塗り替え等を行うこととしてございます。また、その現状、強度低下につながるような鋼材の腐食は認められていないということから、この現状保全を継続することで健全性の維持は可能というふうに考えております。

19 ページをお願いいたします。こちら鉄骨の強度低下に対する現状保全、総合評価、高経年化への対応ということで、こちらコンクリートと同様に現状保全におきましては、目視点検を定期的に行いまして、その中で腐食はないということを確認しております。支障を来すような腐食はないということと、あとそれと塗膜の劣化に関して必要に応じて塗替を行うということにしております。ちなみに水密扉につきましては、水密ゴムを使用しております、こちらは定期取替品ということで、評価の対象外としております。

総合評価としましては、健全性評価で可能性は否定できないと。ただ、仮に局部的に腐食が発生したとしても、塗装の塗替等を行うことで、行う現状保全というのは適切だと。現状強度低下につながる腐食は認められていないということです。現状保全を継続することで、60年の健全性の維持は可能ということで、高経年化への対応としましては、現状保全の継続実施でこちらの健全性の維持が可能ですので、追加すべき項目はないと判断しております。なお、こちら冷温停止につきましては、断続運転等、環境は同等ということから、評価は包含されると考えております。

20 ページ以降が、こちら説明させていただきました内容以外の評価を全て記載しておりますけれども、こちら健全性、現状保全を継続していくことで、健全性を維持できるというふうに確認しております。

以上が説明でございます。

山田審議官 質問、コメント、お願いします。

中野主任調査官 技術基盤グループの中野です。

2点質問させていただきます。まず1点目ですけれども、ガンマ線照射による1次遮蔽壁の強度低下についてですが、15ページに健全性評価結果において、(2)のガンマ線照射量のほうですけれども、Hilsdorf 他の文献の目安値を超える範囲は深さ方向に最大でも6cm程度であり、構造強度上問題とならないというふうにありますけれども、その問題とならないとした確認手順について説明をしてください。

九州電力(藤岡) 九州電力の藤岡でございます。

今御質問がありました件でございますけれども、今回解析によって求めましたガンマ線照射量というのが、6cmというところで、構造強度上問題とならないというふうに判断した理由について説明いたします。

大きく二つありますけれども、一つ目は原子炉容器の支持機能ということで、こちらの中で1次遮蔽壁に作用する鉛直荷重に対して評価をまず実施することというのが一つ。そ

れと、基準地震動に対しまして、1次遮蔽壁の耐震性について評価をしてございます。その結果が構造強度上問題とならないという判断したものでございます。

具体的に申しますと、一つ目につきましては、まず鉛直荷重が原子炉容器から1次遮蔽壁に対して作用しているということですが、地震時の鉛直荷重というところでは、まずコンクリートの許容耐力に対しまして、およそ4割程度くらいであるとなっております。そもそもが十分余裕があるということです。さらに、そのガンマ線照射量が目安を超える範囲という面積があるんですけれども、その面積というのが原子炉容器を支えている面積に対しまして、ほとんど影響を与えていないということを確認しましたので、構造強度上問題とならないということでございます。

二つ目の基準地震動に対する評価なんですけれども、基準地震動が1次遮蔽壁に加わったというときに、生じる最大のせん断歪というのがございまして、この許容されるせん断歪に対しまして、こちらは通常ガンマ線を考慮しない場合は1割程度と、1割にも満たないというところで、値を確認しておりまして、保守的に算定しているというところもありますけれども、稼働率の保守性を考慮したところでのガンマ線照射量の目安値を超える範囲というのは、約0.9 cm²ということで、1次遮蔽壁のせん断断面積の約0.4%と非常にわずかな範囲ということを確認しております。

地震動を受けるせん断断面積から、その影響のある面積を差し引いたときの最大せん断歪もほぼもともと見ている歪からほとんど変わらなかったということから、構造強度上問題とならないというふうな判断をしてございます。

以上です。

中野主任調査官 技術基盤グループの中野です。

わかりました。それでは2番目の質問ですけれども、鉄骨構造物の強度低下について質問させていただきます。18ページと19ページにある原子炉補助建屋水密扉の健全性評価結果及び現状保全に腐食につながる塗膜の劣化等に対して、定期的な目視点検を実施するとありますけれども、8ページのほうの図を見ますと、水密扉に関してはアクセス性がよくて、目視点検が十分に行えるというふうに思われますけれども、タービン建屋とそれから燃料取扱建屋については、水密扉よりはアクセス性がよくないところがあるのではないかとこのように思うんですが、その鉄骨構造物に対する目視点検の方法について説明をお願いします。

九州電力（藤岡） 九州電力の藤岡でございます。

今御質問いただきました鉄骨構造物の現状保全につきましては、まず全ての構造物につきまして、まず定期的な目視点検は当然行っているんですけども、その中で健全性を確認していくと。当然可能な限り見える範囲で点検を実施しているんですけども、今おっしゃったとおり、例えば主にタービン建屋の屋根だとか、燃料取扱建屋の屋根、こういったかなり高いところにつきましては、アクセス性は悪いところではありますけれども、例えばこういったところの点検の方法としましては、まず現地で双眼鏡であるとか、ライト、こういったものを用いて、できるだけ状況が把握できる手段を用いて、その腐食の状況だとか、塗装の剥離等がないということを確認しております。

また、当然そういう見方をするだけではなくて、あわせて同じタービン建屋内というのは、同じような環境条件ではありますので、同一空間ということで、例えばアクセスして間近で見られる柱の下の部分であるとか、そういう近づける範囲の鉄骨の同じ環境のものを見ることで、同様な健全性というのを目視で確認できるというふうな、こういった方法を用いて、点検を行っているということでございます。

中野主任調査官 技術基盤グループの中野です。

そういう意味では、必ずしも 100%見えないところもあるということなんですけれども、実際に今御説明だと双眼鏡ということですけども、肉眼でどのくらいまで近づいて、屋根鉄骨を見ることができるかというのは、わかりますでしょうか。どの程度近づけるか。要するに双眼鏡だけじゃなくて、例えばもうちょっと上に上がって見るとか、そういうこともされているのかどうかと、ちょっと確認なんですけれども。

九州電力（藤岡） 九州電力の藤岡でございます。

例えば燃料取扱建屋でいきますと、燃料取扱建屋のクレーンとか、そういったものがありまして、そういったところには当然人が行ける部分があります。ですので、そういった高所に近づく手段としては、そういう階段をのぼったりだとか、そういう昇降をしたところで、できるだけ近づく形で点検をするという手法もっております。

