

原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合

第18回

議事録

日時：令和元年8月20日（火）14：00～14：54

場所：原子力規制委員会 13階 会議室A

出席者

原子力規制庁

山形 浩史	緊急事態対策監
田口 達也	安全規制管理官(実用炉審査担当)
藤森 昭裕	安全管理調査官
塚部 暢之	管理官補佐
池田 雅昭	上席技術研究調査官
河野 克己	主任技術研究調査官
小嶋 正義	主任技術研究調査官
橋倉 靖明	技術研究調査官
北條 智博	技術研究調査官
島田 真実	審査チーム員
鈴木 謙一	技術参与

東京電力ホールディングス株式会社

笠原 新吾	柏崎刈羽原子力発電所	第一保全部	高経年化評価グループマネージャー
高森 徹	柏崎刈羽原子力発電所	第一保全部	高経年化評価グループチームリーダー
井上 裕介	柏崎刈羽原子力発電所	第一保全部	高経年化評価グループ
倉部 信行	柏崎刈羽原子力発電所	第一保全部	高経年化評価グループ
佐藤 哲雄	柏崎刈羽原子力発電所	第一保全部	高経年化評価グループ
樋口 功	柏崎刈羽原子力発電所	第一保全部	土木(第一)グループ

小林 良一	柏崎刈羽原子力発電所 第一保全部 建築(第二)グループチームリーダー
牧野 稔	柏崎刈羽原子力発電所 第一保全部 建築(第二)グループ
中島 大	柏崎刈羽原子力発電所 第二保全部 原子炉グループ
谷口 敦	本社原子力設備管理部設備技術グループマネージャー
門間 健介	本社原子力設備管理部設備技術グループ副長
神長 貴幸	本社原子力設備管理部設備技術グループ
笹沼 美和	本社原子力設備管理部課長
小川 健太郎	本社原子力設備管理部原子力耐震技術センター土木耐震グループ副長

議事

山形対策監 定刻になりましたので、これより第18回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合を始めます。

本日の議題は、東京電力ホールディングス株式会社柏崎刈羽原子力発電所5号炉の高経年化技術評価です。

配付資料は議事次第の記載のとおりです。

また、規制庁、事業者、出席者へのお願いですが、発言する場合には最初に所属、名前を名乗ってください。

それでは、柏崎刈羽原子力発電所5号炉の高経年化技術評価について、資料に基づいて説明をお願いします。

東京電力（笠原） 東京電力ホールディングス、笠原です。

本日は、6月20日の第17回の審査会合における指摘事項についての回答について、準備いたしました。順次、御説明をいたしますが、御確認、御審議のほど、よろしくお願いをします。

説明に当たり、1件御相談なのですが、資料1を確認をお願いをします。

全部で17-1～10まで準備いたしました。1～6は共通事項、7～9がコンクリート構造物と鉄骨関係、10番が耐震ということなので、よろしければ、このカテゴリー別に共通事項を御説明を通して一度確認をしてから御審議を受けるといったタイプではいかがでしょうかという、これは御相談になります。必要であれば、個別で1件ずつでも、どちらでもよろしいんですか。

山形対策監 三つに分けていいですね。結構です。

東京電力（笠原） よろしいですか。

山形対策監 はい。

東京電力（笠原） では、三つのカテゴリー別に説明させていただきます。

では、最初、共通事項から始めたいと思います。よろしくお願いします。

東京電力（高森） 東京電力ホールディングスの高森です。

私のほうからは、資料1番、17-1～17-6までの共通事項について、御説明申し上げます。

資料の2番のほうを御確認をお願いいたします。

スライドの1番を御確認ください。17-1になります。指摘事項でございますけれども、評価の実施体制ということで、今回の技術評価の体制について、保安規定との関連をふまえて説明し、本文に反映することとの御指摘をいただいております。

スライドの2番を御確認をお願いいたします。左のほうですけれども、当社、柏崎刈羽原子力発電所の原子炉施設保安規定の記載を抜粋してございます。3条としまして、品質保証に関する規定、4条、5条に体制及び評価に関する規定、107条の2に高経年化技術評価に関する規定を定めております。これを踏まえまして、本社の二次マニュアルとしまして、保守管理基本マニュアル、高経年化技術評価マニュアルを策定し、これに基づきまして作成されております文書を柏崎刈羽原子力発電所5号炉高経年化技術評価実施計画、こちらの中で実施体制の構築をしております。

スライドの3ページ、3枚目、御確認をお願いいたします。本文への技術評価書（本冊）への反映方針でございますけれども、左側が反映前、右側が反映後という記載になっております。赤字の部分でございますけれども、追記をさせていただいております。

読み上げさせていただきますが、高経年化技術評価の実施は、保安規定「第107条の2」に規定している。実施にあたっては保安規定に基づく品質保証計画に従い、実施体制を構築し、実施手順を確立して実施した。

