

新規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合

第16回

1. 日時

令和3年5月28日(金) 10:30～11:51

2. 場所

原子力規制委員会 13階会議室B/C/D

3. 出席者

原子力規制庁

遠山 真 技術基盤課長
佐々木 晴子 技術基盤課 企画調整官
塚本 直史 システム安全研究部門 主任技術研究調査官
江口 裕 システム安全研究部門 技術研究調査官
小林 貴明 実用炉審査部門 主任安全審査官
久光 仁 実用炉監視部門 上級原子炉解析専門官

東京電力ホールディングス株式会社

今井 俊一 原子力設備管理部 課長
菊川 浩 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 原子力設備管理部 設備技術グループ チームリーダー
山内 景介 原子力運営管理部 燃料管理グループ マネージャー
野中 伸仁 原子力運営管理部 燃料管理グループ チームリーダー
上村 孝史 原子力設備管理部 原子炉安全技術グループ マネージャー

日本原子力発電株式会社

浦邊 守 発電管理室 設備管理グループ 課長
油布 哲 発電管理室 設備管理グループ 課長
安元 孝志 発電管理室 炉心・燃料サイクルグループ

中部電力株式会社

原田 健一 原子力本部 原子力部 運営グループ 専任副長

4．議題

(1) サンプスクリーンを通過したデブリが炉心に与える影響に係る事業者意見

5．配付資料

資料16-1 BWR-ECCS ストレーナ下流側炉内影響に対するNRA殿指摘事項への回答

参考資料16-1 第44回技術情報検討会資料44-1-3サンプスクリーンを通過したデブリが炉心に与える影響に関する事業者からの意見聴取結果について
(令和3年1月27日)

6．議事録

遠山課長 それでは、定刻になりましたので、第16回新規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合を開催いたします。

司会進行を務めさせていただきます、技術基盤課長の遠山でございます。よろしくお願いいたします。

それでは、議事運営についての説明を佐々木企画調整官よりお願いします。

佐々木調整官 技術基盤課の佐々木です。

本日の議事運営ですけれども、新型コロナウイルス感染症防止対策のため、テレビ会議システムを用いて実施いたします。2拠点と原子力規制庁を結び、計3拠点で実施いたします。

本日の配付資料は、議事次第の配付資料一覧にて御確認ください。

なお、注意事項ですが、マイクについては、発言中以外はミュートにする。発言を希望する際は大きく挙手する、発言の際にはマイクに近づく、音声不明瞭な場合は互いに指摘するなど、円滑な議事運営に御協力をお願いします。

また、発言する際には、お名前を名のっていただくようにお願いします。

また、資料の説明の際は、資料番号とページ数が分かるように発言していただくようお願いいたします。

以上です。

遠山課長 それでは、佐々木調整官より今回の意見聴取会の趣旨について説明をお願い

します。

佐々木調整官 技術基盤課、佐々木です。

参考資料の16-1として資料をつけておりますのでそちらを御確認ください。

こちらは、第44回技術情報検討会、今年の1月に行われたものですが、その資料の抜粋となっております。

1.の概要のところでございますが、昨年の8月19日に開催された技術情報検討会において、サンプスクリーンを通過したデブリが炉心に与える影響に関する知見について報告しております。これは、原子炉冷却材喪失事故時の保温材の破損等によって異物が発生しますので、これをデブリと呼んでおりまして、これがサンプスクリーンを通過して炉心に与える影響についてのものでございまして、アメリカのNRCの規制ガイド、Regulatory Guide (Reg.Guide) が2012年に発行されて以来、米国でもいろいろ検討されていたんですけども、近年議論は収束してきたということで、日本の状況について併せて報告したというものになります。

この際に、国内の情報収集として事業者から意見を聴取するということになりましたので、この後12月7日に事業者意見の聴取の会合、この会の14回になりますけれども、これを開催して御説明を受けました。

同じ資料の2.のところから聴取の結果ということで概要は書いてありますが、めくっていただきまして、2ページのところに(2)として、BWR事業者の検討状況ということで、概要としましては、全プラントで再稼働までに繊維質保温材を撤去しますということと、引き続き格納容器清掃等により異物発生防止に努めるということで、発生防止をしますという御説明がありました。

この会合において、その下の3.主な質疑応答というところに記載しましたが、いろいろな質問がありまして、めくっていただきまして、3ページの下3.2のところからBWR事業者の検討内容に関するものというところでまとめておりますが、その繊維質保温材を撤去するということについて、 のところにありますが、御説明では、下流側影響を考慮したリスク評価は不要ですという説明がありまして、これについて質疑をしておりますが、次のページ4ページに行ってくださいまして、一番上のマルのところにお説明いただいた概要がありますが、ストレーナの大形化や繊維除去などの対応がなされており、リスク増分がなく、評価は不要ですという御説明でした。

また、 のところに繊維以外の物質の影響についても議論をしておりまして、こちらに

ついても2個目のマルにあります。繊維質保温材がないのでストレーナは閉塞しませんという説明をいただきました。

これを受けて、4.今後の進め方として、三つ目のマルになりますけれども、今後この関係でBWR事業者は試験等を実施する予定はないということですが、以前にストレーナ閉塞の検討の際にリスク評価を実施し、当時に比べてストレーナの大型化や繊維除去などの対応がなされており、リスク増分がなく評価は不要だとしているので、その技術的妥当性についてはデータ等を御提示いただいて、公開で説明を受けることにしたいということでもとめておまして、今日は、その回答をいただける会というふうに認識しております。

以上です。

遠山課長 それでは、サンプスクリーンを通過したデブリが炉心に与える影響に係る事業者意見について、事業者から説明をお願いします。

東京電力HD（門間） 東京電力の門間といいます。よろしくをお願いします。音声のほう聞こえてますでしょうか。

遠山課長 はい、聞こえております。

東京電力HD（門間） では、資料のほう御説明させていただきます。

まず、1ページ目ですけれども、ストレーナ下流側の炉内影響に対する御指摘事項への回答となります。

2ページ目のほうよろしくをお願いします。まず、指摘事項になりますけれども、ストレーナを通過したデブリが、炉心に悪影響を及ぼさないとした根拠ですとか、評価結果を示すこととなります。これを踏まえて以下の内容で回答したいと思っております。

まず、一つ目ですけれども、BWRプラントにおける閉塞事象の概要と取組についてというところ、二つ目としては、炉心に悪影響を与える項目についてというところ、あと、それと三つ目としましては、燃料フィルタに対する圧損試験結果について、四つ目としまして、その他としまして、面談で御質問いただいた件です、まとめておりますので、それについて回答したいと思っております。

3ページ目のほうよろしくをお願いします。まず、これまでのBWRプラントにおける閉塞事象の概要をまとめております。

まず、閉塞事象については、内規の要求を踏まえて主に以下の事象を想定して評価を実施しております。

一つ目ですけれども、LOCAが起きたときに最も影響が大きい配管の破断を想定するとい

うところ。その次ですけれども、破断した配管の周囲にある保温材、塗料等が隔離して異物になると。それが、ブローダウンでS/Cへ移行するということ。

三つ目としてS/Cに移行したデブリがストレーナに付着することで閉塞等の悪影響がないかというところを評価するという流れになっております。

4ページ目のほうよろしく申し上げます。それに対する閉塞事象へのBWRプラントの取組についてまとめております。

BWRにおいては、デブリによるろ過装置への影響を低減するために、対策 と書いておりますけれども、図でいくと繊維質保温材の撤去というところを実施しております。右のほうのイメージ図で繊維質保温材を撤去することで、薄膜形成効果を防止するというところを考えております。

