原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合

第6回

議事録

日時：平成２６年７月２９日（火）１３：３３～１６：４７

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

大村　哲臣　　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

齋藤　哲也　　安全規制管理官補佐

中野　光行　　原子力安全審査官

伊藤　晋太郎　原子力安全審査官

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

池田　雅昭　　主任技術研究調査官

中野　眞木郎　主任技術研究調査官

高倉　賢一　　主任技術研究調査官

北條　智博　　技術研究調査官

船田　立夫　　技術参与

技術基盤グループ　安全技術管理官（地震・津波担当）付

鈴木　謙一　　主任技術研究調査官

関西電力株式会社

南　　安彦　　原子力事業本部　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　高経年対策グループ　マネジャー

坂口　昌平　　原子力事業本部　機械設備グループ　マネジャー

内山　康志　　原子力事業本部　高経年対策グループ　リーダー

北村　嘉英　　原子力事業本部　高経年対策グループ　リーダー
山口　善弘　　原子力事業本部　土木建築設備グループ　リーダー
宮崎　信樹　　原子力事業本部　土木建築設備グループ　リーダー
渡辺孝治郎　　原子力事業本部　高経年対策グループ　担当
林　　耕平　　原子力事業本部　高経年対策グループ　担当
武田　大尚　　原子力事業本部　高経年対策グループ　担当
木村　圭佑　　原子力事業本部　高経年対策グループ　担当
岡村　博史　　原子力事業本部　土木建築設備グループ　担当
寺田　博一　　原子力事業本部　土木建築設備グループ　担当

議事

○大村審議官　定刻になりましたので、ただいまから第6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。

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　規制庁の坂内でございます。

まず、本日の配付資料について確認させていただきたいと思います。

お手元のパワーポイント資料でございますけれども、資料1-1として高浜4号の共通事項。1-2として、共通事項の補足説明資料。1-3として、高浜4号の絶縁低下。資料1-4として、高浜4号のコンクリートの強度の低下等についてのパワポ。その下でございますが、資料1-5として、A4縦になりますけれども、高浜3号炉、審査会合における指摘事項回答一覧表。資料1-6として、高浜3、4号炉のコンクリート強度等についての補足説明資料。資料1-7として、高浜3号炉の低サイクル疲労。1-8として、高浜4号炉の低サイクル疲労。1-9として、高浜3号炉の中性子照射脆化。1-10として、高浜4号炉の中性子照射脆化という配付資料となってございます。

本日については、この配付資料にもございますとおり、前回に引き続き、高浜3号炉、4号炉についての共通事項、あるいは個別事項、個別劣化事象について審査を進めてまいりたいと思います。

以上でございます。

○大村審議官　それでは、議事に入りますが、その前に私から一言。

今日の審査は対象が高浜3号、4号ということで、これはツインプラントということで、

運開時期も非常に近いということで、今日の後半も、3号、4号、まとめて説明というようなこともあります。

いずれにせよ、並行して審査が両号機進むことになりますので、説明は2回同じようなことを聞くということもありますので、要領よく説明していただければいいなと思います。

それから、あと3号、4号で何か違いがあるところがあれば、そのところは少し丁寧に、しっかり説明していただくと、わかりよいというふうに思います。

それから、あと、こちらのほう、3号で聞いた、そのときに質疑あったわけですけども、また、一応、基本的な号機ごとの審査ということがありますので、若干、重複なり類似の質問をすることがあるかもしれませんけど、炉ごとの審査ということですので、そこは御了解していただきたいと思います。

それでは、まず、高浜4号炉の高経年化技術評価の共通事項の説明についてお願いします。

○関西電力（内山）　関西電力の内山でございます。

それでは、資料1-1と資料1-2を用いまして、高浜4号炉高経年化技術評価（共通事項）の御説明をさせていただきたいと思います。

共通事項につきましては、4月7日のPLM第4回審査会合と、6月6日のPLM第5回審査会合で、高浜3号分の共通事項とその指摘事項回答を審議済みであります。今回は4号分となります。

今、大村審議官のほうからお話もありましたとおり、4号の共通事項は、ほとんど高浜3号炉と同一となっておりますので、全く同じ部分は省略もしくは簡略化して、差異のあるところを詳しく説明したいと思いますので、よろしくお願いいたします。

そういたしましたら、めくっていただきまして、目次を飛ばして2ページをお願いします。

高経年化技術評価の手順及び体制ですけれども、高経年化技術評価の実施手順書及び実施体制は、「原子炉施設保安規定」及び当社の「安全管理業務要綱」に基づき作成した社内決定文書でございます『高経年化対策実施手順書』により、原子力技術部門統轄の承認を経て制定しております。今回、高浜3、4号炉は、時期も近くて、ツインプラントということもありまして、一括してこの手順書を設定してございます。

次へ行きまして、3ページになりますけれども、評価実施にかかる文書体系ですが、こちらにつきましては、高浜3号炉と全く同じでございます。

3次文書のところの上から二つ目と三つ目に、高経年化技術評価実施計画書と高経年化

対策実施手順書がございますが、これは先ほど申しましたとおり、3、4号一括して制定したものになってございます。

続きまして、4ページになりますけれども、4ページの評価実施に係る組織。

これにつきましては、同手順書に定めている体制となっております。したがいまして、高浜3号炉と全く一緒になってございます。

次、5ページ目をお願いいたします。

5ページですけども、これは工程管理になります。

高経年化対策実施ガイド等に基づきまして、運転開始後28年9カ月を経過する日から3カ月以内に、国へ保安規定変更認可申請を行うべく、工程管理を実施してきました。

まず、実施計画及び実施手順書を策定し、技術評価を開始したのが2012年10月17日となっております。これは高浜3、4号炉、同時にスタートをしております。

以降の五つのキーデートになっておりますものは、評価の終盤になっているものでございまして、こちらにつきましては、3号、4号の申請の時期のずれが約5カ月あるんですけれども、それに相当する分、3号機より4号機のほうが後倒しになっております。

具体的には、2014年4月23日に、事業本部で作成した技術評価書案の高浜発電所での確認を完了する。4月28日に、グループ内での評価書作成者以外による評価内容の技術的な妥当性確認を確認しました。5月8日、事業本部の品質保証グループによるプロセス確認のための内部監査を終了しております。同23日に、社内の原子力発電安全委員会において評価書の審議を実施しました。そして、同5月26日に、原子炉技術部門統轄が承認を行いまして、6月3日にPLM申請を行ったという経緯がございます。

続きまして、6ページをお願いします。

6ページは、評価に係る教育訓練、協力事業者の管理、評価記録の管理というのは、高浜3号炉と全く同一でございます。

続きまして、7ページをお願いします。

こちらからは、運転を前提とした高経年化技術評価の実施手順ということで、1/7～7/7を説明しています。こちらも内容は一緒なんですけれども、1/7で概要をもう一度御説明いたします。

高経年化対策実施手順書で、右のフローを制定しておりまして、このフローにございます、まず1番のところで機器の抽出をしております。プラント全系統・機器・構造物の中から、安全上重要であるか、もしくは常設重大事故対処設備であるもの、もしくは安全上

重要な設備以外であっても高温・高圧環境下にあるもの、それらの中から機器単位で、長期にわたり使用しないものは除きまして、残ったものを全て評価対象として抽出しております。

次に2番ですけれども、機器のグループ化・代表機器の選定ということで、抽出された機器の中から、構造、使用環境、材料等の条件から、機器をカテゴリー化・グループ化しております。その中で、重要度、使用条件、運転条件等を踏まえて、グループ内の代表機器を選定しております。

次に3番ですけれども、ここで経年劣化事象の抽出を行います。ここの中で高経年化対策上着目すべき劣化事象を抽出し、続きまして、4番になります技術評価を行います。

具体的には、健全性評価と現状保全から総合評価を行いまして、そこから高経年化の値を抽出する。代表機器で実施された健全性評価を踏まえて、グループ内機器全体への展開を行うということで、全ての機器を評価するというふうにしてございます。この右のフローの中の点線で囲った部分、技術評価を行っている部分の評価データを用いまして、左側のフローで、5番に落ちてきてます耐震・耐津波安全性評価を行っております。

なお、フローの一番右のほう、一番頭に高温・高圧環境下にある、高温・高圧環境下でない、クラス3の機器、こういうものにつきましても、下におりてきまして、高経年化技術評価を実施した上で、長期保守管理方針に上がってくる、そういうものがあった場合については、一番下まで落ちてきまして、長期保守管理方針を策定したものとして、技術評価に記載をして、申請書に記載をしているというふうになっております。

続きまして、8ページ以降ですけれども、こちらにつきましては、全7ページの各項目を具体的に説明したものになっておりまして、1番の技術評価対象機器の抽出。

続きまして、9ページの2の機器のグループ化・代表機器の選定。10ページの3の劣化事象の抽出。11ページの4.の経年劣化事情に対する技術評価。12ページの5-1、耐震安全性評価。そして、13ページの5-2の耐津波安全性評価。こちらについては、省略させていただきます。

続きまして、14ページになりますけれども、14ページからは、1/4～4/4で、冷温停止を前提とした高年化技術評価の実施手順を記載してございます。こちらについても、1/4のところで概要を書いておりますので、こちらでもう一度御説明します。

内容は、高浜3号炉と全く同一でございます。

このフローにつきましても、高経年化対策実施手順書で明確にしてございます。

評価は、運転を前提とした評価書の知見を活用しまして、冷温停止で特に評価が必要となる事情を抽出して、それらに関して評価を実施しております。

フローの中では、まず1番として、冷温停止に必要な機器の抽出を行い、その下、2番で冷温停止に係る高経年化対策上着目すべき事象を抽出します。

その結果、3番のところで、経年劣化事象に対する技術評価、やり方は、断続運転など同じでございまして、健全性評価、現状保全から総合評価を行い、そこから高経年化への対応を抽出する。その代表機器の評価結果を用いまして、グループ内全体機器へ展開して、全ての機器に対する評価を行うとなっております。

耐震安全性評価につきましては、フローの点線のところに入ります全ての評価結果を用いまして、耐震安全性評価と耐津波安全性評価を行ってございます。

なお、この点線のところにおりてくる2番のところですね、冷温停止状態を前提とした場合の劣化事象の抽出をして評価を行う、このフローの評価すべき事象については、16ページにもう少し詳細に説明をしてございまして、16ページに飛んでいただきたいんですけれども、16ページの2.のところに冷温停止を前提とした経年劣化事象の抽出というフローを記載してございます。こちらにつきましても、3号炉と全く同じですけれども、特に注記すべきところは、このフローのひし形の上から二つ目のところです。

冷温停止を前提とした場合にも発生・進展が想定される経年劣化事象か？ということで、想定されるものは、当然、評価対象になる。

ここで、Noで右側に行くんですけども、冷温停止を前提とした場合に発生・進展が想定されない事象であっても、Noで②番のところに来るんですが、現時点までの劣化評価をすべき経年劣化事象として評価します。

ただ、具体的には、フローをさらに下に落ちてくるんですけど、より厳しい断続運転を前提とした評価の知見を活用しまして、冷温停止を前提とした評価を代表するという形で評価をしております。

こちらにつきましての理由は、（※4）に書いておりますけれども、技術評価対象外の事象ではありますけれども、耐震安全性評価の前提条件として、その評価結果が必要となることから、現時点までの評価を実施してございます。

以上で、実施手順1/4のところの説明が終わります。

残りの15ページ及び17ページにつきましては、14ページの1/4を具体的に説明したものになりまして、3号機と全く同じなので省略させていただきます。

続きまして、18ページをお願いいたします。

こちらは最新知見の反映になります。美浜発電所1、2、3号炉、高浜発電所1、2号炉、大飯発電所1、2号炉を含む先行プラントの30年目の技術評価報告書並びに美浜発電所1、2号炉の40年目の技術評価報告書を参考にするとともに、それ以降の2011年4月～2013年11月の国内外の運転経験について事象・原因を調査するとともに、最新知見について高経年化への影響を判断して反映を実施しました。

なお、その期間以降の最新知見、運転経験については、審査の状況等も踏まえまして、適宜反映をしていくということになっております。

ここで、上に2011年4月～2013年11月の知見、スクリーニングの期間を書いてございますけども、ここの2013年11月というところが、高浜3号炉は申請時期の違いからスクリーニングの期間も異なりまして、高浜3号炉のときは11月が6月でした。

こちらについては、資料1-2の共通事項の補足説明資料でもう少し詳しく書いていますので、申し訳ありませんが、そちらのほうに飛んでいただきたいと思います。

資料1-2の14ページになります。

7.のトラブル情報等の反映（2/2）となっております。

ここで、まずスクリーニング期間の設定の仕方なんですけれども、高浜4号炉PLM申請期間の開始日の4カ月前までを最新知見のスクリーニング期間と定めております。高浜4号炉PLM評価に反映されているトラブル情報等については、具体的には、各区分ごとにやり方が区分されておりまして、下の図を見ていただきたいんですけども、緑の①と青色の②、③という時系列が書いております。

この①番のところは、2009年7月31日までのトラブル情報でございまして、これは美浜1号炉40年目のPLM評価値までの知見になります。

これらの知見につきましては、原子力学会劣化メカニズムまとめ表のほうにも既に整理されておりまして、このまとめ表を活用することで評価書に反映されております。

②番の2009年8月1日～2011年3月31日のトラブル情報につきましては、これは美浜2号炉の40年目のPLM評価時の知見になります。

この知見につきましては、美浜2号炉40年目の評価時にスクリーニング済みでございまして、この知見をそのまま活用しているということになっております。

最後の③番目ですけれども、2011年4月1日～2013年11月4日、このトラブル情報につきましては、美浜2号炉40年目PLM評価時以降の知見になりまして、これが今回4号炉のPLM評

価のために新規にスクリーニングを実施したというものになってございます。

その結果、②番と③番のスクリーニングされたところ、そこから抽出された件数全てで、全539件のトラブル情報がありまして、うち70件が経年劣化に起因するものでありました。

これは、スクリーニング期間の若干5カ月ぐらいの違いによりまして、高浜3号炉のときは499件のトラブル情報のうち65件が経年劣化に起因するものでありました。

その中で、高浜4号炉として劣化メカニズムまとめ表に整理済みの68件を除く2件が、4号炉の評価書にも反映されているというふうになっております。

この最後の、結果として出てきた2件というのが高浜3号炉と全く同じで、変わりがなかったということになっております。

最後、2013年11月5日以降のトラブル情報ですけれども、こちらについては、高浜4号炉のPLM評価時のスクリーニング期間以降の知見になりますけれども、これらはPLM評価に反映が必要なものについては、適宜、審査会合等で説明の上、評価書に反映していきたいと思っております。

以上でございまして、資料1-1、18ページのほうに戻ってください。よろしいでしょうか。

結論としまして、国内の運転経験につきましては、原子力安全推進協会が運営している原子力情報公開ライブラリーによって公開されている「トラブル情報」、「保全品質情報」を対象としてスクリーニングを実施した結果、高経年化技術評価書に今回の新規スクリーニングにより反映した国内の運転経験は以下の1件になっておりまして、高浜発電所1号機、非常用ディーゼル発電機からの潤滑油漏洩についてというものになっております。

次の2番ですけども、国外の運転経験としましては、NRCのBulletin、Generic Letter、Information Noticeが対象になりますけども、今回、高経年化技術評価に反映すべき国外の運転経験はございませんでした。

続きまして、19ページ以降ですけれども、最新知見として、(1)（旧）NISA文書及びNRA文書、(2) の規格・基準類、(3) の高経年化対策情報基盤ネットワークにおける研究情報等につきましては、高浜3号炉のときの記載と全く変わりはございませんので、省略させていただきます。

最後に、21ページになりますけれども、長期保守管理方針の策定になります。

運転を前提とした高経年化技術評価及び冷温停止を前提とした高経年化技術評価の結果、抽出された追加保全策について、その対象の経年劣化事象及び機器・構造物の部位が重複

するものについては、双方の追加保全策を踏まえた保守的な長期保守管理方針を策定するというルールに基づいて抽出しております。

ただ、高浜4号炉の高経年化技術評価の結果、運転を前提とした評価から4件の追加保全策が抽出されましたが、冷温停止を前提とする評価からは、追加保全策は抽出されませんでした。

