

新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会 (令和元年度第1回)

1 出席者

<委員>

小山 幸司	三菱重工業株式会社パワードメイン原子力事業部機器設計部部長代理
杉本 純	元京都大学大学院工学研究科教授
鈴木 雅秀	長岡技術科学大学大学院原子力システム安全工学専攻特任教授
立崎 英夫	量子科学技術研究開発機構量子医学・医療部門高度被ばく医療センター副センター長
立石 雅昭	新潟大学名誉教授
田中 三彦	科学ジャーナリスト
田村 良一	新潟工科大学工学科建築・都市環境学系教授
中島 健	京都大学複合原子力科学研究所副所長
橋爪 秀利	東北大学大学院工学研究科教授
原 利昭	新潟工科大学名誉教授、新潟大学名誉教授
藤澤 延行	新潟大学自然科学系（工学部）教授
山内 康英	多摩大学情報社会学研究所教授

<東京電力HD>

山本 正之	原子力設備管理部長
橘田 昌哉	新潟本社代表
設楽 親	柏崎刈羽原子力発電所長

2 日時

令和2年1月31日（金）13:00～16:00（公開で実施）

3 場所

新潟県商工会館 7階大会議室

4 議題

- (1) 技術委員会における議論の状況と今後の進め方について
- (2) 柏崎刈羽原子力発電所の安全対策の確認について
 - ア 柏崎刈羽原子力発電所6, 7号機における安全対策について
 - イ 柏崎刈羽原子力発電所7号機の工事計画認可申請について

5 報 告

- (1) 柏崎刈羽原子力発電所 1 号機、非常用ディーゼル発電機 (B) の過給機軸固着について
- (2) その他

6 配布資料

資料 No. 1	技術委員会における議論の状況と今後の進め方について
資料 No. 2-1	柏崎刈羽原子力発電所 6, 7 号機における安全対策について (東京電力HD)
資料 No. 2-2	柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の工事計画認可申請について (東京電力HD)
資料 No. 3	柏崎刈羽原子力発電所 1 号機、非常用ディーゼル発電機 (B) の過給機軸固着について (東京電力HD)
資料 No. 4	柏崎刈羽原子力発電所における防火区画貫通部の是正状況について (東京電力HD)
資料 No. 5	柏崎刈羽原子力発電所における不適切なケーブルの是正状況について (東京電力HD)
資料 No. 6	柏崎刈羽原子力発電所で発生した火災について (新潟県)

7 質疑等

(事務局)

ただいまから令和元年度第 1 回新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会を開催いたします。開会にあたり、原原子力安全対策課長からごあいさつ申し上げます。

(原原子力安全対策課長)

新潟県原子力安全対策課長の原でございます。

本日、お忙しい中、令和元年度第 1 回の新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会にご出席いただきまして、ありがとうございます。日ごろから、委員の皆様方から、今、柏崎刈羽原子力発電所の安全管理について、ご指導、ご助言を頂いておりますので、改めて御礼申し上げます。

県では、原発事故に関する 3 つの検証を引き続き継続することとしております。技術委員会には、福島第一原子力発電所の事故原因の検証を引き続きお願いするとともに、それを踏まえた柏崎刈羽原子力発電所の安全対策の確認を並行して進めていただきたいと思います。

本日は、座長からの連絡を受け、これまでの議論の状況と今後の進め方について取りまとめましたので、後ほど、ご説明させていただきます。

また、柏崎刈羽原子力発電所の安全対策の確認につきましては、昨年 9 月に発電所の安全対策設備をご視察いただきました。本日は、安全対策の全体概要と原子力規制委員会で行われている工事計画の審査について、東京電力ホールディングスより説明していただきます。本日もご確認いただきますが、疑問が残る事項については、引き続き、技術委員会

にご協議をお願いしたいと考えております。

さらに柏崎刈羽原子力発電所で発生したトラブルについても、東京電力ホールディングスから説明を頂きますので、ご確認をお願いしたいと思います。

技術委員会の委員の皆様をはじめ、関係者の皆さんには大変なご負担をかけておりますが、技術委員会の議論が原子力発電所の安全確保や県民の皆様の信頼へつながっていくものと考えております。引き続き、忌憚のないご意見をいただきたいと思いますので、本日は、どうぞよろしくお願い致します。

(事務局)

次に、本日の委員会の配付資料について、次第の配付資料一覧によりご確認をお願いいたします。不足のある場合は、事務局へお知らせをお願いいたします。

なお、本日、橋爪委員でございますが、Web会議で遠方よりご出席を頂いております。今、画面を出させていただきます。初めての試みとなりますので、不手際等あるかもしれませんが、ご了承ください。委員のほうから一言お願いしたいと思います。

(中島座長)

橋爪先生、聞こえますか。

(事務局)

橋爪委員、音声届いていますか。

(橋爪委員)

ちょっと聞こえづらいですね。今、きれいになりました。

(事務局)

一言お願いしてもよろしいでしょうか。

(橋爪委員)

東北大学の橋爪でございます。修士論文の主査が6件ございまして、どうしても今日はそちらへ伺えずにWebで参加させていただきます。よろしく願いいたします。

(事務局)

よろしく願いいたします。

議事に先だちまして、本日の進め方について、事務局からご説明させていただきます。

(原原子力安全対策課長)

事務局から、本日の議事の進め方についてご説明申し上げます。

はじめに議題(1)技術委員会における議論の状況と今後の進め方についてです。座長より、今後、柏崎刈羽原子力発電所の安全対策の確認を行うに当たり、これまでに行った

福島第一原子力発電所事故の検証内容をまとめてはどうかという連絡を頂き、座長と相談のうえ、これまでの議論の状況や今後の進め方を取りまとめましたので、事務局よりご説明申し上げます。

次に、議題（２）柏崎刈羽原子力発電所の安全対策の確認についてですが、柏崎刈羽原子力発電所で行われている安全対策と、現在、原子力規制委員会で行われている7号機の工事計画認可申請について、東京電力ホールディングスより説明をしていただき、質疑を行います。

次に、報告ですが、（１）柏崎刈羽原子力発電所1号機、非常用ディーゼル発電機（B）の過給機軸固着についてとなります。事象の概要、原因調査の結果及び対策について、東京電力ホールディングスよりご報告いただきます。

最後に報告（２）その他となりますが、先の技術委員会で報告を受けた柏崎刈羽原子力発電所における防火区画貫通部の防火処置未実施の問題と不適切なケーブルの敷設の問題について、調査・是正が終了しておりますので、東京電力ホールディングスより報告頂きます。なお、平成31年1月に開催した前回の委員会で、立石委員からご要望ありました、柏崎刈羽原子力発電所で発生した火災の内容について、新潟県中越沖地震以降の状況を事務局で取りまとめましたので、資料No. 6として配付しております。説明は省略させて頂きます。

委員の皆様におかれましては、限られた時間でございますが、忌憚のないご意見を頂きたいと思っております。よろしくお願いたします。

（事務局）

ここからの進行は、中島座長にお願いいたします。

（中島座長）

皆様、本日はよろしくお願いたします。今、お話がありましたように、議題2件、報告はその他も入れて2件ということで、午後4時までとなっておりますので、円滑な議事進行にご協力をお願いしたいと思います。

最初に議題（１）ということで、技術委員会における議論の状況と今後の進め方についてということでございます。今、原課長からもお話がありましたけれども、福島第一原子力発電所事故の検証につきましては、前任の鈴木座長のときの平成24年度に一度、検証状況の取りまとめというものがあったということで、それ以降は課題別ディスカッション等を設けまして、個別の課題についての議論を進めてきたところでございます。今までの知見の中では、十分な意見が出尽くしているところで、当然、議論は続いているところもございませけれども、そういった状況であるというところでございます。あとは先ほどのお話でもありましたけれども、昨年、柏崎刈羽原子力発電所の視察も行ったということで、安全対策の工事も進んでいるというところでございますので、これまでに取りまとめた、検証で得られた知見、教訓が実際の柏崎刈羽原子力発電所にどのように反映されているかといったところ、これは今までもこの委員会の場で、私からも委員の皆様にもお願していたところでございませけれども、それをしっかりやるためには、まずは今までの検証内容

をしっかりとまとめて、一度、整理しておく必要があるだろうということで、県にお願いしまして、当然、私も一緒にということになりますけれども、今後の進め方というものを取りまとめていただきましたので、まずは資料No. 1につきまして、事務局から説明をお願いしたいと思います。よろしくお願いします。

(事務局)

資料No. 1「技術委員会における議論の状況と今後の進め方について」をご覧ください。

福島第一原子力発電所の事故原因の検証につきましては、1の(1)のとおり、これまでの活動状況としまして、ア 福島第一原発事故を踏まえた課題ということで、平成24年度に4つの事故調査委員会の報告書を確認し、また福島第一原子力発電所の視察を行ったうえで、「福島第一原子力発電所事故を踏まえた課題」を取りまとめております。

平成25年度から、課題別ディスカッションを開始いたしまして、現在は、課題1の「地震動による重要機器の影響」の議論が継続されているという状況になっております。この地震動による重要機器の影響の議論につきましては、コアメンバー、東京電力ホールディングス、事務局による3者によりまして打ち合わせを行って、逃し安全弁の動作状況や津波解析などに関する資料について確認をし、疑問点を整理しております。また、波高計の設置位置の誤りの問題を受けまして、津波の再解析を実施してございまして、次の課題別ディスカッション1の開催の準備をしているところになります。そのほかに2、3、4、5、6の課題につきましては、おおむね確認が終了して、新たな知見が出れば、また議論を継続するというような状況になっています。

そのほか、各種事故検証報告書の確認ということで、原子力規制委員会、合同検証委員会、原子力学会などの事故検証報告書について技術委員会で確認をしていただいたところです。

これらを踏まえまして、今後の進め方としまして、次のように考えております。課題別ディスカッションにつきましては、地震動による重要機器の影響の議論を引き続き、継続したいと考えております。その一方で、柏崎刈羽原子力発電所の安全対策の確認に向けた対応ということで、これまでの事故原因の検証の結果について、取りまとめ作業に着手したいと考えております。事務局が座長と相談しながら、これまでの検証結果、課題・教訓などについて整理をしていきたいと考えております。

整理をしていくイメージにつきましては、2ページ目のところにあります、検証のとりまとめの方向性(案)によりとりまとめたいと考えているところです。中身につきましては、今後、事務局のほうで座長と相談しながら整理したうえで、まずたたき台という形で各委員にまた内容の確認等をお願いしたいと考えております。議論を継続している課題別ディスカッションの地震動による重要機器の影響の内容につきましては、こちらの議論の進捗に合わせてその内容を適宜反映させる形を考えております。福島第一原子力発電所事故の検証については、以上となります。