その下、対策の と図で書いておりますけれども、ストレーナの大型化。こちらリスクを積層させて表面積を増加させるというところで閉塞に対する裕度を上げていているというところになります。

それと、対策の三つ目で格納容器内の異物の管理、あとは起動前の清掃をやるというところで、異物閉塞対策を取り組んでいるというところになります。

今回、炉心ですね、ストレーナを通過した後の炉心へのデブリに対する影響というところありますので、その辺を中心に御説明したいと思います。

5ページ目のほうよろしく申し上げます。まず、炉心に悪影響を与える項目が何かの整理をしております。整理の結果、表の一番上にあるんですけれども、燃料フィルタの閉塞についてやはり確認が必要だろうというところで考えていて、試験によって冷却に影響のないことは確認しております。これは、後ほど御説明させていただきます。

表のほう、簡単に説明させていただきますけれども、燃料集合体の閉塞についてというところで、炉内の冷却材の流れとしては、下のほうから、燃料集合体の下から上向きに流れる方向になりますので、燃料集合体の下部に燃料フィルタというところが設置されているプラントもあります。こういった意味でフィルタがデブリに閉塞するというところが冷却性能に影響を与えますので、試験による確認を実施する必要があるだろうということになっております。

表の真ん中ですけれども、燃料集合体の摩耗というところで、金属デブリによるフレッキング摩耗の影響も考えられるのですけれども、こちらストレーナですとか、フィルタ等、異物の金属デブリを補足するフィルタがついておりますので、影響は小さいだろう。

加えて、炉内の流速も運転中に比べるとかなり低いというところもありますので、影響は低いだろうと考えております。その下、デブリによる化学析出物の堆積による冷却性能の低下ですけれども、こちらBWRの冷却材は純水を使用しておりますので、設計基準の事故の環境では、化学析出物が堆積する影響は小さいだろうというふうに整理しております。

6ページのほうよろしく申し上げます。ここからが、燃料フィルタに対する閉塞するかどうかの圧損試験についてまとめております。

まず、燃料フィルタの閉塞ですけれども、今回Defenderというタイプの燃料フィルタに対して圧損試験を代表として実施しております。燃料フィルタには、メーカーの違い等によってタイプが幾つかあるんですけれども、ストレーナよりもメッシュサイズが一番小さいというところでDefenderがありますので、そちらを代表にしているというところになります。

下の表が、メッシュサイズの比較になります。Defenderよりもストレーナが大きくて、その他、燃料フィルタですとか燃料棒の間隙などはそれよりも大きいという流れになっております。

左下の写真が、燃料Defenderの写真になりまして、右が従来型のフィルタというところになります。

じゃあ、7ページ目のほうよろしく申し上げます。こちら、試験の概要についてまとめております。右下に図がありますけれども、まずタンクに異物を投入してポンプで循環させてフィルタの圧損を測定するという流れになっております。

あとは、投入するデブリの条件ですけれども、繊維質とケイ酸カルシウムを考えております。繊維質保温材撤去済み、もしくは撤去予定となっておりますけれども、保守的に入れることで設定しております。

その下、想定する格納容器内のデブリの発生量になります。こちら保温材の撤去前の集約結果、 で打っていますけれども、こちら平成18年のときに格納容器内にどのぐらいの保温材があるのかというところを各社集約しております。そこで、Defenderタイプを装荷する可能性があるプラントで、かつ、保温材の量が最も多いプラントについて代表としてその量を想定しているというところになります。

さらに格納容器内の繊維質とケイ酸カルシウムの保温材の全量が、ストレーナのほうに到達するという仮定で考えております。通常、内規ですとZ01ですとか、水源からの移行割合というところがありますけれども、それを考慮しない保守的な値で設定をしていると

いうところですが、そうすると、繊維質の量としては5,600kgですとか、ケイ酸カルシウム3,100kgという数値になります。

そこから、その下です。ストレーナからの通過量というところ、こちらアメリカの試験です。 の2を振っておりますけれども、NEDO-32686の試験を参考にして保温材全量のうちの0.4%がストレーナを通過するという仮定で考えております。そうしますと、繊維質としては22kg、ケイ酸カルシウムとしては12kgとなります。そこから、投入するデブリ量ですけれども、通過した先ほどの総量に対して燃料体の本数で割るというところで、1本当たりの投入量を決めているというところになります。繊維質としては64gになるのですけれども、投入量としては、保守的に120gと。ケイ酸カルシウムとしては35gになるのですけれども、投入量としては50gと50gというところを考えております。

8ページ目をよろしく申し上げます。こちら、試験の内容になっております。

まず、以下のそれぞれの条件で流量を1 /s ~ 4、7 と変化をさせて圧損を測定すると。デブリの投入の順番ですけれども、最初に繊維質保温材を120g投入すると。その次に、ケイ酸カルシウムを50g追加で投入すると。さらにケイ酸カルシウムを50g追加するという順番で試験を実施しております。

じゃあ、9ページ目のほうをよろしく申し上げます。こちら、試験結果のグラフになります。

まず、 のところで繊維質保温材を120g投入しております。そこから赤いところです。流量を徐々に増やしたときに、青いのが圧損になりますけれども、それがどう上がって行くかどうかというところの見方になります。

次に、 のところで、ケイ酸カルシウムを投入して、徐々に流量を上げていくと圧損も一時的に上昇はするのですけれども、継続しないということが確認されております。

次に、 のポイントで、再度ケイ酸カルシウムを投入しておりますけれども、同様に流量を上げていくと圧損上昇はするんですけれども、継続せずDefenderに対して目詰まりが生じていないということが確認されております。よって、薄膜効果は発生はしていないというところを確認しております。

10ページ目をよろしく申し上げます。こちらは、試験後のDefenderの外観の写真になります。外観の写真からも目詰まりが生じていないということが確認されております。

11ページ目をよろしく申し上げます。こちらは、炉内の圧損試験の話は先ほどで終わりました、ここからが、その他のものとして、まずは格納容器内に存在するデブリの影響に

ついてまとめております。格納容器内に存在するデブリですね、塵ですとかほこりなどについては、まず内規に基づいてストレーナの性能評価のときに、既定のデブリ量等を入れて反映しているというところです。

また、BWRプラントについては、少し繰り返しになって恐縮ですがけれども、以下の取組を実施しておりますので、異物の影響は小さいと考えております。

一つ目は、繊維質保温材は全て撤去する方針であること。あとは、ストレーナの大型化を実施していること。三つ目で、炉内影響に対しても、先ほどの圧損試験の結果で健全性を確認しているというところと格納容器内の異物混入対策の徹底と清掃等を実施しているというところで、デブリによる影響は大きくないのではないかとこのように考えております。

