

原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合

第13回

議事録

日時：平成30年7月4日（水）14：00～15：53

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	原子力規制部長
天野 直樹	安全管理調査官
池田 雅昭	上席技術研究調査官
塚部 暢之	管理官補佐
臼井 暁子	廃止措置専門官
中野 光行	高経年化対策専門職
河野 克己	主任技術研究調査官
小嶋 正義	主任技術研究調査官
橋倉 靖明	技術研究調査官
北條 智博	技術研究調査官
菊池 正明	技術参与
中野 眞木郎	技術参与

中国電力株式会社

北野 立夫	常務執行役員 電源事業本部部長（原子力管理）
桑田 賢一郎	島根原子力発電所 保修部 部長
臼井 利光	島根原子力発電所 保修部（保修技術）課長
橋本 隆	島根原子力発電所 保修部（建築）課長
小西 克文	島根原子力発電所 保修部（土木）課長
豊嶋 好輝	島根原子力発電所 保修部（保修技術）高経年化 副長
幸 真	島根原子力発電所 保修部（保修技術）高経年化 主任

美濃 邦勇 島根原子力発電所 保修部（保修技術）高経年化 主任
中村 康雄 島根原子力発電所 保修部（建築）主任
中野 陽介 島根原子力発電所 保修部（保修技術）高経年化 担当
高橋 駿介 島根原子力発電所 保修部（建築）担当
磯田 隆行 島根原子力発電所 保修部（土木）担当
加藤 広臣 電源事業本部（原子力設備）担当係長

議事

○山田部長 原子力規制庁原子力規制部長の山田です。

それでは、これから第13回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合を始めます。

この会合は、本年2月7日に中国電力から申請のありました島根原子力発電所2号炉の30年目の高経年化技術評価に係る2回目の会合となります。

それでは、最初に本日の配付資料等の説明をお願いします。

○天野調査官 規制庁の天野です。

それでは、配付資料の確認をさせていただきます。議事次第の4.に一覧がございますけれども、資料1-1、1-2が共通事項のパワーポイントと補足説明資料、それから2-1、2-2が熱時効に関するパワーポイントと補足説明資料、それから資料3-1、3-2がコンクリートのパワーポイントと補足説明資料でございます。資料の過不足等がありましたらお申し付けいただければと思います。

また、いつものお願いでございますけれども、御発言をされる際には最初に御所属、お名前をおっしゃってから御発言をお願いいたします。よろしく願いいたします。

○山田部長 それでは、順番にということで資料1-1から説明を始めてください。

○中国電力（北野） 中国電力電源事業本部の北野でございます。

島根原子力発電所2号炉の高経年化技術評価のうち、本日は評価に係る手順、体制等の共通事項、2相ステンレス鋼の熱時効並びにコンクリート及び鉄骨構造物について御説明させていただきますので、よろしく願いいたします。

では、まず、共通事項について、発電所保修部の幸のほうから説明いたします。

○中国電力（幸） 中国電力の幸です。

それでは、共通事項につきまして説明させていただきます。

お配りしている資料として、共通事項の資料としては資料1-1、パワーポイント資料と、資料1-2、補足説明資料を準備しておりますが、基本的には、本日、パワーポイント資料での説明をさせていただくこととなります。補足説明資料につきましては、必要により補完する形で使用いたします。

本日説明いたします個別の経年劣化事象につきましても同様の形で説明させていただくこととなりますので、よろしくお願いたします。それでは、次のページをお願いいたします。

目次になります。初めに、説明内容の概要を述べた後、2～4項で高経年化技術評価に係る体制等を説明いたします。5項で運転経験及び最新知見に係る反映について、6項で新規規制基準への対応について説明いたします。最後に申請内容の説明可能時期を示します。次のページをお願いいたします。

本資料では、島根原子力発電所2号炉高経年化技術評価が社内の品質マネジメントに則り、適切な業務管理のもと実施していることを説明いたします。次のページをお願いいたします。

まず、高経年化技術評価の概要を示します。高経年化技術評価は、島根2号炉の機器、構造物に対して発生する経年劣化事象を考慮した状態で機器、構造物の健全性を確認します。評価にあたっては、図の左側に示すとおり、最新知見・運転経験等及び新規規制基準への対応を踏まえて評価条件、内容の見直しを行っております。

評価の結果、抽出された今後10年間で実施すべき追加保全策を保守管理に関する方針、これが長期保守管理方針となりますが、を定めて保安規定に反映するため、変更認可申請を行っております。次のページをお願いいたします。

図は島根2号炉の高経年化技術評価における実施体制を示しております。島根2号炉の高経年化技術評価は、中央の点線で囲んである発電所主体で行っており、発電所長を総括責任者として保修部長が取りまとめを行っております。保修部長は、所内会議体である高経年化対策実施連絡会で高経年化技術評価の工程管理を行っております。保修部長のもと、設備主管課長が評価書を作成し、保修技術課長が取りまとめています。本社の関係部署は、発電所での検討に対して評価報告書の確認、技術支援等を行っております。次のページをお願いいたします。

次に、評価手順について説明いたします。初めに、断続的運転を前提とした評価について説明します。実施手順については、手順書において右側に示しております実施フロー

図の順で実施することを定めております。大別しますと、1、技術評価対象機器・構造物の抽出。2、機器のグループ化及び代表機器の選定。3、経年劣化事象の抽出。4、経年劣化事象に対する技術評価。5、耐震・耐津波安全性評価という順で実施しております。詳細については次ページ以降で説明します。次のページをお願いいたします。

まず、高経年化技術評価の対象機器を抽出いたします。安全上重要な機器として、安全重要度クラス1、2及び3の機能を有する機器・構造物並びに常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物を配管計装線図等をもとに抽出しました。

なお、長期的な使用を考えていない消耗品や定期取りかえ品については高経年化技術評価の対象から除外しております。次のページをお願いいたします。

次に、抽出した対象機器をグループ化し、グループ内の代表機器を選定いたします。選定された機器をポンプ等の15機種に分類した上で、合理的に評価するため、構造、使用環境、材質等によりグループ化し、グループごとに重要度、使用条件、運転条件等を考慮して評価グループ内の代表機器を選定しました。

これ以降の技術評価においては、代表機器とした機器の評価結果をグループ内機器に水平展開するという手法で評価を実施しております。次のページをお願いいたします。

次に、評価対象機器に生じる経年劣化事象を抽出します。選定された評価対象機器の使用条件を考慮して、「原子力発電所の高経年化実施対策基準」附属書A、「経年劣化メカニズムまとめ表」をもとに経年劣化事象を抽出しました。抽出された経年劣化事象と部位の組合せのうち、低サイクル疲労等の主要6事象、主要6事象以外の数に示しておりますフローで①または②に該当する事象以外の事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として評価を行いました。

フローの①、②についてですが、①は、これまでの知見により発生が考えられない、または、進展が極めて小さいと考えられる経年劣化事象。②は、経年劣化事象として発生は否定できないものの、現状、実施している保全活動により適切に管理ができる事象として高経年化上着目すべき経年劣化事象ではないと除外しております。次のページをお願いいたします。

抽出した高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対して技術評価を行います。右側のフローに示すとおり、知見や解析といった技術的知見による健全性評価と、これまでの保全内容を整理した現状保全を踏まえた総合評価を行い、今後、保全に追加すべき項目、充実すべき技術開発課題等を高経年化への対応として抽出しました。次のページをお願い

いたします。

技術評価を行った機器に対して、耐震安全性及び耐津波安全性評価を行います。まず、耐震安全性評価についてですが、右の表の上から示す順で実施しております。その概要を左側に示しておりますが、まず、技術評価で抽出した経年劣化事象に対して、耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象であるかを検討します。耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象に対して地震を考慮した評価を解析等により実施します。次のページをお願いいたします。

次に、耐津波安全性評価について示します。耐震安全性評価同様、右の表の上から示す順で実施しており、技術評価で抽出した経年劣化事象のうち、耐津波安全上考慮する必要がある経年劣化事象であるかを検討し、必要により耐津波安全性評価を実施しております。次のページをお願いいたします。

続いて、冷温停止を前提とした評価について説明いたします。右側に示しておりますフロー図に従って、運転を前提とした高経年化技術評価書に対して、1、冷温停止に必要な設備の抽出。2、冷温停止状態維持を前提とした経年劣化事象の抽出。3、経年劣化事象に対する技術評価。4、耐震・耐津波安全性評価という流れで実施しております。各評価は、運転を前提とした評価を知見として活用しており、冷温停止において特に評価が必要となる事象を抽出して冷温停止における条件を加味した評価を実施しております。次のページをお願いいたします。