続きまして、柏崎刈羽原子力発電所の安全対策の確認になります。こちらはこれまでの活動としましては、ア フィルタベント設備の検証ということで、平成25年度からフィ

ルタベント設備について、性能・運用・拡散シミュレーションなどについて確認が終わっております。残る課題としましては、設備の耐震性の確認が残っている状況です。

2番目、イ 国の適合性審査とその内容の確認ということで、平成29年12月に設置変更許可が下りたことを受けまして、平成30年度の5月に原子力規制庁から6号機、7号機の設置変更許可の審査内容について説明を受けて、その際、委員からの質問についても質疑を行っていますが、一部の事項につきましては、内容そのものが工事計画の審査における確認内容になっているということで、説明が保留となっている状況です。現在、柏崎刈羽原子力発電所が、すみません資料が間違っていますが、7号機の工事計画について審査を行っているところですので、その審査の進捗に合わせまして、また確認作業をお願いしたいと思います。

最後、ウ 柏崎刈羽原子力発電所の視察ということで、昨年9月に現場の確認をお願いしているほかに、平成24年にも現場の確認をお願いしたところです。

今後の進め方です。まず、工事計画の審査の状況や東京電力ホールディングスの自主的な対応について、東京電力ホールディングスから説明をしていただきたいと思いますと考えております。確認する主な項目としましては、工事計画の審査や安全対策設備の全体概要、フィルタベント設備の耐震性、原子力規制委員会の審査内容について疑問が残る事項の中で東京電力ホールディングスに確認すべきことについて、説明を受ける予定です。

また、工事計画の審査結果が出た後につきましては、原子力規制庁から審査内容についての説明を受ける予定としております。

3番目としまして、福島第一原子力発電所事故の検証を踏まえた対応ということで、先ほど説明いたしました、検証のとりまとめを行って、その中で得られた課題・教訓などについても対応状況を技術委員会で確認していただきたいと思いますと考えております。

最後のページに前回の規制庁の設置変更許可の説明において、委員から質問があり工事計画の審査で確認する内容であると回答があったものについて、11項目を参考として上げてありますので、ご覧いただきたいと思います。

以上が事務局からの説明となります。

(中島座長)

ただいまの事務局からのご説明に対しまして、ご質問、あるいは確認したいこと等がございましたら、各委員お願いしたいと思います。いかがでしょうか。

(田中委員)

最後の今後の進め方のところで、工事計画の話が中心になっているかと思えますけれども、適合性審査の中でさらに保安規定の審査も当然あるわけで、その確認というものも必要ではないかと思えます。それはどのようにしようとされていますか。

(原原子力安全対策課長)

田中委員のご指摘のとおり、保安規定につきましても、工事計画認可が終わりましたら議論していきたいと思えます。

(田中委員)

それはここに書いていないけれども、入っているということですか。

(原原子力安全対策課長)

工事計画認可のことだけ書いておりますが、保安規定については、まだスケジュール感が見えていないもので、保安規定のスケジュール感が見え次第、また議論してもらいたいと思います。

(田中委員)

分かりました。運転操作手順書もそういう関連としては、少し議論すべきことがあるのではないかと思うけれども、その辺も含んでいくと考えてよろしいですか。

(原原子力安全対策課長)

委員のご指摘のあることにつきましては、議論していきたいと思っています。

(中島座長)

今後の進め方の最後になお書きなどで、今のコメントを反映したような形で修正していただきたいと思います。

(原原子力安全対策課長)

資料を訂正したいと思います。ありがとうございました。

(中島座長)

そのほかいかがでしょうか。

特にご意見ないようですので、今、田中委員のコメントを反映した形で、今後、委員会としては進めていきたいと思っておりますので、ご協力のほど、よろしくお願ひしたいと思ひます。

次に議題(2)といたしまして、柏崎刈羽原子力発電所の安全対策の確認となります。これにつきましては、アとして、6、7号機における安全対策についてということと、2番目イとして、7号機の工事計画認可申請についてということでございまして、2つの案件ですけれども、これを続けて東京電力ホールディングスからご説明をお願いしたいと思います。よろしくお願ひいたします。

(東京電力HD：山本部長)

今、ございました2つ、安全対策と工事計画について、ご説明申し上げます。まず、安全対策について、お手元の資料No. 2-1をご覧ください。1ページ目、まずは福島第一原子力発電所事故の振り返りをしていきたいと思ひます。福島第一原子力発電所では、地震と津波によって電源をすべて喪失いたしました。その結果、原子炉を冷やす、格納容

器を冷やす、それから原子炉と格納容器への注水の機能を失ってございます。

2 ページ目、原子炉への注水や冷却手段を失ったため、炉心が損傷してございます。その結果、圧力容器が損傷し、格納容器へ放射性物質が漏えいしてしまいました。原子炉内で発生した水素も格納容器へ漏えいし、格納容器の圧力・温度が上昇してしまいました。高温・高圧となった格納容器では、ベントが十分に機能しなかったということもあり、閉じ込め機能が失われ、圧力容器から出た放射性物質、水素が原子炉建屋へ漏えいし、水素爆発に至ってございます。この水素爆発により大量の放射性物質が環境へ放出され、大規模な土壤汚染を引き起こしてしまいました。

こうした事故の結果、もしくは起こったことを踏まえて、安全対策といたしましては、まず炉心損傷を起こさないための電源の強化、注水手段の多様化、多重化に加えまして、炉心損傷が発生した場合においても、格納容器からの放射性物質の漏えいを防ぎ、避難の長期化につながる、大規模な土壤汚染を防止するということが重要だと考えてございます。この後、炉心損傷防止と閉じ込めに関して、主な安全対策についてご説明いたします。

4 ページ目、こちらは東北地方太平洋沖地震が起きた際の原子力発電所の状況をまとめた表でございます。縦軸に福島第一原子力発電所 1、2、3 号機、福島第二原子力発電所、女川原子力発電所、東海第二発電所が並べてございまして、横軸が止める、冷やす、閉じ込めるに加えまして、電源の状態をまとめてございます。いずれのプラントにつきましても、地震によりプラントのスクラムは成功し、止めることはできてございますが、その後、特に福島第一原子力発電所をご覧くださいと電源を喪失したことから、冷却機能、注水機能、閉じ込め機能を失ってございます。一方で、福島第二原子力発電所、女川原子力発電所、東海第二発電所におきましては、電源確保できたため、冷温停止・閉じ込め機能確保ということが成功してございます。

次のページをご覧ください。ここから先、事故を防ぐ、止める、冷やす、閉じ込めるといった観点で、福島第一原子力発電所事故の反省と教訓、柏崎刈羽原子力発電所での取り組みの概要がまとめてございます。本日は、各ページのご説明は省きまして、主なところのみご説明させていただきたいと思っております。

10 ページ、こちらの表は、安全機能の全体像を示したものとなっております。青で書いてあるところが、事故の前から持っておりました安全機能でございます。オレンジ色の四角が、今回、追加した機能。赤で囲ってある四角が、今回、機能を強化したというものでございます。

冷やす機能といたしましては、昨年のご視察時にもご覧いただいております。高圧代替注水系や消防車を追加するといったことに加えまして、既存の原子炉隔離時冷却系の機能の強化をしてございまして、冷やす手段が多様化してございます。閉じ込める機能といたしましては、格納容器圧力逃し装置のフィルタベントや、原子炉建屋に漏えいした水素を処理する静的触媒式水素再結合装置の追加などをしてございます。電源については、電源車やガスタービン発電機車を追加し、また直流電源や号機間融通ケーブルなどをしてございます。

15 ページ、こちらは電源の強化でございます。多様化、位置的分散についてお示ししてございます。ご視察の際にも説明させていただきましたが、空冷式ガスタービン発電機

(GTG)につきましては、7号機のプラントの横、荒浜側の高台に2台ずつ。電源車につきましては、荒浜側、大湊側にそれぞれ必要な台数を配置してございます。

続いて17ページ、こちらは高圧注水機能の強化でございます。福島第一原子力発電所事故では、電動駆動の注水設備が機能喪失。蒸気駆動の原子炉隔離時冷却系(RCIC)等も直流電源喪失により機能を喪失してございます。今回、写真でお示ししてございます、高圧代替注水系(HPAC)は、電源がなくても手動で弁を操作することで駆動できます。また、水没しても動作可能な設計となっており、さらにRCICと設置するフロアを変えることによって、位置的な分散が図れたものとなっております。

また、RCICにつきましては、蓄電池の容量を増強して、24時間運転ができるようにしてございます。

続いて19ページ、こちらは主蒸気逃し安全弁(SRV)を使った原子炉の減圧機能の強化でございます。SRVの駆動源の信頼性を向上するために、可搬式のバッテリー、コンプレッサー、可搬式のポンペを整備し、電源や窒素ガスが使えない状態でもSR弁を操作して、減圧が可能ないようにしてございます。

続いて20ページ、福島第一原子力発電所の事故では、消防車を使った注水など、臨機の対応を余儀なくされたことがございます。それを踏まえて、低圧注水機能の多様化といたしまして、消防車を高台に分散配置することに加えまして、水源として貯水池を設置することといたしました。また、海水を利用する手順も整備しております。

21ページ、こちらは低圧の注水機能の強化でございます。低圧の代替注水系といたしまして、従来から設置してございました復水移送ポンプがございまして、こちらを強化してございます。また、消防車による注水ラインの整備も実施しております。福島第一原子力発電所の事故では、消防車による注水が、ほかのタービン建屋等へ回り込んで、原子炉へ十分注水されていなかったという可能性も判明してございます。そこで、こうした回り込みの流れを防止するための弁の設置と手順の整備もしてございます。

22ページ、こちらは昨年のご視察時にもご覧いただきました、代替原子炉補機冷却系、代替熱交換器車でございます。大容量送水車で海水を取水いたしまして、代替の熱交換器車を用いて、サブプレッションチェンバの除熱をすることとしてございます。

23ページ、こちらは使用済み燃料プールの冷却手段、水位の確認手段の強化となっております。左側にお示ししてございます図は、使用済み燃料プールへの消防車を用いた注水やスプレイ機能の強化でございます。右側は、使用済み燃料プールの水位を計測するための熱電対式水位計の設置を記したものでございます。

続きまして25ページ、こちらは原子炉建屋の爆発の原因となりました水素の対策についてでございます。格納容器からの水素漏えい対策といたしまして、改良型のシール材を採用してございます。それから、ここは自主的な対策としてでございますが、原子炉格納容器の頂部に注水をいたしまして、フランジを冷却して、水素ガスの漏えいを防止するという対策もとってございます。

26ページ、こちら水素対策でございますが、漏えいした水素の検知とその処理についてでございます。左側が水素検知手段の確保ということになってございまして、各フロアに水素濃度計を設置してございます。右側が、水素の処理手段ということで、静的触媒

式水素再結合装置というものを原子炉建屋の中に設置してございます。

27ページ、こちらは格納容器の破損防止対策の強化ということで、除熱機能の追加をしてございます。復水移送ポンプを用いまして、格納容器スプレイ、消防車を用いました代替格納容器スプレイも整備してございます。

続きまして28ページ、こちらは先ほどもご紹介いたしました、代替熱交換器車を用いました、代替循環冷却設備でございます。これを用いることによって、フィルタベントよりも優先して冷却システムを用いることで、可能な限り、放射性物質を放出しない形で格納容器を除熱していくという対策でございます。

29ページ、こちらはフィルタベントでございます。ご視察いただいた際にも確認いただいておりますが、ベントに必要な弁は遠隔操作が可能なようにしてございます。また、このフィルタベントの耐震性につきましては、別途工事計画の審査が進みました段階で、改めてご説明させていただくこととしてございます。