次になります。保安規定に基づく品質保証計画に従い、社内マニュアル「高経年化技術評価マニュアル」を定め、これに従い策定した「柏崎刈羽原子力発電所5号炉高経年化技術評価実施計画」により評価の実施体制を構築している。

以上、本文に追記をさせていただきたいと考えております。

1枚目に戻っていただきまして、17-2ということで、冷温停止の維持に必要な機器、MSIV、PLRポンプ等、冷温停止の維持に必要な機器の抽出について考え方を整理して説明

することの御指摘をいただいております。

4ページを御参照いただきたいと思います。柏崎刈羽5号炉の高経年化技術評価の対象は、重要度分類指針上の重要度分類クラス1、2及び3の安全機能を有する機器・構造物のうち、冷温停止の維持に必要な機器及び構造物（保安規定で定義されている「原子炉モードスイッチが燃料取替又は停止及び照射燃料の移動に対して要求される設備」並びに「運転モードによらず要求される設備」及び「発電所維持運営に必要な設備」）を抽出しております。

右図のほうを御確認ください。こちらのほうに抽出フローを示させていただいております。まず、判断フローでございますけれども、一番上段ですけれども、こちらのほうにつきましては、保安規定の直接的な要求がある設備なのかどうかという判断をしております。判断がある場合はYesということで 番、ない場合はNoということで下段に移ります。二つ目の段でございますけれども、こちらのほうにつきましては、保安規定に間接的な要求があるかどうか確認をさせていただきます。こちらYesの場合は 番、Noの場合は下段のほうに移ります。最後ですけれども、こちらのほうで発電所の運営に必要な設備かどうかを判断しておりまして、Yesの場合は 、Noの場合は というふうに判断をしております。右の 、 、 に参りましたものが冷温停止の維持に必要な設備ということで、今回の評価対象範囲とさせていただきます。

抽出した主な設備のところでございますけれども、こちら弊社の略称で恐縮でございますけれども、RHR、HPCS、LPCS、これらの設備は、原子炉の注水、あるいは停止時に冷却をする系統設備でございますけれども、こちらにつきましては、保安規定遵守のために直接的に必要ということで、 という判断をさせていただきます。

二つ目のHPCSディーゼル補機冷却水ポンプでございますけれども、こちらにつきましては、 の設備の補助的な設備ということで、間接的に必要ということで、 という判断をさせていただきます。

続きまして、三つ目でございますけれども、PLR系の弁、バウンダリの弁でございますけれども、保安規定の遵守に必要ではありませんが、冷温停止維持のバウンダリとなるということで、発電所維持運営に必要ということで、 と判断をさせていただきます。冷温停止の維持に必要な設備外ということで、MSIV、PLRポンプ等につきましては、冷温停止の維持、蒸気が発生しない等の理由により、発電所の維持に必要ではないという判断をさせていただきます。

冷温停止の維持に必要な機器に関する御説明は以上になります。

1ページ目に戻っていただければと思います。17-3、ロードセルの特性変化につきまして、主要6事象以外の劣化抽出の考え方について説明することとの御指摘をいただいております。

5枚目のスライドを御確認をお願いいたします。主要6事象以外の劣化抽出の考え方でございますけれども、実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイドを参考に、主要6事象以外の経年劣化事象から以下のイ、ロに該当するものを除外し、燃料取替機ロードセルの特性変化を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として抽出をさせていただいております。

まず、イのほうですけれども、想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがたい経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの。続きまして、ロでございますけれども、現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データ等の比較等により、今後も経年劣化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経年劣化事象でございます。

燃料取替機のロードセルの特性変化でございますけれども、事象としましては、ロードセルの歪ゲージは、長期間の使用に伴い、歪ゲージの劣化が生じた場合、初期ひずみが増加し測定値の誤差が大きくなる可能性があるというふうに判断しております。現状の保全でございますけれども、点検時に試験用標準ウェイトを用いたループ校正試験を実施し、特性が精度内であることを確認し、校正をしております。

燃料取替機ロードセルの現状保全で実施している内容は、想定した劣化傾向等に基づく保全ではなく、今後も経年劣化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はいえないことから、上記のイ、ロに該当せず、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と今回はさせていただいております。

また戻っていただきまして、1ページ目をお願いいたします。17-4の御指摘で、特別な保全計画でございますけれども、長期停止で実施している特別な保全計画について、その考え方や内容を整理して説明することとの御指摘をいただいております。

6枚目のスライドの御確認をお願いいたします。長期停止に伴う特別な保全計画の考え方、内容の概要でございますけれども、柏崎刈羽原子力発電所5号炉は、プラントの停止期間が1年以上となることから、設備の運転状況等を考慮し、機能の維持を図るために必要な保全や長期保管対策に関する保全計画書、特別な保全計画を定めております。