次に、高経年化技術評価の実施に当たり反映した運転経験及び最新知見について示します。先行プラント及び島根1号炉の40年目技術評価報告書を参考にするとともに、島根1号機以降の2011年4月から2016年3月についての運転経験及び最新知見について、高経年化技術評価への影響を整理し、技術評価への反映要否を判断しております。

なお、調査期間以降に新規に発生いたしました運転経験・最新知見については、適時反映要否を検討し、反映を行っております。

スクリーニング対象とした運転経験及び最新知見の種類としましては、国内の運転経験については原子力安全推進協会が運営しております原子力施設情報公開ライブラリーにおいて公開されるトラブル情報及び保全品質情報、その他情報を対象としました。国外の運転経験については、NRC、これは米国原子力規制委員会ですが、のBulletin、Generic Letter、Information Notice及びRegulatory Issue Summaryを対象としております。

最新知見については、関係法令、原子力規制委員会からの指示及び機械学会、日本電気協会並びに日本原子力学会の規格・基準類等を対象としました。次のページをお願いいたします。

次に、新規制基準への対応について説明いたします。島根2号炉では、平成25年12月25日に新規制基準への適合に係る工事計画認可申請を実施しているため、その内容を踏まえて高経年化技術評価を行い、その技術評価結果に基づき保安規定の変更認可申請を実施しています。今後、工事計画認可申請の補正を実施した場合は、適時、その内容を踏まえて高経年化技術評価の内容を見直し、保安規定変更認可の補正申請を行います。

下の表には、工事計画認可申請の補正により追加される見込みの機器の評価例を示しております。例えば常設重大事故等対処設備であれば、高圧原子炉代替注水ポンプ及びタービン設備というものを考えております。設計基準対象設備としては、浸水防護施設である取水槽防水壁等を考えております。次のページをお願いいたします。

最後に、申請内容に対する説明可能時期の予定と、新規制基準対応として工認補正後に追加説明を行う内容を表に示しております。高経年化技術評価書については、ポンプ、熱交換器といった機種ごとに経年劣化事象の評価結果を整理しておりますが、先行PWRの30年目高経年化技術評価及び40年目運転延長認可申請の審査を踏まえ、表に技術評価項として示すような経年劣化事象ごとに再整理を行った資料を作成し、審査会合で説明を行う準備を進めております。

説明資料の作成に当たっては、至近で審査を実施しております東海第二原子力発電所の審査資料を確認し、記載の充実を図っております。

表中で下から二つの低サイクル疲労割れ、中性子照射脆化については、再整理後の説明資料が未提示ではありますが、7月の中旬から8月下旬ごろを目途に説明可能となるよう、現在、資料の準備を行っております。

なお、工認補正後の説明内容について共通事項や技術評価として個別にはないことと記載しておりますが、工認補正により表下の※で示すような内容を追加することを想定しておりますので、これらについては、工認補正により追加した技術評価結果としてまとめて説明を行うことを考えております。次のページをお願いいたします。

前ページの続きになります。技術評価のうち、絶縁特性低下及び主要な劣化事象以外の事象については、絶縁特性低下は8月下旬～9月下旬、主要な劣化事象以外の事象については8月下旬ごろを目途に説明可能となるよう、資料の準備を行っております。

以上、ここまでしました技術評価につきましては、申請内容について工認補正の状況に関わらず、一通り、この予定で説明させていただきたいと考えております。

なお、絶縁特性低下と主要な劣化事象以外の事象の評価のうち、重大事故時条件に対する耐環境評価につきましては、工認補正後に確定した重大事故時条件による評価で別途説明をいたします。

最後に、耐震安全性評価と耐津波安全性評価については、工認補正に伴い基準地震動、基準津波等の条件の変更により、現在、申請している内容から評価が変わる可能性があるため、工認補正後に確定した評価条件を反映した評価結果を説明したいと考えております。

次ページ以降は参考資料となりますので、共通事項の説明は以上となります。

○山田部長 それでは、今あった説明に対して、質問、コメントがあればお願いします。

○塚部補佐 規制庁の塚部です。

共通事項といいますか、今、御説明のあったスケジュールの関係、15ページ、16ページのところで少しお伺いしたいんですが、1点目が、前回、3月の会合の際にもできるものから審査を進めたいという話をさせていただいて、今、7月の状況なんですが、この間、資料の準備等があったんですが、具体的に作業として、提出が6月、9月ぐらいまでということですけど、具体的にどのような作業をされていたか、御説明いただけますでしょうか。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

補足説明資料の作成に当たりましては、島根2号炉の前に先行するPWRプラントがございましたので、その内容も踏まえながら資料を作成してございます。

また、補足説明資料の作成についてですけれども、技術評価の項目ごとに改めてつくるということになっておりますので、その作成に若干時間を要しておりますが、今こちらで御提示させていただいております説明可能時期までには、資料を準備して御説明をさせていただきたいと考えております。

○塚部補佐 塚部です。

今までの状況は御説明でわかりましたが、ちょっとこちらの感触としては、申請いただいてからちょっと御説明いただける状態になるまで時間を要したかなと思っているところがあります。なので、具体的に今回、スケジュールを示していただいて、これで提出しますということですので、こちらのもので基本的に沿ってやっていただくことともに、仮に今後遅れるようなことがあるのであれば、またそれは報告をいただければと思っています。

以上です。

○中国電力（豊嶋） 中国電力、豊嶋です。

了解いたしました。

○中野（光） 専門職 規制庁、中野でございます。

このパワーポイント資料の8ページになりますけれども、最初に、我々、説明をお願いしたときに、この①、②という説明をされた高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象について、それぞれの事象の考え方を説明していただきたいということをお願いしていると思いますが、現時点でそれを示されていないという認識でよろしいですかということと、そのスケジュール感というのはどのくらいになりますかというのを教えていただけますか。

○中国電力（幸） 中国電力の幸です。

今、御指摘いただいた点につきましては、現在、資料の取りまとめを行っておりまして、今回、おつけしている補足説明資料の中には添付しておりません。7月中に整理をしてお示しすることを考えております。

○中野（光） 専門職 わかりました。ありがとうございます。

それから、もう1点ですが、この説明資料の13ページですね。国内外の新たな運転経験の反映ということで、どんなのがあるのかなと思って、ちょっと私、補足説明資料のほうを読まさせていただいたんですが、これの補足説明資料の17ページにこれの該当するところがありまして、説明によると新たな最新知見として2011年からの分を抽出しておるといふふうに説明があるんですが、スクリーニング対象期間中のものが799件中、本評価に反映するのは1件しかなかったという説明なんですけど、これはどういう考えで運転経験の反映が必要ある、ないというのをジャッジされたんでしょうか。

○中国電力（幸） 中国電力の幸です。

最新知見につきましては、今回、スクリーニングした対象につきましては、まず劣化メカまとめ表で既に経年劣化事象として整理をして評価を行っているものであるかどうかというところを確認しております。その際、経年劣化事象として既に評価を行っており、もう反映済みであるというものについては、新たに反映すべき知見ではないというふうに判断しております。

以上です。

○中野（光） 専門職 中野です。

今のお話だと、劣化メカニズムまとめ表に反映が必要なければ、最新知見として取り込

む必要はないというお考えだということだと思んですけど、最新知見って恐らくいろいろあって、例えば新しい評価手法が出たとか、何か判断基準となるような数値が変わったとか、いろいろな判断をする必要があると思うんですが、そういうのはあまり考えていないということなんですかね。

○中国電力（豊嶋） 中国電力、豊嶋です。

調査対象期間に出されたそれ以外の例えば学会とかから出されたものと、あと、原子力規制庁さんのほうから出されたもの等も見た上で、その中身が高経年化対策に関係するかどうかというのを個別に一つずつ見た上で、その反映要否というのを考えております。

具体的には、先ほど御説明したとおり、ここに記載の項目については、見た上でやっておりますので、必ずしも劣化メカまとめ表の関係有無だけを見ているわけではございません。

○中野（光） 専門職 中野です。

細かいことを言うと、例えば高経年化対策基準2015年版を引用されていますけど、これは新しい基準としてこれは反映しているんですよね、評価に恐らくね。この書き方であると。

○中国電力（幸） 中国電力の幸です。

はい、そのとおりです。

○中野（光） 専門職 最新知見はどのようなもので、どう考えてピックアップしたというのはもうちょっと詳しく説明していただいてもよろしいですかね。何か紙の形でもいいんですけど。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

了解いたしました。

○中野（光） 専門職 中野です。

またまたすみません。まず、実施体制のところなんですけれども、最初に4ページですね。これで実施体制を説明されていますけれど、この評価書を作成するに当たって、何か作成部署以外の第三者が中身をチェックしたとか、そういうことはやられているのでしょうか。