以下4件が、今回策定した長期保守管理方針になります。下に長期保守管理方針の表をつけてございますけれども、上の1、2、3ですね、蒸気発生器の伝熱管の損傷、2番の原子炉容器の胴部の中性子放射脆化について、3番の配管の腐食（流れ加速型腐食）について、これにつきましては、高浜3号炉と全く同様でございます。4番の主変圧器コイルの絶縁低下については、高浜3号と実施時期が異なっておりますことで、若干の保守管理方針の記載が変わっております。こちらにつきましては、本日、個別事象の絶縁低下で御説明させていただきたいと思います。

以上が共通事項の説明になります。どうもありがとうございました。

○大村審議官　共通事項の説明をいただきました。

これについて、何か質問なり指摘事項があったらお願いします。

どうぞ。

○坂内調整官　簡単な確認なんですけども、資料1-1の、例えば3ページ目、文書の体系がございますけれども、これらは全てプラント共通のものなのか、あるいはプラント個別につくられるものなのか。少なくとも、高経年化対策実施手順書というのは、これはプラントごとにつくられるような説明になっていると思いますけれども、そういったプラントごとにつくられるものと、プラント共通に一つつくられているものというのは、どういう分け方になるんでしょうか。

○関西電力（内山）　関西電力の内山でございます。

まず、仕分けにつきましては、おっしゃられるとおりで、3次文書になります高経年化技術評価実施計画書及び高経年化対策実施手順書がプラントごとに策定するものになってございます。

それは安全管理業務要綱のほうにPLM評価をするときには実施計画手順を定めて行うことという規定がございまして、その中で定めております。ただ、つくるときには、今回の高浜3、4号のように、同時に作業をしたりするようなときは一緒に計画書・手順書を定めて、一括して制定するということはございます。

残りの部分につきましては、そこにその2件以外の部分ですね、これは標準の社内標準になっておりまして、高経年化技術評価にかかわらず、常に全プラントに共通して存在するものになってございます。

以上です。

○坂内調整官　ありがとうございました。

○大村審議官　私から1点だけ、簡単な質問ですけど。

17ページに冷温停止を前提とした評価の実施手順というのがあります。この中で、耐震安全評価と、それから耐津波安全評価があって、その中で、対象の事象としては、より運転を前提とした評価で包含できない、より厳しい経年劣化事象にということで、これは耐震のほうでも耐津波の評価のところでもあるんですが、これは例えば具体的にはどんな事象を評価しているのでしょうか。

○関西電力（内山）　まず、冷温停止のほうが厳しい評価という耐震は除いて、評価のほうが厳しいというものは何点がございました。

例えば充填・抽出系の弁ですね、そういうものについて、冷温停止状態のほうが、通常運転時によりも、ポンプとお釜の間の差圧ですね、それが厳しくなる。冷温停止ということで厳しくなるということで、差圧が厳しいということは、エロージョンが厳しくなるとか、そういう評価のものはございました。

あと、冷温停止状態といいますと、使用済燃料ピットで出して燃料を冷やすだけではなくて、お釜に燃料を入れた状態でずっと冷やし続けるというのも、一つの冷温停止状態の定義として仮定しなさいということですので、そういう状況ですと、RHRポンプというのを使いまして、ずっと冷却し続けることを想定しなきゃいけないので、そういうときは通常の断続運転時では、定検のときしか使わないようなRHRポンプモータをずっと動かし続けます。そういうときは運転時間が長くなりますよねと。そういうものが実際ございます。

ただ、その結果、それらの厳しくなるものに対して、耐震安全性評価上に影響してくるというものは、今回はなかったというふうに認識しております。評価書のほうに、そのように記載してございます。

○大村審議官　これは、耐震安全評価と、それから耐津波安全評価と二つありますけども、事象としては、今言ったRHRポンプ等のやつは、これは共通なんですか。それとも、津波と地震で何か対象機器とか何かが違う場合があり得るんですか。

○関西電力（高井）　関西電力の高井です。

4-2の耐津波安全性評価につきましては、浸水防護の設備のうち外郭防護設備が対象になりますので、その場合は、冷温と断続には差異はございませんので評価に差異はございませんので、冷温停止のほうが、運転を前提としたよりも厳しくなる劣化事象というのはない。先ほど内山が御説明したのは、耐震のほうですね。

○大村審議官　了解しました。

では、それ以外に何かありますか。どうぞ。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

技術評価対象機器の抽出という観点から質問させていただきます。

8ページになります。

前回、第5回の会合で、3号機、4号機はツインプラントということで、共有設備等について御質問させていただきました。そのときには、廃棄物系の設備、それから津波防護設備としての防水系統等、それと中央制御室の換気設備等が共有設備なので、3号機にあって、4号機では管轄外。

この8ページにさらに書いてありますけども、常設重大事故等対処設備というのは、今後の審査でも含まれていくかと思うんですが、これらの機器について、3号、4号機で共用となるような設備がありますか。それとも、今後、さらにそういうのがあるかどうか、現時点で、対象機器の抽出という観点で質問をさせていただきます。

○関西電力（内山）　関西電力の内山でございます。

常設重大事故等対処設備は、現在、適合性審査のほうで審査中でございますので、そちらで新たに出てきたやつは、その都度、共用のものなのか、個別のものなのか判断していかなきゃいけないと思っているんですけども、現時点で、もう既に非常用空冷DGとか、それらについて、各ユニット個別ものと、一つ共用として代替/中央制御室用の電源とか、そういうものは共用になりますので、それは実際もう3号の評価書に入れなければならないものになっているというのが存在することは認識しております。

以上です。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

常設重大事故等対処設備についても、やはり共用設備があるということで、今後、引き続き審査させていただきます。了解しました。

○大村審議官　それ以外に何かありますか。

では、よろしいですね、これは。

それでは、次に行きます。4号炉の絶縁低下についてということで、資料1-3ですね。これの説明をお願いします。

○関西電力（内山）　関西電力の内山でございます。

そうしましたら、資料1-3、高浜発電所4号炉の高経年化技術評価（絶縁低下）について説明をさせていただきます。

絶縁低下につきましても、6月6日、PLM第5回審査会合にて、高浜3号炉分の審議が済んでおりまして、今回が4号炉分の御説明となります。

高浜3、4号炉はツインプラントでございますので、評価内容についても、かなりの部分が共通になっておりますので、このパワーポイントの説明資料につきましても、同じところは簡略化して、3号炉と異なる部分を詳しく説明したいと思います。よろしくお願いします。

では、めくっていただきまして、まず目次と2ページ目につきましては――2ページは絶縁低下事象の一般的説明をしているもので、3号炉と全く同じなので飛ばせていただきます。

3ページ目をお願いします。

審査会合における代表機器の選定、これはルールは全く3号炉と一緒ですけれども、選定の仕方は、ステップ1、2、3の手順で実施してございます。

ステップ1としまして、絶縁低下に係る評価対象設備として、絶縁低下の評価では、電気・計装設備の機能維持に必要な絶縁性能を考慮すべき設備を評価対象として抽出しております。抽出した設備を表1の評価対象設備（電気・計装設備）に示しております。

では、4ページ目を御覧ください。

4ページ目のほうに、15機種に相当する機器・構造物と評価対象設備、それに対する評価部位を記載してございます。

一番右の丸は、設計基準事故時に機能維持が要求される設備というものについて丸をつけてございます。

この中で、表1の（2/2）になりますけども、5ページ目を見ていただけますでしょうか。

電源設備の計器用電源設備、変圧器他のところに※1というのを付加しております。高浜3号炉と4号炉で、無停電電源装置の更新の有無がございまして、その結果、3号炉と4号炉で少し評価内容に差異が出てございます。

3号炉では、ここに※1というのがございませんでした。4号炉については、特性変化の

経年劣化事象を含む評価が追加されてございまして、3号炉に対して多く書かれておりまして、これについて差異としてここに挙がってございます。

そうしましたら、3ページに戻ってください。

ステップ2としまして、高経年化技術評価書では、電圧区分、型式、設置場所、絶縁材料等によりグループ化を行っておりまして、設備の重要度、使用条件等を考慮して、グループ内の代表機器を選定しております。

続きまして、ステップ3として、グループ内の代表機器の中から、設備の重要度及び絶縁低下の影響が大きいと考えられる設備、設置環境、具体的には熱・放射線、屋内外というのを考慮しまして、審査会合における代表機器を選定しております。

結果としまして、まず一つ、低圧ケーブルのうち難燃PHケーブルを選定しております。この理由は、重要度クラス1の設備であり、設計基準事故環境下にて機能が要求され、使用条件が最も厳しく、原子炉格納容器内で多く使用されているケーブルということで抽出してございます。

二つ目として、高圧ポンプモータのうち海水ポンプモータ、こちらにつきましては、重要度クラス1の設備であり、使用電圧が高く、屋外に設置されており、連続運転しているポンプモータということで抽出しております。

なお、もう一つの経年劣化事象になります特性変化については、グループ内の代表機器の中から、プラント安全上の影響が最も大きいと考えられるメタルクラッド開閉装置（メタクラ）を選定しております。

これらの審査会合用代表機器三つは、全て高浜3号炉と同じものになっております。

なお、審査会合用の代表機器以外の評価結果につきましても、最後、22ページ以降にありますけれども、表2の電気・計装設備の絶縁低下の評価結果一覧に示してございます。

そうしましたら、6ページ目をお願いします。

以降の審査会合用の代表機器及び評価内容につきましては、3号炉と全く同一になりますので、簡略化して説明させていただきます。

6ページは、低圧ケーブルのうち難燃PHケーブルの評価になります。

6ページ目は、使用部位の主要材料と使用条件を記載してございます。

続きまして、7ページですけれども、こちらには準拠規格を記載しております。長期健全性試験を実施した規格として、IEEE Std.323及びIEEE Std.383に基づいた、電気学会推奨案に従った試験を実施してございます。

具体的な試験方法は、8ページにございますフローに従った試験を実施しております。

続きまして、9ページですけれども、こちらに長期健全性試験の試験条件と実機条件が記載されております。

試験条件は、高浜4号炉の実機環境に基づいて、60年間の運転期間を想定した劣化条件を包絡しております。試験結果は良となっておりまして、その結果、健全性評価結果としまして、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できることを確認しました。

続きまして、10ページですけれども、現状保全、制御・計装用ケーブルについては、定期的に系統機器の動作に異常がないことを確認し、絶縁低下による機能低下がないことを確認しております。

また、電力用ケーブルについては、定期的に絶縁抵抗測定を行い、許容値以上であることを確認してございます。

総合評価としましては、健全性評価結果から判断して、絶縁体の絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。また、絶縁低下は、系統機器の動作確認、または絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切であるとしまして、高経年化への対応として、絶縁体の絶縁低下については、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いと判断しました。

続きまして、11ページをお願いします。ここからは高圧ポンプモータのうち海水ポンプモータになります。

11ページには、海水ポンプモータの使用条件、使用材料を記載してございます。

12ページをお願いします。

12ページは、海水ポンプモータの健全性評価として二つの方法を記載しております。

一つは、ヒートサイクル試験による健全性評価、もう一つは、経年機のコイル破壊電圧測定試験による健全性評価。

まず、ヒートサイクル試験による健全性評価として、その結果、管理強化の目安となる耐用年数は約20年という評価を得ております。

経年劣化のコイル破壊電圧測定試験による健全性評価からは、管理強化の目安となる耐用期間は、運転年数で約18.5年。これらを踏まえて、運転年数で18.5年以降に絶縁診断による傾向管理を強化して、健全性を確保できると評価しております。

13ページをお願いします。

こちらについては、ヒートサイクル試験による健全性評価の準拠規格を書いております。

準拠規格が、IEEE Std.275に準拠しているという御説明をしております。

続きまして、14ページですけれども、こちらにはヒートサイクル試験の内容としまして、加熱、課電、加振、吸湿といった繰り返しサイクルを行うことと、あと試験条件としまして、試験条件1、2と二つございまして、温度を170℃と190℃の二つの評価を行っているという説明をしてございます。

続きまして、15ページをお願いします。

前ページで、170℃と190℃の2点の耐熱寿命に係るプロットがとれますので、それをもとにアレニウス則に基づいて耐熱寿命曲線が得られます。その結果、実機環境での耐用年数を算出しまして、約20年というふうに求めてございます。

続きまして、16ページですけれども、ここからは経年機のコイル破壊電圧測定試験による健全性評価です。ここでは準拠規格がJEC-2100に基づいて安全運転下限値を求めたということを説明しております。

続きまして、17ページですけれども、試験結果としまして、運転年数と絶縁破壊値の関係として、下図のような関係が求められることがわかっております。このグラフから、95%信頼下限値が安全運転下限に低下するのが18.5年となることから、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、運転年数として18.5年というふうに判断しております。

続きまして、18ページですけれども、海水ポンプモータの現状保全です。

固定子コイル及び口出線の接続部品の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁診断を行うとともに、傾向管理を行っております。

また、運転年数に基づき、絶縁診断の周期を短縮して、点検結果に基づき取りかえを実施することとしております。総合評価としましては、運転年数で18.5年以降において発生の可能性は否定できないが、絶縁診断により傾向管理を強化して健全性を確保している。また、絶縁低下は絶縁診断で検知可能であり、点検手法として適切であると評価しております。

その結果、高経年化への対応としましては、固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下については、定期的に絶縁診断を実施していくとともに、運転年数と絶縁診断に基づいた取りかえを実施していくというふうに結論しております。

19ページをお願いします。ここからはメタクラの評価になります。

19ページは、メタクラの使用条件と使用材料の説明をしてございます。

20ページをお願いします。

20ページは、まず事象の説明ですが、（機械式）保護リレーの特性変化の説明です。

保護リレーは、回転機構部及び固定部で構成されておりまして、これらの機械的摩耗及び接点部等の電気的摩耗、損傷等により特性が変化する可能性がございます。健全性評価の結果、急激な特性変化が生じる可能性は小さいと考えるものの、長期間の使用に伴い、動作特性が変化する可能性については否定できないというふうに結論づけております。

21ページをお願いします。

21ページ、現状保全ですけれども、（機械式）保護リレーの特性変化に対しては、定期的な試験により異常のないことを確認しております。

総合評価としましては、点検手法として適切であるとしております。その結果としまして、高経年化への対応は、（機械式）保護リレーの特性変化については、定期的に調整・動作試験を実施していくというふうに結論づけております。

なお、同様に、（静止形）の保護リレーというのもございますけれども、こちらについても、現状保全を継続することで健全性が維持できると考えております。

続きまして、22ページですけれども、22ページ以降は、代表機器以外の評価結果になっております。

5章、代表機器以外の評価結果の記載には、3号炉と4号炉の間に一部差異がございます。

まず、3号炉と4号炉の評価に係る主な相違点、4点を御説明します。

一つ目は、設備更新の有無による違いになっておりまして、無停電電源装置、プロセス計測制御装置の保護用地震計が対象となります。無停電電源装置としましては、高浜3号炉は絶縁ゲートバイポーラトンラジスタを用いた新型のIGBTインバータに更新済みです。一方、高浜4号炉は未更新で、サイリスタインバータです。次に、保護用地震計ですけれども、高浜3号炉は、新型の電気式加速度検出器に更新済みです。

一方、高浜4号炉は未更新で、振り子式の検出器です。

二つ目になりますけれども、3、4号炉共用の機器は、3号炉の評価書に記載していることによる相違です。具体的には、弁、空気作動装置、空調モータ、電源設備の一部が3号炉評価書のみに記載されて、4号炉の評価書には記載がございません。

三つ目は、現在実施中の適合性審査において追加される重大事故等対処設備で、3号炉と4号炉のPLM申請時期と、そのときの適合性審査の進捗状況により、初回PLM評価書に記載した機器に相違が生じているものになります。これらの常設重大事故等対処設備は、適