12ページ目をよろしく申し上げます。こちらは、下流機器への影響についてまとめております。下流機器の影響についても、表のとおりで影響は小さいと考えております。

まず、表の見方ですがけれども、一番左側に対象の機器、ストレーナを通過した先にある機器としてポンプですとか弁、熱交換器というところを記載しております。それに対して、下流機器、デブリによる影響としては、閉塞ですとか摩耗の影響が考えられるというところになります。まず、閉塞のほうですがけれども、ポンプに関して言いますと、軸受けの部分とかは少しギャップはストレーナのメッシュよりも小さい部分があって、ここに閉塞は生じないかという話もあるんですがけれども、ポンプのほうを高速で回転する機器になりますので、閉塞度の形成を妨げるような動きになること。

あと、インペラー等で細かく碎かれるというところもありますので、閉塞の影響は低いのではないかとこのように考えております。

あと、弁についても、運転中は全開状態であることを考えますと、閉塞の影響は低いだろうというところ。

あと、熱交換器についても伝熱管のチューブですね、その口径がストレーナのメッシュよりも大きいというところもありますので、やはり閉塞の可能性は低いだろうというふうに評価しております。

次に、摩耗のほうですがけれども、こちらのポンプと熱交換器、同じ記載になっておりますけれども、まずはデブリのうち硬度が低いものについては、異常摩耗の原因としては低いだろうというふうに考えております。

あとは、デブリの固形物です。土砂ですとか錆片については、比重がかなり重くて沈殿

するという効果もありますので、摩耗の発生というところの可能性は低いだろうというふうに考えております。

あと、弁についても、弁箱の肉厚です。こちらかなり厚いので、摩耗による機器機能喪失みたいな影響は問題ないというふうに考えております。

じゃあ、13ページ目をお願いします。こちら、リスク評価について考えをまとめております。アメリカのようにリスク評価を実施しないのかという御指摘がありましたので、BWR側の考えをまとめているというところになります。

まず、四角の枠のほうですけれども、こちらの前回の会合の資料の再掲になりますけれども、アメリカの状況を整理しております。アメリカのほうでは、BWROGがGSI-191（PWRのサンプ閉塞問題）で得られた新たな知見に対して、リスク情報活用アプローチを適用した報告をNRCに実施していると。この報告を受けてNRCのほうは、BWROGの報告書また関連する技術文章の審査結果として、下流影響を踏まえて全てのプラントがReg.Guideに基づきリスクの増分が小さいだろうというところの確認され、追加の規制措置は不要であるということがされております。

この下ですけれども、日本国内のBWRについては、アメリカの確率論的なアプローチではなくて、決定論的に閉塞の可能性を排除するという対策を取っております。具体的に言うと当時ストレーナの閉塞の検討をしていたというところで、当時実施していたLos Alamosの国立研究所の試験のほうでも、ケイ酸カルシウムと繊維質との混合ベッド、これが大幅な圧損上昇を引き起こす知見が得られていましたので、この知見を反映して、まずは繊維質を可能な限り撤去すると、そういう方針を選択しているというところになります。

あと、加えて、ストレーナの大型化の設計は、繊維質に薄膜形成を前提としたストレーナ表面積確保を原則としており、非常に大きなマージンを持たせているというところがあります。

あと、先ほど御説明した下流影響についても燃料フィルタに対して試験を実施して影響はないというところを確認していると。上記の条件がありますので、LOCA時にストレーナの閉塞もしくは炉内の閉塞というところが、発生しないというのがありますので、それに起因したリスクの増加はないだろうということで、リスク評価を実施する必要はないというふうに整理をしております。

14ページをお願いいたします。まとめですけれども、BWRのプラントは繊維質の撤去、あと、ストレーナの大型化、清掃等を実施していて、デブリによる閉塞事象に対して裕度

を向上させる取組を実施しております。

あと、ストレーナを通過した異物による炉心への悪影響に関しては、繊維質を考慮した保守的な条件での圧損の試験を実施しており、LOCA後の冷却に影響のないことも確認しております。現状得られている知見から、安全上の問題はないのではないかと考えておりますけれども、引き続き最新の知見を収集して安全性の向上に取り組んでいくというところで考えております。

その他は参考になりますので、適宜、議論の中で必要に応じて説明させていただきたいと思っております。

説明のほうは、以上になります。

遠山課長 ありがとうございます。

それでは、ただいまの説明について、規制庁側で質問あるいはコメント等あればお願いします。

はい、佐々木さんどうぞ。

佐々木調整官 原子力規制庁の佐々木です。

御説明ありがとうございました。実験した内容を説明いただいたので、質問しやすいので確認したいと思います。

これは、多分以前に実験されたストレーナの閉塞することに関する実験の結果の中から説明をいただいていると思うんですけども、その関係だと思うのですが、この実験自体は繊維質断熱材とケイ酸カルシウム断熱材を混合した試験というふうになっているわけですけども、資料16-1の8ページのところにどういう試験をしたかというのを書いてありますが、最初に繊維質を投入し、後からケイ酸カルシウムを2回投入したという試験になっているんですけども。

圧損が高くなるという観点からしたら、細かい繊維質のものを先に投入するというのはよく分かる考え方だと思うんですけども、今後、繊維質断熱材除去するというふうに御説明されているので、そうすると、これがなくて、いきなりケイ酸カルシウムが入ってくるということを想定することになると思うんですけども、このケイ酸カルシウムは破損して粉体みたいな粉とかみみたいなものになると思うんですけども、そういうものが仮にサンプルクリーンのメッシュよりも細かいものがあれば、逆にこの繊維質がないがゆえに通過していくということも考えられるんじゃないかと思うんですけども、その辺については、つまり今後のBWRの断熱材の比率みたいなものを考えたときに、この試験とちょっと違うと思う

んですけど、その辺はどう考えているのかを御説明いただけますか。

東京電力HD（門間） 御質問のほうありがとうございます。

まず、最初に御説明させていただいたのが5ページから6ページ、こちらのストレーナの圧損試験じゃなくて、燃料フィルタのほうですね、燃料集合体の下にあるフィルタの閉塞についての確認になります。

それで、御指摘のとおり、確かに繊維質がない状態で詰まらないのかどうかと、ケイ酸カルシウムのみとか、そういった条件でどうなのかという御質問に対しては、まず、4ページ目で例えば、すみません、閉塞事象の取組というところでイメージ図を記載しております。過去、いろいろなLos Alamosの試験とかでもありますけれども、ストレーナとかフィルタのメッシュの上に繊維質が乗って、そこに粒子状の物質が補足されることで、かなり圧損が高くなるという、そういったメカニズムになります。

今回、繊維質を撤去することで粒子状の異物、ケイ酸カルシウムとかは粒子状にかなり粉碎されるということも過去の試験とかでそういった実験もありますので、そうした形でいくとメッシュを通過すると、ケイ酸カルシウムのみでは、ということになります。ですので、繊維質なしの状態では、それほど大きな圧損上昇にはつながらないというふうには考えております。

佐々木調整官 原子力規制庁、佐々木です。

私の理解がまず質問が間違っていて、ストレーナと言いましたけど燃料Defenderの話として、もう一回言うと、その繊維質断熱材がない状態でストレーナを通過して、燃料Defenderを通過していく粒子の影響はどういうふうに考えているのかという質問なんです。だから、今、御説明いただいたのはどっちだったか分からなかったんですけど、もう一回言うとそういう質問ですので、もう一回その点で説明してもらってもいいですか。

