

原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合

第8回

議事録

日時：平成27年6月15日（月）10：00～11：43

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

山形 浩史 安全規制管理官（PWR担当）

坂内 俊洋 安全規制調整官

関 雅之 安全規制管理官補佐

中野 光行 安全審査官

技術基盤グループ 安全技術管理官（地震・津波担当）付

川内 英史 首席技術研究調査官

鈴木 謙一 技術参与

技術基盤グループ 安全技術管理官（システム安全担当）付

大高 正廣 上席技術研究調査官

坂本 博司 主任技術研究調査官

中村 均 主任技術研究調査官

荒井 健作 技術研究調査官

皆川 武史 技術研究調査官

船田 立夫 技術参与

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  
宮嶋 浩 技術本部 調査・計画グループ 課長  
藤岡 雄太 技術本部 調査・計画グループ 担当

## 議事

○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8回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合を開催いたします。

まず、本日の会合の進め方等について、事務局から説明をお願いします。

○坂内調整官 安全規制調整官の坂内でございます。

まず、本日の配付資料について、先に確認させていただきますけれども、まず議事次第、出席者リスト、席次表とともに、資料1-1といたしまして、川内1号高経年化技術評価（工事計画認可により追加評価が必要となる事項について）が1-1、1-2が耐震・耐津波安全性評価について。資料1-3として、こちら川内2号の技術評価、30年目の概要ということでございます。

今日の進め方でございますけれども、川内1号につきまして、昨年7月に既に30年が経過しておる状況でございますが、去年の7月2日に規制委員会の定例会におきまして、工事計画の認可が必要ということで、それ以降継続して審査を進めてきたわけでございます。今般、今年3月に工事計画が認可されておりますので、それ以降の検討状況について聞くという趣旨でございます。

一方、2号機は昨年11月に申請を受けておりますが、その概要について説明いただくということとしております。

以上です。

○大村審議官 それでは、議事に入りたいと思います。

まず、1号炉の工事計画認可により追加評価が必要となる事項について。資料1-1を用意していただいておりますので、これの説明をお願いしたいと思います。よろしく申し上げます。

○九州電力（重久） 九州電力の重久でございます。

そうしましたら、資料1-1で、御説明申し上げます。

開いていただきまして、1ページでございますが、目次でございます。2ページでございますが、はじめにということで、経緯につきましては先ほど坂内室長のほうからもございましたとおり、川内1号炉につきましては運転を前提とした高経年化技術評価（PLM評価）でございますが、これを行いまして、評価結果に基づき長期保守管理方針を定めた保安規定の変更認可申請を一昨年でございますが、12月18日に申請してございます。その後、申請内容につきまして5回、審査会合が行われまして、そこに記載してございます劣化事象の技術評価結果について御説明をしてございます。

先ほどもありました新規制基準適合のための申請としまして、設置変更許可、工事計画認可申請を平成25年7月にしてございまして、PLMの申請時点では、このときの工事計画の設備等をベースに評価してございます。その後、本年の3月18日に工事計画が認可されましたので、その工事認可で追加されました設備と評価方法等について、これまでの高経年化技術評価に反映が必要な事項はないかということで、それらを抽出しまして、追加評価を行うものでございます。

本資料では、工事計画認可に伴う追加評価の方法、設備の抽出、評価方法等の抽出等について御説明申し上げます。追加評価を実施した結果につきましては、評価書に反映いたしまして、7月上旬を目処に補正申請を行う予定としてございまして、次回審査会合やヒアリング等で、結果について御報告申し上げます。

次のページ、3ページをお願いいたします。認可されました工事計画のうちで、PLM評価に反映が必要な主な事項ということで表にしてございます。まず設備でございますが、工事計画の中で、新たに追加された設備等がございますので、それについて追加で評価を行います。

また評価方法でございますが、今回新規制基準の中で重大事故に関する事項等が追加されてございます。申請時点におきましては、設計基準事故に対する評価を実施してございますが、これに加えて重大事故当時の環境に対する評価を追加で行います。

あと、基準地震動の見直しに伴う耐震安全性評価でございますが、申請時点ではSs-1で評価してございますが、これに加えて、基準地震動Ss-2が追加されてございますので、これに対する評価を追加で行うと。あと耐津波安全性につきましても追加で評価を行います。

4ページ目をお願いします。今申しました追加評価の中で、工事計画の中からどの設備を追加評価を行うか、また方法等を反映するかといったものの抽出方法でございます。

まず(1)番目で設備の抽出方法でございます。右のフロー図を御覧いただきたいと思  
います。まず対象といたしましては、工事計画認可申請書本文、これは要目標、設計基本方  
針に記載のある設備を対象として抽出を行います。

まず手順でございますが、①で常設設備かということで、常設設備を対象といたしまし  
て、Noということで、可搬設備、これにつきましては劣化や不具合等が認められた場合は、  
取り替え等による保全を行うということで、長期間の使用を考慮した高経年化技術評価と  
していましたが、対象外としたいというふうに考えてございます。それとNoのところに書  
いてございますように、基本設計方針につきましては、運用とか仕様、消耗品といった部  
類のものも書かれてございます。ここでは設備の抽出方法でございますので、そういった  
ものについては対象外としてございます。

そこで①で対象となったものにつきまして、②のところでは既PLM審査対象でない設備か  
ということで、既にもうPLM評価で審査対象となっているもの、これについてはこれまで  
どおりの評価を実施してございますので、対象となっていないものを抽出するというふう  
にしてございます。この①②で抽出されたもの、これにつきましては全てが追加対象設備  
というふうにしてございます。

③④⑤⑥でございますが、こちらでは抽出された設備を評価しまして、評価書に記載す  
る設備か、それとも今までどおり高温高压でないプラス3設備と同じように、自主評価設  
備にするかという分類でございます。

まず③でございますが、SA設備かということで、重大事故等対処設備に該当するものは、  
評価書記載対象といたします。これ以外につきましては、④で安全重要度分類指針に定めま  
すクラス1、2、クラス3の高温、高压に相当すると考えられるかということで、重要度分  
類指針に類似性等をもちまして分類しまして、該当機器を抽出する。このところで対象外  
となったもの、高温、高压でないクラス3設備になりますが、この中から⑤で耐津波安全  
性評価に必要な設備かということで、必要な設備につきましては評価書記載対象というふ  
うにいたします。

それ以外につきましては、これは先ほど申しましたが、クラス3のうちの高温、高压以外  
で⑤に該当しないものとしまして、これは今までどおり自主評価設備というふうにしてお  
きたいと考えてございます。

次のページをお願いいたします。こちらは評価方法等の抽出でございまして、右のフロ  
ーを御覧いただきますと、全てのPLM評価方法について抽出方法としまして、①で6事象と

ということで、これは高経年化対策実施ガイドに記載の、主要6事象に該当する設備を抽出いたします。6事象以外につきましては、現状保全、日常的な保全により健全性ができてございますので、これは対象外といたします。抽出されたものの中から、技術評価方法に関する変更等があるかということで、今回の認可されました工事計画の中で技術評価方法に影響を与えるような変更があるかということで、あるものについて対象といたします。それで抽出されたものにつきましては、追加で技術評価を実施いたします。

③④でございますが、今言いました①②で対象外となったもの、また技術評価の追加対象となったもの、これにつきまして耐震安全性上考慮する必要があるかということで選別するフローでございます。

まず③で、耐震安全上考慮の必要がある劣化事象の抽出を行いまして、その中で工事計画認可の中で耐震安全性の評価方法に変更があるものを抽出しまして、耐震安全性評価の追加対象といたします。耐震安全性評価につきましては、左下に資料2と書いてございますが、申し訳ございません、これ資料1-2の間違いでございまして、資料1-2、後ほど説明いたしますが、耐震・耐津波安全性評価についてで詳細に御説明いたします。

6ページをお願いいたします。(3)でございます。抽出及び評価状況でございまして、今申しました設備の抽出、評価方法等の抽出に基づきまして、抽出を実施してございます。現在、評価につきましては実施中でございますが、これまでに終わった評価につきまして、下表にまとめてございます。

代表例を御説明させていただきますが、まず重大事故等時の環境評価でございます。これが一番上の原子炉容器でございますが、原子炉容器の中性子照射脆化につきまして、状況のところに記載してありますとおり、60年間の通常運転による劣化と重大事故等当時を考慮しました加圧熱衝撃事象、これを評価いたしまして、健全性を確認してございます。

中ほどに記載してございます追加設計要求事項に対する評価としまして、コンクリート構造物の耐火能力低下について評価してございます。コンクリートの耐火能力につきましても、60年間の通常運転における劣化を踏まえた評価を行いまして、健全性を確認してございます。

またその下の耐震安全性評価でございますが、これは先ほども申しましたが、基準地震動 $S_s-2$ が追加されてございます。これにつきましては $S_s-1$ の評価結果が厳しいと考えられるものにつきまして、先行して評価を行いまして、耐震安全性に問題がないことを確認してございます。なお、一部の記事につきましては、長期保守管理方針を作成いたしまして、

