原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合

第3回

議事録

日時：平成２６年３月１７日（月）９：３０～１２：０２

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

平田　雅己　　原子力保安検査官

小林　正孝　　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

菊池　正明　　主任技術研究調査官

中野　眞木郎　主任技術研究調査官

池田　雅昭　　主任技術研究調査官

坂本　博司　　主任技術研究調査官

皆川　武史　　技術研究調査官

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

九州電力株式会社

豊嶋　直幸　　発電本部（原子力管理）部長

中牟田　康　　発電本部　次長

重久　哲郎　　発電本部　原子力経年対策グループ　課長

石井　朝行　　発電本部　副長

若松　雅史　　発電本部　原子力経年対策グループ　担当
新立　将伸　　発電本部　原子力経年対策グループ　担当
吉海　亮一　　発電本部　川内原子力発電所　保修課　担当
寺原　学　　技術本部　調査・計画グループ長
宮嶋　浩　　技術本部　原子力グループ　課長
藤岡　雄太　　技術本部　原子力グループ　担当
相垣　義丸　　発電本部　川内原子力発電所　土木建築課　副長
野田　貴欣　　発電本部　川内原子力発電所　土木建築課　担当

議事

○大村審議官　それでは、定刻になりましたので、ただいまから第3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始いたします。

本日の会合の進め方について、まず、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、お手元の配付資料について、御確認させていただきます。

まず、本日の議事次第がございまして、資料1として、川内原子力発電所1号炉審査会合における指摘事項の回答一覧表でございます。資料2がパワーポイントの資料でございまして、川内原子力発電所1号炉の高経年化技術評価（共通事項）の補足説明資料でございます。資料3でございますが、同じく川内原子力発電所1号炉の高経年化技術評価（絶縁低下）に関する補足説明資料でございます。資料4でございますけれども、熱時効に関する資料、資料5がコンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（鉄骨構造の強度低下を含む）のについての説明資料、最後に、参考資料ということで、審査会合における代表機器選定の考え方のパワーポイントということでございます。

過不足等ありましたら、お申し出いただければと思います。

また、本日の進め方でございますけれども、議事次第を御覧になっていただくとおわかりいただけますように、前回に引き続き個別劣化事象についての審査を進めてまいりたいと思います。

まず、前回までに出されました質問事項に関する回答として、共通事項と絶縁低下に関する事柄について御説明いただきます。その後、熱時効とコンクリートの強度劣化、遮蔽能力低下についての御説明をいただくという形で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　では、議事に入ります。

初めに、前回の共通事項での質問に対する回答について説明をお願いします。資料は2になります。

○九州電力（重久）　九州電力の重久でございます。

それでは、前回の共通事項に対する指摘事項に対する御回答をいたします。

資料1のほうで記載してございますが、まず指摘事項でございます。0224-1の共通事項でございますが、評価実施計画書、実施手順書の内容、内部監査の実施方法、文書管理、力量管理の内容を説明することというのが御指摘でございます。

では、資料2に基づきまして回答いたします。

まず、めくっていただきまして目次があります。2ページ目からでございます。

文書及び記録の管理の方法でございますが、まず最初に、高経年化技術評価に関連します文書の体系、それらの文書の概要について説明させていただきます。

目的でございますが、文書管理の目的につきましては、品質保証活動に関わる文書及び記録の管理方法、管理すべき文書及び記録を具体的に定めまして、適切な運用を図るということを目的に実施してございます。そこに記載してございます文書体系でございますが、ここは、当社が上げる文書の中の高経年化技術評価に関する主なものを記載してございます。

まず、当社の文書体系でございますが、左の一番上に書いてございますが、原子炉施設保安規定を受けまして、品質マニュアル（要則）、またその下部に、品質マニュアル（基準）というのがございます。その品質マニュアル（基準）を受けまして、そこに書いていますが、業務の方針とか考え方を規定しました基準というのがございます。その基準を受けまして、まだその業務を行うために、より具体的に業務の進め方とか手順を記載したもの、それを規定したもの、それを要領というふうに定めてございます。

また、基準、要領の下に書いてございますが、計画書・手順書としまして、個々の業務を行うためにつくってございます、計画書・手順書がございます。今回の業務でいきますと、川内1号炉の高経年化技術評価という業務を行うために、計画書・手順書を作成してございます。

これ、番号①～⑩まで振ってございますが、①～⑨に示す基準、要領、計画書・手順書が今回の高経年化技術評価を行うために規定されています要領でございます。⑩は原子力

内部監査要則ということで、これは我々の業務を横から見ている監査の内容を規定しているものでございます。この辺については、具体的には次のページで御説明いたします。

2ページ目をお願いいたします。

まず、先ほど①でありました、保安活動に関する文書及び記録の管理基準、それと、②の管理要領でございますが、基準につきましては、文書及び記録の作成から審査、承認、登録、保管、これには最新版管理も含みますが、そういったもの、あと、保存年限等の考え方を規定しているものが基準でございます。

その基準を受けまして、具体的にどういう文書及び記録を残すかと、文書だったら文書で管理するかといった名称、それと管理箇所、保存年限等を具体的に記載したものが、要領でございます。

③の原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価実施基準。これにつきましては、高経年化技術評価の実施に係る基本的な事項、例えば、実施時期とか役務等をここで規定してございます。

④で経年劣化の技術評価実施要領と。これは③の基準を補足する詳細な手順とか、評価フロー、設備の分類例をこの中で規定してございます。

それを受けまして、⑤川内1号炉高経年化技術評価実施計画書、これは計画書でございまして、実施体制、役割分担及びスケジュール等を定めたものでございます。

あと、⑥は手順書ということで、それを受けまして、実際に実施するために必要な詳細な手順書、機器・構造物の抽出方法だとか、技術評価の方法等を定めたものでございます。これは次ページ目でまた詳しく説明させていただきます。

⑦で教育訓練基準ということで、これは教育訓練に関する事項、計画して実施する等の内容を記載してございます。及び力量管理に関する事項、これは力量の明確化とか設定とか評価等について規定してございます。

⑧としまして、設計・調達管理基準。設計・調達管理基準には、設計・開発に関する基本的事項及び製品、役務の調達に関する基本事項について規定してございます。

⑨で調達管理要領。⑧の基準のうちの製品とか役務の調達に関する事項、これには供給者の管理も含みますが、それらを補足する詳細な手順等を定めたものでございます。

⑩としまして、内部監査要則としまして、これは原子力の内部監査に関する事項でございまして、監査員の選定、計画、実施、結果の報告等について規定してございます。

記録でございますが、記録としましては、実施計画書、手順書に基づきまして技術評価

を行います。行った結果を記載したもの、これを記録として保存してございます。

次のページをお願いいたします。4ページ目でございます。では、具体的な高経年化技術評価を実施するために作成してございます実施計画書にどういった内容を規定しているか、定めているかということを御説明いたします。

先ほどの⑤番の実施計画書には以下のことを定めてございます。

(1)目的でございますが、実施体制、役割分担、実施スケジュール等の具体的な計画を定めまして、適切かつ円滑な実施を図ることを目的に計画書を作成してございます。

(2)計画書の制定、改訂でございますが、これは前回の体制表でも御説明しましたが、発電本部原子力経年対策グループ長が技術本部原子力グループ長と調整の上、策定及び改訂を行います。それらを発電所長及び土木建築部長の確認を得まして、総括責任者である原子力管理部長が承認するという手続をとります。

(3)記載内容でございますが、評価対象期間及び完了時期、これは申請期限等を記載してございます。

あと、(4)で実施手順書の策定ということで、高経年化技術評価を実施する前に、具体的な手順を定めた「実施手順書」を作成し、統括責任者の承認を得る旨を記載してございます。

あと、(5)としまして、協力会社に経年劣化技術評価の委託をしてございますが、それらの委託先、委託範囲を記載してございます。

あと、(6)としまして実施体制及び役割分担、あと、(7)としまして実施スケジュールを記載したものでございます。

次のページをお願いいたします。それでは、実施手順書は具体的にどういったものを記載しているかということを御説明いたします。

まず、(1)の作成目的でございますが、こちらも対象機器・構造物の抽出手順、最新知見の収集・整理手順及び評価方法等の詳細な手順を定めまして、適切かつ円滑な実施を図るということで作成してございます。

(2)の手順書の策定及び改訂につきましては、計画書と同じでございます。

(3)の評価手順でございます。手順書には以下のことを記載してございます。こちらは、第2回会合で御説明させていただきました評価フローがございましたが、あの評価フローに基づきまして、各項目を具体的な手順として手順書に記載してございます。

まず、①でございます。機器・構造物情報の収集・整理ということで、評価対象機器を

抽出するに当たりまして「着色系統図」を作成してございますが、それらの作成手順、あと、それらを抽出した機器・構造物をまとめました「機器・構造物リスト」の作成手順等を記載してございます。

②で主要な機器・構造物の抽出、機器の分類でございます。①で抽出しました機器・構造物リストの中から、主要な機器・構造物としまして報告書に記載する機器を抽出したもの、またはそれをグループ化すること及びリスト化する「主要リスト」の作成手順、並びにグループ内代表機器の選定基準等をここに記載してございます。

③としまして保全・運転情報、最新知見の収集・整理。こちらにつきましては、最新知見の収集とか整理手順等をこちらに記載してございます。

あと、④で評価の実施ということで、技術評価の手順としまして、経年劣化事象の抽出、評価点の抽出、経年劣化事象の発生または進展の評価ということで技術評価、あと、耐震安全性評価手順としまして、評価対象となる経年劣化事象の抽出から耐震安全性評価、耐津波安全性評価としましても、同じく経年劣化事象の抽出と耐津波安全性評価及び保全に反映すべき項目の抽出手順等を記載してございます。

あと、⑤としまして長期保守管理方針の立案、あと、⑥としまして、報告書の作成に当たりまして章立てとか章の構成、記載の内容、あと、⑦としまして、フォーマット等を手順書のほうで記載してございます。

続きまして、6ページをお願いします。指摘のもう一つであります、力量管理でございます。

目的としましては、先ほどありました⑦の「教育訓練基準」に基づきまして、業務遂行に必要な力量を明確にし、教育訓練、知識・技能及び経験を判断の根拠とした力量を有する者を業務に充てることによりまして、原子力安全の達成、また、維持をするということを目的に力量管理をしてございます。

前回、第2回審査会合の体制の説明の中でもありましたが、発電本部原子力経年対策グループと技術本部原子力グループにおいては、力量評価を行ってございます。ここでは、技術評価とか取りまとめを実施してございます原子力経年対策グループを代表に説明させていただきます。

(2)の「力量管理」でございます。①の力量の明確化でございます。まず、原子力経年対策グループ長は、グループの業務を遂行するために必要なグループ員の力量を明確にしまして、必要な力量として設定をいたします。今回の高経年化技術評価を実施するに当た

りまして、具体的な力量としましては、そちらに記載してございます4項目がございます。

まず、統括管理能力ということで、法令・指針・ガイド等に関する知識、情報収集、取りまとめ能力、これらを有しているかということを根拠としまして、能力を判断してございます。あと、技術評価能力でございますが、設備・経年劣化事象・保全に関する知識を有しているかをもとに評価してございます。それらをもとに、三つ目でありますが、報告書を作成する能力があるか、あとは、説明する能力を有しているか、これらを力量ということで設定して評価をしてございます。

②の力量の評価でございます。原子力経年対策グループ長は、教育訓練、知識・技能及び経験に基づきまして、①で設定しました高経年化技術評価に関する力量をグループ員が有しているかを確認して評価を行いまして、力量を有している者を業務に充てているということになります。

③番、力量評価実績の管理でございます。②で評価しました力量管理につきましては、原子力運営グループ長が管理をしてございます。

④番、必要な力量に到達させるための教育訓練又は他の処置でございますが、②の力量の評価の中で、力量が不足しているといった場合には、必要な力量に到達することができるように、OJTを主体としました教育訓練を実施してございます。

⑤番として実施時期でございますが、グループ員の人事異動等、必要の都度、評価を実施するということになってございます。

力量管理は以上でございます。

次のページをお願いします。協力先の管理でございます。

今回の技術評価を行うに当たりましては、技術評価を協力会社に委託してございます。これにつきましては、先ほどの⑧の設計・調達管理基準、⑨の調達管理要領に基づきまして、技術評価を委託しました協力先、3社ございますが、プラントメーカーでございます三菱重工業、あと、電気設備を納入してもらっています三菱電機株式会社、あと、タービン設備の製作メーカーでございますシーメンスAGについて、管理を実施してございます。

まず、(1)としまして、供給者（協力先）の技術的評価でございます。製品、役務の調達に当たりましては、供給者が当社の要求事項に従い、今回は役務になりますが、役務を供給する際に必要な技術的能力を持っているかどうかを評価してございます。今回の高経年化技術評価の委託を行う供給者の3社につきましては、こちらに記載してございます評価実施日に評価を実施してございます。