中野主任調査官 技術基盤グループの中野です。

わかりました。

山田審議官 ほか、いかがでしょうか。

よろしいですか。それじゃ開始して 2 時間超えましたので、ちょっと一旦 10 分休憩を入れたいと思います。3 時 20 分に再開します。

（休憩）

山田審議官 それでは再開します。

資料 2-7、その他事象、説明をお願いします。

九州電力（山下） 九州電力の山下です。

それでは川内原子力発電所 2 号炉のその他事象につきまして、御説明させていただきます。

ページをめくっていただきまして、2 ページでございます。1 番その他事象についてということで、その他事象とは、これまで説明しております主要 6 事象以外の事象のことを言います。具体的には、摩耗、応力腐食割れ、腐食、フレット疲労等の事象があります。評価した経年劣化事象、対象機器及び評価結果につきましては、川内 1 号炉と川内 2 号炉でほぼ同じでございます。

このようにその他事象は、多くの劣化事象があるということでございまして、審査会合では代表的なところを説明させていただいております。川内 1 号炉の審査会合では下の表に示しますとおり、原子炉容器の 600 系ニッケル基合金使用部位の応力腐食割れ、主給水系統配管の腐食と、余熱除去ポンプのフレット疲労割れというのを代表的に説明しております。この川内 2 号炉の審査会合につきましては、その他事象のうち、国内外のプラントで比較的多くの機器に発生している摩耗、応力腐食割れ、腐食を代表的に説明いたします。

対象設備につきましては、川内 1 号炉の審査会合と重複をさけるということもございまして川内 2 号炉の特徴的な設備について説明をします。具体的には、2 ページの下の表に示しますとおりで、蒸気発生器、伝熱管の振止め金具部の摩耗、低圧タービン、円板の応力腐食割れ、雑固体焼却炉、炉外殻の腐食というものを対象として、代表的に説明させていただきます。

ページをめくっていただきまして、3 ページでございます。摩耗についてということで、摩耗は機器の回転や作動、熱移動、振動等により発生しまして、その結果、減肉が発生するものです。

2.2、評価対象設備ということで、摩耗の発生の要因である流体振動、熱移動、機器の作動に分けて、表の 2-1 に整理してございまして、今回代表的に説明するものにつきましては、黄色くハッチングしまして、その対象となる機器につきましては赤字で示しております。表の 2-1 が 3 ページ 4 ページまで渡りまして、2.3、川内 1 号炉との相違点ということでございまして、川内 1 号炉は、蒸気発生器取替済みということでしたけれども、川内

2号炉につきましては、まだ蒸気発生器を取り替えていないということで、蒸気発生器で発生する伝熱管振止め金具部の摩耗について説明をしたいと思います。

ページをめくっていただきまして、5ページでございます。2.4 健全性評価ですけれども、川内2号炉の蒸気発生器では、第5回定検において、振止め金具部で減肉の支持が出ております。原因は振止め金具部の支持が不十分であったことによるものと推定されております。中段ですけれども、支持が出たことを踏まえまして、振止め金具部は新しい、改良されたものに取り替えておりまして、その後経年的な変化は見られていません。従って、今後減肉が発生する可能性は小さいと考えております。一番下の段ですけれども、従来の振止め金具部と改良型の振止め金具部は伝熱管の接触位置が異なるということで、摩耗進展の可能性は小さいと考えております。

6ページの上段ですけれども、この摩耗につきましては、数式的な評価を実施しておりまして、摩耗は緩やかであるというふうに推定されております。2.5 現状保全ですけれども、蒸気発生器の伝熱管に対しては、各点検において、ECTを実施しておりまして、健全性を確認しております。2.6 総合評価ですけれども、健全性評価から判断しまして、現状保全であるECTを実施することで、健全性は維持できるというふうに考えております。

ページをめくっていただきまして、7ページでございます。高経年化への対応ということで、蒸気発生器伝熱管の振止め金具部の摩耗につきましては、引き続き渦流探傷検査を実施していくということにしまして、今後抜本的な対策として、蒸気発生器取替えを検討しております。その際には、振止め金具部は現状のよりも支持機能を向上させた3本組のものに変更される予定となっております。

2.8 その他の機器の評価ですけれども、その他の評価機器につきましても、現状保全を継続していくことにより、健全性が維持できることを確認しております。

ページをめくっていただきまして、8ページでございます。応力腐食割れということで、応力腐食割れは、材料、応力、環境の3因子が重畳したときに発生するというので、そこに記載をしております。

3.2 ですけれども、SCC につきまして、評価対象機器を使用環境、材料に応じグループ化を行っており、設備の重要度、使用等を考慮して、グループ内の代表機器を選定しております。

ページをめくっていただきまして、9ページでございます。ここにSCCを材料別に分けまして、事象の概要と想定部位を表の3-1に整理しております。先ほど同様に今回の代表

の該当箇所につきましては、黄色くハッチング、赤字で示しております。

その表が9ページでございまして、続きまして10ページでございます。

3.3、川内1号炉との相違点ということで、SCCの発生する機器ということで、蒸気発生器がございまして、その蒸気発生器の部位としましては、番目、伝熱管の管板拡管部及び拡管境界部にSCCが発生する可能性があります。

番目、600系ニッケル基合金の使用部位についてもSCCの発生が懸念されます。しかしながら、1につきましては、1次系水の十分な水質管理を行っているということと、改善された拡管方法を使用しているということで、SCC発生の可能性は小さいと考えております。

2番目の、600系ニッケル基合金の使用部位につきましては、入り口管台については、690系ニッケル基合金に取替を行っておりまして、冷却材の出口管台につきましては、渦流探傷検査を実施して、異常のないことを確認しているということで、蒸気発生器につきましては、現状の保全を継続していくことで、健全性が維持できるというふうに考えております。

また、原子炉容器につきましては、原子力規制委員会決定文書に従って、検査を実施しておりまして、欠陥は検出されていないということで、今後も検査を継続することとしております。また応力条件として厳しい箇所につきましては、ウォータージェットピーニングを施工しております。また、2008年度には、690系ニッケル基合金を用いた原子炉容器上部ふたに取替えています。以上のことから、原子炉容器の健全性についても維持できるというふうに考えております。従って、ここでは、川内2号炉の特徴的な設備ということで、低圧タービンについて代表的に説明をしたいと思います。

ページをめくっていただきまして、11ページでございます。低圧タービンの健全性評価ということで、低圧タービンの円板翼溝部については、局部的に応力が高くなる部位となりまして、低圧タービンの中ではSCCが発生する可能性が否定できない部位となります。具体的な箇所については11ページの図に示すところとなります。

ページをめくっていただきまして、12ページでございます。川内2号炉の低圧タービンにつきましては、2010年度に予防保全のために取替を行っておりまして、取り替えた低圧タービンでは以下のような耐SCC対策を施しております。四つございまして、1番目が発生応力の低減ということで、運転中に円板表面に発生する応力低減のために、円板の形状の最適化ということと、熱処理によって円板の圧縮応力を付与しております。