32ページ、こちらは5号機の原子炉建屋の中に設置しております緊急時対策所でございます。昨年のご視察のときには、まだ工事が続いてございまして、中をご覧いただくことはできませんでしたが、現在も工事を続けてございまして、必要な機能を発揮できる広さ、機能を確保したものとしています。

続きまして34ページ、こちらは緊急時対応の強化ということで、訓練についてご紹介してございます。左側にお示ししているのが、総合訓練とあって、シナリオを公開しない状態で全体的な訓練を行う。それから、各機能別の個別訓練ということで、机上訓練や実際の重機等を使った訓練を繰り返し実施してございます。それと平行して、津波や電源喪失時などの対応手順書の整備、緊急時対応のためのガイドの整備もしてございます。

35ページ、こちらはこのような緊急時対応を行う発電所員の力量維持の取組みについてでございます。訓練を予定した回数を実施し、また必要以上の力量を確保したものを発電所には配置してございます。

37ページ、このようなハード面、訓練等を通じたソフト面の対策を続けることによりまして、昨日よりも今日、今日よりも明日の安全レベルを高め、比類なき安全を創造し続ける原子力事業者になると。これは我々の決意でございますが、これをなすべく安全性向上に効果的な取組みを引き続き取ってまいりたいということでございます。6、7号機の安全対策については以上でございます。

続きまして、資料No. 2-2に基づいて、工事計画認可申請についてご説明させていただきます。当社は、2017年の12月27日に新規制基準の適合審査において、原子炉設置変更許可を頂いてございます。この内容を踏まえて、2018年12月13日、2019年7月5日に工事計画認可の補正申請を行ってございます。本日は、この工事計画認可の概要を説明させていただきます。現在は、原子力規制委員会に安全対策の基準での適合性を審査していただいている最中でございます。一昨年の技術委員会において、原子力規制庁から設置変更許可について説明があった際に、一部の案件について、工事計画認可の審査で確認するという事となつてございます。今後は、これらの概要を確認するにあたり、まず本日、工事計画認可について、規制上の位置づけ、規制要求内容、規制要求に対する安全対策工事の兼ね合いなど、国の規制要求とそれの当社安全対策設備の適合性

に関して、審査の状況を技術委員会の皆様にご説明したいと考えてございます。委員の皆様方には、このような観点で県民の皆様が疑問や不安に思われるような点がございましたら、ご質問いただきたいと思います。それらについてお答えしていきたいということでございます。資料を使ってご説明いたします。

2 ページ目をご覧ください。新規規制基準適合に関する手続きということで、大きく3つ枠がございます。一番上が原子炉設置変更許可でございます。2番目の、赤枠で囲っておりますけれども、工事計画認可。本日は、こちらのプロセスについて説明をしていきます。工事計画認可におきましては、発電用原子炉施設の詳細設計、設計及び工事に係る品質管理の方法等が、設置許可と整合しているか、基準に適合しているかを審査していただきます。

3つ目、一番下のここでございます。先ほど、田中委員からもご指摘がございました、保安規定の変更認可でございます。保安規定に定める発電用原子炉施設の保安のために必要な措置が、発電用原子炉の災害の防止上十分であることを審査していただきますが、当社におきましては、こちらの補正の申請はしてございません。

3 ページ、一つ修正がございます。この表の上から2行目の原子炉設置変更許可と書いておられますところ、2017年のところに「▼2017. 12. 25許可」となっておりますが、これは「▼2017. 12. 27許可」の間違いでございます。申し訳ございません。こちらの表は、今ほど申し上げました、設置変更許可と工事計画、それから保安規定の変更認可の3つのプロセスと、一番下側には安全対策工事の工程が書いてございます。ご覧いただきますと、設置変更許可については、2017年に終了してございますが、現在は工事計画認可の審査をしていただいている最中ということでございます。

4 ページ、こちらは工事計画認可申請書の概要でございます。工事計画認可申請書は、本文と添付書類というもので構成されております。本文には、申請者氏名、名称、工事計画（基本設計方針、機器の仕様等を記載する要目表、品質管理方法）、工事工程表、変更の理由等を記載いたします。添付書類には、各機器の詳細な内容を記載した添付書類（説明書、添付図面、耐震計算書、強度計算書等）を記載いたします。

5 ページ目、工事計画認可申請書は、この表にお示ししてございます、施設の区分ごとに図書を提出してもらいます。

6 ページ、工事計画認可申請書のサンプルというか、どのようなことが書いてあるのか、イメージをつかんでいただくために例示をさせていただいてございます。こちらは代替循環冷却系についての例でございまして、本文といたしましては要目表、基本設計方針といったことを記載いたします。添付書類は、機器の配置図面や系統図、構造図、設定値の根拠説明書、強度計算書、耐震計算書。このような書類を提出して審査いただくこととなっております。

7 ページ、今、申し上げました書類の内容のサンプルでございまして、ここでお示ししてございますのが要目表でございまして、重大事故時に対処するための仕様を記載しております。また、新規に設置した機器の仕様を記載してございます。

8 ページは見えづらくて恐縮ですが、基本設計方針という本文内の記載事項でございます。こちらに書かれております内容は、2017年12月に許可を頂きました設置変更の

内容について、工事計画の基本設計方針に反映しているというものでございます。

9 ページは、添付書類の記載例でございますが、設定値の根拠に関する説明書というもので、先ほどの要目表という機器の仕様を示した説明書類がございましたが、その各数値についてどのような設計根拠で定めたかということの説明する書類となっております。

続いて10 ページ、こちらも添付書類の例でございますが、強度に関する説明書、耐震に関する説明書といったものを作成して審査いただくわけですが、下に掲示してある図は、復水移送ポンプの強度計算書の抜粋でございます。このような図面ですとか、寸法や諸元をお示ししているものでございます。

11 ページ、こちらは添付書類でございますが、施設ごとに添付書類でつける説明書が幾つか異なっているものがございますので、こちらも例でございます。工事計画認可申請若しくは申請書の概要は以上でございます。

続きまして、資料No. 2-2 補足というものをご覧ください。こちらの日付は、2019年9月10日となっておりますが、これは昨年9月10日に原子力規制委員会の審査会合において、7号機の工事計画認可審査における主な説明事項、論点のようなものを審査いただいた際の資料でございます。本日は、この紙を使いまして、7号機の工事計画の審査における論点について、幾つか紹介したいと考えてございます。

3 ページをご覧ください。こちらは工事計画認可の審査に当たっての主な説明事項というところをとりまとめているわけですが、その抽出の考え方について書いてございます。大きくは四つ分類があると思っておりますが、1 番目が詳細設計段階における設置変更許可審査時からの設計変更。二つ目が、設計方針に関する説明事項。三つ目として、耐震・強度評価に関する説明事項。四つ目として、設置変更許可審査からの引き継ぎ事項ということで整理してございます。

4 ページ、細かくて恐縮ですが、今、申し上げました1、2、3、4という中分類みたいなものに仕上がって、個別にどのような項目について論点になり得るかということをもとめた表でございます。本日は、この中から幾つか抜粋して、どのようなことを審査していただくのかということをご紹介したいと考えてございます。

7 ページ、こちらは詳細設計において変更があったものの例でございますが、5号機の原子炉建屋内の緊急時対策所の遮へい設計の見直しということでございます。左側にお示ししてございますのが、設置変更許可申請時に考えてございました設計でございます。これが緊急時対策所の中の平面図でございますけれども、青い太線で書かれているところの内側を高気密室バウンダリとしまして、気密性を高めて緊急時の対策要員が中で対応したとしても被曝を受けないようなエリアとして考えてございました。その後、詳細設計を進めてまいりまして、右側にお示ししているとおり、青の太線が鋼鉄のライニング構造で、外側に遮へい壁、建屋躯体と密着して構築できるということになりましたので、こうすることによって、わずかなりとも中の空間が広がって、多様性が向上するというところで、このような設計変更をしたところでございます。

8 ページ、こちらにつきましても、左側は、緊急時の待機所ということで、本部の対策要員とは別に現場で作業をしている人間がベント等を開けたときに、一時待機する場所でございますが、待機する場所での遮へいの設計を変えまして、左側の設置変更許可には、

このエリアの青いトーンでお示ししているものですが、2か所に分散して待機するという事を考えてございましたが、その後、遮へい壁の置き方等を工夫することで、右側にお示ししているように、要員を1か所に固めて配置させることができるというものでございます。

14ページは、使用済燃料貯蔵プール水位の監視でございます。先ほどの安全対策でも触れましたが、設置許可基準規則及び技術基準規則への適合のために水位監視設備として、熱電対式の水位計を設置してございます。これに加えまして、自主的対策として、燃料の集合体頂部まで水位が継続的に監視可能な超音波式の水位計を設置して、かつERSS（緊急時対策支援システム）という緊急時に原子力規制庁と連携してデータ伝送を行うシステムですが、これにこちらからのデータを入れていくと。こういう対策を取ると考えてございます。

18ページは、地下水に対する浸水防護対策でございますが、新規制基準では、浸水によって重要な安全機能が喪失することを防止するという要求がございます。地下水に対する浸水防護という対策としては、建屋外周部の壁や扉、堰等により溢水防護区画を内包するエリア、建屋内への流入防止をする設計としてございます。また、一部の地下部外壁に発生を想定する貫通部等からの浸水評価をしても溢水防護対象設備の安全機能への影響がないという設計とすることを説明しております。7号機におきましては、地下水排水設備の耐震性を確保して、地震時及び地震後においても地下水の水位上昇を抑制することで、建屋内への浸水の可能性を排除する設定とするということを説明してまいります。

26ページは、基礎地盤傾斜による建物・構築物及び機器の耐震性への影響ということでございます。基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイドにおきましては、建物の変形角を施設の傾斜に対する評価目安に、 $1/2,000$ 以下となるように評価するという事となっております。7号機におきましては、原子炉建屋等の一部の設備において、基礎地盤傾斜部が $1/2,000$ を超えるということが確認されてございますので、これらの施設自体及び施設に設置される機器・配管系への影響確認の方法やその結果について説明してまいります。

27ページは、各建屋の地震応答解析モデルの既工認からの変更点ということで、ここから30ページまででございますが、これらにつきましては、過去において新潟県の設備小委員会でもご説明してございますが、新潟県中越沖地震の後に用いた実績がある手法でございますものの、工事計画の審査としては初めて説明する手法ということでございますので、今回の工事計画の審査において、これらの考え方を説明してまいりたいということでございます。

31ページ、格納容器圧力逃し装置の基礎の地震応答解析モデルでございます。これはフィルタベントのことでございます。フィルタベントの基礎は、液状化対策を目的として、基礎の周辺の地盤改良工事を実施してございます。この地震応答解析を実施するに当たって、基礎周囲の地盤改良体による効果を適切に考慮することを目的として、地盤3次元FEMモデルを採用して、その評価結果について説明していく予定となっております。