管理するということになってございます。これにつきましても資料1-2の中で御説明いたします。

一番下でございしますが、耐津波安全性評価、ここは取水ピット水位計の腐食でございします。基礎ボルトに対しまして、60年間の腐食を考慮した場合におきましても、耐津波安全性に問題ないことを確認してございます。現時点での追加評価の状況は、以上でございします。

次のページの7ページ、お願いいたします。これは今後10年間に実施すべき保守管理方針としまして、長期保守管理方針を記載してございます。申請時点と申請してから現在までの審査の過程、並びに先ほど申しました追加評価の結果に基づきまして抽出されました長期保守管理方針を記載してございます。

まず申請時点でございしますが、原子炉容器の胴部、これは炉心領域部でございしますけど、中性子照射脆化につきまして、現時点における最新の評価方法による評価を行いまして、運転開始後60年時点においても、原子炉容器の健全性に問題はないといったことは確認してございしますが、精度向上が図られた脆化予測式が、今後技術的に認められた場合につきましては、これに基づく評価を実施するというものでございします。

その下の1次冷却材ポンプの疲労割れでございしますが、これにつきましても現時点の運転実績に基づきまして算出しました運転開始後60年時点の過渡回数による疲労評価につきましては、評価を行って健全性に問題がないことを確認してございしますが、今後の運転実績を踏まえた実稼働回数に基づく疲労評価を、今後も実施するといったものでございまして、実施時期につきましては、これは二つとも中長期ということで、下のほうに意味を書いてございしますが、中長期としましては、30年目の平成26年7月4日から10年間ということになってございします。ちなみに短期につきましては、5年でございします。

中ほど、これまでの審査を踏まえて新たに抽出されたものとしまして、配管の肉厚計測による実測データに基づき、耐震安全性評価を実施した炭素鋼配管ということで、主給水系統配管、補助蒸気系統配管でございしますが、この流れ加速型腐食につきまして、実測データに基づき算出されました運転開始後40年、昨年40年でございしますが、の時点における予測肉厚によります耐震安全性は確認できてございします。今後につきましても実測データを反映いたしました耐震安全性評価を実施するというものでございまして、肉厚計測につきましては、もう既に定期事業者検査に取り込まれてございまして、計画的に実施してございします。その結果に基づく評価を実施するものでございまして、実施時期としまして

は中長期で実施しますが、もう既に定期的に計測は実施してございますので、評価開始につきましては、その計測した都度ということで、短期ということにしてございます。

一番下の欄でございますが、現時点までの追加評価の結果に基づきまして、抽出した長期保守管理方針としまして、先ほど来申し上げておりますが、Ss-2の基準地震動に基づきます評価でございまして、Ss-1に対しましては耐震安全性上問題ないということは確認済みでございます。

Ss-2の評価につきましては、Ss-1に対する評価結果から評価が厳しいと考えられるもの、これについてSs-2に対する評価を先行して実施してございまして、耐震安全性上問題ないことは確認できてございます。これ以外の機器、構造物につきまして評価を行うということで、実施時期としましては短期としてございますが、括弧書きで記載のとおり、1年程度で実施するという計画にしてございます。

次のページ、8ページをお願いいたします。今後の予定でございますが、今申しました追加評価につきまして、今後も引き続き評価を行いまして、その評価結果を反映した評価書の補正を行う予定としてございまして、下の工程表に記載してございますが、7月上旬に補正申請を実施いたしまして、その後審査会合・ヒアリング等で補正内容の説明を実施してまいります。これが1号炉でございます。

次の9ページ目でございます。こちらは2号炉でございます。後ほど資料1-3で概要を説明いたしますが、2号炉につきましても平成26年11月にPLMの申請をしております。そして、同じように2号炉につきましても、工事計画が本年の5月22日に認可されてございますので、1号炉と同様に追加評価が必要な設備、評価方法等の抽出を行って、それに基づいて追加評価を行いまして、評価書の補正を行うこととしてございます。工程にございませうように、9月上旬に補正申請を行いまして、審査会合やヒアリングで御説明させていただくことを考えてございます。

説明は、以上でございます。

○大村審議官 ありがとうございます。

それでは、ただいまの説明につきまして、質問、御指摘等、ありましたらお願いします。

○坂内調整官 調整官の坂内でございますけども、2点ほど確認させていただきたいと思っております。

まず単純なほうからですけれども、4ページ目のフローチャートの赤字で小さく書いてあるところの一番上、総数約800の次に「(配管、2号は含まず)」と書いておりますけれども、

これはこのフローチャートにそもそも配管2号、これ2号との共用という意味でしょうか、それを含まないものという意味なのか、あるいは約800と数がそれぞれ内訳で書いてございますけども、これに含まれないと、そういう意味なのか。あるいはこのフローチャートに含まないということであれば、配管とか共用設備の整理はどのようにされているのかというのを、ちょっとお聞かせください。

もう1点、7ページですけれども、申請時のアイテムとして、1次冷却材ポンプの疲労割れの実過渡回数に基づく疲労評価というのがございまして、さらに今般新たに抽出されたアイテムとして、主給水配管に対する実測データに基づく評価とありますけれども、こういった実測値、あるいは実過渡回数、こういったものを用いる考え方といたしますか、特定の部位のみにこういう実績といたしますか、実際のデータを使うと宣言されていて、それだけ見ると、それ以外はある程度解析等で進められるのかなということが、インプリシットに見てとれるんですけれども、これが特定の部位に対する実測データの活用というのを抜き出した考え方、そこら辺をお聞かせいただければと思います。

以上2点、よろしく申し上げます。

○九州電力（重久） まず最初の一つ目の御質問の4ページのフロー図の総数800の中の（配管、2号は含まず）という。この「配管」というのは、800の中に含んでございませぬ。というのも、配管は機器等が抽出されますと、それに付随して配管というのはついてくる。その系統の配管は評価に含めるということで、まず機器を抽出しまして、そこにつながっている配管は評価対象としますので、配管はここでは考慮していないということになってございます。

○坂内調整官 数として考慮していない。

○九州電力（重久） この数の中には入っていないということです。800の中には配管は入っていないということです。

○坂内調整官 ただし評価を。

○九州電力（重久） ただし、評価は実施いたします。

○坂内調整官 わかりました。この2号というのは、共用設備という意味でしたっけ。

○九州電力（重久） いや、2号そのもの。

○坂内調整官 ここはもう1号の。

○九州電力（重久） ここは1号を説明していますので、1号の話でございませぬ。

○坂内調整官 わかりました。



○九州電力（新立） 九州電力の新立です。

二つ目の御質問について、御回答をいたします。

7ページのところで、まず申請時にございます1次冷却材ポンプの実過渡回数に基づく疲労評価に関しては、設計評価では設計過渡を用いて評価を行っているんですけども、PLMでは、今までの運転実績を踏まえて運転開始後60年時点での過渡回数というのを保守的に計算をして、疲労評価を行うということをやっております。なので、これについては、ここでは1次冷却材ポンプを例にとっておりますけども、特定の部位ということではなくて、PLM評価において疲労の評価を行う場合は、実過渡回数を踏まえて将来予測をしてやるという方法でやっています。

これが長期保守管理方針にしている理由といたしましては、今までの運転実績を踏まえて、保守的に60年後というものを予測はしてはいるんですけども、今後の運転の状態というのが将来のことですので、将来の運転、多かたたり少なかたたりすると思いますが、そういうものも踏まえて、またさらに40年時点のPLMをやる際には、60年時点での予測回数というのを精緻に求めて今後もやっていきますと。今後の運転実績も適切に反映していきますといったものでございまして、この疲労評価については特定の部位に実際の過渡回数を用いたものではございません。

もう一つの、その下の肉厚計測については、PLMの耐震評価、配管の耐震評価では、60年時点での評価を行うに当たって、保全の中で担保されている必要最小板厚、tsrと呼んでおりますけども、まずその管理されているtsrで耐震性が確認できれば、保全の中でその板厚になる前に取り替えていくような管理をしますので、60年時点においても耐震性は問題ないということは確認できます。

ただし、tsrまで薄くして耐震評価をしたところ、tsrでは耐震性が満足できなかったものについては、配管減肉管理の中で肉厚をずっと測定しておりますので、その予測カーブというものがございます。その予測カーブで60年まで引っ張って、その予測カーブに基づき、何年後までの板厚で耐震性が確認できていますかという評価を行います。

tsrで耐震性が確認できなかったのが、今回挙げております主給水系統配管と補助蒸気系統配管ということになりますが、これらについても現在が30年ちょっとたっているんですけども、40年時点までの予測カーブで耐震性を確認できているということで、これについては特定の部位ということになりますが、理由としてはtsrにおいては耐震性を満足できなかったといったことが理由になります。

以上でございます。

○坂内調整官 わかりました。ありがとうございます。

○大村審議官 ちょっと今のに関連して、私のほうから1点だけ確認を。

今の7ページのところの下の二つです。これまでの申請を踏まえて新たに抽出、それから追加評価に基づき抽出というのは、これは最終的には補正の中にはこういう長期保守管理方針を反映しますという意味だと理解しますが、それはそういうことでよろしいんですか。