2 番目、耐 SCC にすぐれた材料の使用ということで、低い降伏応力材を使用するという
ことを行っております。3 番目、ショットピーニングの実施ということで、応力集中が起
こる円板翼溝部に対して、ショットピーニングを実施しまして、圧縮応力を付与してあり
ます。

4 番目、翼溝形状の改善ということで、翼溝を大型化することにより応力集中を緩和し
ております。これら四つの対策によって低圧タービン円板の応力腐食割れに対する感受性
は低く、発生の可能性は小さいというふうに考えております。

ページをめくっていただきまして 13 ページでございます。3.5 現状保全ですけれども、
円板の応力腐食割れについては、定期的に目視確認及び翼溝部端面の磁粉探傷検査を実施
しております。

3.6 総合評価ですけれども、現状保全を継続することで、健全性は維持できるというふ
うに考えております。高経年化への対応につきましても、円板の応力腐食割れについては、
引き続き定期的に目視確認と翼溝部端面の磁粉探傷検査ということで、現状保全を継続し
ていくということにしております。

3.8 ですけれども、その他の機器の評価ということで、その他の評価対象機器において
も、現状保全を継続していくことにより、健全性を維持できるということを確認してあり
ます。

ページをめくっていただきまして、14 ページでございます。腐食ですけれども、腐食
は使用材料や環境によって、全面腐食、孔食、隙間腐食などさまざまな形態で発生します。

4.2 評価対象設備ですけれども、ここも先ほどと同様に、腐食が想定される事象ごとに
整理を行っております。今回、先ほどと同様に、対象となる機器については黄色くハッチ
ング、赤字で示しております。

ページをめくっていただきまして、16 ページでございます。川内 1 号との相違点とい
うことで、この腐食につきましては川内 2 号炉設備として設置しております雑固体焼却炉
について説明をいたします。

ページをめくっていただきまして 17 ページでございます。雑固体焼却炉の概要という
ことで、記載がございまして、雑固体焼却炉は廃ウエスや廃油、または廃液などを、焼却
減容する設備でございます。構造について簡単に書いてございますけれども、炭素鋼の炉
外殻の内側に耐火物を内張りしているような構造となっております。具体的な図としては
17 ページの右側に示しているような図となります。

4.4.2、炉外殻の腐食ですけれども、通常の使用条件では、有意な腐食減肉は想定されない箇所となりますが、内面の耐火物に減肉、割れ等が発生した場合には、腐食性ガスによって、腐食が発生する可能性がございます。

ページをめくっていただきまして、18 ページでございます。これまでの肉厚測定において、炉外殻の有意な減肉は認められておりませんで、今後も急激に腐食が進行する可能性は小さいというふうに考えております。

4.5現状保全ですけれども、炉外殻の腐食に対しては、定期的に超音波による肉厚測定を実施しております。

4.6、総合評価ですけれども、炉外殻の腐食は肉厚測定により検知可能であって、点検手法として適切であるというふうに考えておりまして、現状保全を継続することで健全性を維持できるというふうに考えております。

4.7、高経年化への対応ですけれども、引き続き定期的に現状保全である肉厚測定を実施していくということにしております。

4.8、その他機器の評価ということで、その他の評価対象機器におきましても、現状保全を継続していくことにより、健全性を維持できるということを確認しております。

ページめくっていただきまして、19ページでございます。

ここまで代表的に説明をしてきておりますけれども、その他全ての評価ということで、5章のところ、全てのその他事象につきまして高経年化対策に関する評価を実施した結果、現状保全を継続していくことにより健全性が維持できるということを確認しております。

19ページの下の方ですけれども、冷温停止に係る評価について記載がございまして、冷温停止状態に係る評価につきましては、運転を断続的に行うことを前提とした場合と比べて、厳しくなることが想定される機器ということで、余熱除去ポンプの主軸のフレットング疲労割れ、余熱除去冷却器の伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ、あと充てん/高圧注入ポンプの主軸のフレットング疲労割れというのが抽出されておりますけれども、いずれの事象も発生の可能性は小さく、現状の保全を継続することで健全性は維持できるということを確認しております。

20ページ以降、その他の全ての事象について表をつけてございます。12ページにわたって表をつけてございますけれども、こちらにつきましては時間の都合上、割愛させていただきます。その他の説明につきましては以上となります。

山田審議官 はい、じゃあ質問、コメント。小嶋さん。

小嶋主任調査官 技術基盤グループの小嶋です。

2.の摩耗について質問いたします。ただいま流体振動による摩耗ということで、蒸気発生器の伝熱管の振止め金具部を代表機器として説明いただきましたけれども、そちらの健全性評価として、5ページ、6ページで健全性評価の説明をいただいておりますけれども、その6ページ目の摩耗量の計算式の説明ですけれども、そこで平均摩耗進展率は1.3%であったとしておりますけれども、この1.3%とした実験設備等々、この川内2号機の現状設備との条件の違いについて説明してください。

九州電力（山下） 九州電力の山下でございます。

この1.3%というのは、上に計算式載っておりますけれども、比摩耗量・ワークレート・ワークレートが有効であった時間というものの積で表されているものでございます。この比摩耗量の実験におきましては、現状川内2号炉でつかわれておりますSUS405とSUS405の材料をつかっております振止め金具部の摩耗の実験値を用いております。

ワークレートにつきましては、過去国内プラントで摩耗が発生した、一番摩耗量の大きかったものの条件を用いております。これらを用いた結果、1万時間当たりの平均摩耗進展率というのが1.3%ということで、非常に緩やかであるというふうに推定しております。

小嶋主任調査官 技術基盤グループの小嶋です。

ただいまのワークレートは国内で一番厳しかったものということですが、そちらの条件も材料の条件は同じということでしょうか。

九州電力（中牟田） 九州電力、中牟田です。

このAVBの摩耗が発生してますのが、伝熱管材料はインコネルの600系でございまして、AVBのほうはインコネルの材料にクロムメッキをしたAVBを使用したプラントで、こういうことが起こっております。そのプラントでしか、そういうことが発生しておりませんので、この国内の蒸気発生器で経験した最も早いワークレートの値というものと、川内2号のAVBそのものは、今、取りかわってるんで、昔のAVBという観点でいくと同じ条件になります。

小嶋主任調査官 技術基盤グループの小嶋です。

わかりました。

荒井調査官 技術基盤グループの荒井です。

低圧タービンのSCC対策について質問します。12ページにSCCの対策として4点示されておまして、その1点目の発生応力の低減、こちら内容の2行目ですね。熱処理により円板