39ページは、設置許可審査からの引継ぎ事項ということでございますが、この中で言及いたしますのは、No. 2の津波揚圧力による非常用海水系への影響ということでござ

います。最終ヒートシンク、これは海でございますが、ヒートシンクへ熱を輸送する設備について、津波などにより安全性を損なわないということが新規基準では要求されてございます。柏崎刈羽原子力発電所6号機、7号機においては、放水庭と海水系の配管が接続されていないということから、津波揚圧力の非常用海水系への影響がないということを説明していく予定となっております。

以上で、主な説明事項の概要のご説明を終わりたいと思います。これで安全対策、工事計画認可についての説明は以上となります。

(中島座長)

今、資料としては3つになりますけれども、まとめて説明していただきました。かなり幅広い内容ですので、個々のところについては、そんなに突っ込んだところはありませんでしたが、今のご説明に対しまして、各委員からご質問等、確認事項がありましたらお願いいたします。

(杉本委員)

説明どうもありがとうございました。

膨大な機器が関係しているので、最初の資料No. 2-1の10ページ目で全体をカバーしているかと思うのですが、オレンジ色の部分が福島事故以降に設置したということで、重大事故対応の機器と理解しているのですが、ブルーがそれ以前からということで、これは設計基準対応で、赤い太枠は両方に対応できるという理解なのだと思いますけれども、設計基準の機器、系統、構築物は機能の重要度に応じて、重要度分類指針にしたがって設計して製作することになっています。発生防止でしたら、PS（異常発生防止系）1からPS3まで三つのグレードに分けて、影響緩和でしたらMS（異常影響緩和系）1からMS3まで三つのグレードで、重要度に応じて作ることにしていますよね。そうしますと、重大事故対応のオレンジないし一部改良したところの部分も、似たような考えで重大事故、シビアアクシデントの発生防止の重要度に応じてグレードをつけて、あるいは影響緩和などの重要度に応じてグレードをつけているような基本的な考えで、ものを設計して作っているのかどうか確認したいのですが。

(東京電力HD：山本部長)

ありがとうございます。過酷事故対策設備そのものについては、MS、PS等の区別はないのですが、それぞれの機器について、耐震性を持たせることですか、恒設設備、それから可搬設備いろいろございまして、それぞれについて重要度というか、緊急時に機能が発揮できるような設計をする考えです。

(杉本委員)

そうしますと全く同じグレードで、すべての機器系統構築が作られているという理解でよろしいですか。それとも、例えば、ご説明のあった耐震をSクラスにしているフィルタベントなどはレベルが高いと思うのですが、電源車のタイヤとか、同じグレードで

検査して、お金をかけているとはとても思えないのですが。

（東京電力HD：山本部長）

耐震性等については、いわゆる機能維持と申しまして、実際に評価、加振試験を通じて、性能が維持できるかどうかということの確認や評価をしてございまして、現実にSクラス、Aクラス、Bクラスというような設計にはしていないものの、実績には同等以上の耐力、あるいは機能が保てるような、そういう設計にしております。

（中島座長）

今の点はよろしいですか。今の点以外でも、ご質問等ございましたら。

（田中委員）

10ページの今のところですけども、SR弁で主蒸気逃し安全弁のところですけども、これは重大事故時にも運転できるように改造を実施した設備ということになっているけれども、福島第一原子力発電所でこれが不十分であったという認識がどこかにあるのですか。何を改造されたのかということをお伺いしたい。

（東京電力HD：山本部長）

福島第一原子力発電所事故のときに、SR弁は動作していたというようには認識、評価してございますので、今回、評価しているところは、19ページに書いてございますような、SR弁の動作が、電源がなくなった場合にも多様な駆動源、それから可搬式のポンプ等でより確実にできるよという対策を取ってございます。

（田中委員）

今の話はどちらかというと駆動設備の上の橙色の部分の話ではないのですか。逃がし安全弁、いわゆるSR弁ですけども、SR弁の基本構造は何か変えたのですか。背圧とか、いろいろ問題があったような気がするけれども、そういう対策をやったのか、それとも開固着みたいなことを考えておられるのか。何を改造したのですか。

（東京電力HD：山本部長）

今、まだ試験中だったような気がするのですが、改造はこれからだったかもしれませんが、シールの強化みたいなことをしています。過酷事故条件でもシール材が保つような、代替シール材を使う、そのような検証をしているところです。

（田中委員）

フランジのところのことをおっしゃっているのですか。フランジから水素が漏れたというのは、そういう認識を持ちますよね、事故報告書を見ていると。それを改造しようということですか。

(東京電力HD：山本部長)

すみません、確認させていただきますが、漏えいではなくて、より確実に動作するよう
にということです。

(田中委員)

ですよね。だからシールはあまりぴんとかない。

(中島座長)

きちんと調べたうえで、ご回答いただいたほうがよろしいかと思います。

(田中委員)

それと関連するのだけれども、代替逃し安全弁の駆動装置と言っているけれども、これは
事故時にどれが駆動できなくなったとか、7号機というのはSR弁が11個とか、その
くらい個数がありますか、少し忘れてしまったけれども、かなりの数だと思うのだけれど
も、これはひとつひとつにつけるのですか。それもまた調べて、後でまとめてご報告をお
願いします。

もう1つ気になったことは、水素の検出のお話です。水素の検出の話が、これは字が小
さくて見えないのだけれども、何ページでしたか。

(東京電力HD：山本部長)

26ページです。

(田中委員)

これは小さい字で見えないけれども、なんて書いてあるのですか。原子炉建屋の中に丸
が小さくあるけれども、英語で何か書いていますよね。H2Eですか。水素検出という意
味ですか。これは既存のものプラスこれをという意味ですか、それともすべてがこれです
か。伺いたいのは、格納容器の中に水素検出器というのは入らないのですか。全部外で
すか。

(東京電力HD：山本部長)

ここにお示ししているのは外でございます。格納容器の中にも、水素計をつけるという
ことは聞いています。

(田中委員)

なぜそれは書いていないのですか。まず、手順としては、格納容器から漏れてくる。検
出される可能性が高いですよね。そうすると、水素ですから上のほうに上がっていく可能
性があるから、フランジのトップヘッドのところから漏れているわけでしょうから、そこ
のところをまず検出するのが手順としては必要なのではないですか。ここはなぜそういう
ことを書いていないのか気になりました。

(東京電力HD：山本部長)

水素の検出装置は、ここでは紹介していないのですが、格納容器の中に過酷事故仕様の水素検出器を設置する予定としてございます。

(田中委員)

現在はないのですか。

(東京電力HD：山本部長)

今はついてございません。

(田中委員)

では新設なのですね。

(東京電力HD：山本部長)

今後つけてまいります。

(田中委員)

そうするとどうしてここに書かなかったのかなという気がするけれども。

(東京電力HD：山本部長)

すみません、現時点で、今申し上げましたのは、追加的に格納容器の中に過酷事故においても使えるような、新たに開発した水素検出器を入れる予定になってございますが、今の時点では、CAMSという装置がございまして、これで水素濃度が検出できることになってございます。

(田中委員)

これは原子力規制委員会に提出してある話なのでしょう。

(東京電力HD：山本部長)

これはと申しますと、今の新たにつける…。

(田中委員)

水素検出器。

(東京電力HD：山本部長)

はい。

(田中委員)

提出しているわけですね。

(東京電力HD：山本部長)

今後、審査を受けることになっています。

(田中委員)

だから資料としては出ているのでしょうか。

(東京電力HD：山本部長)

はい。

(田中委員)

その中には、格納容器に検出装置をつけたという図はないのですか。

(東京電力HD：山本部長)

図ということではないですけども、格納容器内に、このような水素検出装置をつけますという説明はしているということになっています。

(田中委員)

それは入るよという文言はあるということですか。

(東京電力HD：山本部長)

はい。

(中島座長)

確認です。工事認可の申請の中にも入っているということですか。

(東京電力HD：山本部長)

はい。

(田中委員)

それは、説明で入っているということですか。言葉で入っていて、絵には入っていない。

(東京電力HD：山本部長)

言葉だけというよりは、先ほど、工事認可の書類の書類構成の概要みたいなものをお示ししていますが、何かを基本的には工事認可対象設備でつけますということになりますと、その仕様ですとか、設計について、比較的詳細な設計内容をご説明していくことになりますので、言葉だけというよりは、必要な図面ですとか、試験の結果ですとか、かなり細かく説明していくことになると思います。

(中島座長)

多分、今まだ施設工事認可の審査の真っ最中ということで、これから原子力規制委員会側からもいろいろ追加資料の提出、あるいは補正などが求められるかもしれません。今日、頂いているのは、全体としてまとめたものの、主要と思われるところを書いてきたということですが、田中委員はもう少し主要なところがあるのではないかということかと思えます。そういうところも含めて、ご質問、ご審議をお願いします。

(田中委員)

この絵は、要するにこの委員会用に描いた絵なのですか。国に出したものをコピーしてここに入れているのだとすれば、落ちていたのではないかという気がした質問です。

(中島座長)

分かりませんが、この図の精度でいくと、どこかのものをコピーして張りつけたような印象を私も持ちますが、その大元が、どこの説明かによって、もしかしたら容器内の水素検知、容器外というか、建屋内の水素検知と分かれていれば、それぞれに別途やっていたかもしれない。

(東京電力HD：山本部長)

おっしゃるとおりでして、これは建屋の中の水素検出装置の説明図でございます。

(中島座長)

だから多分、別途容器内については、何かあるのだと思います。小さい図の中であまりたくさん入ると大変だということだと思います。

(藤澤委員)

今の水素の話で教えてもらいたいのが、同じ26ページで、水素検知というのが左側に出ていて、右側に水素処理ということがあると思うのですが、処理のほうは水素を触媒の働きで水蒸気にさせると。そうするとこれというのは、時間がそれなりにあるという理解でよろしいのでしょうか。そうでないと、出てきた水素が水蒸気になってしまうのであれば、すぐにあまり水素検出ということが難しいのかなと思ったのですけれども。

(東京電力HD：山本部長)

時間遅れみたいなデータは、今、手元にはありませんが、このPAR（静的触媒式水素結合装置）自体は、水蒸気、若しくは水みたいなものが入ってきましたら、比較的速やかに触媒の作用で水素がなくなるという装置でございますので、きちんと機能すればすぐに水素はなくなります。

(藤澤委員)

それだとすぐになくなってしまいませんか。検出できないのかと思ったのですけれども。

(中島座長)

濃度がすぐに下がったら、水素検出器は検出しないのではないのという意図だと思うのですけれども。

(東京電力HD：設楽所長)

少し補足をさせていただきます。

この再結合装置は、原子炉建屋の最上階にありますので、そういう意味では、こちらのそれぞれのフロアで検出されたものが、上のほうに上がってきて、上のほうに上がってきたものが、再結合されるということになりますので、そういう意味では上のほうのところまでの検出はされることになっています。どこから漏れたかというところとあわせての装置でございます。

(山内委員)

どうも詳細な説明ありがとうございました。この委員会の目的は、専門家以外の特に県民の皆様にとどのように福島の問題が柏崎のことに関係していくかということになると思いますので、そういう全体像を重要な技術的ディテールに入る前に、明確にさせていただけたらと思ひまして、質問をしたいと思ひます。

