

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第593回

平成30年6月28日（木）

原子力規制委員会

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第593回 議事録

1. 日時

平成30年6月28日(木) 10:30～18:18

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

3. 出席者

担当委員

山中 伸介 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

櫻田 道夫 原子力規制技監
山田 知穂 原子力規制部長
山形 浩史 緊急事態対策監
小野 祐二 安全規制管理官(実用炉審査担当)
小山田 巧 安全規制調整官
寒川 琢実 安全規制調整官
川崎 憲二 安全管理調査官
名倉 繁樹 安全管理調査官
義崎 健 管理官補佐
止野 友博 上席安全審査官
植木 孝 主任安全審査官
片桐 紀行 主任安全審査官
加藤 竜馬 主任安全審査官
竹田 武司 主任安全審査官
建部 恭成 主任安全審査官
千明 一生 主任安全審査官
津金 秀樹 主任安全審査官

堀口 和弘	主任安全審査官
正岡 秀章	主任安全審査官
村上 玄	主任安全審査官
佐藤 雄一	安全審査官
末永 憲吾	安全審査官
照井 裕之	安全審査官
日南川 裕一	安全審査官
三浦 宜明	安全審査官
小野 幹	安全審査専門職
菊川 明広	主任監視指導官
坂本 浩志	主任監視指導官
安池 由幸	専門職
小城 烈	技術研究調査官
西来 邦章	技術研究調査官

九州電力株式会社

岡野 久弥	執行役員	原子力発電副本部長
秋吉 達夫	原子力発電本部	部長（原子力技術）
木元 健悟	玄海原子力発電所	技術第一課 課長
野崎 剛	原子力発電本部	原子力設備グループ 課長
山崎 寛之	原子力発電本部	原子力設備グループ
疇津 正俊	原子力発電本部	リスク管理・解析グループ 課長
秋吉 洋一	原子力発電本部	原子力発電グループ 課長
橋本 裕一	原子力発電本部	原子力発電グループ
今村 淳司	原子力発電本部	原子力防災グループ 副長
神川 博志	原子力発電本部	原子力防災グループ 副長
遠崎 晃久	原子力発電本部	原子燃料技術グループ
井上 翔太	川内原子力発電所	保修課

日本原子力発電株式会社

和智 信隆	常務取締役
石坂 善弘	常務執行役員

山本 祥司	発電管理室	室長代理
松本 深	東海第二発電所	保守室副室長
室井 勇二	発電管理室	設備耐震グループマネージャー
林田 貴一	発電管理室	機械設備グループマネージャー
北村 秀隆	発電管理室	プラント管理グループ課長

東北電力株式会社

小保内 秋芳	原子力本部	原子力部	部長
平川 知司	原子力本部	原子力部	副部長
渡邊 剛史	原子力本部	原子力品質保証室	課長
飯田 純	原子力本部	原子力部	課長
関川 茂樹	原子力本部	原子力部	課長
佐藤 大輔	原子力本部	原子力部	課長
飯田 晋	原子力本部	原子力部	副長
羽田 隆	原子力本部	原子力部	副長
菅原 清	原子力本部	原子力部	副長
菅原 岳志	原子力本部	原子力部	副長
松藤 芳宏	原子力本部	原子力部	副長
阿部 正宏	原子力本部	原子力部	副長
齊藤 卓也	原子力本部	原子力部	主査
樽舘 宏司	原子力本部	原子力部	主任
梅木 信彦	原子力本部	原子力部	主任
芳賀 和美	原子力本部	原子力部	
新藤 智也	原子力本部	原子力部	
森島 祐介	原子力本部	原子力部	
熊谷 信昭	原子力本部	原子力部	
猪俣 一正	原子力本部	原子力部	
岩谷 弘樹	原子力本部	原子力部	
大矢 順司	原子力本部	原子力部	
桐生 芳彦	原子力本部	原子力部	
山内 浩彰	原子力本部	原子力部	

庄司 俊哉	原子力本部	原子力部
目時 匠	原子力本部	原子力部
尾形 芳博	発電・販売カンパニー	土木建築部 課長
小牧 守	発電・販売カンパニー	土木建築部 副長
佐藤 良一郎	発電・販売カンパニー	土木建築部 副長
田村 雅宣	発電・販売カンパニー	土木建築部 主任
大友 功太	発電・販売カンパニー	土木建築部
飯塚 文孝	女川原子力発電所	発電部 課長
田中 晃	女川原子力発電所	環境・燃料部 副長
山崎 清人	女川原子力発電所	保全部
松浦 健太	女川原子力発電所	保全部

4. 議題

- (1) 九州電力(株)川内原子力発電所及び玄海原子力発電所の火山影響対策に係る保安規定対応について
- (2) 日本原子力発電(株)東海第二発電所の工事計画の審査について
- (3) 東北電力(株)女川原子力発電所2号炉の設計基準への適合性及び重大事故等対策について
- (4) その他

5. 配付資料

資料1-1	川内及び玄海原子力発電所原子炉施設保安規定変更認可申請について 審査会合における指摘事項回答
資料1-2	川内及び玄海原子力発電所原子炉施設保安規定変更認可申請について 審査会合における指摘事項回答(補足説明資料)
資料2	東海第二発電所 工事計画認可に係る説明工程の見直しについて
資料3-1-1	女川原子力発電所2号炉 運転中の原子炉における格納容器破損防止対策の有効性評価について(水の放射線分解計算の誤りについて)
資料3-1-2	女川原子力発電所2号炉 運転中の原子炉における格納容器破損防

止対策の有効性評価について

- 資料 3-1-3 女川原子力発電所 2 号炉 柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉
の新規制基準適合性審査を通じて得られた技術的知見の反映
- 資料 3-1-4 女川原子力発電所 2 号炉 原子炉格納容器の限界温度・限界圧力に
関する評価結果
- 資料 3-1-5 女川原子力発電所 2 号炉 指摘事項に対する回答一覧表（運転中の
原子炉における格納容器破損防止対策の有効性評価）（過圧過温
（代替循環冷却系を使用する場合）、水素燃焼）
- 資料 3-1-6 女川原子力発電所 2 号炉 指摘事項に対する回答一覧表（原子炉格
納容器の限界温度・限界圧力）
- 資料 3-1-7 女川原子力発電所 2 号炉 重大事故等対策の有効性評価について
- 資料 3-1-8 女川原子力発電所 2 号炉 重大事故等対策の有効性評価について
補足説明資料
- 資料 3-1-9 女川原子力発電所 2 号炉 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉
設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するた
めに必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況について
- 資料 3-1-10 女川原子力発電所 2 号炉 重大事故等対処設備について
- 資料 3-1-11 女川原子力発電所 2 号炉 重大事故等対処設備について（補足説明
資料）
- 資料 3-2-1 女川原子力発電所 2 号炉 火山影響評価について
- 資料 3-2-2 女川原子力発電所 2 号炉 外部事象の考慮について
- 資料 3-3-1 女川原子力発電所 2 号炉 原子炉本体の基礎（RPV ペデスタル）の
復元力特性について
- 資料 3-3-2 女川原子力発電所 2 号炉 設計基準対象施設について（第 4 条 地
震による損傷の防止）
- 資料 3-4-1 女川原子力発電所 2 号炉 指摘事項に対する回答一覧表（説明スケ
ジュール）
- 資料 3-4-2 女川原子力発電所 2 号炉 説明スケジュール
- 資料 3-4-3 女川原子力発電所 2 号炉 説明スケジュール（前回ご説明
（2018.6.19 審査会合）からの変更点）

6. 議事録

○山中委員 定刻になりましたので、ただいまから原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合、第593回会合を開催します。

本日の議題は、議題1、九州電力株式会社川内原子力発電所及び玄海原子力発電所の火山影響対策に係る保安規定対応について、議題2、日本原子力発電株式会社東海第二発電所の工事計画の審査について、議題3、東北電力株式会社女川原子力発電所2号炉の設計基準への適合性及び重大事故等対策についてです。

本日は、プラント関係の審査ですので、私が出席いたします。

議事に入ります。

それでは、資料について説明を始めてください。

○九州電力（木元） 九州電力の木元です。

当社の川内と玄海における火山対策に係る保安規定の対応について御説明いたします。

資料は、資料1-1、1-2、2つ準備しておりますが、資料1-1でコメント回答をさせていただきます。

めくっていただきまして、1ページ目です。

1ページ目が、これまでの会合において受けたコメントの本日回答する分でございます。

2ページ目は回答準備中のもの、3ページ目は回答が終わってるものを示しております。

早速ですが、回答を始めさせていただきます。

4ページです。2次系純水タンクの除灰の手順について説明すること。あわせて除灰の開始時期です。

蒸気発生器2次側に炉心冷却を行う場合、まずは復水タンクの水を使用しますが、復水タンクの水がなくなりましたら、多様性拡張設備であります2次系純水タンクを使用するとなっております。

ということで、2次系純水タンクの除灰について示します。

まず、除灰の開始時期ですが、降下火砕物の堆積量が15cmを超えないよう、保安規定及び下部規定において除灰の対象に2次系純水タンクをまず追加しております。あと、10cmを超える降下火砕物が確認された場合は除灰を行うというルールを定めます。15cm積もった場合の荷重につきましては、2次系純水タンクの構造健全性を確認しております。

除灰作業ですが、写真を見ていただきますと、全景の真ん中の写真ですが、らせん状の

階段がありまして、屋上まで上れるような階段が設置されておりますのと、屋上につきましては、手すりはずっとついておりまして対応は可能です。

作業の開始ですが、こちらにつきましては、10cm積もるまで大体16時間ぐらいかかるんですけども、時間的余裕がありますので、除灰作業につきましては、緊急時対策本部要員で実施することを考えております。

4ページは以上です。

5ページ、給油作業の成立性と給油作業時の降下火砕物が混入しないことについて御説明いたします。

可搬型ディーゼル注入ポンプを使用している場合、あと、通信連絡用発電機を使用している場合につきましては、24時間連続した運転を行うためには、降灰中でも給油作業というものが必要となります。その給油作業の手順ですが、補助ボイラ燃料タンクに燃料油ホースを接続します。これが左下の写真になります。接続しまして、タンクローリーに燃料油を補充いたします。タンクローリーからドラム缶に燃料油を補充する。その後、ドラム缶を台車で可搬型ディーゼル注入ポンプ、通信連絡用発電機まで運搬するという事で、下の写真の真ん中の写真ですね、これが特別にドラム缶を運搬するための台車をつくりましてこちらで運搬を行います。

この写真につきましては、下は土っぽく見えておりますが、こちらは実際に火山灰を敷いて、その中で実証、検証を行っているという状況です。

その後、ドラム缶を運んで後は、ドラム缶から可搬型ディーゼル注入ポンプ、あとは、通信連絡用発電機に補給を行うという形で、この下の右の写真になっておりまして、このハンドルを回しますと補給ができるというようなものになっております。

6ページにその成立性を示しておりまして、可搬型のディーゼル注入ポンプですが、こちらは1ユニット4人で行います。作業時間120分とありますが、こちらは2時間でこのドラム缶2つを運ぶという形になります。その想定時間に対しまして100分で実施できたというものを示しております。

下の表につきましては、同時に、仮に作業を開始した場合、もともとのタンクが補助ボイラの燃料タンク1つになりますので、補給する時間というのはパラ作業では行えませんので、シリーズで行ってそれぞれ運搬をやっていくっていう形なんですけども、それを考慮しましても時間内で対応できるというものを示しております。

7ページです。

7ページにつきましては、実際に作業して火山灰が混入しないかというものを示しております。補助ボイラ燃料タンクホースにつきましてはフランジによる接続、あと、ドラム缶と手動ポンプ、こちらにつきましては、ねじ込み式になっておりますので火山灰の混入は発生しないと考えております。

下の写真ですが、こちらはタンクローリーからドラム缶へ補給する場合というのは、このようなすき間が発生します。ということで、右側のような銀色のカバーをかぶせた形で火山灰が混入するのを防止するという手だてを考えております。

次、9ページです。

火山影響等発生時における炉心冷却のための蓄圧タンク出口弁の閉止操作ということで、こちらにつきましては、まず、蓄圧タンクの出口弁ですが、可搬型ディーゼル注入ポンプ、または、タービン動補助給水ポンプ、これを用いた蒸気発生器2次側による炉心冷却時には降灰終了による交流電源回復後、閉止を行うことを基本としておりますが、降灰が終了しても電源が復帰の目処が立たない場合は、下の絵を見ていただきます。10ページの系統の真ん中の上辺りに通信連絡設備用発電機。こちらは、もともとは通信連絡用の左下にありますページング装置でありますとか保安電話、テレビ会議システム、あと、真ん中に記載しております緊急時運転パラメータ、いわゆるSPDSの電源を供給することとするために設置しているんですが、こちらの発電機を用いて蓄圧タンクの出口弁の閉操作も行うことを考えております。

ただし、容量の制限がありますので、考慮事項というものを記載しております。こちらの閉弁時におきましては、負荷制限を行うために通信機械用の発電、電源、保安電話やページングの給電を一時的に中止し、蓄圧タンク出口弁の閉操作を個別に行うとしております。

保安電話、ページング装置の給電は停止しますが、それぞれバッテリーを持っておりますので、1時間以上の使用というのは可能でございますので、機能喪失するというわけではございません。

あと、1号機と2号機の蓄圧タンク出口弁の給電ラインにつきましては、仮設ケーブル、あと、配線用遮断器を用いまして、使用時のみ接続するというので、通常時は切り離して1、2号間の電源系統の独立性を維持するということを考えております。

11ページです。

SPDSに電源供給を行うということで、以前説明した際には1C、2Cの蓄電池を使用すると

いう御説明をいたしました。こちらにつきましての検査、実績とか、そういうのを踏まえまして、もう一度改めて系統を考え直しておりますので御説明いたします。

こちらにつきましては、先ほど御説明しましたが、通信連絡用設備の発電機、12ページの系統図でいいますと、真ん中の上辺り、赤い印をつけております。こちらから電源を供給することということで手順の変更を考えております。こちらにつきましては、通信連絡用発電機、こちら1Cのタービンコントロールセンターか2Cのタービンコントロール、いずれも接続できるようになっておりますが、どちらかに接続いたしまして、例えば1号機のほうで接続したと仮定しますと、1Cタービンコントロールセンターの、※を振っております※2と※の3、こちらのほうを接続することによりまして、無停電電源装置を経まして、下のほうのこの切りかえ盤を経まして、SPDS、それとネットワークに接続通信連絡設備、こちらのほうに電源を供給するという形で供給を行います。

11ページの下のところに戻りますが、こちらにつきましても、仮設ケーブルと配線用の遮断器を用いまして使用時のみに接続する。通常時においては、コントロールセンター間、1、2号機間の電源系統の独立性を維持するということを考えております。

13ページです。

こちらは前回の審査会で御説明した内容で、対応着手に関わるもので、どのタイミングで開始するののかというのをもう少し明確にするということで記載をしております。

まず、①番。こちらは、まず多量の降灰予報、こちらについては10分以内、こちらは変更ございません。

②のところですが、大規模噴火が発生しているにもかかわらず、先ほど申しました予報がされない場合も考慮しまして、噴火に関する火山観測法が判断基準を満たした場合は、こちらでも噴火後10分以内に対応要否を判断し、対応着手する。

あと、③につきましては、①、②の情報が不確定であっても、こちらは下線を引いておりますが、気象庁からの入手可能な情報が限定であっても同じように対応着手するということを記載しております。

14ページのフローにつきましては、今お話しした内容をフローにも加えているという状況です。

15ページです。

こちらは原子炉の停止判断につきまして若干修正を行ったものです。まず、一番下の変更前、こちらが前回説明した内容ですが、まず、対応着手の判断フローに基づき対応に着

手し、かつ、降灰の予報、影響によりという下線部がありますが、これにより外部電源3回線のうち1回線が動作不能となり、動作可能な外部電源が2回線となった場合という、もとの記載にしておりましたが、こちらの「かつ」の降灰の影響によりというものは、例えば送電線の点検時についてもやる、あと、発電所側でも対応着手を行っているということで、四角書きのように記載を変更しております。

判断フローに基づき対応に着手し、かつ、第70条に定める外部電源3回線のうち1回線が動作不能となり、動作可能な外部点検が2回線となった場合は、原子炉停止の判断を行うという記載に見直しております。

説明は以上です。

○山中委員 それでは質疑に移りたいと思います。質問コメントございますか。

○菊川主任指導官 規制庁の菊川でございます。

まず、初めの2次系純水タンクの除灰の手順の件でちょっとお伺いしたいんですけど。

資料の中で構造健全性を確認したというふうに書いてあるんですけど、これは、どのように確認されたか説明いただけますか。

○九州電力（野崎） 九州電力の野崎です。

資料の1-2の通し番号でいう128ページのほうに2次系純水タンクの降下火砕物荷重の影響評価についてということで記載しております。

2次系純水タンクの概要図を図-1に示してありますが、条件としましては、129ページの評価方針の2段落目、まず、層厚は15cmを想定しまして、あと、雪の荷重を含めまして3,000N/m²、それに、風荷重として、川内のときに考慮しました基準風速30mを加えまして荷重を評価している。

その結果、屋根板、胴板、その部分に対して許容応力を満足していること。また、胴板については座屈がないこと、あと、基礎部に関しては転倒、滑動がないことということの評価しております。

以上です。

○菊川主任指導官 了解しました。

規制庁の菊川です。

もう一つ、2次系純水タンクですけど、緊急時対策本部要員で実施するという事なんですけど、これは、一応、何人で実施するかということと、それから実際に、この降灰のときはアクセスルートの確保という作業もあるんですけども、川内ですと52名とかという限

られた人数で事足りるのかというのを確認させてください。

○九州電力（木元） 九州電力の木元です。

再稼働の設置許可の中でも同じような議論を実施しております。

15cmの降灰が発生するというものは、設置許可の段階でも、新規制の設置許可でも同じ状況でございまして、発電所の周辺に寮がありますのと、あと、少し離れたところに、川内市内ですが、社宅があります。

多量の火山灰の予報が出た場合は、緊急時の体制をまず確立しまして、発電所外の者も含めまして参集するようにしております。

こちらの、まず2次系純水タンクにつきましては、1人または2人程度で屋上に上りまして、火山灰を、まずは下に落とす。

そこで、まず2次系純水タンクの守りに入るということを考えております。時間につきましては、1時間程度あれば十分できるものと考えております。

発電所外の者を呼ぶということで、発電所の所外にいる者につきましても、発電所のほうで、その当日どこにいるのかとか、例えば川内市にいるのかとか、川内市外にいるのかという管理をしております、その中から参集できるような体制を組んでおりますので、そちらの者で対応できると考えております。

○菊川主任指導官 規制庁の菊川です。

了解しました。

それで、1時間程度で作業が、除灰が可能だということなんですけど、湿った状態の火山灰を、この足場の悪いようなタンクの上でとなると、具体的にどのような方法で、その灰を落とそうと考えてますか。

○九州電力（木元） 九州電力の木元です。

まず、4ページの写真の2次系純水タンクの上、こちらは大体13mぐらい直径がありまして、やる場合は危険も伴いますので、まず、危険を避けるために、とも綱といいまして、ロープを張ったりして、そこに安全帯をかけるような形になるんですけども、除灰につきましては、ほうきのようなもので下に落とすというような形を考えております。

ずっと積もっている状態で固まるのではなくて、降りながら雨が降って固まるかもしれないんですけども、長年、こうかちかちになっているわけではありませんので、ほうき等で十分除去できると考えております。

○九州電力（野崎） 九州電力の野崎です。

ほうきに加えまして、これは新規制基準の対応のときにも御説明しましたけども、あわせて角シャベルのようなものも用意してますので、そういうものも使いまして除灰をするということを考えてます。

○菊川主任指導官 はい、了解しました。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

どうぞ。

○寒川調整官 規制庁の寒川でございます。

今のお話で、そういったその道具も使いながらということで、場所的にも危険性のあるような場所だということ、先ほど1人ないし2人というお話があったんですけども、1人の作業というのは安全上、問題ないでしょうか。

○九州電力（木元） 九州電力の木元です。

すみません。おっしゃるとおり、作業、基本的には2人でやるというのが基本ですので、1人でと先ほどお話ししましたが、2人以上で作業することになると思いますので、先ほどの「1人または」というのは撤回させていただきます。