に圧縮応力を付与するとございますが、これは翼溝部に圧縮応力を付与しているんだと思
いますけれども、その付与方法を具体的に説明してください。

九州電力（山下） 九州電力の山下でございます。

翼溝部につきましては、圧縮応力の付与ということでショットピーニングのほう実施し
ておりまして、そのショットピーニングによって圧縮応力を付与しております。

九州電力（中牟田） すみません、補足説明させて……。九州電力の中牟田でございま
す。

今、荒井さんの御説明、1段目のところの熱処理の円板の話だと思うんですけども。
円板を制作いたしまして、熱処理をするときの冷却ですね、冷却水なんかかけるんですけ
ども、その時の冷却の方法、ここはちょっと細かいとこメーカーのノウハウになるんです
けども、その熱処理をするときに円板全体に、表面に圧縮応力がかかるような方法で熱処
理をして、冷却をするということで円板全体に圧縮応力をかけます。あと翼溝部のところ
の圧縮応力の付与については、先ほど山下のほうの説明しましたショットピーニングで圧
縮応力を付与するというで制作しているというものでございます。

荒井調査官 技術基盤グループの荒井です。

ということは、熱処理で圧縮応力を付与するのは、特に翼溝部に圧縮応力がこれでは付
与されてはいないということで、どういう。

九州電力（中牟田） 九州電力の中牟田です。

円板全体に圧縮応力を付与することになるので、翼溝部分についても結果的には圧縮応
力が加わるということになります。

荒井調査官 技術基盤グループの荒井です。

わかりました。

坂本主任調査官 技術基盤グループの坂本でございます。

18ページですかね。雑固体焼却炉の腐食についてですが。この腐食ってのは耐火物が張
ってあって、耐火物の減肉とか割れの状況に影響され、一律で定量的な評価は困難である
というふうにあるんですけども。肉厚測定は定期的を実施してるというのが現状保全の
鍵になってるんですけど、この定期的にという分ですね。測定の頻度はどういうふうに決め
られているのかっていうことを御説明願いたいと思います。

九州電力（山下） 九州電力の山下でございます。

現状、炉外殻の肉厚測定については3年置きに実施しておりまして、これは、これまで

の運転の経験上、発電所のほうで決定しているものでございます。

坂本主任調査官 技術基盤グループの坂本ですが。

現状3年ということはわかりましたけども、運転の経験上ということ、もう少し具体的に説明をしていただけますでしょうか。

九州電力（中牟田） 九州電力の中牟田です。

まず、耐火物である、煉瓦の減肉についても当然計測してございまして。それについても計測することによって、まず、先ほど坂本さんがおっしゃったように、まず耐火物が健全であって、そこから炉外殻の腐食も防いでるということでございます。まず、耐火煉瓦のほうについても定期的に、内部に、内周をちょっとはかるような、はかり方で耐火煉瓦の減肉量というものを把握してございまして、その傾向を見ながら、まずその減肉があれば簡易的な補修したり、あるいは、煉瓦の取り替えとか、そういうことを定期的に行っております。

割れというものは、これまでの目視点検の結果では特に見つかってございません。そういう意味で、耐火煉瓦の健全性というのを担保してございまして、その上に、さらに炉外殻の計測も3年に1回やって。そういうことで、今までこの保全をずっとやってきてございまして、あと先行プラントのほうでの焼却炉でも同じような保全やってきて問題ないという、これまでの具体的な先行プラントというのは玄海のほうになるんですけども。そこで、そういう運用してきて特に問題ないということで、今のところ、そういう耐火煉瓦の減肉の管理と、あとは炉外殻につきましては肉厚測定を3年に1回やるということで、特に問題なくやってるので、これを現状も継続しているということになります。

以上です。

坂本主任調査官 技術基盤グループの坂本です。

つまり、先行プラントも含めて3年間隔でやってきて、特に今まで問題起きたことがないので3年を継続していると、そういう理解でよろしいですね。

九州電力（中牟田） そのようなことで結構でございます。

坂本主任調査官 了解いたしました。

関管理官補佐 規制庁、関です。

すみません、10ページの蒸気発生器の検査について、一つ確認させてください。

ここで川内1号との相違点というところで、伝熱管について引き続き検査を実施ということで書いてあるんですけども、これ具体的には、やっぱり600系だということ

認識した上での検査プログラムであるという理解でいいのか、そこをちょっと具体的にどう設定しているのか含めて説明してください。

九州電力（石井） 発電本部の石井です。

今、関班長から御質問のあった件に関しましては、690系の伝熱管、1号に関しましては690系になってますんで、2定検で全100%を終了いたします。まだ川内2号に関しまして600系ですので、1定検で100%のSG検査を行うようなプログラムにさせていただきます。

関管理官補佐 600系に踏まえてるということで理解しました。了解です。

大高上席調査官 原子力規制庁の大高です。

その他事象における現状保全の運用の観点から質問します。まず、川内1号と川内2号の相違点の再度確認ですが。今、ありましたように、その他事象での相違点は蒸気発生器が600系だということと、それから原子炉容器のノズル部の対策がウォータージェットピーニングか、または690での溶接層でのカバーかということだと思ってます。それ以外については、全く1号と2号同じだということによろしいでしょうか。というのは、いわゆる今後現状保全をやっていく上で、川内1号については一応確認してございますが、それとほぼ同じ、いわゆる現状保全の運用として、その実施体制なり、現状保全の運用における、いわゆるトラブルが出た場合の有効性評価での改善、また他プラントとの情報入れた改善ということで、現状保全を重視することで高経年化を対応していくという方針だということを、再度、御説明ください。

九州電力（中牟田） 九州電力の中牟田でございます。

先ほど大高さんが御指摘いただいた、その2点が大きな違いで、あとはちょっと1号設備と2号設備ということで、ちょっと違いがあるということで、今回、雑固体焼却設備というものを御説明させていただいたんですけども。そういう設備の違い以外のところでは、同じ保全をやっているということで御理解いただいて結構でございます。

以上です。

大高上席調査官 原子力規制庁の大高です。

ここが一番大事なのは、現状保全がちゃんと施工されている仕組みになっているかというプロセスの確認、あるいは、その今後の充実が大事だと思うので、今後その辺を詳しく審査させていただきます。

九州電力（中牟田） はい、了解いたしました。

山田審議官 ほか、いかがでしょうか。

いいですか。じゃあ次、お願いします。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

それでは、資料2-8に基づきまして、耐震・耐津波安全性評価について御説明いたします。めくっていただきまして、1ページ目、目次でございますが、耐震と耐津波に大きく二つに分けておりまして、1.として、まず耐震安全性評価について御説明をいたします。その後、2.として耐津波安全性評価といった順番で御説明をさし上げます。

ページめくっていただきまして2ページでございますが、まず耐震安全性評価、いわゆるPLM耐震とは、といったところを御説明しております。(1)のところフロー図を下につけておりますが、技術評価を今まで説明したように技術評価を行っております、その技術評価の結果として経年劣化事象があると。その経年劣化事象が耐震性に影響するといった場合については、その劣化を考慮した耐震安全性評価というのを行うのがPLM耐震でございます。