合性審査結果を踏まえて、3号炉、4号炉PLM評価書とも構成される予定になっております。

四つ目、最後ですけれども、長期健全性評価結果の相違により記載が変わっているものです。これは、その他設備のうち主変圧器が該当します。

以上のうち、この5章の代表機器以外の評価結果に影響するものは、実際、評価結果の記載に影響するものは、設備更新の有無により、機器に違いのある無停電電源装置と、長期健全性評価結果自体に違いのある主変圧器となっております。この5章ですね、本章では、高浜3号機との間に差異のあるこの2点について説明させていただきたいと思います。

まず、無停電電源装置ですけれども、26ページの絶縁低下の（5/5）、26ページの（5/5）の計器用電源設備、安全系インバータというのがございます。ここと、28ページの特性変化（2/2）の計器用電源設備、安全系インバータというところに評価を記載してございます。

まず、26ページを見ていただきたいんですけれども、高浜4号炉は、当社で従来から使用しているサイリスタインバータです。変圧器は、長期健全性評価と現状保全の絶縁抵抗測定を踏まえて、現状保全に追加すべきものはないとしております。

また、28ページの特性変化のほうですけれども、こちらにつきましては、半導体等を使用している出力調整装置は、60年の供用を想定すると特性変化が生じる可能性は否定できないものの、定期的な特性試験等で検知可能であり、高経年化への対応として定期的に特性試験等を実施していくとしております。

一方で、高浜3号炉では、新型のIGBTインバータに2011年度の21回定検時に更新を行っておりまして、この更新後の設備で評価を行っておりますので、電圧器の絶縁低下は現状保全の絶縁抵抗測定で検知可能であり、今後も定期的に絶縁抵抗測定を実施していくとしております。また、特性変化につきましては、サリスタインバータの出力調整装置に該当するIGBTインバータのシステム管理カードというのがありますが、これは定期取りかえ品でありまして、PLM評価対象外なので、高浜3号炉では記載してございません。

続きまして、変圧器になりますけれども、変圧器は、26ページ、絶縁低下の（5/5）に記載しております。その他設備変圧器のところです。

健全性評価としまして、主変圧器コイルの銅線には絶縁紙が施されており、絶縁紙が熱的に劣化するとその重合度が低下します。絶縁紙のホットスポット部の平均重合度が取りかえ目安としている管理値に達するまでの変圧器運転時間は約6万4,000時間と評価され、コイルの絶縁低下は否定できないと。現状保全としては、コイルの絶縁低下については、

定期的に絶縁抵抗測定、油中フルフラール成分量測定による平均重合度計算等を実施していると。以上のことから、取りかえ目安までの年数と今後のプラント稼働率を考慮して、現状保全に加えて、中長期で絶縁紙の寿命評価に基づき、変圧器の取りかえの検討を実施していくとしまして、これを長期保守管理方針としました。

一方、高浜3号炉の評価では、高浜3号炉では、4号炉に比べまして、主変圧器の運転時平均負荷率が数%高く、また、同一型式ではございますけれども、製作上の製品の個性によりまして、油温度とホットスポット部の温度差が若干大きいという原因によりまして、絶縁紙のホットスポット部の平均重合度が取りかえ目安としている管理値に達するまでの変圧器運転時間は、高浜4号炉より短い約1万9,000時間と評価されたため、第23回定検時までに主変圧器の取りかえを実施することとし、これを短期の長期保守管理方針といたしました。

以上が3号炉、4号炉の違いのあるところの説明になります。

以上をもちまして、5章の代表機器以外の評価結果の説明を終わらせていただきまして、絶縁低下の説明は全て完了になります。どうもありがとうございました。

○大村審議官　それでは、絶縁低下について、質問等がありましたらお願いします。

○池田主任調査官　規制庁の池田です。

3号炉、4号炉の違いで、大きいところら辺は、最後にお話があった変圧器だと思うんですけれど、変圧器、4号炉が推定余寿命7.3年、そのぐらいで交換と言われて、3号炉は、たしか2.2年強ぐらいです。

ある程度、取りかえの目安の年数が見えてきていますので、ここのところをどうやって保全していくか、健全性を担保するかの考え方を説明してください。

○関西電力（内山）　関西電力の内山でございます。

まず、絶縁紙のホットスポット部の平均重合度が落ちてきているものにつきましては、その点検、油中フルフラール成分量測定を実施する頻度を縮めて監視しております。実績としまして、今、ほぼ毎定検のペースで確認はしておりまして、その結果を踏まえつつ、最新のデータを使って、余寿命評価もずっとしていく。新しいデータを使えば使うほど、一番、本当の新規に近い値が出てきますので、それを使って、より厳密な値を監視しつつ、取りかえの時期を確認しつつ、計画を立てて取りかえしていくということになっております。

実際、今回の3号炉につきましては、23回定検までに取りかえを実施するというふうに

しておりますけども、それを基点としまして、あとはちょっと当社の運用も考慮しまして、前倒しにするか、23回にするかというのは、社内で検討しているところというようになっております。

○池田主任調査官　規制庁の池田です。

了解しました。

もう一つ、ここのところに変圧器の寿命として目安、管理値としては、変圧器外部三相短絡事故時に絶縁紙が破壊しない重合度と書いてあります。外部三相短絡というのは、具体的にどういうような状況とかというのを説明してください。

○関西電力（内山）　関西電力の内山でございます。

こちらで言っています外部三相短絡というのは、変圧器と発電機の間のところにある部位の三相短絡事故を想定しております。変圧器の一次側ではなくて、外線側ではなくて、内部側の三相短絡を評価しております。

それを使っている理由ですけれども、絶縁破壊の一番厳しいと今考えている――破壊に至るロジックとしまして、外部三相短絡時に、コイルに電磁力による外部応力がかかって、コイルの絶縁紙が壊れてしまうということを想定しておりますので、最も電磁力がコイルにかかる状況を考えるという、一番大電流が流れるということを検討しておりまして、変圧器の一次側、外側ですと、実際、内部短絡電流を算出するときに、インピーダンスとして変圧器と発電機側のほうのインピーダンスを全部考慮した値になりまして、そちらの抑制によって電流が若干小さくなるんだけれども、発電機と変圧器側の間の中側ですね、そちらの短絡電流のほうが大きくなるという評価がありまして、最も厳しい内部側のほうの三相短絡事故というのを考慮して評価に使っております。三相短絡電流と二相短絡、あとは一相地絡、全て検討して、一番厳しいものとして三相短絡を選んでおります。

以上です。

○池田主任調査官　規制庁の池田です。

了解しました。

○大村審議官　ほかにありますか。

本件も3号のときにかなり質疑をしておりますので、ほとんど同じということですので、じゃあ、本件はこれで終了したいと思います。

それでは、その次ですね、4号炉のコンクリートのところですけども、これは3号炉のときにもいろいろ質疑があって、それの補足説明資料も作成されておりますので、一応、こ

れをあわせて資料1-4～1-6まで、説明をお願いします。

○関西電力（山口）　関西電力の山口でございます。

それでは、高浜4号炉のコンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）につきまして、まず御説明いたします。

1ページ目ですが、目次を記載してございます。

まず初めに、経年劣化事象と劣化要因の概要を御説明した後に、代表構造物、評価対象部位及び評価点の選定につきまして、次に健全性評価を、最後に現状保全、総合評価、高経年化への対応につきまして、御説明をいたします。なお、6月6日の審査会合におきまして、3号炉について御説明をいたしておりますので、3号炉と共通的な内容につきましては、説明を簡略にさせていただきたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

それでは、2ページ目をお願いいたします。

まず、経年劣化事象と劣化要因の概要について御説明いたします。内容につきましては、3号炉と同じでございます。コンクリートの経年劣化事象として強度低下が挙げられますが、その劣化要因として、主に水分逸散による乾燥を引き起こす熱、中性子照射やガンマ線照射に起因する内部発熱による水分逸散を引き起こす放射線照射、二酸化炭素の影響により徐々にアルカリ性を失い中性化し、鉄筋が腐食し始める中性化が挙げられます。

3ページ目をお願いいたします。

同様に、コンクリートの強度低下になります。塩化物イオン、水分、酸素の作用による腐食作用の原因となる塩分浸透、長期間にわたっての繰り返し荷重である機械振動、反応性シリカを含む骨材と、アルカリの反応による膨張作用であるアルカリ骨材反応、凍結と融解を繰り返す凍結融解であります。

4ページ目をお願いいたします。

続きまして、コンクリートの遮蔽能力の低下になります。こちらにつきましては、要因として、水分逸散を引き起こす熱があります。次に、鉄骨の強度低下でございますが、まず鉄の腐食が劣化要因として挙げられます。これに加え、繰り返し荷重が継続的にかかる風などによる疲労があります。

5ページ目をお願いいたします。

次に、代表構造物、評価対象部位及び評価点の選定について御説明いたします。こちらも3号炉と同じ手順になります。

ステップ1としまして、評価対象構造物を構造物の種別ごとに、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。

次に、ステップ2としまして、グループ化した評価対象構造物につきまして、使用条件などを考慮して、代表構造物を選定いたします。最後に、選定した代表構造物につきまして、評価対象部位、評価点を選定いたします。

6ページ目をお願いいたします。評価対象構造物を重要度分類などに応じてリストアップした上で、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ます。

3号炉との違いで言いますと、防潮堤等の浸水防護施設などが3、4号炉の共用設備との位置づけでありますので、3号炉側で評価してございます。ということで、4号炉側では、ここにはないということになります。

なお、7ページ目に構内の配置図を添付してございます。

7ページ目をお願いいたします。

配置図の左下側に、4号炉の原子炉建屋としまして、外部遮蔽壁、内部コンクリート、原子炉格納施設基礎がございます。また、原子炉補助建屋、タービン建屋が周辺にございます。その右に、取水構造物がございます。

8ページ目をお願いいたします。

こちらは、ステップ2の代表構造物の選定になります。評価対象構造物ごとに、グループ内の代表構造物を選定しておりまして、3号炉と同じ考え方で実施してございます。

まず、コンクリート構造物ですが、使用条件などにつきましては、劣化要因として挙げました熱、放射線、機械振動、中性化、塩分浸透に関係する使用条件と、同じ使用条件になった際の判断材料としまして、運転開始後の経過年数の長さを挙げてございます。これらの使用条件などによる検討の結果、外部遮蔽壁、内部コンクリート、原子炉格納施設基礎、原子炉補助建屋、取水構造物、タービン建屋を代表構造物として選定いたしました。

9ページ目をお願いいたします。

次に、鉄骨構造物でございます。こちらは使用条件としまして、設置環境の状況と同じ使用条件になった際の判断材料としまして、運転開始後の経過年数の長さを挙げてございます。これらの使用条件による検討の結果、取水構造物の浸水防止蓋を代表構造物として選定いたしました。

10ページ目をお願いいたします。

こちらは対象構造物のうち代表構造物の概要図でございます。左から、原子炉補助建屋、外部遮蔽壁、内部コンクリート、原子炉格納施設基礎、原子炉補助建屋、タービン建屋、

タービン架台を示してございます。図の右側には、取水構造物と取水構造物の浸水防止蓋を示してございます。

11ページ目をお願いいたします。

最後に、代表構造物の中から劣化要因ごとに評価対象部位を選定いたします。こちらにつきましても、3号炉と同じ考え方により実施してございます。

まず、熱につきましては、運転時に最も高温となる内部コンクリートの一次遮蔽壁を、放射線照射につきましても、放射線照射量が最も大きい内部コンクリートの一次遮蔽壁を選定してございます。

次に、中性化でございますが、屋内の代表としまして、外部遮蔽壁の屋内面、屋外の代表としまして取水構造物を選定してございます。

次に、塩分浸透につきましては取水構造物を、機械振動につきましてはタービン架台、非常用ディーゼル発電機基礎を選定してございます。

アルカリ骨材反応、凍結融解につきましては、高経年化対策上着目すべき事象ではない事象と判断いたしました。その理由につきましては、後ほど御説明いたします。

次に、遮蔽能力低下の熱ですが、運転時に最も高温となる内部コンクリートの一次遮蔽壁を選定してございます。

最後に、鉄骨構造物の強度低下でございますが、腐食につきましては、代表構造物として選定してございます浸水防止蓋を選定いたしました。風などによる疲労につきましては、高経年化対策上着目すべき事象ではない事象と判断しておりまして、こちらにつきましても、その理由につきまして、後ほど御説明いたします。この選定した評価対象部位を対象に健全性評価を実施してございます。

12ページ目をお願いいたします。

ここでは、アルカリ骨材反応、凍結融解、風などによる疲労につきまして、今後も経年劣化事象の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象としてございます。

その理由でございますが、アルカリ骨材反応につきましては、定期的な目視確認により、アルカリ骨材反応に起因するひび割れなどが認められていないということ、また、使用している骨材につきましては、反応性試験を実施いたしまして、反応性骨材ではないということを確認してございます。

凍結融解につきましては、周辺地域の当該危険度が低いということを確認してございま

す。風などによる疲労につきましては、疲労破壊が生じるような風による繰り返し荷重を継続的に受ける構造部材はないということを確認してございます。

13ページ目をお願いいたします。

ここから健全性評価結果について御説明いたします。

まず、コンクリート強度低下のうち、熱による強度低下でございます。

評価対象部位、評価点、評価手順につきましては、3号炉と同じであります。

14ページ目をお願いいたします。

健全性評価の結果でございますが、結果自体も3号炉と同じでございまして、解析により求めたコンクリートの最高温度は約63℃となりまして、制限値である65℃を下回ることから、健全性評価上問題とはならないと判断いたしました。

15ページ目をお願いいたします。

次に、放射線による強度低下について御説明いたします。

評価対象部位、評価点、評価手順につきましては、3号炉と同じでございます。運転時間につきましては2013年の6月30日までは実績値、2013年7月1日以降は85％の稼働率で算出してございます。

16ページ目をお願いいたします。

健全性評価の結果でございますが、まず、中性子照射でございますが、3号炉と比較しまして若干照射量が増加しておりますが、運転開始後60年時点における中性子照射量は1cm^{2}当たり約4.8×10^{19}nでありまして、Hilsdorf他の文献によると有意な強度低下は見られない値であります1cm^{2}当たり1.0×10^{20}n以下でありますので、健全性評価上問題とは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。

次にガンマ線照射でございます。運転開始後60年時点におけるガンマ線照射量は、約2.39×10^{10}radでありまして、3号炉と比べて若干増加をしております。Hilsdorf他の文献によると、有意な強度低下は見られない値であります2.0×10^{10}radを超える部分というのが出てきてございます。

しかしながら、Hilsdorf他の文献による有意な強度低下が見られない値を超える範囲というのが、深さ方向で最大でも10cm程度でありまして、1次遮蔽壁の厚さに比べて小さいということを踏まえまして、構造強度上問題とはならないと評価してございます。

18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について御説明いたします。

評価対象部位、評価点、評価手順は3号炉と同じでございます。運転開始後60年経過時点の中性化深さの評価を、評価手順の中の（2）で求めた推定式による中性化深さの最大値と、(3）で求めました鉄筋が腐食し始める中性化深さの比較により行います。

19ページ目をお願いいたします。

健全性評価結果ですが、3号炉の結果と同じでございまして、運転開始後60年経過時点における中性化深さの最大値、これは外部遮蔽壁で2.4cm、取水構造物で0.8cmになりますが、この値が、鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さ、外部遮蔽壁で9.4cm、取水構造物で8.9cmに達していないことから、健全性評価上問題とはならないと判断いたしました。

20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について御説明いたします。

評価対象部位、評価点、評価手順につきましては3号炉と同じでございます。腐食減量の評価といたしまして、評価手順の（1）で求めました運転開始後60年時点における鉄筋腐食減量と、(2）で求めました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と比較いたします。

21ページ目をお願いいたします。

健全性評価結果でございますが、こちらも3号炉の結果と同じでございまして、運転開始後60年経過時点における鉄筋腐食減量は、最大でも気中帯で3.4でございまして、この値がかぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋腐食減量であります86.5に達していないということで、健全性評価上問題とはならないと判断いたしました。