○九州電力（中牟田） 九州電力、中牟田です。

そのような理解で結構でございます。次の補正申請するときに下の二つは追加記載する予定にしております。

以上です。

○大村審議官 そうであれば、この7月の下旬の補正申請、その前後かわかりませんが、審査会合・ヒアリングで補正内容説明ということなんで、この部分については改めてもう一度きっちり説明があるというふうに理解しますが、それでよろしいですか。

○九州電力（中牟田） そのように準備したいと思います。今の時点で挙がっているものを先に御紹介させていただいているということで、最終的には補正した後に、きちんと御説明したいと考えてございます。

以上です。

○大村審議官 了解しました。

それではほかに何かありますか。

どうぞ。

○中野審査官 規制部の中野でございます。

スケジュールに関してなんですが、この1号の高経年化技術評価につきましては、先ほど坂内から話があったように、30年を過ぎても工認の申請中ということで、特例的に審査の延長が認められたという形になっておるわけですが、工認が3月に認可を受けてから、補正までに7月ということで、かれこれ4カ月近くかかっているということなんですが、この理由について御説明いただきたいのと。

同様に2号も5月に工認を受けてから9月ということで、かなり時間がかかると。またこれも30年の日までかなり時間がなくなってきているんですが、この中で審査を効率的にやらなければいけないと考えておまして、この点についてもどうお考えなのか、御説明い

ただけますか。

○九州電力（中牟田） 九州電力の中牟田でございます。

まず川内1号でございますけれども、3月に工事計画の認可がおりまして、その後今回の追加設備とか追加評価の方法を漏れなく抽出するために、一応工認の資料、膨大なページだったんですが、それをきちんと全部読み込みまして、抜けのないように設備の抽出をやって、あとそういう評価方法として新たに追加されたものを抽出したということでございます。

申し訳ございません。ちょっとそれに関してはきちんとやらなければいかんということで、時間がかかっておりまして、今のようなスケジュールになっているということでございます。鋭意急いではございますけれども、それについては今抽出された設備と、評価方法についての補正書への反映作業を今やってございまして、それで7月上旬に補正申請させていただきたいというふうに考えているところでございます。

あと2号につきましても、5月に認可がおりて、9月の申請というのは遅いじゃないかということでございますけれども、すみません。今川内1号のほうに力を注いでいる状況でございまして、2号も並行してやっているんですけれども、どうしても9月上旬になってしまいうという事情がございまして、遅いということでございますけれども、鋭意努力しているというのが状況でございます。

以上です。

○大村審議官 今の点に関しては、設置許可の変更、それから工事計画の認可、それを踏まえた修正というのも必要だと。作業もいろいろあるということなので、事情はそれは理解はしますけれども、ただ既にもう30年を超えて時間も少したっているということもあり、できるだけ速やかな対応を私のほうからもお願いをしたい、求めたいというふうに思います。

○九州電力（中牟田） 九州電力、中牟田です。

遅れていることは申し訳ございません。速やかに補正申請をさせていただきたいと思っております。

以上です。

○大村審議官 それではほかに何かありますか。

あと私からもう1点だけ、よろしいですか。

3ページにPLM評価に反映する主な事項を、以下に示すということで、評価の方法等のと

ころの三つあります。この下の二つは基準地震動の見直し、それから津波の安全性評価、この辺りは途中、適合性審査の関係でいろいろ修正等とか見直しとかあった部分だとは思いますが、その上の重大事故等当時の環境評価、重大事故そのものがどうなのかというのは、これは審査でいろいろと検討がされて、相当修正がされているというふうには思いますが、ただこれを今回入れるということに関しては、当初申請に入っていないくて、今回新たに入ったという、その辺の事情を。当然条件は厳しくなるので、非常に好ましいことだとは思いつつも、その辺りの事情を御説明いただけませんか。

○九州電力（重久） 九州電力、重久でございます。

ここに記載してございますとおり、申請時点におきましては、事故時の評価としまして設計基準事故、基本的にとりか、具体的にはLOCAが起きたときの格納容器内の環境といったもので、その環境で機能要求あるものにつきましては、従来どおり評価して申請してございます。

そもそもその申請時点におきましても、重大事故という話がございましたけど、今回認可を受けたところで重大事故時にも機能要求される設備があるということで、それについても重大事故が起きた環境でもつとといったような、要は60年間の劣化を入れて、そこで重大事故が起きたときにも、その機能が発揮できるかといったものを評価する必要があるだろうということで、新たに追加したということでございます。

○大村審議官 要するに設置変更許可、それから工事局認可でいろいろ検討はされて、その中の最大、一番厳しいところをとって評価をするという方針だと、こういう理解ですね。

○九州電力（重久） そのとおりでございます。

○大村審議官 それではほかに何かありますか。

どうぞ。

○坂本主任調査官 技術基盤グループの坂本といたしますが。

5ページ目、評価方法の抽出の欄で、①の一番最後に括弧書きがありまして、「(6事象以外については現状保全により健全性が確保できるため対象外)」というふうにあるんですが、これ趣旨から言うと、現状保全により健全性が確保できるものについては対象外というふうに理解してよろしいでしょうか。ちょっと確認をお願いします。

○九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

今御質問いただいた件については、そのように御理解いただいて間違いございません。

○坂本主任調査官 わかりました。ありがとうございます。

○大村審議官 それではいかがでしょうか。

それではよいようですので、次の資料に行きたいと思います。

資料1-2、耐震・耐津波安全性評価についてということで、資料1-2を説明をお願いします。

○九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。資料1-2で、耐震・耐津波安全性評価について御説明いたします。

めくっていただきまして、1ページの目次ですけれども、構成としてはまず、はじめにということを一冊目に説明いたしまして、2冊目に耐震安全性評価、ここではPLM耐震の方法だとか、今回の工認を受けての反映内容といったものを御説明いたします。3冊目に耐津波安全性評価について、最後4冊目にまとめといった構成で御説明いたします。

めくっていただきまして2ページ目ですけれども、はじめにということで、前の議題でもありましたとおり、川内1号のPLMが25年の12月に申請させてもらっておりますが、そのときには25年7月の許認可の申請ベースということで、わかりやすく耐震でいけばいわゆるSs-1ベースの評価を行っていたということでございますが、その後平成27年3月に工事計画の認可がされましたことから、その内容も踏まえて反映した追加評価を行って、今後補正の申請を行うという予定にしております。ここではその補正内容も含めた耐震・耐津波の評価の方針及び評価の内容について御説明いたします。

工認を反映した主な追加評価については、以下の三つが主なものになるんですけれども、①としましては、追加になったSs-2に対する耐震評価、二つ目は、工認で適用された耐震評価の方法、これをPLMにも反映するといったものでございます。三つ目は確定した浸水防護施設に対する耐津波安全性評価を行うといったものでございます。

めくっていただきまして、まず2.1ですけれども、高経年化技術評価における耐震評価ということで、そもそもPLM耐震評価のやり方についてはということでございます。

次の4ページでございます。目的としては、経年劣化事象を考慮した上で、耐震安全性評価を行って、健全性を確認するといったものでございまして、次の2.1.2の対象設備については、高経年化技術評価の対象と同じということで、評価を行う全てについて、耐震評価も行うといったものでございます。

次の2.1.3の評価フローでございますが、まず一つ目のスクリーニングで、その評価する対象設備に、そもそも劣化というものが想定されますかといったことをスクリーニングして、想定される場合には2個目のひし形のところで、その劣化が耐震性に影響するの

ということを考慮します。耐震性に影響する劣化がある場合には、一番下の赤いところにありますけども、高経年化技術評価において経年劣化を考慮した耐震安全性評価を行うといったものでございます。

次の5ページでございますが、前のページのフローで抽出された抽出結果として、耐震安全性上考慮する必要のある劣化事象といったものを、ここの一覧表に整理をしております。縦軸に機器・構造物を並べて、横軸に劣化事象を並べております。例えばポンプであれば、疲労割れだったり、熱時効だったりといったものについて耐震性に影響がある劣化事象ということで、PLM耐震を行うといったものでございます。

次のページでございますが、6ページで2.1.5評価内容でございますが、ここではPLM耐震評価の中の典型例ということで、減肉を考慮した配管の耐震安全性評価の例で御説明をいたします。

一つ目のモデル化ですけども、図にありますとおり、曲がり部及びその下流弁及びその下流側というように、流れに乱れがあるところに減肉が起きますが、その減肉が起きるところを、まずは先ほどの1個目の議題でもあったように、tsrまで減肉をさせて、その上で2番目にありますが、機器に作用する地震力の算定ということで、それぞれ耐震クラスに応じた地震力をそれに与えまして、3番目、解析評価でございますが、1のモデルと2で出てきた地震力によって応答解析を実施するといった内容でございます。

以上が、そもそもPLM耐震とはということで、劣化を考慮して耐震安全性評価を確認しますといったものでございます。

次の7ページでございますが、2.2で、新規性適合性審査を踏まえた耐震安全性評価の進め方ということで、従来申請させてもらっているものに対して、今回工認がおりたことに対して、その反映といったものでございます。

次の8ページの真ん中ほどに、表を掲載しておりますけども、ここで時系列を整理しておりますが、まず真ん中の表の下側の新規性適合性の申請が7月になされていて、そこは基準地震動 $S_s-1$ ベースのもので申請されていたということから、25年の12月のPLM申請に当たっては、 $S_s-1$ ベースの評価を行っていたと。その後設置許可、工認で $S_s-2$ を含めた基準地震動というものが確定しましたので、PLMでもその $S_s-2$ を反映した評価を行うというものでございます。