(2)調達文書の作成でございます。評価をしましたら、その後、供給者に委託を実施しますが、供給者が行うべき業務の内容、範囲と調達する役務の仕様や品質保証要求事項等を記載しました調達文書、当社の要求事項を記載しました調達文書としまして委託仕様書を作成しまして、供給者へ提示してございます。

(3)としまして品質保証体制等の確認、委託業務に当たりましては、品質保証監査や供給者より提出されます品質保証計画書、これらによりまして品質保証体制に問題がないか等の確認を実施してございます。

あと、調達製品の検証でございますが、一つは、作業中のコミュニケーションによりまして検証してございます。これは供給者とのコミュニケーションを適宜行いまして、技術評価の進捗状況、評価結果等の確認を実施してございます。最終的には、②の報告書の確認としまして、供給者より提出されます報告書の内容を確認して、製品の検証を実施してございます。

以上が協力会社の管理でございます。

続きまして、8ページでございます。内部監査でございます。内部監査の実施内容、方法等について御説明します。

まず、目的でございますが、先ほどありました⑩の「内部監査要則」に基づきまして、高経年化技術評価に係る活動が、当社で定めた計画に適合しているか、規制機関の要求事項に適合しているか否かを明確にするために行ってございます。

(2)の体制でございます。これは監査部門の体制でございますが、原子力・保安監査部長を監査責任者といたしまして、原子力監査グループ長、原子力監査グループ員で構成してございます。

(3)番の内部監査の実施方法でございます。まずは、内部監査の計画を作成するということで、年度の監査計画を作成してございます。これは社長の決定事項でございます。監査が近づきますと、②監査チームの編成ということで、監査のチームリーダーと監査員からなる監査チームを編成してございます。今回、3回ほど監査を受けてございますが、チームとしては3～6名で監査を実施してございます。

③の監査の実施でございます。監査に際しましては、「監査実施計画」及び「原子力発電所における安全のための品質保証規定、これはJEAC4111でございます。これとか、監査の対象となるプロセス及びその領域の状態と重要性、また、これまでの監査結果、これらを考慮しまして「原子力内部監査調書」という、これはチェックシートでございますが、

これを作成いたします。先ほどの監査実施計画と、チェックシートでございます原子力内部監査調書、これに従いまして、書類監査、現地監査――これは聞き取りとか面談、観察等になりますが、これらを実施してございます。これらの結果をまとめました監査結果報告書を作成しまして、これは社長報告までしてございます。⑤番で、監査責任者は、社長承認を得た監査結果を監査対象箇所の責任者及び関係部門長に通知ということで、我々が通知を受けてございます。

具体的に(4)番、監査結果でございますが、川内1号炉の高経年化技術評価につきましては、先ほど申しましたが3回ほど実施されてございます。実施内容につきましては、原子力規制委員会が定めます「高経年化対策実施ガイド」とか、あと、社内規定類ですね、これらに基づき、技術評価が実施されているかについて監査が行われております。監査が行われた結果につきましては、全て適切に実施されているというふうに評価されてございます。

以上が内部監査の結果でございます。

以上が前回、共通事項に対する指摘事項の回答でございます。

○大村審議官　それでは、ただいまの資料及び説明について、質問等がありましたら、お願いいたします。

それでは、私から1点だけ。5ポツに協力先の管理という項目があると思うんですけれども、7ページですね。その中で、委託を行う供給者について、技術的な評価を実施するという項目があって、実際の実績も書いているということですけども、これは具体的にはどのような方法によるのかということと、そういうものというのは、どこかにきちっと決められているのか。上に管理基準とか管理要領とかありますので、そういう中で決められているのかどうか、ちょっとこの2点について説明いただけますでしょうか。

○九州電力（重久）　九州電力、重久でございます。

供給者の管理、供給者の評価の方法でございますが、これはチェックシートというのがございまして、その中には会社の体制、どういう規模の会社であるかとか、どういう製品を過去に納入しているかとか、あと、品質保証体制としまして、JISに定めます品質保証の体制を整えているかとか、そういったものをチェックするチェックシートがございまして、チェックしてございます。それについては、当社だけではなくて、他社に対しても同じような業務でやった供給の実績があるかとか、そういったものも含めて供給者を評価してございます。これらにつきましては、先ほど説明しました、調達管理要領の中で細かく

フォーマットまで決めてございます。

○大村審議官　わかりました。

　それでは、それ以外に何かありますか。

○平田検査官　規制庁、平田です。

　最後の8ページなんですが、内部監査を実施するときに、事前通告を行っているかどうかを御説明ください。

○九州電力（重久）　九州電力、重久でございます。

　監査部門から被監査箇所への通知ということでよろしいでしょうか。

○平田検査官　はい。日時とか、それから、経年対策の評価そのものは、決まった部門とはいっても、細かく分ければ随分いろいろなところがあると思うんですが、今回は、いつ、ここの部門に対して行うよといったような通告をされているかどうかですね。

○九州電力（重久）　まず、事前に年度計画が作成されます。この年度計画が作成されたときには、今年度はこういう監査をやりますというのがまず通知をされます。その後、監査が近づきますと、具体的な日付、いついつ、こういった内容について具体的に――同じ高経年化技術評価でございますけど、要は、経年対策グループに対しては、この時間、ここでこういったことをやるということで通知がされます。事前に通知されます。

○平田検査官　御社の内部監査の要領は、細かくはわからないんですが、監査の目的からして、例えば、事前に通知をすることは問題ないというふうになっているんでしょうか。

○九州電力（重久）　それらは、事前にこういったものを、要は、今回は高経年化技術評価に対してやりますよといったことでやると、具体的に、じゃあ、その中身はどういったことをやるというわけではなくて、大きい枠の中で、いついつやるということで、そういうのを通知するのは問題ないというふうになってございます。

○平田検査官　じゃあ、日時とその監査のタイトルといいますか、何についての監査を行うよという通告だけをされているということですね。

○九州電力（重久）　は、されています。

○平田検査官　わかりました。

○大村審議官　では、それ以外。よろしいですか。

　それでは、今のこの体制については、こちらの規制庁のほうの審査ガイドで、実施体制の実施要領の手順について、幾つかの項目があって、今までの説明で大体概ねそれに適合しているのではないかという感じはします。

ただ、個々のテーマは、今からまた審査をしますので、あと、現地調査もありますので、そのときに必要がありましたら、また詳細な内容について確認させていただくということはあるかもしれませんので、御承知おきいただきたいと思います。

それでは、次の資料に行きたいと思います。絶縁低下についての質問についての回答を用意していただいていますので、その説明をお願いします。

○九州電力（若松）　九州電力、若松でございます。

引き続きまして、資料3、絶縁低下につきまして、前回の審査会合の指摘事項でございます0224-3、水トリー劣化について、検知方法を含めて現状保全で実施している事項を説明することにつきまして、御回答をさせていただきたいと思います。

それでは、まず、1番といたしまして、水トリー劣化の概要を簡単に御説明させていただきます。

水トリー劣化とは、ポリエチレン及び架橋ポリエチレンケーブルの絶縁体中に侵入いたしました水と異物やボイド、突起などに加わる局所的な高電界との相乗効果によりまして、絶縁材料中に樹枝状、これをトリー状と言ってございますが、の欠陥が発生・進展いたしまして、ケーブルの絶縁寿命が著しく低下する事象でございます。このトリーにつきましては、電気的なトリーと区別するという意味で水トリーと呼ばれておりまして、高圧ケーブルのみに発生が確認されてございます。

川内1号炉の高圧ケーブルであります難燃高圧CSHVケーブルのうち、雨水等により浸水する可能性があるものは屋外に敷設されているケーブルのみであると考えられます。一方、屋内に敷設されているケーブルにつきましては、長時間にわたりまして水が存在する状態にさらされる可能性はございません。

屋外に敷設されておりますケーブルで、クラス1、2及びクラス3のうち、高温・高圧の機器に電源を供給するケーブルといたしましては、海水ポンプ用の電動機の電源ケーブルでございまして、本ケーブルにつきましては、右に写真を掲載してございますけれども、コンクリート製のトレンチ内に高所に電線管にて敷設されておる状況でございます。このトレンチ内には恒設の排水ポンプが設置されておりまして、たまり水を排水することが可能となっておりますことから、ケーブルが長時間浸水する可能性はございません。ただし、屋外のトレンチ内であるといったことから、多湿度環境になるということは可能性として考慮いたしますと、水トリー劣化による絶縁低下の可能性は否定できないものと考えられます。

次のページに、水トリー劣化の検知方法について記載してございますので、2ページをお願いいたします。

水トリー劣化の検知方法といたしましては、大きく二つあるものと考えております。一つが、ケーブルが布設されております環境の維持を目的とした保全、それと、二つ目が、ケーブルそのものの健全性を確認する保全の二つから、予防と検知を行うこととしてございます。

まず、(1)のケーブルが布設されておりますトレンチ内の環境維持を目的に実施しております項目を以下に記載させていただきます。まず、一つ目ですけれども、トレンチ内の水たまりの有無を目視で確認。これはいわゆるパトロールになります。これは月1回実施しております。トレンチ内の恒設の排水ポンプ、たまり水を排水するポンプでございますが、こちらの健全性確認は年に1回実施してございます。さらに、トレンチ内の恒設の排水ポンプの取りかえにつきましては、4年に1回という頻度で取りかえを実施しております。あと、台風等の自然災害が発生いたしました際には、台風等が通過した後に、適宜巡視点検という形でトレンチ内の水たまりの状況でありますとか、排水ポンプの状況を確認していくといったところが布設環境の管理になるかと思います。

続きまして、(2)のケーブルの絶縁性能を目的に実施しております、絶縁診断の内容を以下に記載してございます。なお、水トリーにつきましては、この絶縁診断におきまして検知が可能でございます。

それぞれ絶縁診断の項目でございますけれども、まず絶縁抵抗測定、それとシースの絶縁抵抗測定、さらに遮蔽軟銅テープの抵抗測定、それと直流漏れ電流測定、それらの判定基準を中段のほうに書かせていただいてございます。これらの絶縁診断の頻度でございますけれども、4保全サイクルに1回、絶縁診断を行うようになってございます。

あと、絶縁診断の一番下にあります直流漏れ電流測定につきまして、若干補足をさせていただきます。こちらの直流漏れ電流測定につきましては、高圧ケーブルの確実な絶縁診断手法といたしまして最も一般的に広まってございまして、ケーブルの絶縁体に直流の高電圧を印加しまして、そのときに流れる漏れ電流でありますとか、その時間特性の変化から絶縁性能を確認するといった試験でございます。

右に図といたしまして、直流漏れ電流の測定イメージを記載させていただいてございます。まず、直流漏れ電流測定時の赤でお示しした波形、こちらが正常なケーブルの漏れ電流の波形になります。青でお示ししてございますのが、漏れ電流波形に異常が見られるケ

ーブルの波形ということで、具体的には、青のような波形が見られる場合には、水トリー劣化が発生しているのではないかということを判断するという目安になってございます。

最後になりますけれども、まとめといたしまして、高圧ケーブルの浸水状態は目視確認、それと、水トリー劣化につきましては、絶縁診断で検知可能でございまして、現在行ってございます保全を今後も継続することで、高圧ケーブルの健全性というものは維持できるものと考えております。

また、海水ポンプにつきましては、冷温停止状態におきましても連続運転をいたしてございますので、海水ポンプ用の電動機の電源ケーブルは、長期停止（冷温停止維持状態）におきましても、特別な保全として、断続的運転時の実施頻度でございます4保全サイクルに1回と同等の期間でケーブルの絶縁診断を保全として計画いたしまして、診断を実施しております。

なお、その実施いたしました絶縁診断の結果というものは、過去の記録を含めまして、トレンドとして管理を実施し、その傾向を確認していくことにしてございます。

絶縁低下に関わります水トリー劣化の保全に関しまして、御説明は以上になります。

○大村審議官　それでは、ただいまの資料及び説明につきまして、何か質問等ありましたらお願いします。

はい、どうぞ。

○池田主任調査官　規制庁の池田です。

3．(2)のデータについてお伺いします。ここのところ資料、絶縁抵抗、シース抵抗、銅テープ抵抗、漏れ電流があります。四つの項目を挙げていますが、これ、一つでもこの基準を満たさなければ異常というふうに判断されるのか、それとも、幾つ以上あったときというふうな、そういうふうな考え方をするのか、その考え方の手順というものを説明してください。

○九州電力（若松）　九州電力、若松でございます。

これらの絶縁診断、4項目ございますが、直流漏れ電流測定の結果をもとに、電流が徐々に増加するような漸増現象であったりとか、あとは、3相の各相に電流のばらつきが発生いたしますとか、そのようなものが、この右側に示します波形をもって具体的に見えてまいります。例えば、絶縁抵抗測定1,000MΩ以下でありますとか、シースの絶縁抵抗測定5MΩ以下、これが悪いと直ちに水トリーとは判断してございません。これは、今後の水トリーの発生の可能性を確認できる試験でございまして、水トリー劣化の直接的な判断と