東京電力HD（野中） 東京電力の野中でございます。

燃料フィルタの件に関して御回答いたします。

ケイ酸カルシウムですけども、先ほどから話ありますとおり、大分粒子の径としては細くなるものですので、そういった粒子上の形状のものだけが、この燃料フィルタに到達した場合は、同じく通過する、圧損は全然立たないというふうに考えております。

今回の試験は、保守的に繊維質も最初に投入しておりますので、そういった観点で圧損上昇の影響を見てみたという位置づけのものになります。

御説明は以上です。

佐々木調整官 原子力規制庁、佐々木です。

その燃料Defenderの圧損が上がらないということは、今の御説明で何となく分かりますけど、今議論をしているのは、その通過したやつが炉心に与える影響なので、通過したものがかなりあるということなのかもしれないんですけど、それが炉心に与える影響はどういうふうに評価しているのでしょうか、という質問なんです。

東京電力HD（門間） 御回答いたします。

資料のほう5ページ目を御確認いただければと思います。ここに、炉心に悪影響を与える項目は何があるかというところを整理しております。先ほどの燃料集合体、燃料フィルタの閉塞のところは一番上の項目になりまして、それ以外、燃料集合体に影響を与える項目としては、金属デブリとかが燃料被覆管に接触するフレットングが起きて摩耗が生じること、もしくは、デブリによる化学析出物の堆積による影響というところがあります。

そういった意味でいきますと、今ほどの御質問でいくと、摩耗のところは、金属デブリというのがメインでケイ酸カルシウムの粒子状のデブリだと大きな影響はないだろうというところと、あとは、化学析出物も堆積するかどうかというところに入りますと、BWRの水質環境は純水を使用しておりますので、基本的に大きく水質環境が変わって析出するというようなところも考えにくいというところで影響は小さいというふうに考えております。

ですので、ケイ酸カルシウムのみの場合ですと、ストレーナもしくは燃料フィルタを通過して、特に大きな悪影響を与えることはないというふうに考えております。

佐々木調整官 原子力規制庁、佐々木です。

今の御説明だと、通過するデブリはあるけれど、それは言ってみればぐるぐる回っている、懸濁してぐるぐる回っているみたいなことになっているだけで、何か機器に影響を与えることはないというふうに考えているという、そういう意味ですか。

東京電力HD（門間） はい、その理解で結構です。

佐々木調整官 原子力規制庁、佐々木です。

それについては、何かこの根拠というか実験とか、そういうのはあるんですか。

東京電力HD（門間） はい、参考のほうに、資料こちらをすみません。ストレーナ側の試験18ページを御確認いただければと思います。少し、東京電力の7号機でシビアアクシデントでのストレーナの圧損試験というところを実施しております。化学影響を特に見るというところもあってやっている試験なんですけれども、こちら化学影響堆積物を投入する前に、ほぼ繊維質がない状態でケイ酸カルシウムを投入した段階で圧損が上がるかとい

うところも試験で見えておりますので、そちらのほう御説明いたします。それが20ページを御確認いただければと思います。

こちら、ストレーナ側になりますけれども、圧損の試験データで、化学異物を投入する前の異物を投入した状態、この 化学異物投入前というのが評価になります。ここ、異物を投入しているんですけども、ほとんどストレーナの圧損が上がっていないというところで、基本的にはぐるぐる回っているというところですので、炉内においても同じ状況というふうに考えております。

ですので、やはり繊維質があって、そこに補足されるという効果が大きいと考えていて、繊維質がない状態では炉心に与える悪影響はないというふうに考えております。

佐々木調整官 原子力規制庁の佐々木です。

圧損で御説明されているのでちょっと分かりにくいですが、その通過した粉体がぐるぐる回って、事故時に何時間か、何十時間か、何百時間が運転していると思うんですけども、それで悪さしないかどうかということを確認したわけではないんですかね。その圧損で確認しているというそういうことですか。

東京電力HD（門間） そうですね。具体的に長期試験をやって確認をしているかということとそういったところはないんですけども、現象としましては冷却材が全て入っておりまして、循環もあるというところで考えると、やはり通過して特に炉心への悪影響はないというふうに考えております。

佐々木調整官 原子力規制庁、佐々木です。

ありがとうございます。

もう一つ質問があるんですけども、この試験を行った繊維量とかが、資料の7ページに書いてあるんですけども、この試験の代表性みたいなのは、いろんなプラントがあると思いますので、どのぐらいの代表性があるのか。全プラントに適用できるように考慮して設定されているんだったらその理由というか、どういうふうに設定したのかとか、そういうのを教えていただけますか。

東京電力HD（野中） 東京電力、野中です。

基本的に国内のBWRの全プラント、運転プラントに対して代表性を持たせて設定しております。その根拠なんですけども、7ページ目の想定デブリ発生量の保温材撤去前の集約結果とありますけども、この平成18年7月の資料で国内のBWRの全プラントの集約結果が記載されております。その結果からDefenderの装荷の可能性があって保温材料が多いところ

から保温材の繊維質、ケイ酸カルシウムの量を引用しておりますので、基本的に国内の全プラントに対して代表性があるというふうに考えております。

佐々木調整官 原子力規制庁、佐々木です。

これから繊維質保温材は、撤去するという事なので、あまり関係ないかもしれないですけれども、だからデータは考えにくいんですけど、じゃあ、繊維質断熱材は全部除去しますと、そうすると今度その他というものもありますよね。そういうものを考えたときの代表性も説明してもらえますか。

東京電力HD（野中） 東京電力の野中でございます。

基本的に保温材に関しては、撤去する方向でございますので、その他に関しても基本的には、これ以上増えるものではないというふうに考えております。

佐々木調整官 原子力規制庁、佐々木です。

増えないというのは分かりますけれども、プラントによっては数%程度の使用量のその他の断熱材は使用量のものもありますけど、30とか40%とかのところもありますけれども、こういうものがあることを考慮した試験になっているということであれば、どういうふうに考慮したのか教えてほしいです。

東京電力HD（門間） 東京電力、門間です。

考え方としては、18年に当時の保温材の量でDefenderタイプの燃料を入れるプラントに対して一番最も多いものというところで保温材の量を決めております。それよりも多いものがあるのではないかと御質問かと思っておりますけれども、基本的には今の状況でいくと繊維質全て撤去する方針でおりますので、かなり保守的な条件で試験をやっているというところになります。

あと、試験条件の設定のときにも全量がストレーナ側に到達するという仮定で試験条件、デブリの発生量を想定しておりますので、ここでも、保守性を見込んでいるということもありますので、現在の状況に比べると、やはり保守的な条件で網羅できているというふうに考えております。

○佐々木調整官 原子力規制庁、佐々木です。

私の理解が悪いのかもしれませんが、その他のところにはウレタン等とか書いてあって、その繊維質でもケイ酸カルシウムでもないものが入っている、断熱材として使われているプラントが、どのプラントも量はともかくとしてあるという、その影響について質問しているつもりなんですけど。