一番下の表ですが、 $S_s-1$ とか $S_s-2$ 、いわゆる基準地震動については、動的評価になりますので、対象がSクラスとBクラスになるということで、表に書いてある青いところ、 $S_s-1$

に基づくSクラス、Bクラスの評価と、Cクラスについては、そもそも静的な評価ですので、基準地震動の評価にはなりませんので、ここで言う青いところについては既に評価が終わっている。ここで書いてある赤いところについて追加評価を行いますといったものでございます。

次のページ、9ページなんですが、Ss-1とSs-2の関係について、模式的に表した概念図を下に描いております。Ss-1というのは、いわゆる540Galと、Ss-2というのが620Galということで、下の図の左側に時刻歴の波形を描いておりますが、ここで青い点々の線で書いてあるのがSs-1をイメージしております、赤の実線のほうがSs-2でございます。見ていただきますと、加速度で一番大きいところについては、実線のほうが620Galということで大きく、破線のほうは540Galということで、Ss-2のほうが大きいということになるんですけども、右側に周期ごとのスペクトルベースの図をつけております、ここでは見ていただきますと、左側の周期が短いほうではSs-2が大きくて、真ん中ほどではSs-1のほうが大きくい。右に行くとまたSs-2が大きいというように、これは評価する設備の周期特性によっては、Ss-1が大きかったり、Ss-2が大きかったりということで、基準地震動のGal数が大きいからといって、必ずどちらかは厳しくなるというわけではないということから、Ss-1とSs-2の両方について、きちんと評価を行うといったものを説明しているものでございます。

次の10ページでございますが、それではSs-2に対する評価方針というのを、どのように行うかということでございます。1行目のところで経年劣化評価、経年劣化を考慮した耐震安全性評価の対象は、「1.2～1.4」と書いてありますけども、これはすみません、誤記でして、2.1.2と2.1.4の誤記でございます。申し訳ございません。ここで修正させていただきます。

評価に当たっては、既に評価済みであるSs-1に対する評価結果から、優先度を考慮した評価というものを行うようにしてございます。具体的には次のページにフロー図を示しておりますので、そちらで御説明をさせていただきます。11ページでございます。まず評価対象としては、技術評価の全対象設備ということで、一つ目のひし形で、Ss-2に基づく評価が必要かということで、先ほども御説明しましたが、Cクラスについては静的な評価ということで、ここでは対象外といったこととなります。二つ目のひし形で、Ss-1に対する評価結果が厳しいですかというところで、下のYesのところ具体的に書いていますんですけども、Ss-1に対する評価値と目標値の差の比が0.5を超えるものを比較的厳しい、優先

度高ということで下におりていくといったものでございます。0.5未満のものについては、右側におりていって、優先度低といったもので、今後長期保守管理方針の中できちんと評価をしていくと。

先ほどの優先度高になったものについては、さらに次にスクリーニングがありまして、Ss-1に対する評価結果が0.7以上ですか、以下ですかということで、0.7より小さいものについては、比較的裕度もあるということで、ここでは保守的な簡易評価というものを行います。この保守的な簡易評価で健全性が確認できれば、詳細評価は長期保守管理方針とするんですが、ここで仮に保守性がありますので、管理評価では丸とならなかったものについては、左側に戻って詳細評価を行うといったものでございます。0.7以上のものについては、0.7以上ということで裕度が比較的少ないものでございますので、最初から詳細評価を行うと。ここで詳細評価と簡易評価というものが出てくるんですけども、これを次のページ以降で御説明してございます。

12ページでございますけども、ここでは詳細評価として代表的な例として、FRSを用いた1質点系の評価例ということで示しております。評価手順としまして、(a)で、まず設備自体の固有値を知るために、固有値の解析を行って、その設備がどんな周期で揺れやすいかという固有値を算出する。

(b)のところではFRSを用いて、評価用加速度を算出するというステップになるんですが、それちょっと右側の図でイメージを描いておりますが、例えば(a)で求めた固有値が周期の①の辺りにあると、Ss-2であれば加速度が9ぐらい、Ss-1になれば10ぐらいということで、周期が②ぐらいであれば、また違った加速度ということで、それぞれの周波数の特性によって、それぞれ評価用の加速度が出てくる。

(a)の固有値解析で求めた固有値で、(b)のFRSを用いて出てきた、評価(a)の加速度を使って、(c)でその出てきた加速度を用いて、JEAG等の評価式によって評価を行うということで、それぞれの周期特性にあわせた精緻な評価を行うといったものが詳細評価になります。

次の13ページでございますけども、こちらは先ほど出てきた簡易評価の例ということで、簡易評価については、設備が持っている固有値によらず、全周波数帯で一番Ss-1に対するSs-2が大きくなる場所で評価を行うという保守的な手法をとっております。具体的には左上の図で描いておりますが、ここで先ほど来出てきているSs-1とSs-2の概念図を描いておりますが、例えば左側、周期が短いほうでいきますと、Ss-1に対してSs-2が1.1倍と。



真ん中辺りでは逆にSs-1のほうが大きいと。右側にいくとSs-1に対するSs-2の比が1.2ということで、本当はどこに周期があるかということで値が変わってくるんですが、簡易評価、保守性を持つということで、この全周期の中で一番厳しい1.2倍といったものを使って評価を行うと。

一番下に評価例として、例えばSs-1に対する評価結果0.6の場合、このFRSを比較して、保守的に最大でも1.2倍ということになりますので、 $0.6 \times 1.2$ といったものが0.72というものを、Ss-2に対する簡易評価ということで評価をいたします。ここでNGの場合は、詳細な評価を行うと。こんなやり方でSs-2に対する評価を行っていくといったものでございます。

次の14ページでございますが、2.2.2で、今度は基準地震動ではなくて、工認の中で耐震の評価手法といったものが最新の手法等を含めて適用されておりますので、ここではPLMでもその必要なものについては、全て反映するといったことで整理をしております。ここでは網羅的に工認手法を反映するといった意味で、結果的に反映が不要と、PLMでは評価する必要がないといったものも含めて、工認の中でどんなふうな最新手法等が適用されていて、その中のどれについてPLMに反映する必要があるかといったものを、全て一覧表にしております。

下に表をつけておりますが、少し重要なところをかいつまんで御説明いたしますと、まず一つ目の評価モデルの精緻化といったものでは、FEMのモデルが適用されていたり、蒸気発生器の伝熱管に精緻なモデルが適用されていたりといったものがございます。一つ目のFEMについては、工事計画においては、よう素除去薬品タンク等の評価に用いられているんですけども、右側に行くと、PLMの反映状況のところですけども、PLMの中でもよう素除去薬品タンクの基礎ボルトについては腐食というものを想定した耐震評価を行っておりますので、ここでは工認の評価書を反映するということが○としております。

二つ目の伝熱管の評価手法については、PLMの反映のところですが、蒸気発生器の伝熱管には、先ほどのスクリーニングであったとおり、耐震性に影響する劣化事象がございませんので、ここでは反映するものがないということで、反映不要ということで、「—」をつけてございます。

めくっていただきまして、15ページにも同じような観点で表を整理してございまして、4番目の項目です。照射影響を考慮した耐震安全性の評価ということで、ここでは燃料集合体が照射を受けた場合の影響を考慮した評価を工認側で行っておりますので、PLMでもそ

れを考慮した制御棒の挿入性評価というものを行いますので、一番右の反映状況を◎としております。

ここで○と◎の違いですが、表の下のところの\*1のところ、○については既に申請しておりますPLMの評価の中でも既に適用しておりますので、反映済みのものと。◎については工認を踏まえて今後反映した評価を行って、今度出させていただきます補正に反映したものをらせていただくもの。「—」については反映不要のものということで整理しております。

表に戻りますが、一番下の6番目の項目で、水平2方向及び鉛直方向の地震の組み合わせについてということで、これも工認の中でたくさん議論されておりますので、これについても当然反映するというので、一番右側に◎をつけておりますが、これについては(2)の次のページ以降で、詳細に御説明をするといったものでございます。

以上のとおり、新規制の工認の中で使われている最新手法についてはPLMを適切に反映しますということですが、ちょっと水平2方向のことについて、次のページ以降で少しブレクして説明いたします。

16ページでございますが、水平2方向及び鉛直方向の地震の組み合わせということで、従来設計評価では、水平の1方向と鉛直を組み合わせで評価を行ってましたということで、ここに付けているフローは、工認のフローそのものでございますが、工認でやられている検討の中で、まず一つ目のスクリーニングで、その設備の構造上、水平2方向の影響がありますか、あるものについては次のスクリーニングで、では2方向を考慮した場合には従来の発生値に比べて発生値が大きくなりますか。大きくなるものについては結果的にそれを考慮する耐震影響がありますかということで、影響評価というものをしております。

仮に評価を行った結果、影響があるといったものになりますと、そのまま下において、従来の設計手法では足りないので、さらなる配慮が必要ということになるんですけども、今回川内の工認の中では全てNoということで、右側の従来の設計手法で対応可能ということが確認されておまして、つまり1方向と鉛直方向にすれば、問題なく設計できているということが確認されてございます。