いいますのは、直流漏れ電流測定と、その際に得られた波形をもって判断をしてございます。ただし、やはりシースの絶縁抵抗測定等が悪いと、今後、4保全サイクルのうちに水トリー劣化が発生する可能性も考えられますので、その際は総合的に判断をして、ケーブルの取り替え等を実施するというふうに考えております。

○池田主任調査官　わかりました。

○大村審議官　あと、いかがですか。

　それでは、私から1点お伺いしますが、1ページの水トリー発生の可能性のところで、二つ目のポツに、屋内については長時間にわたって水が存在する状態にさらされる可能性はないというふうに言い切っているということですけど、発電所の中は至るところに水を使っている環境があるということはあると思うんですが、もちろん高圧ケーブルとの位置関係がちょっとよくわからないので何とも言えないんですけど、屋内でも水というのは至るところに存在しているということからすると、可能性はないと断言しているところの具体的な根拠ですね、このあたりを説明いただけますでしょうか。

○九州電力（若松）　九州電力、若松でございます。

　屋内に敷設されております高圧ケーブルにつきましては、基本的に電線管に格納される形で敷設をされてございます。それとあと、いわゆる溢水的な配管からの漏えい水というものが直接当たる雰囲気は、発電所の屋内の中にはございません。

○大村審議官　それはあれですか、溢水とか何か水が来るところとケーブルとの位置関係をきっちり確認をして、そういう雰囲気のところはまず通っていないということは確認しているということでよろしいですか。

○九州電力（若松）　九州電力、若松でございます。

　高圧ケーブルにつきましては、直接溢水源がケーブルに当たるところはないものと考えております。

○大村審議官　わかりました。いずれ現地のほうでまた調査をさせていただくことになると思いますので、そのときに少しそういったところも踏まえて、現地を確認させていただきたいというふうに思います。

　それでは、それ以外に何かありますでしょうか。

○坂内調整官　すみません。規制庁の坂内ですけれども。今の大村審議官の質問の関連でございまして、長時間にわたって水が存在する状態とありますけれども、この長時間というのは、大体どういった期間といいますか、時間を考えておられるんでしょうか。

例えば、溢水等で一時的に水がかぶった部分について、そういった部分については、乾燥に任せればいいのか、あるいは特段、拭き取る等の手当てが必要なのか、その辺はどういった管理をされているのかお聞かせいただきたいと思います。

○九州電力（若松）　九州電力、若松でございます。

こちらに水トリーの発生のメカニズムの中で、長時間とはどのようなものかという御質問でございますけれども、長時間という具体的な時間をまず社内の基準類に定めたものはございません。ただし、万が一、高圧ケーブル等に水がかかった場合には、実際にかかった部分のケーブルの外観に損傷がないか、そこから水が侵入した形跡はないか等、さらに、絶縁抵抗測定を行うなどしてケーブルの健全性を確認して、問題なかったということを確認するといったことで、特に長時間が何時間か、何分かといったものを定めたものはございません。

○九州電力（中牟田）　九州電力、中牟田です。

ちょっと補足説明させていただきますと、そういう水がかかったおそれがあるという事実に接した時点で、やはりちゃんときちんと確認すべきだろうということで、まずはその現場に行って物を見ると。その状況を見ながら、また念のために絶縁抵抗測定をして健全性を確認するということをやってございまして、長時間だからというわけじゃなくて、やっぱり水がかかったという事実を知った時点でそういう対応をするというのが基本だと考えてございます。

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　ほかに何かありますか。よろしいですか。

それでは、本件については、これでと思います。

それでは、次に参ります。今日は熱時効と、それから、コンクリートと鉄骨の関係ですので、まず、熱時効の件について、説明をお願いします。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

熱時効について、右肩、資料番号4番を用いまして説明をさせていただきます。

1枚おめくりいただきまして、目次ですけども、前回の審査会合で御説明さしあげました低サイクル疲労や絶縁低下と基本的には同じような構成でして、まず、1番で、この審査会合における代表機器の選定というものを行って、その機器に対して、2番以降、健全性評価、現状保全、総合評価というものを行いまして、それを受けて高経年化への対応と

いうものを御説明します。最後に、代表機器以外の評価というものを御説明さしあげます。

めくっていただきまして、ページ、右下2ページですが、1番の審査会合における代表機器の選定について御説明さしあげます。

1.1の評価対象の機器及び代表機器ですが、ステンレス鋼鋳鋼は、オーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であるため、高温で長時間加熱されると、時間とともにフェライト相内で相分離が起こり、靭性が低下するという可能性があります。これを熱時効と呼んでおります。この熱時効による靭性の低下の影響というものは、フェライト量が多いほど、そして、使用温度が高いほど大きくなるということが知られております。また、使用条件としては、応力が大きいほど厳しくなるということになります。

まず、ステップ1で、これらを踏まえまして、以下の丸で示しています三つの条件に該当する全ての部位に対して、フェライト量、使用温度及び地震時の発生応力というものを考慮して、評価対象の機器と部位を抽出しております。

一つ目の丸ですが、使用温度が250℃以上という高温であること。二つ目で、使用材料が2相ステンレス鋼であること。三つ目なんですが、亀裂の原因となる劣化事象の発生が想定される部位ということで、この亀裂の想定ということですが、今回、対象になる部位については、疲労評価を行っていて、実際、健全性を確認しているんですけども、保守的に疲労亀裂というものを想定して評価を行っております。

ステップ2ですが、ステップ1の結果、抽出された部位というものを右上の表1に示しております。表1なんですが、上のほうから、1次冷却材ポンプのケーシングといった部位、あと1次冷却材管、あと、2相ステンレス鋼を使っている弁の弁箱といったものが対象になります。これらについては、全て評価書内でグループ内の代表機器ということになっております。

次に、ステップ3ですが、これらの部位のうち、今回の審査会合における代表機器を選ぶわけですけども、フェライト量が最も多く、発生応力が最も厳しい、つまり、評価が最も厳しくなるという1次冷却材管を今回の審査会合における代表機器として選定しております。右上の表で、一応、フェライト量と応力のところで、大きいよということで黄色でマーキングをさしあげております。

めくっていただきまして、右下の3ページですが、1.2で評価点の抽出を行います。繰り返しになるんですが、熱時効における靭性低下への影響は、フェライト量が多いほど大きく、また、破壊評価においては、応力が大きいほど厳しくなるということから、1次冷却

材管の全ての部位から、評価点として以下の2点を選定しております。

一つ目の選定ですが、応力が最も大きいものとして、下の表で、一番上の行に応力のところを黄色でマーキングしておりますが、応力が152ということで、1次冷却材管の中で最も大きいということで、応力が最も厳しいホットレグ直管というものを選定しております。もう一つの観点ですね、フェライト量が最も多いものとして、下の表の下から3番目ですね、コールドレグ直管ということで、フェライト量が22.3%ということで、この中で一番フェライト量が多いということで、この2点を評価点として選定しているということになります。この選ばれた2点について、破壊力学的な評価を実施しているという状況です。

次のページ以降は、実際の評価を御説明いたします。

めくっていただきまして、右下4ページですが、2の健全性評価です。2.1で評価対象期間の脆化予測ということで、プラントの長期運転により熱時効したステンレス鋼鋳鋼は、引っ張り強さは増加するので、材料強度の評価上の裕度というものは向上するんですが、材料の靭性というものが低下するということが想定されます。ここでは、H3Tモデルという脆化予測モデルを用いて、熱時効後のステンレス鋼鋳鋼の破壊抵抗値というものを予測しております。

このH3Tモデルというものを、下の*1で飛ばしておりますが、ここで若干補足をしております。下の*1ですが、H3Tモデルは、熱時効により低下する破壊に対する抵抗値ですね、靭性を予測するために開発されておりまして、電共研でさらに改良されたものでございます。複数の鋼種、どういったステンレス鋼鋳鋼だという幾つかの材料とか、複数の製造方法でつくられた材料から取得された材料データに基づいて、フェライト量から熱時効後の材料の破壊に対する抵抗値というものを予測するものです。

なお、その破壊抵抗値というものは、時効とともに低下していって、最終的には底値、一番靭性が落ちた値に落ちつくんですけども、今回の川内1号の評価においては、保守的にその靭性値の底値というものを用いています。熱時効によって一番脆化し切った値というものを用いております。この改良されたH3Tモデルというものは、*で書いておるんですが、ASMEのPVPで公開文献になっております。

上に戻っていただきまして、2.2の想定き裂の評価ですが、初期亀裂については、日本機械学会の配管破損防護設計規格に準拠しまして、超音波探傷検査における検出能力というものを考慮して、下の図に示していますような、深さ方向で板厚の0.2倍、幅方向が板厚相当の幅のものを設定しております。

これについても、※2で若干補足しておりまして、下の*2のところですけれども、この配管破損防護設計規格の中では、今回の評価対象となっておりますオーステナイト系のステンレス鋼鋳鋼というものも適用されてございます。また、過去に行われた国の実証事業において、ステンレス鋼鋳鋼においても、深さ方向の0.2t以下の亀裂が検出されているということも確認されております。

めくっていただきまして、右下のページ、5ページですが、前の4ページで想定した初期亀裂というものが、プラント運転時に生じる応力によって、運転開始後60年間で進展する量というものを先ほどの規格に基づいて、ここの下に示している式で算出しております。

なお、算出に当たっては、応力拡大係数を求めているんですけども、それに当たっては、供用状態のA・Bといったものに1/3Sd地震というものを足した場合の内圧だとか、熱応力、曲げモーメント荷重といったものを用いて算出しております。ここで用いているCとmといった定数があるんですけども、これは規格に基づくものでして、軽水炉水の環境下におけるオーステナイト系のステンレス鋼鋳鋼管に適用されている値を用いております。

亀裂進展解析の結果を下の表に示しておるんですけども、左側がホットレグ、右側がコールドレグの結果です。上段が想定した初期亀裂に対して、下段が60年間亀裂を進展させた値ということで、上段から下段に亀裂が進展します。下の図でも、黒くなっているところが60年間で進展していくような様子を示しているものでございます。解析結果として、60年間の進展を想定しても貫通亀裂には至らないという結果になっております。

めくっていただきまして、6ページですが、2.3なんですが、先ほど想定した初期亀裂を60年分進展させたものに対して破壊力学的な評価を行って、健全性評価というものを確認しているものでございます。

評価対象部位の熱時効後の材料の破壊に対する靭性値をJmatと呼んでおりますが、これについては、先ほど御説明さしあげましたH3Tモデルというものから求めておりまして、これと、構造系に与えられた荷重から算出される破壊力ですね、Jappと呼んでおりますが、これらの二つを用いて比較を行い、評価を行うという評価を行っています。

右側に評価のフローを示しております。左の列ですが、まず、材料のフェライト量といったものから、先ほどのH3Tモデルによりまして、評価用のJmat、破壊に対する抵抗値というものを決定いたします。一方、右側の列ですが、運転状態に地震を加えた荷重によって、初期亀裂を60年間進展させると。次の四角ですが、その亀裂というものは、実際は貫通しないというものだったんですけども、ここでは保守的にその亀裂を板厚方向に貫通亀

裂にさせまして、そこからJappというものを求めます。先ほどのJmatとJappの大小関係を比べるという評価を行っております。

評価結果といたしましては、60年間の亀裂を貫通亀裂にさせたものに対して、破壊に対する抵抗値Jmatが、Jmatが破壊力であるJappを上回っており、健全性に問題ないという結果を得ております。

その結果を次のページに示しております。右下7ページですが、グラフを二つ示しておりますが、左側がホットレグ直管の評価結果、右側がコールドレグ直管の評価結果です。Jmatという縦に伸びている線、これが破壊に対する抵抗値で、横に少し寝たような形になっているJappというものが破壊力ということで、破壊力よりも破壊に対する抵抗値のほうが大きいよということで、評価上、健全性に問題がないということなんですが。

少し細かく言いますと、このJmatとJappが重なる点において、Jmatの傾きのほうが大きいということで、そこで亀裂がとまります。それ以上進展しませんよということで、不安定破壊に至らないと。そもそも初期亀裂というものがあったと仮定して、それが60年間進展して、さらに貫通亀裂というものを想定した場合で破壊評価を行って、健全性に問題がないと、破壊に至らないという結果になっております。

めくっていただきまして、ページの右下8ページですが、現状保全です。母管及び管台の熱時効に対しては、定期的に溶接部の超音波探傷検査というものを実施しておりまして、先ほど評価で想定したような初期亀裂というものがないということを確認しております。

4の総合評価ですが、健全性評価の結果から判断して、現在の知見において、熱時効は高経年化上問題となる可能性はないというふうに考えております。また、内面からの割れについては、溶接部の超音波探傷検査を実施しておりまして、それで検知可能ということですので、また、発生するとすれば、応力集中の観点等から溶接部というものが判断されますので、溶接部の超音波探傷検査等を実施しておることから、点検手法としても適切であるというふうに考えております。