特別な保全計画でございますけれども、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則

第81条第1項第7号の規定を受けて、原子炉の運転期間が相当期間停止する場合に策定する保全計画ということになります。

特別な保全計画の策定でございますけれども、保安規定第107条の保全対象範囲に対して社内マニュアル「プラント長期停止時対応マニュアル」などにより、特別な保全計画の対象機器を決定し、抽出した機器に対して実施する保全の方法を技術検討した上で、策定をしております。

特別な保全計画による具体的な保全方法でございますけれども、プラント停止中に機能要求のある機器に対して、停止中に劣化する部位がある機器については時間基準保全、または状態基準保全を実施しております。ただし、停止中に劣化する可能性があるとした機器であっても、次回定期検査開始前日までの健全性が確保できることを確認・評価した場合には、起動前までの追加点検により、保全を実施する場合があります。停止中に機能要求のない機器につきましては、各系統・機器に合わせた保管対策を実施しております。

17-4、特別な保全計画につきましては以上になります。

1枚目、御確認をお願いいたします。17-5、不適合の水平展開に関する御指摘でございます。過去の不適合や他プラントでの不適合について、対策や水平展開の実施状況について、実例を参照して説明することの御指摘をいただいております。

スライドの7枚目を御確認をお願いいたします。不適合の水平展開でございますけれども、発生した不適合につきましては、速やかに原因究明及び対策の検討、評価を行い、的確な復旧により、設備の機能回復を図っております。また、国内外プラントで発生した不適合につきましては、必要に応じて再発防止対策を水平展開し、事故・故障の未然防止を図っております。水平展開の具体例を以下に示させていただきます。

中央制御室換気空調系ダクト腐食に対する対応でございます。

概要でございますけれども、規制庁殿から各原子力事業者に対しまして、島根原子力発電所2号機で確認されました中央制御室空調換気系ダクトの腐食に関して発出された指示「中央制御室空調換気系ダクト等の点検調査について」を受けまして実施した点検調査結果を整理し、今後の対応を確認しております。

点検調査結果でございますけれども、柏崎刈羽原子力発電所5号炉におきましても、外気取入ラインに腐食孔が確認されております。

推定原因ですが、外気とともに取り込まれた塩分及び海塩粒子がダクト内面へ付着し、ダクト内面側を起点とした腐食が発生・進行し、腐食孔に至ったものと推定しております。

対策でございますが、腐食孔が確認されたダクトにつきましては、取替を実施しております。また、換気空調系ダクト点検における点検周期及び点検方法の変更を実施しております。

高経年化技術評価への反映でございますが、対策を実施することによりまして、今後の健全性は維持できると考えており、今後、中央制御室換気空調系ダクトの腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではなく、新たに評価に反映すべき事項はないと判断をさせていただきます。

1枚目をお願いいたします。17-6、保全の有効性評価の御指摘でございます。現在実施している保全の有効性について評価し、適切に保全へ反映することになっているため、評価の内容や改善の反映状況について、実例を参照して説明することとの御指摘をいただいております。

8枚目のスライドをお願いいたします。保全の有効性評価についてでございますけれども、より一層の安全性、信頼性を確保するため、現行の保全活動レベルを向上することが重要であるとの観点から、改善活動として、保全データの推移及び経年劣化の長期的な傾向監視の実績、高経年化技術評価や定期安全レビュー結果、他プラントのトラブル及び経年劣化傾向に関するデータ等に基づきまして、保全の有効性評価を実施しております。具体例を以下に示しております。

柏崎刈羽原子力発電所5号炉における保全の有効性評価結果でございますけれども、運転サイクルとしましては、第13保全サイクル。

評価結果でございますけれども、保全活動管理指標（計画外自動スクラム回数、計画外出力変動回数、工学的安全施設の計画外作動回数に関わるプラントレベルの指標など）の監視結果、保全データの推移及び経年劣化の長期的な傾向監視の実績、トラブルなどの運転経験、他プラントのトラブル及び経年劣化傾向に係るデータ、高経年化技術評価及び定期安全レビュー結果について、それぞれ保全への反映の要否を確認した結果、反映すべき事項はないとの評価を実施しております。

評価結果としまして、反映事項ありとしたものの記載でございますけれども、リスク情報、科学的知見の確認結果のうち、技術検討結果について点検計画、特別な保全計画への反映を実施したものがございます。

9枚目のスライドを御確認をお願いいたします。点検計画、特別な保全計画へ反映した事項としましては、換気空調系のプロセス計器がでございます。反映の内容でございますけ

れども、点検及び試験・検査の項目、保全の重要度、保全方式または頻度につきまして、変更前、特に定めがなかったものにつきまして、変更後ということで、記載のと通りの保全を実施するということを決定しております。

事象の概要でございますけれども、保全の重要度を高とした設備を点検計画に追加することに加えて、当該設備は停止中に機能要求があることから、特別な保全計画として実施するというものでございます。