次の17ページでございますが、工認の中で1方向と鉛直の組み合わせでオーケーということを確認されてはいるんですけども、PLMでも一応影響評価をしたもの、前のページのスクリーニングの3番目までいったものについては、工認の中で評価部位になっているも

のについては、PLM耐震でもきちんと確認しますということで、下の表にその反映状況というものを整理してございます。

左側の評価対象部位でございますが、これについては工認の評価で評価部位になっている部位で、さらにPLMの評価対象になっている部位というものを列記しておるところでございます。一つ目の炉内構造物の熱遮へい材の固定用ボルトについては、右側のPLMのところでございますが、このボルトについては耐震性に影響する劣化事象はないということで、PLMでは反映するところがないということで、反映不要というバーでございます。

二つ目、炉心支持構造物の下部炉心支持柱については、PLMの中で疲労を考慮した耐震評価というものを行っていますので、これについてはきちんと反映して、2方向の影響評価を行うといったものでございます、で○をつけている。○がついているものについては影響評価を行います。「―」については劣化がないので反映不要ですというものを、ここで整理させていただいております。

以上が、工認を踏まえてPLMの耐震に反映を行う追加評価のものでございます。

次の18ページ、3.1でございますが、ここではPLMにおける耐津波安全性評価といったものを御説明しております。

次の19ページでございますが、まず3.1.1の目的でございますが、耐震と同様に、経年劣化を考慮した上で耐津波安全性評価を行うといったものでございます。3.1.2評価対象でございますが、これについては技術評価の対象設備のうち、津波の影響を受ける浸水防護施設といったものになります。下の図に海水ポンプエリア周辺の遡上津波の概略図といったものを記載しておりますが、ここで記載しているような津波の高さと設備の高さという位置関係になってございます。

次のページでございますが、20ページで評価のフローでございます。これについても耐震の評価フローとほぼ考え方は同じでございますが、まず一つ目にその設備に劣化が想定されますかといったもので、想定される場合にはその劣化事象自体が耐津波性に影響があるかと、構造・強度上、止水上影響があるものですかといったスクリーニングを行って、そういう影響がある、劣化がある場合には、その劣化を考慮した耐津波安全性評価を行うといったものでございます。

一つ目のスクリーニングの下のYesのところ、3.1.4の表中の「○」と書いておりますが、これが次のページに整理してございまして、その評価すべき浸水防護施設にどのような劣化が想定されますかというのを、21ページの表で整理をしております。

例えば一つ目の海水ポンプエリアの防護壁といったものには、鉄骨構造物がございすが、その腐食という劣化事象が想定されるといったもの。こういった観点で整理をしていると。その中で、一番下の取水ピット水位計については、基礎ボルトを使っておりまして、その基礎ボルトについて腐食が想定されるということでございます。

3.1.5で評価内容を記載しておりますが、この取水ピット水位計の基礎ボルトについては、強度上の影響があるということで、そこに劣化を考慮した上で耐津波安全性評価、具体的には津波の波力を考慮した強度評価を行うといったものでございます。このような形で耐津波安全性評価を行うと。

最後22ページでございすが、まとめを書いてございすが、(1)が耐震、(2)が耐津波でございすが、まず(1)の耐震で、①従来どおり、経年劣化事象を考慮して、その場合であってもプラントの耐震性に問題がないということを確認いたします。二つ目といたしましては、追加になったSs-2に対しても、耐震安全性評価を行って、内容をきちんと確認していくと。3番目は、工認の中で適用された最新手法についても、PLMの中できちんと適切に反映をしていくといったものでございすが。

二つ目の耐津波については、工認を踏まえて、劣化を考慮した場合であっても、耐津波性に安全性は問題ないということを確認します。

以上のとおり、高経年化技術評価における従来の評価手法に加えて、新規制適合性審査における内容を適切に反映した評価を行って、経年劣化を考慮した場合であっても、プラントの耐震・耐津波安全性に問題がないということを確認していくといったような評価を行うということでございすが。

御説明は、以上です。

○大村審議官 ありがとうございます。

それでは、今の資料及び説明につきまして、質問、指摘等がありましたらお願いします。ではどうぞ。

○坂内調整官 調整官の坂内でございすが。

11ページのフローチャートについてなんですけれども、Ss-1とSs-2の評価、Ss-1をもとにしてSs-2の評価を進めるというやり方ですけれども、仮に例えば12ページに書いてあるスペクトル図などを見ると、これ、どの程度実際の波形を表しているかどうかはともかく、例えばこれをもとに考えても、短周期はSs-1のほうが厳しくて、長周期がSs-2のほうが厳しいという状況などがあり得るということであれば、Ss-1で厳しくてもSs-2ではそうでも

ないと、あるいはその逆ですね、Ss-1で厳しくなくてもSs-2で厳しい場合も生じるのではないかと考えられるんですけれども。

そうした場合、このフローチャートの二つ目のひし形、ここでSs-1に対する評価が厳しかどうかで、スクリーンアウトされるのかどうかはまず決まるようなんですけれども、ここでSs-1で厳しくないんだけれども、Ss-2で厳しいようなものがスクリーンアウトされるようなことはないのかどうか、そこら辺の考え方といたしますか、お聞かせいただければと思います。

○九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

御指摘がありましたとおり、Ss-1とSs-2については周期特性が違いますので、必ずしもSs-1が厳しければ、Ss-2が厳しいという関係にない場合もございますが、ここではスクリーニングの判断基準として、評価値が0.5を超えるものというものを対象にしてございません。

Ss-1の基準地震動の加速度が540であることと、Ss-2の基準地震動の加速度が620であることを考えると、この差は1.2倍ということで、十分な余裕があると。さらに実際にその機器が設置されている床に伝わってくる最大の加速度の比を求めても、1.3倍程度という事実がございますので、ここでは1.2倍やら1.3倍というものを十分に余裕を見て、0.5、つまり2倍、倍半分の余裕を考慮しておりますので、その周波数特性が多少あったにせよ、最大でも1.2倍とか1.3倍ということでございますので、十分な余裕を持ってスクリーニングをしておりますので、そういった周波数特性も包絡して、厳しいところは必ずきちんと評価しているといったことで考えてございます。

以上です。

○坂内調整官 わかりました。

○中野審査官 規制部の中野です。

先ほどの資料1.1で御説明いただいたように、工認で追加になった機器で、また新たに耐震評価が必要になったものというのが出てきた場合、それはもう今の資料はSs-1が評価されているというのが前提ですが、耐震評価全くやっていないものが抽出された場合は1からやるんですか。

○九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

新たな設備については、今から評価を開始すると。実際に評価自体は進めているものもございますが、今の時点から評価をするということでございますので、Ss-1、Ss-2、両方

考慮した、いわゆる基準地震動 $S_s$ に対する評価を行っていくというふうに考えてごさいます。

○中野審査官 了解しました。

○大村審議官 ほかはいかがでしょうか。

どうぞ。

○川内首席調査官 技術基盤グループの川内でございます。

先ほどの11ページの耐震のフロー図なんですけど、ここで $S_s-1$ に対する評価値と許容値の比率が0.5を超えるものについては、十分余裕を持って評価の対象とするか否かを振り分けるといふ、先ほど御説明ございましたけど、その下の詳細評価と簡易評価の区別を行う0.7、この0.7という数値の設定根拠について、もう少し詳しく御説明をお願いしますか。

○九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

今の御指摘でございますが、0.5を超えるものについては全て評価を行うと。その中で0.7より小さいものは簡易評価を行うということで、これは簡易評価、保守的な評価になりますが、次の13ページのところで御説明をしておりますが、この簡易評価、保守的であるのと同時に、固有値解析をせずに一番厳しいところをFRSから求めますので、簡易的な評価になっているということでございます。

0.7を用いた根拠については、先ほども基準地震動の比で1.2倍とか1.3倍ということをお説明しましたが、最大の1.3倍といったところを考慮しても、0.7に1.3を掛けても0.9程度ということで、簡易評価、保守性を持っていても基準値を満足するだろうといったところを、一つの判断基準に0.7というものを設定させていただいております。

以上でございます。

○川内首席調査官 了解いたしました。

○大村審議官 ほかにいかがでしょうか。

○鈴木技術参与 すみません、技術基盤グループの鈴木といいます。

ページ10の下に\*で、「一つの設備に複数の経年劣化事象が抽出された場合は、各々の経年劣化事象に対する評価を行う」ということが書いてありますが、一方、後のほうに出てまいります15ページの最新評価手法の反映の中の項目4のところ、「照射の影響を考慮した」というところで、これが制御棒挿入性評価で、案内管や被覆管の磨耗等を考慮することが書いてありますが、これすなわち、そうすると劣化事象の組み合わせを考慮す

るといふ、従来の先ほどの\*1からやや外れる評価手法になるというふう認識してよろしいでしょうかというのが1点目。

それから、その相方の燃料集合体というのは従来取り替え品相当で、PLM評価対象の本来的評価対象設備ではなかったのですが、今回そういう意味でも取り替え品の劣化事象を考慮するという扱いになることに対する御説明というのを、どういうふうにいただけるかなというのが私の質問です。