なお、冷温停止状態においては温度が低いことから、冒頭に御説明さしあげましたとおり、熱時効の考慮が必要となる250℃以上となることが想定されませんので、事象の進展は考えがたいということから、今回行った運転状態における評価を行うことで十分な保守的な評価であるというふうに考えております。したがいまして、現状の保全を実施することで健全性は維持できるというふうに考えております。

5番の高経年化対応ですが、以上を踏まえまして、熱時効に対しては、現状保全の項目

に、高経年化対策の観点から追加するべきものはないというふうに判断しております。

最後の6番ですが、代表機器以外の評価についてですが、最初の2ページと3ページのところで、黄色で色をつけたりして御説明しておりますとおり破壊に対する抵抗値というものは、フェライト量が多いほど厳しい、小さい値になりまして、破壊力のほうは、応力が厳しいほうが当然大きくなるということから、代表機器として選定した1次冷却材管の結果が一番厳しくなるため、この結果に他のものは包絡されるというふうに考えております。

御説明は以上です。

○大村審議官　それでは、今の説明の資料及び説明内容について、質問等がありましたらお願いします。

○菊池主任調査官　規制庁の菊池です。

二、三点ちょっと質問したいところがあります。まず、3ページ目ですけれども、評価点として応力が最も大きいのと、フェライト量が最も大きいという点を選ばれていますけれども、この表を見ると、SG入り口の50°エルボ、それから、一番下の蓄圧タンクの注入管台もフェライト量が多いとか、あと、応力も、最大というものに比べても、それほど引けをとらないほど大きいというところなんですけれども、これの評価はどうしておられるでしょうかということをまずお聞きしたい。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

今の御質問についてですが、今回、応力が最も大きい点ということでホットレグ直管と、フェライト量が最も多いところでコールドレグ直管というものを評価点として抽出しておりますが、このやり方というのは、日本原子力学会の基準に従いまして、フェライト量と応力の観点から1点ずつ抽出をして評価を行って、それを評価書にまとめているものでございます。

今、御指摘いただきましたとおり、例えば、一番下の蓄圧タンク注入管台といったものについては、フェライト量もそこそこ多くて、応力もそこそこ大きいということで、必ずしもホットレグ直管とコールドレグ直管には包絡しない可能性があるということが、当社としても評価の途中で考えておりまして、評価書上はエンドースされております学会基準に従って2点の評価を記載しておりますが、社内的には、この点についても評価を行っておりまして、結果が問題ないということを確認しております。

○菊池主任調査官　今の蓄圧タンクのほうはいいんですけども、例えば、SGの入り口の50°エルボについても、やはりフェライト量が高くて、応力もそこそこ高い。結局、選ば

れるときの基準が、それでも原子力学会の応力が最も高い、フェライト量が最も大きいという以外にもやっぱりあって、そこのところはどういうふうな考え方で選ばれているのかなと。その考え方のほうをちょっと説明していただけますか。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

今、御指摘いただきました、まず、SGの50°エルボについては、選定の2点には包絡されないんですが、先ほど例にとって御説明さしあげました蓄圧タンク注入管台とフェライト量が一緒で、応力は蓄圧タンク注入管台のほうが大きいものでございまして、少なくともこの蓄圧タンク注入管台の評価に包絡されているというふうに考えます。

評価点の抽出については、評価書をつくる際には学会基準に従った抽出をしているんですが、今、御説明さしあげましたとおりフェライト量と応力という観点で、1点ずつだけでは包絡できない点というものがないかという観点で全ての点を眺めまして、包絡できない点については、社内的に確認をして、健全性に問題がないということを確認しております。

○菊池主任調査官　わかりました。

あと、もう2点。次の今度は4ページですけれども、健全性評価の具体的なやり方を書かれていますけれども、そのときに、評価のベースとして、電力共研でいろいろ破壊靭性の熱時効の評価をされていますけれども、これは具体的にどのような試験をやられているんでしょうか。

それから、あともう一つは、試験をやるときに、例えば、こういう1次冷却材管台の板厚みたいなものもちゃんと考慮した試験になっているか。それからあと、底値を使われている。要するに、熱時効して飽和した一番下限の値を使われているということだと思うんですけども、その辺の保守性みたいなものはどう考えて使われているのか、その辺を説明していただきたい。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

今の御質問についてですけども、まず、H3Tモデルというものは、まず最初に国プロのほうで開発されておりまして、それを電共研でさらに再改良したものでございます。電共研で何をしたかといいますと、一言で言うと、まず、データの拡充ということを行っております。データの拡充は何かといいますと、この靭性の低下というものをどうやって求めているかというと、試験を実際行いまして、そこで出てくる靭性値というものをはかって求めているんですが、そこで、先ほど御説明さしあげましたような複数の鋼種ですね、ス

テンレス鋼鋳鋼といいましても、いろんな種類がありますので、そういった鋼種だったり、フェライト量だったり、あと、熱時効の条件――どんな温度で時効させるのかと。あと、時効する時間ですね、何時間、時効させるのかというものを、各条件ごとに数百ケース実験を行っておりまして、それをベースにH3Tモデルのデータを拡充させまして作成しております。

先ほどありました、実際の1次冷却材管が考慮されているのかということに対しては、ここではちょっと具体的な材料名とかは差し控えさせていただくんですが、実際に1次冷却材管で使われている材料といったものもその試験のデータの中に入っておりまして、そういったものでも検証を行っているというものでございます。

先ほど言った数百ケースの実験を行って、そこでその実験のばらつきを考慮した脆化の予測カーブというものを数十本引くんですけども、そういう引いたものについては、いろいろな条件を含んでいるんですが、そこのばらつきを考慮して、その下限をとった底値というものを評価に用いているということで、そこのばらつきの下限を使っているということが、まずそのモデルに対しての保守性になろうかと思います。

なお、今回の評価に当たっては、実際は60年時点まで脆化していって、まだカーブのおりかけだった場合においても、一番脆化し切った値の底値を使っておりますので、そこの点においても評価の保守性があるのではないかというふうに考えております。

以上です。

○菊池主任調査官　すみません。それで、何か破壊靭性試験をやられるようですけれども、そのときの試験片の寸法みたいなものは、実際の冷却材管の寸法を考慮して、ちゃんとバリッドになっているような条件でやられているのか。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

その試験片の寸法というものは、ちょっと今、手元にデータを持ち合わせておりませんが、材料とか条件というものを振って行っておりまして、今回の評価においては、そういったものも問題ないかというふうに当社としては考えております。

寸法については、ちょっと今、手元に資料がございませんので、確認させていただきたいと思います。

○菊池主任調査官　菊池です。

わかりました。もう1点よろしいですか。

次に、5ページ目で進展計算をされていますけれども、ここでは日本機械学会の配管破

損防護設計規格のデータだとかやり方を使われているということなんですけれども、こちらの疲労亀裂進展速度のデータに関しては、やはり今回使われている、対象となっている管の材料のデータは含まれているんでしょうか。

それから、あと、今度は疲労亀裂進展評価をやられていると御説明がありましたけれども、そのときの1/3Sd地震ということを考慮されていると言っているんですが、これまで、例えば、維持規格では1/3S1地震みたいな形では使われているんですけど、これが今回初めて出てきたので、これの妥当性だとか、あと、例えば、国の別の場でこの1/3Sd地震というのが使われた実績みたいなものはありますでしょうか。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

まず、1点目の質問ですけども、今回、用いた規格に1次冷却材管の材料が適用されているのかということに対しては、適用されてございます。その実際の材料を用いた評価というものを行っております。

2点目ですが、亀裂進展を行う際の地震力に対して、1/3Sdを用いているということに対して、規格上は1/3S1というものが用いられていると認識しております。これについては、まず、規格上1/3S1が用いられているという背景で、なぜS1かというところに対しましては、地震の発生頻度等を考慮しまして設定されているものと認識しております。

今回、川内1号炉の高経年化技術評価においては、新規制に適合させるために申請しております許認可ベースの評価を行っていることから、S1、S2体系ではなくて、Ss・Sd体系による評価というものを行っております。

平成18年に出た、いわゆる新指針にも、Sd地震というものの必要性というものが言及されておりまして、もともとS1地震動が果たしてきた耐震上の役割というものをSd地震が一部担いますということが書かれているということと、JEACの4601-2008においてSs・Sd体系の規定がなされているんですけども、そこでは従来のS1地震動の発生頻度というものをSd地震動は踏襲しているというふうな記載もなされております。そういった観点からも、今回、従来の規格で使われている1/3S1というものは、1/3Sdを使うことが妥当だろうというふうにまず考えております。

もう1点御指摘がありました、そういった1/3Sdというものが今まで使われた実績があるかということに関しましては、新規制基準のほうで内部溢水等のガイドというものが出ておりますが、その中では、従来、1/3S1を考慮していた部分ですね、供用状態A・B、運転状態に達するような地震として考慮されていたものが、今は1/3Sdを用いて評価しなさい

というふうに定められたものもありまして、そういったところとも整合がとれているのではないかというふうに考えております。

以上です。

○菊池主任調査官　規制庁の菊池です。了解しました。

○大村審議官　それ以外に何か御質問はありますか。

○鈴木主任調査官　規制庁の鈴木です。

今の5ページの質問にちょっと関連するんですけれども、ここでは応力サイクルで疲労亀裂が進展する速度を出す式が明示されてございますが、ということは、先ほどの1/3Sdとか、供用状態A・Bによる内圧等々が何回繰り返されるかによって、その進展量というのは決まると思うんですね。ここの評価の中ではどのような負荷を、60年間で何回繰り返されるというふうに想定して評価されているかというのを説明してください。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

回数は、ちょっと今、頭にずばり入っていないんですが、少々お待ちいただいてよろしいでしょうか。この運転中の過渡といったものに対しては、60年間、前回の低サイクル疲労でも御説明さしあげましたとおり、今まで30年弱の運転実績をもとに、そこから60年間だとどのぐらいの過渡回数になりますかといったものを想定した、60年後の評価用の回数というものを算定しておりますので、そこで使用されている回数といったもののそれぞれの過渡というものを足しております。地震については、さっき少し触れたんですけども、発生頻度という観点から、その頻度というものがありますので、そこに60年分の回数を足していると。ちょっと具体的な回数は記憶しておりませんが、そういう考え方に基づいて、地震の回数とそれぞれの過渡というものを算出している、で評価を行っているというものでございます。

○鈴木主任調査官　規制庁の鈴木です。

それでは、地震の回数については、また別途御説明いただくということで、了解しました。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

回数については、整理してまた御回答いたします。よろしくお願いします。

○大村審議官　では、どうぞ。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

評価点の抽出として、3ページの表に書いています、評価部位における代表部位の抽出

の条件について確認させていただきたいんですが、選定に当たってといいますか、熱時効に当たっては、250℃以上の部位に対して抽出を行っているというふうに聞いておりますが、かつ、使用温度が高いほど脆化が進むということで、この表中において使用温度、特に温度の高いところとかいう、その温度について、抽出に対して特にコメントが書いていないんですけど、使用温度に対する抽出の考え方について、御説明をお願いします。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

今の御質問についてですが、御指摘いただきましたとおり、3ページの表については、使用温度というものを記載しておりまして、321℃だったり、283℃というもので若干ばらつきがあります。この温度というのが熱時効にどういうふうに影響するかというのは、温度が高いほど脆化の速度が速いということで、高いほど脆化が進んでいく速度が速いということで、重要なパラメータにはなるんですけども、今回の評価では、先ほど御説明さしあげましたとおり、熱時効が進んでいって、一番脆化し切った値ですね、無限大時間の一番脆化し切った値で評価を行っていることから、温度のパラメータということでは、脆化速度ということですので、今回の評価ではフェライト量と応力の観点から評価点の選定を行うことで問題ないかというふうに考えております。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

考え方については、了解しました。

追加で確認したいんですが、使用温度については、H3Tモデルの底値を用いているということなんですが、具体的に、例えば320℃で時効した場合に、60年たった時点で底値に達するのか、しないのか。また、280℃で時効した場合には、かなり時効がゆっくりなんですけど、60年ではどの程度まで下がるのか、その辺の評価結果を説明してください。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

具体的な数字というものは、ちょっとここではデータを持ち合わせていないんですけども、いずれの温度に関しましても、60年時点では完全に底値までには至っていないという状況でございます。今回の評価では、どちらの温度であっても、脆化し切った値で評価を行っているというものでございます。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

使用温度に対しては、保守的に評価されているということを確認しましたので、了解しました。

○大村審議官　はい。

○坂本主任調査官　規制庁の坂本と申します。

現状保全について教えてください。「定期的に溶接部の超音波探傷検査を実施し、評価で想定した初期き裂のないことを確認している」というふうにございますけれども、例えば、2ページの表1ですとか3ページの表で応力を評価されています。これは、対象範囲の中で最も応力の高い点を記載されていると思いますけれども、こういった応力の高い点が現状保全の超音波探傷の範囲に入っているというふうな理解でよろしいでしょうか。1点お伺いします。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