22ページ目をお願いいたします。

次に、機械震動による強度低下について御説明いたします。

評価対象部位、評価点は3号炉と同じでございます。健全性評価につきましては、3号炉の評価と同じでございまして、現状保全において定期的な目視監視を実施してございまして、有意な欠陥などがないことを確認してございます。今後も現状保全を継続することにより、健全性の維持は可能であると考えてございます。

23ページ目をお願いいたします。

コンクリートの強度低下についての最後になりますが、破壊試験の結果でございます。外部遮蔽壁、内部コンクリート、原子炉格納施設基礎、原子炉補助建屋につきましては、設計基準強度が24.5Nに対しまして、破壊試験結果がそれぞれ30.8 N、33.6 N、42.8 N、

38.1Nと、全て設計基準強度を上回っております。また、タービン架台につきましては、設計基準強度20.6Nに対しまして、破壊試験の結果が38.0N、取水構造物につきましては、設計基準強度23.5Nに対しまして、破壊試験の結果が41.0Nとなりまして、こちらも設計基準強度を上回っております。

24ページ目をお願いいたします。

続きまして、コンクリートの遮蔽能力低下でございます。

評価対象部位、評価点、評価手順につきましては3号炉と同じでございます。

25ページ目をお願いいたします。

健全性評価結果ですが、3号炉の結果と同じでございまして、解析の結果、コンクリートの最高温度は約63℃となりまして、コンクリート遮蔽体設計基準に示される制限値以下でありますので、健全性評価上問題とは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。

健全性評価の最後といたしまして、鉄骨構造の強度低下につきまして御説明いたします。

評価対象部位、評価点は3号炉と同じでございます。健全性評価としまして、3号炉の評価と同じでございますが、定期的に目視確認を実施しておりまして、強度に支障を来す可能性のあるような鋼材の腐食がないことを確認しておりまして、鋼材の腐食に影響する塗膜の劣化などが認められた場合には、その部分の塗装の塗り替えなどを行うこととしております。今後も現状保全を継続することにより、健全性の維持は可能と考えてございます。

27ページ目をお願いいたします。

最後に、現状保全、総合評価、高経年化への対応について御説明いたします。

まず、現状保全ですが、コンクリートの強度低下、遮蔽能力低下、鉄骨構造物の強度低下それぞれにつきまして、性能に支障を来す可能性のあるような有意な欠陥がないことを定期的に確認し、必要に応じて補修を実施しております。これに加えまして、コンクリートの強度低下につきましては、非破壊検査による点検によりまして、強度に急激な経年劣化が生じていないということを定期的に確認しております。

次に、総合評価です。

コンクリートの強度低下、遮蔽能力低下、鉄骨構造物の強度低下それぞれにつきまして、現状保全を継続して実施することで健全性の維持は可能であると考えております。コンクリートの強度低下におきましては、ガンマ線照射量が、文献によると有意な強度低下が見られない値を一部超えておりますが、その範囲は壁厚全体に比べて小さいということで、

構造強度上問題とならないと判断しております。

なお、総合評価におきまして冷温停止状態の評価もあわせて行っております。冷温停止状態におきましては、発生・進展が断続運転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経年劣化事象は抽出されませんでしたので、現状保全を継続実施することで健全性の維持は可能と考えております。

最後に、高経年化への対応です。高経年化対策の観点から、追加すべき項目はなく、現状保全を継続して実施していきたいと考えてございます。

高浜4号炉の資料の御説明につきましては、以上でございます。

○関西電力（宮崎）　引き続きまして、6月6日、前回の会合で指摘いただいた回答を御説明させていただきます。

資料の1-5です。

指摘事項といたしましては、No.0606-1コンクリート、コンクリートの強度低下における塩分浸透の健全性評価の妥当性について劣化メカニズム、評価プロセス等を踏まえて、詳細に説明することということで、資料につきましては、資料の1-6のほうで御説明させていただきます。

1-6ですけれども、高浜3，4号炉高経年化技術評価、コンクリートの強度低下及び遮蔽能力の低下、補足説明資料ということで、続いて、めくっていただきまして目次でございます。

1.といたしまして、コンクリート強度低下（塩分浸透）の健全性評価のうち鉄筋腐食減量の算出過程についてということで、資料をめくっていただいて2番のほうに移らせていただきます。

コンクリート強度低下（塩分浸透）の健全性評価のうちの鉄筋腐食減量の算出過程について、1-1、塩分浸透による鉄筋腐食メカニズム。コンクリート中に塩化物イオンが浸透して鉄筋位置まで達すると、鉄筋表面の不動態被膜が破壊されるため、鉄筋はコンクリート中の水分、酸素の作用によって腐食を始める。

コンクリート内部への塩化物イオンの浸透量および酸素の供給量は、コンクリートの含水分率に強い影響を受けるということで、1-2、部位の違いによる鉄筋腐食進行の特徴ということで、右のほうにイメージを示しております。上から気中帯、干満帯、海中帯というふうなイメージで表しております。

まず最初に、a.気中帯ですけれども、塩化物イオンの浸透量は飛沫の影響に作用されま

す。海水の影響を受けないため、大気中から酸素の供給によって鉄筋の腐食の進行が早くなるという状態になります。

b.の干満帯ですけれども、海水との接触があるため、コンクリート表面の塩化物イオン量は多いが、コンクリートの含水率は高い状態を維持しているため、浸透しにくく、鉄筋位置での塩化物イオン量は少ないという状態でございます。海水の影響により、コンクリートの含水率は高い状態を維持しておりまして、大気中からの酸素は遮断されるため、鉄筋位置への酸素の供給量が少なく、鉄筋の腐食の進行は遅いという状態になります。

C.の海中帯でございますけれども、常時海水に接触しており、非常に多くの塩化物イオンが存在しているため、コンクリートの含水率が高く、浸透しにくいものの、鉄筋位置での塩化物イオン量は多い状態になります。海中であり、大気中からの酸素は遮断されるため、鉄筋位置への酸素の供給量が少なく、鉄筋の腐食の進行は遅いという状況にございます。

次のページ、3ページですけれども、1-3、鉄筋腐食減量に用いた予測式ということで、鉄筋の腐食減量の予測に用いた森永式を示しております。ここで、赤で囲っているところが、環境条件におけるパラメータを用いた式の部分になっております。その中で、赤で記しております部分が環境条件のパラメータの部分でございます。

同一構造物において、異なるパラメータというのは主に環境条件になっておりまして、具体的には下の表のとおりでございまして、環境条件のところで示しております温度、相対湿度、酸素が、おのおのの条件によって変わってくるという状況でございます。

この表の一番左のところに書いておりますが、これは鉄筋位置での塩化物イオン濃度を実測した数値でございます。それをおのおのの環境条件で算出した結果、一番右の鉄筋腐食減量になります調査時点、60年経過時点、かぶりのコンクリートにひび割れが発生する時点ということで、最終的には、かぶりのコンクリートにひび割れが発生する時点は、鉄筋腐食減量といたしましては86.5の10^{-4}g/cm^{2}に達すればひび割れが発生するという状態でございますが、おのおのの気中帯、干満帯、海中帯においての腐食減量は、おのおの3.4、0.0、1.0というような数値になっておりまして、ひび割れが発生する時点までには達していないという状況でございます。

続きまして、次のページですけれども、干満帯における酸素濃度の選定の根拠ということで、2ページ目で説明させていただきました干満帯における酸素濃度の選定についてですけれども、a.干満帯の状態と酸素の影響ということで、コンクリートの表面が干満の影

響を受けて海水に接触していることから、ほぼ飽水状態であると、ぬれている状態であるという状況でございます。

b.大気におけるコンクリート中への酸素の拡散ということで、コンクリート中の酸素の拡散は、コンクリートの含水率に影響を大きく受けるということで、含水率が大きくなるほどコンクリート中の孔隙は水で閉塞され、酸素の拡散が生じにくくなるということで、水があることによって酸素の拡散がしにくくなるということになります。

c.溶存酸素によるコンクリート中への酸素の拡散ということで、空隙が水で満たされているため、酸素は海水帯と同様に、海水中の溶存酸素としてコンクリート内部へ侵入すると考えられています。なお、空気中で飽和した水の酸素濃度は、6ml-O_2/lということで、0.6%程度であるという状況でございます。右のグラフは、コンクリートの含水率に対して拡散係数を縦軸に示しておりまして、含水率が高くなるにつれて拡散しにくい状況をグラフ化したものでございます。

以上で御説明を終わらせていただきます。

○大村審議官　コンクリートの強度低下、遮蔽能力の低下で、補足説明を含めて説明いただきました。では、これにつきまして質問等がありましたらお願いします。

○中野主任調査官　規制庁の中野です。

最初の資料1-4のほうですけれども、17ページなんですが、1次遮蔽壁におけるガンマ線照射量の評価が載っていると思いますけれども、3号炉のときには、その一番右側の有意な強度低下は見られない値を超える範囲というのが、4号炉よりは少なかったというふうに思います。4号炉のほうが若干多いということなんですけれども、1次遮蔽壁の厚さに比べて小さいことから、構造強度上問題とはならないとしておりますけれども、そうする根拠について、もう少し具体的に説明していただけないでしょうか。

○関西電力（山口）　関西電力、山口でございます。

その点につきましては、大きく3点の検討を実施してございます。

まず1点目が、1次遮蔽壁の中で荷重を受けるわけでありますが、主に原子炉容器の鉛直荷重を受けるということでございまして、その鉛直荷重とコンクリート材料の許容応力の状況の確認を実施してございます。その結果、許容応力に対しまして大体約40%程度ということでございまして、裕度があるということでございます。

2点目が、照射量が所定の値を超える範囲の断面積の大きさというのを検討してございます。こちらの大きさが全断面積と比べますと0.8%ということで非常に小さい数値とい

うことを確認してございます。

最後に、この照射量が所定の値を超える範囲を全く除いた状態の断面積で、基準地震動におけるせん断ひずみというものの算出をいたしてございます。その結果、基準値であります2.0×10^{-3}に比べまして0.9×10^{-3}、こちらの数字は原子炉建屋の最大値ということでございますが、ということを確認してございまして、基準値に対しまして十分な裕度を有しているということが確認できましたので、構造強度上の問題はないということを判断いたしました。

○中野主任調査官　規制庁、中野です。

了解いたしました。

○大村審議官　ほかにいかがでしょうか。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

健全性評価に関する観点から質問させていただきます。

コンクリート構造物の強度低下に対して、熱、放射線、中性化、塩分浸透、機械震動等を評価してございます。各要因に対して、60年目までの劣化を想定してもつというふうに評価されていると理解しております。

確認なんですが、機械震動に関しては、この中で60年目までの健全性というよりは、現状の強度をまず確認して、その後、現状保全を続けながら、有意な欠陥があった場合には補修して機能回復するというふうに、この資料からは読み取れるんですが、それでよろしいですか。説明をお願いします。

○関西電力（山口）　関西電力、山口でございます。

機械震動の劣化事象につきましては、今、御指摘をいただきましたとおり、現状、問題がないということは当然確認してございまして、これからも定期的な目視確認を通じて異常がないことを確認していくということで、健全性を確保していくということで考えてございます。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

了解しました。

もう1件なんですが、これも確認なんですが、補足説明資料で説明していただきました塩分浸透について、非常にわかりやすい資料を準備していただきまして、ありがとうございます。

この結論を私なりにまとめさせていただきますと、塩分浸透による鉄筋の腐食というの

は、鉄筋に達する溶存酸素、あるいは酸素量が腐食に影響するということで、必ずしも塩分が来たからといって腐食に大きな影響を与えるものではないというふうに理解させていただきます。

したがいまして、今回の評価において干満帯は飽水状態にあるということで、酸素が届きにくいということから、こういう評価になったと、定性的な説明で、私はそういうふうに理解したんですが、それでよろしいでしょうか。確認をお願いします。

○関西電力（宮崎）　関西電力の宮崎ですけれども。

その中身でよろしいかと思っております。

○大高上席調査官　規制庁、大高です。

了解しました。

○大村審議官　では、それ以外に何かありますか。

では、よろしいですね、この件は。

それでは、その次の資料に行きたいと思いますが、次は資料の1-7と1-8で、3号炉、それから4号炉の低サイクル疲労ということで、ほぼ内容的にも類似のものだと思いますので、これをあわせて説明をいただくということで、お願いします。

○関西電力（高井）　関西電力、高井です。

私どもの説明のしやすさの観点から、ここで席替えをさせていただきますので、終わったら、また説明を続けさせていただきます。

○関西電力（北村）　関西電力の北村でございます。

それでは、今から資料1-7、高浜発電所3号炉の高経年化技術評価（低サイクル疲労）について説明させていただきます。よろしくお願いいたします。

ページをめくっていただきまして、1ページ目、お願いいたします。

1ページ目は、目次になってございます。

次のページをお願いいたします。

次の2ページ目、及び、さらにその次の3ページ目につきましては、審査会合における代表機器の選定について説明させていただいております。低サイクル疲労割れは、プラントの起動・停止時等における温度・圧力変化によりまして、機器の構造不連続部などに局所的な大きな力が生じまして、それが繰り返された場合にき裂が発生する可能性があるという劣化事象でございます。

低サイクル疲労割れに関する審査会合用の代表機器について、ここに示しますステップ

1、2、3で選定させていただきました。

まず、ステップ1で、低サイクル疲労にかかる評価対象設備全体を決めてございます。プラントの起動・停止時等に温度・圧力変化の影響を受ける機器を評価対象として選定いたします。その結果、抽出された設備が、次の3ページの図1に示します原子炉容器のほかです。あと、資料の後ろのほうになりますけれども、ページの14、15、16ページに記載しております表2の評価対象結果一覧という表がございますが、ここに記載されております機器が、ステップ1で、低サイクル疲労にかかる評価対象設備として抽出されたものになります。

次に、ステップ2でございまして、それら機器のグループ化およびグループ内代表機器の選定を行います。高経年化技術評価書では、評価対象機器を構造、使用環境、材料に応じてグループ化を行っておりまして、設備重要度、使用条件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。

最後に、ステップ3で、審査会合用の代表機器を選定しております。

ステップ2までで選ばれた代表機器の中から、プラント安全上の重要性等の観点から、審査会合における代表機器を選定いたしました。低サイクル疲労では、プラント安全上の重要性を考慮いたしまして、一次冷却材バウンダリ機能上、最も重要と考えられる原子炉容器本体審査会合における代表機器として選定し、この資料で説明させていただこうと思っております。

なお、審査会合用代表機器以外の評価も、先ほど見ていただきましたページ14、15、16の表2で示してございます。

次のページをお願いいたします。

ページ3の図1につきましては、審査会合における代表機器に選定いたしました原子炉容器に対して、疲労評価を実施している各部位を記載したものでございます。冷却材入口管台、出口管台、蓋用管台、空気抜用管台、炉内計装筒、上蓋及び上部胴フランジ、下部胴・下部鏡接続部、炉心支持金物、スタッドボルトについて疲労評価を実施しております。

このうち、冷却材入口管台、出口管台、蓋用管台、空気抜用管台、炉内計装筒、炉心支持金物につきましては、「設計・建設規格」に基づく疲労評価に加えまして、「環境疲労評価手法」に基づく評価を実施してございます。

図の各部位には、この図でいいますと*1、*2を示す矢印が書かれてございますけれども、この*1というのは、「設計・建設規格」に基づく疲労評価、UFと呼んでおりますけれども、

UFが最大となった場所、*2は、「環境疲労評価手法」に基づく疲労評価結果、環境UFと呼んでおりますけれども、環境UFが最大になった箇所を示してございます。

*1の部位で括弧内に書いてある言葉がございますけれども、これは非接液部となる理由を記載しておりまして、非接液部につきましては、環境UFを求める対象外としております。

例えば、入口管台の*1の部分はステンレスの内張りが設けられております。*1が指している分は、内張りの下の部分でございます。

したがいまして、この部分につきましては、ステンレスの内張りがあるために非接液部となりまして、環境疲労評価の対象外となっております。入口管台のうち接液部に該当するのは、*2が指している周辺ですね、管台先端のセーフエンド部位付近がその対象部位となってございます。