やはり重要なのは、資料No. 2-2の2ページでバックフィットという言葉が出ておりますが、やはり明確に今回、バックフィットを行うのだと。バックフィットというのは、福島第一原子力発電所の事故原因に基づいて、従来の規制では不十分なところを、まさしく規制をやり直すのだということだと思ひます。この資料の中で、バックフィットというところが、きちんと書かれているのは重要だと思ひますけれども、そういう理解でよろしいでしょうか。

(東京電力HD：山本部長)

おっしゃるとおりでございます。新規制基準が福島第一原子力発電所の事故の後にできまして、例えば、過酷事故対策ですとか、地震、津波等の、若しくは自然災害の外部事象などについて、これまで規制がなかった、若しくは弱かったところが、相当程度強化されたと思ひてございます。そうしたものを、新たに規制体系を構築して、既設の部分についても、適合させることによって運転を為し得る、そういうプロセスです。先生のおっしゃったとおりだと思ひます。

(山内委員)

ありがとうございます。それをお聞きいたしますと、バックフィットが課されているということは、福島第一原子力発電所事故原因が、今回、柏崎刈羽原子力発電所で改修されているということがはっきりすると思ひます。そのために、原子力規制委員会がバックフィットの重要な点を洗い出して、それを工事計画認可申請書の中に入れているということ

も重要な点だろうと思います。その中でとりわけ重要なのは、資料No. 2-2の8ページに明記されておりますように、原子炉格納容器の基本設計方針。特に赤で囲ってある「代替循環冷却系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱」のところが、これまで福島第一原子力発電所事故原因を検討した結果、シビアアクシデントに対して十分対応されていなかったところを新たにバックフィットで改修したものだとして理解するのですが、この点についてはどうでしょうか。

（東京電力HD：山本部長）

厳密に申し上げますと、今、先生がおっしゃった代替循環冷却系による減圧、除熱は、柏崎刈羽原子力発電所の6号機、7号機の設置変更許可の過程で、当社がなるべく格納容器から放射性物質を放出しないで事故収束を図りたいということで提案した系統設備でございまして、もともとの申請基準では、フィルタベントを設けることによって格納容器を保護するというものだったのですが、そういった当社の審査を通じて代替循環冷却の有効性についても原子力規制庁から評価いただきました。柏崎刈羽原子力発電所の設置変更許可の後に、新たな規制というか追加的要求事項として、当社の後続のBWR（沸騰水型軽水炉）では設置が義務づけられているという意味でバックフィットされているものだと思います。

（山内委員）

それは従来と、シビアアクシデント時における格納容器の利用法として、どのように変わると理解すればよろしいのでしょうか。

（東京電力HD：山本部長）

代替循環冷却がない場合は、格納容器の過圧破損を防止するに当たって、格納容器の温度と圧力が外へ向かわなければいけません。その際、そのまま格納容器内の気体を放出するわけにはいきませんので、フィルタベントという、放射性物質をこし取る機能が高い装置を付けることによって影響を最小限にしながら、格納容器の破損を防止するという思想でございました。代替循環冷却を付けることにより、外部への放出を最小限にしつつ、格納容器からの熱を取り去ることができますので、フィルタベントに極力依存しないで、格納容器の中の圧力を下げていくといった対応が可能になるということでございます。

（山内委員）

それは結局、炉心が溶融した際にも、格納容器という最終的な防護手段に直接注入することによって、破損したかもしれない炉心を連続的に冷やす手段を確保するという理解でよろしいでしょうか。

（東京電力HD：山本部長）

代替循環冷却は何をしているかと申しますと、格納容器内に水を入れるという意味では、溶融したデブリ等は若干、冷却できると思いますが、むしろ、格納容器内のサプレッショ

ンプールの中に貯まっている水が徐々に高圧になってまいりますので、サプレッションプールの水を外部に導くことによって、代替熱交換器車、これはモバイルの、トラックに載った熱交換器でございますが、これを通じて海水を使った熱交換をして、また水を戻すということを通じて熱を外に取り出すということが主眼でございます。

(山内委員)

ということは、格納容器というもののシビアアクシデントにおける役割を大きく変えたと考えてよろしいのでしょうか。違いますか。

(東京電力HD：山本部長)

格納容器の役割という意味では、大きくは変わらないと思っています。格納容器が閉じ込める機能を有し、それに期待するという意味では変わらないのですけれども、フィルタベントを使う場合、使わない場合での大きな違いは、外部への放射性物質の放出が多いか少ないかということだと思っています。

(山内委員)

分かりました。そこは非常に大きな変更だと思いますので、ぜひ、バックフィットというところを中心として、福島第一原子力発電所と今回がどう結びついているかというような説明方法を作っていただければ、一貫した説明になろうかと思います。それにつきましても、最後のところなのですけれども、資料No. 2-1の4ページに、福島第一プラントの事故原因というところがありまして、これは繰り返し出てきたところですが、この中で、今申した格納容器に注水することができず破損したということがあると思います。特に2号機のように格納容器自体に亀裂が入ってしまったということが大きな教訓になったわけですから、格納容器を中心とした問題点というものをもう少し書いて、そこと今のバックフィットをつなげると、今回の新規制基準が分かりやすいのではないかと思います。それにつきましても、この委員会で何回か話題になったことなのですけれども、前提といたしまして、福島第一原子力発電所の1号機あるいは2号機、3号機というものが、沸騰水型原子炉の初期の型式、あるいは冷却機能に属するものであると。したがって、出発点として、そのような炉形の設計と、現在の進んだ、あるいは柏崎刈羽原子力発電所のものでは、根本的にその間に変更が加えられているということを前提として、作っていただくと、今回の意味合いというものが分かるのではないかと思います。それは逆にいうと、なぜそのような古い炉心を40年の運転期間ぎりぎりまで使っていたのかという問題につながります。原子力事業者としては、しかしそれはそれとして、規制基準のとおり、正しい運転をしたわけですから、法的な問題はないということだろうとは思いますが、しかしさはさりながら、それに対して今回、バックフィットが入ったということは、福島第一原子力発電所の1号機、2号機、3号機、4号機の特異性。なぜそれを運転していたのかという問題をやはり明確にすることが、柏崎刈羽原子力発電所に対する説明につながるのではないかと思います。これについてはどのようなお考えでしょうか。

(東京電力HD：山本部長)

おっしゃるとおり、福島第一原子力発電所の1号機、2号機、3号機はBWR3、BWR4という設定でございますが、これと柏崎刈羽原子力発電所の6号機、7号機のABWR（改良型沸騰水型原子炉）では格納容器の形ですとか安全設計自体違うものになってきているわけです。そのことがすなわち、事故を起こしてしまっていますので、当時の規制ですとか安全対策では防ぎきれなかったところがございますが、まさに今の新規制基準にABWR以外の炉系が適合できないのかということ、それは、当社ではございませんが、女川ですとか島根のほうに多いということで、これがBWRでございます。ABWRではないのですけれども、あとは東海第二発電所でございますが、これらがABWRと年代、型式が違うから、即、長期的な運転もしくは安全な運転ができないのかということ、新たな基準に適合する努力をすることによって、安全性の確保は可能なのではないかと考えております。

(山内委員)

ありがとうございます。いずれにしても、私が申し上げたようなことを一貫した説明として資料を作って県の皆様にご説明していただくように希望いたします。

(立石委員)

ご苦労さまです。昨年の現地視察の際にも指摘をしたと思います。技術委員会でこの間取りまとめてきた福島第一原子力発電所事故の検証の中で、その後、議論が進んでいない分野として集中立地の問題があります。これは昨年9月に指摘しています。先ほど事務局からも説明がありましたが、平成24年度の間取りまとめの中に明確に書いてあるわけです。福島第一原子力発電所事故を起こした経緯として集中立地の問題と。これは今回説明の中にも全く触れられていない。6号機、7号機だけの問題だから、これは集中立地に当たらないという認識なのか。それにもかかわらず1号機から5号機は廃炉にするのかということ、そうでもない。この集中立地の問題について検討されてきたのかどうか。されていなければいけないということで、その理由を説明いただきたい。技術委員会での取りまとめを無視しているのかどうか。そのことについてお答えいただきたい。

二つ目は、先ほど説明いただいた資料No. 2-2補足です。これは昨年9月に提出されたものです。それ以降はどうなっているのか。18ページを見てください。「地下水に対する浸水防護対策」です。福島第一原子力発電所事故で大変大きな問題になったのは、特に収束において今なお困難な状況に追い込まれているのが地下水汚染問題です。新潟の柏崎刈羽原子力発電所の場合には福島第一原子力発電所よりも数倍も地下水が流入していると。この地下水が建屋内に入らなければいいというだけの対策でしかないわけです。しかもここに「2019年10月以降資料提出予定」と書いてあるけれども、多分提出されたのだらうと思います。こういった書き方をしているのはほかにもいっぱいあるのです。20ページの「2019年9月以降順次提出予定」。なぜこういったものを今から出すのかと。今の時点でどのように工事計画認可審査を受けようと思っているのかと。あるいは技術委員会に対する説明事項としては、私は不十分だと思うのです。その辺についての回答をお

願います。

(東京電力HD：橋田代表)

まず、集中立地のことに関しましては、別途改めてご回答申し上げたいと思います。

(東京電力HD：山本部長)

二つ目ですが、資料No. 2-2補足が6月時点の資料ではないかというお叱りですが、本日これをご紹介した趣旨といたしましては、昨年9月の審査会合において、当社から、工事計画認可の審査でどのような論点があって進んでいくのでしょうかということを議論させていただいたものであるということ、今日、技術委員会の皆様に工事計画認可のプロセスですとか、どのような議論があるのかということをご紹介するために、全体的な状況をご説明申し上げるためにふさわしい資料だということ、ある種流用させていただいたところがございます。

その後、審査がどうなっているかというご質問でございますが、いくつか根拠をご紹介した論点については審査が続いている、もしくはこれからやるものもございしますが、ヒアリング等を通じて審査いただいている状況でございます。この内容が徐々に固まるといいますか、このような内容で方向性が見えてくるというようなことがございましたら、随時、委員会の皆様へ、この場でもご報告させていただけるようにしていきたいと思っています。

(立石委員)

分かりました。

(中島座長)

今の説明で理屈は分かりました。例えば提出予定と書いてあるのであれば、その後どうなったかというフォローアップは次回以降になるかもしれませんが、していただければと思います。よろしく願いいたします。

座長の私からですけれども、先ほども田中委員からもSR弁の話などがありましたけれども、この技術委員会の中で、福島第一原子力発電所事故の中でどういった問題があったかということを議論してきましたので、安全体制の説明の中でも、まずはそういうところを中心に説明いただければ、もう少し突っ込んで議論できるかなと思います。今日は事実確認くらいしかまだできていないところがありますので、できましたらそういうところも考えて資料を準備していただければいいのではないかと思います。よろしく願いいたします。

(田中委員)

6号機と7号機の関係がはっきり分からないのですけれども、今進んでいるのは7号機です。6号機というのは、この予定表でいうと、具体的にほぼオーバーラップしているのですか。それとも6号機はかなり遅れるということですか。この予定表では6号機のことをどう理解していいのかわからないので、ご説明ください。

(東京電力HD：山本部長)