評価内容でございますが、換気空調補機非常用冷却水系冷凍機の温度コントローラーが故障し、当該の冷凍機が機能喪失したことで中央制御室の冷却機能を喪失したことから、保全の重要度を見直し点検計画に反映するとともに停止中での機能要求があることを考慮し、特別な保全計画として設備の維持を図ると、このような形の評価を実施させていただいております。

また、点検頻度の変更に適用した評価方法でございますけれども、類似機器等の使用実績による評価ということで、実施をさせていただいております。

共通事項6項目につきまして、私からの説明は以上になります。

山形対策監 では、ここまでのところで何か質問、コメント、意見ありますか。

河野主任調査官 規制庁の河野でございます。

御説明いただいた17-5、不適合の水平展開につきまして、ちょっと質問させてください。

資料の2のほうでいきますと、7ページ目。この中で、対策として、ダクト点検における点検周期及び点検方法の変更を実施しておるというのに対しまして、資料の5のほうで見ますと、その具体的な内容といたしまして、点検の周期、10年から3年に変えておりますということでございますが、すみません、この3年ということの妥当性につきまして、御説明いただけますでしょうか。

東京電力（高森） 東京電力ホールディングスの高森です。

申し訳ありません。今、3年と書いた具体的な根拠をちょっと用意できておりません。改めて御回答させていただければと思います。

河野主任調査官 規制庁の河野です。

承知しました。

塚部補佐 規制庁の塚部です。

同じところで、水平展開ということで、パワポの資料の7ページ目で、今回、具体例を示すということであったんですけど、具体的に、ほかに何件あったかとかという情報は、

どこかに記載されているのでしょうか。

東京電力（高森） 東京電力ホールディングスの高森です。

ただいまの御質問につきましても、詳細をまた改めまして整理をさせていただきます、御回答をさせていただければと思います。

塚部補佐 規制庁の塚部です。

その辺りは資料に反映いただければいいんですが、あと、関連して、資料5の5ページ目で最新知見及び運転経験の反映というところでも、9ページですね、9ページのところで、最新知見の反映のところですけど、こちらもしやりましたということは書いてあるんですけど、結果で何件ぐらい抽出されて、どう処理されたというのが具体がちょっと見えないものですから、こちらについても、資料ベースで記載いただくことで結構かと思いますが、御検討をお願いいたします。

東京電力（高森） 東京電力ホールディングスの高森です。

承知いたしました。

山形対策監 では、次、コンクリートのほうを説明してください。

東京電力（樋口） 東京電力ホールディングスの樋口です。

コンクリート構造物及び鉄骨構造物の前の審査会合における指摘事項の回答ということで、資料3に基づいて御説明させていただきます。

まず、1枚目のスライドですが、審査会合における指摘事項の回答一覧表ということでございますが、17-7～17-9までの御指摘事項でございますが、詳細と回答につきましては、この後、御説明させていただきますので、このシートでは割愛させていただきます。

次に、2枚目のシートでございます。17-7で、コンクリートの塩分浸透（別紙8 潮位変動について）ということでございます。御指摘事項は、補足説明資料「コンクリート構造物及び鉄骨構造物」の別紙8の潮位変動について、近年の変化傾向も踏まえた上で、現状の条件設定が問題ないことを説明することという御指摘でございました。

回答でございますが、1.近年の変化傾向についてということで、1981年～2018年までの潮位変化を図1に示しております。図1から、1981年～2018年までの朔望平均干潮位は設計干潮位とほぼ一致しております。1981年～2018年までの朔望平均満潮位は、1964年～1980年の朔望平均満潮位とほぼ一致しております。1981年～2018年までの最高潮位のうち、潮位の大きいデータは、設計満潮位とほぼ一致しております。そういう状況でございました。

次に、3枚目のシートでございます。2で補足説明資料（別紙8）の条件設定との比較に

ついてということでございます。最高潮位、朔望平均満潮位、朔望平均干潮位について、別紙8に示しました1964年3月～1980年12月の各潮位と1981年～2018年の各潮位との比較を表1に示してございます。これらの期間で、朔望平均満潮位及び干潮位の差は4cm～5cmであり、また、最高潮位では差がなく、現状の条件設定と2018年まで含めた条件設定の評価結果に差異はないことから、技術評価への影響はないというふうに考えております。

次に、4枚目のシートでございます。17-8で、コンクリートの塩分浸透（別紙9 塩分測定データについて）ということでございます。御指摘の事項としまして、補足説明資料「コンクリート構造物及び鉄骨構造物」の別紙9での評価に用いている塩分測定データについて、回帰曲線の作成方法、データの扱い、棄却データの選定について、考え方を説明することという御指摘でございました。