東京電力HD（野中） 東京電力、野中でございます。

すみません。ちょっと説明がうまくなく申し訳ありません。その当時の資料にその他ウレタン等というふうな記載がございます。ウレタンという物質なんですけども、基本的には水の中で浮く浮遊性の物質でございますので、サブチャンの中に落ちてからECCSのストレーナを經由して、そこから炉内に入って燃料まで到達するということがなかなか考えづらいといったところで、代表として繊維質とケイ酸カルシウムを投入したというものでございます。

佐々木調整官 原子力規制庁、佐々木です。

分かりました。御説明ありがとうございます。

遠山課長 そのほか何かありますか。

はい、塚本調査官。

塚本調査官 規制庁、塚本です。

説明いただきまして、三つの対策を取って、今回のこの炉内影響に対しては基本的にこの繊維質保温材の撤去で、ストレーナの大型化や格納容器内の清掃といったところは以前からの対策というものと認識しておりますが、まずそれで正しいかというのは1点目です。特に、格納容器内の清掃とかで、今回の炉内影響に対して追加で何か重点的に何かするといったことはあるかどうかですね。まず、それが一つ目です。

もう一つは、それが正しいという前提で炉内の燃料フィルタに対する試験について質問なんですけれども、先ほどケイ酸カルシウムは、基本的に砕けて非常に小さい粒径になるということなんですけれども、6ページを見ますと、DefenderよりもECCSストレーナの網目のほうが大きいということで、全部砕けるという前提であればいいのかもしれないんですけれども、ストレーナの網目よりもDefenderが小さいので、Defenderのこの網目に突っかかるようなデブリってないのかなというのが、これ単純に見て思ったところでして。

今回は、試験でケイ酸カルシウムとだけあるんですけれども、そういう大きいもの、フレットング摩耗のところで金属デブリが、下のフィルタにかかるので大丈夫そうだなみたいな話があったんですけれども、そういったほかにも引っかかるものはあるかと思うんですけれども、そういう、まず、ストレーナの網目よりは小さいけれど、Defenderの網目より大きいものが来て詰まらないのか。

あと、その金属デブリという言葉が5ページ目のフレットング摩耗のところにちょっと書いてありましたので、そういったものはDefenderとかに引っかかったときに問題がな

いのか。質問はこの二つになります。

以上、お願いします。

東京電力HD（門間） ありがとうございます。東京電力の門間です。

一つ目のほう御回答いたします。ストレーナへの対策としている取組が、そのまま炉内に適応できるのか、もしくは追加で実施しているものが何かあるのかという御質問でいきますと、閉塞対策としては、記載した内容をベースにやっておりますので、まず繊維質の撤去、あとは、ストレーナの大型化をして詰まらないようにする。あと格納容器の異物管理、炉内清掃というところで、異物の軽減対策と取り組んでいて、それが、炉心燃料フィルタの閉塞にも効果があるというふうに考えておりますので、その対策をもって炉内の対策にもつながるといふふうに考えておりますので、特に追加で炉心に対して勘案するための対策とかというところは、これまでの対策の継続で実施しているということになります。一つ目の回答は、以上になります。

東京電力HD（野中） 二つ目について、回答いたします。基本的にそのケイ酸カルシウムが燃料に到達するまでに大分粉碎されて小さくなるとは考えておりますけども、この試験においては、ケイ酸カルシウムをこのECCSストレーナの径と同じ径のふるいにかけて、それぐらいの大きさのものも使用して試験をしております。

ですので、このDefenderとストレーナの径のちょうど中間にあるようなそういった粒子も含めた試験をしておりますして、その試験の結果によって圧損上昇が優位でないということを確認しております。

同じく金属のお話もありましたけども、金属については、5ページ目に記載しておりますとおり、基本的には、ストレーナやフィルタ等によって捕捉されることも考えると影響は小さいというふうに考えております。

以上でございます。

塚本調査官 ありがとうございました。

最後の金属の異物に関しましては、燃料フィルタ等で補足されるということなんですけど、質問としましては、仮に燃料のフィルタで補足された場合に下部の閉塞に影響がないかという、Defenderのこの試験においては、金属異物のようなものを考慮していないので、仮にDefenderにそういう金属異物が補足されて、その上に薄膜形成ですか、これと同じような効果は起きないんですよねというのが質問の意図だったんですけれども、そういう意味での回答をお願いいたします。

東京電力HD（門間） 東京電力、門間です。

そうですね。ストレーナ側のほうとかで、アメリカでやっている試験とかを見ると、あるいは金属フィルタで薄膜形成効果のような形で圧損が上がるということは発生しておりませんので、金属フィルタはやはり隙間がありますので、その隙間から水が流れるというような試験結果等とかも確認しておりますので、やはり薄膜形成は発生しないのではないかというふうには考えております。

塚本調査官 回答ありがとうございました。それで納得いたしました。

遠山課長 江口調査官。

江口調査官 原子力規制庁の江口です。

Defender試験について伺いたいんですけど、粒子デブリとしてケイ酸カルシウム1種類を用いて試験を実施されていますが、18ページのほうを見ますと実際にDBAの事象が起きたときに、ケイ酸カルシウム以外にも金属、スラッジですとか塗料の破片等が発生すると思いますけれど、実際に繊維デブリを撤去した状況でケイ酸カルシウム以外の粒子デブリが燃料集合体の閉塞に関して悪さをするといったことはないでしょうか。その辺の御説明をお願いします。

東京電力HD（門間） 東京電力の門間です。

御回答いたします。繊維質、ケイ酸カルシウム以外のデブリというところをストレーナ側のほうを見込んでいて、例えばスラッジですとか錆片、塵土と、こういったところの影響はないのかどうかという御質問ですけども、繊維質の上に粒子状のデブリが付着するというメカニズムでいきますと、スラッジですとか錆片、あとは塵土、この辺りもかなり粒子状の小さいものになりますので、効果としてはケイ酸カルシウムと同様に繊維質に粒子状の物質が付着するというところのものになります。

ですので、繊維質とケイ酸カルシウムのみですけども、そこで粒子状デブリとしては代表をしていて、試験としては、影響を確認できているというふうには考えております。

すみません。回答のほうは以上になります。

江口調査官 規制庁の江口です。

フィルタの目詰まり、フィルタ入り口の閉塞についてはよく分かりました。ただ、繊維デブリが実際撤去してない状況で、デブリが炉心に到達した場合に、その粒子デブリがDefenderの入り口のフィルタを通過するかどうかと思うんですけど、それは通過したデブリもケイ酸カルシウムと同様に、何か燃料集合体について悪さをするといいことはないとお考

えでしょうか。

東京電力HD（野中） 東京電力、野中でございます。

フィルタを通過した異物については、先ほどのケイ酸カルシウムと同様と考えておりまして、基本的に水が流れて冷却できるということが一番重要だと考えております。

その他の摩耗等に関しましても先ほどの御説明と一緒に影響はないというふうに考えております。

江口調査官 ありがとうございます。よく分かりました。

遠山課長 そのほか何かありますか。

それでは、私のほうから少し基本的なことを教えていただきたいのですけれども、まず資料の3ページの右の ということですか。最も影響が大きい配管の破断を想定すると書いてあるのですが、これは、具体的にはどこの配管を考えたことになるのでしょうか。