次のページに行かせていただきます。

4ページから10ページにわたって、健全性評価の内容を記載してございます。

まず健全性評価の1/7のページですが、適用規格、評価条件を整理いただいております。適用規格、評価条件といたしまして、日本機械学会の設計・建設規格の2005/2007版を用いております。また、同じく日本機械学会の環境疲労評価手法の2009年度版を用いております。

次に、過渡条件の設定について説明させていただきます。過渡回数の策定方針でございますけれども、評価に用います60年供用時の過渡回数につきましては、基本的に、これまでの運転実績に基づく過渡回数を用いまして、それが、今後も同様な運転が継続すると仮定して回数を推定してございます。

運転実績に基づく過渡回数は、実際に高浜3号機で発生した回数をカウントしてございまして、平成19年度末までの実績回数を数えてございます。

高浜3号機は、原子炉容器上蓋取替を平成20年度に実施しておりますので、上蓋、蓋用管台、空気抜用管台という取替機器と、それ以外の未取替機器と二つ扱いがございます。

まず、未取替機器のほうですけれども、先ほど申し上げました平成19年度末までの実績回数に加えまして、その実績回数から推定される年平均過渡回数というのを求めまして、それが運開後60年まで、つまりあと、平成19年から数えておよそ37年程度なんですけれども、その回数を算出しております。

一方で、取替機器につきましては、上蓋取替を平成20年8月に実施しておりますので、先ほど未取替機器で言いました平成19年末までの実績回数というのは0回になります。そ

の後の推定過渡回数は、未取替機器と同様でございまして、年平均当たりどれぐらい発生するかというのを推定いたしまして、その後、運開後60年まで継続した場合の回数を求めてございます。

推定過渡回数に該当する分ですけれども、取替機器の場合はスタートが平成20年8月からになりますので、推定過渡の部分につきましても、若干未取替機器よりも短い、少ない数を数えることになります。

次のページをお願いいたします。

健全性評価の2/7でございます。ここでは、前のページで説明させていただきました過渡回数の策定方針にかかる特記事項をまとめてございます。

まず、1番の定常負荷運転時の変動ですけれども、運転中、温度・圧力はわずかに揺らいでおりますけれども、それにつきましては、疲労評価に影響を与えるレベルではないと判断して、カウントはしてございません。

2番目の未経験過渡回数ですけれども、前ページで説明させていただきましたように、基本的には高浜3号機で、これまでの運転実績で実際に経験した過渡をカウントしております。それが、今後どれだけ発生するかという推定をしておるわけですけれども、未経験は、今までまだゼロだったというものにつきましては、今後も0回と数えるわけではなくて、過去に電協研で求めました方法に従いまして、保守的な評価を実施させていただいております。

3番目の、5%の負荷上昇回数の平均回数ですけれども、今後、稼働率が向上する可能性を考えまして、従来の運転実績から得られる数値よりも若干数の大きい回数を設定してございます。

4番目の、起動・停止の過渡変化でございますけれども、実際でも十分な保守的な値として55.6℃/hを設定してございます。

5番目の、燃料交換につきましても、計算上、今までの実績から得られる数値よりも保守的に大きい目な値を設定してございます。

6番目の、タービン回転試験ですけれども、これはプラント建設時の機能試験で行われた過渡でございます。今後は発生しないということで、実績としては数えますけれども、今後の推定はゼロとさせていただいております。

7番目と8番目につきましては、前ページで説明させていただきましたけれども、上蓋取替に関する特記事項でございます。

9番目の試運転の実績過渡回数ですけれども、試運転時特有の過渡回数ということで、これの扱いは、また別にさせていただいてございます。

10番目の評価用回数の余裕でございますけれども、ここに書いてございますような起動とか停止といった比較的よく起こっているような過渡につきましては、残りの従来の発生回数から推定した残りの運転期間に応じた推定回数に、さらに余裕を考慮して保守的に回数を決めてございます。

これらの考えに基づきまして、運転状態1及び2の過渡として、次ページ以降に示す過渡回数を設定してございます。

次のページをお願いいたします。

健全性評価の3/7でございますが、これが未取替機器の、スタッドボルトを除く未取替機器の過渡回数になります。表には過渡項目と、過渡回数に用いました、前ページに記した特記事項と、平成19年度末までの実績過渡回数、それと、実際、疲労評価に用いました60年時点の推定回数を記載してございます。

次のページに行かせていただきます。7ページの健全性評価の4/7でございますが、これは取替機器、上蓋と上蓋の周りの機器の疲労評価に用いた過渡回数を示してございます。取替機器は、平成20年度に上蓋取替をしているということで、2007年度末時点の実績が全て0回になってございます。

次のページに行かせていただきます。健全性評価の5/7でございますけれども、こちらはスタッドボルトの疲労評価に用いた過渡回数でございます。表に記載している項目は、前2ページのものと同様なものとなってございます。

次のページに行かせていただきます。

9ページの健全性評価の6/7でございますけれども、ここでは、原子炉容器各部位の疲労評価、環境疲労の評価結果を一覧として記載してございます。設計・建設規格に基づくUF及び環境疲労評価手法に基づく環境UFともに算出してございます。

なお、上蓋及び上部胴フランジ、上部胴と下部鏡の接続部、スタッドボルトにつきましては、全体が非接液部となっておりますので、表に示すとおり環境UFの欄はバーとなってございます。本ページの表に記載されております数値は、UF、環境UFともに評価対象部位に対して最大の値をとったところの値を記載してございます。いずれの値も、許容値である1に対して十分に低い値であるという結果を得ております。

次のページに行かせていただきます。

10ページの健全性評価の7/7でございますけれども、こちらは、前ページで示させていただきました原子炉容器各部位の低サイクル疲労の評価について、代表部位を選定して評価の詳細を説明させていただくものでございます。

代表箇所といたしましては、大気中及び接液部中の評価がともに必要になる部位のうち、評価点数が多く、かつ使用温度が高い出口管台を選定させていただきました。

出口管台を、この図の右側にあるような、拡大図に示すようなモデル化を行いまして、設計・建設規格に基づきまして評価点の①から⑭につきまして、大気中のUFを算出いたしました。その結果、全ての評価点におきまして、UFは許容値である1以下であるということを確認いたしました。

なお、UFが最大となったのは評価点の⑨でございまして、0.044という値でございました。さらに、接液環境である評価点①と③でございますけれども、そのうちUFが最大となったの①の評価点につきまして、環境疲労評価手法に基づきまして、環境UFを算出いたしました。その結果、環境UFとして0.001という値になりまして、これも許容値である1以下であるという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。

次の11ページ、12ページでは、現状保全を記載してございます。原子炉容器本体の評価対象部位における疲労割れに対する保全といたしましては、日本機械学会の維持規格2008年版に従いまして、各部位に対し供用期間中検査として定期的な検査を実施してございます。原子炉容器出口管台溶接部に対して、超音波検査ですとか浸透探傷検査を実施するなどして定期的に原子炉容器各部位の健全性を確認してございます。

次の12ページの表1に、供用期間中検査として実施している内容を記載してございます。これは疲労評価対象部位として挙げられたところに関する保全として表をまとめてございます。

11ページに戻らせていただきます。

あと、原子炉容器本体内面の内張りにつきましては、下部炉心構造物の吊り出し時の目視確認によりまして、原子炉容器内表面に対して内張りのはがれ、変形、錆などの目視で確認可能な異常のないことを確認してございます。それと3番目の○でございますけれども、さらに、健全性評価の項目で説明させていただきました疲労評価につきましては、今後も10年ごとの高経年化技術評価の時期にあわせまして、実過渡回数に基づく評価を実施することといたしております。

次のページをお願いいたします。

12ページの現状保全の2/2では、原子炉容器の疲労評価対象部位に対する供用期間中検査の内容を示してございます。各部位に対しまして、UTやPT、VT等が行われておりまして、異常のないということを確認してございます。

次のページに行かせていただきます。

13ページは、4番として総合評価、5番として高経年化への対応を記載してございます。総合評価でございますけれども、原子炉容器本体の疲労評価結果につきましては、UF、環境UFともに許容値以下であったということから、疲労割れ発生の可能性はないと考えてございます。しかしながら、疲労評価は実過渡回数に異存するような評価になりますので、今後とも実過渡回数を把握いたしまして、それに基づく評価を継続する必要があると考えております。また、疲労割れは超音波探傷検査等により異常は確認可能でございます。また、原子炉容器本体内面の内張りにつきましても、有意な異常のないことを目視確認によって検知可能であると考えております。したがいまして、現状の点検手法は適切であると考えております。

なお、冷温停止状態におきましては、温度・圧力は低くございまして、熱過渡の影響を受けないということから、冷温停止状態においては疲労評価の進展は考えられるものではございません。そのため、断続運転状態の評価につきましては、冷温停止状態にとって十分保守的なものになりまして、現状の保全を実施することで、冷温時におきましても健全性の維持は可能であると考えております。

5番目の高経年化への対応でございますけれども、以上の総合評価の結果から、高経年化への対応といたしましては、疲労割れに対して、現状保全項目として、今後とも実過渡回数に基づく評価を定期的に実施していくということにしております。

次のページに行かせていただきます。

14ページ、15ページ、16ページは、審査会合における代表機器以外の評価ということで、原子炉容器以外の疲労が懸念される機器と、その部位についての評価を一覧としてまとめてございます。原子炉容器の結果と同様に、UFと環境UFのそれぞれを算出しておりまして、それぞれ最大値となった値をここで記載してございます。

14ページの表の下に、*1、*2、*3という注記が記載してございます。

*1につきましては、原子炉容器のところでも説明させていただきましたけれども、*1がついております点につきましては、UFが最大となった点は接液部でなかったということで、

接液部のうちの最大となる点で環境UFを求めたというところでございます。このため、UFが最大となった点と環境UFが最大となった点が違ったという部位になります。*2につきましては、環境疲労評価の項につきましては、熱成層を考慮した評価を実施しております。このため、設計・建設規格によるUFを求める解析モデルと、環境UFを求める解析モデルが異なるものを用いてございます。

ただし、*2のほうにつきましては、UFの最大点と環境UFが最大となった点は同様の位置に、同じ位置になったというものでございます。

*3につきましては、同じく環境評価に熱成層を考慮したものでございます。*2と違いますのは、UFが最大になった点と環境UFが最大になった点が違うところになりましたというものでございます。いずれの評価対象機器におきましても、UF、環境UFともに許容値以下であるということを全て確認いたしました。

3号炉の資料の説明につきましては以上になります。

続きまして、資料1-8の高浜発電所4号炉の高経年化技術評価（低サイクル疲労）の説明に行かせていただきます。

なお、審査会の初めに大村審議官よりもお話があったように、高浜3号機と4号機は類似の構造になっておりますので、資料、評価内容につきましても、類似の内容になっております。このため、本資料記載内容のうち、高浜3号炉の低サイクル疲労と共通になる部分の説明は割愛させていただきまして、3号炉と4号炉で違う点を中心に説明させていただきます。

では、次のページをお願いいたします。

1ページ目は目次になっております。資料構成は3号炉の資料と同じでございます。

次のページをお願いします。

2ページ目、3ページ目に、審査会合資料における代表機器の選定の説明をしております。この内容は高浜3号炉と同様でございます。同じくステップ1、2、3と進みまして、原子炉容器本体を審査会合における代表機器として選定させていただきました。

次のページをお願いいたします。

ページ3では、原子炉容器の疲労評価対象部位を示しております。この評価対象部位は3号炉と同様でございます。原子炉容器の構造も、基本的には3号炉、4号炉同一でございますけれども、原子炉容器出入口管台の形状が3号炉と4号炉で若干異なってございます。

図1の出入口管台の拡大図におきまして、ちょっと見にくいんですれども、*2の矢印が

指している付近が、溝を切ったような形状になっているかと思います。

一方で、3号炉では当該部位に溝切りの形状は描かれてございません。4号炉では、600系ニッケル合金の応力腐食漏れ対策として、原子炉容器出入口管台の溶接部を肉盛補修してございます。その関係で、4号炉は管台部を内面切削加工しておりまして、出入口管台の形状は3号炉と4号炉で違うものになってございます。

次のページをお願いいたします。

4ページから健全性評価の説明になります。1/2の適用規格、評価条件は3号炉と一緒でございます。熱過渡条件の設定でございますけれども、基本的な考えは3号炉と同一でございます。ただし、上蓋の取替の時期が少し異なっておりまして、その関係でちょっと違う資料になってございます。高浜4号炉の上蓋取替は平成19年7月に実施しております。一方で、実績過渡回数を数えた時期というのは、高浜3号と4号は同一でございまして、平成19年末までの実績をカウントしております。

このため、取替機器、上蓋につきましても、19年7月に取りかえた後に実際に運転を経験しておりまして、その後、19年末の実績過渡回数をカウントしているということで、取替機器の実績過渡回数は0回にはなりません。約半年の期間に経験した過渡回数をカウントすることになっております。ただし、それ以外の考えは同一でございまして、今後、60年までの推定過渡回数を算出するための年平均過渡回数は、未取替機器の実績を用いて行っております。

次のページをお願いいたします。

5ページの健全性評価の2/7でございますけれども、3号炉と4号炉同一でございます。7番の内容につきまして、取替時期が違うということで一部記載が異なりますけれども、それ以外は同一でございます。

次のページをお願いいたします。

6ページの健全性評価の3/7でございますけれども、評価に用いる過渡回数は3号炉と4号炉で若干の差がございます。これは実績過渡回数がやはり3号と4号で少し異なりますので違いが出てきておりますけれども、過渡回数の60年時点での推定の考え方というのは同一でございます。また、3号炉と4号炉で大幅に違うというような過渡回数はございません。

次のページをお願いいたします。

健全性評価の4/7、7ページでございますけれども、ここは取替機器の過渡回数を記載しております。

4号炉は平成19年に上蓋取替をしているということで、この表でいきますと2007年度末時点の実績過渡回数はゼロではないというところが3号と4号で見た目ちょっと違うところでございます。

次のページをお願いいたします。

8ページの健全性評価の5/7でございますけれども、ここはスタッドボルトの疲労評価に用いた過渡回数を記載してでございます。3号炉と4号炉で大きくは変わらないというのは一緒でございます。

次のページに行かせていただきます。

9ページの健全性評価の6/7でございますけれども、3号炉と同様に、原子炉機器各部位の評価結果を記載してございます。過渡回数は3号炉と4号炉で少し異なるということもございまして、UF、環境UFは同じ値にはなりませんけれども、結果としましては、3号炉、4号炉で大きな差は生じてございません。4号炉でも同様に、UF、環境UFともに許容値以下、1以下であるということを確認いたしました。

なお、原子炉容器出口管台のUF最大となる点は、3号炉と4号炉で、結果的にではございますけれども、異なる点がUFのトップになるという結果になりました。

次の点をお願いいたします。

健全性評価の7/7、10ページでございますけれども、3号と同様に、原子炉容器の出口管台を代表として評価の詳細を説明させていただいております。この拡大したモデル図でいいますと、①、③、⑤、⑦の値にある、ちょっと溝の切った形状がございますけれども、これが原子炉容器出入口管台の補修工事にて切削加工した部位をモデル化した部位になります。

このような形状をモデル化しているというところが3号炉と4号炉で違うところ、でございまして、また、その結果、管台の形状及び評価点の位置、評価点の数が異なるものになってございます。評価の結果といたしましては、UF最大を示す点が、4号炉では⑮になります。3号炉では、このモデルでいうところの⑪の辺りの点がUF最大点となりましたので、応力分布が少し異なる結果になっております。

なお、接液部の環境UFの評価といたしましては①番がトップでございまして、値として0.001であるというのは3号炉と同様な結果になりました。評価モデルが違う等の理由があると思いますけれども、3号炉と4号炉で応力分布が少し異なるという結果になりましたけれども、類似の結果になったというものだと考えております。