回答ですけれども、まず1として、回帰曲線の作成方法について、御説明します。回帰曲線につきましては、で各コアの測定データに対し、最小二乗法により、拡散方程式の解の式、Fickの第二法則の解の式でございしますが、これを回帰させ、 C_0 及び D_c 、以下、 $C_0 \cdot D_c$ を塩分パラメータというふうにさせていただきますが、これらの C_0 及び D_c を求めるということになります。で、各コアの実測値に対する塩分浸透パラメータを算定し、調査箇所ごとにコア3本の塩分浸透パラメータの平均値を求めまして、塩分浸透における腐食減量の算定に用いております。

各コアの実測値から得られた塩分浸透パラメータとコア3本の塩分浸透パラメータの平均値を表2に示しております。また、コアからのデータ採取方法例を図2に、各コアの実測値から得られた塩分浸透パラメータによる回帰状況とコア3本の塩分浸透パラメータの平均値による回帰状況を比較した結果を図3～6に示しております。

次に、5枚目のシートですが、5枚目のシートには、表2において、各コアの実測値から得られた塩分浸透パラメータと平均値を比較した表を描かせていただいています。タービン建屋から取水構造物の海中帯、干満帯、気中帯と、4カ所あるんですけども、各コアそれぞれの塩分浸透パラメータとそれを平均した塩分浸透パラメータを表にさせてもらっています。黄色くハッチングした部分が今回、別紙9に記載した技術評価に使用した塩分浸透パラメータということになっております。

図2にコアのデータ採取方法ということで例を示しておりますが、1カ所当たり3試料、3コアを採取して、JIS Aの1154に準拠して測定を実施しております。

次に、シートの6枚目に行きまして、図3～図6に回帰曲線を描いておりますけれども、各

コアの実測値に基づく塩分浸透パラメータによる回帰曲線とコア3本の塩分浸透パラメータを平均したものによる回帰曲線ということで、図を描かせていただきました。

7枚目のシートです。次に、2、データの扱いについてということでございます。先ほど申し上げました回帰方法でも、各コアの実測値に基づく回帰を行っていることからデータのバラツキは考慮されているというふうに考えておりますが、厳密には全データでの回帰ではございません。したがって、全データで回帰曲線を作成した場合について検討を実施しました。その検討結果が表3に示しております。

別紙9の塩分浸透パラメータと全データでの回帰による塩分浸透パラメータは、タービン建屋の見かけの拡散係数を除き、ほぼ一致しております。回帰状況を比較した結果を図7～図10に示しております。

なお、タービン建屋の見かけの拡散係数に差異が生じている要因につきましては、取水構造物に比べ、比較的、塩化物イオン量が小さいことやデータのバラツキが大きいことが影響していると考えております。

8枚目のシートです。図7～図10で全データに基づく塩分パラメータによる回帰曲線と別紙9で記載した塩分浸透パラメータによる回帰曲線をそれぞれ描いております。

9枚目のシートでございます。表3に示した別紙9の塩分浸透パラメータと全データの塩分浸透パラメータの差異による「鉄筋の腐食減量」及び「かぶりコンクリートのひび割れ発生時期」への影響について確認しました。結果は表4に示しております。表4より、別紙9の評価結果と全データでの回帰による評価結果は、ほぼ同等でありました。したがって、別紙9の評価結果は、データのバラツキを考慮しており、技術評価への影響はないものというふうに考えております。

次に、10枚目のシートでございます。3.棄却データの選定についてでございます。海中帯の塩化物イオン量の分布において、表面から10～30mmの間では勾配が比較的小さく、30～50mmの間では勾配が大きいことから、その深さ10mmのデータを棄却することにより、表面塩化物のイオン量 C_0 が大きくなるため、保守的な評価となるというふうに考えておりました。深さ10mmのデータを棄却した場合と棄却しない場合の回帰状況を図11、図12に、塩分浸透パラメータを表5に示しました。

11枚目のシートでございますが、図11、図12及び表5に示したとおり、深さ10mmのデータを考慮すると、これを棄却した場合に比べ、 C_0 は約2分の1、 D_c は約2倍となります。そこで、これらの塩分浸透パラメータを用いて鉄筋の腐食速度及び腐食減量の計算を行います。

して、深さ10mmのデータを棄却した場合の影響について確認しました。その結果を表6に示しております。

表6より、経過年数が100年程度までの塩分浸透の評価では、深さ10mmのデータを棄却しないほうが保守的な評価となることが確認されました。高経年化技術評価において対象としている経過年数は40年であり、この場合は保守的な評価となることを踏まえまして、深さ10mmのデータを、今回、棄却しないということで見直したいというふうに考えております。