以上です。

○九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

まず一つ目の御質問でございますが、10ページの下のところの\*1で、「一つの設備に複数の経年劣化事象が抽出された場合」ということで、例えばの例でいいますと、原子炉容器でありますと、低サイクル疲労という劣化事象もあれば、中性子照射脆化という劣化事象もあります。1次冷却材管であれば、同じく低サイクル疲労であったり、熱時効というように、一つの設備であっても複数の経年劣化事象というのが抽出される場合がございますので、これらについてはきちんとそれぞれの劣化評価について考慮をして、評価を行うといったものでございます。

一方、御指摘のありました15ページのところの制御棒クラスタ案内管と被覆管については、それぞれで磨耗が起きるんでございますが、挿入性評価を行う場合、その案内管の中を被覆管がついたクラスタが通るということで、ここは保守的にそれぞれの磨耗を両方考慮した組み合わせを評価上行っているといったものでございます。なので、先ほどのページのとはちょっと趣旨が違いますが、いずれにしても保守的に劣化事象というものをきちんと見積もって評価を行っているといったものでございます。

二つ目の御質問でございますが、燃料集合体については取り替え品ということで、長期間使用するものではないので、そもそもPLMの評価対象にはなっていないんですけども、今回工認の中で、その燃料集合体を設計上使う範囲内において、照射を受けると振動特性が変わるといことがわかっていることを、設計確認の工認の中で検討がされているといった状況を踏まえて、PLMでもその状況というのを適切に反映しようということ、その影響を考慮した評価を行うことにしてございます。

その取り替え品ということで、燃料はそれぞれ最大の最高燃焼度が決まっておりますので、その燃焼度になる前に取り替えるんでございますが、今回の評価に当たっては、仮に最高燃焼度に達したときまでの照射量というものを見積もって、そのときの影響を評価に

入れておりますので、実際はそれ以下の照射量で使わなくなるんですけども、取り替え品ということですが、設計上一番使うところまでのものの挙動というものを、きちんと考慮した評価を行っているということで、PLMでも適切に工認を反映するという趣旨で、今回評価に入れさせていただいているといったものでございます。

以上です。

○鈴木技術参与 今の御説明をちょっと整理させていただくと、ここの制御棒挿入性については、磨耗等という劣化事象と、照射という劣化事象を同時に組み合わせて考慮することによってよろしいですね。

○九州電力（新立） 九州電力の新立です。

そのとおりでございます。

○鈴木技術参与 わかりました。

○大村審議官 ほかいかがでしょうか。

どうぞ。

○川内首席調査官 技術基盤グループの川内です。

次に耐津波安全性評価についてなんですが、21ページの表の中で、浸水防護施設のうち劣化を想定するものが表の中に○印で示されていまして、最後の評価内容を見ますと、取水ピット水位計（基礎ボルト）の腐食については、耐津波安全評価を実施するというふうな記述がございまして、ここの説明の中に、上の表にあります防護壁ですとか水密扉の鉄骨構造物の評価について説明がここに記載がないんですが、そこについて具体的に御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。

こちらに挙げられております取水ピット水位計以外の津波防護施設であるとか、浸水防護設備にあります海水ポンプエリア、防護壁、それとあと海水ポンプエリアの水密扉、それと原子炉補助建屋の水密扉がございましてけれども、こちらに使用されております鉄骨構造物、これらにつきましてはこちらの腐食の評価を行っておりますけれども、結局はこちらの腐食に対しましては、現状保全の中で塗膜の管理を行っております。その塗膜の管理によって経年性を確保しているという評価を行っておりますので、具体的には腐食をしないということで、その次のステップであります津波の波力影響を考慮しました評価というところには進まないというところで、3.1.5のところには各設備の名称が挙がっていないということになってございます。



以上です。

○川内首席調査官 了解いたしました。

○大村審議官 ほかはいかがでしょうか。

○鈴木技術参与 もう1点。技術基盤グループの鈴木です。

ちょっと耐震のほうに戻っちゃいますが、先ほど11ページでSs-1とSs-2の比較評価のようなフローが出されておりました、もう一方、16ページでは水平2方向と鉛直方向を考慮した評価のフローがあります。これの両方の扱いについてなんです、この2方向の影響はSs-1、Ss-2両方に波及するわけですので、この11ページのフローにおいても2方向とか鉛直動の影響はここでも考慮した上で評価対象をスクリーニングす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） 九州電力の新立でございます。

2方向の影響について、評価を行っておりますが、そこで結局0.5を超えるような評価を得られた場合、つまりSs-2のスクリーニングに該当するようなものについては、きちんとこれについてはSs-2の評価も行うということで、この資料一貫した説明になってございます。

○鈴木技術参与 わかりました。

○大村審議官 私からちょっと1点、確認というか質問がありますが。5ページに耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象というのがあって、その中の下から五つ目、コンクリート構造物及び鉄骨構造物というのがあって、横軸はいろんな劣化事象が並べられていますが、それには全部全て該当しないという整理になっています。

ただ一方で、コンクリート構造物それから鉄骨構造物については、多分熱とか放射線の影響とかあと腐食とか、いろんなさまざまな劣化事象があるという説明があるとは思いますが、例えば一番最後の21ページには、これは例えばですけれども、鉄骨構造物で強度低下、腐食というのも想定されるという話にもなっていますので、ちょっと今のこの二つは場所がひょっとして違うかもしれませんが、いずれにしても劣化事象は耐震上考慮しなくていいというのが、ちょっと本当にこれでいいのかどうかというのが疑問なんですけれども。この辺り説明いただけますか。

○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5ページの一覧表のコンクリート構造物と鉄骨構造物につきましては、まずコンクリート構造物については、先ほど審議官のほうからございましたよ

うに、熱であるとか放射線、中性化、さまざまなコンクリートに関する劣化事象を加味して評価をしております。また鉄骨につきましては、先ほどの21ページにありましたような腐食を考慮した評価を実施しております。

それぞれの評価を行いました結果、運転開始60年を想定したところで、それぞれ強度低下であるとか、結局は強度低下、あと遮へい能力の低下、こういった経年劣化事象が60年を想定したときに問題ないと、経年性が確保されているという評価になってございまして。こちらの資料の4ページにフローがございましてけれども、結局は技術評価の結果、現在発生しているか、または将来にわたって起こることが否定できない事象かというところの、Noというところで、耐震安全性評価の対象外ということから、こちらのほうは全てバーという形になってございます。

○大村審議官 先ほど21ページの鉄骨構造物の腐食の強度低下という整理はされているのですが、そうであったとしても、もう少しきっちり評価すれば、Noのほうに行くというか、4ページで、自己矛盾をしているような感じもちょっとするんですけど、これ将来にわたって起こることは否定できないので、21ページは想定される劣化事象ということになっているということではないんですか。

○九州電力（藤岡） 九州電力の藤岡でございます。

先ほど私どもの説明の中で、少し訂正がございまして、鉄骨の腐食に関しましては、耐震のこの評価フローでいきます二つ目のひし形のところにいて、結局は現状保全で健全性を確認しているということから、耐震安全性評価の対象外という方向に流れていきます。こちらの5ページの表につきまして述べられているこの●、要は地震を考慮した評価の内容を表現しております表ですので、こちらのコンクリート構造物については基本的には地震を考慮したところでの評価はないというような表現になってございます。

○九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

少し補足をさせていただきます。最初に場所が違うのかもしれないというふうに言われたんですけども、そのとおりでございまして、5ページの表は、4ページのスクリーニングでいくと、二つ目のひし形もYesになったもの。つまり劣化があって、さらにその劣化が耐震性に影響があるといったものを星取りしているものでございます。

これについては、数が物すごく多いので、その1個前の劣化があるかの時点で星取りをしてしまうと、ちょっと表が物すごい量になるので、あまり整理がよくないということで、結果的に耐震性が影響にあるものの劣化はなんですかというものを、ここで整理させてい

ただいております。

一方、21ページの表は、その前の20ページのスクリーニングで、ひし形が二つあるんですけども、一つ目のひし形の下から点々でつけておりまして、ちょっと場所が違うのでわかりにくいので、ここに補足をさせてもらっているんですけども、この一つ目のスクリーニング、つまり劣化が想定されるかのところで星取りをしております。その結果が21ページでございまして、最終的に、じゃあ耐津波安全性評価に影響する劣化事象は何ですかという、3.1.5で御説明したとおり、取水ピット水位計の基礎ボルトだけになってしまいますので。耐震と同じところで星取りすると1個だけになってしまうということで、全体像が見えにくいという、その説明上の都合でちょっと違うスクリーニングの段階で表をおまとめさせていただいております、少し混乱していることになっております。申し訳ございません。

○大村審議官 わかりました。表の間の、違うというところは理解をいたしました。

ほかに何かありますか。よろしいですか。

それでは、その次の資料に行きたいと思えます。資料1-3、これは川内の2号炉のほうですけれども、評価の概要ということになります。それでは資料1-3につきまして、御説明をお願いします。