BWRでは、いろいろなタイプがあるとは思いますが。

東京電力HD（上村） 東電の上村でございます。

御質問ありがとうございます。お答えします。

プラントによって保温材の設置状況は違いますのでバラツキはありますけれども、概ねMS管付近だというふうに考えていただければと思います。配管が集合しておいて、保温材が周りにたくさん設置してあるという観点では、FDW/MS管周りというところが多くなってきます。ここは大口径ということもありますので、その辺りが一番厳しい破断箇所というふうに挙げられるのが典型的な例だというふうに申し上げることができると思います。

以上です。

遠山課長 技術基盤課の遠山です。

今、ちょっと英語の略語でおっしゃったんですけれども、主給水管というようなイメージですか。

東京電力HD（上村） すみません。失礼しました。主蒸気配管、もしくは給水配管ですね。700A、600A近くある配管が集合してございますので、その辺りが一番代表性としてピックアップされるパターンが典型例だというふうな御理解をいただければと思います。

遠山課長 分かりました。ありがとうございます。

それから、その次に、資料の5ページで、燃料集合体の閉塞というのを一番気にされていると思うのですが、まず、LOCAなどの破断があった後の炉心の冷却というのはどの程度の期間、時間に、どの程度の冷却性能があればよいというふうにお考えでしょうか。

東京電力HD（上村） 東電の上村でございます。

安全解析としては、炉心は1か月程度ずっと評価をするということをしています。それは、炉心を見ているというよりかは、どちらかという格納容器の温度を最終的に見るために長期間見ているということをしています。

一方、炉心という観点でいきますと、これはLOCAになりますので、BWRで一番重要なのは、最初に水で冠水をさせることになります。冠水をさせるときに、先ほど来議論がありました下から水が入るルート、これがデブリの閉塞によって圧損が発生をして、その水の冠水速度に対して影響を受けるか、受けないかということがBWRでは一番懸念事項になっています。それは、試験で確認をしているというのが今回の試験になります。それ以降、冠水を達成してしまうと、これは、冷却が循環しなくても水浸しになっていれば燃料のほうは健全性は保たれるということなので、大事なポイントは、LOCAが起きた後に水位が低下し、その水位の上昇の過程において想定していないような圧損上昇でその水位の上昇速度が遅くならないということが着眼点になります。御説明になっていたでしょうか。

遠山課長 基盤課の遠山ですが、今おっしゃっているのは、LOCAが起きた後の比較的短時間の再冠水の過程での冷却性能のことをおっしゃっていると思うので、そこでの圧損がというのはよく理解できます。

一方で、さっきおっしゃったように1か月ほど事故の収束、あるいはある程度状況が落ち着くまでには時間がかかるはずで、その間の冷却材の例えば流量とか、必要な圧損、圧損という形で見るのかどうか分かりませんが、冷却性能として見たときに全体としてこの考え方は、どこに基づいて先ほどの圧損試験というのをやっているのかということを確認したいのですけど。

東京電力HD（上村） 東電の上村でございます。

このデブリフィルタに対する圧損試験というのは、初期の冠水というところを念頭に置いていますので、下からの流速というのは、そのECCSの流量に基づいた流量となっています。

おっしゃっている長期の冷却という観点で言うと、冠水を維持するという観点になりますので、これは下からと限らず、上から、シュラウドから注水する側もありますので、それによって崩壊熱が補う分だけが注水できればいいという観点からすると、この圧損試験とは別に、大体その1時間後ぐらいには、もう40m³、30m³/hぐらいの注水量が新たな水として継ぎ足されておけば冠水は維持できるという、そういったレベルになりますので、こ

の圧損試験よりかは、かなり流速としては低い領域になりますし、この下側のDefender経由ではなくても、違う部分からの冷却材の流入によっても冠水が維持できるために流入する流路が保たれるということになります。御回答になっていたでしょうか。

遠山課長 はい。つまり下からの流量が必要なのは、事故後初期の段階であって、中長期的には別のルート、具体的には上のほうから注水ができるのだから冷却性能としてはよろしいんだと、そういうことですか。

東京電力HD（上村） 東電の上村です。

御理解のとおりです。

遠山課長 ありがとうございます。

それから、この資料の表現なんですけれども、燃料集合体の閉塞のところ、「燃料フィルタが設置されているものもあり」と書いてあるので、そうするとないものもあるのかなと読めるのですが、これは、どんなふうにお考えなのでしょうか。

東京電力HD（野中） 東京電力の野中でございます。

御指摘のとおり、ないものもあります。プラントによっては、そもそものこの目的が繊維状の金属が燃料の隙間に挟まって、運転中の燃料漏えいが、今まで、国内でも海外でも発生しているところを防止するために、燃料の下部にフィルタを設置してそういった繊維状の金属を捕捉しようといった意図でございます。

ですので、これまで燃料漏えいがたくさん起きているプラントでは、こういったフィルタをつけるといった対策をしておりますけども、国内の電力によっては、まだ燃料漏えいが起きていないと、そういった異物は入っていないといったような想定であれば、各社さんの考えですけども、フィルタを設置していないというプラントもございます。

以上です。

遠山課長 どうもありがとうございました。

そうしますと、圧損の点では、フィルタがないものが有利だということだと思っておりますけれど、一方で、その下にある摩耗とか堆積による性能低下については、フィルタがない部分、デブリはある程度自由に入ってくる。

先ほど、その効果、影響は小さいというふうにおっしゃっていましたが、それは、一般論として言えることなのでしょうか。

東京電力HD（上村） 東電の上村でございます。お答えします。

この異物による閉塞の影響として、重要なパラメータは、デブリベッド、その層みたい

なものが形成されたときに、その層の中にある粒子の表面積が大きくなるかということが重要になってきます。したがって、その繊維がない状態で、仮に何かが通過したとしても、それは、非常に小さい表面積になると。ベッドを形成しても非常に小さい面積になるということになります。よって、その金属みたいな粉末が入ったとしても、それは、ミリ単位のものであっても圧損はほとんど立たないということになります。

そうしたことから通過したものがその繊維の薄膜効果を生じない場合であれば、これは圧損上は気にすることは無いというのは、一般論として言えることだというふうに考えております、

以上です。

遠山課長 基盤課、遠山です。

燃料下部のタイプレートのところの流れを阻害するとか、しないとかという意味では分かるんですけど、逆にタイプレートを通過して行って、燃料棒の間隙とかに詰まるとか堆積、付着するとか、そういうことではいかがですか。

東京電力HD（野中） 東京電力、野中でございます。

例えば、摩耗の話でございますけども、上流側のECCSストレナの径がある程度小さいということもありますので、大きいものはまず入ってこないと考えております。

かつ燃料フィルタがなかったとして、そのECCSストレナを通過してきたものが入ってきたとしても、フレットングという事象自体が、運転中のような大量の流量がある流速が早い状況で、かつ例えば、数か月とか1年オーダーで燃料棒をちょっとずつ叩きながら貫通するという事象でございますので、たとえストレナを通過した異物が少しあったとしても摩耗としては影響は小さいというふうに考えてございます。