○中国電力（幸） 中国電力、幸です。

今おっしゃられたような技術評価の妥当性につきましては、本社組織により妥当性確認を実施しております。

以上です。

○中野（光） 専門職 中野です。

この体制図の中にあるんですかね。

○中国電力（豊嶋） 中国電力、豊嶋です。

体制図の中で4ページの図で右下に点線で囲って、その囲った中の右上に本社と書かれているところに電源事業本部マネジャーというのがありまして、その下が全て本社組織の部分になっております。この本社組織からは、左側に伸びています矢印のように相談・技術支援、また、上側に伸びているものとして高経年化対策検討実施連絡会、これは所内の会議体なんですけれども、そちらのほうに参加しているというのを体制になっております。

○中野（光） 専門職 中野です。

わかりました。ただ、作成のフローがわかりにくいので、評価書を作成するに当たっての仕事の流れとといいますか、フローを1枚つけていただいて説明していただくと助かるんですけれども、できますかね。

○中国電力（豊嶋） 中国電力、豊嶋です。

それは、評価書を作成してから最終的に妥当性確認が終わるまでの本社組織と発電所組織の間でどんなように業務を進めているかというフローと思ってよろしいでしょうか。

○中野（光） 専門職 中野です。

そこに限らず、基本的にスタートしてからどこかの部署が取りまとめて、恐らくどこかに依頼して、それがまた取りまとめられて第三者にかけられてとか、そういう流れがあると思うんですけど、最終、申請に至るまでのですね。そういうフローです。

○中国電力（豊嶋） 中国電力、豊嶋です。

発電所内でやっていることを含めてのフローだと理解いたしましたので、それを準備させていただきたいと思います。

○中野（光） 専門職 よろしく申し上げます。

○塚部補佐 規制庁の塚部です。

8ページ目のところで経年劣化事象の抽出のプロセスがありまして、これ、主要6事象以外で、このフローに沿って最終的に高経年化対策上注目すべき経年劣化事象として抽出された、例えば電気ペネトレーションの気密性低下みたいなものも出ていたかと思うんですけど、具体的に、今回ここで追加で抽出された事象としては何があるか教えていただけますでしょうか。

○中国電力（幸） 中国電力の幸です。

今、お伺いしたのは、高経年化上着目すべき事象として何が抽出されたかということと理解しました。それとしましては、今、おっしゃっていただいた電気ペネトレーションの気密性低下が抽出されております。ちょっとどういうものが抽出されたかというのは、具体的にあったものについては評価書をちょっと確認しないとなんですけれども、今覚えているのは、その点です。

○塚部補佐 塚部です。

すみません、先ほどのスケジュール、16ページ目のところでも主要な劣化事象以外の事象、8月下旬ということで御説明をいただくかと思っておりますので、そちらはよろしく願います。

というのと、もう一点、今回、高経年化技術評価をするに当たって、解析作業等を外部に委託しているところもあるかと思うんですが、その辺りの管理といいますか、今、資料参考のほうになっていますが、33ページ目のところで協力事業者の管理ということで調達のなところは、あと、品証的なところは、実際こうやられたと書かれているんですが、実際、出てきたデータが技術的に見てどうかというところは、御社としてどのような確認をしているかというのを教えてください。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

メーカーへの委託ということで、主に日立GEと日本ガイシ、2社のほうに委託を行っておりますが、そちらのほうは解析業務を行う際には、解析業務の内容について解析調査というので訪問いたしまして、その解析が適切な体制で適切な中身で行われているということとを解析調査という形で確認しております。これは、弊社内で解析業務をするときは、業務の内容によってそういうことをやるということが定められておりますので、それによって行っているという活動でございます。

○塚部補佐 塚部です。

技術的な内容についても、その場で内容をわかっている方が確認するというようなイメージでよろしいでしょうか。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

解析調査というのは、あくまでプロセスの解析の中身のやり方についての調査になります。技術評価結果というのは、かなり大量の結果をいただいて、当社においても評価書を作成しておりますので、それにつきましては、評価書が出てくる、また委託の最終的に報

告書としていただくんですけれども、その中身について確認した上で評価書のほうにその内容を必要なところを記載しているということで、出てきた報告に対しては確認を実施しております。

○塚部補佐 わかりました。

○中野（光）専門職 ちょっと今のに関連してなんですけれども、今までも高経年化技術評価っていろんなプラントでやられていて、例えば解析業務に当たって解析先で符号が間違っていたとか、もっと言うと、数値そのもの、例えば図面の数値を見間違っていたとか、そういったことのいろんなトラブルもあったんですけど、そういうのはちゃんとQMS上で回して、そういうのも含めて管理しているという認識でよろしいんですかね。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

今お話があったのは調達先の不適合に関する話だと思いますけれども、調達先でそのような不適合があった場合は、速やかに当社のほうに報告を受けまして、適切に対応することになってございます。

○中野（光）専門職 あと、関連して、今思ったんですけど、例えば図面が取り間違えて寸法が違う間違いがあったということはないんですよということだけなんですけど、そういうのは二重でチェックするとかをされていますか。直近でトラブルがあったと思うんですけど、先行で。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

解析等をする際に、御指摘のように図面が正しいのかというのがございますけれども、それは、こちらとしても委託として評価の内容を受け取る際に、そのもととなったデータを何を使っているのかということによって、そのもととなったデータが、きちんとこちらが意図しているような図書というか、内容をもとにしているのかというのを確認して、妥当であるということを確認した上で、評価書に反映するというところをさせていただきます。

○中野（光）専門職 わかりました。ありがとうございます。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です

今回の島根原子力発電所2号炉ですけれども、幾つか共用施設というものもあると思うんですけど、この共用施設の考え方、取り扱いについて説明してください。

○中国電力（幸） 中国電力の幸です。

今おっしゃられたのは、島根1号機と2号機で共用している共用設備のことと受け取りま

したが、島根1号炉との共用設備につきましては、島根1号機の40年目高経年化技術評価の際に評価を実施しております。ただし、今回、島根2号機としても高経年化技術評価を実施するに当たって共用設備としてどういうものがあるかというものを確認して評価を行っております。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

つまり、1号炉のときに共用で確認したもの以外のもので共用になるものは、今回確認するという認識と受け取りましたけど、その受け取りでよろしいでしょうか。

○中国電力（幸） 中国電力の幸です。

島根1号炉の高経年化技術評価の際に評価した設備についても、改めて島根2号炉の設備として評価を行っているということです。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

わかりました。

続いて、もう1件確認したいところがございます、今、説明のありました14ページのところで、新規制基準への対応というところがございます。特に下の今後のところで、工認補正が今後やられた場合には、高経年化対策の技術評価を適時実施するよということが書かれていて、その次のページですね。15ページのところでは、技術評価と左側に項目の書かれているところが、軒並み右側の補正後の説明内容のところで「なし」と書かれているわけですが、この「なし※」と書いてあるところは、先ほどの今後というようなものはないというふうに受け取れるんですけど、そこら辺ちょっと説明してください。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

ここの「なし※」と書かさせていただいているのは、今回、高経年化技術評価を御説明するに当たり、各技術評価の項目ごとに説明します。改めてその説明をやり直したりすることはなくても、ここに最後、下のほうに書いてございますが、工認補正により追加した技術評価結果の追加という一つ項目をその時点で起こしまして、その中で各劣化の項目について横断的に説明させていただくことがよろしいかなと考えてございまして、なので、個別の技術評価をまた再度お諮りするというよりも、ここでまとめて御説明させていただきたいという意図でございます。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

わかりました。

○山田部長 ほか、いかがでしょうか。

じゃあ、すみません、私からちょっと一つ。先ほど、運転経験と最新知見の反映で少し議論がありましたけれども、799件抽出して、反映するのは1個というような、そういう実績を御説明いただいたんですけれども、このスクリーニングというのはどういう体制で、どういう手順でやっておられるのでしょうか。

というのは、こういう運転経験の抽出みたいなのは、発電所でやられるというよりは、むしろ本店で運転経験全体の中で評価をしてスクリーニングしていくというほうが効率的かもしれないと思うんですけれども、ちょっとこの高経年化の評価の体制の中にそういうものがちょっと見えないので、どういう形でやっておられるのかというのを教えていただけますか。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

おっしゃるとおり、本店のほうで体系立ててという御意見もあるところでございますが、今回、私どもが実施いたしましたのは、まず、どのように知見を集めるのかというのを手順を所内で作くりまして、発電所内のメンバーで抽出を行ってございます。ですので、新たな体制を組んでとかというものではないので、特にそういった先ほど言われたような横断的とかというようなのが記載ないというのは、発電所内で実施したためでございます。