実態を申し上げますけれども、今まさに、7号機の工事計画の認可に全力で対応している状況でございます。6号機は、設置変更許可はいただいておりますので、次のプロセスでいうと工事計画認可を審査いただくことになるのですが、今は7号機の工事計画に全力で対応しているということで、6号機についてはまだ対応できる状況ではございません。

(田中委員)

伺いたいのは、遅れるというのは原子力規制委員会が、手が回らないということなのか、それとも東京電力ホールディングスが申請書にまだ手をつけていないとか、そういうことなのか。

(東京電力HD：山本部長)

原子力規制委員会というよりは、当社自身がまだ提出もできていませんし、そういった段階にも至っていないということです。

(田中委員)

相当遅れそうということですか。新規制基準の手続きというこの表はどう見たらいいのですか。6号機というのは、この表でどこへいくとか、そういうことは書きたくないというか、どうなるか分からないからこうなっているという話ですか。

(東京電力HD：山本部長)

今日、お示ししているのは、とりあえず7号機の新規制基準と適合というか、審査プロセスがどうですかということをご説明申し上げておまして、6号機の設計については今日の時点では特段申し上げることはございません。

(田中委員)

しつこいですけれども、「6号機については準備が出来次第補正予定」と書いてあります。そうすると、補正は本体が出ていった後に出すものでしょう。

(東京電力HD：山本部長)

これはプロセスが分かりにくいのですが、新規制基準の適合性申請を申し込むというか、申請するときには、設置変更許可と工事計画書、保安規定を3点セットで一度申請しております。ただし、普通の審査でいうと、設置許可が出た後に工事計画がそれに基づいて作られると。さらにそれに基づいて保安規定ができるということですので、3つ一度に取りあえず出しているのですが、最初に申請した段階での工事計画ないし保安規定というのは、設置許可が出た後に順次補正をして、もう1回審査し直していただくということですので、有り体にいえば、6号機については工事計画や保安規定は、一度は

出しておりますが、その内容は、設置変更許可をいただく前の段階のもので、当然、補正をかけていかないと審査にもあたらないということです。

（山内委員）

工事認可申請書の中で、私どもが関心を持っているものの一つは、特定重大事故等対処施設です。前回、見学させていただいた際も非常に巨大な施設を建設しているということが分かりまして、テロ等に対するものであるため、非常に秘匿性の高いものだと出ておりますが、他方、九州電力株式会社の川内原子力発電所では、この工事のために数か月停止することにもなっており、非常に大きな影響を与えるものだと思います。そのような大きな影響を与えるものは、これが単に、格納容器の代替循環冷却系と関係しているのではないかと思います。そのように理解していいのでしょうか。バックフィットの一環として特定重大事故等対処施設、特重というものを考えることができるのでしょうか。

（東京電力HD：山本部長）

特重の重要な機能といたしまして、テロや航空機衝突などがあつた後、格納容器の機能を維持するということが、フィルタベント設備の設置等が求められています。こちらについては先生がおっしゃるとおりで、秘匿性の高いものでございまして、当社も設置許可の補正の審査をさせていただいているところで、機能も審査会合をさせていただいているのですが、会合は非公開で進んでおりまして、状況はお話できないというところです。

（山内委員）

代替循環冷却系に関係するかどうかだけはここで話すことはできませんか。

（東京電力HD：山本部長）

代替循環冷却は過酷事故対応の要求事項でございまして、特重とは別なものでございませぬ。

（杉本委員）

私の理解なのですが、原子力規制委員会の新規制基準に従って、基本設計方針で安全審査に合格されて、工事計画認可に従って適切に設計し作っていけば、多分、想定されているすべての事象に対してはかなり低いリスクになっていると理解はしています。バックフィットも含めて適正に行われていけばリスクは低くなっていると思います。そういう意味では、かつてスリーマイル島原子力発電所事故やチェルノブイリ原子力発電所事故も今回の福島第一原子力発電所事故もすべて想定外のことから起きて、ああいった事態に至ったわけで、もし将来、リスクが高いことが起きるとすれば、それは想定外のことでも重なって発生する可能性があるのではないかと理解しているわけです。そうしますと、こういったハードはともかくソフト的な対応、マネジメントを含めて運転員が、限られた情報しか最初はないと思うのですけれども、実際に何が起きているのかということや推定して、次に何が起きるかということや予測して、少しずつ対応していかなければ乗り切れないと

思うのですけれども、そういう意味では、資料No. 2-1の34ページの「その他（訓練）」でいろいろとやっていたらいいと思います。総合訓練ということで、シナリオ非公開（ブラインド）とありますが、想定外のことをやっていると理解しました。情報が非常に限られていて、すべて運転停止にするみたいな、そのようなことをやっていたらいいのかなと思ったのですけれども、もしテロ対応で、ここでは公開で言えないようなことがあったら宜しいのですけれども、お話できる範囲で、そういうことをある程度考えているのかどうか。それは全く考えていないのか。そこら辺を教えてくださいたいと思います。

（東京電力HD：設楽所長）

今まさにご説明の中でありましたように、我々がやっている訓練というのは、今、ここで準備したものが次々に機能を失っていくという状況をブラインドでやっております。今は6号機、7号機を想定していますので、どちらで起こるのかということもブラインドですし、何が順番に壊れていくのか、いつのタイミングで壊れるのか。最近やったものの中では、場合によってはオペミスでバルブが閉まったままで気づかない状況をいつの段階で気づくのか。そういったシナリオを立てながら、ここで準備したものが次々にやられていって、最終的にベントまでいってしまうような状況に追い込まれるか。ベントまでいった後には、線量を見計らいながら、どういう形で復旧していくか。そんな訓練を、途中、スキップしながら、スキップをしないと、何日間かやることになるので、ある程度、それぞれの訓練の中で考えながらスキップ時間、想定したシナリオ、その通りに動いていればスキップ後の対応。そんなシナリオを作りながらやっているところです。メンバーがそれぞれ機能班ごとにいますので、大体月に1回以上はやっている状況です。

（杉本委員）

そうしますと、私が理解したところでは、運転員はブラインドで何が起きているか分からないようなところがあるかもしれませんが、訓練を設計した外部の人というか、その人は全部シナリオを知っていると。

（東京電力HD：設楽所長）

それは違います。本部にいる人間は基本的に全部ブラインドです。実際に何が起きているかということを与えるコントローラーというものを設置していて、その人たちはシナリオを知っています。その人たちが、今、何が起きましたと。運転員の役割をする人に、今、この設備が機能を失いましたということをやっていきます。実際のプラントデータはシミュレーターで水位であるとか圧力などを計算しながら、それを有効につかっているということをしています。

（杉本委員）

分かりました。事故対応は全部知られていないということですね。いろいろなケースでやってみることはいいことだと思いました。

(中島座長)

今、説明していただいた設楽所長も、いつやるかは知っているけれども、内容は知らないといった状況なのでしょうか。

(東京電力HD：設楽所長)

そうです。知っているのは、当然、今の状態と訓練している状態が違うので、現在のプラント状況がどうか。例えば6号機、7号機が動いていて、外部電源が何かからきているか。そういった初期状態は説明したうえでやっていくことになります。訓練のねらいというのは、今回はこういうところのねらいでやっているの、皆さん気をつけてくださいと。そういうことは事前に訓練者に伝えたいとやっていますところなんです。

(田中委員)

今の関連で、興味深いので伺いたいのですけれども、亡くなられた吉田所長は、簡単にいうとアドリブでやったと。そういう表現ではなかったけれども、手順書などは見えていなかったという話がありました。今、ブラインドで訓練していくというのは、運転手順書の関係はどのようになっているのですか。それに対して運転手順書というのはそのときには参照して、そういう基準があるのかどうか。それはどうでしょうか。

(東京電力HD：設楽所長)

今やっている訓練はかなりの部分がシビアアクシデントに近いところで実施しています。保安規定もこれから実際の審査を受けますけれども、基本的にはそれに見合った運転手順書を使いながら、どれを使うか、どのケースを使うかということも含めて運転員が対応し、それに基づいて本部側の運転の状況を見る人も対応しながら訓練を続けているということです。ですので、訓練の中で、こういった手順にしたほうがいいのかというようなことがあれば、それは反映していくこともあります。

(田中委員)

反映していくことあるという、その程度なのですか。基本的には、福島などの手順とそう変わりはないと。

(東京電力HD：設楽所長)

かなり違います。設備が違いますので。

(田中委員)

もちろんそうなのですから、例えば水位がHigh(高)になったときにどうするかというようなときに、相当混乱していましたよね。

(東京電力HD：設楽所長)

ですので、結局、そういうことも含めて、設置許可でも審査を受けていますので、水位

不明のときに次に何をやるか、何の説明を見るか、何を生かすかというようなことは決めてやっております。

（中島座長）

例えば実際の訓練のときに、何かがあったとしたら、手順書をぱっとめくって、それに従ってやるのか、オペレーターは頭の中に入っているのか、ぱぱっとやって、行き詰まったり、何かあるときには見るという感じなのでしょうか。

（東京電力HD：設楽所長）

訓練を重ねながら、事象ベースで今何が起きているかでそれに対応をする。主にフローチャート的なもので見ていくわけですがけれども、その次のところに何かがあるか。次にシビアアクシデントの手順に入ったら、事故時で今、いけるのか。そういった判断基準を見ながら対応します。

（田中委員）

しつこいですけれども、結局、訓練をするときに、手順書に基づくアクションができるかどうかということなのか、それともアドリブのアクションができるかどうか。どちらを強化しようとしているのですか。

（東京電力HD：設楽所長）

訓練にはいくつかありますけれども、総合訓練の中では、運転員側は基本的に、その事象を作ったときに決めた手順書どおり、我々がシナリオとしてねらったような判断ができるかということが運転員側の主な確認事項、力量を付与することになります。合わせて、今日の説明の中にもありましたけれども、いろいろな設備があります。従来と違って運転員だけでは対応できないような部分があります。先ほどの代替循環冷却みたいなものもモバイル設備をやらなければいけません。ですので、復旧班がそれに基づいた指示で準備が集められるかどうか。どのくらいの時間で復旧する予定になるか。それが壊れたときに、次に復旧班側がどのような指示を出せるかといったことを見ていきます。

（山内委員）

今のシビアアクシデント対応訓練についてなのですが、素人からの意見なのですが、シビアアクシデント時の対応として、マニュアルと同時に炉心挙動の解析コードに基づいたシミュレーションというものが非常に重要な役割を持つと思います。想定によって炉心がどのような挙動するかということはすでにお手持ちであると思うのですが、それについて、昔、原子力発電技術機構（NUPERC）でシビアアクシデント時の詳細な解析コードが行われていて、福島第一原子力発電所事故の際も1号機、2号機、3号機の炉心の溶融の状況を非常に正確にキュレートしていたけれども、それがなかなかうまく使えなかったという話も聞いております。NUPERC以来の日本の技術は、もちろん米国の技術を使ったものですが、JNES（原子力安全基盤機構）に引き継がれて使われ

ていると思いますが、炉心解析コードについてはどのような状況になっていますか。

(東京電力HD：設楽所長)