じゃあ、どういう事象が経年劣化であって、耐震性に影響するのかといった抽出結果が次の3ページに一覧表を記載してございます。ここで縦軸に機器・構造物、横軸に劣化事象を並べておりますが、ここで星取りをされているような事象が、劣化があって、さらにそれが耐震性に影響するというので、こういった劣化事象を考慮した耐震評価を行っているものの一覧でございます。

次の4ページでございますが、今までの、いわゆるPLM耐震のやり方でございますが、1.2といたしまして、川内2号炉については平成27年5月に工事計画の認可をいただいておりますので、その工認を踏まえたPLM耐震評価といったものも実施しております。まず、(1)といたしましては評価地震動について、従来基準地震動のSs-1による評価を行っていたんですけども、これについては適合性審査の中でSs-2が追加になりましたので、このSs-2についても評価を実施して問題ないということを確認しております。

なお、このSs-2の評価に当たっては、既に実施済みであったSs-1の評価結果から、Ss-2の評価が厳しいという判断できるものの劣化と機器の組み合わせを抽出しまして、それを実施することでプラント全体の耐震性というものを、問題ないということを確認しております。これについては別紙の1を一番後ろにつけておりますが、これ川内1号のときに御説明した、18ページですね、後ろから2枚目の18ページにSs-2に対する評価のフローを書いておりますが、これは川内1号の御説明と重複する部分が多くございますので、ここでは割愛させていただきます。

4ページに戻っていただきまして、(2)といたしまして、工事計画における評価手法の反映ということで、まずは工認で適用されている最新の評価手法といったものがございまずるので、これについてはPLMでも反映した評価を行うと。その上で耐震性に問題ないということを実際確認しております。

といたしましては、工認の中で水平1方向だけではなくて、2方向の影響も見た影響評価を行っておりますので、工認で評価対象部位になって、影響評価を行っているようなところについてはPLMでも劣化を考慮して、必要な部分については耐震評価を実施しているといったものでございます。以上が工認の反映の内容でございます。

5ページ目が今回の川内2号炉の高経年化技術評価における耐震安全性評価の評価結果を御説明するんですけども、ここでは実際その耐震性に影響のある劣化がどういうものにあるかという機器と劣化の組み合わせについては、1号と2号で大きな差異はないということから、1号のときと同じようにSs-1に対する評価結果が厳しくて、Ss-2をやっているといった機器であるとか、長期保守管理方針に関係するような機器、あるいは工事計画における評価手法の反映といったところに着目して、2号では以下の表に示している五つの機器の評価結果について御説明をさし上げます。

まず、配管と炉内構造物ということで大きく二つに分かれるんですけども、配管については主蒸気系統配管と2次系ドレン系統配管。これについては流れ加速型腐食による減肉、いわゆる配管減肉を考慮した耐震評価を行うといったものでございます。これについては、主蒸気系統配管についてはSs-2の評価を行っており、2次系ドレン系統配管については長期保守管理方針になっておりますので、この辺を星取りをしております。

炉内構造物については、まず下部炉心支持柱については低サイクル疲労を考慮した耐震評価を行っていますが、ここでは工認反映で水平2方向を考慮した評価を行っておりますので、この水平2方向のところに星取りをして、ここで御説明をいたします。

一番下に二つ、制御棒クラスタ案内管とバッフルフォーマボルトとございますが、それぞれ制御棒の挿入性評価を行っているんですけども、案内管については案内管に摩耗を考慮して挿入して、通常の挿入性評価にプラス摩耗を考慮した評価を行っている。もう一つバッフルフォーマボルトについては、挿入性評価で二つ目の事象で御説明したIASCCによる、バッフルフォーマボルトの損傷を仮定した挿入性評価というものを行っております。これらについてSs-2の評価を行っており、さらに工認の手法を反映しているというところで、今回、御説明の対象としております。

6ページ目から具体的な評価結果でございますが、まず6ページで(1)といたしまして、配管の流れ加速型腐食を考慮した耐震安全性評価について御説明いたします。 の評価内容については想定される経年劣化事象は流れ加速型腐食ということで、いわゆる配管減肉を考慮して、想定部位については流れに乱れが生じるエルボ部等々について減肉を考慮してやっております。耐震安全性評価の内容については一番下に書いてございますが、そういう流れに乱れがあって、減肉が想定される部分について一様減肉を仮定した上で、耐震評価を行っているといったものでございます。

めくっていただきまして7ページでございますが、こちらが、その配管減肉を考慮した耐震安全性評価の評価結果になります。上の段と下の段ありますが、上の段が主蒸気系統配管の評価結果でございます。左側がSs-1、右側がSs-2の結果になってございますが、最終的な評価結果である疲労累積係数を見ていただきますと、Ss-1の場合は0.763ということで、許容値である1を満足しています。Ss-2についても0.403ということで、こちらについても許容値を満足していると。一番左に書いておりますが、この主蒸気系統配管については必要最小板厚において評価を行っておりますので、現状の保全で管理している、一番なり得ないんですけど、一番薄い板厚であっても、しっかりと耐震性が確認できているといったものでございます。

下の段が2次系ドレン系統配管の評価結果でございます。これについては耐震Cクラスの配管でございますので、Ss-1とかSs-2とかいう基準地震動による評価ではございません。静的地震力による一次応力の評価を行っております。これについても最終の結果の応力比のところを見ていただきますと、0.89ということで許容値である1を満足していると。ただし、この一番左に書いておりますが、実測データに基づく予測肉厚による評価結果ということでございますので、これは上の主蒸気管では必要最小板厚ということでございますが、これは必要最小板厚ではなくて、現状保全の中で配管減肉管理を行っておりますので、そこで減肉カーブを書いておりますので、その減肉カーブによる将来予測をした肉厚といったもので評価をさせていただきます。ですので、*1を書いておりますので、その現状保全の中でやっている減肉カーブと、実際はかっている減肉というものを今後もきちんと確認していく必要がありますので、ここでは、この項目について長期保守管理方針として今後もきちんと管理していくということを記載しております。

次の8ページ目から炉内構造物関係の評価結果になります。(2)といたしましては、まず炉内構造物の低サイクル疲労を考慮した耐震安全性評価でございます。右側に図を書い

ておりますが、原子炉容器の中に炉内構造物がありまして、その下のほうに下部炉心支持柱ということで右側に拡大図を書いておりますが、ここの部分の評価をやってございます。ここについては通常運転時においても熱等々の影響がありまして、多少疲労があるということがございますので通常運転中の疲労評価を行っておりますが、これについて下から2番目に書いてありますが、これ1番目の項目で本日御説明しましたが60年運転を想定しても十分に余裕がある結果を得ております。今回、耐震評価では、さらにその疲労累積係数、UFと呼んでおりますが、その運転時におけるUFに、さらに地震時のUFを足して、それでも問題ないかということを確認してございます。