○寒川調整官 はい、了解いたしました。

○山中委員 そのほかいかがですか。

○照井審査官 規制庁の照井です。

今のタンクの除灰作業の件なんですけれども、作業の着手条件として10cmを超える降下火砕物が確認された場合に作業に着手するとしてますが、この10cmというのはどのようにはかっているものなんでしょうか、説明してください。

○九州電力（木元） 今すぐあれなんですけども、測定ポイントというのを、例えば作業する場所——今はっきり、例えば正門であったりとか、そういう場所をはかるポイントを決めてあったと思うのですけども、そういう判断でやっていくことになります。

当然、例えば道とかですと、風とかが抜けると厚いところとか薄いところとか出てくると思いますので、今は明確にお答えできる準備がありませんので、どのような観点で、どのようなポイントで測定をするのかというのは、別途回答させていただきます。

○照井審査官 規制庁の照井です。

了解しました。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○建部主任審査官 規制庁の建部でございます。

パワーポイント資料の6ページをお願いいたします。

パワーポイントの6ページのところでは作業の成立性について書かれておりますけれども、可搬型ディーゼル注入ポンプの燃料油の補給作業としましては、想定120分に対して実績が100分。

これに対して、通信連絡用発電機なんですけども、こちらは、想定420分に対して実績が110分と大幅に短縮されてるように見えるのですけども、これは何か、特段何か作業を効率化するですとか、工夫したりだとかした結果、こうなったんでしょうか。御説明ください。

○九州電力（遠崎） 九州電力の遠崎でございます。

この作業時間の想定が420分というのは、資料1-2の78ページにありますとおり、こちらの78ページの3.の下の表でありますように、通信連絡設備用発電機の燃料消費率とそれから通信連絡設備用発電機のタンク容量から算出して、どの程度の時間、運転可能かというところから算出して420分というものを設定したものでございまして、特に給油作業に対して420分程度を考えて設定したものではありません。

したがいまして、こちらの可搬型ディーゼル注入ポンプの燃料油補給作業と、それから通信連絡設備用発電機の燃料油補給作業というのは、作業時間というものは大して変わらないということになります。

○建部主任審査官 はい、わかりました。

だから、初期状態からの運転可能時間を書いているという、そういう理解でよろしいですか。

○九州電力（遠崎） 九州電力の遠崎でございます。

そのとおりです。

○建部主任審査官 了解いたしました。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。

○坂本主任指導官 規制庁の坂本です。

1点確認なんですけども、また4ページに戻って恐縮なんですけども。こちらのほうで、除灰作業です。

これは緊急時対策本部要員が実施と、これは後から駆けつけてきた人だというお話だったんですけど、今までは、フィルタの取りつけとか、燃料交換とか、そういったものは、基本的にここに常駐されてる対策要員で全て賄う。それで線を引っ張っていただいて、こ

の人数で足りますというお話だったんですけど、ここの除灰だけは外部を当てにしているんですけども、そこは、その人のやりくりですね。24時間で全て対応できると今までは聞いていたのに、こちらの除灰だけは外部を頼るという、その基準というか、考え方を示していただきたいんですけど。

○九州電力（木元） 九州電力の木元です。

まず、52名でやるというのは、火山が噴火して、一番大事なのは、ディーゼル発電機を守るための準備を行うこと。それは、降灰開始前までに行うことということで、そこは確実にやるために、発電所に常にいる52名ということで対応を考えております。

一方、こちらの火山灰につきましては、先ほど10cmになったらというので、10cmは、計算でいきますと、噴火して降灰が始まりまして15～16時間後ぐらいに到達するというところで、新規制の中で、例えば川内市のどこからどのルートを通ったらどのぐらいで発電所に来られるという検証もずっとしてございまして、大体2時間、3時間あれば、それは、例えば地震で全く車が使えない場合でも歩いて行っても2、3時間ぐらいで来られるという検証もしてございまして、今回は火山灰が降っているということで、簡単に走ったりはできないんですけども、歩いて十分来られると思ってございまして、それで、この除灰につきましては、やらないといけないんですけども、すぐさま取りかからなくてもいいという判断がございまして、外から呼び出した人間で対応するというで考えております。

○坂本主任指導官 規制庁、坂本ですけども、いや、その考えはわかるんですけども、それだと、結局24時間で10回ですね、例えば燃料のほうをピストン輸送するとなったときも途中から交代できるわけですよ。

ですので、その辺の考え方が、そちらでは24時間を、与えられた、限られた人数でやりますと言いながら、10時間か15時間かわかりませんが、後のやつは外を頼りますと。

そのところが、厳しいところではそこは期待せずに、こういったところで期待するという、その辺の情報の整理をもうちょっとしていただきたいんですけども。

○九州電力（木元） 九州電力の木元です。

今おっしゃったとおりに応援とかもできるのですが、まず、2次系純水タンクの、こちらは、ほかの復水タンクとかも一緒なんですけども、まず、15cm降って、さらに雪の荷重も加えて、風が吹いても大丈夫ということで、まず、評価がそれができているという前提がございまして、それで15cm超えないようにやるということで、まず、例えば、20、今、設計基準で15cm積もるんですけども、その段階で、実はそのまま何もしなくても持つという

前提があるので、このような考えでも十分対応可能かなと考えております。

○坂本主任指導官 規制庁、坂本ですけど。

そうしましたら、この除灰作業については、あまりする気はないということ。

○九州電力（木元） 九州電力、木元です。決して。

○坂本主任指導官 要するに、やらないといけないから書いてあるんだっいたらいいんですけど、今の話を聞くと、そんなに積もることはないからやる必要はないんですけど、参考に書いてるとしか聞こえなかったんですけども。

○九州電力（木元） いいえ、申し訳ございません。そういう受け取りをした私の説明が悪かったと思います。

ただ、15cmまではもちます。でも、15cmを超えないように10cmからやるということで、決してやらないわけではなくて、こちらに記載してるとおり、10cmを超えるような状況になったら、15cmを超えないように作業は実施します。

○坂本主任指導官 規制庁、坂本ですけど。

要は、先ほど言いましたフィルタ取り替えとか燃料交換は、これは必須なので、これについては、今現在、発電所にいるであろう人でやるんですけど、こういった想定に想定を重ねたもので、結局的にやりますというものについては、それよりもランクを低くしてるので、外部の手をかりてもいいでしょうということをおっしゃりたいということですか。

○九州電力（木元） 九州電力の木元です。

そのとおりです。

坂本さんが今言われたように、外部からの要員で、例えばフィルタの交換とか、あと、燃料の運搬とかも、外部からの要員が使えるのであれば、当然ながら作業としては交代とかでできるんですけども、万が一、交代ができない、そのメンバーだけでもできるという検証で示しておりまして、当然ながら、応援の部隊がそろったら適宜休憩しながら作業することも可能だと考えております。

○坂本主任指導官 規制庁、坂本ですけど。

気になる点は1点だけで、要するに、除灰作業がマストの作業として組み込まれているのならば、発電所に今いる人数で、必ずしも今言われたようにやるべしと思うんですけども。

それで、当然余力があれば、それは、厳しい側じゃなくて、いい側にして、事業者からすればいい側に行きますよね。当然外部から人がいっぱい来れば、それだけ作業していた

だけるので。

それを想定しないので、フィルタとか燃料交換のほうは厳しめに対応してるんだけど、除灰だけは違うというのが、その辺がわからなくて、除灰はしなくても成立するんですよ。成立するというんでしたら、参考で書かれて、外部を期待するというのもいいですけど、この除灰作業がマストですというのであれば、そこは、発電所には今いる人数で、厳しめに対応しても大丈夫だということを示すべきなんじゃないかなと思うんですけど。

○九州電力（木元） 九州電力の木元です。

おっしゃることはわかりました。

繰り返しになるかもしれませんが、15cmの設計基準に対する強度評価はできておりますので、マストではないですが、早目早目に対応するという事で、10cmを設けております。

ということで、外部からの人間でも対応できるような状況ですので、先ほど申し上げた15cmではもちますので、外部からの人で対応するという事で進めようと思いますが、その辺の話をもう少し、例えば資料とかに反映して、丁寧に説明したいと考えております。

○坂本主任指導官 はい、わかりました。よろしくお願いします。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○菊川主任指導官 規制庁の菊川です。

5ページに戻るんですけども、まず、こちらドラム缶の輸送、運搬を検証されたということなんですが、この火山灰の状態は、湿っている状態とか、乾いてる状態とか、いろいろあると思うんですけど、その辺はパラメータスタディといいますか、検証されたんでしょうか。

○九州電力（井上） 九州電力の井上でございます。

ドラム缶の運搬についてですが、火山灰の状態は、ぬれてる状態でも乾燥してる状態でも検証、実証を実行しました。

結果は、火山灰の状態によらず検証結果は変わらないことも確認しております。

○菊川主任指導官 規制庁の菊川です。了解しました。

もう1点、今回はその補助ボイラ燃料タンクを使うということなんですけども、こちらは2次系純水タンクと同じような考え方でやると、構造健全性とか、それから、そもそも除灰対象となると思うんですけど、構造健全性とか、その辺は確認されてるんですか。

○九州電力（木元） 九州電力の木元です。

おっしゃるとおり、こちらも2次系純水タンクと同様に期待する整備になっておりまし

て、除灰対象設備に入れようと考えております。

どのタイミングでどの程度もつかとか、その辺は今、評価中でございまして、評価結果がまとまりましたら、同じように資料の中に反映させていただきたいと考えております。

○菊川主任指導官 規制庁、菊川です。

わかりました。じゃあ、評価内容に関しましても、また改めて、この場で確認させていただければと思います。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。

○菊川主任指導官 規制庁の菊川です。

9ページになるんですけども——10ページですかね、今回、仮設のケーブルとか遮断器を用いて電源を発電機から給電するという事なんですけども、まず初めに、このケーブルというのは、新規制基準の適合の際にいろいろケーブルに関しても火災に対する要求がありましたけども、その辺で、こちらのケーブルは、どのような考え方でケーブルを使用されてるのか教えてください。

○九州電力（今村） 九州電力の今村でございます。

こちらで使用するケーブルにつきましては、新規制基準でSA設備、こちらでも可搬のケーブルを用いておりますので、その可搬のケーブルと同仕様のものの中から電流の容量等に応じて選定いたしますので、難燃性等の規格については、全く新規制基準のSA設備と同等のものを使用いたします。

○菊川主任指導官 規制庁、菊川です。

了解しました。

それで、今回、例えば遮断器を入れるだの、ケーブルを接続するだのという、作業がかなり増えてるようには思うんですけど、こちらは誰がやって、先ほどの議論じゃないですけども、とりあえず、確保されてる要員でできるのかというのは、御説明ください。

○九州電力（今村） 九州電力、今村です。

こちらで、通信連絡設備用発電機の給電の手順のほうを、まず御説明いたします。

資料の1-2の右下、ページ数でいきますと85ページになります。

こちらで、全交流電源喪失時における蓄圧タンク出口弁閉操作手順ということで、①から⑥まで示してございますけども、基本的には、52名体制の中の運転員等と書いてございますけども、この運転員は基本的には遮断器の入り切りの操作を行います。

それ以外の保守対応要員、こちらがケーブルのほうを一部あらかじめ引いてる部分と巻

き取って保管してる部分がありますけども、ケーブルを敷設して、ケーブルを端子台で接続するという作業がございます。

こちらにつきましては、通信連絡設備用発電機、こちらの手順の、もともと想定している時間の中でこちらの操作も一応可能ということを確認しておりますので、その中で十分対応できます。

○菊川主任指導官 了解しました。

規制庁の菊川です。

ちなみに、このケーブルの敷設とかいうのは、通信連絡設備用の発電機からは、屋外のところは屋外でしょうけれども、そのほかの部分で屋外作業とかはあるんですかね。

○九州電力（今村） 九州電力の今村です。

こちらの蓄圧タンク出口弁操作に係るケーブル施設は全て屋内になってございます。一部建屋等をまたぐところがありますので、そこはケーブルを、その、建屋からまたぐんですが、そこはもう扉をあけて入れるだけですので、屋外というのはいりません。

○菊川主任指導官 了解しました。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。

○照井審査官 規制庁の照井です。

今、この9ページの2.の回答のところ、なお書きで、降灰が終了しても交流電源の回復の目処が立たない場合とあるんですけれども、資料1-2のほうの通しの30ページ、火山灰対応のフローが載っているところなんですけれども、この下のフロー図の一番下に、降灰終了後の対応として、DGの、または外部の復旧を行うとあるんですけれども、ここで言っている交流電源の回復の目処が立たない場合というのは、DGの復旧、DGあるいはまた、外部電源の復旧ができない場合ということをおっしゃっているという理解でよろしいですか。

○九州電力（今村） 九州電力の今村です。

まず、外部電源は期待しませんので、まず第一に、ディーゼル発電機、それ以外にも可搬型の発電機車とかがございますけど、それも含めて電源の目処が立たない場合ということでございます。第一はディーゼル発電機でございます。

○照井審査官 規制庁の照井です。

その場合ですと、蓄圧タンク出口弁の閉止操作だけでなく、2次系の除熱に使っている可搬型のディーゼル注入ポンプであるとか、まさに蓄圧タンク出口弁を動かすような通信連絡設備用発電機の燃料補給というのでも継続してやっっていかなきゃいけない状況にある

と思うんですけど、その場合でも作業は成立するのか、あるいは、油ですね、補助ボイラタンクの利用量としても十分なものがあるのかというのを御説明ください。

○九州電力（野崎） 九州電力の野崎です。

ここに、「なお、降灰が終了しても交流電源の回復が目処が立たない場合」というのをあえて記載してはいますが、基本的には、今はディーゼル発電機の機能が降灰中に対しても機能が喪失しないようにフィルタをつけてはいますが、それでもあえてディーゼルの機能が何らかの原因で喪失することを考えてると。それは降灰により何らかの影響でそれは特定してないですけど、無条件に機能が喪失していることを想定しては、基本的には、降灰が24時間やめば、ディーゼル発電機の機能は回復できる、通常どおり運転できるというふうな想定をしておりますので、そういう意味で、先ほどの質問にありました燃料等の量については一応24時間で、24時間分の燃料、まだ燃料については大分余裕があるんですけども、その中で評価をしているという状況です。

○照井審査官 規制庁の照井です。

おっしゃりたいことはわかるんですけど、まさに何らかの要因によりと言って、復旧にどこまで期待するのかというところもあって、フィルタの閉塞によってDGが機能喪失するんだとしたら、そのフィルタをまたつけかえるなり、清掃するなりすれば復旧するのは容易だとは思いますが、まさに、こういった要因で壊れるかわからないという状況下で、DGの復旧に過度に期待するというのもどうなのかなと思いますので、今ここに書いてあるのは、DGと外部電源の復旧にしか期待してないんですけど、先ほど御説明があったとおり可搬型の電源であるとか、SA用につけた大容量の発電機車なりなんなり、使えるものもあると思いますので、そういったものの活用というのはどのように考えてるんでしょうか。

○九州電力（野崎） 九州電力の野崎です。

今おっしゃるとおり、可搬型の発電機なんかについては、大容量の空冷式発電機でありますとか、可搬型の高圧発電機車等、電源は多様性を持って準備しております。

降灰がある状態では大容量の空冷式の発電機なんかは今は期待してないんですけども、今は待機状態にあることで機能は温存できると思っていますので、降灰が終了すれば確実にそれは運転ができるというふうに思っております。

○九州電力（木元） 九州電力の木元です。

補足しますと、ただし、降灰が降っている状況ですので、それなりに降灰の除去とか、

あとは、例えば、思いつきで言っているのですが、水をまいたりして降灰が機械の中に入らないような工夫というのは必要になってくるとは思っております。

○照井審査官 規制庁の照井です。

理解はしました。いろいろとれる方法はある。降灰終了後であればあまり制限もないので、いろいろととれる方策はあると思いますので、そういったものの活用も含めて、先ほど、継続しながら、2次系の除熱であるとか、そういった燃料の搬入も含めて、降灰終了後の体制についてもきちんと整備をしていただくようお願いします。

○九州電力（木元） 九州電力の木元です。

了解しました。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○坂本主任指導官 規制庁、坂本です。

確認なんですけども、10ページの蓄圧タンクの出口弁の閉操作の電源の話と、12ページのSPDSのほうに供給する電源は、同じ電源を使うんですけど、これは両方とも、特に10ページのほうについては、※4ですかね、これが増えて、結局仮設の遮断器なりケーブルが増えた状態なんですけど、これは、イメージとして、まずはこの12ページのよう、※3みたいなやつですね、こういうミニマムのやつできちっと電源を、SPDSを確保した上で、その後は、蓄圧タンクの出口弁の操作の手前で、また電源構成を追加して対応するのか、それとも、12ページのときに蓄圧タンクのことも考えて、そこでもう既に電源構成をそこで終わらせるのか、その辺の考え方を教えていただきたいんですけど。

○九州電力（今村） 九州電力の今村です。

まず、資料の12ページにありますように、通信連絡設備用発電機から、SPDSと通信連絡設備に係る系統構成、給電の手順のほうを先に実施いたします。

その後、蓄圧タンク出口弁の操作が必要になった時点におきまして、まずは、10ページの緑のラインにありますけども、通信機械室用電源、こちらの負荷を落としまして、先ほど※4のところにありますけども、ここで各ケーブルをつないで蓄圧タンク出口弁、個別、1台ずつ系統を構成して閉操作というのを繰り返しながらやっていく手順になります。

○坂本主任指導官 はい、わかりました。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○寒川調整官 規制庁の寒川でございます。

本日回答いただきましたもので、個別設備がこうですというような回答がありましたけ

れども、これらは全て今日の回答は川内のベースという理解でよろしいでしょうか。

資料は川内及び玄海ということになってはいますが、内容的には、今日の内容は川内ということによろしいですか。

○九州電力（木元） 九州電力の木元です。

すみません。私が最初に説明すべきでした。

1ページで、本日回答予定のやつがございますが、上から4つにつきましては川内での説明になりますので、玄海分につきましては、玄海の資料のほうにも反映いたしまして、必要に応じて説明を行っていくこととなります。

ただし、下の2つ、作業の着手と原子炉停止につきましては、玄海、川内に共通するものでございます。

○寒川調整官 規制庁の寒川でございます。

共通する部分以外の川内固有の部分につきましては、3ページにも、回答終了分の中で※がついてるものにつきましては川内固有の分ですということ、玄海につきましても、川内と玄海で差があるものについては、今後また説明があるという理解でよろしいでしょうか。

○九州電力（木元） 玄海固有の分、川内との相違につきましては、今後、説明を行っていきます。

○寒川調整官 わかりました。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。よろしいですか。

今日御説明いただいたところで、少し宿題が残った部分があるかと思えます。

着手の判断とか、原子炉停止の判断は、以前よりわかりやすくなったかなと私自身は思っております。

ということで、追加で宿題が出た部分については再度御検討いただくということで、よろしく願いいたします。よろしいでしょうか。

それでは、以上で議題1を終了いたします。

ここで休息に入ります。再開は1時30分とします。

（休憩）

○山中委員 それでは、再開いたします。

次の議題は、議題2、日本原子力発電株式会社東海第二発電所の工事計画の審査についてです。

それでは、資料について説明を始めてください。

○日本原子力発電（石坂） それでは、日本原子力発電の石坂でございます。

まず、説明に入る前に、私のほうから一言お詫びを申し上げます。

この東海第二の工事計画認可に係る資料提出につきましては、6月までに一通りお出しするということで取り組んでまいりましたが、前回、6月14日の審査会合の場におきまして、一部、例えば床応答スペクトルが当初想定したものよりも少し高くなっていて、再評価が必要になったと、こういうようなものがある、7月にお出しせざるを得なくなるものが参ったと、ございますということで、御報告させていただきました。大体60件程度になるかと思っております。工認の添付資料については、全部で800件近くあるんですが、そのうちの60件ぐらい。

本日、こうして御説明させていただきますのは、さらに、その工認図書の作成に当たって、確認の中で、一部強度・耐震評価のところの整理が十分でないと、再評価が必要になるものがあるとか、幾つかそういうものがまたさらに見つかりまして、追加で100件程度をまた7月以降にお出しせざるを得ない状況になってるということでございます。

再々、集中して出されてもヒアリングもなかなか難しいという中で、何とか前倒しという話でございましたので、我々、こういう状況も踏まえて、最終的には何とか8月末には補正にこぎつけたいというふうに思っておりますので、今後の対応の仕方、リカバリーの仕方も含めて、少し今日この場で御報告をさせていただければと思っております。