こちらも、そういうことを受け持つ機能班、我々の組織の中では計画班というものを設けて、そこで今のプラントパラメータから、例えば注水で何とか維持していく。この時点で注水がなくなると、どのくらいの時間でT A F（有効燃料頂部）に到達するか。T A Fに到達した後の炉心溶融までの時間がどうかということは、なるべく早めの予測ができるような、まず、スピードが優先されるときには簡易な解析で、本部の中で情報共有し、それに合わせて復旧班が動けるかどうか。動けない場合については別の選択肢を考えると、そういった訓練で使っています。

(山内委員)

解析コードの利用は所内のP Cで実際に行われているということですね。

(東京電力HD：設楽所長)

それも含めて、訓練でやっております。

(山内委員)

分かりました。N U P E Cの方が、なぜ使われなかったかということを含めて、何冊も本を書いておられますが、それは読まれましたか。

(東京電力HD：設楽所長)

すみません。私自身が詳細を読んでいるわけではございませんけれども、解析コードを扱う人間は、M A A Pというコードの勉強をしながら、それが使えるように検証をしております。

(山内委員)

そこでも、福島第一原子力発電所事故の経験を生かして、炉心解析コードを有効にお使いいただけるようお願いいたします。そのためには、文献資料を丁寧に読んで、日本にある技術をうまく使うように考えてください。

(東京電力HD：設楽所長)

しっかりと読んでいきたいと思います。

(立石委員)

資料No. 2-1で、安全対策ということですがけれども、ここで全く触れられていないと思うのですが、福島第一原子力発電所事故の中で、非常に大きなリスクとして国民に不安を与えたのが燃料プールです。これについてここで触れられていないということは、何もしていないととらえていいのでしょうか。地震動で燃料プールがどのように振動

を受けて、そして耐えられるのかどうか。機能がきちんと維持できるのかどうかというのは非常に大きな問題だと思うのですけれども、それについて検証されて、これで十分だというふうに判断されたのかどうかということについてコメントいただきたいと思います。

（東京電力HD：山本部長）

燃料プールの対策自体は23ページでご紹介したとおり、注水ですとか水位の監視による強化をしております。また、資料No. 2-2補足でも言及いたしましたが、水位の監視の自主的な対策強化ということで、超音波水位計というものを新たに設置して、さらに水位監視の強化をしていくということです。地震によってプールが健全かどうかということについては、これは建屋の耐震評価等を通じて健全性の確認をして、それも工事計画の中で十分かどうかということは審査いただくことになるかと思えます。

（立石委員）

工事計画の中でそれを審査されているということですね。

（東京電力HD：山本部長）

そのとおりです。

（中島座長）

大分議論ができたと思いますが、多分、これは個別の具体的なことは今後やっていかなければいけないと思うのですけれども、まずは安全対策全体としてこういった方向性でやっているということと、こういうことを議論しているというところを紹介していただき、確認させていただきました。

それでは、これで「議題」の2つ目が終了いたしましたので、「報告」に移らせていただきます。議題として表立って出ているのは1つでございまして、「柏崎刈羽原子力発電所1号機、非常用ディーゼル発電機（B）の過給機軸固着について」ということです。これについてのご説明を東京電力ホールディングスからお願いいたします。

（東京電力HD：設楽所長）

2018年8月30日に1号機の非常用ディーゼル発電機（B系）の定例試験中に発生した出力低下及び9月6日に確認された過給機軸固着について、原因究明と再発防止について、とりまとめを行いました。昨年3月5日に原子力規制委員会に報告書を提出し、3月18日に開催された公開会議にてご説明をさせていただきましたので、本日は、ここでまとめた資料でございますので、その内容について報告させていただきます。説明者が変わりますけれども、よろしく願いいたします。

（東京電力HD：竹本GM）

資料に沿ってご説明いたします。

表紙をめくっていただきまして1/23です。1では事象の概要、2と3で調査結果、

4で原因と事象発生メカニズム、5で対策及び水平展開をご説明します。

次のページ、事象発生時の状況です。2018年8月30日14時30分から、1号機の非常用ディーゼル発電機の定例試験、これは定期的に1か月一度行っていますけれども、このために起動し確認運転を実施しておりました。その後約46分後の15時16分に異音が発生するとともに、D/G発電機の出力がゼロに低下したため、運転員が手動で停止しました。その後、原因の調査を実施していたところ、9月6日、ディーゼル発電機の一部になりますけれども、過給機の1台に軸固着を確認しました。このことにより、法令に定めるところの「発電用原子炉施設の安全を確保するために必要な機能を有していないと認められたとき」に該当すると判断しました。

主な工場調査の結果ですけれども、その前に、非常時ディーゼル発電機と過給機について説明します。20/23をご覧ください。ディーゼル発電機は大型船舶のエンジンと同様の機関に発電機がつながっているもので、図は、その機関の概要になります。機関はV型に配置された18気筒のディーゼルエンジン。赤枠で囲まれたところは過給機となっており、実際には、二つの過給機が設置されています。

次に、過給機の構造ですけれども、これは過給機の断面になります。過給機の断面図を大きく分けると、真ん中に赤い点線を引いており、その右側がタービン側、左側がブロワ側とありますけれども、大きく分けて右側と左側で機能が分かれます。右側のタービン側の役割ですけれども、機関の排気ガスを取り込んできて、排気ガスのエネルギーを使ってタービンを回して過給機の動力を生み出します。一方、左側のブロワ側ですけれども、外から空気を取り込んできて、空気を圧縮しエンジンに送り込む機能を果たしております。車のターボと同じになります。過給機の構造を頭に置きながら、3/23に戻っていただきたいと思います。

工場では過給機を調査した結果、大きく3つの点に比較的大きな損傷を確認いたしました。1つ目が、中段右側の写真にあるタービン側のベアリングですが、片減りやつぶれが確認されております。2つ目ですけれども、下段の写真の右側、取り出したタービンの写真ですけれども、上部のタービンブレードが1枚折損しております。その根元の部分を拡大したものが中央の下側の写真になります。根元の部分から折損していることが分かります。この上の写真は折損したタービンブレードのかけらを並べているものです。3つ目としては、下段右側の写真ですが、タービンブレードの振動を抑制するために内側と外側に2本装着されているレーシングワイヤの一部が脱落していることを確認しております。

5/23をお願いします。損傷した部位の詳細調査結果を示しております。折損したタービンブレード及びレーシングワイヤについては破面の観察を行っております。タービンブレードについては疲労破壊を示すストライエーション模様を確認しました。一方、レーシングワイヤについては瞬間的な応力による破壊を示すディンプル模様を確認しています。ベアリングについてはベアリングメーカーに調査を依頼し、分解を行っていただいた結果、瞬間的な衝撃荷重による損傷であることが確認されました。これらの調査結果を踏まえて、タービンブレードの折損が軸固着の起点部位であると判断しました。レーシングワイヤやベアリングというのはタービンブレードの折損による従属的な事象であると考えています。なお今回、R側（右側）に固着があったのですけれども、L側（左側）の過給機のタービ

ンブレード、ロータのファツリ一部にも疲労破壊を示すストライエーション模様を確認しております。

7 / 23をお願いします。次に、起点部位であるタービンブレードの疲労破壊が発生した要因について調査を行いました。その中で、主たる要因というのは加工不良と組立不良があることが分かりました。主たる要因ではないのですけれども、腐食や汚れ、経時的な変化も事象進展を助長したと考えています。

次のページ以降で具体的な説明をします。

8 / 23です。加工不良として、レーシングワイヤの孔の高さの設計値逸脱が分かりました。下の図の左側はタービンブレードを示していますが、レーシングワイヤを取りつけるためにタービンブレードには2つのレーシングワイヤ孔が開けられています。タービンブレード一つずつを全部外し、根元から孔の位置を測定したところ設計値を逸脱し、隣り合ったタービンブレード孔の高低差が大きくなっている箇所を確認しております。隣接するタービンブレードの孔の高低差が生じると、タービンブレードとレーシングワイヤの作用角度が変位し、タービンブレードの背面側に応力が増大することが応力解析から分かりました。今回のタービンブレードの損傷というのは、背面側が基点になっていることが破面解析から分かっていますので、主たる要因であるタービンブレードの疲労破壊の要因がレーシングワイヤ孔高さの設計値逸脱だと考えております。レーシングワイヤ孔の設計値逸脱は調査の結果、製造時の加工不良であると判断しています。

次のページ、タービンブレードファツリ一部と呼ばれる、図でいうとタービンブレードひとつひとつが軸のロータと、もみの木を逆さまにしたようなもので付いている、これがファツリ一部で、これが実際に壊れたブレードを切り出したものですが、これくらいの大さきの、この部分をファツリ一部と呼んでいます。その部分を外し、3Dの寸法計測を行った結果、設計値を逸脱していることが分かりました。タービンブレードのファツリ一部は運転時にさまざまな応力を受け塑性変形が発生したと判断しております。今回の過給機は過去にタービンブレードの取り外し、再取り付けを実施してありまして、変形したファツリ一部を再度組み立てるときにファツリ一部のあたりが大きく変化してしまって、ファツリ一部の一部に応力集中したことが疲労破壊を生んだ主たる要因になった可能性があるかと判断します。

次のページ、要因調査を踏まえ、レーシングワイヤの孔の高さと設計値逸脱とタービンブレードファツリ一部の設計値逸脱が、タービンブレードファツリ一部に与える影響を確認するための応力解析を行いました。応力解析の結果、2つの要因が重畳した場合に疲労限度に達することが分かりました。2つの要因が単独の場合は、解析上は疲労限度に至らないことを確認しております。

12 / 23をお願いします。原因と全体のメカニズムのまとめですけれども、事象の原因は、2つの要因が重畳したことによりタービンブレードが疲労破壊したものと推定しています。全体のメカニズムとしては、まずタービンブレードが疲労破壊により折損し、過給機の軸固着が発生して、ディーゼル発電機の出力が低下したと推定しております。

13 / 23と14 / 23は、疲労破壊のメカニズムを補足しているものなので、本日は説明を割愛したいと思います。

15/23の過給機軸固着の推定メカニズムです。事象の順番が書いてありますけれども、簡単に説明しますと、タービンブレードが疲労破壊によって折損したことで過給機自体のバランスが崩れて軸が振れ回り、最終的にベアリングがつぶれて固着してしまったと考えています。

次のページ、まず、ブレードが壊れて軸固着し、そこからなぜディーゼル発電機の出力が低下したというメカニズムですけれども、その順番をまとめたものになります。簡単に説明しますと、過給機が固着したことによって、半分のエンジンの機関に空気が全く供給されず未燃焼状態となりました。そのため、機関全体として出力が急激に低下し0MWまでいって停止したというメカニズムを推定しております。