基本的にはそのような考え方で問題ないというふうに考えております。

○坂本主任調査官　わかりました。

○大村審議官　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、次の資料に入りたいと思います。

次の資料は、コンクリートの劣化についてということですので、資料5ですが、これに基づいて説明をお願いします。

○九州電力（藤岡）　九州電力の藤岡でございます。

資料5に基づきまして、コンクリートの強度低下、それと遮蔽能力の低下、あと鉄骨構造の強度低下について御説明させていただきたいと思います。

それでは、ページをめくっていただきまして、今回の評価の流れでございますけれども、まず1番で、代表構造物、それと評価対象部位、それから評価点の選定、こちらについて説明をさせていただきます。その後、健全性の評価ということで、コンクリートの強度低下、それとコンクリートの遮蔽能力の低下、鉄骨構造の強度低下について、それぞれ具体的に評価の内容を説明いたします。そして、最後に現状保全、そして総合評価、高経年化への対応ということでまとめてございます。

それでは、次の2ページに行っていただきまして、代表構造物と評価対象部位、それから評価点の選定ということで、その選定の中の説明の前に、経年劣化事象と劣化要因の概要について、今回、評価に当たって考慮しました劣化要因ごとの概要を説明させていただきたいと思います。

コンクリート及び鉄骨構造に関する経年劣化事象については、急速に進展するものではございませんが、以下のような劣化要因によりまして、強度と遮蔽能力が低下するという可能性がございます。

以下に表をまとめてございますけれども、まず、コンクリートの強度低下につきましては、まず初めに、劣化要因の中の熱、こちらにつきましては、コンクリートが熱を受けますと、その温度条件によっては水分が逸散して、乾燥に起因します微細なひび割れ、こういったものが生じます。また、水分の移動によっては、空隙の拡大によってコンクリートの強度が低下するという可能性がございます。

次に、放射線の照射につきましては、こちらのメカニズムにつきましては、必ずしも明確にはなってございません。ただし、こちらの放射線照射を受けました物質については、内部発熱によって水分が逸散しまして、乾燥に伴うひび割れ、こういったものによって強度が低下するという可能性がございます。

それから、中性化につきましては、コンクリートそのものにつきましては、通常、強アルカリ性でございます。この状況下におきましては、鉄筋は腐食から保護されている状況にございます。ただし、大気中にございます二酸化炭素がコンクリート中に侵入することによりまして、水酸化カルシウムと反応すると。これがコンクリートの表面からアルカリ性が徐々に低下するという現象が起きます。これが中性化でございます。

この中性化が鉄筋の位置まで進展しますと、その鉄筋の保護される能力が失われるということで、水や酸素の浸透によって鉄筋が腐食し始めると。そういった腐食によって、腐食生成物が生成されまして、その体積膨張によりコンクリートにひび割れやは剥離、それと鉄筋の断面減少が生じて、健全性が損なわれるという可能性がございます。

次の3ページをめくっていただきまして、引き続き強度低下の塩分浸透につきましては、コンクリート中に海塩粒子等が入っていくと。その塩化物イオンが浸透することで、鉄筋位置まで到達することで、腐食が徐々に進展するという現象が起きます。その腐食によりまして、体積が膨張しまして、コンクリートにひび割れと、あと剥離、鉄筋の断面減少が生じることによって健全性が損なわれる可能性がございます。

それと、機械振動につきましては、コンクリート構造物がこういった長期間にわたって機械振動による繰り返し荷重を受けることでひび割れが発生すると。そういったことによって健全性が損なわれる可能性がございます。

続きまして、遮蔽能力の低下につきましては、熱が関係してくるんですけれども、このコンクリートが周辺環境から伝達してくる熱、それとあと放射線照射による内部発熱、こういったものを受けることによって、コンクリート中の水分が逸散すると。それによって遮蔽能力が低下するという可能性がございます。

最後に、鉄骨構造につきましては、腐食という劣化要因がございます。こちらにつきましては、一般に大気中の酸素や水分、これらと化学反応を起こして腐食すると。さらに、海塩粒子等によって、その腐食が促進されます。その腐食が進展すると、鉄骨の断面欠損に至りまして、鉄骨の強度低下に結びつくという可能性がございます。

こういった劣化要因を含めて、この後、評価の具体的な内容を説明させていただきたいと思います。

続きまして、4ページをめくっていただきまして、具体的な代表構造物、評価対象部位、それと評価点の選定、こちらについて説明をさせていただきます。

このページには、選定の手順を説明させてございます。

ステップ1としまして、評価対象構造物のグループ化をまず行います。こちらにつきましては、重要度分類指針におけますクラス1、2、それとクラス3のうち、高温・高圧の構造物、それと機器を支持する構造物と。こちらについては、浸水防護施設を含みます。それと、常設重大事故等対処設備を支持します構造物を評価対象構造物として選定しまして、これらをコンクリートと鉄骨にグループ化するという作業を行ってございます。

その次に、ステップ2でございますけれども、上記で選定いたしました代表構造物から、さらに評価対象部位の選定ということで、グループ化した評価対象構造物につきまして、使用条件等を考慮して代表構造物を選定いたします。その選定しました代表構造物につきまして、劣化要因ごとに最も厳しい使用環境等を考慮して評価対象部位を選定いたします。

そして最後に、今選定しました評価対象部位のうち、最も使用環境等が厳しい箇所のさらなる絞り込み等を行うことによって、評価点を選定するという流れになってございます。

次に、5ページをめくっていただきまして、まず最初の代表構造物の選定でございますけれども、このページでは、選定する前の評価対象構造物のグループ化というものを説明させてございます。

左の図に、今回評価対象としております構造物を網掛けをして表示してございます。この表示しております評価対象構造物を右の表におきまして、一覧に示してございます。

こちらに示しますように、13構造物が示してございますけれども、こちらを一番右の2列にコンクリートと鉄骨ということで丸をつけまして、それぞれのグループ化をしてございます。

次の6ページに行っていただきまして、これらの選定しました評価対象構造物をグループ内ごとに代表構造物を選定いたします。

こちらのページでは、コンクリート構造物における選定結果を示してございます。

こちらの表の構成なんですけれども、コンクリート構造物につきましては、左に縦に並べておりまして、それぞれ考慮されるべき使用条件等を真ん中に整理してございます。そして、一番右の選定という欄に二重丸をつけて、コンクリート構造物の代表構造物というのが示されてございます。その選定理由を一番右に示してございます。

具体的には、外部遮蔽につきましては、屋内の仕上げなしという理由で、代表構造物として選定してございます。

内部コンクリートにつきましては、原子炉容器からの高温、それと放射線、こういったものの影響を考慮して、代表構造物として選定してございます。

それと、あと原子炉格納施設基礎につきましては、外部遮蔽壁であったり、あと内部コンクリート、こういったものを支持するということで、代表構造物として選定してございます。

それと、原子炉補助建屋、こちらにつきましては、非常用ディーゼル発電設備からの振動であったり、あと屋内で仕上げがないというところから、代表に選定してございます。

それと、あとタービン建屋、これはタービンの架台になりますけれども、こちらはタービンからの振動、それと屋内で仕上げがないということから、代表に選定してございます。

最後に、取水構造物につきましては、こちらは屋外で仕上げがないということと、あと海水からの供給塩分がございますので、こちらの影響を加味して、代表として選定してございます。

次に、7ページをめくっていただきまして、鉄骨構造物における選定結果でございますけれども、今回、鉄骨として挙げられておりますのが、こちらの表にある内部コンクリートと燃料取扱建屋、それとタービン建屋の鉄骨部。それと、浸水防護施設としまして、原子炉補助建屋内の水密扉、それと取水構造物に設置されている水密扉が代表として選定をしております。こちらについては、使用環境、または同等である環境を考慮して、全てを代表という形で選定してございます。

次に、8ページをめくっていただきまして、これまで選定いたしました評価対象部位について、劣化要因ごとに評価対象部位をこちらの表に整理してございます。

まず、劣化要因の熱につきましては、内部コンクリートの1次遮蔽壁を評価対象部位としてございます。それと、放射線照射につきましても、同様に内部コンクリートの1次遮蔽壁を選定してございます。それと、あと中性化につきましては、原子炉補助建屋の屋内

面、それと取水構造物の仕上げがない面のところを選定してございます。それと塩分浸透につきましては、海水の影響を考慮しまして、取水構造物を選定しております。それと、機械振動につきましては、原子炉補助建屋内の非常用ディーゼル発電設備基礎、それとタービン建屋につきましてはタービン架台、こちらを選定してございます。それと、遮蔽能力低下につきましては、こちらは熱でございますけれども、同様に内部コンクリートの1次遮蔽壁、こちらを選定してございます。それと、あと鉄骨構造物につきましては、腐食ということで、それぞれ内部コンクリート、原子炉補助建屋、それとタービン建屋、取水構造物、燃料取扱建屋のそれぞれ鉄骨部と水密扉が評価対象部位として選定しております。

次に、9ページをめくっていただきまして、それぞれの劣化要因ごとに、これから具体的に健全性の評価について説明をさせていただきたいと思います。

まず、コンクリートの強度低下における熱による強度低下ということで、こちらは先ほど選定しましたように、評価対象部位は内部コンクリートの1次遮蔽壁ということで、さらにこの中で最も使用環境等が厳しい箇所ということで、さらなる絞り込みを行いまして、評価点として、炉心領域部と原子炉容器サポート直下部、こちらを選定してございます。

この評価点を選定した理由につきましては、炉心領域部については、ガンマ発熱の影響が最も大きい部位として選定してございます。それと原子炉容器サポート直下部につきましては、原子炉容器サポートからの伝達熱、こちらの影響が最も大きいということで、この2点を評価点として選定してございます。

それでは、この評価手順につきまして説明させていただきますけれども、表に取りまとめてございますが、まず、炉心領域部につきましては、ガンマ線のまず発熱量の分布を1次元輸送計算コートANISNによって算出すると。それによって算出した結果を温度分布の算出ということで、熱伝導方程式により温度分布を算出するという流れになってございます。

次に、原子炉容器サポート直下部の評価につきましては、温度分布の算出ということで、3次元のCFD汎用熱流体解析コードによって算出するという手順になってございます。

次の10ページをめくっていただきまして、こちらの健全性評価結果ということで表示しておりますけれども、コンクリートの最高温度につきましては、解析の結果、こちらの表に記載してございますけれども、炉心領域部については、最高で約64℃、それと原子炉容器サポート直下部で55℃ということで、文献にございます制限値65℃を下回っているということで、評価上問題ないということで評価をしてございます。

次に、11ページをめくっていただきまして、放射線照射による強度低下について御説明いたします。

評価対象部位としましては、同様に内部コンクリートの1次遮蔽壁ということで、評価点は炉心領域部を選定してございます。こちらの選定理由としましては、原子炉容器から来る中性子であったり、ガンマ線照射量、こちらの影響が最も大きいということで、この評価点を選定してございます。

評価の手順でございますけれども、まず最初に、放射線の線量率、こちらの算出を行います。具体的には、1次遮蔽壁における中性子束であったり、ガンマ線照射率、こちらを2次元輸送コードDORTによりまして算出をいたします。

その次に、放射線照射量の算出ということで、(1)で算出いたしました線量率、こちらを運転時間を掛けることによりまして、中性子の照射量であったり、ガンマ線の照射量を算出いたします。

こちら点線の四角で囲んでおりますけれども、こちらの解析を行うに当たりまして、運転時間の考え方でこちらに整理してございますけれども、まず、今回60年間を想定したときの稼働率につきましては、第21回サイクル終了時点まで、具体的には2011年5月10日までですけれども、こちらは実績ベースをもとに稼働率を設定してございます。

参考としましては、2012年度までの稼働率は、平均77.5%というふうにございます。

それから、こちらの実績ベースで設定をしておりました期間、これ以降につきましては、保守的な解析としまして、稼働率を100%というふうに想定して解析を実施しております。

次に、12ページをめくっていただきまして、今、評価を行いました結果をこちらのほうに説明してございます。

まず、中性子照射量につきましては、今回の解析を行った結果、運転開始後60年経過時点における中性子の照射量につきましては、表に示してございますように、4.7×10^{19}n/cm^{2}ということになってございます。こちらはHilsdorfほかの文献にございます目安値、1×10^{20}n/cm^{2}以下ということで、今回の評価につきましては構造上問題ないということで確認をしてございます。

13ページに行っていただきまして、次のガンマ線照射量、こちらの評価結果について御説明いたします。

こちらも同様に、運転開始60年時点におきますガンマ線照射量につきましては、こちらの表に示してございますように、約2.3×10^{10}radということで、こちらもHilsdorfの文献

におきましては、目安値が2×10^{10}radということで、一部の範囲でございますけれども、この目安値を超える範囲がございました。その範囲が最大6cm程度というふうになってございます。