次のページをお願いいたします。

ページ11、12ページでは、現状保全を記載してございます。現状保全の内容に関しましては、高浜4号炉と3号炉は同様でございます。

次のページをお願いいたします。

12ページの現状保全につきましても、原子炉容器の疲労評価対象各部位に対する供用期間中検査の内容を示してございまして、高浜4号炉は3号炉と同様の内容になってございます。

次のページをお願いいたします。

ページ13では、総合評価および高経年化への対応を記載してございます。この内容につきましても、3号炉と4号炉は同様でございます。総合評価といたしましては、原子炉容器本体疲労評価結果は、UF、環境UFともに許容値以下であったことから、疲労割れの可能性はないと判断しております。

しかしながら、今後とも、実過渡回数を把握して、それに基づく評価を継続する必要があると考えております。また、原子炉容器の疲労割れに対しまして超音波探傷検査等や目視確認を実施しております現在の評価手法は、適切であると考えております。また、冷温停止状態につきましては、疲労の進展が考えられないことから、断続運転状態の評価は十分保守的な評価となっておりまして、現状の保全を維持することで健全性の維持は可能であると判断しております。

5.の高経年化への対応につきましても、高浜3号炉、4号炉は同様でございます。今後とも、実過渡回数に基づく評価を定期的に実施していくこととしております。

次のページをお願いします。

ページ14から16ページは、高浜3号炉と同様に、原子炉容器以外の評価結果を一覧で示してございます。評価対象機器につきましては、3号炉と4号炉は同じでございます。また、UF及び環境UFに関しましては、過渡回数の違いがございますので、数値としては3号炉と4号炉は若干異なるものになってございますけれども、全体的には大きく変わるものではないと考えております。いずれの評価対象機器におきましても、UF、環境UFともに許容値以下であるということを確認いたしました。

資料の説明は以上になります。

○大村審議官　低サイクル疲労について、3号、4号、両方説明をいただきました。これについて、質問等ありましたらお願いします。

○高倉主任調査官　規制庁の高倉です。

4号の資料の10ページ目に関して、ちょっと確認させてください。先ほど、セーフエンドのところを切削加工したということですけれども、加工した後どうしたのか、ちょっとそこについて説明をしていただきたいのと、4号についてこういう、先ほどSCC対策と言われたと思うんだけれども、3号のほうはどのように考えたのか、それについて説明をお願いします。

○関西電力（北村）　関西電力の北村でございます。

まず1点目ですけれども、4号について、切削加工した後どうしたのかということでございますけれども、モデル上切削して、削れたままというようなモデルになってございますけれども、実際のものといたしましては、この上に690系ニッケル合金のオーバーレイをいたしておりまして、肉盛をして補修を実施しております。

2点目の質問でございますけれども、では、3号機はどうなのかという御質問でございますけれども、3号機につきましては、同じくSCC対策として応力改善対策を実施しております。原子炉容器の出入口管台に対しましてウオータージェットピーニングを実施しておりまして、溶接部の残留応力の改善を図っておりまして、同様に、応力腐食割れが起こらない対策を、手法は違いますけれども実施してございます。

○高倉主任調査官　わかりました。

あと、もう1点、同じく4号の、この10ページでよろしいかと思うんですけれども、先ほどの切削加工したところで、損傷値はそんなに大きくないんですけれども、環境のUFが、①番が一番大きくなっているということですけれども、それで、12ページを同じく資料で見ますと、現状保全で出口管台のところ、セーフエンドのところの溶接部はUTをやるようになっていると思いますけれども、先ほどの10ページの①番というのは、これはUTの範囲内に入っているんですかね、それとも、ちょっと微妙な位置のように思うんですけれども。

説明をお願いします。

○関西電力（北村）　すみません。実際の図面と解析上のモデルとのマッチングというのが今、手元にないものですから、それは調べまして、後日回答ということにさせていただければと思います。

○高倉主任調査官　よろしくお願いします。

○大村審議官　それ以外にいかがでしょうか。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

健全性評価の前提条件となる過渡回数についての点から御質問させていただきます。

例えば、高浜3号の資料の6ページと8ページを。

この両方とも、いわゆる未取替品の過渡回数ということで設定されているんですが、未取替品を比較しますと、起動と停止ですね、それから1次冷却漏洩試験について、この繰り返しだけが、スタットボルトのほうが若干多い目に設定されております。

これは、何か考え方があってこう多い目にしているのか、御説明をお願いします。

○関西電力（北村）　関西電力の北村でございます。

おっしゃるとおり、スタットボルトがちょっと違うということで御疑問を持たれたということだと思いますけれども、実際に起こっている過渡といたしましては、当然、両方未取替機器でございますので、全く一緒でございます。

ここに書いている過渡項目は、設計時に考慮している過渡項目を書かせていただいておるんですけれども、実際に起こっている過渡といたしましては、これ以外に、どういうものかわからないものも含めまして、微小なものを含めまして、温度変動、圧力変動が発生しているものがございます。

そういうものも過渡回数のカウントのときには、運転のログですとか、そういうものを全部拾いまして、どういう温度変動、圧力変動があったのかというものを全て数えるようにしてございます。

そういった、これらの設計過渡に分類されない過渡を総じて微小過渡と呼んでおるわけですけれども、微小過渡の扱いにつきましては、詳細はなかなか申し上げられないんですが、微小過渡としての温度変動幅、圧力変動幅が基準過渡という起動・停止、もしくは1次漏洩試験に対してどれぐらい小さいものかというものを概算いたしまして、その結果、疲労に1回当たりどれぐらいきいてくるのかということを計算させていただきまして、求めてございます。

その微小過渡というのは、つまり、この起動・停止、1次系漏洩試験の実績として加えてございまして、その結果が、この健全性評価の3/7、4/7、5/7に記載している値になります。

スタットボルトがなぜ違うのかというところなんですけれども、疲労にどれぐらいきいてくるのかというのが、原子炉容器とスタッドボルトで金属材料が違いますので、その換算式がちょっと違うんですね。

したがいまして、微小過渡も当然、回数としては一緒なんですけれども、ただ、それを、

じゃあ、起動に対して何回分として見るのかというところが、スタッドボルトのほうが厳しくなりますので、スタッドボルトのほうが回数は多くなる。その微小過渡は、起動、停止、1次系漏洩試験のこの三つに当てはめてございますので、その三つだけスタッドボルトがほかの未取替機器に比べて多くなるということになってございます。

○大高上席調査官　規制庁、大高です。

今のように、ここには出ていない現象を換算している。しかも、それは材質の違いで、こういうふうに差が出ているというふうに理解しました。了解しました。

○大村審議官　それ以外、いかがでしょうか。

私のほうから、1点だけ。

これは両方共通ですけど、14ページに代表機器以外の評価というのが、14、15、16とあります。それで、設計・建設規格による解析というのと、それから環境疲労評価手法による解析と二つ並べてあって、設計・建設規格による解析の対象の範囲というのと、環境疲労評価手法による解析の範囲については、設計・建設規格によるもののほうが包含している、要するに、接液部も含めて全体を見ているので包含している、対象部位としては、そういうふうに理解していいですか。

○関西電力（北村）　関西電力の北村でございます。

その認識で結構かと思いますけれども、設計・建設規格による評価は、ここに上がっている機器の全てになります。一方で、環境疲労につきましては、その中の接液部だけを対象にしますので、結果的に、環境疲労を対象としている対象機器、さらに対象部位は、包含されて少なくなってございます。

○大村審議官　それを前提に、もう一つお伺いすると、例えば、1次冷却材ポンプのケーシングのところの数値が、設計・建設規格による解析だと0.099とか0.098になっているのに対して、右側の環境疲労評価のほうは0.753。

これは、下の注釈を見ると、最大のところをとっているので場所が違うというふうに理解するんですが、ただ、設計・建設規格のほうが全体を包含しているということになると、右側の環境疲労評価手法による解析の場所のところも包含しているわけですよね。

そうすると、これは一けた、実は評価の結果が違うということになるんですけど、なぜ、こんなに差ができるのか。これは、接液部という効果で、なぜ、そんなに差が出るのかというのが、何かわかれば教えていただきたいなというのと、それから、同じような話で、15ページにあるところのステンレス鋼配管の加圧器のスプレイ配管も同じような傾向があ

って、設計・建設規格のほうは0.01ですけど環境疲労評価のほうは0.421。これは、また物すごく大きな、何十倍もの差があるということになっています。

これも注釈を見るとモデルが違っているのでということになるんですが、ただ、二つとも包含しているというか、同じところを見ていてこんなに違いがあると、モデルがそもそも一体どうなんだという議論もありそうな気もするんですが。そのあたり、何か解説なり説明をいただけませんでしょうか。

○関西電力（北村）　関西電力の北村でございます。

まず、最初の御質問のほうの1次冷却材ポンプのほうでございますけれども、環境疲労というのは、非常に簡単に申し上げますと、設計・建設規格で求めた疲労に対して環境補正係数という係数を掛けて求めるものでございます。

したがいまして、環境疲労は、同じ点に対して環境疲労を求めれば、当然、大きくなるものでございます。

1次冷却材ポンプの場合ですけれども、設計・建設規格による解析で求めた最大の箇所というのはケーシングの外側になりますので、非接液部ということで、そこは環境疲労の対象にはならないんですけれども、一方で、内面でもそんなに変わらないような値が出ておりまして、環境疲労を求めるための評価対象部位というものの通常UFが極端に低いというような状態ではございませんでした。

それで、1次冷却材ポンプはケーシングの材料がステンレス鋳鋼でございまして、ステンレス鋳鋼の場合、環境疲労にきいてくるパラメータとして、温度ですとか、ひずみ速度というのがあるんですけれども、ステンレス鋳鋼の場合、ひずみ速度が遅いほうが環境疲労としては高くなるわけですけれども、それの飽和するひずみ速度というのが、通常のオーステナイト系ステンレス鋼よりも、さらに一けた低いところまで飽和速度が設定されてございまして、つまり、ステンレス鋳鋼ですと、どうしても環境疲労の補正係数というのが高くなります。それで、その結果、計算しますと10倍近い値が出てしまったというのが実態でございます。

一方で、ステンレス鋼配管の加圧器スプレイ配管のほうですけれども、これも、もちろん同様に、環境疲労につきましては設計・建設規格による疲労に対しまして係数を掛けて求めるので大きな値にはなるんですけれども、加圧器スプレイ配管につきましては、環境疲労のほうは熱成層を考慮しておりますので、そもそもモデルが違うものになってございます。

したがいまして、熱成層を考慮したモデルの違う設計・建設規格によるUFを求めた上で、さらに環境補正係数を掛けるというところで、ここに書いてございます0.010と違う値に対して、さらに係数を掛けるという操作をしておりますので、何十倍というような値になってしまっておりますけれども、そこでわかりにくい関係になってございます。

○大村審議官　特に、0.753とかになると1に割と近くなってくるので、0.0何ぼとかだと、その何十倍であろうが、そんなに大きな影響はないとは思うんですけど、0.7とか0.4とか5という話になると、そのぐらいの不確かさがあって、どのぐらい保守性が見込まれていてみたいな話は、最終的には確認したいという感じがしますので。

これは細かな話なのでヒアリングの場でもいいとは思うんですけれども、このあたりの過程と、どの程度、保守性を持って解析の結果があるのかというのを、資料をつくっていただいて、説明をその場でやっていただくということは可能でしょうか。

○関西電力（北村）　わかりました。

具体的な計算につきましては、また、ヒアリングの場のほうがよろしいですかね。

○大村審議官　この場でやっていただいてもいいんですけど、細かな、恐らく計算の過程の話になるので、ヒアリングの場で確認をしていただいたほうがいいんじゃないかと思っています。

○関西電力（北村）　わかりました。

ヒアリングで具体的に確認をさせていただきます。

すみません。一つ補足を申し上げておきますと、ここで求めている値というのは、現時点の疲労ではなくて、あくまで、このまま60年まで運転し続けたら、今のペースですと、若干、回数は保守性を持っておりますけれども、こうなりますというものでございますので。そういう意味では、既に、まずい傾向にあるとか、ちょっとぎりぎりというようなものではなくて、今後、また運転実績をもとに、さらに新たな手法も導入しつつ見直していくというものでございますので。

そこは、今後、見直しが可能な値であるということは御認識いただければと思います。

○大村審議官　それでは、それ以外に何かありますか。よろしいですか。

それでは、低サイクル疲労はこれぐらいにしまして、最後の事象ですが、中性子の照射脆化について、資料の1－9、1－10、これもまとめて説明をお願いできますでしょうか。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

それでは、お手元の資料の1－9に基づきまして、高浜発電所3号炉の高経年化技術評価

のうち、原子炉容器の中性子照射脆化評価について説明させていただきます。

1ページ目をお願いします。

こちらは目次でございます。原子炉容器の中性子照射脆化評価につきましては、以下の6項目に分けて説明させていただきます。1項目で、原子炉容器の中性子照射脆化とは、どういった劣化事象なのかということを簡単に説明させていただきまして、以降、評価点の抽出、健全性評価、現状保全、総合評価、高経年化への対応という流れで説明させていただきます。

次のページをお願いします。

1項目目、原子炉容器の中性子照射脆化についてでございます。

この項目では、中性子照射脆化という劣化事象についての説明を簡単にまとめさせていただいております。

炭素鋼、低合金鋼などのフェライト系材料につきましては、高エネルギーの中性子照射によって強度、硬さが増加し、延性、靭性が低下することが広く知られてございます。原子炉容器の構造材料は、低合金鋼のフェライト系材料に該当いたします。また、原子炉容器の炉心領域部におきましては、中性子の照射とともに遷移温度の上昇と上部棚領域の靭性が低下することが広く知られておりまして、これを中性子照射脆化と呼んでございます。

ここで、遷移温度と上部棚領域というものが出てきましたので、そちらについて簡単に説明させていただきます。

金属材料の破壊形態は温度に依存しまして、高温においては延性破壊を生じます。しかしながら、温度の低下に伴い、延性破壊から非延性破壊へ破壊形態が変化しまして、その破壊形態が変化する温度を遷移温度、もしくは関連温度と呼んでございます。また、遷移温度よりも高温側の延性破壊を生ずる領域のことを上部棚領域と規定してございます。

今回の審査会合におきましては、原子力規制委員会の「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド」及び日本原子力学会標準であります「原子力発電所の高経年化対策実施基準」に規定されております原子炉容器の中性子照射脆化につきまして、具体的な評価内容を説明させていただきます。

次のページをお願いします。

2項目目、評価点の抽出について御説明させていただきます。

中性子照射脆化評価におきましては、運転開始後60年時点の推定中性子照射量が日本電気協会規格でありますJEAC4201に規定されております1017n/cm^{2}を超える範囲を対象に評

価点を抽出しまして評価を実施してございます。中性子照射脆化評価におきましては、中性子の照射量が多いほど遷移温度の上昇量が大きく、上部棚吸収エネルギーの低下幅も大きくなると考えておりますので、照射量が最も大きく、評価上、最も厳しい原子炉容器下部胴の炉心領域を評価点として設定してございます。

原子炉容器下部胴炉心領域部の中性子照射量ですが、2013年6月末時点で3.99×1019n/cm^{2}程度になります。運転開始後60年時点では、9.55×1019n/cm^{2}程度になります。

また、評価点としましては最も厳しい下部胴炉心領域を設定してございますけれども、それ以外にも60年時点で照射量が1017n/cm^{2}を超える部位はございまして、それは上部胴、出入口管内、トランジションリングの一部でございます。しかしながら、これらの部位に関しましては下部胴炉心領域部に比べまして照射量が十分に小さく、したがって関連温度、移行量等も十分小さいと判断しておりますので、評価点としましては下部胴炉心領域部が妥当であると考えてございます。

資料の右側には原子炉容器の概要図を記載しておりまして、下部胴等の箇所を図示させていただいております。

そのほか、原子炉容器の主な仕様、原子炉容器下部胴の化学成分を記載してございます。化学成分につきましては、下部胴と同一材料で作成しました監視試験片の材料成分分析結果を記載してございます。原子炉容器につきましては、この監視試験片を下部胴炉心領域内表面の、さらに炉心に近い部分に複数個装荷してございまして、それを定期的に取り出して分析した結果をもとに中性子照射脆化評価を実施してございます。