なお、データを棄却しない場合であっても、経過年数40年では鉄筋の腐食減量に差異はなく、技術評価への影響はないというふうに考えております。

東京電力（小林） 東京電力ホールディングス、小林です。

続きまして、17-9、コンクリートの機械震動、評価対象の選定について御説明いたします。スライドとしては12ページ目からになります。

指摘事項といたしましては、冷温停止状態において最も震動の影響が大きい機器が評価できていることを、評価対象の選定から整理して説明することでございます。

回答について、以下にお示ししております。

1.冷温停止状態の維持に必要な評価対象機器の抽出について。主要な機器の原動機出力及び重量を機械震動の大きさとして抽出した結果を表7にお示ししております。評価書の各ポンプ、ポンプモーター、空調設備、機械設備、電源設備、複数ある場合は上位3位までをこちらの表に記載してございます。

次のスライド13ページ目、2.評価対象機器の選定結果についてですが、表7にお示したとおり、冷温停止状態の維持に必要な主要機器のうち、出力及び重量が最も大きい機器は非常用ディーゼル発電設備となりました。したがって、機械震動における強度低下の評価対象部位は、支持する機器の機械震動が大きく、かつ建屋のコンクリート躯体から独立している非常用ディーゼル発電設備基礎としました。また、評価点は、局部的に影響を受ける可能性がある基礎ボルト周辺のコンクリートとしました。

3.評価対象部位における技術評価ですが、機械震動により、機器の基礎定着部の支持力が失われるような場合、機械の異常震動が発生するものと考えられます。定例試験の際に異常震動がないことを確認しております。また、定期的を実施している「建築設備点検業務」による目視点検の結果、補修を要するひび割れは確認されておりません。過去の目視点検においても、補修を要するひび割れは確認されていないことから、補修計画及び補修

実績もございません。

なお、非常用ディーゼル発電設備基礎の基礎ボルト周辺のコンクリートにおいて、反発度法による非破壊試験を行い、平均推定圧縮強度が、コンクリート躯体の設計基準強度を十分上回っていることを確認しております。

次のスライドに移させていただきます。4.評価書及び補足説明資料の修正についてでございます。機械震動における評価書の評価対象部位は、現状、表8にお示ししているとおり、常時振動を受ける対象構造物のうち、最も大きな機械震動を受けるタービン発電機架台コンクリートとしておりました。表8にお示ししているとおり、出力、重量、運転時間からも、タービン発電機が非常に大きい機器であったことから、タービン発電機及びその架台コンクリートを評価部位としておりましたが、しかしながら、冷温停止状態の維持において、出力及び重量が最も大きい機器は非常用ディーゼル発電設備であることから、評価書及び補足説明資料の記載を修正したいと考えております。

以上です。

山形対策監 何かこちらから。はい、塚部さん。

塚部補佐 原子力規制庁の塚部です。

一番最後に説明のあった機械震動のところで、ちょっと御質問させていただきたいんですが、前回会合でこちらから指摘させていただいたのは、冷温停止で、機械震動で劣化が進まないというような形の記載ぶりになっていたということを指摘させていただいて、実際は動くものがあるでしょうということで、今回、その部分について御説明をいただいたと思っています。

そういう意味でいうと、実際、例えば、パワーポイントの資料でいうと14ページ目のところで、もともと、その冷温停止は進まないけれども、タービン発電機の架台というところは、重量物であったりとか機械震動という観点で見ると、負荷としては当然大きいというのは、当然認識していて、今回、資料上は全部、上書きした形になっているかと思うんですが、例えば、御社の場合でいうと、福島第2の4号炉のときも同じような形で、タービン架台、発電機の架台を代表部位としているんですけど、そのときの説明はちゃんと、ほかのものも進むけれども、評価部位はここにするんだというような書きぶりをしていて、完全に、その上書きをするという形ではない方法もあるのかなと思っているんですが、その辺りはどうお考えでしょうか。

東京電力（小林） 東京電力ホールディングス、小林です。

御指摘のとおり、タービン発電機については運転時間が12万8,000時間を超えております。このまま非常用ディーゼル発電設備が、もう10年、40年までの評価として運転したとしても、この運転時間を超えることはないとは考えております。ちょっと評価書の記載、今、完全に非常用ディーゼル発電設備に上書きしてしまった件に関しましては、すみません、持ち帰って御相談させていただければと思いますが、よろしいでしょうか。

塚部補佐 規制庁、塚部です。

よろしくお願いします。

山形対策監 いいですか。

では、耐震安全性評価をお願いします。

東京電力（倉部） 東京電力ホールディングス、倉部と申します。

では、資料1の指摘事項の7-10の指摘事項について、資料の4と7を用いて御説明させていただきます。

まずは資料の4ですけれども、審査会合における指摘事項の回答ということで、1ページ目ですが、指摘事項としていただいている内容は、流れ加速型腐食に対して、炭素鋼配管の流れ加速型腐食について、原子炉格納容器内の配管選定の考え方が、過去のPLMの考え方と異なっているように見受けられるので、その評価対象の選定の考え方から整理して説明することということで御指摘いただいています。