○九州電力（重久） 九州電力の重久でございます。

それでは資料1-3に基づきまして、川内2号炉の高経年化技術評価（30年目）の概要を御説明いたします。

川内2号炉につきましては、先行して審査を受けてございます川内1号炉とツインプラントでございまして、設置されている機器もほぼ同じでございます。また高経年化技術評価のやり方、手順につきましても、同じように実施してございますので、1号炉と同じようなところは割愛させて説明させていただきます。

開いていただきまして、目次でございますが、まず概要と保全実績、あと高経年化技術評価と評価結果、結果の概要といった構成になってございます。

3ページ目をお願いします。ここでは2号炉の概要でございますが、出力890MWで加圧水型軽水炉で、熱出力2,660MW、これ1号炉と同じでございます。経緯といたしまして、昭和60年11月28日に営業運転を開始してございます。

次のページ、4ページ目をお願いいたします。ここでは運転状況の推移でございます。発電電力量・設備利用率の年度推移をグラフ化してございます。25年度末での設備利用率、

平均値としまして、そこに記載していますとおり76.5%でございます。

次のページをお願いいたします。5ページでございます。これは計画外停止回数の年度推移を記載してございまして、30年間で1回、計画外の手動停止を実施してございます。これは2次側の系統でございますが、湿分分離加熱器出口配管フランジ部からの微小な蒸気漏れがございましたので、補修のために計画外で停止してございます。

次のページ、6ページをお願いします。6ページ目が、これまでに実施してきています主要機器更新工事の状況を表にまとめたものでございます。そこに記載しているような取り替え工事等を実施してございます。

次の7ページ目がそれを図にまとめたものでございます。

8ページ以降、技術評価ということで、体制、また実施手順等をずっと記載してございますが、これは1号炉と全く同じ手順で実施してございますので、割愛させていただきます。

20ページをお願いいたします。20ページ目から評価の結果ということで、各劣化事象に対する評価結果を記載してございます。評価例に基づきまして概要を御説明いたします。

まず22ページ目をお願いいたします。低サイクル疲労割れでございます。評価例といたしまして、原子炉容器で御説明いたしますと、健全性評価でございますが、プラント実過渡回数から、60年時点の過渡回数を推定いたしまして、右図に示します部位について60年時点での疲労累積係数を評価してございまして、右下の表にございますように、疲労累積係数は許容値に対して十分な余裕を持ってございます。現状保全といたしまして、定期的に超音波探傷検査を実施して、有意な欠陥がないことを確認してございます。また定期検査時に漏えい試験で耐圧部の健全性を確認してございます。

以上のことから、疲労割れの発生の可能性はないというふうに考えてございますが、先ほども長期保守管理方針を説明しましたが、今後の実過渡回数を把握しまして、高経年化の対応のところに書いてございますが、今後実過渡回数に基づく評価を定期的の実施していくということで、これを一つ目の長期保守管理方針としてございます。

次のページ、23ページ目をお願いします。原子炉容器の中性子照射脆化でございます。健全性評価でございますが、これまでに実施しました3回の監視試験結果によりまして評価をしてございます。評価に当たっては下の図にございますとおり、母材、溶接金属とも国内脆化予測式にマージンを見込んだ値を逸脱しておらず、特異な脆化は認められないことを確認してございます。

次のページをお願いします。これも健全性の評価の続きでございますが、PTS評価につきましても、材料の持つ粘り強さを示す $K_{Ic}$ 曲線は加圧熱衝撃事象の応力拡大係数、 $K_I$ を上回ってございますので、脆化破壊は起こらないということを確認してございます。その下の上部棚吸収エネルギー低下による評価でございますが、これも表に示しますとおり、JEAC4206の要求を満足していることを確認してございます。

現状保全でございますが、計画的に監視試験を実施するということと、定期的に超音波探傷検査を実施。また運転管理の制限といたしまして、加熱冷却時制限曲線及び耐圧漏えい試験温度を設けまして、運用しております。以上から、中性子照射脆化が原子炉容器の健全性に影響を与えることはないというふうに評価してございますが、これも先ほどの長期保守管理方針で御説明したとおり、1号と同じように、高経年化対策の観点から、関連温度上昇に対する精度向上が図られた脆化予測式に基づく評価を実施していくということで、二つ目の長期保守管理方針としてございます。これは新しい脆化予測式が技術的に認められた場合には、それに基づく評価を行うものでございます。

次の25ページ目をお願いします。照射誘起型応力腐食割れでございます。評価例としてバッフルフォーマボルトで御説明いたします。

健全性評価でございますが、最新知見を用いた損傷予測を行った結果、運転開始60年時点でバッフルフォーマボルトに照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性はないということを確認してございます。

現状保全でございますが、定期的に可能な範囲について、水中カメラによる目視確認を全数実施し、有意な欠陥がないことを確認してございます。以上のことから、運転開始後60年時点までに損傷が発生する可能性は小さい。さらに万一、一部のボルトが損傷しても、損傷ボルトの本数の増加は緩やかであり、炉心の健全性は確保可能というふうに評価してございます。

次のページ、26ページ目をお願いいたします。こちらは熱時効でございまして、1次冷却材管を評価例として御説明いたします。

評価用想定き裂に運転開始後60年時点までの疲労き裂進展を考慮しましても、破壊力があります $J_{app}$ と破壊抵抗値 $J_{mat}$ の交点におきまして、 $J_{mat}$ の傾きが $J_{app}$ の傾きを上回ってございますので、配管は不安定破壊することはなく、母管及び管台の熱時効は健全性上問題はないという評価をしてございます。現状保全といたしまして、定期的に超音波探傷検査を実施し、評価で想定したき裂のないことを確認してございます。以上のことから、高

経年化対策上問題となる可能性はないというふうに評価してございます。

次のページ、27ページをお願いします。絶縁特性低下でございます。評価例としまして、低圧ケーブルでございますが、健全性評価としましては、電気学会推奨案に基づく長期健全性評価の結果、中央の表にございますように、試験条件は実機環境に基づく60年間の劣化、及び設計基準時効時の環境条件、これらを包絡してございますので、運転開始後60年時点においても、絶縁機能を維持できると評価してございます。現状保全でございますが、定期的に絶縁抵抗測定、系統機器の動作確認または計器の指示値確認等を行いまして、異常のないことを確認してございます。以上のことから、絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないというふうに評価してございます。

次のページ、28ページをお願いいたします。ここではコンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下でございます。

健全性評価といたしまして、コンクリートの強度低下につきましては、そこに記載のとおり熱、放射線照射、中性化、塩分浸透、また機械振動の評価を実施した結果、いずれも許容値を下回っておりまして、問題ないことを確認してございます。

2のコンクリートの遮蔽能力につきましても、熱による評価をいたしまして、温度制限値以下であることを確認してございます。現状保全といたしましては、コンクリート表面の目視点検を実施してございます。また必要によりまして塗装の補修、及び破壊試験や非破壊試験を実施してございます。総合評価といたしましては、以上のことから、現状保全の継続により、健全性は維持可能というふうに判断してございます。

次のページ、29ページをお願いいたします。その他の劣化事象でございますが、ここでは長期保守管理方針を策定いたしました蒸気発生器伝熱管の応力腐食割れについて、御説明いたします。

川内2号炉の蒸気発生器の伝熱管でございますが、これは材料といたしまして、600系のニッケル基合金を使用してございます。600系のニッケル基合金につきましては、PWR1次系の水質環境下で応力腐食割れに対して感受性を有していることが知られてございます。また今は取り替えてございますが、取り替え前の川内1号の蒸気発生器にも、600系ニッケル基合金を使用してございまして、これは高温側、管板の拡管部に応力腐食割れが確認されてございます。

しかしながら2号炉の管板部の伝熱器拡管保護につきましては、これは1号炉と違いまして、改良されたもので実施されてございまして、残留応力の低減を図っておることから、

これまで応力腐食割れの検出実績はございません。現状保全といたしましては、伝熱管全数につきまして定期的に渦流探傷検査を実施して、応力腐食割れのないことを確認してございます。

以上のことから、管板拡管部において応力腐食割れが発生する割合は小さいというふうに評価はしてございますが、高経年化の対応のところに記載のとおり、伝熱管材料につきましては、600系ニッケル基合金を使用してございますので、さらなる信頼性向上のために、より耐食性のすぐれた690系ニッケル基合金を採用した蒸気発生器への取り替えを含めた保全を、今後検討していくということで、これを三つ目の保守管理方針としてございます。

次のページの30ページ目でございます。耐震安全性評価でございます。下表に示しますとおり、技術評価の結果、想定される経年劣化を保守的に仮定いたしまして、耐震安全性評価を実施してございます。

先ほど資料1-1で御説明しましたとおり、1号機と同じように、高経年化技術評価の申請時点におきましては、同じように基準地震動 $S_s-1$ での評価を実施してございます。評価の結果といたしまして、一番下に記載してございますが、経年劣化を考慮しても耐震安全性に問題ないことを確認してございますが、配管の流れ加速型腐食につきまして、一部の配管につきましては、肉厚計測による実測データを用いた耐震安全性評価を実施していくということで、これを四つ目の長期保守管理方針にしてございます。