○山田部長 新しい技術的知見みたいなやつは、発電所の中でしっかり評価をして、多分、直接的な教訓だけじゃなくて、少し外縁部も含めたような評価も必要になってくるんじゃないかというのは普通だと思うんですけれども、そういうのも発電所の中でしっかりやられたという理解でしょうか。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

先ほど若干説明が不足しておりました。一部は、本店のほうで全社大で横断的に知見を集めているところがございますので、そちらのほうは発電所ではなくて本社のほうから情報を入手して反映してございます。

○山田部長 わかりました。

それと、これは高経年化そのものの運転経験ではないんですけれども、先ほどもちょっとありましたけれども、最近よくあるトラブルって、as isの文章がしっかりしていないので、いろんな機器の場所とか、それから数値だとか、そういうのをきっちり認識していなかったというような、そういう運転経験もあると思うんですけれども、そういうものは今回ここでは反映されているのでしょうか。先ほどもあったように、一次文書でしっかり

と、評価に使われているものがしっかりとした一次文書かどうかと、その調達管理のその前提として御社の中でしっかりと確認をするというのも必要じゃないかと思うんですけども、そういうのはしっかりやられている、今回のこの件とは関係なく、全社的にちゃんとやられているという理解でしょうか。

○中国電力（臼井） 中国電力の臼井でございます。

今の御指摘の件は、図面に関するas is管理の話だと思いますけれども、PLMの件に関しましては、先ほど来御説明しましたとおり、まずバック資料としてきちんとどういったものがあるかというのを委託をもってプラントメーカーにお願いをして、最新版を出していただいております。それを社内的にそのエビデンスを収集してチェックをして評価書に反映をしていると、そういう手順でやっております。

そのほかの全社のものについては、やっぱりAs is管理というものは大事というふうに考えておりますので、今後きちんとどのようにやっていくかというのは検討してまいりたいというふうに思っております。

○山田部長 わかりました。じゃあ本件に関して言うと、QMSの中でしっかりと確認はされているということですね。

よろしいですか。

それでは、次の資料をお願いします。

○中国電力（中野） 中国電力の中野です。

2相ステンレス鋼の熱時効につきまして御説明させていただきます。資料といたしましては、資料2-1のパワーポイント資料、資料2-2の補足説明資料を準備してございますが、資料2-1のパワーポイント資料に沿って御説明をさせていただきます。

それでは、まず1ページ目ですけれども、目次を記載してございます。初めに概要と基本方針について説明させていただいた後、3項にて評価対象と評価方法、4項にて代表機器の評価、5項にて代表機器以外の評価を御説明した後、6項にて全体のまとめについて御説明させていただきます。

それでは、次のページ、2ページ目ですけれども、本資料では、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」に基づき実施した高経年化技術評価のうち2相ステンレス鋼の熱時効の評価結果について説明をいたします。

熱時効に関する概要ですけれども、オーステナイト相とフェライト相の2相から成るステンレス鋼は250℃以上の高温環境で長時間使用すると、材料特性が低下する可能性が

ございます。この現象は、熱時効脆化と呼ばれ、熱時効によってフェライト相中のCrの割合が高い相が析出し、この析出相がフェライト相を硬化させることによって発生すると考えられています。

熱時効により、靱性が低下した場合、き裂の存在がある場合は、機器の健全性に影響を及ぼす可能性があるため、想定すべきき裂が発生するかどうかという観点で2相ステンレス鋼の熱時効について評価を今回は実施しました。

続いて、3ページ目ですけれども、評価の基本方針ですが、評価対象部位において熱時効の発生の可能性について評価し、その発生の可能性が将来にわたって否定できない場合は、その発生または進展に係る健全性評価を行い、実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイドに定める要求事項に適合することを確認しております。

表に2相ステンレス鋼の熱時効についての要求事項を示しております。高経年化審査ガイドからの要求事項といたしましては、高経年化技術評価の審査として健全性評価、現状保全の評価、追加保全策の抽出の三つについて記載しておる内容が挙げられております。

続きまして、4ページ目です。評価対象と評価手法について説明させていただきます。熱時効の評価対象機器・部位については、最高使用温度が250℃以上の機器のうち、材質がステンレス鋳鋼の部位を抽出しました。また、それらについて「一般社団法人日本原子力学会標準原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」をもとに、使用温度が250℃以上になるか、また、き裂の原因となる経年劣化事象の発生が想定されるかという観点で整理を行いました。

評価手法としては、評価対象機器のうち、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象である低サイクル疲労割れが想定される部位のうち、原子炉再循環ポンプのケーシングと原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱を代表部位として選定して評価をしております。

選定した代表部位について、熱時効により靱性が低下した際に問題となるき裂が発生する可能性について評価を行っております。

次のページに行きます。5ページ目ですが、続きまして代表機器の技術評価として、健全性評価について説明いたします。熱時効により、靱性が低下した状態でき裂が存在する場合には、小さな荷重でき裂が進展し、不安定破壊を引き起こす可能性があります。

原子炉再循環ポンプのケーシング及び原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱の使用温度は250℃以上であり、熱時効による靱性低下の可能性は否定できないと評価しておりますが、不安定破壊の原因となるき裂が存在しなければ健全性の維持は可能として評価しております。

す。

続きまして、6ページ目です。き裂の原因となる経年劣化事象としては、低サイクル疲労割れが想定されますが、低サイクル疲労割れについては、表に示しておりますように、運転実績から推定した60年時点の過渡回数を用いて、疲れ累積係数による評価を実施しております。

表に記載しているとおり、60年時点を想定した疲れ累積係数は、原子炉再循環ポンプでは最大環境を考慮した疲労においても0.004、原子炉再循環ポンプ出口弁については0.025であり許容値である1を十分に下回っており、低サイクル疲労が原因となり、疲労割れが発生する可能性はないと評価しております。

続いて、7ページ目です。現状保全について説明いたします。原子炉再循環ポンプのケーシング、原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱については、製造時に放射線透過試験、浸透探傷試験を実施しており、ポンプケーシングの溶接部、弁箱の溶接部も含めて全ての内表面においてき裂がないことを確認しております。

また、現状保全としまして、定期事業者検査のクラス1機器供用期間中検査として維持規格等に基づき、定期的に溶接部の超音波探傷試験、内表面の目視点検を実施し、き裂がないことを確認しております。また、これらの機器について補修した実績はありません。

続いて、8ページ目です。総合評価ですが、健全性評価結果から判断して、現時点の知見においては2相ステンレス鋼の熱時効は高経年化対策上問題となる可能性はないと考えております。

内面からの割れとしましては溶接部の超音波探傷試験により検知可能と考えており、また、割れが発生するとすれば応力の観点から溶接部が最もリスクが高いと判断されるため、点検手法として適切として評価しました。

続いて、高経年化への対応についてですが、原子炉再循環ポンプのケーシング、原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱の熱時効については、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはなく、今後も現状保全を継続してまいります。

続いて、9ページ目です。代表機器以外の技術評価について説明します。代表機器以外については、き裂の原因となる低サイクル疲労割れが想定される機器については、代表機器の疲労評価に包含されておまして、低サイクル疲労割れが発生する可能性はないと評価しております。

その他の機器については、き裂の原因となる経年劣化事象が想定されないことから、熱

時効が問題になる可能性はないと評価しております。

続いて、10ページ目です。最後にまとめといたしまして、審査ガイドとの適合性について記載しております。要求事項である健全性評価につきましては、5ページ目、6ページ目で御説明したとおり、代表機器について60年時点を想定した健全性評価を実施してございます。

現場保全につきましては、7ページ目で説明しましたとおり、現状保全の内容が妥当であることを確認しております。

追加保全の抽出につきましては、8ページ目で御説明したとおり、高経年化対策の観点から追加すべき新たな保全策はないと評価しております。

また、最後に保守管理に関する方針としましても策定する事項はないと評価しております。

以上です。

○山田部長 それでは、質問、コメントをお願いします。

○塚部補佐 規制庁、塚部です。

ちょっとそもそもの話になるんですが、申請された高経年化技術評価書の中では、今回、8ページ目のところの総合評価のところでは書かれている評価として「熱時効が問題となる可能性は小さい」という形で申請いただいているかと思います。今回、御説明の中で総合評価として、「熱時効は高経年化対策上問題となる可能性はないと考える」ということでちょっと説明ぶりが変わっているかなということで、我々は、当然、当初申請のあった評価書に基づいて審査を行っておるんですが、一方、説明が変わっているようにも読めるというところもあるんですが、こちら、どのような意図で説明ぶりを変えられたかというのを御説明いただけますでしょうか。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

先ほど共通事項の御説明の際に、先行機の審査状況も踏まえて記載の充実等を図りましたということは、一言それだけ述べさせていただいているんですけども、今回、熱時効の中では、そういう具体的に記載の充実と見直しを図った箇所がおっしゃるとおりございます。