その結果が次の9ページに記載してございます。まず上の段でございまして、これは通常の工認でも行われている水平1方向+鉛直地震動ということで、通常運転時のUFです。これが0.03ということと、Ss地震時のUFが、0.006ということで、その二つを足し合わせても0.036ということで1より小さいといった評価結果でございまして。さらに下段が工認反映で、水平2方向の影響評価をやっているものでございまして。まず通常運転時の評価については、これは地震の評価でございませぬので、通常の運転時による疲労累積係数というのは、1方向を考慮しようが2方向を考慮しようが同じでございまして、これは両方とも0.03という結果でございまして。一方、地震時については1方向の場合のみの場合は0.006ということでございまして、2方向を考慮すると小さい値ではございまして、若干大きくなっておりまして0.03と。その二つを足し合わせると0.06ということで、1方向のときよりも若干数字としては大きくなりますが、いずれにしても十分に2方向を考慮した場合においても、十分に余裕のある評価結果というものを得ております。これが炉内構造物の低サイクル疲労を考慮して、さらに工認反映で2方向を考慮した評価になります。

続いて、10ページからが炉内構造物の評価なんですけども、今度は挿入性評価について2種類の劣化を考慮しておりますので、それについて一つずつ御説明いたします。

まず、10ページの については、制御棒クラスタの案内管の摩耗に対する評価を行っております。右側の図を示しておりますが、この案内管の中を制御棒が上から下に落ちていくといったような構造になっているんですが、その落ちていく挿入時間というのを通常の工認の中でも考慮しているんですが、ここでは摩耗を考慮して、抗力が増えた状態でも大丈夫かと。さらに地震が来ても大丈夫かといったところを評価してございます。左側の表の一番下に耐震の内容を書いておりますが、案内管の摩耗に合わせて落ちていく制御棒の被覆管のほうも摩耗させて、その両方摩耗した、より厳しい状態で挿入性評価というもの

をさせていただきます。これが1個目の挿入性評価の内容でございます。

挿入性評価については11ページにも、もう一種類やっております。11ページの では、バップルフォーマボルトのIASCCによる割れを想定した評価をさせていただきます。技術評価は今日の2個目の項目で御説明したんですが、基本的には60年運転しても折れないよというような評価結果を得ているんですけども。ここの耐震評価においては一番耐震評価の左側の一番下を書いてありますとおり、一番上の段と一番下のボルトだけが健全で、あと、もう全部折れたという、ちょっと保守的な状態を想定して評価しております。右側の図はバップル構造の図を示しておりますが、これが燃料を囲むようにありまして、そのバップルをとめているボルトがバップルフォーマボルトになります。これが折れたと、一番上と一番下以外の点々で囲ってところが全部折れたよという保守的な想定をしております。その上で挿入性評価をしていると。

以上二つの想定をした上での評価結果が12ページに書いてありますが、これが評価結果になります。評価結果が下のほうに三つ書いてありますが、まず地震時の挿入時間が1.73秒と、下から3番目ですね、書いてありますが、これは通常地震が来た場合の評価で、工認でやられてる評価と同じとっていただいて構わないものです。規定時間が2.2秒でするので、それ十分入っておりますというものでございます。

下から2番目と下から3番目が劣化を考慮した上での挿入性評価になるんですけども、その評価の条件とか手法を、上のほうの黄色く書いてあるところで示しておりますが、ここで工事計画による評価手法というものをきちんと反映して、今回の評価を行っているというものでございます。

まず、評価用の地震動については、基準地震動SsということでSs-1とSs-2、二種類地震があるんですけども、このうち両方やった上で厳しいSs-2の評価というものをここに記載しております。さらに評価条件の二段目で燃料集合体の照射条件を書いておるんですけども、これ従来未照射条件による評価というものをやっていたんですけど、今回の新規制においては照射条件を考慮すると挿入時間が厳しくなるよということがわかっておりまして、今回のPLMの評価においても、この照射後、厳しいほうの評価というものをきちんと評価していると。評価条件の一番下の評価手法でございますが、これについては工認でやられてる手法と全く同じです。静的な評価と時刻歴の評価を組み合わせたハイブリッド手法と呼んでおりますが、工認でやられてる手法と同じような評価、手法を組み合わせさせてやっております。先ほど申し上げた地震だけの場合の1.73秒の場合に、下から2番目については

一個目の劣化事象として摩耗を想定した場合ということで、その場合の評価結果が1.73秒ということで見た目の数字は地震時の1.73秒と変わらないんですけど、下の桁のほうでは若干数字が伸びてると。少し厳しくなりますが、いずれにしても2.2秒を満足している。

一番下の評価結果はバッフルフォーマボルト、これはもう一番上と一番下以外全部折れてますという設定をした上での評価になりますが、これについては地震だけだと1.73秒だったのが、1.86秒ということで、若干挿入時間が長くなっていると。ただしながら、その2.2秒の規定値に対しては余裕のある評価を得ているということで、地震と、さらに劣化というものを考慮しても、こういう挿入性に問題ないということを確認しております。

次が13ページでございますが、今、厳しい評価のようなものを代表的に御説明したんですけども、その他の評価についても機器と経年劣化事象の組み合わせをきちんと評価して、耐震安全性に問題がないということを確認しております。これについては資料の一番後ろのページに評価結果の一覧を提示しております。細かい説明は割愛いたしますが、ここはどういった観点で記載したかということ、資料の出だしのほうに御説明した、どんな劣化事象が想定されますかっていう星取り表の中で、こんな劣化が想定されますという、それぞれの劣化モードの中で結果が一番厳しかったものを網羅的に記載しております。その一番厳しい評価結果であっても許容値をきちんと満足しているというのを確認できるように記載しております。上の段が1.で耐震安全性評価の結果で、後ほど御説明しますが、2.で耐津波安全性評価についても厳しい評価結果として、ここで記載しております。

資料、戻っていただきまして。13ページまで戻っていただきまして、以上のような形で全ての機器と劣化事象の組み合わせについて耐震安全性上問題ないということを確認しております。

1.5として耐震安全性評価のまとめでございますが、以上のとおり経年劣化事象を考慮した場合であっても、プラントの耐震安全性に問題ないということを確認してはいるんですけども、以下の二つについては今後きちんと長期保守管理方針として、継続して評価を実施しているものとして二つ挙げております。

まず、一つ目については配管減肉のところ御説明いたしましたが、肉厚計測による実測データに基づく耐震安全性評価を行っている炭素鋼配管については、この運転開始後40年時点での肉厚、少なくともその時点では耐震性があるということを確認しているんですけども、これが実測データに基づく予測カーブに基づくものですので、今後もきちんと測

定して、管理していくということで長期保守管理方針としております。実施時期については中長期ということで、短期が5年で中長期が10年という設定でございますが、短期すぐ始めるんですけども、すぐ始めて5年で終わるんじゃなくて10年間きちんとやり続けていきますよということで、評価開始は短期なんだけども、実施時期としては中長期ということで、ずっときちんとやっていきますということを、ここで記載しております。