続きまして、31ページ目が配管の減肉の例を示したものでございます。

32ページ目でございます。耐津波安全性評価でございます。これは評価対象構造物といたしまして、浸水防護施設に属する設備のうち原子炉補助建屋水密扉でございます。これにつきましては目視による健全性の確認を実施していること。また鉄骨の腐食発生の可能性が小さいこと、仮に鉄骨の腐食が発生いたしましても、現状保全によりまして健全性の確保が可能であるといったことから、構造強度上及び止水性上「軽微もしくは無視」できると判断できるため、耐津波安全性評価の対象外としてございます。

続きまして、今まで御説明しました評価結果から、35ページ目でございますが、長期保守管理方針といたしまして、表に記載の四つの長期保守管理方針を策定してございます。実施時期につきましては、全て中長期というふうにしてございます。また資料1-1で御説明したとおり、工事計画が認可を受けてございますので、それを受けた追加評価を今後行いまして、補正申請を行う予定としてございます。

2号炉の概要につきましては、以上でございます。

○大村審議官 ありがとうございます。今日は2号炉の概要の説明ということで、個々の項目につきましては、改めて会合で説明をいただくということになりますが、今日のこの概要の説明の段階で、何か聞いておきたいこと等あれば、お願いします。

○坂内調整官 調整官の坂内でございます。

今日のこのパワーポイントには、1号炉の資料1-1で御説明いただいたことに相当する、今後あり得る補正と申しますか、それはまだ反映され切っていないという理解でおりますけれども、次回の公開審査、審査会合以降の個別の審査について御説明いただくときには、例えば中性子照射脆化については重大事故も考慮したPTSなどについて御説明いただけるとか、要するに1号炉で補正後にしか説明できなかったことを2号について9月というふうに資料1-1でおっしゃっていますけれども、それ以前に審査会が仮に開かれる場合は、もうその場で、ある程度補正を先取りと申しますか、1号で当然既にあった補正内容に相当するものを、2号機については説明していただけたというふうな理解をしてよろしいでしょうか。

○九州電力（中牟田） 九州電力の中牟田でございます。

どの事象から順番に説明するかというのは御相談させていただきながら進めたいと思っておりますけれども、今、坂内室長からおっしゃっていただいたような趣旨を踏まえて、審査会合の場で先取りをする形で、できるだけ説明していきたいと思っております。

以上です。

○大村審議官 ほかはいかがでしょうか。

どうぞ。

○大高上席調査官 原子力規制庁の大高です。

今回、川内2号の概要説明ありがとうございました。川内2号の長期保守管理方針を見ますと、川内1号と同様に、適切に項目として挙がっているなど考えております。

長期保守管理方針の策定の観点からしますと、川内2号の長期保守管理方針について、このNo. 3のところに肉厚計測による耐震安全性評価の実施は、3番目なんですけど、川内1号ではその対象箇所が主給水系統配管と補助蒸気系統配管というふうに変定されておりますが、一方ツインプラントということなんですけど、川内2号ではタービンランド蒸気系統配管と2次系統ドレン系統配管というふうに変定されているということで、この辺の対象部位が異なる背景を説明をお願いします。



○九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

御指摘のとおり、長期保守管理方針の3番目については、川内1号の今回の追加の長期保守管理方針と項目は同じなんですけども、対象の配管が違うということでございます。ツインプラントではあるんですけども、それぞれ配管レイアウトというのは完全に一致しておりませんので、まずこれ、流れ加速型腐食を想定した評価を行うので、減肉する箇所がまた少し違ってきているという状況があるのと、地震動自体も1号、2号で若干の相違があると。

あわせて設備の更新とか今までの保全の状況から、配管の取り替えをやっていたりだとか、機器の更新をやっていたりとかいうことで、1号と2号で必ずしも同じ場所が同じような状況にはないということで、いずれにしてもきちんと評価をした上で、こういった部位を抽出しているといったことでございます。

○大高上席調査官 原子力規制庁の大高です。

内容については了解しました。今後の審査の中で確認させていただきます。

○九州電力（新立） 了解いたしました。

○大村審議官 ほかはいかがでしょうか。

○坂本主任調査官 技術基盤グループの坂本と申します。

照射誘起型応力腐食割れについて、25ページに概要を記載していただいていますけれども、現状保全のところ「定期的に可能な範囲について、水中カメラによる目視確認を全数実施し、有意な欠陥がないことを確認している。」というふうに記載がありますけれども、バップルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れといいますのは、今までの事例を見ますと首下の部分で起きているんですけども、水中カメラによる目視確認でこの辺検出できるものかどうかということ、ちょっと御説明をいただきたいと思います。お願いします。

○九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

バップルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れについては、まず健全性評価の中で最新知見を踏まえた評価手法による評価を行って、60年時点では1本も折れないというような評価があります。十分に可能性は低いことを確認しております。その前提の上で、維持規格に従った保全をやっているのではございますが、ここでは水中カメラによる目視ということで、全数見ていると。可能な範囲というのは全数というところですが、ボルトの首下は中に埋まっているので見えないので、ボルトの頭等を見ていくと、折れると

ころは首下ですよということですが、仮に折れて脱落すれば、そういう状況は見てとれるということと。

あと、何を見ているかということ、炉心全体の健全性に問題がないかということを見ておられますので、仮にバッフルフォーマボルトが折れていたとしても、許容の管理損傷ボルト本数というものもございまして、最終的に炉心の健全性に問題がないということ、水中カメラによる目視で確認していっていると。

いずれにしても、その評価としては1本も折れないという評価を得ておるといってございまして。

以上でございます。

○坂本主任調査官 技術基盤グループの坂本ですが。

概要説明としては了解しました。今後、詳細に健全性評価の内容とそれから現状保全の位置づけを含めて、もう少し詳細を今後、確認させていただきたいと思いますが、よろしくをお願いします。

○九州電力（新立） 九州電力の新立です。

よろしくお願いいたします。

○中村主任調査官 技術基盤グループの中村です。

22ページの低サイクル疲労割れの部分ですけども、これ原子炉圧力容器の設計・建設規格による解析結果と、環境疲労評価書による解析結果とを比べまして、環境疲労を考慮した疲れ係数が非常に小さくなっていますが、この理由を説明してください。

○九州電力（新立） 九州電力の新立でございます。

まず設計・建設規格ベースの評価は、原子炉容器の疲労が想定される部分全てについて評価を行っているということでございます。一方、環境疲労評価については、その環境が疲労に影響するというので、接液環境にある部分といったものについて、環境疲労評価をしておりますので、必ずしも設計・建設規格で評価している評価点と、環境疲労の評価点というのは一致しない場合があると。

環境疲労評価を行う部分について、きちんと評価した結果、このような小さい値になっているということと、その環境を適切に評価するに当たっては、詳細評価としてFEM等も使っていることもあるといったところから、こういった違いが出ているといったこととございます。詳細については個別の評価の中できちんと御説明したいと思っております。

以上でございます。

○中村主任調査官 わかりました。では、ヒアリングの中で詳細をお聞きいたします。

○大村審議官 ほかはいかがでしょうか。

○船田技術参与 原子力規制庁、船田です。

原子炉容器の照射脆化のところ、確認させてください。

23ページに監視試験結果と、それから運転管理上必要な4分の1tの深さの照射量が出ていまして、一応60年時点でも、その照射量というのは監視試験の結果でカバーされているのですが、24ページにあります健全性評価に使うPTSの評価値、これ10mm深さの位置の照射量が必要なんですけど、10mm深さの60年時点の照射量というのは、この監視試験でカバーされているのかどうか、確認させてください。

○九州電力（石井） 発電本部の石井です。

御質問の件につきましては、現在手持ちのデータがございませんので、次回の機会の際に、詳細の結果について御説明させていただきたいと思っております。

○船田技術参与 了解しました。お願いします。

○大村審議官 ほかはいかがでしょうか。

それではないようですので、2号につきましては幾つか今、少し注文等ありましたので、個別審査のときに、それからその前の準備段階の資料の確認のときに、説明をよく検討いただければと思います。

それからあと1号・2号、ツインプラントですので、重複するところも多々あります。効率的に審査をやる意味から、1号のほうでかなりやったものについては、ごく簡略化して説明いただいて、特に違うところとか、そこら辺りを中心に説明いただくということにさせていただければというふうに思います。

よろしいですか。

それでは、以上で本日の議事を終了したいと思います。最後に事務連絡をお願いします。

○坂内調整官 調整官の坂内でございます。

次回会合につきましては、引き続き川内1号の技術評価について、本日説明いただいた資料1-1、あるいは資料1-2で説明いただいた評価の結果を含めた御説明をお願いします。また川内2号機につきましては、個別の劣化事象について審査を進めてまいりたいと思っております。

なお、冒頭もありましたけれども、工事計画が1号・2号、それぞれ既に認可されてお

ますので、事業者さんにおかれましては、速やかな対応、速やかな対応については原子力規制委員会が定めたガイドラインのほうに、少なくとも評価の条件が変わった場合は速やかに対応していただくようにということも書いてございますので、何とぞ最大限の努力をお願いいたしたいと思います。

それでは日程でございますけれども、これは追って調整の上、連絡させていただきたいと思えます。

以上です。

○大村審議官 それでは以上をもちまして、第8回審査会合を閉会いたします。どうも御苦労さまでした。