その考え方なんですけれども、先ほどの「可能性は小さい」を、「可能性はない」としているということに関しましては、そもそもこの熱時効が起こる可能性はかなり小さいという意味の可能性は小さいという言い回しをしてございました。今回、それを可能性はな

いというふうにしてございますが、意図として大きく評価内容を変えたということではなくて、書き方を先行機の審査状況も踏まえながら見直しさせていただいていると。

また同様に、書きかえたというか、記載を変更させていただいた例といたしまして、7ページのほうなんですけれども、ポンプのケーシング及びポンプ出口弁の弁箱に関する記載のところで、「製造時に放射線透過試験及び浸透探傷試験を実施しており」という、この部分も当初の評価書には記載がないところで、これは、製造時の記載を追加することで、こういった保全をやっているのかというのが内容が充実すると考えまして、追加したところでございます。

以上でございます。

○塚部補佐 塚部です。

先行の審査の状況を踏まえて御検討されるというのはもっともだとは思いますが、ただ、こちらとしては、申請書に基づいて審査をしていて、今回提出のあった説明資料を見ると異なっているということで、審査を行う上でもちょっと混乱してしまうというところもありますので、そういう変更されるのであれば、ちゃんと変更の理由と、具体的にどう変更されるのかと、どこをどのように変更されるのかというのは丁寧に御説明いただきたいというのが一つと、やはりちょっとこだわってしまうかもしれませんが、「問題となる可能性は小さい」と「ない」というのは、日本語としては明確に違うので、その辺はそう思っていますということです。

以上です。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

御指摘のありました変更箇所ということにつきましては、今後、資料を準備して説明させていただきますと思います。

○中野（光） 専門職 規制庁、中野です。

今の全体の説明は、熱時効による脆化は発生するけれども、き裂が発生しないから不安定破壊に陥るような破壊力学評価はやらないという御説明だったと私は理解しているんですけれども、その条件がそもそもき裂は最初からないし、今後も起きませんということだと思います。

最初に前提となる、そもそも最初に欠陥がなかった、それから、供用期間中においてもきちんと検査をして全く欠陥がありませんと、それはもう言い切れるということで説明されているんですよね。全てもう検査して、全く起きませんという理論ですか。

○中国電力（中野） 中国電力の中野です。

検査としましては、製造時につきましては、告示501号に基本的には基づいて評価をしてございます。告示501号と、またJIS規格等に基づいて評価をしてございまして、そこに適切な判定基準が記載されていると考えておりまして、判定基準に基づいて有意な欠陥等がないことは確認してございます。

また、製造時に欠陥がないことを確認してございまして、経年劣化事象につきましても問題となる可能性があるとするれば、低サイクル疲労というふうに考えてございまして、当該疲労割れにつきましても許容値に対して十分余裕のある評価ということで、現時点で有意なき裂があるとは考えてございません。

○菊池参与 規制庁の菊池ですけれども、私どもも最近というか、ここ10年前ぐらい辺りからいろんな放射線探傷検査だとか超音波探傷検査、これも鑄造ステンレス鋼の検査のいろんな検討をやっておりまして、あと、国外のデータなんかも見ております。放射線透過検査でき裂がやっぱりなかなか見にくい、例えば体積上の欠陥だったら、なかなか見つかるだろうけれども、やっぱりき裂というのは難しいだろうと。確かに昔のいろんな基準でやって、それで合格しましたというのはいいんですけれども、やはり最近のいろんな研究状況から見て、例えば放射線探傷透過試験だったら、き裂はなかなか見つけにくいだとか、あと、鑄鋼のやっぱり超音波探傷で、例えば外面から内面を見るとなると、ほとんど検出も結構難しいし、サイジングだったら、ほとんど不可能に近いようなデータが結構あります。そういうことを考えておられるんでしょうか。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

確かに、今おっしゃられたように、いろいろと傷が本当にないのかという面では、おっしゃられるところもあるとは思いますが。ただ、今回、高経年化技術評価を行うに当たりましては、保全を当社でも実施してございまして、その保全の内容を踏まえまして、傷がないということが確認できていると考えてございまして、今回、評価書のまとめ方としては、このようにまとめさせていただいてございます。

○菊池参与 規制庁の菊池です。

確かに、そういう検討というか、いろんな検査はされているというのは資料を見ましても、よくやられているというのはわかるんですけれども、例えば補足説明資料なんかでも定期検査で目視点検をやられているというような書き方になっているんですけれども、この目視点検を見ますと、例えば維持規格でいうとVT-3という、要するに大きな変形だとか、

ずれだとか、そういうのは見られるけれども、亀裂を見れるような検査になっているのかどうかというところが、ちょっとわかりませんでしたので、その辺のところをちょっと説明していただけますか。

○中国電力（中野） 中国電力の中野です。

維持規格に基づくVT-3は当然実施してございます。あわせて通常の弊社内の点検計画に基づいて、分解点検を実施してございまして、維持規格でいうところのVT-1並みの点検、可能な限り近づいて、経年劣化事象等があれば確認できるような接近距離をとって、点検は実態としてはしているという認識です。

○菊池参与 今おっしゃっているのは社内基準ということですか。よくわかりませんが、社内でやっておられるというのは、どういう検査をやっておられるんですか。VT-1相当の検査をやっておられるということ。

○中国電力（中野） 社内基準で分解点検で目視点検というところをやっているという…。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

補足説明資料の7ページのほうを御覧ください。

これ、代表機器になるんですけれども、原子炉再循環ポンプと、原子炉再循環ポンプ出口弁に対して、どのような基準で保全をやっているのかということを一覧で示したものが表5になります。表4のほうは製造時検査のものです。表5のほうが現状保全になりまして、判定基準と書かれたもの。そのうち2カ所、社内基準というのがございますが、それ以外については維持規格、溶接規格に基づいた検査を行っております。

検査方法につきましても、表に記載の内容について実施していると。定期検査17回というのは現在行っている至近になりまして、ここの中でも検査、このような検査を行って判定は合格になっているということでございます。

○菊池参与 この表5を見ますと、ケーシングの内表面で例えばVT-3のところだとか、それから社内基準と書かれていますが、その社内基準のところは著しい損傷・減肉・腐食・磨耗と。結局、やはりVT-3に近いような検査じゃないかなと私は思うんですけれども、そうではないんですか。

○中国電力（中野） 中国電力の中野です。

維持規格の規程上のVT-3は、機器の構造上の不具合とかというのを見るような点検と認識しておりまして、一方で維持規格のVT-1のほうは亀裂だとか腐食だとか磨耗だとかとい

った、経年劣化事象を確認することができるレベルの点検というふうに認識してございます。ですので、こちらの社内基準での点検というのは経年劣化事象を確認するところを判定基準にもってきておりまして、適切な目視点検というふうに考えております。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

補足させていただきます。まず御説明させていただいたとおり、まずは製造時の非破壊試験により亀裂がないことを確認してございます。その上で亀裂が発生するとしたら、疲労割れになると考えておりまして、パワーポイントのほうの6ページ目に示しますように、許容値に対しては、十分余裕がある、これは疲労評価結果についてですが、これが許容値1に対して、十分余裕時間があり、疲労割れは起こらないと評価しております。

また、亀裂が発生するリスクが最も高いと考えているのは配管との溶接部でございますが、当該箇所は超音波探傷検査により亀裂がないことを確認してございます。

以上でございます。

○菊池参与 すみません、何度もなんですけど、配管との継ぎ手といっても、やはり鍛鋼管と鑄造管の配管だと大分違うと思いますし、あとポンプだと、管のところまで多分少し斜めになったりするところがあって、死角があって見えないようなところもあると思うんですけども、もともと鑄造管で検査性が悪い上に、例えば死角があるといったようなところがあると思うんですけども、その辺のところは十分考慮されているのでしょうか。

○中国電力（中野） 溶接部の点検につきましては、維持規格等に基づき実施しておりまして、探傷範囲としましては、溶接部の主端部から10mmの範囲を探傷範囲として点検を実施してございます。

確かに、御指摘のとおり、ポンプケーシング側で一部探傷不可となる範囲というのがあるとは思いますが、そちらも維持規格のほうで幾何学上確認不可というところも点検時にそういう箇所があるかどうかというのを記録することというふうなルールになっておりまして、点検時にそういった箇所がある場合は、記録するようにしてございます。

○山田部長 ちょっと議論がすれ違っているんですけども、規格でこうなっているからというのは、傷がないことを保証しているのでしょうか。先ほどちょっと言葉がありましたけれども、多分、規格は有意な欠陥がないという判定をしているのではないかと思うんですけども、それは、ちょっと有意か有意でないかというのの定義をはっきりさせないと、それをパスしているからといって、傷がないと言い切れないと思うんですね。