それでは、説明のほうは松本のほうからお願いいたします。

○日本原子力発電（松本） 原電の松本でございます。

では、資料の説明をさせていただきます。

資料は、右肩、資料2と書いてある分に、あと、添付資料が幾つかついてございます。

まず、今、石坂のほうからございましたけれども、東海第二発電所の工事計画認可に関わる説明工程の見直しということで御説明させていただきます。

初めに、先ほどもありましたが、572回の審査会合、これは5月17日ですけども、このときに立坑関係のモデルの統一ということで一度、一部の図書が延びるということで御報告させていただいています。また、先ほどもありましたが、6月14日のときにも、一部の図書について工程変更見直しを御説明させていただきました。こちら、当然、我々としましても、説明工程の遵守ということで進捗管理を行ってございましたけれども、改めまして、6月末までに提出する工認図書のうちの、ここでは添付資料についての御説明になりますが、

見直しを確認したところ、一部について遅延するということが確認されたため、工程を見直したいという考えでございます。以降、コメント回答以外で新たに説明時期が6月末より遅延する事項についての御説明になります。

2番ですけれども、工程見直しの理由としまして、工認の添付資料につきまして、先ほどありました、添付資料は約800件ちょっとでございます、800図書ちょっとはございます。6月25日までの時点で、大体390図書ぐらいを御提出させていただいております。6月末までに提出を予定していた図書として、ちょっとすみません、ここ、表現、誤解あると申し訳ないので、ちゃんと説明しますけれども、810の図書のうち、既に390を提出させていただいております、残り約420件を提出する予定としておりました。その中で、168件が7月以降になるということが確認されております。この168件につきましては、以前、御説明しました立て坑ですとか、そういったものの遅れも含まれているところでございます。

7月以降に提出される図書のリストということで、添付-1ということで、一覧と資料と、それから、その図書の名称、それから、資料提出時期、あとは理由のほうを後ろのほうにまとめてございます。

主なものとして幾つかちょっと御説明させていただきます。まず、一つ目ですけれども、強度・耐震様式を変更したものであるということで、これはトータル30件でございます。こちら、ヒアリングをやる中で、そのヒアリングのコメントを反映しまして、562回の審査会合におきまして強度評価、もともと弊社、あるいはBWRのプラントですと、耐震評価を強度評価で兼ねてるところがございまして、その強度評価をJSMEに基づき実施して、ちゃんと強度計算書と耐震計算書を分けるということにしております。

このため、新たに耐震計算書と強度計算書、その両方の作成に着手してございましたが、一部の図書について、その分けが十分にできていなかったというのが確認できました。これが6月の中ごろを過ぎてからになりまして、申し訳ございません。その中で、強度計算書の作成が7月中旬から下旬までということで、後ろの資料には、ちょっと今の状況で軒並み7月下旬の日付が入ってございますが、これは適宜、前倒して、今から出していきたいと思ってまして、7月中旬から適宜出していきたいというふうに考えてございます。主な対象となってございますのが炉心支持構造物ですとか、原子炉内の構造物、そういったものが今回の対象になってございます。

二つ目のECCSストレナーナの評価方法見直しによるものということで、こちらは16件ございます。ECCSストレナーナの強度・耐震計算書につきまして、我々のほうで図書を確認した

ところ、ちょっと旧内規に基づく評価を行っていたということが確認されてまして、これについて、いろいろ検討しまして、新内規に基づく評価を行うこととしました。

また、今、ECCSストレナーナの試験は先日終了したものでございますけども、それに基づきまして、異物の付着量ということを反映していきたいと考えてまして、これに伴いまして、ストレナーナと、それが接続する部分のT字の配管ですね、こちらについて作成が7月末に遅れる見込みとなってございます。対象につきましては、残留熱除去系と、それから原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系、低圧炉心スプレイ系の各ストレナーナとなってございます。

2ページ目に行きまして、(3)のところになります。環境温度見直しによるものということで、今9件ございます。こちらにつきましては、環境条件の検討におきまして、最も厳しい条件としまして、主蒸気配管破断に起因する重大事故を想定することとしました。このときに、強度・耐震計算書の評価条件が変更になったため設計条件を見直すこととしておりまして、その影響範囲について再度確認したところ、一部の機器について強度・耐震計算書の作成が7月末に遅れるということが確認できました。こちら、対象は計測装置と、それから、非常用ガス再循環系と非常用ガス処理系の系統になってございます。

その他としまして、今113件、ちょっとまとめてございますけども、この中に既に審査会の中で御報告したのものも入っています。まず、ヒアリングにおいて、工認対象機器として原水タンク、これは火災防護設備に対応しますけども、これを追加するということになりまして、こちらのほうの評価を追加で実施してございます。

それから、低圧代替注水系ですとか、残留熱除去海水系などにつきまして、立坑のモデルの統一ですとか、それから、地震応答解析に時間を要したことなどによりまして、設備評価用FRSの変更・遅延等が生じてございます。その影響で一部の機器についての評価が遅れたということになってございます。

それから、津波防護施設につきまして、地震応答解析に時間を要したことによりまして、設備評価用のFRSの遅延、それと、基準津波を超え敷地に遡上する津波への対応に時間を要したことによりまして、評価の遅延が生じてございます。それと、竜巻及び火山への配慮が必要な施設の強度に関する説明書につきまして、一部の部位につきまして、構造ですとか、解析モデルの変更、それから防護施設の構造見直しというのが生じておりまして、こちらの反映を今行っておるところでございます。

3. のところで、今後の対応を示してございます。まず、一つ目のスケジュール管理とい

うことで、工程見直しが生じた、先ほど御説明しました2. (1)、それから(2)の部分につきまして、こちらにつきましては、各計算書について受注会社と認識を行いまして、ギャップの無いことを確認してございます。

それから、二つ目のレ点のところですが、今回、御報告する事象につきまして、6月末までに提出する図書の状況確認において判明しておりますので、これまで資料の作成状況の確認が十分でなかったというふうに考えてございます。このため、今回の調査で抽出された図書につきまして、資料作成の状況の管理を徹底していきたいというふうに考えてございます。

(2)の説明スケジュールについてということで、こちらは、今回、一部の図書、それでも160件の図書をを超えるものが遅れるということで、今後の御説明スケジュールをちゃんと考えていきたいというふうに考えてございます。

まず、一つ目ですけれども、資料提出スケジュールの見直しに伴いまして、提出時期が集中します。ですが、優先順位を設定したり、同種機器の強度・耐震計算書の同時期に説明するなどを考慮した、説明スケジュールを早急にまとめて7月上旬までには御提示したいというふうに考えてございます。

なお、審査に必要となる補足説明資料につきまして、これも再三御指摘いただいている部分でございますけれども、こちらの作成見直しにつきましても、今後取りまとめておきたいというふうに考えてございます。

三つ目のレ点でございますが、先行実績のない設備、ブローアウトパネルの閉止装置ですとか、コリウムシールド、あるいは止水機構、こういったものの図書につきましては、審議に時間を要するということが考えられますので、7月上旬までに工認での記載項目ですとか、評価方法などを御説明したいというふうに考えてございます。

なお、一応、先日、コリウムシールドについては、すみません、6月25じゃないと思います、すみません、日付が間違ってるかもしれません。コリウムシールドについては、御説明させていただいてまして、止水機構については7月10日を予定してございます。

3ページです。これまでの説明におけるコメントにつきましては、7月上旬までにコメント内容を精査しまして、検討を要するものを明確にしておきたいというふうに考えてございまして、これについて、事業者のほうで検討を要すると判断したコメントについて優先的に回答していくということで進めさせていただきたいと思っております。

5ページが7月に提出される図書リストということで一覧を示してございます。一応、こ

こちらのほうで日付のほうを設定してございますので、こちらのほうを我々として管理していきたいというふうに考えてございます。

今、添付資料1の資料をスケジュールに落としたものが添付-2になってございます。凡例のほうは、白丸のところは提出予定ということで、実績になると黒になります。前回の審査会合から反映した部分につきましては赤で追加してございます。こちらにつきまして、先ほど上げた資料について、新たにこちらの7月末までの予定のほうに反映して、こちらのほうで先ほどのリストとあわせまして管理していくということを考えてございます。

14ページに、工認の説明工程というものをつけてございます。これは、いつもの審査会合の中で御説明しているものでございます。まだ、一部、全てのスケジュールのほうを反映できてはございませんけども、主に今回、御報告いたしました耐震性に関する説明書と強度に関する説明書のほうにつきましては、主に下段のところになってございまして、多くの部分でちょっと7月末までということで反映させていただいております。コメント対応の部分に係るもの、あるいは、先ほど申しあげました計算の遅れに関わるものということで反映してございます。

こちらのほうは、先ほどの提出スケジュールとは違いまして、説明工程になりますので、今は7月末で設定してございますけども、先ほどの資料提出スケジュールにもありまして、7月の末のほうにもう集中するところがございまして、先ほど申しあげました説明スケジュールの設定とあわせまして、こちらの説明工程のほうも再度見直すこともあるかと思っておりますので、その場合はまた改めて御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。

○山中委員 それでは、質疑に移ります。質問、コメントございますか。

○正岡審査官 規制庁の正岡です。

ちょっと細かい事実確認もしたいんですけど、その前に、全体スケジュールと今後の対応について確認させていただきたいと思っております。

まず、全体スケジュールのほうなんですけど、一番最後に御説明があった14ページで、計算書の一部というか、それなりの相当の数が後ろに延びることなんですけど、一応この線表上は、7月末までに説明を終えて、書類の整理も含めて8月末に一式、書類として整うと、そういうスケジュールは変わっていないという理解でよろしいでしょうか。

○日本原子力発電（松本） 原電の松本でございまして。

最後のほうの補正の部分につきましては、スケジュールは今、8月末を守っていきたい

というふうに考えてございます。もう一つ、前段の7月末までに説明を終えるかというところにつきましては、先ほどもちょっと触れましたけども、今後ヒアリングスケジュールをちゃんとつくって、それで、改めて、あまりにも7月末のほうに偏るようであれば、それは現実的ではございませんので、それをあわせてちょっと見直させていただきたいというふうに考えてございます。それでも、先ほどありましたけど、8月末は頑張っていきたいと思います。

○正岡審査官 了解しました。

この中で、7月末のは少しまだ精査が必要だというのは理解して、あと、6月末で切れるやつってかなりの数あって、例えば溢水とか、竜巻、あと健全性とか、居住性とか、NPSHとか、これ、まだ6月末で切れてるんですけど、青の線になってまして、要するにコメント対応中なんですよね。あと6月って、営業日でいうとあと1日しかなくて。

これはあれなんですかね、どういう考えで書いているのかというところをお聞かせください。

○日本原子力発電（松本） 原電の松本でございます。

すみません、こちらのほうは、当然おっしゃるとおり、説明が全て終わっていけば、下の部分が緑になりますので、本来は上のグレーの線が消えていけば、下は緑になってなきゃいけないんですけども、まだ全てが説明を終えてないので、本来であれば、上のグレーの線を延ばしておかなければいけないと思ってまして、すみません、そこまでの反映ができておりませんでした。申し訳ありません。

○正岡審査官 了解しました。例えば、その健全性なんて、健全性の説明書の後ろにブローアウトパネルの一式の閉止装置も含めての設計方針が全部の取りまとめして入るとか、どう考えても6月末に終わるような話じゃないと思っていまして、状況としては、その辺、全く未反映ですということで、そのぐらいのレベルだということで理解しました、添付-3につきましては。

あと、今後の対応のところ、2ページ目に戻っていただいて。今後の対応として、(1)の二つ目の羽根のところなんですけど、資料作成状況の管理を徹底するというのが書いてありまして。一方で、本当に担当者レベルでよく資料の管理ができてなかったのかという点でいうと、例えば1ページ目の一番下の(2)のECCSのストレーナの話とか、これ、もう当初からヒアリングの中ではちょっと変わっていて、内規のほうで荷重の組み合わせを決めてたり、クラス2機器として設定しているような特殊なもので、もともとSAが入ってく

るとか、Ssが変わるといので、きちんと早目に計算書見せてねという話はしてまして、それは多分、担当者としてはきちんとフォローしていただいているはずなんで、今に初めて気づいたという話じゃないような気がして。

あと、同じように、2ページ目の(3)の環境温度の見直しの件も、これ、原子炉棟ですね、原子炉建屋、原子炉棟については、温度が上がって許容値下がりますよねという話も当然そのときに、これ、4月ぐらいにさせていただいているんで。何か担当者レベルで本当にこの6月中旬から下旬にかけてわかったという話なのか、一方で、資料管理についても今までも審査会合でいついつ出しますって、もう日付単位で出してまして。

今まで何ができてなかったのかということもあるんですけど、今回、資料作成状況の管理を徹底するって当然のことなんですけど、具体的に、何を、どうするつもりなのかということをお聞かせ、説明をお願いします。

○日本原子力発電（松本） 原電の松本でございます。

御指摘のとおり、先ほどの例えば環境温度の件も、環境温度が変わるといのは、ここにありますとおり、4月の末ぐらいに御説明をしているところでございまして、その影響も当然あり得るといことで、我々も水平展開していったつもりだったんですが、その範囲の取りこぼしがあったといことでございまして。

また、そういった面も含めまして、今回、我々として6月末までといところで、再度全て確認したところ、担当のところにも再度、含めて、確認して、今わかったもの等が出てきているといことでございまして。

管理のほうでございまして、あまりいいやり方ではなかったのかもしれませんが、今回、ある程度遅れといものが明確にわかったといことで、これについて、我々のほうで担当と、それから、それを管理する部分において、適宜とい言い方がいいのかどうかわかりませんが、かなり頻度を上げて、今の状況を確認して、このスケジュールを守れるようなことをしていきたいといふうに考えてございまして。

以上です。

○正岡審査官 規制庁の正岡です。

多分、担当者レベルでいといと、それぞれきちんとそれなりに状況を把握してて、それをきちんと取りまとめるかどうかといとこだと思いうんで、今回、遅れたやつについて、資料の管理を徹底するとい話なんですけど、遅れたやつだけじゃなくて、もともと載る予定のやつもきちんと状況、遅れてないかとか、当然そんな管理は必要なんで、それは遅れ

たやつだけ注目するわけじゃなくて、全体資料がきちんと提出期限を守れるようにきちんと管理していただきたいと思います。

あと、2ページの3.の(2)のなお書き、二つ目の羽根のところで、補足説明資料のことが書いてあるんですけど、これも従来では、添付書類、基本的には、そちらも何度もうちからも指摘して、関係する添付書類を出すときには、それを審査できるようにきちんと補足もあわせて出しますという話で、その補足説明資料を含めて、審査会合でいつも日付単位で出していたたいたと思うんですけど。

ここのなお書きの意味は、今日出していただいた11ページ、添付-2という資料なんですけど、これには、いつもここには補足も含めた形で書いていただいていたと思うんですけど、ここは、今日のやつは補足が含まれていない、とりあえず説明書レベルで書きましたって、そういう意図ですかね。

○日本原子力発電（松本） 原電の松本でございます。

今日の資料につきましては、先ほどの添付-1のほうのリストをまず打たせていただいたという位置づけで、このなお書きの部分ですね、補足説明資料がちゃんと今、既に十分、出し切れているのか、スケジュールどおり出ているのかということも含めて、ちょっともう一度我々のほうで確認が必要かなと思ってございます。

以上です。

○正岡審査官 了解しました。

あと、ちょっと細かい確認をさせていただきたいんですけど、まず、1ページ目からで、工程の見直しの理由の(1)のまず、耐震、強度で、強度をきちんと分けてませんでしたという話なんですけど、これは単純に様式の話、もともと強度については1回、審査会合でやって、JSMEどおりやりますという話になっているんで、ただ単に切り分けて、様式が分かれていなかったのかという、ただ単なる様式の話なのか、もともと地震荷重を含めた形で強度計算をやってたんで、もう一回、強度計算をし直さないとだめな話なのか、ちょっと様式なのか、中身をもう一回評価するのかって、そのどちらかを明確に御説明お願いします。

○日本原子力発電（松本） 原電の松本でございます。

様式を切り分けるのが主な作業になります。ここの対象となっている炉心支持構造物とかについて、切り分けがすぱっと分けられるようなもの、なかなか分けづらいというふうに聞いておりました、それでちょっと時間を要するというふうに聞いてございます。

以上です。

○正岡審査官 まず計算書を見ないと、何ともその状況が今の御説明ではわかんないんで、またそれはちょっと、様式だけの話であれば、正直、切り分けるのですごく簡単なんですけど、もともと強度評価をJSMEに沿うという方針と違って、もともと、昔どおり、地震がまだ入ってましたというのであれば、それを抜いた形でもう一回評価し直さないといけない話になって、それだとまた計算をやり直す必要があるんで。ちょっとそこが、どういう状態なのかというのは、またきちんと説明をお願いします。

あと、(2)のほうのストレナーのほうなんですけど、ここも「ストレナー試験に基づく異物の付着量を反映」ってあるんですけど、これは、もともとストレナーについては、自重とか、差圧とかってあるんですけど、自重として見込むとき、そのストレナー自身の自重とする、自重の重さとしても一々試験の付着量を考慮するという事なんじゃないかな。

○日本原子力発電（松本） 原電の松本でございます。

例えば全量付着などを考えるとかなりの重さになるので、それをどう考えるかということで、ただ、試験のほうを、かなり実際のところ、付着量が少なかったということもありますので、ちょっとそこら辺をどう考えるかということで今検討しているところでございます。

○正岡審査官 まさにその点で、差圧とかは試験でというのはわかるんですけど、一応、内規上、まず全量付着というのが大前提ですよというのが書いてありまして、試験でついた分の重量を求めると、今回の試験ではできないと思っていまして。なので、ここを付着量を反映って一言書いてあって、そこを確かにどう考えるのかですけど、そちらがまずどう考えるのか、大原則、全量で付着したというので重量は見るんだと思うんですけど。

それをもし内規と異なって、違う手法をとるのであれば、当然また議論が必要ですし、相当な時間もかかるんで、その辺、単純に反映するためじゃなくて、何を、どうしようと思っているのかというのをきちんと説明をしていただきたいと、次回以降でもいいんで、していただきたいと思います。

あと、すみません、最後に1点だけなんですけど、2ページ目の(4)の一番上の羽根なんですけど、ヒアリングにおいて原水タンクが追加となったってあるんですけど。ちょっとここの認識違いだけを指摘させていただきたいんですけど、確かにこちらからヒアリングで原水タンク追加ですよという話はしたんですけど、これは別にヒアリングで言ったからという理由じゃなくて、本来、原水タンクは水消化系のタンク、水源で、昨年1月に改

正した実用炉規則の別表改正で要目になってるんで、本来であれば、法令に基づいてきちんと申請されるべきものがされてなかったというふうに理解してまして。別にこちらがヒアリングで言ったんじゃないくて、言ったのは言ったんですけど、本来、事業者さんが本来きちんと確認して申請されるべきものであって。

さらに言うと、要目にあるかないかで評価をしていなかったんですというのはおかしい話で、確かに工認図書としては要目にあれば耐震強度は出るんですけど、要目になくても、きちんと維持基準として事業者が基準適合性を示す確認は必要なわけですし、何か要目を書くから、何か耐震強度をやりますという、この説明も正直、間違っているんじゃないかと思ってまして。

まず、こちらはそういう理解をしているんですけど、ちょっとその点の確認をお願いします、説明をお願いします。

○日本原子力発電（松本） 原電の松本です。

おっしゃるとおりでございます。こちらの表現がよくないと思います。申し訳ありませんでした。

○正岡審査官 どちらにしろ、今日、聞いた限りでは、とりあえず遅れますよという話はわかったんですけど、まだどのぐらい遅れるかって、今回出していただいた資料もまだその程度のもので、説明スケジュールもまだきちんと組まれていないということなんで、今後、次回以降の会合できちんとまた説明スケジュールが出てくると思うんですけど、そのときには、きちんとヒアリングを實際受けてる、こちらでいうとしている、担当者レベルにきちんと意見聞いて、現実的なスケジュール、何か何となくスケジュールありきでやっているんで、設計が追いついていないとか、現場がついてきていないという、そういう状況の理由にしか見えないんで、その辺はよく注意してスケジュールを組んでいただきたいと思います。