次のページをお願いします。

3項目目、健全性評価について説明させていただきます。

まず、3-1としまして、監視試験結果でございます。

先ほども申し上げましたけれども、原子炉容器には炉内に監視試験片を複数個装荷してございまして、高浜3号炉につきましては、これまで4回の監視試験片の取り出しを実施してございます。資料の表には、これまで4回の監視試験分析結果と照射前分析から得られたデータをまとめて提示させていただいております。

表には、Tr30温度と上部棚吸収エネルギーの実測値を記載しております。

このうちTr30という数値ですけれども、こちらはシャルピー衝撃試験における吸収エネルギーが41Jとなる温度を表してございまして、材料の脆化度合いを示す指標として用いられる数値でございます。

なお、表の数値から御確認いただけますとおり、母材と溶接、熱影響部のTr30を比べていただきますと母材のほうが高くなっておりますので、溶接、熱影響部の評価は母材の評価で代表できると判断してございます。

次のページをお願いします。

続きまして、関連温度の評価でございます。原子炉容器の関連温度につきましては、これまでの監視試験結果をもとに、日本電気境界規格である原子炉構造材の監視試験方法（JEAC4201-2007/2013追補版）に規定されております脆化予測法を用いまして、60年時点の関連温度の予測を実施してございます。表には、関連温度の予測結果を記載させていただいております。

なお、関連温度の予測に用いました60年時点の中性子照射量でございますけれども、これは、今後の原子炉の稼働率を85％と仮定して算出した結果を用いてございます。

今後の稼働率を85％に想定した理由でございますけれども、高浜3号炉におきましては、これまでの平均設備稼働率が80％程度でございますので、適切な保守性を見込んで85％と設定させていただいたものでございます。

次のページをお願いします。

関連温度評価の続きでございます。

このページでは、関連温度の予測値と監視試験によって得られました関連温度実測値の関係を示させていただいております。左のグラフでは関連温度予測値の範囲を黒い実線で示しておりまして、その上に、これまで得られた計4回の監視試験片の関連温度実測値をプロットしてございます。

御確認いただけますとおり、関連温度実測値は脆化予測法による予測の範囲を逸脱しておらず、特異な脆化傾向はないと考えてございます。

次のページをお願いします。

続きまして、上部棚吸収エネルギーの評価でございます。

原子炉容器の上部棚吸収エネルギーにつきましては、JEAC4201に規定されております予測式を用いまして60年時点の予測値を評価してございます。日本電気協会規格であります原子力発電所用機器に対する破壊靭性の確認試験方法（JEAC4206-2007）におきましては、上部棚吸収エネルギーは68J以上であることが要求されておりますけれども、表の結果のとおり、60年時点におきましても68Jを下回ることはなく、十分な上部棚吸収エネルギーがあることを確認してございます。

次のページをお願いします。

続きまして、加圧熱衝撃事象に対する評価でございます。

原子炉容器につきましては、JEAC4206に基づきまして加圧熱衝撃評価、PTS評価を実施してございます。PTS評価とは、原子炉容器が内圧等による応力が発生している状態で急冷されることを想定しまして、その状態におきましても不安定脆性破壊に至らないかを確認する評価でございます。PTSを引き起こす事象としましては、小破断LOCA、大破断LOCA及び主蒸気管破断事故を想定しまして評価を実施しております。

評価方法としましては、監視試験によって得られました破壊靭性実測値を国内脆化予測法を用いまして、60年時点まで温度軸に対してシフトさせます。

その60年時点までシフトさせた破壊靭性実測値を下限包絡するように、JEAC4206に規定されておりますK1C曲線というものを設定します。資料中央に記載させていただきました計算式が、JEAC4206に規定されておりますK1C曲線設定の式でございます。このうち、TPという数字は、破壊靭性実測値を下限包絡するように定めるプラント個別の数値でございますけれども、高浜3号炉の60年時点の評価におきましては、このTPは96度という結果となってございます。このようにして設定しましたK1C曲線が、原子炉容器の破壊に対する抵抗値を表すデータとなってございます。

一方、脆性破壊を起こそうとする力についてですけれども、原子炉内表面に欠陥を想定しまして、PTS事象発生時の亀裂先端部での応力拡大係数K1を算出しまして、PTS状態遷移曲線、K1曲線と呼んでおりますけれども、こちらを設定しております。

次のページをお願いします。

9ページのグラフでございますけれども、先ほど説明いたしました脆性破壊に対する抵抗値でありますK1C曲線と、脆性破壊を起こそうとする値でありますK1曲線を同じグラフに記載したものでございます。

このグラフのとおり、高浜3号炉におきましては、60年時点でのK1C曲線がK1曲線を絶えず上回っていることから、PTS事象発生時におきましても脆性破壊は発生しないと評価してございます。

次のページをお願いします。

4項目目、現状保全について説明させていただきます。

原子炉容器胴部の中性子照射による機械的性質の変化につきましては、JEAC4201に基づきまして計画的に監視試験を実施し、将来の破壊靭性の変化を先行把握してございます。

なお、高浜3号炉におきましては、監視試験カプセルを6体挿入してございまして、現在までに4体のカプセルを取り出し、将来の運転期間に対する脆化予測を行っております。

また、監視試験結果を用いまして、JEAC4206に基づきまして運転管理上の制限として加熱・冷却運転時に許容し得る運度・圧力の範囲、これを加熱冷却時制限曲線として設定して、適切に運用してございます。

また、RCS耐圧・漏洩試験時につきましても、耐圧・漏洩試験温度を設定し、こちらも適切に運用しております。

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おりまして、有意な欠陥のないことを確認してございます。至近の検査実績としましては、2006年の第17回定期検査時におきまして検査を実施してございます。

次のページをお願いします。

5項目目、総合評価でございます。

健全性評価の結果、原子炉容器に特異な脆化傾向はなく、60年時点におきましても十分な上部棚吸収エネルギーを有しておりまして、PTS評価におきましても脆性破壊が発生しないことが確認されておりますので、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。

また、胴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ございまして、原子炉容器に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、保全内容としても適切であると判断しております。

なお、これまで説明させていただきました評価内容につきましては、60年時点まで原子炉が断続運転するという仮定のもと実施した評価結果でございますが、高浜3号炉につきましては、冷温停止状態が長期間継続した場合の健全性評価も実施してございます。

しかしながら、原子炉の中性子照射脆化につきましては、冷温停止状態におきましては燃料からの有意な中性子照射がないため、中性子照射脆化は進展しないと考えてございます。したがって、現状の評価結果につきましては、冷温停止状態評価としては十分に保守的な評価でございまして、断続運転時に実施している現状の保全を実施することで今後も健全性は十分維持できると考えてございます。

次のページをお願いします。

6項目目、高経年化への対応でございます。

これまでの評価結果から、高経年化への対応としましては、以下の活動を継続すること

により、今後も原子炉容器の健全性は確保できると考えてございます。

まず、JEAC4201に基づきまして計画的に監視試験を実施しまして、定期的に超音波探傷検査を実施していきます。次に、監視試験結果から、JEAC4206に基づきまして、運転管理上の制限として加熱冷却時制限曲線及び耐圧・漏洩試験を設け、これを適切に運用してまいります。

なお、健全性評価の結果から、原子炉容器の中性子照射脆化が原子炉の安全性に影響を及ぼす可能性はないと考えてございますけれども、これまでの健全性評価の妥当性を確認するため、また中性子照射脆化に関する知見拡充のために、第5回監視試験の実施計画を策定することとし、長期保守管理方針として保安規定に記載したいと考えてございます。

高浜3号炉の中性子照射脆化に関する説明は、以上でございます。

引き続きまして、お手元の資料1-10に基づきまして、高浜4号炉の原子炉容器の中性子照射脆化について説明させていただきたいと思います。

では、資料1-10でございますけれども、高浜4号炉につきましては、高浜3号炉とツインプラントでございますので、原子炉容器の仕様は同じでございます。

そのため、今回用意しました審査会合資料につきましても、3号炉と説明が重複する部分が多くございますので、そういった部分の説明は簡略化させていただきたいと思います。

ただ、照射脆化の評価は、それぞれのプラントから採取しました監視試験片の分析データをもとに実施してございますので、4号炉固有の評価結果となっている部分につきましては重点的に説明させていただきたいと考えてございます。

それでは、1ページ目をお願いします。

1ページ目は目次でございます。こちらは、3号炉と同様、六つの項目に分けて説明させていただきたいと考えてございます。

次のページをお願いします。

1項目目、原子炉容器の中性子照射脆化という劣化事象についての説明でございますけれども、こちらは高浜3号炉での説明と同等でございますので割愛させていただきたいと思います。

次のページをお願いします。

2項目目、評価点の抽出でございますけれども、高浜4号炉につきましても3号炉と同様に、1017n/cm^{2}を超える範囲を対象に評価点を抽出しまして評価を実施してございます。

こちらも3号と同等の考えなんですけれども、評価点としては最も厳しい原子炉容器下

部胴の炉心領域を評価点として設定してございます。

下部胴炉心領域部の照射量についてですが、こちらは高浜4号炉固有の数値でございますけれども、2013年6月末時点で4.38×1019n/cm^{2}程度、運転開始後60年時点で10.77×1019n/cm^{2}程度になると考えてございます。

また、4号炉におきましても、下部胴以外に上部胴、出入口管内、トランジションリングの一部が1017n/cm^{2}を超えると予測してございますけれども、これらの部位に関しましては下部胴炉心領域に比べて十分に中性子照射量が低いため、評価点としましては下部胴炉心領域部が妥当であると考えてございます。

そのほか、資料の右側には原子炉容器の概要図を記載させていただいておりますけれども、こちらも高浜3号と同等でございます。原子炉容器下部胴の化学成分でございますけれども、こちらは下部胴と同一材料で作成しました監視試験片の化学成分分析結果を記載しておりますが、こちらに関しましては高浜4号炉固有の数値でございます。

次のページをお願いします。

3項目目、健全性評価でございます。

まず、監視試験結果について説明させていただきます。

高浜4号炉は、3号炉と同様に、これまで4回の監視試験片の取り出しを実施してございます。資料の表に、これまで4回の監視試験分析と照射前分析から得られたデータをまとめておりますが、これらにつきましても高浜4号炉固有に採取した数値でございます。

4号炉につきましても3号炉と同様に、母材のTr30が溶接、熱影響部のTr30より高くなってございますので、熱影響部の評価は母材の評価で代表できると判断してございます。

次のページをお願いします。

続きまして、関連温度の評価でございます。

原子炉容器の関連温度につきましては、これまでの監視試験結果をもとに、JEAC4201に規定されております脆化予測法を用いまして、60年時点の関連温度の予測値を記載させていただいております。

これら記載させていただきました数値に関しましては、高浜4号炉固有の評価結果でございます。

関連温度の予測に用いました60年時点の中性子照射量でございますけれども、こちらは高浜3号炉と同様に、今後の原子炉の稼働率を85％と仮定して算出した結果を用いてございます。

今後の稼働率を85％に想定した理由ですけれども、4号炉におきましては、これまでの平均設備稼働率が77％程度でございますので、適切な保守性を見込んで85％と設定させていただきました。

次のページをお願いします。

関連温度評価の続きでございます。

こちらのページで、関連温度の予測値と監視試験によって得られた関連温度実測値の関係を示させていただいております。

左のグラフで3号機と同様に黒い実線で関連温度の予測値の範囲を示させていただきまして、その上に、これまで得られた計4回の監視試験片の関連温度実測値をプロットしてございます。

4号炉につきましても、3号炉と同様に、関連温度実測値は脆化予測法による予測の範囲を逸脱しておりませんので、特異な脆化傾向はないと考えてございます。

次のページをお願いします。

続きまして、上部棚吸収エネルギーの評価でございます。

表にはJEAC4201に規定されております予測式を用いて算出しました60年時点の上部棚吸収エネルギー予測値を記載してございますが、こちらも高浜4号炉固有の数値でございます。4号炉につきましても3号炉と同様に、JEAC4206で要求されております68J以上を60年時点でも満足しておりまして、十分な上部棚吸収エネルギーがあることを確認してございます。

次のページをお願いします。

続きまして、加圧熱衝撃事象の評価でございます。

4号炉につきましても、3号炉と同様に加圧熱衝撃に対する評価を実施してございます。

評価手法は3号炉と同様でございまして、JEAC4206に基づいた評価を実施してございます。想定するPTS事象につきましても、3号炉と同様に、小破断LOCA、大破断LOCA及び主蒸気管破断事故を想定してございます。

破壊に対する抵抗値の評価として、4号炉の監視試験により採取しました破壊靭性実測値を下限包絡するようにK1C曲線を設定しておりますが、その際に定まるTPの値ですけれども、高浜4号炉の60年時点の評価におきましては108度という数字になってございます。

一方、脆性破壊を起こそうとする力につきましては、3号炉と同様に原子炉内表面に欠陥を想定しまして、PTS事象発生時の亀裂先端部での応力拡大係数K1を算出しまして、PTS

状態遷移曲線、K1曲線を設定してございます。

次のページをお願いします。

資料のグラフは、先ほど説明いたしましたK1C曲線とK1曲線を同じグラフに記載したものでございますけれども、このグラフのとおり、4号炉におきましても60年時点でのK1C曲線がK1曲線を絶えず上回っておりますので、PTS事象発生時におきましても脆性破壊は発生しないと評価してございます。

次のページをお願いします。

4項目目の現状保全でございます。

こちらは、超音波探傷検査の検査実績が違う以外は3号炉と同等となってございます。

簡単に説明させていただきます。

原子炉容器の中性子照射による機械的性質の変化につきましては、JEAC4201に基づいて監視試験を実施しておりまして、将来の靭性の変化を先行把握してございます。

4号炉につきましても監視試験カプセルを6体挿入しておりまして、現在までに4体のカプセルを取り出し、将来の運転期間に対する脆化予測を行っております。

また、監視試験結果から、JEAC4206に基づきまして加熱冷却時制限曲線を設定し、また、RCS耐圧・漏洩試験温度も設定しまして、適切に運用してございます。

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おりまして、有意な欠陥のないことを確認してございます。至近の検査実績は、高浜4号炉につきましては2011年開始の第20回定期検査時におきまして検査を実施してございます。

次のページをお願いします。

5項目目、総合評価でございます。

総合評価につきましては、結論としましては高浜3号炉と同等の内容となってございます。健全性評価の結果、原子炉容器に特異な脆化傾向はなく、60年時点におきましても十分な上部棚吸収エネルギーを有しており、PTS評価におきましても脆性破壊が発生しないことが確認されておりますので、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。

また、胴部材料の機械的性質の予測につきましては監視試験により把握可能でございますし、原子炉容器に有意な欠陥のないことも超音波探傷検査によって確認しておりますので、保全内容も適切であると考えてございます。

なお、高浜4号炉におきましても冷温停止状態が長期間継続した場合の健全性評価を実

施してございますが、中性子照射脆化に関しましては、冷温停止状態においては燃料から有意な中性子照射がないと考えておりますので、中性子照射脆化は進行しないと考えてございます。

したがって、現評価結果は、冷温停止状態評価としては十分保守的な評価でございますので、断続運転時に実施しています現状の保全を継続することで、今後も健全性は十分維持できると考えてございます。

次のページをお願いします。

6項目目、高経年化への対応でございます。

こちらにつきましても、高浜3号炉と同等となってございます。

これまでの評価結果から、高経年化への対応とて以下の活動を継続することによりまして、今後も原子炉容器の健全性を確保できると考えてございます。

まず、JEAC4201に基づきまして計画的に監視試験を実施しまして、今後も定期的に超音波探傷検査を実施していきます。

次に、監視試験結果から、JEAC4206に基づきまして、運転管理上の制限として加熱冷却時制限曲線及び耐圧・漏洩試験温度を設け、これを適切に運用してまいります。

なお、高浜4号炉につきましても、健全性評価の結果から、原子炉容器の中性子照射脆化が原子炉の安全性に影響を及ぼす可能性はないと考えてございますけれども、これまでの健全性評価の妥当性を確認するため、中性子照射脆化に関する知見拡充のために第5回監視試験の実施計画を策定することとしまして、こちらを長期保守管理方針として保安規定に記載したいと考えてございます。