どの範囲がその6cmかというところを次の14ページのところに図で示してございますけれども、左側に今回の評価対象としました内部コンクリートの1次遮蔽壁をこういった図の形で説明してございます。左側に平面図を示しておりますけれども、真ん中に原子炉容器がございまして、それを取り囲むような形で、1次遮蔽壁があると。この青い点線で囲っているところ、こちらを拡大しますと、その下の図のようになりますけれども、オレンジで示しているところが、今回の目安値を超える範囲ということで、最大6cm程度というふうになってございます。

こちらを縦の断面的に見ますと、右に示しております図のようになりまして、原子炉容器の炉心中央高さを中心として、最高6cm程度ということで、上と、あと下に行くほど、その範囲は狭まっていくという形になってございます。

こういった結果を踏まえまして、13ページにございますように、今回評価対象としている1次遮蔽壁の最小壁圧、これが279cmということで、これに対してその目安値を超える範囲が6cm程度と、小さいということで、構造上問題ないというふうに判断をしております。

次に、15ページに行っていただきまして、こちらは中性化による強度低下についての説明内容でございますけれども、今回評価対象部位としましては、屋内で原子炉補助建屋、それと屋外で取水構造物を選定してございます。

その中でも、評価点としましては、原子炉補助建屋、屋内におきましては、各フロアと主蒸気気管室、それと非常用ディーゼル発電設備室、こういったところを評価点としてございます。それと、屋外の取水構造物につきましては、気中帯、干満帯、海中帯、こういったところを評価点としてございます。

こういった選定理由につきましては、屋内については、まず仕上げがないということと、こちら中性化速度係数、こちらは中性化の推定式にある森永式の使用環境等を考慮した中性化の速度を表す係数でございます。この係数が最も大きいところが原子炉補助建屋ということで、その中でも使用環境等を考慮して選定しているという形になってございます。

それと、屋外につきましては、仕上げがない取水構造物のうち、気中帯、干満帯、海中帯のように、使用環境の違いというものを考慮して選定してございます。

評価手順になりますけれども、(1)としまして、中性化深さの推定と。中性化深さの推

定につきましては、こちらに示しております3式、岸谷式、森永式、√t式によりまして、運転開始60年時点の中性化深さを算出してございます。

(2)としまして、最大中性化深さの推定値の抽出ということで、(1)で推定しました中性化深さの推定値の中で、最大値となる中性化深さを抽出するという流れになってございます。

そして(3)、最後に運転開始後60年時点の中性化深さの評価ということで、推定されました最大の中性化深さと鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さの数値を比較するという手順になってございます。

その比較を行いました結果が、16ページのほうにめくっていただきまして、結果が示されておりますけれども、運転開始後60年経過時点における中性化深さの最大となる評価点について評価をしました結果、それぞれ原子炉補助建屋と取水構造物、それぞれの推定値が60年時点で、まず原子炉補助建屋が6.1㎝、取水構造物が1.3㎝と。それぞれに対して鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さというのは、原子炉補助建屋が9㎝、取水構造物が9.1㎝ということで、下回っております。

ということで、中性化深さ、中性化によります強度低下はないというふうに判断してございます。

次に、17ページに行っていただきまして、塩分浸透による強度低下につきましては、評価対象部位は、取水構造物というふうにしてございます。

評価点につきましては、先ほど中性化と同様に、気中帯と干満帯と海中帯、それぞれについて評価を行ってございます。選定の理由としましては、仕上げのない取水構造物のうち、使用環境が違うという点を考慮しまして選定してございます。

評価の手順でございますけれども、運転開始後60年時点における鉄筋腐食減量の算出というものをまず最初に行います。具体的には、フィックの拡散方程式、こちらを用いまして、運転開始経過年数ごとに、鉄筋位置における塩化物イオン量を算出いたします。それから、森永式を用いまして、今算出した塩化物イオン量を用いて、運転開始経過年数ごとの鉄筋腐食減量というものを算出いたします。

それから、(2)ですけれども、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。こちらも森永式を用いまして、鉄筋径やかぶり厚さ、こういったものを考慮しまして、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を算出すると。

最後に、(3)ですけれども、(1)で算出いたしました運転開始後60年時点の鉄筋腐食減量とかぶりコンクリートのひび割れが発生する時点の腐食減量というものを比較して、評価をいたします。

次のページ、18ページをめくっていただきまして、こちらに健全性の評価結果を示してございますけれども、まず、表のつくりでございますが、左に取水構造物、気中帯、干満帯、海中帯、それぞれの評価結果を示してございます。

黒太枠で囲ってございますけれども、それぞれ運転開始後60年経過時点で発生する鉄筋の腐食減量というものが、それぞれ気中帯で3.9、干満帯で2.9、海中帯で2.0と。それに対して、かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の腐食減量というのが、それぞれ気中帯で84.5、干満帯で88.7、海中帯で86.4ということで、それぞれこのかぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の腐食減量に対して下回っているということから、塩分浸透による強度低下はないというふうに評価をしてございます。

次に、19ページをめくっていただきまして、こちらが機械振動による強度低下に関する評価の内容でございますけれども、評価対象部位は、さっき述べましたように、タービン建屋のタービン架台、それと原子炉補助建屋の非常用ディーゼル発電設備基礎が対象となってございます。

その中でも、評価点としましては、こういった機器を支持しております基礎ボルト周辺のコンクリートですね。そこの部分を評価点として選定してございます。こちらを選定した理由としましては、機械振動による応力が大きい部位ということで選定してございます。

こちらの健全性評価の結果でございますけれども、60年間の供用を仮定しますと、機械振動による強度低下の可能性は否定できません。ただ、当社としましては、現状保全において定期的な目視点検を実施しております。その中で、有意なひび割れ等がないことを確認しているということと、最後に、今後も現状保全を継続するということで、構造物の健全性の維持が可能ということで評価をしております。

次に、20ページでございますけれども、これまで劣化要因ごとに評価をしてきてございましたが、コンクリートの破壊試験、それと非破壊試験を今回2011年に実施しております。それぞれの代表構造物について、設計基準強度が22.1、17.7、23.5N/mm^{2}というふうにございますけれども、この中で実際に破壊試験と非破壊試験を実施いたしまして、それぞれが平均圧縮強度については、設計基準強度を上回っているということを確認してございます。

次の21ページでございますけれども、コンクリートの遮蔽能力の低下ということで、こちら評価対象部位は、内部コンクリートの1次遮蔽壁を対象としてございます。評価点については、炉心領域部と。こちらを選定した理由については、ガンマ発熱による最も高温となる部位ということで選定してございます。

こちらの評価の手順につきましては、強度低下のほうで説明をいたしましたように、こちらの温度を算出するという過程でございますけれども、その算出過程は、強度低下と同様のやり方になってございます。

次に、22ページをめくっていただきまして、こちらに健全性の評価結果ということで記載しておりますけれども、今回の解析によって出されました温度、最高が約64℃というのは、強度低下と同じでございますけれども、それぞれ文献によりましては、中性子の遮蔽については、制限値は88℃、ガンマ線の遮蔽につきましては177℃ということで、それぞれを下回っているということで、遮蔽能力の低下はないというふうに判断をしてございます。

続きまして、鉄骨構造の強度低下ということで、評価対象部位につきましては、それぞれ鉄骨部と水密扉、それぞれ鉄骨部におきましては、内部コンクリートと燃料取扱建屋、それとタービン建屋を対象としてございます。それと水密扉につきましては、原子炉補助建屋と取水構造物ということになってございます。

評価点の選定とその理由につきましては、まず評価点は鉄骨部と水密扉の構造部材、それぞれを対象として評価を行ってございます。選定理由につきましては、今回の劣化要因にもありましたように、大気中の酸素であったり、水分との化学反応、それと塩分による腐食、こういったものを考慮して、全ての鉄骨構造物を選定してございます。

評価手順につきましては、日本建築学会が出しております「建築物の耐久計画に関する考え方」による耐用年数を推定式によって、それぞれ鋼材と塗膜、それぞれに対して算出をいたします。

24ページのほうに評価をした結果が記載してございます。まず、この表のつくりでございますが、それぞれの構造物について、塗膜と鋼材、それぞれの耐用年数を算出いたしまして、それぞれを足し算することで、一番右にある鉄骨構造の推定耐用年数というものが記載してございます。

いずれにつきましても、60年という耐用年数ではございませんが、これを受けて、下に評価結果を示してございますけれども、仮に塗膜に劣化等が生じた場合においても、腐食

が急激に発生して、進展する可能性は小さいと考えられますが、今回の60年間の供用を仮定しますと、腐食による強度低下の可能性は否定できないというふうに判断します。

ただし、この可能性は否定できないというふうにございますが、今回現状保全において、定期的な目視点検を実施しているということで、その中で強度に支障を来す可能性がある腐食がないことを確認していると。それと予防保全のための塗装の塗り替え等を行うこととしております。また、現状、強度低下につながるような鋼材の腐食は認められておりません。そして、今後もこの現状保全を継続することで、構造物の健全性の維持が可能というふうに考えております。

最後のページになりますけれども、これまで御説明させていただきました各劣化要因に対する評価の内容を踏まえて、現状保全と総合評価、それと高経年化への対応という形で表にまとめてございます。

まず、コンクリート構造物の強度低下につきましては、現状保全については、まず目視点検を実施しております。頻度としましては、年に1回程度と。その点検の内容としては、強度に支障を来す可能性のある有意な欠陥がないことを確認しております。

なお、予防保全のために、必要に応じて塗装の塗り替え等を行うこととしております。

それと、破壊試験、非破壊試験、こういったものを実施することによって、強度に急激な経年劣化が生じていないことを確認してございます。それぞれ頻度としましては、破壊試験が10年に1回、それと非破壊試験が3保全サイクルに1回という設定になってございます。

具体的に、破壊試験については、コンクリートの圧縮強度であったり、中性化深さの試験、塩分含有量の試験、こういったものを実施してございます。非破壊試験については、リバウンドハンマーによりまして、コンクリート構造物の経年的な劣化の傾向を把握するために実施をしてございます。

これに対する総合評価でございますけれども、健全性評価としましては、説明が重複するところもございますけれども、ガンマ線については、今後、強度低下の可能性は否定できないというところはございますが、まず目安値を超える範囲は、1次遮蔽壁の厚さに対して小さいということから、構造強度上、問題にならないと判断しているという点です。

それと、機械振動につきましては、今後、強度低下の可能性は否定できないということでございますけれども、定期的に目視点検によって、有意なひび割れ等がないことを確認するという現状保全は適切というふうに考えてございます。

それと、今示しました劣化要因二つ、これ以外につきましては、現時点の知見において、強度低下の可能性はないというふうに判断してございます。

それとあと、現状において設計基準強度を上回っているということを今回の破壊試験、非破壊試験の中で確認しておりまして、強度低下が急激に発生するという可能性は極めて小さいと考えております。それと、現状保全を今後継続することによりまして、60年間の健全性の維持が可能というふうに判断してございます。

遮蔽能力の低下につきましては、現状保全については、強度低下と同様に、目視点検を実施していると。その中で、遮蔽能力に支障を来す可能性のあるひび割れ等の有意な欠陥がないということを確認してございます。

総合評価につきましては、健全性評価にもありましたように、現在の知見では、遮蔽能力の低下の可能性はないというふうに判断してございます。それと、現状保全を今後も継続していくことで、60年間の健全性の維持が可能というふうに判断してございます。

最後に、鉄骨構造物の強度低下につきましては、こちらは目視点検を同様に行っているんですけれども、頻度は半年に1回程度と。点検の内容としては、強度に支障を来す可能性のある鋼材の腐食がないということを確認していると。

なお、予防保全につきましては、予防保全の考え方として、鋼材の腐食につながる塗膜の劣化等に対して、塗り替え等を行うこととしております。

総合評価につきましては、健全性評価の中では、鋼材の腐食が進展する可能性は否定できないというふうにございましたが、仮に局部的に腐食が発生した場合は、塗装の塗り替え等を実施することで、現状保全は適切というふうに判断をしてございます。

また、現状は強度低下につながるような鋼材の腐食は認められておりません。

それと、現状保全を今後も継続していくことで、60年間の健全性の維持が可能というふうに判断してございます。

今後の高経年化への対応ということで、現状保全の継続を実施することによって、健全性が保てると。よって、高経年化の対策の観点からは、追加すべき項目はなしというふうに判断してございます。

最後になりますけれども、なお、今回の評価は、断続運転時の評価ということで、冷温停止の評価につきましては、断続運転時の使用環境よりも緩やかであると、または同等であるということから、断続運転の評価を前提とした評価に包含されるというふうに判断してございます。

以上でございます。

○大村審議官　それでは、ただいまの説明につきまして、質問等がありましたらお願いします。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

ページで申しますと、20ページになるんですが。ここでコンクリートの強度低下について、破壊試験及び非破壊検査を両方実行しておりますが、それぞれ出ている値について、多少の違いがあります。具体的には、これらの試験の値について、今後の保守管理において、どういうふうに取り扱っていくかという、そういう考え方について御説明をお願いいたします。