ちょっと例は悪いかもしれませんが、脆性疲労の破壊なんていうのは、想定欠陥にあるわけですよね。あれ検査やっているけど想定欠陥をやるわけですよね。ここで検査はやっているけれども、仮想で想定欠陥を入れなくてもいいという理由をしっかりと述べていたかない限り、ここで仮想の欠陥も想定しないで、破壊の評価をしなくてもいいという理由にはならないと。我々としてはそれはちょっと受け取りにくいと思いますので、もし本当に欠陥がないと言い切ると。仮想欠陥も想定して、破壊評価をしなくていいというのであれば、その妥当性を説明していただく必要があるというふうに思っています。

○中国電力（臼井） 中国電力の臼井でございます。

今御指摘いただいた点は、当社としましては、先ほど来、測定精度とか、それに伴って検出ができるのかということに関しては、測定精度以下のものはやはり確認できないとは思っております。

ただし、熱時効に対して、やはり今までPLMの中でやってきたものは、使用温度がやっぱり高く、実効時間が長いほど、時効が進んで、そのケースがあったら問題になるというようなところだったんですけれども、その点で30年目のBWRという点では、亀裂に対しての評価と思っておりました。

ただし、許容できる欠陥というのを定量的に出してはいませんので、そこら辺を踏まえて、先行の、亀裂を想定して評価をすると。そこで見れていないというか、許容できる欠陥というものを定量的に出したいというふうに思います。

○山田部長 じゃあ、よろしく願いいたします。

ほかいかがでしょうか。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

今、先ほどから話が出ているのは製造時、いわゆる供用前ですね。あとは供用期間中を含めての傷の有無ということになるわけですが、特に製造時なんかは、このポンプケーシングなどは溶接により、例えばガンマプラグをつけているだとか、そういったようなものもありますので、そういったところも含めて、今の説明、今後の説明のときはそういったこういったことも含めて説明していただくようにお願いします。

○中国電力（中野） 中国電力の中野です。

わかりました。そのように御説明させていただきます。

○山田部長 ほかいかがでしょうか。

よろしいですか。じゃあ、次お願いします。

○中国電力（中村） 中国電力の中村です。

島根原子力発電所2号炉の高経年化技術評価のうち、コンクリート及び鉄骨構造物について御説明します。資料3-1に基づいて御説明し、資料3-2については補足説明資料となります。

目次等については割愛し、3ページ目、4ページ目をお願いします。

概要として経年劣化事象と劣化要因について御説明いたします。コンクリート構造物の経年劣化事象として、強度低下を想定し、劣化要因として熱、放射線照射、中性化、塩分浸透、アルカリ骨材反応、機械振動を抽出しました。またコンクリート構造物の遮へい能力低下について、劣化要因として、熱を抽出しています。

5ページ目をお願いします。

鉄骨構造物の経年劣化事象として、強度低下、制震装置の強度低下を想定し、強度低下の劣化要因として、腐食、金属疲労、制震装置の強度低下の劣化要因として、腐食、磨耗を抽出しています。

6ページ目をお願いいたします。

基本方針について御説明いたします。評価対象構造物において経年劣化事象の発生の可能性について評価し、その発生の可能性が将来にわたって否定できない場合は、その発生または進展に係る健全性評価を行い、実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイドに定める要求事項に適合することを確認することとしております。

コンクリート及び鉄骨構造物についての要求事項について表に示します。高経年化審査ガイドから要求事項としましては、高経年化技術評価の審査として、健全性の評価、現状保全の評価、追加保全策の抽出の三つについて記載の内容が挙げられます。

7ページ目をお願いいたします。

ここから評価対象と評価手法について御説明いたします。まず代表構造物及び評価対象部位の選定手順について御説明いたします。

手順1として、評価対象構造物を構造物の種別ごとに重要度分類等を基に抽出し、コンクリート構造物と鉄骨構造物にグループ化いたします。

手順2として、グループ化した評価対象構造物について、使用条件等を考慮して代表構造物を選定いたします。

手順3として、選定した代表構造物について、劣化要因ごとに使用条件等を考慮して評価対象部位を選定いたします。

8ページ目をお願いいたします。

先ほどの手順1である評価対象構造物の抽出とグループ化にあります。評価対象構造物を重要度分類等に応じて抽出した上で、コンクリート構造物と鉄骨構造物にグループ化した結果を表に示しております。

9ページ目、10ページ目をお願いいたします。

こちらは手順2の代表構造物の選定になります。コンクリート構造物は運転開始経過年数、高温、放射線、機械振動の有無、設置環境、供給塩化物量等の使用条件を踏まえて、原子炉建物、タービン建物、制御室建物、取水構造物を代表構造物として選定いたしました。

11ページ目をお願いいたします。

次に鉄骨構造物ですが、運転開始後、経過年数、設置環境等を踏まえ、排気筒と補助ボイラ室を代表構造物として選定いたしました。

12ページ目をお願いいたします。

こちらは評価対象構造物の配置図を示しております。

13ページ目をお願いいたします。

次に高経年化対策上着目すべき劣化事象、つまり具体的に評価を実施する劣化事象を抽出いたします。概要で示した経年劣化事象及び劣化要因のうち、熱、放射線照射、中性化、塩分浸透、機械振動による強度低下及び熱による遮へい能力低下を高経年化対策上着目すべき劣化事象としました。

以下①に示す、アルカリ骨材反応、腐食、磨耗、②に示す金属疲労については、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断いたしました。

着目すべき経年劣化事象でないと判断した理由を14ページに示しておりますが、説明は割愛させていただき、続いて15ページ目をお願いいたします。

代表構造物の中から着目すべき経年劣化事象について、劣化要因ごとに評価対象部位を選定いたしました。備考欄のアスタリスクを記しているところが具体的な評価対象部位でございます。これら評価対象部位について、学会基準等による既往の健全性評価または国内外の研究成果により評価いたしました。

16ページ目をお願いいたします。

ここから代表構造物の技術評価について御説明いたします。まずコンクリート構造物の強度低下のうち、熱による強度低下です。評価対象部位は原子炉压力容器近傍に位置する

一次遮へい壁、評価点は一次遮へい壁内側としました。

評価手順として、評価温度を一次遮へい壁に対して温度条件の厳しくなる原子炉格納容器内の雰囲気温度とし、最高温度を確認しました。

評価結果ですが、評価温度は62のとなり、コンクリートの温度制限値である65℃を下回っております。以上から健全性評価上問題とならないと判断いたしました。

17ページ目をお願いいたします。

次に、放射線照射による強度低下です。評価対象部位は、原子炉压力容器近傍に位置する一次遮へい壁、評価点は一次遮へい壁内側としました。評価手順として、一次遮へい壁における中性子束及びガンマ線束を2次元輸送計算コードDORTにより算出し、その値に運転時間を乗じることで中性子照射量及びガンマ線照射量を算出しました。

18ページ目をお願いいたします。

評価結果についてですが、運転開始後60年時点で予想される中性子照射量は $1.32 \times 10^{14} \text{n/cm}^2$ であり、コンクリート強度に影響を及ぼす可能性のある放射線照射量ではありません。また、運転開始後60年時点で予想されるガンマ線照射量は $2.81 \times 10^6 \text{rad}$ であり、コンクリート強度に影響を及ぼす可能性のある放射線照射量ではありません。以上から健全性評価上問題とならないと判断いたしました。

19ページ目をお願いいたします。

次に、中性化による強度低下です。評価対象部位は原子炉建物、タービン建物、制御室建物の内壁及び取水構造物です。

評価点は空気環境の違いを踏まえ、屋内については原子炉建物3階非常用ガス処理装置室、タービン建物3階タービン室、制御室建物1階1D非常用電気室、1C非常用電気室の内壁とし、屋外については取水構造物の気中帯を選定しております。

評価手順についてですが、一つ目に複数の中性化深さの推定式により、運転開始後60年経過時点の中性化深さを算出いたします。

二つ目に、一つ目のうち最大となる中性化深さを抽出いたします。

三つ目に、鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さについて、屋内はかぶりやすさに2cmを加えた値、屋外はかぶりやすさの値をそれぞれ算出いたします。

最後に、二つ目で得られた最大となる中性化深さと、三つ目で求めた鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さとを比較いたします。

20ページ目をお願いいたします。

評価結果です。表のとおり、運転開始後60年経過時点における中性化深さは鉄筋が腐食し始める中性化深さを十分に下回っております。以上から健全性評価上問題とならないと判断いたしました。