遠山課長 分かりました。

今おっしゃられたようなことというのは、どこかで検討されて報告されたものというのが、書類とかであるのでしょうか。

東京電力HD（門間） はい、運転中の燃料漏えいに関しましては、当社でも過去多数発生しておりますし、国内外でも同じくフレットングによる燃料漏えいというのが多数発生しておりますので幾つか、この資料には今載ってないんですけども、そういった知見というのはございます。

遠山課長 基盤課、遠山です。

私が質問をしたのは、通常運転中というよりも、このようなLOCA後の長期冷却の段階で

デブリが炉心に進入してきたときの影響として、それは軽微ですよというようなことを何か検討された例があるのかなと思って質問をしたものです。

東京電力HD（門間） 東京電力でございます。

今、少し確認しておりますので、少々お時間をいただければと思います。

遠山課長 それでは、続いて、もう少し聞いてもよろしいでしょうか。資料の7ページに、試験をした際にECCSストレナーの通過量として米国の試験を参考にデブリの量を決めたと書いてあって、保温材全量のうち0.4%というふうに書かれているのですが、米国の試験と言えば米国のプラントの状況を考えて設定した条件だと思うのですが、日本でもこの条件で試験をすればよいというふうに至った根拠みたいなことはありますでしょうか。

東京電力HD（野中） 東京電力、野中でございます。

この米国の試験なんですけども、2で振っております資料から、公開文献なんですけれども引用しております。ただ、引用している範囲としましては、この通過割合の0.4%というものを測定して算出したのがこの試験から引用しているというものでございます。

米国の状況ですので、それらのメッシュ径などは国内より大きめに3mmという値で設定されております。通過割合としては、この試験を参考として設定しておりますけども、基本的には、全体のその異物の投入量として、そもそもの前段の想定デブリの発生量がかかり保守性を持たせておりますので、投入量としては妥当だというふうに考えております。

遠山課長 基盤課、遠山ですけれども、当然保守的と考えて実験はされたと思うのですが、そこも何か説明した資料というか、ものがあるとしたら、もしあれば教えていただきたいなと思います。後でも構いません。

ちょっと私ばかりで申し訳ないんですけど、続きまして、資料の8ページの試験の結果なんですけれども、この試験は、
、
と三つの試験を連続して行っていると思うのですが、一方、この試験結果を見ますと圧力損失の状況というのが、傾向が三つとも全て異なる状況であると、その流速に対する変化の傾向がですね。

これは、なぜだろうなと思うと、試験を連続でやっけてしまっているために効果が重畳してしまっていて、単体の試験の影響が少し見えにくくなっているのではないかと思うのですが、れどいかがでしょうか。

東京電力HD（野中） 東京電力、野中でございます。

この流量の変化に対して、圧力損失がその、
、
で違うのではないかということな

んですけれども、弊社といたしましては、圧力損失が高くなった後に低下するというような傾向も見られておりますので、一度詰まった異物が下流側に流れていると。それによって圧力損失が低下しているといったことを考えております。

9ページ目のグラフで御説明しますと、例えばですけれども、その で流量1のところではケイ酸カルシウムを入れた後に、流量を1から4に増やしていますけれども、一度青い圧力損失がピークがたって上がっておりますけれども、その後下がっていると、こういった状況から一度詰まって、圧力損失は立ったんですけれども、その後下流側に流れてまた圧力損失が減っているというふうな状況が確認されておりますので、そういったような条件で試験を実施していたということでございます。

以上でございます。

遠山課長 そうすると、この資料の9ページの右に、「LOCA後の冷却に影響のないことを確認」というのは、この挙動はともかくあくまでも圧損の数値が低いということで、この確認をしたとおっしゃっているという理解でよろしいですか。

東京電力HD（野中） 御理解のとおりでございます。

遠山課長 ちなみに、圧損って幾らぐらいあればこの試験ではよいというふうに判断されたのでしょうか。

東京電力HD（門間） 16ページの参考資料をお願いいたします。この試験といいますが、前回の公開資料でもありましたけれども、平成24年の意見聴取会の際の資料から抜粋させていただいたものでございます。この試験結果の1ポツ目がこの試験で得られた圧力損失でございます。この圧力損失以下であれば、下のポツで書いておりますけれども、LOCA発生後の冷却を行うために必要な流量は確保されているというものでございますので、この試験に対して圧力損失が低いということで、LOCA後の冷却は影響ないというふうに考えております。

遠山課長 基盤課、遠山ですけれども、資料の16ページですと、局所圧力損失はという数字が書いてあって、これは試験の結果のように見えるのですが、その後冷却に必要な流量で書かれていたので、圧損と流量の関係が分かりにくくて質問いたしました。

東京電力HD（門間） 分かりにくくて申し訳ありません。今おっしゃられたとおり1ポツ目に書いてあります局所圧力損失の記載の値に対して、今回の圧力損失が低いといったところをもって最終的には、流量は確保されるというふうに考えてございます。この資料なんですけれども、1ポツ目に試験で計測された圧力損失が書いていまして、その圧力損失

を基に実機の冷却材の流量を評価した結果が2ポツ目に書いてございます。

LOCA後の冷却を行うために必要な流量は確保されるというものでございますので、前段として1ポツ目の試験結果に対して今回の試験は、圧力損失が低いといったところで同様の評価をしても同等以上の流量が流れるというふうに考えてございます。

遠山課長 基盤課、遠山です。

資料の16ページの試験結果は、その上に「前回圧損試験結果」と書いてあって、一方、資料の9ページの圧損試験というのは、これは同じことを指しているんですか。

東京電力HD(野中) 東京電力、野中でございます。

すみません。分かりにくくて申し訳ありません。別の試験でございます。16ページ目のものは平成24年8月の意見聴取会の際に御説明させていただいた試験で、今回少し条件を変えて試験を実施したものが9ページ目までの御説明した試験でございます。

遠山課長 もしそうだとすると、資料9ページの試験での圧損の許容値は幾らだったのかなというのが最初の質問だったんですけど。

東京電力HD(山内) 東京電力、山内です。

16ページを再度御覧ください。ここで示している圧力であっても、この2ポツ目のポツで書いている上の流量が燃料集合体に入る流量になるということです。

その下に書かれている必要な流量というのはLOCA後10分程度、短期間で一番崩壊熱が高いと想定されているときに必要な流量ですので、この流量を満足できるというふうなものでございます。

繰り返します。ですので、ここでは書かれている上の数字以下であれば、この9ページに示してある結果でも、この圧力よりも低ければ十分な流量は確保できるという意味合いでございます。

遠山課長 すみません。ちょっと二つの異なる試験と、それから異なるパラメータを引いて御説明されたので、少し理解に戸惑っているのですけれど。結論は恐らく確認されていると思うのですが、もう少し何か分かりやすく提示していただければありがたいなと思います。これは、コメントです。

東京電力HD(山内) 東京電力、山内です。

16ページの試験は、投入しているものが違います。基本、16ページの試験は、繊維をベースにした評価でありまして、9ページに示しているものは繊維質に加えて投入するものとしてケイカル等を加えたというふうな結果になっていて、実質的に燃料のフィルタとい