自分からは以上です。

○山中委員 そのほか、どうぞ。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

資料の1ページ目の2の(1)と、それから(3)とかにも関連するんですけど、これ、(1)のほうで、強度・耐震計算で様式を分離するということで記載されているんですけど、評価条件、少し変更しているものとか、そういうものも建設工認時からの変更というものがどうもあるような、耐震の計算のほうでもその一端が表れていて、じゃあ、それはどう

いうふうな、荷重をどういうふうに置きかえたのか、代表させるのかとか、そういったところの、あと、入力条件とか、そういったところの確認を今コメントはもう出しているんですけど、そこら辺の説明は、今回の変更にも関連しているものがあると思うので、比較的ほかの計算書にはねてるものもありますので、この中身については、なるべく速やかに説明するようにお願いします。

それからあと、もう1点は、先ほど正岡のほうから話があったことと関連するんですけど、スケジュール管理にということ、あたかも6月末に判明したというふうな記載の仕方をしているんですけども、担当者ベースでいろいろとやりとりをしている中では、例えば(4)の三つ目の矢羽根とか、こういったところについては、やはり担当者のほうは、指摘事項がどれぐらい期間に影響を及ぼすのかとか、実際に具体的な検討としてどういうことが必要になるのかということをも具体的に担当のほうは把握しているはずなんです。そういったことから、これは私どもとしては、物によってはある程度早い段階から察知しているものもあります。

そういったことも勘案すると、3の(1)のスケジュール管理について書いてあるのは、何か上のほうから確認に行かないと情報が上がってきていないとか、そういうことをどうも表しているように見えてしまうんですけども。やはり、期間に影響するもの、それから、技術基準適合性とかの判断に影響する、もしくは評価結果に影響するような重要なコメントというものに対しては、下のほうから、その重要度に応じて報告、連絡、もしくは相談とか、そういったことが本来しっかりとコミュニケーションする中で行われていくはずだと思うんですけど、そこら辺がうまくコミュニケーションがあるところにとまっているとか、とれていないとか、そういうところが若干あるのではないかなというふうに思ってしまうんですけども、それについてはいかがでしょうか。

○日本原子力発電（松本） 原電の松本でございます。

ちょっと私どもは管理する立場におりますので、当然、例えば我々のスタッフの者がヒアリングに出てコメントをいただくということがあれば、当然、私のほうに上がってくるということは当然の流れであって、そういった観点でのコミュニケーションはとれているというふうに思っています。それが、各グループ、我々、とれているとは思ってございますが、その辺がちゃんと集約できていたのかどうかというところはあるのかなというふうに思っています。

以上です。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

今までもやっていたということで、今お答えいただいたんですけれども、より一層、そういうところを強化していただく、強化というか、厳しくするという意味で言っているわけではなくて、風通しをよくして、必要な情報が共有されるような階層構造のマネジメントをちゃんとしてくださいということをお願いします。

以上です。

○日本原子力発電（石坂） 日本原電の石坂でございます。

お話、承知いたしました。今回こういう形で、かなり6月以降に出るものについては明確になりましたし、幾つかまだブローアウトパネルとか、そもそも工認にどういうふうに書くんだというところから議論がスタートするものも抽出されておりますので、しっかりそのあたりについては丁寧にフォローアップするのと同時に、下からも報告が上がりやすいような環境をしっかりと整備できるように取り組んでいきたいと思っております。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

念のため、2点ほど確認させていただきたいんですけども。今日のお話ですと、またスケジュールが変わる可能性がある。特に、私、何を伺いたいかという、後ろの8月末にそろいますというところについては、もう変わらないのか、また変わるのか、そこをまず1点目、確認させてください。

○日本原子力発電（松本） 原電の松本でございます。

先ほどの説明スケジュールのほうにもつけさせていただいておりますけども、8月末に今補正を、工認があるんですね、補正を出すというスケジュールは変えてございません。

○日本原子力発電（石坂） 日本原電の石坂でございます。

ちょっと重ねて、もう少し丁寧に御説明させていただきたいと思っております。

今後の対応のところを書いていきますように、先ほどから実際にヒアリングのほうはどういうスケジュールになるんだということがございまして、これはまさに7月上旬といたしますか、来週ぐらいですね、我々と各部門の担当の、NRAさんのほうの担当といろいろお話をさせていただいて、実現可能なヒアリングをセットしたいというふうに考えております。

その中で、我々としては、どういうふうにしたら8月にこの補正ができるようなスケジュールができるかどうかということで、いろいろ御議論させていただきたいと思っておりますので、その中で、補正のタイミングというのは何とかそうなるようにやっていきたいと思

ますので、それはいずれにしましてもちょっとNRAさんとしっかり議論させて、しかるべき時期にまたお答えしたいと思っております。

○山中委員 理解しました。

2点目は、ちょっと言葉遣いの問題なんですけど、あるいは、誤解があれば修正していただきたいんですけども。ヒアリングで指摘をされたから云々とか、ヒアリングでどうしましょう、こうしましょうというのが、今回の書類でも出てくるんですけど、実際の審査は、審査会合の公開の場でやっていただかないといけませんので、ヒアリングでは、あくまでもスケジュールですとか、事項ですとか、そういうことを決めていただく場であって、少なくとも審査は審査会合できちっとやっていただくということで。もし御認識間違いがあれば修正をしていただきたいというところですし、文書も間違いないように記載をしていただければと思います。よろしく願いいたします。

○日本原子力発電（和智） 日本原子力発電の和智でございます。

今、山中委員からおっしゃったことは、我々も重々理解しておりますし、あくまでこの審査会合の場で御議論いただいて、判断をいただくものというふうに思っております。その前に、いろんな御説明については、この審査会合に向けて、理解が進むようにということで進めておる付随的なものであるということも理解しておりますので、我々も委員と同じ認識で進めたいと思っております。

○山中委員 では、よろしく願いいたします。

そのほか、コメント、意見等ないようですので、最後、私から。毎回同じことを申し上げるのは大変しんどい話なんですけども、このようにたびたびスケジュールが変更になりますと、日本原子力発電株式会社、会社そのものの業務能力を問われるというような状況にもなりかねないという、そのような認識でおります。原子力を担当されている最高責任者である常務、今日、御出席いただいておりますけども、繰り返しになりますが、やはりリーダーシップですとか、マネジメント力を発揮していただきたいというふうに思っております。

特に今日、審査官のほうから指摘ございましたけれども、工程管理ですとか、あと、いわゆる社内の担当者間の情報共有、上下もそうでしょうし、水平的にも情報共有がスムーズにいくように、徹底をお願いできればというふうに思っております。

また、たびたびこれもお願いをしているところなんですけれども、日本原子力発電株式会社、会社を挙げて、全社で取り組んでいただきたいと、この申請には取り組んでいただきたい

ということもお願いをしておりました。危機的な状況にあるという認識は現状でも変わっておりませんし、非常に危惧をしているところでございます。これについてもたびたび発言をさせていただいたところです。

各審査項目を担当している全ての社員の皆さん、重ねて、その締め切りがあるんだということを認識して、いろんな作業に当たっていただきたいというふうに思います。ぜひとも担当者間で情報共有きちっとしていただいて、全社を挙げて申請に取り組んでいただきたいというふうに思います。

もちろん、三つの申請が同時に並行して進んでいるという困難さも理解しておりますけれども、今日のお話ですと、あと2カ月という短い期間の中で、きちっと会合の場で審査が終えられるように、審査書を提出をしていただきたいというふうに思っております。よろしくお願いたします。

○日本原子力発電（和智） 日本原子力発電の和智でございます。

今、山中委員がおっしゃったこととございますが、本当に我々、再三再四、御指摘を受けて、そのたびにお答えを申し上げ、また、覚悟を持ってお進めすると言いながらも、またこういうことをちょっと工程上、繰り返しております。実際にやってみないとわからない部分は多少ございまして、そういったものがちょっとずれ込んだものもございまして、抜け落ちた部分やら何やらあって、それが上下間、あるいは横の連携のコミュニケーション不足によるもの。それからまた、クオリティーにおいては、マネジメントの段階でかなりチェックできるものがあつたにもかかわらず、そういったものがルーズになって、手戻りを発生させてしまったりということがございました。

これは設置許可の経験も踏まえて、今度はきちんと期限内にクオリティーのレベルの高いものをしっかりとお出ししていくために、先ほどお話ありましたとおり、全社を挙げてこれに取り組んでまいりたいと思いますし、具体的にいろんな方策をさらに、残りわずかですけれども、とにかくこの時間に早急にいろんな手を打って、全社を挙げて目標達成してまいりたいというふうに考えておりますので、また御指導をお願いいたします。

○山中委員 あと、よろしいですか。

それでは、ここで事業者入れ替えありますので、一旦中断をして、15分後、2時25分くらいから再開をしたいと思っております。

（休憩 日本原子力発電退室、東北電力入室）

○山中委員 それでは、再開いたします。

次の議題は、議題(3)東北電力株式会社女川原子力発電所2号炉の設計基準への適合性及び重大事故等対策についてです。

それでは、運転中の原子炉における格納容器破損防止対策の有効性評価について説明を始めてください。

○東北電力（佐藤（大）） 東北電力の佐藤です。

資料3-1-1、これを用いまして、格納容器破損防止対策の有効性に関係します水の放射線分解の計算の誤りについて、その後の原因調査等について御報告をさせていただきます、御説明をさせていただきます。

資料をめくっていただきまして、1ページ目は目次でございますので、割愛します。

2ページ目、「はじめに」ということで、これまでの経緯についておさらいをさせていただきたいと思います。平成29年の12月がこの誤りについての認知をするということの足がかりとなったタイミングでございまして、平成30年の2月27日、審査会合で計算誤りの内容については御説明をさしあげたところです。

その後、当社のほうで、平成30年の3月8日、メーカーの事業所のほうを訪問しまして、計算の誤りの調査結果を確認しました。計算誤りの調査の結果、新たに2カ所の誤りを含んでいるということを確認してございまして、その影響についても、このとき確認をしてございます。内容については、次ページにございますので、後ほど御説明します。

それから、3月の29日、メーカーの事業所を再び訪問しまして、計算誤りの原因の調査、再発防止、それから水平展開、こういったものの計画について確認をしてございます。

翌4月に入りまして、4月の19日、当社はメーカー事業所において、誤り修正後の評価の結果に関しての解析の調査、原因の調査の結果、再発防止、それから水平展開の状況、こういったものについて、実施状況を確認したということを行ってございます。

3ページ目、御覧ください。水の放射線分解におけます水素、酸素の発生量についての評価プロセスをお示ししてございますが、プロセスの中で、丸で5番、6番と書いているところが新たに確認された誤りということで、内容としては、放射線分解計算における領域ごとの崩壊熱の積算に関わる部分であるということです。

4ページ目を御覧いただきたいと思います。4ページ目に誤りの内容について具体的に記載をしてございまして、⑤番、⑥番というのが今回追加で確認したものになりますが、まず、⑤番ですが、下部プレナムの堆積溶融炉心からの崩壊熱の未積算というものでございます。これは、溶融炉心が下部プレナムへ堆積した後、圧力容器が破損してペDESTALに

落下するまでの間、これは時間になると2時間程度なのですが、溶融炉心の崩壊熱が放射線分解計算に加えられていなかったというものでございます。

それから、⑥番のペDESTAL落下溶融炉心の包括熱計算の誤りということで、ペDESTALへ落下した溶融炉心からの崩壊熱、これは溶融炉心中の UO_h の重量に基づき計算をしてございます。この崩壊熱の評価に UO_2 の還元の影響を誤って取り込んでいたということで、崩壊熱の減衰を過大に評価をしていたと。 UO_2 が還元してUになる部分、本来は UO_2 で還元して減った分、それから、Uとして発生した分ということで評価をしますが、Uで、還元によってウランとなったものについての考慮をしていなかったということでございます。

それから、この⑤番と⑥番ですが、影響の度合いというところの欄を確認していただきたいと思いますが、⑤番、⑥番はいずれも下部プレナムへ溶融炉心が落下したというところ以降の崩壊熱の計算に関わる部分ですので、RPVが健全なシナリオにおいては、この影響は関係しないということになります。

影響の程度というところでいいますと、RPV破損シナリオにおいては、この⑤番、⑥番というものは影響は小さいと。全体の崩壊熱量に対して、影響の程度として定量的に示すと10%未満の影響というような状況になっているということです。

5ページ目、お聞きください。こちらは、今回の一連の計算の誤りについての問題点、原因です。それを調査をした結果について取りまとめたものになってございます。この問題点から原因を特定して再発防止をするという一連のプロセスにつきましては、メーカーの中で要因分析、いわゆる、なぜなぜ分析というものを行いまして、表3に示す三つの問題点というところを抽出をしてございます。

問題点の一つ目ですが、MAAP計算式の入力、これはエクセルを含むツールですが、こういったものの適用範囲を明確にしていけないなど、管理方法が不十分であると。それから、問題点二つ目ですが、演算式を含んでいるMAAPの入力について、検証がされていなかったと。それから、問題点三つ目です。入力データのエビデンスに漏れがないことの確認が不足していたということで、いずれの問題点におきましても、業務ガイドにおいて、そういったものを検証するとか、そういうルールとして定めたものがない状況にあったということでございます。

これまでも、我々もそうですが、いろいろ過去に不適合、解析に関する不適合というのを経験してございまして、いろいろ再発はやってございますが、こういった特殊な演算式を含むようなものに対してのルール化というところがメーカー内においても不足をしてい

たというところが原因であったということでございます。

再発防止対策としては、問題1については、そういったツールがこういったものに適用されるかということを確認に文書化をするということと、それから、ツールが含む計算モデルの適切性を文書化をして、しっかり手順に落とすと、こういったことを再発防止として行っていくということでございます。

問題点の(2)につきましては、これも業務ガイド、手順ですね、これを改訂しまして、インプットに演算式が含まれる場合の演算式の検証の必要性、こういったものを明確にしていくということを再発として行います。それから、入力エビデンスについても、全てのこういったプラントの幾何形状であるとか、設計データ、こういった設計図書に基づいて1対1でデータ、数値を確認できるようなもの以外、こういった演算式、こういったものも含めて、しっかりとエビデンスを残すという、そういうルールメイキングを行います。

そして、水平展開、次ページ、6ページですが、今回の誤りに関しまして、類似の事象発生の有無という観点で調査を行いました。調査としましては、二つの観点を取り扱ってございまして、一つは、図2に示す演算式の検証の適切性の確認でございます。これは、解析コードの中に入力データに演算式を含むものがあるかどうか、そして、それが適合性審査で使用しているかどうかという観点、それから、図3に示すとおり、解析コードのアウトプットを後処理として、エクセル等のプログラム、サブツールで処理をするというものがあるかどうか。そして、それらが許認可で、適合性の審査の中で使用した実績としてあるかどうかという観点で確認を行いました。こうした確認をした結果、類似のものはないということを確認してございます。

それから、7ページ、御覧いただきたいと思います。水平展開ということで、こちらは、当社が行う今回の不適合事象を踏まえてどういう対応をするかということについてです。まず、女川2号の適合性審査に関する解析をしている他メーカーに対しまして、今回の不適合内容を周知するというところをさせていただきます。そして、周知を行いまして、先ほどの6ページで示したような類似の案件がないのかという観点で網羅的に確認を行ってございます。

二つ目の矢羽根でございます。メーカーの再発防止の立案までの一連のプロセス、これに関しては、当社の品質保証部門も含めた体制の中でプロセスの確認というのをさせていただきます。今後は、今回の不適合の発生に対して臨時の監査というものも実施しながら、メーカー内の品質保証活動の適切性を確認していきたいと考えてございます。

三つ目でございます。今回の不適合の事象の内容について、社内外の関係者に対して情報の共有を行ってございます。それから、今回の誤りを正したプロセスで評価をメーカー内でし直してございますので、その結果についての確認の際は、解析調査のチェック項目として、エビデンスの網羅性を確認することを暫定的に追加をしたチェックシートを用いまして、解析の調査に当たりました。

四つ目ですが、調達業務に関わる社内規程というのが当社にはございます。今回の不適合の事象について、事例として、不適切な例として記載をして、類似の不適合事象の発生の防止、それから、事案の風化の防止ということに努めてまいりたいと思います。

最後ですが、今回の再発防止対策も含めて、継続的な改善を行いまして、解析の信頼性の向上ということを意識をして業務に当たっていきたいと考えてございます。

説明は以上になります。

○山中委員 それでは、ここまでで質疑に移りたいと思います。質問、コメントございますか。

○小山田調整官 規制庁の小山田です。

今回、2月の審査会合で説明していただきましたときにも申し上げたわけですが、一番最後、7ページにありますとおり、解析の信頼性のさらなる向上はありますが、こういった審査に用いる資料、あるいは説明の信頼性というのをもとに私ども、審査を行っているわけでございますので、今回、メーカーのほうで特殊な作業もあったと、通常とちょっと違った部分もあったということもあって、こういったものがあったわけですが、そういった今回の教訓をもとに、やはり、事業者としても調達管理というのが重要かと思っておりますので、こういった教訓をもとに、引き続きしっかり品質保証体制をしっかりとやっていくということをやりたいと思います。

○東北電力（小保内） 東北電力、小保内です。

確かに今回、前回、2月にも御指摘を受けましたけど、やはり適合性審査に提出する資料なんだと、重みが全然違うんだということを前回もお聞きしております。本当に今回、ちょっと間違っていたことに対しては非常に反省しています。なかなかこういう誤りとか、ヒューマンエラーといいますか、ゼロにするというのは本当にやっぱり難しいことではありますが、まず、本日、御説明した再発防止対策をきちんと的確に実施していきたいと思っています。

本件を糧にして、先ほど小山田さんのほうからありましたように、各種提出資料には万

全を期していきたいと思っておりますので、よろしくお願いたします。

以上です。

○山中委員 そのほか、質問、コメントございますか。よろしいですか。

今後このようなミスのないように、しっかりと品質保証体制を整えていただければというふうに思います。

それでは、引き続き説明をお願いします。

○東北電力（佐藤（大）） 東北電力の佐藤です。

引き続きまして、格納容器の破損防止対策の有効性に関して御説明をさしあげたいと思っております。資料は3-1-2、それから3-1-3、それから、従前の審査会合における指摘事項に対する回答一覧ということで、3-1-5、この三つの資料を使って御説明をしたいと思っております。そのほか、厚目の資料3-1-7以降の資料ございますが、これらについては、必要に応じて参照してまいりたいと思っております。

資料3-1-2を御覧ください。1ページ目、めくっていただきまして、本日御説明させていただく内容は、雰囲気圧力・温度に対する静的負荷ということで、過圧・過温破損のシナリオに対してです。代替循環冷却系を使用する場合について、本日は御説明をさしあげます。それから、1.2ということで、水素燃焼に係る部分について御説明をさしあげます。それと、該当する、今日説明する内容に該当します過去の会合における指摘事項に対して御回答をさせていただきたいと思っております。

2ページ目、御覧ください。まず、格納容器の過圧・過温破損に関してです。今回は代替循環冷却系を使用する場合ということでございまして。まず、事象の特徴ですが、ここでは大破断LOCAに加えまして、高圧、低圧系の注水機能が喪失していることに加えて、全交流動力電源の喪失までを想定をした事象想定となります。

配管破断等により流出した高温の原子炉冷却材、それから、崩壊熱、ジルコニウム-水反応によりまして発生した水蒸気並びに水の放射線分解におけます非凝縮性ガス、こういったものによって格納容器内の圧力温度が上昇するという事象でございます。

対策としましては、大きく三つございまして、まず、炉心の冷却ですが、低圧代替注水系、これは常設のポンプ、復水移送ポンプになりますが、これを用いた冷却です。それから、原子力格納容器の冷却ということで、原子炉格納容器代替スプレイ冷却系、これによる対策になります。これは可搬型の大容量送水ポンプを用いた外部からの注水ということになります。そして、代替循環冷却系ということで、最終ヒートシンクへ熱を輸送する手

段の確保ということになります。こういった対策を行うということにしてございます。

次ページ、お願いします。こちらは、この事故シーケンスに対します主要の解析条件を示してございます。起因事象、それから喪失する機能については、今ほど御説明したとおりでございまして、水素の発生に関しましては、ジルコニウム-水反応を考えます。考え方の右、欄に書いてございますが、水の放射線分解によって発生する水素の影響につきましては、圧力、温度に対する影響は軽微だということで、ここでは考慮はしてございません。