○九州電力（藤岡）　九州電力の藤岡でございます。

こちらの20ページに記載してございます破壊試験と非破壊試験の内容ということで、まず、破壊試験と非破壊試験の違いというのは、先ほどの最後のページにございましたように、破壊試験というのは、コアを抜いてコンクリート自体の圧縮強度を実際に潰して計測するというものであり、非破壊試験については、表面の反発度、こういったものをリバウンドハンマーを使って、圧縮強度を推定するという違いがございます。

実際に我々としましては、10年に1回行います破壊試験をもって、コンクリートの強度を確認してまいります。その中で、間を補完するという形で、3保全サイクルに1回というスパンで非破壊試験を実施していくんですけれども、非破壊試験は、この強度の急激な低下がないという傾向監視の位置づけで実施しております。

実際には、こういった非破壊試験で、実際の強度が急激に低下するようなところがもしあれば、実際にコアを抜いて、本当の実際の性能、強度を確認していくという位置づけで、今度点検をしていくという形になってございます。

以上です。

○大高上席調査官　考え方については了解しました。

なお、破壊試験については、これまで10年間隔で実施しているということでしたが、この20ページは、27年時点での強度で、十分設計強度に余裕があるというのはわかるんですが、これまでの結果で、例えば10年、20年、あるいは初期の状態で行った破壊試験の結果と比べて、今回の27年の強度がどういうふうになっているか。いわゆる、ほとんど劣化が進んでいないのか、あるいは多少劣化の傾向があるのか、その辺の状況を説明してください。

○九州電力（藤岡）　今回こちらに掲載しております試験の結果でございますけれども、今回の高経年化技術評価に向けて実施した破壊試験でございまして、今回が初めての試験でございます。

ですので、今後また40年の評価とかが出てくる前には確認をして、またその傾向の確認というものをしていく予定でございます。

○九州電力（宮嶋）　補足させていただきます。コンクリートにつきましては、その劣化傾向が非常に緩やかということでございますので、今回の30年目の結果をもって、コンクリートの強度低下がないという確認をすれば、問題ないというふうに考えてございます。

今後、この辺の強度劣化傾向がございますことにつきましては、10年ごとに破壊試験で結果を確認していくといったことを考えてございます。

以上です。

○大高上席調査官　了解しました。

○大村審議会　それ以外に何かありますか。

○中野主任調査官　規制庁の中野と申します。

何点か質問させていただきます。まず、9ページですけれども、9ページの評価手順に、炉心領域部と原子炉容器サポート直下部の評価手順が示されていると思いますが、異なる手順で算出しております。算出の方法の違いについて説明してください。

○九州電力（宮嶋）　すみません、解析手順につきましては、ちょっと確認させていただいて、また別途説明させていただきます。

○中野主任調査官　了解しました。では、次回よろしくお願いいたします。

次に、11ページで、運転時間の算出に用いています第21サイクル終了時点までの稼働率ですが、この算出方法について、もう少し具体的に説明をしてください。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

運転時間の算出方法については、高経年化技術評価全般について、共通した考え方を用いております。

具体的には、前回の低サイクル疲労の中で詳細に御説明さし上げておりますが、ここでは2011年10月までの実績をカウントしておりまして、そこから60年間運転した場合の回数を算定しております。この場合は、照射量の算出につきましては、運転稼働率を将来については、実績については今までの実績で、将来については保守的な評価になるように100％、実際にはもちろんあり得ない数字なんですけれども、評価上の裕度ということで、

稼働率を100％として、運転開始60年までの評価を行っているというものです。

○中野主任調査官　稼働率については、実際に年ごとに変化があると思いますけれども、その稼働率を平均化して、今回の実績率を出しているというふうに理解してよろしいでしょうか。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

将来の分の稼働率については、現時点までの稼働率に関わらず、保守的に100％ということでカウントしてございます。

○中野主任調査官　今お伺いしたのは、21サイクル時点までの稼働率の出し方なんですけれども。

○九州電力（新立）　九州電力の新立です。

21定検サイクルまでは、実績そのものというものをカウントしております。

○中野主任調査官　了解しました。

それでは、次に17ページですが、塩分浸透による強度低下のところで評価点として、気中帯、干満帯、海中帯を選定していると思いますが、これらの評価点の位置を決定した根拠について説明してください。

○九州電力（藤岡）　九州電力の藤岡でございます。

今回この評価点、3点、気中帯と干満帯、海中帯を選定してございますけれども、要は、海水のかぶり方が違うという観点から選定してございます。

まず、海中につきましては、常時、海水がつかっている状態。それと干満帯については、海水がかかったり、かからなかったりという状況。それと気中帯については、実際に空気にずっと触れている状況という観点から、そういう違いを考慮して、この3点を選定してございます。

○中野主任調査官　考え方については、今の考え方でいいと思うんですけれども、実際にその位置を選定した根拠として、何を用いてその位置を選定したかという具体的な根拠について説明してください。

○九州電力（宮嶋）　すみません、ちょっと御質問の趣旨がいまいちよく理解できませんので、もう一度お願いします。

○中野主任調査官　気中帯、干満帯、海中帯のコアをとるのに、まず位置を選定すると思うんですけれども、そのコアをどこからとるかという。今御説明いただいた考え方については了解しましたけれども、実際にラインを引かなければいけない。そのラインを何を基

準にして引くかというところの御説明をお願いします。

○九州電力（宮嶋）　すみません、このハイウォーター、ローウォーターの話でよろしいということでよろしいのですか。

ハイウォーター、ローウォーターにつきましては、まとめて御説明させていただきます。

○中野主任調査官　了解しました。

19ページで、健全性評価結果の(2)に、有意なひび割れ等がないことを確認とありますけれども、この有意なひび割れとは、どのようなひび割れのことを言うのか、説明をお願いします。

○九州電力（宮嶋）　九州電力の宮嶋でございます。

有意なひび割れ等につきましては、ひび割れ幅につきましては1㎜を超えるもの。あと、それ以外に例えばはがれであったりとか、そういったものにつきまして、有意なひび割れ等と考えてございます。

以上でございます。

○中野主任調査官　ひび割れの幅で有意か、有意でないかというのを判断しているということだと思うんですが、それ以外の判断基準というのは特にないんでしょうか。

○九州電力（宮嶋）　幅以外に、例えばコンクリートのはがれとか、そういったものも判断基準としてございます。

○中野主任調査官　了解しました。

次に、22ページですけれども、22ページの遮蔽能力の低下のところで、健全性評価結果に遮蔽能力の低下はないとありますけれども、仮に遮蔽能力が低下した場合、どのような異常が考えられるか。また、その異常を感知する方法があれば、説明をしてください。

○九州電力（宮嶋）　九州電力の宮嶋でございます。

遮蔽能力が低下した場合には、環境の線量等が上がってくるんじゃないかと考えられます。それにつきましては、環境の線量等をはかってございまして、それで遮蔽能力の低下がないことの御説明ができるんじゃないかと思ってございます。

以上でございます。

○中野主任調査官　了解しました。

あと、最後の質問になりますけれども、24ページ、鉄骨構造の強度低下ですが、健全性評価結果の中に、予防保全のための塗装の塗り替え等を行うとありますけれども、今後の塗装計画について、ありましたら御説明をお願いします。

○九州電力（宮嶋）　鉄骨関係の塗装、塗り替えにつきましては、今、定期検査を行ってございまして、その定期検査の結果、塗装のはがれ等がございましたら、その都度、補修をやっていくといったことで、今計画をしてございます。

以上でございます。

○中野主任調査官　今の御回答ですと、定期的な塗装計画というのは特に定めてはいないというふうに理解してよろしいでしょうか。

○九州電力（宮嶋）　定めてはございません。以上でございます。

○中野主任調査官　了解しました。以上で質問を終わります。

○大村審議官　二、三、宿題というか、つけがありましたので、次回以降、資料をつくっていただければと思います。

○大高上席調査官　規制庁の大高です。

24ページの鉄骨構造物の件なんですが、鉄骨構造物の検査につきましては、目視で実施されているというふうにお聞きしました。ですが、この鉄骨構造物というのは、御説明いただいたように、建屋のかなり高い部分というところなので、そういうところに対して目視をこの場合行っているというのですが、どういうふうな方法で目視をしているのか。あと、もう一つは、そういう高層部になりますと、全数、全箇所点検が難しいと思うんですが、それについてはどういうふうに管理されているのか。この2点、御説明をお願いします。

○九州電力（宮嶋）　九州電力の宮嶋でございます。

高部につきましては、双眼鏡等を用いまして点検をやってございます。また下部と上部とございますが、鉄骨の劣化、塗装の劣化としましては、下部のほうと上部のほう、ほとんどあまり変わりないと思ってございまして、下部のほうの見える範囲、詳細に見える範囲を点検をやっておけば、あと上部のほうにつきましては、双眼鏡でさび等が発生していないこと、そういったことを確認すれば問題ないというふうに考えてございます。

○大高上席調査官　規制庁、大高です。了解しました。

あと、もう1点なんですが、24ページのところで、塗膜の耐用年数を評価されております。ここでちょっと理解ができない点を1点お示ししますと、原子炉補助建屋の塗膜の耐用年数、3年と書いてございますが、上から、内部コンクリートから原子炉補助建屋までは全部、対象部位が屋内であるというふうに御説明ありました。取水構造物は当然屋外なんですが、屋外の取水構造物よりも、屋内の原子炉建屋の水密扉の塗膜の耐用年数が3年

と短いので、これはどういう理由でこれだけ短いのか、ちょっと御説明いただけないですか。よろしくお願いします。

○九州電力（藤岡）　九州電力の藤岡でございます。

今御質問いただきました塗膜の耐用年数の違いということでございますけれども、上の鉄骨部における内部コンクリートであったり、燃料取扱建屋、タービン建屋の塗膜の考え方と、水密扉の原子炉補助建屋の塗膜の考え方の違いということで、原子炉補助建屋の水密扉については、一部、扉の内部がさび止めのみで塗装されている部分がございまして、そういう塗装の非常に条件の厳しいところをピックアップして推定をやっておりますので、ここは耐用年数が短いという結果になってございます。そのほかの上の三つにつきましては、そういうさび止めの部分というところが露出してございませんので、耐用年数は比較的高いというところになってございます。

以上です。

○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　はい、どうぞ。

○平田検査官　規制庁、平田です。

20ページの表について御質問します。平均圧縮強度を破壊試験と非破壊試験でそれぞれ測定されているんですが、よく見ますと、破壊試験の数値よりも、非破壊試験の数値のほうが大きく出ているところが3カ所ほどございます。

具体的には、原子炉格納施設の基礎と、それからタービン架台、あと取水構造物のところなんですが。ということは、試験の頻度からすると、破壊試験が10年に一遍、それから非破壊試験が3サイクルに1回ということで、それを伺う限りは、非破壊試験で傾向をつかんでおいて、10年に1回は破壊試験でちゃんと見るというお考えかと思うんですが、破壊試験よりも非破壊試験の測定数値のほうが大きく出るということは、そういう考えからすると、非安全側の数値が出ているということになると思うんですけれども、例えば10年に一遍、破壊試験をやれば、設計基準強度は超えないんだという評価をどのようにされているかを御説明ください。

○九州電力（宮嶋）　一応、破壊試験結果を用いまして、その設計基準強度を満足しているかどうかというのは評価をしていきます。コンクリートにつきまして、劣化につきましては、先ほど説明しました熱、中性化、塩分浸透、そういったものの劣化でございますので、そういったものは非常に緩やかな劣化進行でございますので、10年に1回、破壊試験

をやっておけば、コンクリートの設計基準強度を満足しているというのが確認できると考えてございます。

非破壊試験につきましては、あくまでもそういったものの設計基準強度の劣化の傾向を見るために、初期値として、この値が次の3サイクルの点検以降、どういった、例えばこれに対して大きな数字になるのか、小さな数字になるのか、そういった傾向を見ていくような、あくまでも参考値として扱っていきたいというふうに考えてございます。

以上でございます。

○平田検査官　劣化の程度が緩やかになるというのは、感覚的にはわかるんですが、としますと、例えば原子炉格納施設の基礎は、設計基準強度が22.1N/mm^{2}に対して、2011年に破壊試験を実施したときには、平均圧縮強度が33N/mm^{2}あったと。これが10年後にどのぐらいになっているかというのは、評価できるんでしょうか。

○九州電力（宮嶋）　破壊試験につきましては、10年後、どれぐらいの値になるというのは、今の現在の知見では評価ができない、想定できないというふうに考えてございます。

○平田検査官　とすると、その破壊試験を10年に一遍行えばいいというのは、どういう判断に基づいて決められた基準なんでしょうか。

○九州電力（宮嶋）　コンクリートの強度の低下につきましては、いろいろな熱や中性化、そういった劣化要因が主になりますので、そういった劣化要因につきまして、60年の評価を行いまして、劣化がしないということは評価できてございます。ただし、10年ごとに破壊試験をやることによって、その裏づけといいますか、そういったもので確認をすれば問題ない、設計基準強度の低下がないということが確認できるということで、今考えてございます。