21ページ目をお願いいたします。

次に、塩分浸透による強度低下です。評価対象部位は取水構造物、評価点として環境条件の異なる気中帯、干満帯、海中帯を選定しております。

評価手順ですが、一つ目に運転開始後60年時点における鉄筋腐食減量を算出いたします。拡散方程式により、運転開始経過年数ごとのコンクリート表面からの塩化物イオン量を算出します。求めた塩化物イオン量を用いて、森永式により運転開始経過年数ごとの鉄筋腐食減量を算出いたします。

二つ目に、閾値としてかぶりコンクリートにひび割れが発生する時点における鉄筋腐食減量を算出します。

最後に、一つ目で求めた鉄筋腐食減量と二つ目で求めた閾値と比較いたします。

22ページ目をお願いいたします。

評価結果です。表のとおり、運転開始後60年経過時点における鉄筋腐食減量は、かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点に達しておりません。以上から健全性評価上問題とならないと判断いたしました。

23ページ目をお願いいたします。

次に、機械振動による強度低下です。評価対象部位はタービン発電機架台、評価点は機械振動荷重を直接受ける基礎ボルト周辺のコンクリートです。

評価結果ですが、タービン発電機の巡視点検、コンクリートの定期的な目視点検を実施し、強度に支障を来す欠陥がないことを確認しております。また、日常的なパトロールや中央制御室における連続監視により、異常の兆候は検知可能です。以上から健全性評価上問題とならないと判断いたしました。

24ページ目をお願いいたします。

コンクリートの熱による遮へい能力低下です。評価対象部位はガンマ線遮へい壁、評価点はガンマ線遮へい壁の炉心領域部です。

評価に用いる温度は遮へいコンクリート中のガンマ線による発熱を考慮した温度分布解析結果としています。

25ページ目をお願いいたします。

評価結果です。コンクリートの最高温度78℃はコンクリートの温度制限値を下回っております。以上から健全性評価上問題とならないと判断いたしました。

26ページ目をお願いいたします。

次に、現状保全、総合評価、高経年化への対応についてです。

まず、コンクリートの現状保全についてですが、定期的に点検手順書に基づく目視点検を行い、必要に応じて補修を計画、実施しております。

次に、総合評価ですが、コンクリートの強度低下、遮へい能力低下が急激に発生する可能性は小さく、現状保全を継続して実施することで、健全性を維持することが可能です。

最後に、高経年化への対応ですが、高経年化対策の観点から、現状の保全内容に対して追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続して実施してまいります。

27ページ目をお願いいたします。

代表構造物以外の技術評価ですが、代表構造物について各経年劣化事象に影響を及ぼす要因ごとに使用条件を考慮して実施しておりますので、グループ内構造物の使用条件は代表構造物に包含され、技術評価も代表構造物に包含された結果となります。

28ページ目をお願いいたします。

まとめです。審査ガイド適合性について、要求事項との対比を示しております。

要求を満足しており、現状保全項目の高経年化対策の観点から、追加すべきものはなく、保守管理に関する方針として確定する事項はないと判断いたしました。

資料3-1の説明は以上となります。

続きまして、前回の審査会合での質問事項である評価に用いる温度の考え方について、御説明いたします。

資料3-2の別紙8をお願いいたします。

評価に用いる温度の考え方の基本方針として、用いる温度は実測値を基本とし、採用に当たっては、計測位置と評価対象部位との位置関係を考慮し、保守的な値であることを確認いたします。なお、解析値のほうが保守的な場合は解析値を採用いたします。

熱による強度低下では、評価対象部位を一次遮へい壁としておりますが、評価温度は評価対象部位である一次遮へい壁に対して、温度条件の厳しくなる原子炉格納容器内の雰囲気温度とし、実測値の最高温度として、ガンマ線遮へい壁近傍での実測値62℃を採用いたしました。

別紙8の2ページ目をお願いいたします。

熱による遮へい能力低下では、評価対象部位はガンマ線遮へい壁としておりますが、評価対象部位であるガンマ線遮へい壁近傍で測定された雰囲気温度の最高温度は62℃であるのに対し、コンクリートの内部発熱を考慮した温度分布解析結果は78℃であったため、評価温度は解析値の78℃を採用いたしました。

評価結果については先ほどの説明のとおりでございます。

以上で資料の説明を終わります。

○山田部長 それじゃあ質問、コメント、お願いします。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

まず高経年化対策審査ガイドにおける評価対象となる機器、構造物の抽出に関連した質問をします。

パワーポイントの8ページを見ますと、抽出の選定とグループ化について記載されているわけですが、このうち審査のガイドだけでなく、実施ガイドにも書かれているんですけども、常設重大事故等対象設備、あとはもう一つは実用炉規則の別表に関連するところですけど、浸水防護施設に属する構造物、これらの対象となる構造物について説明をお願いします。

○中国電力（中村） 中国電力の中村です。

先ほどの質問に対して回答いたします。

まず、浸水防護施設として、今回タービン建物の水密扉を代表構造物として抽出しております。そのほか、それらの関連する設備として、防波壁についても同様に今回の新しい新基準に伴って抽出した設備でございます。

以上でございます。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

常設重大事故等対策設備に属するものについても説明をお願いします。

○中国電力（幸） 中国電力の幸です。

今回評価しております内容につきましては、平成25年12月申請の工認の内容で、評価対象物を選んでおりますので、その際には浸水防護施設としてタービン建物水密扉、防波壁が抽出されまして、重大事故等対策設備としては現在のところ抽出はされておられません。

以上です。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

先ほどの共通事項で確認したときに、工認補正後のものとして「なし※」で、それはも

う先取りしてやっているというような説明で今のとちょっと矛盾しているような気がするんですけど、もうちょっと具体的に説明をお願いします。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

先ほど説明が不足しており申し訳ございませんでした。

共通事項でお話したのは、あそこの※というのは、追加設備として工事計画認可申請の補正申請をした際に、設備が追加されたものについては、別途それをまとめて劣化事象ごとではなく説明させていただきたいということで、先取り、先ほども申しましたが、平成25年12月申請時点の設備で今回は高経年化技術評価書を作成してございます。なので、その時点が入っていない常設重大事故等対処設備というのは、現在評価書には入ってございません。

しかし、今後補正をした際に常設重大事故等対処設備というのが新たに追加されましたら、それは追加設備ということで、以降、別途説明するということにさせていただきたいという意図でございました。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

わかりました。今の話もあった常設重大事故等対処設備について、今後申請するようなものは別途改めてということですけど、浸水防護施設についても今後改めてというものがあるかと思うんですけども、そちらについて御説明をお願いします。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

共通事項のパワーポイントで、14ページを御覧ください。

14ページの下のほうに、今後工認補正により追加される機器、見込みの評価というので例を示させていただきますが、その中に浸水防護施設として、取水槽防水壁というのを挙げさせていただいております。これは平成25年12月申請時には申請内容には入っていない設備でございまして、取水槽周りに立てる防水壁という、防波壁とはちょっと違うものなんですけれども、そういったものを追加する予定になっております。

ほかにも審査の状況を踏まえまして、追加する設備がございましたら、それが高経年化技術評価として評価から漏れのないように適切に対応してまいりたいと思っております。

以上でございます。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

つまり、常設重大事故等対処設備、あと浸水防護施設に関連する、それらに属する構造物のうち今回のコンクリート構造物だとか、あとは鉄骨構造物に関連するものは、今回の

後、また改めて技術評価の説明があるという認識でよろしいということですか。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

追加のものはあるんですけども、今回は鉄骨構造物とかコンクリート構造物自体の評価は代表機器に対して評価してございます。ですので、代表機器以外の物について追加される場合というのは、結果として評価は代表機器の評価で代表されて、それ以外の追加分というのは代表機器以外への水平展開ということになりますので、評価そのものを大きくまた初めから説明するというにはならないというふうに考えてございます。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

ちょっと整理させていただきますと、高経年化審査ガイドでは、評価対象となる機器、構造物、全てを抽出するという手順、それはだからつまりはそういった抽出そのものは、ちゃんとされるよと。ただ、代表自体には今の追加の分には入らないので、評価上は代表でやっていると、そういった認識をしましたけれども、そういうことですか。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

おっしゃるとおりでございます。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

わかりました。あと、先ほどもう一つ確認した供用施設に関連するもの、これに関して今回のコンクリート、構造物だとか鉄骨構造物、そういったものはないのか、そういった説明をお願いします。

○中国電力（幸） 中国電力の幸です。

今、御質問がありました供用設備につきましても、今回コンクリート及び鉄骨構造物として抽出されている設備があります。コンクリートのパワーポイントの8ページで対象が示してありますので、この中で説明したいと思いますが、こちらの中で制御室建物、サイトバンカ建物、補助ボイラ室につきましては、供用設備として追加されたものになります。以上です。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

わかりました。こちらも今後申請されるものではどういったものがあるのか、説明をお願いします。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