4ページ目、御覧ください。こちらは、プラントの対策に対してのスペクトを記したものでございます。原子炉はドライウェル圧力高によりスクラムをすることによってございます。代替原子炉再循環ポンプトリップについては、水位低のレベル2でインターロックとして機能するということです。それから、注水系についての条件としましては、記載のとおり注水特性、流量値をもっておのおの注水をするということにしてございます。

5ページ目、御覧ください。こちらは、各対策の主な事象発生後の対応開始時間について整理をしたものになります。代替交流電源設備からの受電操作については15分後、MLWCについては、GDGからの受電後25分で注水を開始するということになります。それから、原子炉補機代替冷却水系の運転操作ということで、これは23時間後からということになります。代替循環冷却系については24時間後、そして、代替スプレイ冷却系による冷却については、24時間以降、適宜格納容器の温度状態に応じて行っていくということになります。

6ページ、御覧ください。事象の大きな流れということになります。まず、タイムゼロですが、ここで起因事象、大破断LOCAが発生をすることによって、この発生の後、さまざまな機能の喪失というのが確認されていきます。注水系の機能喪失ということで、高圧スプレイ系を初めとしたECCS系、それから、RCICですね、こういったものが機能喪失状態になるということによってございます。

電源系についても機能喪失をいたしますが、代替交流電源、このフローの一番右に記してございますが、代替交流電源が自動起動しますので、ここからの給電が可能になるということによってございます。そして、事象の進展に戻りまして、4分後、炉心損傷が開始するということになります。注水がない状態ですので、損傷が早期に起こることです。事象発生10分後には、燃料被覆管温度が1,200℃に到達するということになります。

それから、次ページ、7ページ、お願いいたします。事象発生15分後には、代替交流電源設備による非常用電源、交流電源が回復をすると、給電ができるような状態になります

ので、その後、事象発生20分後に低圧代替注水系、復水移送ポンプになりますが、こちらの系統構成を行いまして、ポンプ1台を起動すると。事象発生25分後には、このポンプを用いて原子炉への注水が開始されるということになります。これによりまして、損傷炉心の冷却には成功するということになりまして、圧力容器が健全な状態が維持されると。事象発生30分後には、燃料温度が2,500Kに到達し、格納容器の温度は171℃に到達するという、こういう状況になっていきます。

残留熱除去系に関しましては、除熱機能に関しましては、機能が喪失している状態にありますので、次ページにまいります。代替循環冷却系が使用可能な状態にあれば、24時間後には代替循環冷却系の系統構成を終えて、除熱が開始できる状態になるということになります。その後、代替循環冷却系での原子炉注水を行いまして、格納容器の温度状態によりまして、150℃に到達するような状況になれば、代替スプレイ冷却系によって格納容器を冷却するということを行ってまいります。

これによりまして、格納容器の圧力は降下をしていくということになります。その後も代替循環冷却系の運転を継続するということになりまして、格納容器代替スプレイを行いながら、プラントの状態維持をしていくということになります。

事象の一連の流れというのはこういうことになってございまして、9ページ目を御覧いただきたいと思いますが、こちらは、圧力と温度の判断基準に、判定基準に対しての評価の結果ということになります。表に示すとおり、圧力バウンダリにかかる圧力の最大値は、限界圧力に対して0.536MPaということで、下回る結果になってございます。温度のほうも、限界温度200℃に対しまして、約178℃というような状況になってございます。

下のほうにはトレンドを示してございまして、24時間後、代替循環冷却系が入るまで圧力としては、サプレッションプール水の蒸発、こういったものが増えますので、大きく圧力上昇をしていくということになりますが、代替循環冷却系の運転により、圧力は降下をしていくと。

その後、24時間以降、今度は図2の温度の推移を見ていただきたいと思いますが、格納容器の温度が150℃になりますと、格納容器代替スプレイの間欠運転によりまして、温度調整を行っていくということになります。事象発生から100時間を少し超えるところまで、こうした間欠スプレイというのを行ってまいります。その後は、スプレイがない状態で150℃以下にできるということで、評価上は格納容器スプレイがない状態で維持ができるということを確認したということでございます。

10ページ目、御覧ください。こちらは、Cs-137の放出量の評価に関しての前提条件をお示ししてございます。格納容器の漏えい開始のタイミングとしては、事象発生直後ということで取り扱いをしてございます。MAAP解析に基づき、事象発生5分後から漏えいをするというのが実際の放射性物質の挙動として取り扱います。それから、格納容器からの原子炉建屋への漏えいは、記載のとおり、格納容器の圧力に依存して漏えい率を変化させるということで取り扱いをします。それから、格納容器の漏えい孔における捕集効果、これに関しましては、効果に期待をしないという取り扱いをしてございます。それから、格納容器内での粒子状の放射性物質の除去効果につきましては、MAAP解析での評価として取り扱いを行います。

11ページ、御覧ください。こちらが前提条件の続きになりますが、非常用ガス処理系につきましては、事象発生60分後に起動しまして、負圧達成が事象発生70分後ということで、換気率についても負圧達成以降は非常用ガス処理系の設計漏えい率であります0.5回／日というもので屋外に放出をしていくという取り扱いにしてございます。非常用ガス処理系のフィルタ装置の除去効率については、SA状態と、重大事故状態ということで、効果には期待しないという前提で評価をしてございます。

表3のほうには、Cs-137の放出量の評価結果をお示ししてございまして、建屋からの漏えい、これは代替循環冷却系を使ってございますので、ベントは行ってございませんので、全て建屋からの漏えいということになりますが、約11TBqということで、判定基準の100TBqは満足するような状況になっているということでございます。

それから、12ページ、御覧いただきたいと思います。こちらは、要員と資源に対しての評価でございまして、この過圧・過温破損の事故シーケンス、大LOCAにおきましては、必要な要員数というのが30名ということになってございまして、確保した要員数で対応が可能であると。水源、燃料、電源につきましても、保有量に対して余裕を持って対応ができるという状況にございます。

ここまでが代替循環冷却系を使用した場合の事故シーケンスに対しての評価の結果です。

続きまして、資料3-1-3、これを用いまして、柏崎6・7号の新規制基準適合性審査を通じて得られた技術的知見の反映につきまして、設備担当から御説明させていただきます。

○東北電力（菅原（清）） 東北電力の菅原です。

資料3-1-3を御覧ください。2ページ目をお開きください。柏崎6・7号炉の技術的知見を受けた要求事項につきましては、設置許可基準規則の解釈1におきましては、原子炉格納

容器の代替循環冷却系、または格納容器再循環ユニットを設置すること。それから、解釈4につきましては、フィルタベント系と格納容器代替循環冷却系につきましては、多様性及び可能な限り独立性を有し、位置的分散を図ることということが要求事項になってございます。

3ページ目をお開きください。先ほどの要求事項でございます解釈1に対しましては、代替循環冷却系を設置いたします。それから、解釈4に対しましては、代替循環冷却系は、原子炉格納容器フィルタベント系と多様性及び独立性を有し、位置的分散を図った設計とすることといたします。

右の系統図を御確認ください。赤のラインは代替循環冷却系を示してございます。代替循環冷却系は、サプレッションチェンバを水源といたしまして、代替循環冷却ポンプにより圧力容器への注水、それから、格納容器へのスプレイをする系統構成としており、圧力容器、それから格納容器内に注水された系統水は格納容器内の配管の破断孔からベント管を経て、サプレッションチェンバへ流出することで循環ラインを形成することになります。

系統図の緑色のラインを確認ください。緑のラインは、原子炉補機代替冷却水系を示しております。熱交換器ユニット、それから大容量送水ポンプ（タイプI）を用いまして、海をヒートシンクとした除熱をする系統構成となっております。代替循環冷却系は、赤と緑のラインによりまして、原子炉の循環冷却を行い、格納容器バウンダリを維持しながら、格納容器の圧力及び温度を低下させることが可能な設計としてございます。

4ページをお開きください。ここでは、解釈4への適合性について説明をします。代替循環冷却系はフィルタベント系と多様性及び独立性を有し、位置的分散を図った設計といたします。表は、代替循環冷却系、それからフィルタベント系について、主要機器、多様性、独立性、位置的分散の各項目の比較を行ったものでございます。

多様性の欄ですけれども、最終ヒートシンクにつきましては、代替循環冷却系が海であるのに対し、フィルタベント系は大気であり、また、駆動電源につきましては、代替循環冷却系が交流電源であるのに対し、フィルタベント系が直流電源、または人力手動操作となっています。独立性の欄ですけれども、代替循環冷却ポンプとフィルタ装置につきましては、異なる区画に設置することによりまして、火災及び溢水が共通要因となり同時に機能が損なわれることのない設計といたします。位置的分散の欄ですけれども、記載のとおり、位置的分散を図った設計としてございます。

次のページ、5ページを御覧いただきたいと思っております。ここでは、残留熱除去系との比

較について説明をいたします。代替循環冷却系につきましては、設計基準事故対処設備の安全機能を代替する重大事故防止設備ではなくて、原子炉格納容器の過圧破損を防止するための重大事故緩和設備でありますけれども、信頼性向上のために、設計基準事故対処設備であります残留熱除去系と多様性及び可能な限りの独立性、位置的分散を図った設計といたします。

同様に、多様性の欄でございますが、駆動電源につきましては、代替循環冷却系ポンプは、常設代替交流電源設備であるガスタービン発電機からの受電が可能な設計であるのに対し、残留熱除去系ポンプは、非常用ディーゼル発電機が駆動電源になっております。

それから、冷却方式につきましては、代替循環冷却系は原子炉補機代替冷却水系であるのに対し、残留熱除去系は、原子炉補機冷却水系になっております。

独立性の欄ですけれども、同様に、代替循環冷却ポンプと残留熱除去系ポンプは異なる区画に設置することによりまして、同時に機能が損なわれることのない設計といたします。

位置的分散の欄ですけれども、記載のとおり、位置的分散を図った設計としてございます。

6ページ目を御覧いただきたいと思っております。6ページ目は、ここまで御説明をいたしました代替循環冷却系、それからフィルタベント系、残留熱除去系の位置的分散について説明いたします。機器配置図に記載のとおり、代替循環冷却ポンプは、フィルタベント系のフィルタ装置、それから、残留熱除去系のポンプと位置的分散を図った設計としてございます。

7ページ目を御覧いただきたいと思っております。ここでは、代替循環冷却系の駆動電源について御説明をいたします。まず、単線結線図におきまして、赤色、緑色、ダイダイ色の網かけ範囲が設計基準事故対処設備である非常用所内電源設備、それから、青色の範囲が重大事故等対処設備を示してございます。線の紫色につきましては、代替循環冷却ポンプへの給電ラインを示してございまして、赤色、緑色、ダイダイ色の網かけの設計基準事故対処設備が機能喪失した場合におきましても、青色の網かけの重大事故等対処設備である代替所内電気設備によりましてガスタービン発電機からの受電が可能な設計としてございます。

代替循環冷却系の説明は以上になりまして、引き続きコメント回答の御説明をいたします。説明者交代いたします。

○東北電力（佐藤（大）） 東北電力の佐藤です。

お配りしている資料の3-1-5を確認していただきたいと思います。こちらは、過去の審査会合における指摘ということになってございまして、今ほど資料3-1-3で御説明さしあげたのが、こちらのNo1の指摘事項に対する回答となります。それから、No2ということで、過圧・過温破損シナリオに対しての関連質問ということで、SRVの排気温度計についての位置づけと検知の可能性についての整理ということで御指摘をいただいてございまして、これにつきましては、資料3-1-2、先ほど使ったパワーポイントですが、3-1-2の19ページを御覧いただきたいと思います。こちらのほうに回答として整理をさせていただきました。

まず、検知の可能性ですが、炉心が冠水した状態におきましては、原子炉の圧力容器ドーム部の温度、これは定格の圧力、ないしはSRV動作圧力に対する飽和蒸気温度300℃を下回る温度ですが、そういう状態となります。原子炉水位の低下によりまして炉心が露出した状態におきましては、原子炉圧力ドーム部は加熱蒸気雰囲気となっている状態でございます。SRVを開放した場合、SRVの出口温度計の指示は、飽和温度近傍よりも高い温度を示し、指示値がオーバースケールしているという状態が考えられます。

したがって、SRVの出口温度計によりまして、炉心損傷を検知できる可能性というのはあるとは考えますが、炉心が露出した状態において、炉心は蒸気冷却等により健全性を維持している場合と損傷している場合が考えられますので、不確かさというものは大きいのではなかろうかというふうに考えてございます。

こうした状況を踏まえての位置づけということになりますが、SRVの出口温度計による炉心損傷検知は不確かさが大きいと考えますので、CAMSの格納容器雰囲気モニタによる確認ができない場合の炉心損傷の検知の代替手段としては、当社としては原子炉の圧力容器の表面の温度ということで位置づけをしてございます。

回答としては以上になります。

○山中委員 それでは、ここままで質疑に移りたいと思います。じゃあ、質問、コメント。

○止野上席審査官 規制庁の止野です。

資料3-1-2の今説明のあったパワーポイント資料の9ページ目について確認をさせていただきたいと思います。こちら、9ページ目に、今説明のあった代替循環冷却系を使用する場合の評価結果が示されているわけですが、右側の格納容器温度の推移についてです。

こちらの点線がサプレッションチェンバ、実線がドライウェルということで、推移を示されているわけですが、サプレッションチェンバ側につきましては、代替循環冷却系を入れたら順調に低下をしているという状況にございますけれども、ドライウェル側につき

ましては、こちら、温度につきましては、なかなか低下傾向が見られないという状況かなというふうに思うわけですが、このドライウェル側の温度がサプレッションチェンバ側の温度と比較して、なかなか下がらない、この要因について説明をしてください。

○東北電力（田中） 東北電力、田中です。

こちらのドライウェル側の温度がサプレッションチェンバ側と比較して高い状態を維持する理由ということですが、このシーケンスの場合には、炉心損傷をしておりますので、炉心損傷をした際に出たFPがRPVの上部、ドーム部に付着をして、こちらが熱源となってドライウェルを加熱することで、温度が高目になっているという状況でございます。以上です。

○止野上席審査官 規制庁の止野です。

圧力容器のドーム部にFPが付着をして、それが加熱源となっているので、なかなか下がらないという理屈については理解をしました。

理解をした上で、代替循環冷却系、今回は圧力容器の側に注水を継続するという一方で、スプレイ側には代替循環冷却系は入れないという運用だということを確認をしているんですけど、圧力ドーム部をより効果的に冷やすためには、スプレイという手段もあるんだと思うんですが、なぜそのような手段をとらずに、今回は代替循環冷却系で圧力容器側の注水のみをしているのか、その運用の考え方について説明してください。

○東北電力（岩谷） 東北電力の岩谷でございます。

今ほど御質問いただきました原子炉圧力容器への注水のみを行っているという理由につきましては、この事象、大破断LOCAが発生しておりますので、原子炉水位はある一定の高さまでしか回復をさせることができないと。具体的にいいますと、原子炉水位レベルゼロというところまで、これは炉心高さの3分の2程度の高さになりますが、その位置まで水位を回復させた以降は、それ以上注水をして破断孔から流出が発生してしまうということで、この損傷炉心の冷却を維持するために、原子炉の注水は継続させていかなければならないというところで、代替循環冷却系につきましては、原子炉への注水による循環冷却を行っているという状況になります。

一方で、格納容器温度、今ほどパワーポイントの9ページで見ていただいた図2のグラフというか、事象の推移ですが、こちらにつきましては、おっしゃるとおり、高い温度で推移するんですが、格納容器代替スプレイ冷却系という設備を用いまして、代替循環冷却系とは別の設備で格納容器のスプレイを行っているということで、格納容器側の冷却

としては十分できているのではないかというふうに考えております。

御回答は以上になります。

○止野上席審査官 今の説明ですと、原子炉の中にある熔融炉心を冷やすためには、原子炉に注水しなければいけないという理由はわかるんですけども、定格であれば、150m³あるわけです。150m³全てを炉心に入れなければ崩壊熱が除去できないのかということ、多分必ずしもそうではなくて、ある一定量を例えばスプレイ側に回して、連続でスプレイを、代替循環のスプレイは108時間付近で外部注水制限の関係でとめてしまいますから、それ以降はスプレイというのではない状態なわけです。

ということを見ると、現在の炉注だけの運用ではなくて、例えば一部をスプレイ側に回すほうが、より格納容器の温度や圧力を低減させることができるのではないかということもあると思うので、そういった観点で、運用として、今お示しいただいているのがベストなのかどうかというのは、いま一度、御検証いただければなというふうに思いますが、いかがでしょうか。

○東北電力（佐藤（大）） 東北電力、佐藤です。

その辺、検討はしてまいりたいと思いますが、資料3-1-8の44ページというところを御覧いただきたいと思いますが、これは、ごめんなさい、資料3-1-8の44ページですね。こちらは、補足資料になってまして、格納容器の温度とサプレッションプール水温の挙動というのを整理したものでございます。44ページの図2に格納容器の温度の推移ということで、事象発生24時間以降、スプレイを行いまして、間欠運転をしまして、108時間近傍のところまでスプレイをとめて、150℃以下を7日間で見ても維持できるような状況にあるということで、200℃という限界温度に対しては満足するという状況がまず一つあるということを確認している状況にあると。

それから、代替循環冷却系を使用して、格納容器へのスプレイの運用というのも考えられるのではないかという観点の御指摘でありましたが、その少し前のページで、40ページから、この代替循環冷却系を使用した場合の運用のところについて記載、整理をしております。41ページのところに2. というのがありまして、原子炉注水と格納容器スプレイの同時運用についてという記載があります。系統としては、隣の42ページのところに、注入ラインを赤い線で記しているということで、代替循環冷却系をもって炉に注水するときは赤線の圧力容器に入っているラインの下で炉注がされると。上の線がスプレイヘッドにつながるラインということなんですが、その前には、手前には、①と書いてあるM0弁が

一つありますが、これが流量調整弁であるということになりまして。

この2.の記載のところの後半部分を見ていただきたいんですが、「大破断LOCAシナリオにおいては」というところの2パラ目のところですね、注水先であるRPV、それから格納容器の圧力差、これはほぼゼロ、これは大LOCA状態では、そういう状態になっています。原子炉水位もレベル0付近にあります。

こうした場合は、原子炉の水位というのが格納容器スプレイノズル位置として比較して低くなってございますので、水頭差を考慮すると、格納容器スプレイ側よりも原子炉の注水側へ流れやすい状態となっているということで、このスプレイ流量調整弁を全開としても格納容器スプレイ流量は、崩壊熱相当分は流れないような、現状の設備としては、そういう状況にはなっている。

ただし、先ほど44ページでお示ししたとおり、原子炉の代替格納容器スプレイ冷却系を用いて格納容器の間欠スプレイをすることによって150℃以下に保てるような状況になってございますので、体制の維持という観点では問題がない状態、状況だとは考えてございます。

少し長くなりましたが、先ほどの御指摘のところは、こういった状況も踏まえて検討させていただきます。

○山中委員 そのほか、質問。

○小城調査官 すいません、原子力規制庁、小城です。

先ほどの3-1-8の44ページに関して、少し確認をさせてください。ドライウェル温度が判定基準になって、格納容器スプレイの作動、不作動が判断されると思いますけれども、24時間以前と24時間以降で、24時間以降に関しては150℃でスプレイが入ると思いますけれども、これ、どのように運転員はその違いを判断していくことになるのでしょうか。

○東北電力（田中） 東北電力、田中です。

これは、基本的には、スプレイの、格納容器の温度でのスプレイ基準は190℃というものでスプレイをするというルールにしております。一方で、今回、御説明をしているのは、代替循環冷却系を使用した際の補助的なスプレイという特殊なモードでのスプレイでございまして、24時間後に代替循環冷却系を導入した後、補助的な除熱手段として150℃、110℃間のスプレイを実施するというところで、運用としてはそのように分かれております。以上です。

○小城調査官 規制庁、小城です。

それに関しましてですけれども、代替再循環が確実に成功しているという判断は、何を
もって注入が成功していると判断される予定ですか。

○東北電力（岩谷） 東北電力の岩谷です。

代替循環冷却系によって除熱ができていているという判断につきましては、まず、代替循環
冷却系ポンプの出口流量がしっかり出ているということ、及び、これ、最終的にサプレッ
ションプールの水を引っ張ってきて熱交換をして原子炉に注水するという循環状態になり
ますので、サプレッションチェンバのプール水の温度を確認すること、これが低下してい
ることを確認することですね、これによって、除熱ができていているのを確認できる
というふうに考えております。