回答については2ページ目になります。内容ですけれども、流れ加速型腐食(FAC)の評価対象ラインの抽出方法としまして、弊社としましては、冷温停止の維持に必要な機器のうち、FACの想定される炭素鋼配管について、発電用原子力設備規格であります配管減肉管理に関する技術規格に基づき、評価対象ラインを抽出しております。具体的には、流れ加速型腐食発生の可能性が小さいとされているFAC-1の管理範囲以外の箇所を含むラインを評価対象ラインとして選定しております。

今回の柏崎の5号炉で言いますと、炭素鋼配管としましては、給水系の配管が抽出されておりました、管理ランクの分類としましては、管理ランクとしてFAC-1の部分が原子炉格納容器内の範囲がFAC-1として抽出されておりました、原子炉格納容器外の範囲について、FAC-1及びFAC-Sとして管理ランクを選定しております。こちらのFAC-Sですが、規格上、偏流効果による流れ加速型腐食発生の可能性が否定できない箇所となっております。

今回の5号炉については、このように分類をしておりましたが、過去の、御指摘いただいた、その過去の先行機との違いという点では、この表の下の方の三つ目の黒四角のところ

すね、こちらで簡単に御説明しておりますけれども、ただし、過去の耐震安全性評価においては、配管形状により流れ加速型腐食発生の可能性が小さいとされる管理ランクFAC-1の範囲においても、流れ加速型腐食を想定して耐震安全性評価を実施した例がございます。ただ、今回の5号炉に関しては、そういったものはないということになります。

こちらの想定した例としまして、簡単な図を、FAC-1範囲内でのFAC-Sの設定イメージとして下に記載してございますが、今回の5号炉のイメージが、こちらの設定イメージの左側の図ということになります。今回のそのFAC-Sを、すみません、FAC-1を想定している原子炉格納容器内の範囲、こちらが、左側の図の原子炉格納容器と書いてある、この板状のものの左側が原子炉格納容器内ということになりますけれども、こちらのFAC-1の範囲について、このFAC-Sを想定するような偏流効果による影響が大きい部分が確認されませんでしたので、ここの部分は、FAC-1の範囲については、原子炉格納容器内においてFAC-Sを想定した範囲はありませんでしたので。

それに対して、過去の評価の中で、このFAC-1の範囲であります原子炉格納容器内の範囲で想定、配管減肉FACを想定している部分の形状というのが、右側の、設定イメージの右側の図になりますけれども、こちらの原子炉格納容器内の範囲でありますFAC-1の範囲について、配管形状から、その偏流発生要素が連続していると、曲げ管ですとかT管と言われる偏流発生要素が連続しているため、偏流の効果が著しいと判断をして、その部分については、FAC-1の範囲ではありますが、偏流効果によるFAC発生の可能性が否定できないとして、FAC-Sとして評価をした例がございます。なので、先行機から基本的な考え方としては、配管減肉管理に関する技術規格に従って管理ランクを設定して、評価をしていくという考え方自体は変わっておらず、具体的なその実機の配管の形状の違いから、そのFACを選定する箇所の抽出が変わってくるという、そういった違いで、違いが見られるということになります。

もう少し、その具体的な配管の構造図のところを、資料の7で御説明をしておりますので、こちらを御確認いただければと思います。耐震安全性評価の補足説明資料の中の別紙の2、ページでいうと、下のところで2-1ページというところに記載がございます。

こちらの先行機と今回5号炉とのFACの想定範囲の違いという点に関して、1.として炭素鋼配管の腐食に対する耐震安全性評価の(1)の評価対象ラインの抽出についてということで御説明をしております。

1段落目については、先ほどの御説明と同様ですので割愛させていただいて、2段落目

のなお書きのところから御説明をしていきたいと思います。

なお、過去に今回と同様の評価対象ラインである炭素鋼配管（給水系）の部分でFAC-1に分類される原子炉格納容器内の範囲において、FAC発生の可能性を想定して評価した例がございます。これはFAC-1の範囲内であっても偏流効果が特に著しい箇所においては、FACの進展が予想されることから、実機配管形状ごとにFACの影響を確認した結果、同規格、これはJSMEの配管減肉管理に関する技術規格ですけれども、こちらに示される偏流発生要素の連続部分、こちら具体的には弁や管継手が管なしで直接接続される箇所となりますけれども、こういった連続部分に分類されると考えられる部位が抽出されていたので、過去の評価の例では、原子炉格納容器内であっても、配管減肉を想定していたということになります。