以上でございます。

○平田検査官　ということは、60年の評価を行った上で、念のために10年1回はコアを取り出して、破壊試験を行いますという、そういう考えでよろしいんですか。

○九州電力（宮嶋）　九州電力の宮嶋でございます。その考えでございます。

○平田検査官　わかりました。

○大村審議官　私のほうからもちょっと何点かと思いますが。2ページに評価点の選定というのがあります。それで、経年劣化事象を幾つか具体的に挙げて、これを考慮するということになっています。

コンクリート、鉄骨について、それぞれ多分、アルカリ骨材反応、凍結融解、科学的侵

食、鉄骨は風等による強度低下、こういうような旧JNESの審査マニュアルにも、一応劣化事象として挙げられているものなんですけれど、それは考慮する必要がないという形で、申請書のほうでも、たしかそういう記述になっていたかと思いますが、念のため、ちょっとこの辺りが考慮する必要がないんだということについては、一度しっかり説明をいただく必要があるのではないかと思います。できれば次回以降に、その辺り、少しまとめて説明いただければと思います。

それから、あと、6ページのコンクリート構造物における選定結果というのがありまして、ちょっと細かいんですけれども、表の細かなつくり方で恐縮なんですが、タービン建屋、脱気器基礎と、スチームコンバータ装置の基礎については、これはクラス3だけれども、高温・高圧という機器が近くにあるというのですか、こういう条件だから選定していると、こういう理解だと思うんですけれども、高温度の主なところは全部影響なしという形にどうもなっているようです。

これは、わざわざ高温部とかそういうのがあるというので選んでおいて、これがないというのはどういうことかなというのが、ちょっと整合がとれていないんじゃないかという感じがしますので、もし何か理由があれば示していただきたいということと。

それから、この表の中で、使用条件等の設置環境に屋外というのがありますが、埋設というのがあります。埋設については、下の注で、土の中というのは、一般の環境とし区分されることかなという、ちょっとここの意味が実はよくわからないので、一般の環境として区分されるというのはどういうことなのかということと。

それから、ほかの屋外で仕上げがない構造物で代表させるとありますけれども、恐らくこれは気中の話だと思うんですが、これは代表できるのかどうかというところです。埋設ということになりますと、水分の環境であるとか、さまざま気中とは違う環境があると思うんですけれども、やっぱりそっちのほうが厳しいんじゃないかという感じもするんですが、これは屋外で仕上げがない構造物で代表させるということができるのかどうかと、この辺りの説明をいただければなと。とりあえず、その点について、どうでしょうか。

○九州電力（宮嶋）　九州電力の宮嶋でございます。

アル骨や凍結融解、これにつきましては、次回以降まとめて御説明させていただきたいと思います。

それと、脱気器基礎、そういったものでございますが、こういったものにつきまして、設置環境で、今、中性化等が問題になってくるというふうに考えてございますが、それに

つきましては、もっと厳しい補助建屋、原子炉補助建屋のほうが環境条件が厳しくなりますので、一応、評価対象構造物には選定したのでございますが、代表構造物を選定する過程におきまして、もっと厳しい代表構造物を評価すれば問題ないというふうなことで、今、考えてございます。

それと、環境条件の埋設のところでございますが、これにつきましては、文献等に埋設につきましては、一般の環境と区分されるというふうな記載がございますので、それを持ってきて、今、一般と外部の気中のところの仕上げがないところに代表させて評価を行ってございます。

あと、地中環境といいますと、地下水の影響であったりとか、あと、水に成分の溶脱とか、そういったものが関係してくると思いますが、水に対する溶脱につきましては、ダムコンクリート等の論文等がございまして、ほとんど水中の中にあっても、60年程度であれば、中の水和構造物が溶脱をしない、溶出しないというような報告もございまして、強度低下等には影響がないというふうなことが報告されてございまして、そういったものにつきましては、影響がないというふうに考えてございます。

それ以外のいろいろな環境につきましては、屋外の気中のところが厳しい環境であるというふうに想定してございまして、文献に基づきまして、屋外の仕上げがない気中部のところを評価しているということが、今現状でございます。

以上でございます。

○大村審議官　後者のやつについては、あれですね、埋設という環境のほうが気中より厳しくないんだと、こういうふうな理解ですね。

最初のほうは、これは高温部の有無のところで、そこは影響がないとしているところと、選定の考え方のところがちょっと違うんじゃないですかということを申し上げたので、今のやつはお答えになっていないような感じなんですけれど。

○九州電力（宮嶋）　高温・高圧を支持する構造物でございまして、この構造物自体が高温・高圧の環境には置かれていないというふうに今考えてございます。

○大村審議官　ということは、支持をしたりなんかしているんだけれども、その部分が高温とかになることはないと、こういうことですね。

○九州電力（宮嶋）　そうでございます。

○大村審議官　それから、これはちょっと確認ですけれども、10ページにコンクリートの強度低下及び遮蔽能力の低下のところがありますが、炉心領域部のところが、評価値が約

64で、制限値65と、1℃しか違わないので、ほとんど一緒なんですけれども。この辺り、保守性が恐らくいろんなところにあるので、ニアリーイコールでも問題ないんだよという判断をされているんじゃないかと推測はしますけれども、この辺り、どういうところに保守性があったり、判断としてこれで問題ないのかというところは、もう少し詳しく説明いただきたいというところがあります。次回以降でも結構ですので、何か資料をつくっていただければと思いますが、どうでしょうか。

○九州電力（宮嶋）　九州電力の宮嶋でございます。

2ページを見ていただけますか。コンクリートの強度の低下のところで、一番上に熱の劣化要因の御説明を書かせていただいてございます。熱を受けますと、コンクリートの内部の水分が逸散しまして、乾燥し、微細なひび割れが発生するといったことでございますが、水分の逸散につきましては、これはやはり100℃程度の高温じゃないと、逸散等は今のところ生じないと。

実験を行っていまして、110℃までであれば、強度の低下がないというような報告が今されてございますので、この65℃というのは非常に保守的な数値であるというふうに今考えて評価をしてございます。

以上でございます。

○大村審議官　恐らくそういうことではないかと思うんですけれども、少しその辺り、資料をつくっていただければと思いますので、お願いします。

○九州電力（宮嶋）　九州電力、宮嶋でございます。

はい。次回、御説明させていただきたいと思います。

○大村審議官　それから、9ページと11ページで、これは評価のところが、炉のすぐ脇のところなので、恐らくこういうところ、実際に測定したりなんか検査するということは相当難しいんじゃないかと思いますが、ただ、やっぱりコンクリートなので、基本的には検査なり何か現状を把握した上で、劣化の状況を評価をしていくというのが基本じゃないかと思うんですが、まさにその評価のポイントではなくてもいいんですけれども、ほかのところ、できるだけ近くというのでしょうか、検査できたり何かするところを評価するということは可能なんでしょうか。そういうことは実際、されているものですか。なかなかそれも難しいということになりますか。

○九州電力（宮嶋）　九州電力の宮嶋でございます。

ここの1次遮蔽壁につきましては、遮蔽や原子炉容器を支えてございますので、非常に

重要な構造物ということで、ここについては今回、破壊試験等は行ってございません。ただし、格納容器の中の2次遮蔽壁につきましては、同じような線量、若干小さくなると思いますが、そういったところにつきましては、コアを抜きまして、コンクリートの強度の低下がない等を代替で確認はしてございます。

以上でございます。

○大村審議官　その数値辺りから、ここら辺の評価もかなり確認といいますか、確からしさを確認できるという理解でよろしいですか。

○九州電力（宮嶋）　九州電力の宮嶋でございます。

コンクリートの仕様等が、ここで打っているコンクリートの仕様と全く同じでございますので、想定して、コンクリートの強度低下がない等の判断はできるというふうに考えてございます。

○大村審議官　すみません、追加が多くて申し訳ないです。これは確認です。16ページに、コンクリートの強度低下及び遮蔽能力の低下の健全度評価結果の表がありまして、この推定値という、これは60年経過時点の推定値という形で出されていますが、これは確認ですけれども、これは測定値というものがあって、それからそこを起点として60年後にどうだという、その推定式を用いて予測をした。その数値が6.1とか1.3であるというふうに理解してよろしいですか。

○九州電力（宮嶋）　九州電力の宮嶋でございます。

岸谷式、森永式、√t式がございまして、√t式につきましては、今現在の評価結果を用いまして、60年後を想定するというような形でございます。あと、森永式と岸谷式につきましては、現状の評価結果でございませんで、いろいろ置かれた、二酸化炭素や温度、湿度、そういったものを考慮して、60年目を想定すると、そういった推定式になってございます。

以上でございます。

○大村審議官　すると、上のほうの2.2というこの測定値からのもとにしたものではなくて、もともとこういう環境条件にあるから、6.1になるよという、そういう推定式を用いていると、こういうことですね。

○九州電力（宮嶋）　そういうことでございます。

○大村審議官　あと、18ページなんですけれども、60年経過時点での鉄筋の腐食減量というものの推定、これも評価値だと思うんですけれども、左のほうに、鉄筋位置での塩化物

イオン濃度及び量というのがあります。ここで二つのところにかなりギャップがあるような気がしていて、その現時点の鉄筋の腐食減量というのでしょうか、これは何か測定というものは実際にされているわけではないんですか。

○九州電力（藤岡）　九州電力の藤岡でございます。

こちらに示しております鉄筋位置での塩化物イオン濃度と量ということで、まず、こちらについては、その値にちょっと差があるということでございましょうか。

○大村審議官　現在の鉄筋の腐食減量が幾らで、今後進展していくと、これぐらいだというのだと話はわかるんですけれども、左に示されている、実際これをはかったのが、塩化物イオン濃度及び量ということですね。それからいきなり60年経過後の腐食減量は幾らですと、こう言われて、要するにその数値がに連続性がないですよね、それは。だから、何か現時点で鉄筋の腐食減量というものが何か測定されてはいないのですかという質問です。

○九州電力（藤岡）　九州電力の藤岡でございます。

まず、こちらで示しております鉄筋位置での塩化物イオン濃度と量というものにつきましては、これは前の17ページにございますフィックの拡散方程式で、まず塩化物イオンの量を各運転経過年数ごとに出すために使うために、この実測の塩化物イオン濃度であったり、量を算出しているというふうに用いるために、ここで実際に使っている数値でございます。

実際に鉄筋の腐食量を実測しているかというと、実測はしておりません。ただ、実際にコンクリートをはつってみて、鉄筋を見て腐食がないというところは、一部で確認はしております。

○大村審議官　そうすると、この鉄筋の腐食減量というのは、あくまでこれは計算値で、現状も何かやるとしたら、計算値でやるという理解ですね。

○九州電力（藤岡）　そういうことでございます。

○大村審議官　それでは、それ以外に何かありますか。

○坂本主任審査官　原子力規制庁の坂本と申します。

2ページ目の劣化事象ですが、放射線照射については、強度低下のメカニズムが必ずしも明確になっていないというふうに記載されておりますけれども、何かこの辺りについて研究を実施されているとか、あるいは最新の知見などを取り入れるような取組をされていれば、御説明いただきたいと思います。

○九州電力（宮嶋）　一応、この辺の最新知見につきましては、今、国プロのほうで、国

の高経年化事業のほうでいろいろやられてございまして、その辺の知見につきましては、取り入れて評価のほうはしたいと考えてございます。ただ、今現状のところで取り入れるような成果等は、今のところまだ出てきていないのかなというふうに考えてございます。

以上でございます。

○坂本主任審査官　わかりました。

○大村審議官　最後に1点だけ確認させていただきますが。一番最後の24ページなんですけれど、この鉄骨の構造物なんですけれども、埋設部分がないのかどうかということをちょっと確認したいんです。というのは、先ほどコンクリートの話は、埋設部分のほうが環境は緩やかじゃないかという話でした。ただ、鉄骨に関して見れば、埋設というのはまた状況がそれは厳しいんじゃないかという気もしますので、この評価というのは、基本的には点検できたり、見られる、確認できるという場所の話ですね。埋設部分がここの鉄骨部分については、要するにないんじゃないかと思うんですけれども、それはそういう理解でよろしいですか。

○九州電力（宮嶋）　九州電力の宮嶋でございます。

鉄骨部分につきましては、おっしゃるとおり埋設部分はございません。

○大村審議官　了解しました。

よろしいですか。

それでは、何点か若干追加の資料のお願いをしているところもありますので、次回以降、その辺りを整理していただければありがたいなと思います。

それでは、以上で本日の議事を終了したいと思いますけれども、最後に事務連絡があればお願いします。

○坂内調整官　規制庁の坂内でございます。

次回会合につきましても、引き続き個別劣化事象についての審査を進めさせていただければと思います。日程あるいは議題については、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、以上をもちまして、第3回の審査会合を終了いたします。どうも御苦労さまでした。