以上になります。

○小城調査官 小城です。

その際ですけれども、今回、大LOCAのLOCAの位置が明らかにわかっているの
ので、その判断はできるのかなと思うんですが、LOCA孔がわからない場合においても、同様に、同じ判
断ができるとお考えでしょうか。

○東北電力（岩谷） 東北電力の岩谷です。

LOCAの位置であるとか、サイズによらず、最終的には、今ほど言った破断孔によるもの、
もしくはSR弁を介してのサプレッションチェンバへの流入というところで、結局、代替循
環冷却系につきましては、サプレッションチェンバの水を引っ張って熱交換して返してや
るというところは変わりませんので、同様に判断は可能かというふうに考えております。

○小城調査官 規制庁、小城です。

今の話なんですけれども、格納容器、ドライウエル側の温度は上がっていく可能性があ
ると、先ほどの御説明あったと思います。デブリに触れずに、代替再循環をぐるぐる回る
というパスが考えられると思っているんですが、その場合は、崩壊熱に触れずに、注入し
た水がそのままサプレッションチェンバに流れ込むというところを勘案すると、単純に水
はどんどん温度が下がっていく、ドライウエルは温度が上がっていく、同じ傾向をたどる
のではないのかなとちょっと思ったんですが、その点、いかがでしょうか。

○東北電力（田中） 東北電力、田中です。

今の御指摘については、42ページの図を見ながら少しお話をしますけれども、すみませ
ん、資料番号が資料の3-1-8の補足資料のページでいうと42ページの代替循環冷却系の系
統概要図というところを少し見ながらお話をさせていただきます。

先ほどもお話をしましたけれども、サプレッションチェンバの水から吸って、代替循環冷却系のポンプで熱交を通して、圧力容器に戻すというような系統構成になっています。今回の場合は大LOCAでございますので、圧力容器内に水が入って、破断孔から水が出てきて、それがドライウェル床に落ちて、ベント管を介してサプレッションチェンバに戻るということでございます。

デブリに触れるといいますか、崩壊熱の除熱というのは、この流れでいうと、圧力容器内で水と燃料が接触をして、除熱をして流れていくということになります。この後、Ex-Vessel系の圧力容器破損時のシナリオというのも今後扱いますけれども、その場合であっても、圧力容器内の残存デブリを冷却しながら、ドライウェル床に水が流れて、そこには落下したデブリがありますので、その熱も除熱をして、ベント管を通して流れていくということで、基本的には全ての熱源を除熱をしながら、循環をするという系統構成になっています。

以上です。

○小城調査官 ありがとうございます。

続けて、もう1点、質問させていただきます。3-1-3の資料の3ページのところで、先ほどMAAPの入力のミスの話も少しありましたけれども、少し解析上どのようにモデル化しているのかを確認させていただきたいところがありまして。ちょっと一読させていただいたところ、ここ、代替再循環の際に、図の中でいうと、残留熱除去系の熱交換器を介して、さらに、その下流側で原子炉補機代替冷却水系の熱交換器を2回介すると。熱交換器を2回介するような形になっていると思います。

先ほどの3-1-8の資料の35ページにMAAPでの熱交換器を二重にかけたような形でのモデル化のところを書いていらっしゃいます。MAAPの模擬の範囲ですけれども、赤で示されているところであるというふうになっております。

この際なんですけれども、代替再循環系のサプレッションチェンバの温度は、先ほどの解析結果等にありましたとおり、100℃を超えるようなところで最初推移していきまして、24時間後以降に代替再循環が動き始めると。その際、RHRの熱交を介して、熱除去して、最終的にはさらに外側の原子炉補機代替冷却水系で海水へ捨てるという形になると思うんですけれども、このモデル化をする際に、一応このRHRの熱交換器の入り口が30℃で指定されている、固定されているような形になっていると思うんですが、この条件は、設備上というか、設計上満たせる、常に30℃の入力として考えて大丈夫なものなんでしょうか。

実際は、真ん中のループというのはもう少し高い温度で推移していく領域というのはあるのではないのかなというふうに考えるんですが、その点、いかがでしょうか。

○東北電力（田中） 東北電力、田中です。

35ページ、今御指摘あったページの30℃、原子炉補機代替冷却水系からの供給温度が30℃ということが満たせるのかということなんですけれども、代替循環冷却系の除熱量の設定としましては、35ページの下から2行目、3行目辺りに書いておりますけれども、サプレッションプール水が150℃において14.7MWという入力をしております。この際に、原子炉補機冷却水系が30℃という温度になるということでございます。

サプレッションプール水の水温は、今回、解析でお示ししているものでいうと、150℃以下、百数十℃といえますか、150℃以下の温度になっておりますので、その場合、除熱量は14.7MWよりも低い値になります。これは36ページの右側の図を見ていただいてもわかるとおりに思います。14.7MWは出ていなくて、もう少し低い値になっています。

そういう状況でありますので、その場合は、30℃よりも低い温度で、補機冷側の代替冷却水系側の水温が30℃よりも低い温度になると考えられますので、保守的に30℃というのが、温度が供給されるという評価は妥当であると考えております。

以上です。

○小城調査官 規制庁、小城です。

わかりました。高温状態を考えたときに、30℃まで絶対に下がるということが担保できるという御回答だったと思いますけれども、それでよろしいですかね。

○東北電力（田中） 東北電力、田中です。

御理解のとおりで結構です。

○小城調査官 わかりました。ありがとうございます。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。よろしいですか。

それでは、引き続き説明をお願いします。

○東北電力（佐藤（大）） 東北電力の佐藤です。

資料3-1-2、ページ、13ページから水素燃焼について御説明をさせていただきます。

まず、水素燃焼の評価項目ということになりますが、格納容器が破損する可能性のある水素の爆轟を防止するというのがここでの確認項目になりまして、ドライ条件に換算しまして、水素濃度が13vol%以下、または酸素濃度が5vol%以下であることというのがここでの評価、確認項目になります。

事故想定と対策ですが、事故想定に関しましては、過圧・過温シナリオであります大破断LOCAに注水機能喪失を加えて全交流動力電源喪失を重ねた事故想定としてございます。対策ですが、代替循環冷却系を使用した場合において、窒素置換により、格納容器内の不活性化の効果を確認するということとなります。

14ページ、御覧ください。評価事故シーケンスの考え方ということになります。女川2号炉ではって書いていますが、BWRでは格納容器内が窒素置換され、初期酸素濃度が低く保たれているということでございますので、PRAのレベル1.5におけます水素燃焼による格納容器破損シーケンスというのは抽出されないということになります。

このため、水素燃焼の観点で評価することが適切と考えられるシーケンスとして、ここでは大破断LOCAに加えて、注水系の機能喪失と全交流動力電源喪失を重ねた評価事故シーケンスを選定してございますが、これは炉心損傷に伴って水素濃度は、BWRの場合は13vol%を超えてくるということになりますので、水素燃焼防止の観点からは、酸素濃度が重要ということになります。酸素濃度が他のプラント損傷状態よりも相対的に高くなるということを考えますと、国内外の先進的な対策を考慮しても炉心損傷を防止できない、そういったシーケンスを選定するのがよかろうということで、大破断LOCAを選定をしているということでございます。

15ページ、お願いします。対策になりますが、代替循環冷却系を使用する場合と代替循環冷却系を使用する場合という、このシーケンスを考える場合は二つの除熱機能の確保というのが考えられるんですが、二つ目の矢羽根のところに記載しますとおり、代替循環冷却系を使用できない場合におきましては、フィルタベント系、これによって格納容器内の気体が外部に放出されると、排出されるということになりますので、こういった事象を、水素燃焼というような事象を取り扱う上では代替循環冷却系を使用するケースというのを評価対象として選定するのが適切と考えまして、これについての評価を行っているということでございます。

16ページ、お願いいたします。こちらは、水素燃焼における有効性評価の結果ということになります。表5に示すとおり、判定値、判定基準、酸素濃度に対して、5vol%というものに対して、ドライ条件でドライウェル、サプレッションチェンバともに2.8vol%、3.6vol%ということで、基準を下回る結果となってございます。ここで使用しておりますG値に関してはSAG値を使用した、適用時のものということになってございます。

ウェット条件に関しましては、表5に示すとおり、基準は満足するような状況にあると

いうことでございます。

図3のほうに、ドライウエルの気相濃度の推移というのをお示ししてございます。事象発生の初期段階におきましては、ジルコニウム-水反応により発生した水素の流入によってドライウエル内の水素濃度が上昇するということになりますが、代替循環冷却系、それから格納容器のスプレイ、こういったものによりまして、サプレッションチェンバからドライウエルへ非凝縮性ガスが流入することで、気相濃度はサプレッションチェンバと同じような推移になっていくという傾向を示します。

17ページ、御覧ください。ここでは、評価に用いますG値の妥当性について整理をしております。まず、ベースケースにおきましては、電力共同研究の結果を踏まえまして、水の放射線分解におけます水素ガス、酸素ガスのG値を記載のとおり設定をしております。このG値は、重大事故環境下での水の放射線分解の評価に適した値と考えております。

二つ目の矢羽根ですが、何らかの要因によりまして、酸素濃度が今回の評価よりも早く上昇するような場合を想定しまして感度解析というのを行ってございまして、設計基準事故対処設備であります可燃性ガス濃度制御系の性能評価に用いておりますG値ですね、これは沸騰状態と非沸騰状態、それぞれ分けて使用してございますが、これを適用しての評価を実施してございます。

18ページ、御覧ください。感度解析の結果ということになりまして、評価の結果は、事象発生から39時間後に格納容器内の酸素濃度が4vol%、これはドライ条件において4vol%に到達します。これは、図の5のトレンドを見ていただきたいと思いますが、少し状態としてわかりづらいかもしれませんが、39時間後に4vol%に到達してございます。それで、この時点におきまして、可搬型の窒素ガス供給装置、これを用いまして、格納容器内へ窒素の注入操作を実施するというようにしてございます。格納容器内の酸素濃度の上昇は、これによって抑えられますので、7日間の酸素濃度の最高値というのはドライ条件を仮定しましても4vol%ということで、可燃限界を下回るということが表6のとおり確認できてございます。

長期的に見ますと、その後も格納容器内の水素、酸素濃度が可燃領域に至る場合は、格納容器のフィルタベント系によって排出をするというようなことも行うことができますので、安定状態については維持が可能であるというふうに考えます。

それから、ここまでが水素燃焼に関しての確認の結果ということになりますが、この水素燃焼に関係します過去の審査会合の御指摘に対しての回答について、続けて行わせてい

ただきたいと思います。資料3-1-5のNo3～No6まで、4点ほど、指摘いただいておりますので、それに対して20ページ以降で回答させていただきます。

資料3-1-2の20ページです。まず、1点目の指摘になりますが、指摘事項は、FCSにより水素・酸素濃度を十分低減できることを定量的に説明することと、そして、関連しまして、安定状態後の長期的な状態維持において、FCSの水素燃焼対策を説明することということでございます。

まず、1点目のFCSによる処理能力ということですが、FCSの処理能力は、定格値では、初期酸素濃度2.5vol%におきまして、約 $6.1 \times 10^{-2} \text{mol/s}$ という処理能力を有してございます。これに対しまして、重大事故時における水の放射線分解により発生する酸素ガス、これは約 $1.4 \times 10^{-2} \text{mol/s}$ ということになりますので、処理能力としては十分あるという状況でございます。

②のほうですが、格納容器内の水素燃焼対策です。長期的な状態維持におきまして、格納容器内での水の放射線分解に伴い発生する水素、酸素ガスによる水素燃焼対策としては、次の三つを整備をしております。対策として整備をしております。一つは、可搬型の窒素ガス供給装置を用いて格納容器へ窒素を供給することによって、水素、酸素ガス濃度の上昇を抑制すると、こういう手順を構築していきます。

二つ目ですが、格納容器内の酸素濃度が可燃限界に接近した場合、フィルタベント系を用いまして格納容器外へ排出するという手順を策定いたします。

三つ目ですが、可燃性ガス濃度制御系が運転可能な状況におきましては、これを用いまして格納容器内の酸素、水素ガスを再結合することで可燃限界未満に維持していくということとしていきます。こういった三つの対策をとることによりまして、長期的な状態維持というのをしてまいるということで考えてございます。

それから、21ページ、御覧ください。21ページ、22ページの質問に対しては、設備担当者から説明させていただきます。

○東北電力（菅原（清）） 東北電力の菅原です。

資料3-1-2の21ページをお開きください。指摘事項ですけれども、水素、酸素の計測方法を詳細に説明することです。

回答ですけれども、下の表に格納容器内の水素濃度及び酸素濃度の監視設備の主要仕様を示してございます。格納容器内の水素濃度、ドライウェル及びサプレッションチェンバにつきましては、格納容器内に設置する水素検出器、これはドライウェル、サブチャンお

のおの2個の検出器によりまして水素濃度を計測し、中央制御室で監視可能な設計としております。

それから、格納容器内の雰囲気水素濃度及び雰囲気酸素濃度につきましては、格納容器内の雰囲気ガスをサンプリングしまして、4個の水素検出器及び2個の酸素検出器によりまして、水素濃度、酸素濃度を計測し、中央制御室で監視可能な設計としてございます。表の一番右欄には、それぞれの誤差を記載しておりますけれども、計測誤差につきましては、最大で±2vol%程度となっております。

22ページを御覧ください。指摘事項は、可搬型設備によるN2パージの成立性について、系統構成、漏えい防止、悪影響防止等の観点で説明することです。この指摘ですけれども、可搬型設備をどのような系統に接続するのかということ、それから、接続が外れてしまった場合の逆流対策ができていないかというのが指摘事項になったものというふうに認識してございます。

一つ目のポツの内容ですけれども、右の系統図を御確認ください。緑色の太い線は、可搬型窒素ガス供給装置からドライウェルに窒素ガスを供給し、サプレッションチェンバからフィルタベント系のフィルタ装置へ窒素ガスを供給するラインを示してございます。これは格納容器ベントの実施後に格納容器、それからフィルタベント系のフィルタ装置で発生する水素ガスが可燃限界に至ることを防止するために、可搬型の窒素ガス供給装置により窒素ガスを供給することで不活性化を行うラインとなっております。可搬型窒素ガス供給装置につきましては、2台を配備し、うち1台は予備ということで配備することで考えてございます。

それから、二つ目のポツの内容ですけれども、右の系統図の赤丸の部分ですけれども、こちらが可搬型窒素ガス供給装置使用時の他系統との隔離弁を示してございます。可搬型窒素ガス供給装置は通常時は接続先と離隔、隔離して、屋外の保管エリアに保管しておりまして、使用時にホースを接続して、他系統の隔離弁を含む弁操作によりまして、系統構成を行うことで、他の設備に悪影響を与えない設計としてございます。下の写真は、ホースの接続に用いる嵌合構造を示してございます。こういう写真のような嵌合構造によりまして、確実に接続が可能な設計としてございます。

それから、三つ目のポツですけれども、右の系統図でいいますと、青丸、窒素ガスの逆流を防止する逆止弁を示してございますが、窒素ガスを供給する配管に、この逆止弁を設置することによりまして、万一、接続が外れた場合でも逆流しない設計としてございます。

説明は以上になります。

○山中委員 ちょっと私のほうから、幾つか質問させていただきたいんですが。まず、FCS、これの水素の処理原理ですね。単純ないわゆる燃焼反応なのか、何か燃焼反応プラス触媒のようなものを使ってるのか、そのあたり、まず教えていただけますでしょうか。

○東北電力（菅原（岳）） 東北電力の菅原です。

FCS系による水素の再結合につきましては、ブローア、ファンによりまして、格納容器のガスを吸って、系統内に加熱装置を設けてまして、そこで加熱すると。その場合に、その発生した水素と、あと空地中の酸素が再結合することにより水に戻ると。そして、ガスについては、また格納容器の中に戻すという構造でございます。

○山中委員 水蒸気が何か悪影響を及ぼすとか、そういうことはないですかね。

○東北電力（菅原（岳）） 東北電力の菅原です。

FCSの系統につきましては、格納容器の格納施設と同じように設計をしておりますので、吸い込む蒸気であるとか、それから、FCSで再結合した水蒸気の影響というものはないものとなっております。

○山中委員 それから、水素、酸素のいわゆる計測方法なんですが、いずれもサンプリングをしてガス分析にかけるといふ、そういう理解でよろしいですか。

○東北電力（菅原（清）） 東北電力の菅原です。

サンプリングをするほうは、資料の21ページでいいますと、格納容器内雰囲気水素濃度、それから、格納容器内雰囲気酸素濃度がサンプリングをする計測器になってございまして、上の水素濃度のドライウェル、サブチャンにつきましては、格納容器内に検出器を設置してございます。

○山中委員 自動で測定ができるということなんですかね。

○東北電力（菅原（清）） はい、測定が可能になってございます。

○山中委員 あと、こういう状況で、サンプリングをして計測するということが実際、可能かどうかというのは検討されましたか。

○東北電力（菅原（清）） 東北電力の菅原です。

当然これまでの、この格納容器雰囲気水素濃度、それから雰囲気酸素濃度につきましては、現在、プラントの中にございます計測器ですけれども、この新規制基準施行以降の重大事故等の耐環境性を考えまして、例えばサンプリングラインにつきましては、200℃、2Pdに耐えるような、サンプリングして、冷却したり、除湿したりする設備を持っている

んですけれども、そちらにつきましては、耐性があるように確認をして、足りなければ強化をするということで、設備改造を行っていくこととしてございます。

以上です。

○山中委員 もう1点、最後に。酸素濃度の計測方法なんですが、若干、特殊な方法のように思うんですけれども、もう少しポピュラーな計測方法もあるように思うんですが、この計測方法をとられた何か理由、特に理由は何かありますでしょうか。

○東北電力（菅原（清）） 東北電力の菅原です。

ちょっと今回答は持ち合わせておりません。先ほども申しましたとおり、既設のところの導入経緯でございますので、ちょっとそこまでは今、回答は確認できておりません。

○山中委員 恐らく酸素濃度が10%以下で、精度がこの程度の精度であれば、ほかの測定方法もあり得るかなと。ちょっと調べさせていただいたんですが、この測定方法、結構デリケートかなという、かなり磁場をかけたりとか、複雑な方法なので、本当に大丈夫かなというのが心配なので、ちょっと調べてみてください。

○東北電力（菅原（清）） 東北電力の菅原です。

了解いたしました。

○山中委員 そのほか、水素関係について何か御質問。

どうぞ。

○止野上席審査官 規制庁の止野です。

ちょっと今、山中委員の質問に関連して、私も計測について質問が2点あります。

今、話のあった酸素濃度のサンプリングについてなんですけれども、こちら、サンプリングによって計測をするということで、サンプリングガスを冷やさなければならないということだと思います。サンプリングガスを冷やすには、代替補機系が必要ということで、代替補機系の準備時間が有効性評価上は24時間後ということになっています。

したがいまして、事象発生から24時間までは、酸素濃度については計ることができないんだというふうに理解していますが、その状態で問題がないのかどうかというのがまず1点目の質問です。

次に、2点目の質問ですけれども、この酸素濃度を把握した上で、4.0vol%に到達した時点で可搬型の窒素供給装置によって窒素を供給するというオペレーションであると。さらに上がれば、ベントということになると思うんですけれども、この4.0だったり、そういった数字を計測するには、今の21ページ目に示している誤差というのが約0.6vol%とい

う形で、測定する判定基準に対してちょっと誤差が大きいのではないかなというふうにも思うわけですが、実際その窒素ガスを入れるとか、ベントをすとかという判定をするときに、この計器誤差というのをどのように含めて考えているのか、説明をしてください。

以上、2点です。

○東北電力（菅原（清）） 東北電力の菅原です。

1点目の御質問について御回答いたします。まず、水素と酸素の計測の時期の話ですが、炉心損傷、水素につきましては、ジルコニウム-水反応によりまして、すぐに大量に発生するというので、先ほど説明しました水素の検出器としては、サポート系が必要な雰囲気水素濃度計、それから、サポート系が不要で直接見れる格納容器内に設置している水素濃度計ということで、2種類の設置を考えてございます。

一方、酸素濃度につきましては、水素燃焼のMAAPの解析等でもお示ししているとおり、事象発生後24時間までにつきましては、5%に達することはないと、緩やかな上昇になっていると。放射線分解による発生だけですので、緩やかな状況であるということから、事象初期の酸素濃度の監視は行わないこととしてございます。