こちらの偏流発生要素の連続部分として考えていた配管形状の具体的な図のところを、添付の1から3にお示しをさせていただきます。

まず、2-2ページのところで、添付の1として、偏流発生要素の連続部分と考えられる部位の形状図ということでお示しをしておりますけれども、こちら、添付の1の上段のところに、炭素鋼配管の給水系の系統概略図としまして、こちら、技術評価書に書いてある系統の概略図の抜粋ですけれども、こちらの黒い太線のところが炭素鋼配管になりまして、今回、その先行機と今回の柏崎の5号炉で違いが確認されている部分というのが、原子炉格納容器と書いた、この部分から原子炉压力容器と書かれた範囲の中の赤枠で囲っている部分が違う部分ということになります。こちらの簡単な配管の形状図を下にお示しさせていただきますけれども、今回の柏崎の5号炉と、先行機で評価している福島第二の2号炉と、あとは福島第二の4号炉のところの、この赤枠で囲っている部分の配管の形状について、模式図をお示しさせていただきます。

こちら、もう少し、その配管の系統の全体の中で、こういった形状なのかというのを添付の2と添付の3でお示しをさせていただきますが、まず、ちょっと添付の3のほうですね、2-4ページのほうで御説明をしていきたいと思いますが、こちら、福島第二の2号炉での原子炉格納容器内の配管の構造図をお示ししているものです。この図中で、原子炉格納容器貫通部から、ノズルと書いた原子炉压力容器に接続される範囲までの配管の形状図をお示しさせていただきますけれども、今回、そのFAC-1としている原子炉格納容器内で配管減肉流れ加速型腐食を想定している部分というのが、赤いハッチングの部分ということになります。こちらが、給水ヘッダーのところからノズルまでのところでT管やエルボのと

ころが連続して接続されている部分ということになります。こちらを配管減肉を想定しているということになります。隣接するノズルに関わる配管のところについては、若干、形状が違っていることになっているので、配管に対して、その偏流発生要素のその連続部位とはみなさずに評価をしてございます。

これに対して、今回の5号炉のところが添付の2の、2-3ページのところに図をお示ししておりますけれども、先行機の福島第二の2号炉と同様の部分の構造図を、添付の2でお示しをしておりますして、図を比較していただければわかるかと思いますが、若干そのノズル、給水ヘッダーから原子炉圧力容器に接続するノズルの部分の形状というのが異なっていて、若干、その直管の部分が含まれておりますので、偏流発生要素の連続部位とはみなさずに評価をしているということになります。なので、こういった実機の配管形状の違いによって、配管減肉を想定する流れ加速型腐食を想定する範囲の違いが生じてきているということになります。

御説明は以上となります。

山形対策監 質問とかはありますか。

鈴木技術参与 規制庁の鈴木です。

ただいまの御説明について、1点確認したいと思います。先ほど、添付1から添付3までの配管の形状図で、偏流効果との差異を御説明いただいたんですが、我々としては、今後、実際の現場で配管形状を確認するとともに、あとは減肉の測定データですね、それで有意な減肉が起きているかどうかということを含めて確認させていただきたいと思います。よろしくをお願いします。

東京電力（倉部） 東京電力ホールディングス、倉部です。

承知いたしました。

鈴木技術参与 もう1点よろしいでしょうか。本日の資料ではなくて、前回会合の資料1番、概要版のパワーポイントの資料でございますけれども、この中の22ページに、耐震安全性評価に関する概要が書いてございまして、この中で、炉内構造物の中性子照射による靱性低下に関連して説明がされておるわけでございますが、この中で、破壊力学評価を行う上で必要な想定亀裂というものをどのようにして設定されたかということ、もう少し説明していただければと思います。

東京電力（佐藤） 東京電力の佐藤です。

上部格子板の破壊評価における亀裂の設定に関しましては、JEAC等の規格を確認しまし

て、トップガイドの破壊評価の、これまであまり実績がなかったものですから、規格等を確認して、その中でも、最もサイズが大きくなるように、保守的に設定をしております。

以上です。

鈴木技術参与 規制庁の鈴木です。

これにつきましても、今後、現地調査で実際の点検実績との関係等を確認させていただきたいと思います。

よろしくお願いします。

東京電力（佐藤） 東京電力、佐藤です。

承知しました。

塚部補佐 原子力規制庁の塚部です。

ただいま鈴木の方からあった中性子による靱性の低下、補足説明資料でいうと、資料7の後ろのほうの6-1ページ目のところとかで書かれているかと思うんですが、こちらについては、今、冷温停止ということで、前提での評価で出ているかと思うしますので、また、運転前提といいますか、断続運転の場合は、また、先ほど言ったような点検記録との照合等を含めて確認させていただきたいと思っています。

よろしくお願いします。

東京電力（笠原） 東京電力の笠原です。

承知いたしました。

山形対策監 規制庁の山形ですけれども。

それでは、説明、議論、一通り終わりましたので、以上をもちまして会合は終了したいと思います。

今後の会合については、時期未定ですけれども、今回、手元に資料がないということと、持ち帰って検討したいという話もありましたし、また、現場で我々も確認をすべきことは確認するというのがございます。いずれにしましても、準備が整い次第、必要があれば会合を開催したいと思います。

それでは、会合は終了いたします。