今、御質問があったのは、今後追加されるコンクリート及び鉄骨構造物という意図でよろしいでしょうか。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

今後、供用施設のうちコンクリート構造物、鉄骨構造物という意味です。お願いします。

○中国電力（幸） 中国電力の幸です。

今後、供用設備としてコンクリート及び鉄骨構造物として追加される設備は、基本的にないと考えております。今、常設重大事故等対処設備として追加される可能性があるものとして、緊急時対策所があると考えておりますが、そちらについては2号の設備として追加される予定だと考えております。

以上です。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

つまり緊急時対策所が今後のやつで入るという認識をしました。

あと、免震重要棟が既に平成26年に工事が完了していると思うので、そちらは含まれないのでしょうか。

○中国電力（豊嶋） 中国電力の豊嶋です。

詳細は新規制の審査のほうでやられていると思いますが、免震重要棟、既に完成済みのものは常設重大事故等対処設備としては挙げなくて、その横につくっております耐震性を高めた設備が常設重大事故等対処設備になると考えてございますので、結果として完成済みの免震構造のコンクリート構造物というのは載ってこないであろうと考えてございます。

以上です。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

わかりました。

続きまして、ちょっと別の質問をさせていただきます。審査ガイドのうち、経年劣化事象の発生または進展の評価に関連する質問ですけれども、具体的にはパワーポイントの4ページを御覧ください。

特に、ここの4ページの経年劣化事象の強度低下に関連する要因のうち、凍結融解というのが記載されていないんですけれども、その考え方について説明をお願いします。

○中国電力（中村） 中国電力の中村です。

凍結融解につきましては、島根2号炉のサイトの設置場所につきましては、凍結融解が懸念される地域でないということを確認してございまして、凍結融解のおそれのない地域として想定不要として整理してございます。

以上でございます。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

JASS5に従って想定されないよということで、そもそも抽出していないということですが、先ほどの共通事項のところの説明では、高経年化対策の実施基準2008年版に従って、劣化メカニズムまとめ表に基づきということを書かれていて、それだとこの凍結融解というのは入ってくるのではないかなと思うんですけども、そこら辺を含めてもう一度説明をお願いします。手順に関連することだと思うんですけど。

○中国電力（橋本） 中国電力の橋本です。

御指摘のとおりだと思っておりまして、今回、想定不要として、この表には載せておりませんでした。想定不要とするに当たっては、一定の判断をして落としておりましたので、具体的には一旦上げて、想定すべき経年劣化事象かどうかという整理をして御説明すべきだと思っています。

この辺りにつきましては、再度整理して御説明させていただきたいと思います。具体的には▲事象になるかなと思っております。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

わかりました。まとめていただく際にですけれども、今の話で要領とちょっと違う形になるので、その要領のところからの説明ということと、先ほど凍結融解そのものは日本建築学会のJASS5の基準に従ってということで、図を使っているということでしたけれども、そこについてもデータ等を含めて、ちょっと説明をお願いします。図だけだと図の危険度のどれに値するのか、そういったことも踏まえて評価をされているのかなと思うので。そういったことも含めて説明をしていただくようにお願いします。

○中国電力（橋本） 中国電力の橋本です。

気象庁の観測記録と具体的な内容を取りまとめまして、御説明をさせていただきたいと思います。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

わかりました。

○中野（眞） 参与 規制庁の中野と申します。

2点御質問させていただきます。

まず、パワポの14ページなんですけれども、鉄骨の金属疲労の理由のところ、発電所近傍で計測された風に基づき算定した応力範囲が、運転開始後60年時点においても、許容疲労強さよりも小さいことを確認しているという記述がありますけれども、この算定の方

法、それから算定の条件等について、今日いただいた補足説明資料にも御説明はないかと思うので、今日ではなくても結構ですので、今後具体的に説明をお願いできればと思っているんですが、もし今日御説明できれば説明していただければと思います。

○中国電力（橋本） 中国電力の橋本です。

御指摘の点につきましては、資料としてしっかりまとめて次回また御説明させていただきたいと思います。

○中野（眞） 参与 規制庁の中野です。

了解しました。

○中野（光） 専門職 今の質問に関連してなんですけど、規制庁の中野です。みんな中野で申し訳ないんですけど。

このときに使っている風向きとか、風力のデータというのは、いつ時点のデータを使って計算されているんですか。

○中国電力（高橋） 中国電力の高橋です。

具体的にはこの用いているデータというのが、理科年表に記載されております発電所近傍の観測地点として、松江と浜田の観測データ、過去30年の観測データというものがございます。こちらに過去30年間の10m/sの風が吹いた年間の日数と、15m/s以上の風が吹いた年間の日数というものがございまして、こちらを用いて、応力の発生する頻度等を考慮して、計算している最中でございます。

すみません、具体的には計算は既に実施しているんですが、今精査している最中でございます。

○中野（光） 専門職 ありがとうございます。その30年というのは今現在から30年ということですよ。

○中国電力（高橋） すみません、1981年～2010年までの30年というふうに捉えております。

○中野（光） 専門職 わかりました。ありがとうございます。

○中野（眞） 参与 規制庁の中野です。

もう1点質問ですけれども、パワポの24～25ページにかけて、熱による遮へい能力の低下の中で、ガンマ線による発熱を考慮して温度分布解析を実施した結果、コンクリートの最高温度が78℃であったというふうにありますけれども、こちらも先ほどと同じように解析の方法であるとか、解析条件等について今後具体的に説明をしていただければと思っています。

おりますので、よろしく申し上げます。

○中国電力（橋本） 中国電力の橋本です。

今回コンクリートの遮へい能力の低下に使用しました解析につきましては、工認の計算結果になってございますけれども、次回きちんと資料をもって御説明をさせていただきたいと思っております。

○中野（眞） 参与 規制庁の中野です。

了解しました。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

ただいま算出過程に関連する質問があったので、もう一件算出過程について質問します。

具体的にはパワーポイントの22ページ、あと補足説明資料の別紙6に関係するところです。塩分浸透における鉄筋の腐食減量の算定過程ということについて確認をしたいということです。具体的には補足説明資料の別紙6-1ページを確認いただければわかるんですけども。拡散方程式を使って、回帰分析をしているわけですけども、回帰分析の過程と、あと回帰分析の式から、この C_0 と D が導かれた過程というのを具体的に示してください。

あと、もう一つは、ここに書いてある別紙6-1の表の下のほうになるんですけども、ここでは特に色でいうとオレンジ色のところになるわけですけども、評価時点とあと60年経過時点及び Q_{CR} 時点の鉄筋の腐食減量に関する計算結果というのが書かれているんですけども、これ途中の前後ですね、数年間でいいので、どういうふうに進んでいるのかということと、特にあと Q_{CR} は何年目なのかというのがちょっとわからないので、そういったところもしっかり明確にして示してください。

○中国電力（小西） 中国電力の小西でございます。

まず、最初の御質問のほうの回答のほうをさせていただきます。

拡散方程式の回帰分析ですけども、我々としましてはごく一般的に使われております最小二乗法を使って回帰分析のほうをして、この算定値のほうを導き出しております。

先行BWRプラントで回帰分析の結果をつけられておりますけれども、そちらのほうではレーベンバーグ・マルカート法のほうが使われたというふうなことを聞いておきまして、こちらのほうにつきましては大きく差はないというふうに思っておりますけれども、その先行プラントの状況も踏まえまして、改めて回帰分析結果について御説明をさせていただきたいというふうに考えております。

あと、二つ目ですけども、 Q_{CR} の年数ですけども、これを計算のほうを出しており

まして、我々、気中帯を対象に今実施、載せておりますけれども、127年経過時点の結果というふうに計算で出ております。

以上でございます。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

先ほどのまず1点目の最小二乗法ということですね。その過程のところをまた説明を具体的にさせていただければ、途中のところですね。ということと、あと後者のほうの Q_{CR} のところはそこに限らず調査時点とあと60年目も含めて、その前後、これは森永式で q の式を計算して、それが累積されて足し算になって計算するわけですが、そこら辺で前後の年数でこのように足されてなっているというようなことがわかるように説明をお願いします。

○中国電力（小西） 中国電力の小西でございます。

先ほどの御質問のほう、資料のほうを取りまとめまして、次回以降、御説明をさせていただきます。

以上でございます。

○小嶋主任調査官 規制庁の小嶋です。

わかりました。

○山田部長 ほか、いかがでしょうか。よろしいですか。

それでは御説明いただく内容はこれで全てかと思っておりますので、ここで会合終了ということにさせていただきますと思います。

今回は、今日、御説明時期について御説明いただきました、このタイミングごろということだと思いますけれども、今日出た宿題もあわせて、準備が整い次第ということで次回を開催させていただきたいと思っております。

それじゃあ、これで終了します。