説明は以上になります。

○東北電力（岩谷） 続きまして、2点目の御質問に対して御回答いたします。東北電力の岩谷です。

御質問のありました計測誤差の件についてですが、今回、基準として設定しているのは、酸素濃度での基準を設定してございます。そこでの計器誤差は約0.6%ということで、こちらの計器誤差が直接的に安全性に問題、影響を及ぼすと考えられるのが、可燃性ガスの排出のほうの基準、今4.3%を設定してございますが、こちらになると考えております。

この考え方についてですが、格納容器内の酸素濃度が可燃限界に至る、可燃限界5%になりますけれども、その5%から今の計器誤差0.6%を引いて、さらに、排出操作に要する時間分として0.1%を引いたと。トータル5%から0.7%引いた形ということで、計器誤差を含んで操作基準を設定しているものになっております。

回答は以上になります。

○止野上席審査官 規制庁の止野です。

冒頭の件については、水の放射線分解だけの発生でしかないもので、24時間の間はそれほど多くは発生しないということで了解しました。

誤差については、今のお話だと、それで、計器誤差を踏まえた上で、フィルタベント、ベントのタイミングとかを決めているという、そういう理解でよろしいですか。

○東北電力（岩谷） はい、計器誤差を含んだ形で基準を設定しておりますので、御理解のとおりで結構です。

○止野上席審査官 すみません、引き続き、ちょっと違う質問を1件させていただければと思います。資料でいうと3-1-7の資料になるんですけども、3-1-7の439ページ目に、今回の水素の解析をするに至った初期条件、事故条件が詳細にこちらに記載をされているわけですけども、こちらの439ページ目、aの初期条件、酸素濃度につきまして、水素ガス及び酸素ガスを考慮すると。格納容器の初期の酸素濃度は、運転上許容される上限の2.5vol%とすると、このような記載になっています。こちらの当初申請をされた時点では4.0vol%だったと理解をしているんですが、ここを2.5に変更した理由というのを教えてくださいというのが1点と。

あと、この運転上許容される上限のというところにつきまして、保安規定上の扱い、保安規定上どう取り扱ってるかについて説明をしてください。

○東北電力（田中） 東北電力、田中です。

御指摘の初期の酸素濃度の設定の考え方ですけども、こちらは、代替循環冷却系をSAと位置づけて取り扱うという中で、ドライ条件並びにG値の不確かさを考慮しても、長時間、バウンダリを維持したまま、冷却ができるというものを達成するために、初期酸素濃度を当初の4%から2.5%に変更をいたすということにしました。これについては、今後、保安規定の申請の中でもあわせて対応させていただきます。

以上です。

○止野上席審査官 規制庁の止野です。

保安規定については、では、2.5という形で数字を変更していくということよろしいでしょうか。

○東北電力（田中） 東北電力、田中です。

御理解のとおりで結構です。

○止野上席審査官 了解しました。

以上です。

○山中委員 そのほか、何か質問ございますか。よろしいですか。

それでは、続いて、説明をお願いします。

○東北電力（菅原（岳）） 東北電力の菅原です。

資料3-1-4を用いまして、格納容器の限界温度・限界圧力に関する評価結果について御説明させていただきます。

それでは、資料の1ページ目を御覧ください。本日は、評価の概要について概略をお示しさせていただいた後に、過去の審査会合における指摘事項への回答について御説明させていただきます。

資料の2ページを御覧ください。女川2号炉の重大事故等対策の有効性評価において、格納容器の限界温度、こちらについては200℃、限界圧力については、最高使用圧力の2倍の2Pdと設定し、有効性評価を実施していることから、当該環境において原子炉格納容器の閉じ込め機能が維持されることを確認してございます。評価に当たりましては、左下の図2の赤で示している評価対象部位に対して、上の図1で示しているとおり、設計・建設規格等を用いた評価、もしくは試験又は解析結果を用いた評価を行いまして、200℃、2Pdにおける閉じ込め機能が維持されることを確認してございます。

右側の表1に評価対象の評価内容について記載してございますが、評価対象部位ごとに想定される機能喪失要因と、その要因を踏まえた評価方法について整理して示してございます。一例を示させていただきますと、aとして、原子炉格納容器本体につきましては、圧力が上昇することによる延性破壊、または繰り返し応力を受けることにより発生する疲労破壊、こちらに対して、有限要素法による弾塑性解析、設計・建設規格を用いた評価、それから既工認値を用いた評価を実施し、閉じ込め機能に維持されることを確認してございます。

資料の3ページを御覧ください。3ページ、4ページに評価対象部位ごとの評価方法の概要と評価値、判定値を示してございます。本日はこの中から二つ、例として御説明させていただきます。

まず、評価対象として原子炉格納容器本体の構造・形状不連続部についてですが、判定値につきましては2Pd以上というものに対しまして、代表プラントによる格納容器全体構造解析結果から、その許容圧力が4.4Pd以上であることを確認しており、閉じ込め機能が維持されることを評価しております。

また、一つ下のドライウェル主フランジのところのシール部ですが、実機をモデル化した有限要素法による弾塑性解析結果から、シール部の想定される開口量を評価しておりまして、シール材として新たに採用します改良EPDM材の圧縮永久ひずみ試験結果から、許容

開口量を求めます。この許容開口量とシール部の想定される開口量を比較し、開口量のほうが小さいことを確認しており、閉じ込め機能は維持されるものと評価してございます。その他、ハッチ類、貫通部、隔離弁等についてもそれぞれ評価を実施し、評価値が判定値を満足していることを確認しております。

評価の概要については以上でございます。

次に、過去の審査会合における指摘事項に対する回答について御説明させていただきます。会合での指摘事項に対する回答については、資料3-1-6のほうに一覧表としてまとめてございますが、本日はこちらのパワーポイント資料のほうで全て御回答させていただくということになってございます。

資料の5ページを御覧ください。部位毎の評価に関し、時間条件付きで健全性を確認しているものについて御指摘をいただいております。御回答、(2)に示すとおり、構造部については、鋼板の溶接による一体構造であるということから、事故時の経時的な変化はないと整理してございます。一方、経時的な変化が想定されるドライウェル主フランジ部、ハッチ類、弁等のシール部につきましては、試験により168時間後の健全性を確認しているものでございます。

次に、6ページを御覧ください。改良EPDM材の試験に関する御指摘を四ついただいておりますが、まとめて御回答させていただきます。改良EPDM材の試験に関しましては、実機条件と試験条件をa.の表に記載させていただいておりますが、試験条件については、シール材の劣化の要因に着目し、想定される重大事故時の積算放射線量及び温度を包絡した条件にて試験を実施してございます。

また、事故が発生する前の通常運転中の劣化の考慮についてですが、b.に記載していませんとおり、シール材につきましては、通常運転中の温度環境に耐えられる仕様のものを用いていることから、劣化は軽微であり、また、開口部のシール材につきましては、定期検査ごとに新品に取り替えるということから、試験条件の保守性に包絡されているものと評価してございます。

次に、資料の7ページを御覧ください。改良EPDMの試験におきまして、縮小モデルというもので試験をしており、その実機の適用性に関する御指摘でございます。実機フランジを模擬した試験につきましては、左の図に示すような形状の小型試験装置を用いており、ガスケット1本のみとし、寸法は実機を模擬してございます。

実機と試験装置の寸法を右側の表に記載してございます。実機ドライウェル主フランジ

と試験装置では、中心径は異なりますが、ガスケットとガスケットを取りつける溝の幅及び高さについては同程度であり、ガスケットの断面形状や接触幅が実機と一致していることから、漏えい量は中心径、いわゆる内径の比により算出できるということになってございまして、試験結果については、実機への適用が可能と判断してございます。

次に、資料の8ページを御覧ください。所員用エアロックの評価に関する御指摘について、二ついただいておりますので、まとめて御回答させていただきます。

まず、所員用エアロックへの電線貫通部の有無についてですが、左側の図1に所員用エアロックの構造図を示してございますが、この扉の右側の隔壁のところに丸で記載してございますとおり、電気配線貫通部があることを確認してございます。この貫通部につきましては低電圧モジュールと同様の貫通部でございまして、低電圧モジュールとして評価し、閉じ込め機能に影響がないことを確認しております。

また、扉の変形に伴う支点の移動に関する御指摘ですが、扉の変形量がガスケット幅と比べ十分に小さく、ガスケットの幅が変形量を吸収できることを確認しております。

また、図2に示すように、扉に圧力がかかることによって、隔壁等が変形し、支点が扉の外側にずれますが、この支点のずれに対する御指摘につきましては、支点の移動を考慮した場合の変位量は支点の移動を考慮しない場合より小さく、許容変形量以下であることから、シール性能は維持されるものと評価してございます。

次に、9ページを御覧ください。フランジ部の永久変形に関する御指摘でございまして、フランジ部の200℃、2Pdにおける発生応力を許容応力と比較し、弾性範囲内であることを確認しております。資料の表には、ドライウェル主フランジの評価結果を記載してございますが、発生応力については、いずれも許容応力以下であることを確認してございます。

以上の結果から、フランジ部については、永久変形は生じないと評価してございます。また、ほかのフランジ部についても同様に許容応力以下であることを確認してございます。

次に、資料の10ページを御覧ください。格納容器においてどの順でリークが始まるのか判断をするため、部位毎の余裕を評価することの御指摘でございまして、

まず、構造部につきましては、表に示すとおり、評価の結果、許容圧力が最も低くなるサプレッションチェンバ円筒胴について、その余裕は1.3という評価結果になっております。

次に、シール部につきましては、圧力の上昇による開口量の増加と、シール材が温度などの環境条件により経時的な劣化が予想されることから、単純な裕度の比較は困難である

と考えますが、今回の評価で確認している、この7日間を超えて200℃、2Pdが継続した場合には、シール材が機能を喪失し、漏えいが生じる可能性があると考えます。したがって、実際の事故時における漏えいに対する裕度という観点では、フランジ構造のシール部が少ないものと考えております。

次に、資料の11ページを御覧ください。格納容器の機能喪失の考え方についての御指摘でございます。格納容器の機能喪失の検出につきましては、原子炉建屋への漏えいを検出することで、閉じ込め機能の喪失を確認することとしております。具体的には、格納容器の圧力を確認するとともに、原子炉建屋水素濃度、静的触媒式水素再結合装置動作監視装置、原子炉建屋内各種放射線モニタの計器により検出することとしてございます。

次に、資料の12ページを御覧ください。解析による評価範囲に関する御指摘でございますが、表に示すとおり、閉じ込め機能の影響評価は、設計・建設規格の式に基づく評価に加え、全体構造解析による評価及び部分解析にて行っております。この全体構造解析による評価につきましては、ドライウェルに対して解析を実施してございます。また、ドライウェルの主フランジ、配管貫通部、機器搬出入用ハッチ、逃がし安全弁搬出入口につきましては、別途、部分解析というものも実施し、評価をしてございます。

次に、13ページを御覧ください。電気配線貫通部のシール性能評価に関する御指摘でございますが、電気配線貫通部のシール性評価につきましては、試験結果を用いて行っておりまして、アレニウス則による評価は参考の位置づけとしてございます。また、そのアレニウス則での評価につきましては、真ん中に書いてある式を用いてございますが、こちらの式につきましては、有機材料系の熱劣化をIEEEに記載の式を用いまして、活性化エネルギーをケーブル経年劣化評価ガイドの値を用いて評価し、低電圧モジュールについては、評価結果が168時間を上回っているということを確認しているものであります。

次に、資料の14ページを御覧ください。PEEK材の適用箇所と劣化時に予想される挙動に関する御指摘でございます。PEEK材につきましては、図1に所員用エアロックの概要図を示しておりますが、こちらの赤丸で示しております圧力平衡弁の弁座シート部、グランドパッキン部等について、従来のフッ素系樹脂を用いていたものにかわり、PEEK材を適用することとしてございます。

また、図2に、移動式炉内計装系ボール弁のシール部につきましても、PEEK材を適用することとしてございます。PEEK材の劣化に関しましては、右下の表にPEEK材の一般特性、仕様を記載しておりますが、その耐熱温度、耐放射線、圧縮強度につきましても、事故時に

それぞれの弁に要求される仕様に対し、右側のPEEK材の性能が満足していることを確認してございまして、こちらのPEEK材については、劣化を考慮せずに適用が可能と評価してございます。

次に、資料の15ページを御覧ください。黒鉛製シール材の温度、圧力の評価に関する御指摘でございまして、格納容器隔離弁のシール部に適用している黒鉛製シール材については、膨張黒鉛を圧縮し、シート状に加工したものを御用いてございまして、下の表に黒鉛製シール材の仕様を示してございまして、重大事故時環境の温度、圧力に対して、十分な耐性を有することを確認してございまして。

格納容器限界温度、圧力の評価に関する説明は以上です。

○山中委員 それでは、質疑に移りたいと思います。

いわゆる破壊に関する裕度というのは、機械的な性質から評価をされたということ、よく理解できたんですけども、リークが起りやすい部分はどうですかという質問に対してのお答えというのは、少しちょっと私、理解できなかったんですけども、もう少し詳しく教えていただけませんか。

○東北電力（菅原（岳）） 東北電力の菅原です。

資料の3-1-4の5ページ、6ページを御覧ください。まず、フランジ等のシールに御用いますシール材につきましては、改良EPDM材という、いわゆるゴムの材料を御用いてございまして。こちらのゴムにつきましては、高温環境、あるいは放射線を浴びることによってゴムの劣化、かたくなるということ、それから、場合によっては割れが生じるということが想定されます。

それで、今回の有効性評価では、格納容器の耐性として200℃、2Pdまで必要という判断をしてございまして、それぞれのシール材につきましては、6ページの実機環境と試験条件の比較のところに記載してございまして、重大事故時実機環境であれば、積算放射線量についてはこのぐらいであろうと。それから、温度については200℃を下回るであろうということ。それから、時間については、まずは概ね1週間ということで、7日分の168時間ということで、それぞれの試験を実施してございまして。

積算放射線量につきましても、事故時に想定される放射線よりも多いものに暴露させる。それから、温度につきましても、200℃を維持し、時間についても7日間に相当する168時間。

こちらを放射線と熱の付与順番として、まず放射線で劣化をさせてから、次に熱で負荷

をかけると。そして、その状態で圧力をかけて、漏えいがないこと等を確認するという方法をとってございますので、ここの、例えばこの200℃を250℃、300℃に上げていくであるとか、それから、この経過時間が168時間ではなくて、さらに延びていくといった場合には、このシール材の劣化、かたくなって押し潰したゴムが戻らなくなるといったようなこと、あるいは、割れが生じるといったようなことが想定されるということで、その壊れるまでの試験というデータは現在持ち合わせていないので、裕度としては少ないのではないかと考えてございます。

○山中委員 今の考え方、よくわかりました。

ちなみに、10ページの、いわゆるどこでリークが始まりますかという、この考え方ですね。これも、いわゆる将来、いわゆるリークの評価をするときに、10ページの考え方に基づいて評価されるということでしょうか。

○東北電力（菅原（岳）） 東北電力の菅原です。

御指摘のとおり、10ページの表につきましては、構造部材の裕度を記載していますので、圧力が上がっていけば、2Pdに対して、例えば2.6Pdというふうになれば、構造部の格納容器本体、これは中はサプレッションチェンバの円筒胴が一番低いですが、そこに鋼材の許容圧力にまず達してしまうと。これにつきましても、設計・建設規格自体の評価値が非常に裕度を持っていますので、この圧力になったからといって、即、壊れるかということ、そういうものではないとは考えますが、まずは評価値として、ここに到達してしまうだろうと、圧力の順番です。こういった順で1.3、あるいは1.4、1.5といった順に許容値を超えてしまうだろうと。

それから、先ほど申し上げたのは、シール部になりますので、申し訳ありませんが、資料の2ページ目を見ていただきまして、2ページ目の表1のほうに、想定される機能喪失要因ということで、シール能力の低下というのがドライウェル主フランジ部、あるいはハッチ部等にございますが、こういったところが左の図2でいいますと、格納容器の上であれば左側のb、ドライウェル主フランジ、ここはまさに胴とふたで分ける部分ですので、ここにシール材がある。こういったところのシール機能が低下すれば、ここから漏れてくるであろうというふうに想定してございます。

○山中委員 了解しました。いわゆる機械的に壊れる部分と、いわゆるゴムのような、いわゆるシールの部分からガスが漏れるというような、そういう漏れ方と、二つありますよという、そういう御説明ですよね。

○東北電力（菅原（岳）） はい、そういう御認識で結構かと思えます。

○山中委員 質問、コメント、どうでしょう。

○止野上席審査官 規制庁の止野です。

改良シール材として、今回新たに改良EPDM材を用いるということについては、試験等に基づいて200℃、2Pd環境下で7日間ほもつということ判断をされて、今回使用するということになったと思うんですけども、他プラントでは、さらなる対策ということで、ドライウェルの主フランジにおいては、バックアップシールを塗布するというような対策をとるプラントもあるということですが、女川については、このバックアップシールというものについての必要性について検討したのかどうか、そのあたりの検討状況について説明してください。

○東北電力（菅原（岳）） 東北電力の菅原です。

先行他社さんにおかれまして、主フランジ部につきまして、バックアップシール材を塗布するという情報については、我々も存じ上げてございます。一方、弊社につきましては、ドライウェル主フランジ部のシール材を今回、新たに改良EPDM材に取り替えることとしてございます。

このことによりまして、解析の結果から得られた2Pd時に想定される開口量、こちらが資料3-1-4の3ページ目の、先ほど御紹介した、上から6行目の評価値ということで書いてございますが、こちらの開口量が想定されるものと。

一方、改良EPDM材に取り替えることによって、シール材の復元力を考慮しますと、許容開口量としては、こちらに記載の数字が期待できると。この許容開口量と、この想定される開口量の差から、こちらのシール材を改良EPDM材に取り替えることによって、ここの漏えいは防止できると考えてございます。

また、フランジ部につきましては、金属部同士の締めつけにより、シール材を潰す構造となつてございますので、間に物を挟むような対応は不要ということで考えてございます。

以上です。

○止野上席審査官 了解しました。

○山中委員 そのほか、質問、コメントいかがでしょうか。どうぞ。

○山形対策監 すみません、規制庁の山形ですが。

ちょっと大分前に聞いたので、忘れてしまったんですけど、例えば3ページの一番上の構造・形状不連続部、代表プラントの原子炉格納容器全体の解析を適用したというふうに

書いてあるんですが、私、代表プラントが何だったのかということと、その代表プラントがどういうPdを設定したのか。

それと、特にこのプラントというのはPdが高いですよ。そういうのがあるので、これというのは、ちょっともう一回、どっかに資料に入ればそれでいいんですけど、代表プラントとこのプラントとの差とか、Pdの設定方法の違いとかというのを考慮してこうなってるんでしょうかというのが一つ。

それと、私、前もどっかで聞いたんですけど、要はそれぞれの評価部位では漏えいはないですよ。でも、格納容器の漏えい率検査をやると、漏えいがあるというのは何でなんだろうといった昔から不思議なんですけど。それは、このフランジのところも変形はするけど、シールがあるから追従して漏れませんということになると、あの漏えいというのは一体どこから起こっているのかというのが不思議で仕方がないんですが、どこから起こってるんでしょうかという二つをお願いします。

○東北電力（菅原（岳）） 東北電力の菅原です。

二つ御質問をいただきましたけれども、まず、二つ目のほうから先に御回答させていただきたいと思います。御指摘のとおり、個々の試験においては、漏えいについてはない、あるいは、それぞれに漏えいを圧力で検出してございますので、圧力の支持として判定値を上回るような漏えいはないといった部分もあるかとございます。

御指摘のとおり、点検、あるいは物を取り替えた後に、個々に漏えい検査を行いますが、そのときには漏えいは確認されないというわけですけれども、実際に全体の漏えい率とすると、もちろん、設計許容漏えい率は十分満足はいたしますが、多少の漏えいは確認されるというものでして、御指摘のような具体的にどこから漏えいがしているのかというものについて、例えば主フランジ部から漏れていますとか、そういう明確な御回答ができなくて恐縮なんですけど、実際には、鋼板部、あるいは溶接部等につきましては、そこから漏れが発生するとは考えにくく、シール部、いわゆる物と物を面タッチで接触させて漏えいを防止しているようなところについては、漏えいする可能性といたしますか、漏えいの発生している可能性はあるのではないかと考えてございます。