った面で見ると同じような試験をやったということになります。投入物が違うという考え方をしていただければと思います。

以上です。

遠山課長 はい、分かりましたけれど、9ページの試験の圧損を見てよいと判断したときの根拠を聞いているということですので、今日は、私は理解できなかったということでございます。

東京電力HD（門間） 東京電力の門間です。

すみません。ちょっと資料のほうは、分かりやすい構成、説明になっておらず申し訳ございません。修正等、機会があれば実施したいと思っております。

以上です。

遠山課長 ありがとうございます。

そのほか何かありますか。

はい、佐々木調整官。

佐々木調整官 原子力規制庁の佐々木です。

資料の12ページについて質問したいんですけども、さっきの御説明だと燃料Defenderなり、ないところはサンプスクリーンを通過した粉体はぐるぐる回っていますよと。特に悪さはしませんという説明をされていたんですけども、この間にはポンプとか、弁とか、熱交換器を通過するというので、これについても変速する可能性は低いというふうに書いてありますが、ポンプとか、弁とか、熱交換器って、何も粒子のっていないきれいな流体を流す場合と、流体も種類によってですけども、あと粉体が入っているものを流すのと、通常は違う仕様になっていると思うんですね。

そういうことを踏まえても、この閉塞する可能性は低いと言っているのは、何かそのメーカーの実験データを見ているとか何かそういう、そもそもそういう設計になっているとかそういうことなのかというのが一つと、あと、いろんな型式があると思って、いろんなメーカーは型式があると思いますが、それについてはどのような調査検討をなさったのか教えてください。

東京電力HD（門間） 東京電力の門間でございます。

おっしゃるとおり、ポンプ、弁、熱交換器に対しては、ストレーナのメッシュが規定されていて、ストレーナのメッシュよりも大きいものは影響も出てくるということでもあります。ストレーナのメッシュ以下のもので設計をしているということもございます。で

すので、前段のところのストレーナのメッシュが一つの指標になっているところになります。

佐々木調整官 原子力規制庁、佐々木です。

確認ですけど、そもそもそのストレーナを通過するような異物が入ることを前提に設計されているとおっしゃったということですか。

東京電力HD（門間） 東京電力、門間です。

御説明が下手で申し訳ございません。機器に影響がないようにストレーナのメッシュの大きさを設定しているところになりますので、そのストレーナのメッシュを通過するデブリであれば、影響は小さいだろうというふうに考えております。

佐々木調整官 原子力規制庁、佐々木です。

細かい粉体がぐるぐる回っていても大丈夫かということが、その設計に織り込まれているのかという質問なんですけど、それを織り込んでなくて、入り口のところの大きな異物が入ることについては検討されているというか、対処されているという御説明でしょうかね。

東京電力HD（門間） はい。御認識、御理解のとおりで、入り口のところの大きなストレーナの異物の影響を切るために、ストレーナのメッシュ径を規定して、それ以下については、基本的には、機器に対しては大きな影響はないというふうに考えております。

佐々木調整官 原子力規制庁、佐々木です。

もう一つの質問は、いろいろな型式があって、いろんな形状のものがこの機器にはあると思うんですけども、その御説明はいろんな型式のものがある中で共通してこういうふうに説明することができるというふうに理解してよろしいのでしょうか。

東京電力HD（門間） 東京電力でございます。

はい、御認識のとおりです。型式はありますけれども、基本的なメカニズム構造上は全て適応できるというふうに思っておりますので、御認識のとおりと理解いただければと思います。

遠山課長 そのほか何かありますでしょうか。よろしいですか。

じゃあ、ちょっと最後に私もう一つだけ質問ですが、資料の13ページのところで、書いてあることの概ねは理解できるのですが、一番最後の文章の意味が理解できないのですが、これは何を意図した文章なんでしょう。

東京電力HD（上村） 東電の上村でございます。

どう説明すればいいのか、PRAというのは、例えば、今回の事例で行くとLOCAというものが事故シーケンスとして評価されます。LOCAの発生頻度、これ配管の破損頻度に対して、破損した場合にECCSポンプが動くか動かないかという故障の確率を掛けて、最終的にその発生頻度×機器が失敗する確率を掛けて、LOCAで炉心損傷をする頻度というものを出していきます。

この評価の前提は、ストレーナの閉塞の有無というものは、今は考慮されていないんです。仮に、そのストレーナ閉塞によってECCSの故障率が変化をするということであれば、これはPRAとしてその故障率を入れて、その事故が起きる発生頻度×緩和系が故障する頻度＝炉心損傷頻度、この、今2番目に言ったその機器の喪失確率というところに考慮する必要がありますけれども、こちらが今回の決定論でリスクはないというふうに確認をしているということから、そこに新たに何か故障の要素の数字を加える必要がないと。したがって、今やられているLOCAの事故シーケンスの評価体系は変わらないということになるので、リスクが増加しないので、評価をする必要がないというように表現をしたつもりでした。

遠山課長 技術基盤課、遠山です。

ようやく分かりました。実は、前回の御説明のときには、過去にリスク評価を行って、この問題については、リスク上の影響は小さいというふうに書かれていましたので、また、米国では決定論だけでなくリスク評価に基づいた評価でアプローチをする事業者もいるということだったので、BWRグループとしては、どうするのかなという気があったのですが、この資料の矢印の上だけを見れば、リスク評価に基づくのではなく決定論的に評価をし、対策をするということで、そこまでであれば納得したんですが、この最後の一文の意味が分からなかったのですが、おっしゃっているのは、今回の問題に派生して今後のPRAにおいてサンプストレーナの閉塞を考慮したリスクの変化要因は、考慮する必要がないと、そういうふうにおっしゃっているということですか。

東京電力HD（上村） 東電の上村でございます。

そのとおりでございます。もう一つ意味がございまして、アメリカでは、そのリスク情報活用という形でReg.Guide 1.174に基づいて、その変化量が小さければ決定論的にややリスクが残ったとしても、それは除外してもいいですよというようなやり方があるわけですが、日本ではまだそういった制度は導入されていないということもありますので、今のPRAに改めて反映する必要がないというのが1点と、仮にアメリカと同じような手法を取る

うとしても、それもやる必要がありませんという、二つの意味が入っていました。

もう1個補足させていただきますと、前回お示ししたリスク評価は、大型化する前のストレナーナに対して行ったリスク評価になります。よって、繊維質が若干残っていた状態が前提としているに加えて、ストレナーナも大分小さいもので評価をしています。それであっても CDFの差分というのは非常に小さいということを、昔、確認していたというのが過去の経緯でございます。今回さらに大型化し、繊維質も撤去し、清掃もし、燃料デブリフィルタに対する健全性も確認をし、ということなので、過去では、そういう評価をしたけれども、今改めて、今のPRAモデルに適應する必要があるかということ、ないというのが今回の結論でございます。

遠山課長 基盤課、遠山です。

御意見は、理解いたしました。

そのほかよろしいですか。

どうもありがとうございました。本日の議題は以上になりますけれども、全体を通して規制庁だけでなく事業者のほうから何か質問あるいは確認したいことありますか。よろしいですか。

東京電力HD(門間) はい、事業者側からは、特にございません。

遠山課長 ありがとうございました。

それでは、以上で第16回事業者意見の聴取に係る会合を終了いたします。

皆様、ありがとうございました。