18/23です。対策と水平展開です。当該の非常用ディーゼル発電機については、過給機の中にあるものの大部分を新製して復旧しております。昨年10月までで復旧しまして、試運転を行って、1号機のディーゼル発電機（B系）は現状、通常に使用している状況です。今回、加工不良というところと、取り外し、取り付けを行って再利用したというところが一つの要因になっていますので、対策の2番目としては、非常用ディーゼル発電機の過給機の新製や既設のディーゼル発電機を含めた過給機の保守管理に際して、以下の対策を実施すると。まず、孔加工するときには、1枚1枚しっかりと設計要求値以内であることを確認することで作業要領書を改訂し行うことを求めています。また、保守管理に係る対策ですけれども、タービンブレードの取り外しが必要となった場合は、タービンブレードを再利用しないということを取り決めていきます。水平展開としましては、過去にタービンブレードの取り外し、再取り付けを行った実績のある過給機を対象としてブレードの交換を行ってまいります。同時に点検をしていきますけれども、孔の高さの測定やタービンブレードファツリ部の亀裂の有無などの確認を実施し、今後は、新しく得られた知見がもしあれば展開していきたいと思っております。

今のところ、同型の福島第二原子力発電所にある運転時間のかなり長い過給機についても、すべてのブレードを取り外して確認しておりますけれども、事象は全く確認されておらず健全な状態であることが分かっています。7号機についてもパターンが違う過給機なのですが、孔の高さ等の測定などはすべて行っており、今のところすべて問題等は発生していません。順次確認していきたいと思っております。

以上で説明を終わります。

（中島座長）

ありがとうございました。ただいまの説明に対しご質問等がございましたら、お願いいたします。

（田中委員）

これは相当なハイサイクルの疲労破壊と考えていいわけですね。

（東京電力HD：竹本GM）

そうですね。この過給機自体は1万4,000回転くらいで回っている機器なのですけ

れども、サイクルとしてはかなり早いサイクルで回っていて、平均応力がかなり高い場ではあるのですけれども、加振源として過給機にぶつかるエンジンの排気の脈動があって、それが加振源となっていて、それが大体38Hzくらいです。

(田中委員)

水平展開すると、これは例外的だということですか。

(東京電力HD：竹本GM)

今のところ、ほかにもあるのではないかと調べているのですけれども。

(田中委員)

世界的にはどうなのですか。

(東京電力HD：竹本GM)

世界的に見てもこれはないのです。

(田中委員)

加工というけれども、メーカーは同じでしょう。

(東京電力HD：竹本GM)

メーカーは同じです。ですので、加工自体が特殊な治具を使っていて、資料の一番最後のページに載せているのですけれども、複雑な治具を使ってブレードに孔を開けています。この装置はきちんとネジを固定していないとネジのあそびができてしまって、そうすると孔の位置がずれてしまうことが分かっています。もしかしたら、このブレードを加工したときの作業の過程でそこがしっかりと行われていなくて、その部分だけがずれてしまったのか。それともほかにもあるのかもしれないのですけれども、そこは今確認しています。

(田中委員)

こういうことが運転中に起きると、どういうことになるのですか。

(東京電力HD：竹本GM)

今回の事象についても、かなり短時間で出力が低下しています。過給機自体がものすごく軽い素材でできていて、そうしないと1万4,000回も回らないのですけれども、なかなか振動だけでは分からないといったこともあります。

(田中委員)

僕が聞きたいのは、これは非常用発電機ですよ。そうすると、常には動いていないとしても、非常に急いでいるときにこの事故が起こるということが分かったということでしょう。

(東京電力HD：竹本GM)

そうです。必要な台数以上に保有していますので、仮に1つがだめになったとしても、その号機の中でバックアップがあることと、他号機からの融通もできますので、そういった面では、こういう事象が起こっていいというわけではありませんけれども、機器のトラブルに対しては対処できるようにしています。

(田中委員)

例外的だということですか。そういうふうに考えればいいと。

(東京電力HD：竹本GM)

現時点においてはかなり特殊な状況だとは思っています。世界的にも、日本でもいろいろと船のエンジンも含めて探しているのですけれども、なかなか同じような事象が起きていないと。

(山内委員)

この調査は社内でやったものですか。それとも、正規のメーカーの調査なのでしょう。どれくらいこのような調査対応について東京電力ホールディングスの発電所の中で内製化されるものなのでしょう。それから、もし伺ってよろしければ、このメーカーはどこなのでしょう。

(東京電力HD：竹本GM)

まず、調査については、この発電機のメーカーと協力してやっていますけれども、当社側にも研究所を設け、材料の専門家がたくさんいますので、そこで実際の破面観察をしたり、いろいろな評価をしたり、かなりの部分で今回、社内で評価するという事にチャレンジしています。プラント全体を設計しているメーカーはほぼかわっていないと。製造しているメーカーに直でこちら側の意見を技術者とぶつけながら原因を究明していったので、かなりの時間を要してしまい、それが反省点なのですけれども、なかなか原因というのは、最初は手探りで始まったものなので、徐々に追い詰められていったところがありますので、今回はかなり社内の技術者をよく使いました。

(中島座長)

そのほか、この件に関していかがでしょうか。

それでは最後に、「報告事項」の(2)その他となっておりますが、資料No. 4、資料No. 5ということで、「柏崎刈羽原子力発電所における防火区画貫通部の是正状況について」、「柏崎刈羽原子力発電所における不適切なケーブルの是正状況について」。今まで報告いただいたことのフォローアップということかと思しますので、これらについて東京電力ホールディングスよりご説明をお願いいたします。

(東京電力HD：設楽所長)

お手元の資料についてお話をさせていただきます。2017年7月11日に2号機原子炉建屋で最初に確認された、建築基準法にかかわる防火区画貫通部の防火措置が施されていない事象については、調査によって、発電所全体で212箇所あったことを確認しました。モルタル詰めや鉄板の蓋で閉塞するといった是正措置を行いまして、昨年7月29日までにすべての作業を完了しております。本件の概要につきまして、資料No. 4として配付させていただきました。

また、2015年9月18日に6号機中央制御室の床下で最初に確認された、安全系ケーブルと一般系ケーブルの混在による不適切なケーブルの敷設については、原子力規制委員会からも保安規定違反と判断され、指示文書を頂きました。調査によって、発電所全体7プラントでは3,469箇所の不適切な箇所が確認され、敷き直し、撤去、切断などの是正措置を行い、昨年5月31日にすべての作業を完了し、原子力規制委員会に報告いたしました。本件については資料No. 5として配付させていただきました。

それぞれの事象の原因と再発防止対策、日々の業務点検、実際に業務にかかわるための教育にしっかりと反映して、今後の再発防止、技術力の向上に努めてまいりたいと思っております。資料をお配りしましたので、報告は以上とさせていただきます。

(中島座長)

ありがとうございました。資料の内容については、まとめの中でということですので、見ていただいて、ご質問等がございましたら、お願いしたいと思います。

(田村委員)

防火区画貫通部のところなのですからけれども、建築基準法に抵触するとあるのですけれども、普通、民間だと建築基準法をクリアしないと建物を造れないのですが、これは審査を受けていないのでしょうか。

(東京電力HD：水谷土木・建築担当)

確認申請後の建築主事による確認というのは当然、建設時に実施されているのですが、今回見つかったものについては、その大半が基本的にはその後の改造工事、建設後に壁等に穴を開けたりしていて、その防火処理が確実に実施されていなかったと。その結果が、防火処理がされていないという実態でございます。

(田村委員)

後からのものということですね。分かりました。

(中島座長)

今後もしろいろと工事で必要があれば、こういったことをやるかと思いますが、対策のところでは、エキスパートによる確認の上で、ということになっておりますので、そこはしっかりとやっていただければと思いますので、よろしくお願いたします。

そのほかにかがででしょうか。

特にコメント等がなければ、この報告については以上でございます。

これで議題あるいは報告として用意した内容についてはすべて終了となりますが、そのほかご質問等があればお願いしたいと思います。

(田中委員)

傍聴されている皆様も関心のあることでもあると思うし、私自身も関心があるのですが、元東京電力ホールディングスの社員の木村俊雄氏が昨年の文藝春秋9月号で、「福島第一原子力発電所は津波が来る前に壊れていた」という記事を書いています。この問題は相当インターネットや雑誌などいろいろなところで取り上げられて注目を集めていて、私も個人的に知らない方からメールがきて、どう答えていいかわからないという問題もあります。そこで、この記事の関連で、東京電力ホールディングスに1点だけお伺いしたいことがあります。木村さんは6年くらい前、2013年くらいだったと思いますけれども、今回の文藝春秋の記事とほぼ同趣旨の論考をある科学雑誌に寄稿されています。私がそれを読んで、2013年の秋、11月頃だったと思いますが、このことに関して東京電力ホールディングスはどのようにお考えかという質問書を出しております。私がそのコア委員になって参加している、2014年1月14日の第2回課題別ディスカッションの地震と津波で、東京電力ホールディングスから文書回答を頂いています。

それによると、木村氏が主張している部分の核心というか基本は、福島第一原子力発電所の1号機ですけれども、1号機は原子炉スクラム後数分のうちに炉心の流量がゼロになってしまったというのが木村さんの主張の核心部分です。それが原因で、地震直後に自然循環が止まってしまい炉心損傷に至ったと。地震がきて数分後に炉心損傷に入っていると。その中には地震の影響があって、小さい配管が損傷してそういった自体が起きていると。そういった分析をされているわけです。そのことに関して、6年前に質問を投げたときの回答は、そのときの文書をそのまま読み上げますと、炉心流量がゼロになったのは異常挙動ではなく、流量が小さいのでローカット処理で流量をゼロにしているのだということで、実際はそんなことはないという回答でした。

そこで、東京電力ホールディングスに確認しておきたいのは、6年前のお答えはそのまま今でも有効であるということで、炉心流量ゼロについて、東京電力ホールディングスの考えというのは今も課題別ディスカッションでの回答どおりであって、改めるべきことはないということよろしいでしょうか。

(東京電力HD：山本部長)

当時、ご回答申し上げたことから考えはいささかも変わっておりません。ローカットフィルター処理で流量ゼロと処理されたものかと考えております。

(田中委員)

分かりました。そういう主張をされているのかどうか分かりませんが、一応、新潟県の技術委員会としては、2014年1月14日の課題別ディスカッションでの東京電

カホールディングスの考えが現在もなお同じということによろしいですね。

（東京電力HD：山本部長）

けっこうでございます。

（田中委員）

分かりました。

（中島座長）

そのほか、全体として何かございますでしょうか。

特になければ、冒頭で今後の進め方ということもありましたので、これから県の事務局とも相談しながら、取りまとめの方向で進めてまいりたいと思いますので、よろしく願います。

以上をもちまして、本日の議事はすべて終了ということですので、進行を事務局に戻したいと思います。よろしくお願いいたします。

（事務局）

ありがとうございました。今後の委員会の日程等につきましては改めて調整させていただきます。よろしくお願いいたします。

最後に、原課長よりごあいさつ申し上げます。

（原原子力安全対策課長）

長時間にわたり、貴重なご意見をありがとうございました。これからも委員の皆様からのご指導、ご助言をいただきながら、事業者などに対して責任を持った説明を求め、福島第一原子力発電所事故の検証や柏崎刈羽原子力発電所の安全対策により、地域住民の安全と安心を第一に対応してまいります。また、先生方にはいろいろとご相談させていただきますが、よろしくお願いいたします。本日はありがとうございました。

（事務局）

本日の技術委員会はこれにて閉会とさせていただきます。ありがとうございました。