二つ目、No.2、下段でございますが、これについては基準地震動Ss-1に対する評価について全て実施しております、さらに基準地震動のSs-1による評価結果から厳しいものを選定しております。それを評価することで、評価を行って厳しいもので問題ないということを確認しておりますので、プラント全体としては問題ないということを確認はしているんですけども、Ss-2に対する評価が必要な全てのものについて、定量的に耐震裕度も含めてきちんと管理していくという意味で、やらずとも健全性確認しているものについてもきちんと定量的に評価を行っていくということで、これも長期保守管理方針にしております。これについては10年間かけてただただやるというものではなくて、当然実施時期としては短期と。さらに短期で、5年でやるかということ、1年できちんとやりますということで、実施時期としては平成28年9月までにきちんと終わらせるということで、ここで記載しております。

以上が耐震安全性評価の内容でございます。

次の14ページ目からが、耐津波安全性評価についての御説明でございます。

2.1で耐津波安全性評価でございますが、(1)として評価フローを書いておりますが、これは考え方としては基本的に耐震安全性評価と同じで技術評価の結果、劣化があって、その劣化が耐津波性に影響するよといったものについては、耐津波の安全性評価をします。ただ、評価対象としては津波の影響を受ける浸水防護施設について、耐津波安全性評価を行うといったものでございます。

次の15ページに同じように、じゃあどういったものが該当するかという星取りをやっていくんですけども。津波の影響を受ける浸水防護施設を縦に並べまして、右側に想定される劣化事象ということで。丸と二重丸、一番下に凡例をつけておりますが、二重丸については劣化があって、それが耐津波に影響するよといったものでございます。丸については、劣化があるんだけど、それは耐津波には直接影響しないといったものでございます。ここでは二重丸がついているものが津波監視設備の取水ピット水位計の基礎ボルトと津波監視カメラの基礎ボルト、これらについては腐食による減肉を考慮した上で、それでも耐津

波性を確保しているということを確認しております。

16ページが、その評価結果でございますが、ここでは具体的な評価をやっている取水ピット水位計の例を示しております。括弧書きで書いておりますが、津波監視カメラについては一番後ろの、先ほど御説明した別紙2のほうに記載しております。評価の内容でございますが、右側に図をつけておりますが、取水ピット水位計の基礎ボルトがあって、図の左下に基礎ボルト部の拡大図をつけておりますが、塗装されているところは塗装の健全性を確認して腐食というのが進行しないようにしてるんですけども、コンクリート直上部の腐食、塗装がされていない部分については腐食による減肉を想定した評価を行っているというものでございます。評価内容としましては、左側の表の一番下に書いておりますが、文献による知見を用いて、海岸、より厳しい普通この海岸のデータの60年時点というところで、60年時点での減肉、実際はそこまで腐食してない部分も多いんですが、そういう保守的な設定をした上で、基礎ボルトの径が細くなって断面積が小さくなると、厳しくなった状態で耐津波性があるよということを確認しております。

その評価結果が17ページに記載しております。評価結果が の表でございますが、引張応力、せん断応力ともに発生値が許容値よりも小さいということで、応力比としては1より小さいということで両方とも許容値を満足しているということでございます。

2.3が耐津波安全性評価のまとめでございますが、以上のとおり経年劣化事象を考慮した上で、耐津波安全性評価を行っても問題ないということを確認しておりますので、劣化事象というものを考慮した場合でも、プラントの耐津波性にも問題ないということを確認してございます。

本資料の説明について耐震安全性評価及び耐津波安全性評価について御説明は以上でございます。

山田審議官 はい、質問、コメントお願いします。

坂内調整官 調整官の坂内でございます。

耐震の評価で、別紙1で18ページですけども、フローチャートがあって、評価値を許容値で割ったものが0.5になるかならないかで優先度分けて対応するというところでございますけども、1号機について、この0.5で分けた後に、さらに0.7で詳細評価と簡易評価を分けてたと記憶してますけども。今回は全て0.5以上のものは、超えるものについては全て詳細評価をすると、そういう理解でよろしいでしょうか。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

御指摘のとおり、1号のときには0.5以上のものは評価しているんですけども、0.5~0.7の中にあるものについては簡易評価ということで、これ簡易評価だから非保守的かという、むしろ保守的なほうにはなるんですけども、簡易評価による耐震安全性っていうのを確認してございました。ただ、この2号については地震動Ss-1、Ss-2、川内1・2号の共通で決まった時期等も考えまして、1号よりも若干時間的な余裕もあったということから0.5を超えるものについては、全て詳細評価をきちんと行っているといったものでございます。

坂内調整官 はい、わかりました。

川内首席調査官 技術基盤グループの川内です。

今の18ページのフローの中で、1号機るときは、今、話が出たように0.7というしきい値が間にあったんですけど、そのときに長期保守管理方針との関係というのが1号機と2号機で若干変わってくるように見受けられるんですけど、そこについてちょっと具体的なところの御説明をお願いします。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

長期保守管理方針の内容としましては、1号も2号もやることは、Ss-2に対する評価が必要なものについては全てきちんとするという同じなんですけども、PLMで確認している段階が、2号炉は0.5以上のものは全て詳細評価をしておりますので、既にそこやっている部分については追加でやることはないんですけども、1号機については0.5~0.7については、きちんとある種の評価で確認はしているものの、詳細評価としての定量値を持っていませんので、その部分については1号機のほうがちょっと多いということになります。長期保守管理方針としては1号機も2号機も、きちんと全ての評価を行いますということになってございます。

川内首席調査官 了解いたしました。

山田審議官 ほか、いかがでしょうか。

鈴木技術参与 技術基盤グループの鈴木でございます。

7ページに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が説明されてございますけれども、この中の下のほうの2次系ドレン系統配管、これが実測データに基づく予測肉厚による評価を行った結果が示されております。一方、最後の追加保全策のところ、運転開始後40年時点でも耐震安全性は確認できているという、40年という数字が出ておりました。それに従いまして具体的に、このドレン系統配管並びに他の系統配管も含めまして、運転開始後の何年で評価を行った結果かっていうことを御説明いただきたいと思

ます。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

今、御質問いただいた件でございますが、5ページで2次系ドレン系統配管をやっている、7ページに結果を載せているものでございます。まず、ここで代表的に説明している2次系ドレン系統配管については長期保守管理方針の中で当然入ってくるんですけども、PLM、高経年化技術評価が今後10年間の保守管理方針を策定するというものが一番の目的でございますので、そういった観点からも、まずtsr、必要最小肉厚で評価を行って問題ないということを確認されれば、特に追加保全是要らないんですけども、その今後10年間というところで、tsrで満足しない部分については少なくとも40年は確保するという評価方針をやってございます。具体的にいうと、2次系ドレン系統配管については40年というのがあるんですけど、一応41年時点での予測カーブによる板厚で評価を行った結果でございます。こういった評価をやっている炭素鋼配管は2次系ドレン系統配管のほかに、タービングラウンド蒸気系統配管、あと蒸気発生器ブローダウン系統配管と、補助蒸気系統配管というふうに4種類の配管についてはtsrではなくて、実測による予測板厚でやってございますが、これら4系統とも、その評価時点というのは41年時点での板厚による耐震性を確認してございます。