以上で、高浜4号炉の原子炉容器の中性子照射脆化に関する説明を終わらせていただきます。

○大村審議官　中性子照射脆化について、説明をいただきました。

本件について、質問等がありましたらお願いします。

○北條調査官　規制庁の北條です。

健全性評価の観点から、3号、4号共通のことでちょっと聞きたいことがあります。

それぞれの資料の4ページ目で、監視試験結果が書かれているんですが、これは関連温度ではなくTr30で記載しておりますが、その意図というか、なぜでしょうか。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

資料4ページで、Tr30という数値を記載させていただきました理由でございますけれど

も、まず、このTr30という数値ですが、資料の中にも少し記載させていただきましたけれども、シャルピー衝撃試験における吸収エネルギーが41Jとなるものでございます。このTr30という数値は、延性脆性遷移温度の一種でございまして、このTr30というものが静的破壊靭性値とよい相関があるというふうに広く知られてございます。

ですので、原子炉容器の健全性という観点では、脆化状況を把握するのに一番適したパラメータであるということで、Tr30を記載させていただきました。

4ページにつきましては、母材と熱影響部のTr30を比較しているんですけれども、こういった手法をとることはJEAC4201にも記載されてございます。

○北條調査官　わかりました。

続いてなんですが、また健全性評価の、今度は国内脆化予測法についてお聞きします。

今回、両方の評価を、JEAC4201の2013年追補版の予測手法で行ってきておりますが、2010年の追補版の予測法と比較して、その評価の妥当性といいますか、なぜ2013年追補版を使用したのか。また、それでよいと、どう考えているのかというのをお聞かせください。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

JEAC4201についてですけれども、この規格につきましては、1970年の初版制定以降、都度、新しい知見を反映して更改がなされているものでございます。

それの最新版であります2013追補版に関しましては、近年採取された高照射の監視試験データ等を反映しまして、高照射領域での予測精度の向上が図られた手法でございます。

そういったこともございまして、我々で高浜3・4号炉の原子炉容器の中性子照射脆化の評価をするに当たっては、予測精度が現在、最もいいとされている2013年追補版を用いることが妥当だと判断して使用してございます。

ちなみにですけれども、最終的なアウトプットでございますPTS評価におきましては、2013年追補版と2010年追補版での評価結果を見比べますと2013追補版のほうが厳しい結果となります。厳しいほうの結果におきましても、資料9ページに示させていただいておりますとおり、60年時点でも不安定脆性破壊は発生しないという評価結果となっておりますので、高浜3・4号炉の照射脆化が健全性に影響を与えることはないと判断してございます。

以上です。

○北條調査官　わかりました。

○大村審議官　今のに関連して、1点だけ確認なんですけど。

非常に高い照射で、試験結果が従前のものとは少し違うという結果が数年前にあって、

それを踏まえて学協会のほうで、どういうふうに予測式をつくるのかというのを検討されているという話は聞いていたんですけれども、今の2013年の追補版というのが、それの成果ということになっているのですか。それとも、まだ検討は続いているのですか。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

そういった、近年まで採取されました高照射領域での監視試験のデータを分析しまして、それらの傾向をしっかり捉えられるように改善したのが、この2013年追補版の評価式でございます。今後も、どんどん監視試験結果というのは採取されていきますので、それらも随時反映していく、活用していくかと考えてございます。

○大村審議官　了解しました。

それ以外に。

○船田技術参与　規制庁の船田です。

今と似たような質問ですけど、健全性評価の面から確認と質問をさせてください。

4ページにありますように、関西電力さんの照射脆化について、Tr30というのをかなり重要視されていると今のお話で伺ったんですけれども、そもそも監視試験を選ぶときには、材料を選ぶときには、やっぱり、規格に従って関連温度をそれぞれの材料とか溶接部位について求めて、最終的に評価時点末期での関連温度の一番高いところを選んで監視試験にしているという、そういう理解でよろしいですね。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

高浜3・4号炉に関しまして、その認識で結構です。

○船田技術参与　今の点、了解しました。

それから、もう一つですけど、PTSの評価で、実際にUTで検査されているというふうに伺っているんですが、これは一応、規格上、維持規格だと溶接線を、かなりの部分で検査することになっていますけれども、何％ぐらいの領域を終わられているのか、全部終わられているのか、そこら辺、もしデータがあれば教えてください。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

原子炉容器のUTに関してですけれども、炉心領域部の100%に関して10年間で実施するように維持規格で規定されておりますので、それに従いまして検査を実施してございます。

○船田技術参与　多ければ、今は200%ぐらい。200%というか、10年間で100%ですか。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

10年ごとに、100%の範囲を何度も何度もやるということでございます。

○船田技術参与　100%のうちの、ある部分をやることになっていると思うんですけれども、今、対象として、溶接線は、一応、全面見られているという理解でよろしいですか。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

炉心領域部の溶接線に関しましては、流れ方向に関しまして全て確認してございます。

○船田技術参与　了解しました。

○大村審議官　それ以外に何かありますか。

○北條調査官　規制庁の北條です。

今度は3号炉の個別の評価についてですが、4ページの監視試験片の結果なんですが、母材と熱影響部の差を、初期値から第4回目までの移行量を見たときに、熱影響部が母材よりも圧倒的に高くて、その次の、5ページの関連温度の評価の予測値を見てみると、現時点でも、運転開始後60年時点でも、関連温度に関しては熱影響部のほうが母材よりも高い数字になっていると見えますが、ここで母材を代表とした理由というか、母材を代表とすることの妥当性というのを説明してください。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

高浜3号炉の第4回監視試験結果についての御質問ですけれども、まず、母材を熱影響部の代表とすることの根拠といいますか、それにつきましては、先ほども申し上げましたけれども、Tr30という数値が材料の靭性値をよく示す値であるということで、それでの比較で母材のほうが厳しい結果となっておりますので、そちらで代表できると考えております。

この考え方はJEAC4201にも規定されておりますので、手法としては問題ないかなと考えております。

ちなみにですけれども、第4回監視試験片の照射量がRV内表面に換算しますと、ほぼほぼ60年近い照射量となってございますで、この評価結果というのがプラントの評価末期の状態を十分表していると思いますので、健全性としては、母材の靭性のほうが熱影響部よりも低いという状況で評価して問題ないかなと考えてございます。

関連温度の移行量が、熱影響部のほうが少し大きいということに関しましては、すぐさま何か問題になることはないと思いますけれども、他プラントの状況とかも含めまして、今後も検討を進めていきたいなと考えてございます。

以上です。

○北條調査官　わかりました。

続きまして、4号炉のほうですが、4号炉の資料の6ページ目、これもまた、健全性評価

の観点での質問です。

この6ページのグラフの左側のグラフを見てみると、4回とも全部、マージンの線の中に入ってはいるんですが、4回目の監視試験の結果が、実測値と計算値を比べてみると計算値が低い値に出ているということを表していると思うんです。

これというのは、2013年追補版でこういうデータが出ているのか、もしくは、2010年の追補版でも同じような傾向を示しているのか、そこら辺をちょっと確認させてください。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

御指摘いただいたのが、高浜4号炉の関連温度実測値の傾向について、2014年版でどうかということなんですけれども、2010年版の評価におきましても実測値のほうが予測よりもちょっと高いという結果になってございます。

第4回の母材のデータが上のほうに出ているというものなんですけれども、高浜4号炉の第4回の母材のデータというのは、2010年追補版の予測だと、ちょっとマージンの範囲から外れるようなデータになっているんですけれども、こういったものを2013年版の評価ではきっちり予測できるようになっておりまして、御確認いただいているようにマージンの範囲におさまっているというものでございます。

評価結果としましては、2010と2013の比較という点で言いますと、そういったマージンの範囲に2013年版でおさまっておりまして、それを反映したPTS評価をしまして、御確認いただきました9ページの最終的な評価結果となってございまして、脆性破壊が起こらないという評価結果になってございます。

以上でございます。

○北條調査官　わかりました。

○船田技術参与　規制庁、船田です。

最後に1点、もう一度確認ですけど。

両方のプラントの9ページで、健全性評価でK1曲線がそれぞれ載っていますけれども、このK1曲線は高浜3号、高浜4号、それぞれについて、それぞれに計算しているのか、あるいは共通の標準の線が使われているのか、ちょっと確認したいんで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。

高浜3・4号炉につきましては、原子炉容器の仕様が同一でございますので、K1曲線に関しましては同じものになってございます。

ただし、上に記載しておりますK1C曲線に関しましては、それぞれの監視試験結果をも

とに作成したものでございます。

以上です。

○船田技術参与　了解しました。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

長期保守管理方針の観点から、質問させていただきます。

長期保守管理方針として、今後、原子炉の運転時間・照射量を勘案して第5回監視試験の実施計画を作成すると明記されております。

10ページに、これまでに装荷しているのが6体で、うち4体のカプセルを取り出しているということで、これから考えますと残り2体なんですが、5回目で取り出した場合、今後のプラントの保持が難しいかなと思うんで、その辺の、今後の計画がどうなっているか説明していただきたいんですが。

○関西電力（坂口）　関西電力の坂口でございます。

高浜3・4号炉につきましては、標準監視試験計画で第4回の試験が要求されてございまして、今回のお示ししています監視試験の結果というのは4回ということで、それで標準監視試験計画としては終了でございます。

今後、長期監視試験計画というふうに移行していくわけでございますけれども、実際としましては、先ほど説明もありましたように、60年の照射量が十分取得できているというデータになってございますので、長期監視試験計画としての必要性はないということでございます。その上で第5回を実施するということで、監視試験片が、それで実施したとしても1個残る状態になりますので、問題はないと考えております。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

保守については理解しました。

もう一つ、長期保守管理方針の観点で確認したいんですが、今回の長期保守管理方針の記載なんですが、第5回監視試験の実施計画を策定する、これが中・長期になっています。

これは、あくまでも計画の策定であって、実施ではないというふうなことなんでしょうか。これは明確に確認したいんですが。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

高浜3・4号炉につきましては、現在、新規制基準適合性の審査も、並行して御審議いただいておる状況でございますので、そういった状況も踏まえまして、今後、計画を策定したいと考えているものでございます。

実施をいつにするかということまでは、現時点では、まだ確定させていないという状況でございます。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

内容については理解しました。あくまでも、これは計画の必要性を検討して中・長期までに計画は策定するという、そういうことと理解しました。

以上です。

○大村審議官　今の点で、関連する話なので。

第5回目のものはJEAC4201に基づいて、これもJEACに基づいて監視試験を実施するということになるわけですよね。そうしますと、ここに長期保守管理方針として第5回のものの実施計画を策定するということを書く意味合いが一体何なのかということを確認させていただきたいと思います。

つまり、ここに書かなきゃ別にやらないということでも、恐らく、ないんじゃないかと思いますので、ここに書く意味というのは一体何なのかということを説明いただけますか。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

先ほども申し上げましたけれども、現在、新規制基準適合性の審査を並行してございますので、まだ今後の運転計画がわからないので、いつ取り出すということが明確に申し上げられない状況ではございますけれども、我々の気持ちとしては、JEACに決められている計画よりも早い段階で、なるべく取り出して、照射脆化に関する知見の拡充を行っていきたいと考えているというものでございます。

○関西電力（坂口）　関西電力の坂口でございます。

先ほど、JEACで第5回の試験片の取り出しが要求されているというふうに御指摘いただいたものと理解しているんですけれども、JEAC上は高浜3・4号機のようなプラントの監視試験片の取り出し回数としては4回を要求されてございまして、5回目は要求されてございません。その上で今回、長期保守管理方針のほうに実施を検討すると記載しているものでございます。

○大村審議官　そうすると、ここに長期保守管理方針として書いていなければ、逆に言うと、JEACに縛られることなく、やらなくても別に問題はないよということになってしまうということですか。

○関西電力（坂口）　そのとおりでございまして。といいますのも、監視試験の照射量としましては、先ほど申し上げましたように、第4回の試験片で60年のデータを十分包含し

たデータがとれているという前提条件がございます。その上での追加取り出しについては、事業者の判断のもと実施するということになろうかと思います。

○大村審議官　本件はわかりました。

ちょっと関連して、関西電力では、今まで30年の評価とか40年の評価、30年の評価は、ほかのプラントでも相当されていると思うんですけれども、それは今のお話からすると、その中でも監視試験の実施計画等については記載を、過去のものについてもされていたということなんですか。それとも、そういうのに該当するものはなかったということですか。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

過去のPLM実施プラントに関しましては、監視片の取り出しについて規定するような長期保守管理方針を定めたことは今までございません。

○大村審議官　ちょっとわからないのは、今回、状況が何か変化があったのかどうかはわからないですけれども、過去はそういうことは規定していないんだけれども、今回はそこに書こうと。やっぱり書くというのは、要するに、JEACには4回しか決められていないんだから、では5回目はきちっと決めますということになると、ほかのプラントでも同じような状況になるんではないのですか。

○関西電力（南）　関西電力、南です。

ほかのプラントがどうかという問題は、おっしゃるとおり、あるかと思いますけれども、今回、高浜3・4号機につきましては、基準で要求されている以上に、さらに我々、監視試験片もございますし、よりデータを拡充してしっかり評価していくということを事業者として考えて、こういうことを計画していこうということを判断しているということでございます。

○大村審議官　わかりました。いずれにせよ、書くこと自身は別に、非常にそれは結構なことだと思いますので、しっかり書いて計画を立てていただく、これは非常に大事なことだというふうには思います。

ほかに何かありますか。

○坂内調整官　規制庁の坂内でございます。

ちょっと単純というか、基本的な質問なんですけれども、中性子照射量について、3号機、4号機、それぞれ3ページでございますけれども、2013年6月末時点で、若いほうの4号機のほうが中性子照射量が多くなっているということの意味というか、どういったふうに理解すればいいのかということと、4ページのほうですけれども、1回～4回までの中性子

照射量とEFPが、並べて書いてありますけれども、どうも1EFPY当たりの中性子照射量が3号機のほうが少ないというか、要するに、1EFPY当たりの中性子照射量が4号機のほうが高目になるわけですかね、そういった傾向があるんですけれども、これは、どのように理解すればいいのか。炉の特性として理解すればいいのか、あるいは別の事情があるのか、お教えいただければと思います。

○関西電力（木村）　関西電力の木村でございます。

まず、3ページに記載しております2013年6月末時点の中性子照射量についてですけれども、こちらの数字が、4号機のほうが運転時間が若いにもかかわらず照射量が高いんじゃないのかということですけれども、こちらは、これまで運転してきた間の燃料の運用の履歴が若干違ったりする影響で、RV内表面での照射量が若干異なるというものでございます。

ですので、今までの運転実績を反映したものでございまして、そういった差がここに出てしまっているというものでございます。

もう1点、4ページのEFPYと中性子照射量の割合が違うんじゃないかという話ですけれども、こちらにつきましても、これまでの運転履歴によって、監視試験片が受けた中性子照射量が違いまして、監視試験片の中にドジメータという中性子束を測定するものが入っているんですけれども、その実測データをもとに今後の評価をしてございまして、そういった差がここの数字の違いになってございます。

以上でございます。

○坂内調整官　ありがとうございました。

○大村審議官　ほかに何かありますか。よろしいですか。

それでは、今日の議題はひととおり終わりましたので、今日の審査はこれでおしまいにしたいと思いますが、あと、今後の件について事務局からお願いします。

○坂内調整官　規制庁の坂内でございます。

次回以降につきましても、各プラントでできるところから個別劣化事象について審査を進めていきたいと思います。どのプラントのどの劣化事象について取り扱うか、あるいは、どの日程で行うかについては、追って連絡させていただきたいと思います。

以上でございます。

○大村審議官　それでは、本日の審査会合はこれで終了いたします。御苦労さまでした。