鈴木技術参与 技術基盤グループの鈴木です。

了解いたしました。

山田審議官 ほか、いかがでしょうか。

関管理官補佐 規制庁、関です。

すみません、長期保守管理方針のNo.1、13ページについて1点確認させてください。こちらのほうで40年確保ができているもののところですけども。評価上の話としてはこれで理解はするんですけども、他方、その現場においてここの配管を一々はかって評価をしてってということというのは、必ずしも現場においてはなじむことだと、私考えないんですけども。現場においては、きちんとどのような基準をおいて管理をされるのかという点について説明してください。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

長期保守管理方針の配管減肉のほうの管理でございますが、これについては川内2号だけではなくて、川内1号についても同様な状況でございますが、実測による板厚による耐震性を担保しているものについては、現状の保全ではtsr管理でございますので、追加保

全としてそういったものを考慮する必要がございます。したがって、その耐震性というものの評価を満足するために、一番現場としてわかりやすく、さらに保守的に管理できるという方法を1号でも検討しております。具体的にいうと、実際この評価の中で、この肉厚以上あれば耐震性確保できてよという板厚がわかってますので。現場、従来はtsrの管理をしておりましたが、その管理している値を現状評価で耐震性を確認されてる値に置きかえて、その板厚を必ず割らないように保全をしていくということで、今、1号機も含めてそういう保全というものを行っていかうとしております。2号についても当然1号と同様に、同じようなことでやっていかうというふうに考えてございます。ただ、そういう管理もやっていながら、実際は、場合によっては設備の対策でtsrで満足できるような対策工事ができれば、そういったものも並行して検討していくと。そういうふうに耐震性が確認できている、そういう工事をするまでは、きちんと今の評価で確認できてる板厚を割らないようにきちんと管理をしていくというものを、1号と合わせてやっていくというものでございます。

関管理官補佐 幾つか御回答いただいたんですけども、端的に言えば、その追加の保全として、これに対応した板厚をしっかり用意して、厳しいほうで現場においては肉厚値に対して判定基準を設けて管理をすることは確立されている。そういうことでよろしいでしょうか。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

御理解のとりのやり方で、現在、今そういう形で進めてございます。

関管理官補佐 はい、わかりました。

山田審議官 ほか、いかがでしょうか。

ちょっと私のほうから一つだけ。11ページ目のバッフルフォーマボルトの損傷を仮定した上での評価なんですけれども。表の一番下のところに、最上段と最下段のバッフルフォーマボルトのみが健全となっているんですけども。これが条件として一番厳しいということが言えるのかどうか。多分変形が大きければ、それだけ挿入遅くなると思うので、上と下と両方とめると変形が一番厳しくなってるかどうかと、よくわからないんですけども、いかがでしょうか。

九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

この点については、維持規格にも評価が載っておりますが、ボルトそのもののIASCCの評価の中でも御説明しましたが、もともと2本残れば大丈夫という評価があって、その中

で一番厳しい状態というのが一番上と一番下がある部分について、応力状態としてボルトの一番厳しい状態というふうな状態でございます。今回については挿入性評価であるんですけども、この挿入性評価においても、その2本残っている残り方のパターンの中では一番上と一番下が残っているほうが、一番変形等を考慮すると挿入性に影響するということは、これも評価されておまして。今回、評価の過程としては一番厳しい状態というのを想定しております。いずれにしてもバッフルフォーマボルトは評価上折れないということを確認した上で、保守的な評価をして、さらにその評価条件としても厳しい評価条件を行っているというものでございます。

山田審議官 2本残っても大丈夫だっていうのは、恐らく強度上大丈夫だということですよ。さっき申し上げたとおり、変形っていう意味でいくと、上下とめると、かえって変形量は小さくなるんじゃないかっていうのは、私の疑問なんですけれども。それはそうではないということなんですか。

九州電力（新立） そうですね。細かい評価の内容については炉内構造部のガイドラインとかでも評価されているんですけども、支持間隔も長くなりますので、変形して挿入性という観点でも一番上と一番下だけで、残りが全部折れてるほうが厳しいと。バッフル板の変形が大きくなりますので、そのバッフル板が変形して燃料に干渉して、燃料の揺れ方が変わって、挿入性に影響するという観点では、この状態が一番厳しいということで設定しております。

九州電力（中牟田） 九州電力、中牟田です。これはバッフル板と想定した場合に、中ほどの2本が残った場合に揺れても、揺れるときの振幅よりも上と下が残ってるほうが、この支持間隔が長いほうが、振幅が大きくなって燃料への影響が大きいと。そんな感じでイメージしていただければと思うんですけども。

山田審議官 私が思ったのは、一番下二つというのは一番厳しくならないかなと思ったんですけど。

九州電力（新立） 九州電力の新立です。

一番下二つだとべろんべろんなって、あんまり燃料に干渉して影響しないようなことになりますので、くっついた上で、がつつ当たるというか、実際その振動モードを考えた場合は、その評価が一番厳しい。当然応力の意味でも厳しくて、挿入性でも厳しいということが規格等の中でも記載されておりますので、また、そういうことをしております。

山田審議官 そういう評価も既にされていて、規格の中でそういう評価で固まっている

ということですね。

九州電力（新立） はい、そのとおりでございます。

山田審議官 ほか、いかがでしょうか。

よろしいですか。

はい、じゃあこの議題もこれで終わりということにさせていただきます。今日、御準備いただいたのは以上かと思えますけれども、ほかに何かないようであれば今日の審査会合は、これで議事終了ということにしたいと思えます。

最後、事務連絡をお願いします。

坂内調整官 調整官の坂内でございます。

以後の審査会合の開催についてでございますけれども、本日前半、関西電力の高浜3・4号のところで冒頭申し上げたとおり、高浜4号機については工事計画が確定した後に、改めてその際の、今日の説明からの変更点等について説明してもらうような場を設けることとして、そのための審査会合を開催したいと思えます。

また、その際には本日前半・後半なされましたやりとりにおきまして、公開で改めて審議したほうがいいという事項がありましたら、必要に応じて、それも取り上げて議題として審議事項に入れるという形で進めたいと思っております。開催日時等については別途調整の上、連絡いたします。

以上です。

山田審議官 それでは、これで第10回審査会合を閉会いたします。御苦労さまでした。