それから、一つ目の代表プラントの全国構造解析に関する御質問ですが、資料の3-1-7、厚い資料ですけれども、3-1-7、重大事故等対策の有効性評価に関する資料の通し番号で51ページを御覧ください。51ページに代表プラントと女川2号炉の格納容器の寸法を比較してございます。こちらの代表プラントにつきましては、女川2号炉と同様のMark-I改良

型というBWR5の格納容器を代表プラントとして解析してございまして、右側に女川2号炉の寸法をそれぞれ記載してございますが、上鏡、上部円筒胴等、寸法について、多少の違いはございますが、その差は小さいことから、こちらの代表プラントによる解析結果が今回は適用できるであろうというふうに整理してございます。

御回答は以上です。

○山形対策監 代表プラントのほうは、これ見ると、ほぼ同じなんでわかったんですけど、やっぱり二つ目のものは全くわからないですね。

○東北電力（菅原（岳）） 東北電力の菅原です。

具体的な漏えい箇所について、どこかということについては、正直わからないというのが答えになってしまうかと思います。

○山中委員 やはり、工学的な何か回答というのをきちっと持っておかれたほうがいいと思いますよ。これはきちっと考察していただいて、こうこうこういう理由だから、いわゆる部分な試験ではリーク量はほとんど出てこないけど、大きいいわゆるドンガラでの試験をすると、リーク量がこれぐらい検出されますよと。それはこうこうこういう理由ですよというのは、回答としてはきちっとしていただかないと、まずいなと思いますね。

○東北電力（小保内） 東北電力、小保内です。

了解しました。確かにごもっともな御質問だと思うんで。我々もやっぱりやっけていて、基準が0.5%/dというあれなんですけど、実際はもっとかなり小さな値なんですよ、0.00幾つって、もう本当にゼロに近いような値なんですけど、一つには、大きなボリュームに対して基準要求というのは、この差圧を見ているところとか、そういう誤差もあると思いますし、あとは、今、さっき菅原が言いましたように、シール部、あとは、いろんなバルブがあるんで、そのグランドの部分とかも、いろんな要因は推定できますので、少し、今の御指摘踏まえて、ちょっと検討したいと思います。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

そうしましたら、ここで席がえをいたしますので、4時30分から再開ということにさせていただきますでしょうか。

（休憩）

○山中委員 それでは、再開いたします。

次に、火山影響評価について説明を始めてください。

○東北電力（新藤） 東北電力の新藤です。

これから資料3-2のシリーズについて御説明をさせていただきます。

本日の説明内容ですが、設置許可基準規則第6条、外部からの衝撃による損傷の防止のうち、火山影響評価の部分について御説明をさせていただきます。主に用いる資料はナンバー3-2-1のパワーポイント資料で、必要に応じて、資料ナンバー3-2-2のまとめ資料を参照いたします。

それでは、パワーポイント資料3-2-1の1ページ目をお開きください。本日御説明させていただく項目の目次になります。今回は各項目について一連を御説明させていただきます。

2ページ目、お開きください。こちらは、火山影響評価の全体概要と流れを記載したのになります。1.1、概要に示すとおり、今回火山影響時にも安全機能が維持されることを確認いたします。1.2が火山影響評価全体の流れですが、こちらは、火山影響評価ガイドに従って、図1に示すとおり、立地評価、影響評価の順で行います。このうち、赤枠で取り囲んだ立地評価と影響評価の一部については、既に審議済みの内容となっております。今回、御説明する範囲は、青枠で囲んだ火山事象に対する設計対応等の部分になります。

3ページ目、お進みください。こちらは、審議済みの前ページ赤枠部分に関する概略になります。2.1に記載のとおり、女川原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として、図2に示す11火山を抽出して、2.2の記載のとおり、それぞれに対して個別評価を行い、影響を及ぼし得る事象としては、降下火砕物のみと評価しております。

以上は既に審議済みの内容でございます。

4ページ目、お開きください。こちらからが降下火砕物に対する設計対応等の説明になります。まず、影響評価に用いる降下火砕物の特性値として、さまざまな調査結果やシミュレーションの結果を踏まえて、表1のとおり、層厚、密度、堆積荷重、粒径、化学的特性を設定しております。

表2では、火山影響評価ガイドに従い推定する気中降下火砕物濃度の算定に用いる粒径分布を示しております。注記には、堆積荷重の組み合わせについての補足などを示しております。

続きまして、5ページ目にお進みください。降下火砕物に対する設計の基本方針になります。基本方針としては、降下火砕物に対して安全機能を損なわないように、①に示すとおり、荷重等の直接的影響に対して安全機能を損なわないこと。また、②のとおり、除灰も可能な対応といたします。また、③のとおり、間接的影響に対しても非常用ディーゼル発電機で対応できることといたします。

影響評価は図3に示すフローで実施いたします。直接的影響評価については、まず、評価対象施設の抽出とともに、影響因子の選定を行い、それらを各施設ごとに組み合わせた上で、設定した体積荷重等の特性を用いて影響評価を行います。間接的影響については、影響因子を選定した上で影響評価を行います。

6ページ目、お進みください。評価対象施設の抽出について御説明いたします。図4-1に示すとおり、まず、設置許可基準規則第6条の要求事項に基づき、外部事象防護対象施設を抽出した上で、各外部事象に対する要求事項を踏まえて、防護施設(火山)を抽出いたします。ステップ3にて、各火山防護施設に対して、屋外や開口の有無など、そういった設置状況、構造を考慮して評価対象施設を抽出いたします。

7ページ目、お開きください。以上のフローに基づいた評価対象施設の抽出結果になります。

8ページ目、お開きください。こちらの図には、評価対象施設の設置場所と写真を示しております。次の9ページ、10ページも同様になります。

続きまして、11ページにお進みください。こちらは、降下火砕物による影響の選定になります。表2のとおり、降下火砕物の特性を踏まえて抽出した直接的影響の因子と、その評価方法を示しております。これらの影響因子の中から詳細検討すべきか否かを検討し、表の右列で丸としているものに対して評価を実施いたします。

12ページにお進みください。表には前ページからの続きとなり、記載のとおりとなります。そして、表の下、矢羽根の部分が間接的影響の因子ですが、送電線や開閉所の絶縁低下を想定した外部電源喪失、また、降下火砕物が道路に堆積し交通が途絶することを想定したアクセス制限を抽出しております。

以上が影響因子の抽出になります。

13ページ目にお進みください。こちらが施設ごとの影響の選定になります。表3に示しますとおり、縦軸に評価対象施設、横軸に影響因子をとり、組み合わせを整理しております。黒丸の部分に対して評価を行うこととしておりまして、バーの部分は設備の構造や影響モードから評価不要と判断し、数字で除外理由を示しております。

14ページ目にお進みください。設計荷重の設定について御説明いたします。(1)の常時荷重、運転時荷重は適切に組み合わせることといたします。(2)の設計基準事故時荷重とは、独立事象であることなどから、組み合わせないことといたします。(3)その他の自然現象については、風と積雪を適切に組み合わせることといたします。

15ページ目にお進みください。こちらからがそれぞれの評価対象施設に対する個別の影響評価になります。まず、原子炉建屋、制御建屋、軽油タンクピットといったいわゆる外殻施設の評価となりますが、評価項目としては、表4の縦軸のとおりで、静的負荷と化学的影響に対する設計方針と評価結果をまとめております。静的負荷に対しては、許容堆積荷重が降下火砕物の堆積荷重に対して安全裕度を持つことを設計方針としており、評価結果としては、十分な裕度があることを確認しております。具体的な数値は表5に示すとおりでございます。化学的影響に対しては、火山ガスの腐食影響を踏まえて塗装が実施されていることやコンクリートを用いているということから、腐食影響が小さいことを確認しております。

続けて、16ページにお進みください。非常用海水ポンプの評価になります。表6に記載の静的負荷に対しては、荷重の観点で安全裕度を持つことを確認しております。図6、7が静的荷重を図にしたもの、表7に応力評価結果の数値の記載がございます。また、表6の下端、ポンプ内外面の化学的腐食、つまり腐食に対しては、外面塗装やステンレス鋼の使用、また、内面ライニング施工などから影響が小さいことを確認しております。

17ページ目にお進みください。こちらのページも非常用海水ポンプの評価の続きとなります。表8の水循環系、つまり流水部の閉塞については、図8表に示しますとおり、流水部の流路が降下火砕物の粒径に比べて十分な幅があり、流水部にさらに異物逃がし溝が設けられていることから閉塞に至らないことを確認しております。また、流水部の摩耗については、降下火砕物が破砕しやすいという特性から、影響が小さいと評価しております。

18ページ目にお進みください。こちらでも非常用海水ポンプの続きになりまして、モータ部分の評価になります。モータ冷却の空気の通り道の閉塞、摩耗については、図9に示すとおり、外気とモータ内部の空気流が分離されており、降下火砕物を内部に取り込まない構造となっております。図10の高圧炉心スプレイ補機冷却海水系も同様でございます。腐食に対しては、外気が内部に入らないということに加えて、外気が流れる部分には金属材料を用いております。

以上から、影響は小さいと評価しております。

19ページにお進みください。こちらは海水ストレーナの評価になります。表11に示しますとおり、水循環系の閉塞、摩耗、腐食に対して流路幅の確保、降下火砕物の特性、使用材料から影響が小さいと評価しており、下流設備についても同様になります。表12には、熱交換器の伝熱管の内径と材質を示しております。

20ページ目にお進みください。非常用ディーゼル発電機の評価になりますが、表13のとおり、まず、中身の概略ですが、図11に示しますとおり、吸気系にはバグフィルタが設置されていて、細かい粒子まで捕捉することができます。それを通過した微細な粒子も機関のピストンなどのクリアランスを考えると、閉塞に至らないことと、また、降下火砕物の特性から摩耗の影響は小さく、金属材料や潤滑油などの化学的影響も小さいと評価しております。

21ページ目にお進みください。こちらが非常用換気空調系の評価になります。表14に示すとおり、バグフィルタにより降下火砕物が侵入しにくく、閉塞、摩耗影響は小さいこと、金属材料への短期腐食の影響は小さいことを評価しております。また、大気汚染については、運転員の滞在する中央制御室への影響が考えられますが、こちらについては、外気を取り入れるダンパーを閉止して再循環運転を行うことで居住性確保は可能となります。表15に外気遮断時の酸素濃度評価、表16には炭酸ガスの濃度評価を示しており、それぞれ基準値に至るまでには十分な時間的猶予があることを示しております。

22ページにお進みください。(6)が海水取水設備の評価で、表17に示しますとおり、水循環系の閉塞、摩耗、化学的影響に対して、メッシュ幅、塗装等によりいずれも影響が小さいということを確認しております。(7)が屋内の電源盤の評価となっておりまして、表18に示すとおり、バグフィルタにより、大きな降下火砕物は侵入することがなく、短絡を発生させることがないと評価しております。こちらまでが直接的影響評価になります。

23ページ目にお進みください。間接的影響評価になりますが、表19のとおり、外部電源喪失及びアクセス制限に対する設計方針と評価結果をまとめております。図12に示しますとおり、十分な容量を持つ軽油タンクとデイトンクから非常用ディーゼル発電機に燃料を供給することで原子炉の停止及び冷却並びに燃料プールの冷却の機能の確保のための電源供給が十分な時間可能であることを確認しております。ここまでが降下火砕物に対する設計方針になります。

続きまして運用面の対応ですが、こちらについては手順を定め、保安規定に基づいて体制整備を行い、活動内容を明確化することといたします。内容については、①火山の大規模な噴火状況がある、兆候がある場合、②実際に噴火した場合、または降下火砕物が降り積もる状況となった場合、それぞれに必要な情報収集、連絡体制、要員、備品等の準備を行い、降灰時には表20に示す設備等の除灰、侵入の防止、フィルタの清掃、取り替えを実施するというものになります。以上が今回、適合性審査でお示しする火山影響評価になり

ます。

25ページにお進みください。こちらが昨年12月の実用炉規則などの一部改正で追加された体制整備に対する検討状況についてになります。こちらは概略を説明させていただきます。表21に示しますとおり、第84条の2第5項の5号のイロハに対してそれぞれ対応を行います。イの非常用交流動力電源の機能維持に対しては、DGの吸気系の火山灰用のフィルタ設置、既設バグフィルタに対する閉塞試験を行います。ロの代替電源設備等による対応については高圧代替注水系、ハのSB0への対応は原子炉隔離時冷却系を用いることを考えております。いずれも具体的な内容を要求されている手順の成立性については、保安規定の審査において御説明させていただきます。

26ページにお進みください。こちらは前ページのイに対する具体的な対応を図示したものにになります。外気取り入れ口に火山灰用のフィルタを取りつけることや既設バグフィルタに対して試験を行うことといたします。

27ページにお進みください。こちらは最後になりますが、27ページと次の28ページについては、火山影響評価ガイドに基づく気中降下火砕物濃度の算出方法、入力条件、計算結果になります。こちらにつきましても、体制整備とあわせて保安規定で御説明させていただきます。

説明は以上になります。

○山中委員 それでは質疑に入ります。質問、コメントございますか。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

まず、火山灰の特性について確認します。資料3-2-1の4ページになります。こちらのほうに降下火砕物の特性ということで示してありますけれども、成分そのものが不明ですので、まず、想定している降下火砕物の成分とその想定した理由というのを説明してください。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

当社で考えていますこの火山灰の特性ですが、まず、文献調査をいたしまして、東北地方の結晶鉱物、また、日本のテフラの火山灰について文献調査をいたしまして、主たる成分はシリカ、それが70%近く入っているということを確認しております。次に、酸化アルミニウムが約十数%入っているということを確認しております。

あとは、当社において一番至近にある火山といたしまして、3ページにも書いておりますが、鳴子カルデラについて、そちらの地質調査をしております。その結果も先ほど言い

ましたシリカと酸化アルミニウムその成分分析結果とほぼ同等の成分分析結果というふうになります。

以上でございます。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今の回答で文献調査をされて設定しましたという話ですけれども、東北地方のテフラと呼ばれる火山灰の成分分析、何件か文献が出てると思いますがけれども、私のほうで調べたところ、石英がほぼ70%とか60%という結果になってるみたいなんですけれども、例えば、防衛大の八木さんという方の文献が1989年、若干古い文献ですけれども、この辺りを見ると、石英のほかに、先ほど回答もありましたけれども、酸化アルミニウム、アルミナと言われるものですね、これが十二、三%ぐらい入っていると。あと、特徴的なのは酸化カリウムですね、酸化カリウムも量は少ないんですけども、3%ぐらい含まれてるといような文献がありました。この辺は調査されたということの理解でよろしいでしょうか。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

今おっしゃられたとおり、酸化アルミニウム等については、文献調査等、あとは繰り返しになりますが、鳴子カルデラのこの分析調査のほうでそういう分析、結果になってるといことを確認しております。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

資料の3-2-2のほうのページ3ページになりますけれども、こちらで今、鳴子カルデラという話もありましたけれども、こちらの資料3-2-2のページ3ページのほうを見ますと、肘折尾花沢テフラというものが女川2号炉の敷地内で確認された火山灰であるというふうに記載がありまして、先ほど私が申しました、その防衛大の八木さんという文献も、この肘折尾花沢テフラというものの、要するにそのものの分析をしておりまして、先ほど私が申しましたとおり、石英のほかにアルミナが十二、三%、あと、酸化カリウムが3%ぐらい入っているというような結果が示されております。それは理解されてるといことよろしいでしょうか。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

繰り返しになりますが、今おっしゃられた数字程度のアルミナと石英というか、シリカですね、そういうものが入っているという認識でおります。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

了解しました、成分に関しては了解しました。

続けて、資料3-2-1の4ページで、堆積物の静的荷重に関して確認したいと思います。

こちらの資料3-2-1の4ページのほうに、降雨、雨の影響として、湿潤の密度というものを設定していると思いますけれども、まず、その湿潤密度の値の根拠を説明していただきたいのと、あと、積雪の荷重に関して、同じ4ページに下のほうの注釈に書いてありますけれども、低減係数というのを0.35というのをどうも掛けているんですけれども、その低減係数を掛けている理由を説明してください。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

まず初めに、密度ですが、こちらは火山灰の乾燥密度というのが理科年表なりそういう文献に載っております。それに対して水の影響ということで考慮して、この1.5というものを設定してございます。

また、二つ目の御質問で、低減係数というお話がありましたが、こちらについては、パワーポイントの資料の4ページの※3のところに書いてございますが、建築基準法で多雪地域で地震や暴風雨と組み合わせる際に考える積雪荷重としては0.35、短期荷重の0.35倍を掛けるということがございます。

当社のほうの自然現象の組み合わせにおきまして、積雪荷重については極値を用いることとしております。その極値に対して同様の考えで、地震や暴風雨といったそういう主荷重によるようなものに対して、従荷重という考えで積雪荷重を考えまして、0.35倍して加えるというやり方、方法を適用してございます。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今の積雪のほうの低減係数に関する件ですけれども、建築基準法を見ますと、積雪時は0.35なるものを掛けずに積雪荷重はそのまま見なさいというふうになっております。確かにその暴風のときと、あるいは地震のときは0.35なる係数を掛けるというふうに建築基準法はなっているんですけれども、今回のこの今日の審査は火山灰による影響ですので、暴風雨でもありませんし、地震でもないので、なぜ0.35掛けるのかというのがちょっと理解できないのと、あと、そもそもその火山評価の審査ガイドを見ましても、やはり火山灰による堆積物の荷重による影響が主たる影響だというふうになってて、その火山灰の静的荷重をさらに悪い側というか、さらに影響が大きいものとして、雨だとか雪の影響を見なさいというふうにガイド上もなっているのにもかかわらず、なぜ0.35という減ずるような係数を掛けるのか、ちょっとその辺が理解できなくて。

評価ガイドの考え方、あるいは建築基準法の考え方を持ってくるのであれば、0.35の低

減係数は掛けずに、そのまま積雪荷重は荷重として見るべきだと思いますが、いかがでしょうか。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

自然現象の組み合わせのほうでもちょっと御説明いたしました。まず、当社といたしまして、主荷重と従荷重、荷重を組み合わせるときには、主荷重と従荷重という考え方を持っております。主荷重というのは、継続時間が長いものであったり、または短くても非常に強いもの、例えば地震とか竜巻、そういうもの、今回の火山の荷重についてもそういうふうに考えております。

従荷重というのは、一方、時間が短かったり、あとは影響が小さいけども無視できないようなもの、例えば雪だったり、あとは台風、いかにいぐらいの暴風雨の風というもの、そういうものを組み合わせるときには、単純に足して組み合わせることではなくて、この影響を考えて組み合わせるといふようにしております。

建築基準法では、今、加藤審査官が述べられたとおり、暴風と地震というものに対して積雪荷重の組み合わせの考え方がございますので、当社として、主荷重、従荷重の考え方というものを取り入れまして、その0.35を準用しているということになります。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今の回答ですけれども、やはり先ほど私が述べましたように、火山の評価の審査ガイドとしましても、その堆積、火山灰の堆積による、その静的荷重というものが影響としては大きいということで、そこをちゃんと評価すべきだといふふうになっておりまして。火山灰が積もるといふのと雪が積もるといふのと現象的には同じようで、どちらが主でどちらが従というような話ではないと思いますし、まさに重畳すべき荷重だと思いますので、なぜ重畳せずに0.35といふふうに掛けるのかといふ、ちょっとそこがやはり理解できないなと思います。

○東北電力（渡邊） 東北電力、渡邊でございます。

今ほどの御指摘ですが、今回の火山の影響評価につきましては、運用面で除去も可能だけれども、仮に全部除去しないで積もった場合でもこのくらいの影響で済みますよというふうな評価になってございますので、そういった考えも含めて、今の御指摘に対して、もう少し回答を厚みを増して御説明をさせていただきたいと思っております。

以上でございます。

○山田部長 規制庁の山田です。

もし御説明されるのであれば、雪が物すごく降ってるところで除灰ができるかどうかということも含めて御説明ください。

○東北電力（渡邊） 東北電力、渡邊でございます。

承知いたしました。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

続いて、次の質問に移りたいと思いますけれども、海水ポンプのモータの静的負荷に対する評価について確認します。資料のほうは3-2-1の16ページになります。こちらのページで評価部位をモータフレームということで評価をしているようなんですけれども、モータフレームを評価部位としている理由を説明してください。

○東北電力（新藤） 東北電力の新藤です。

堆積荷重という向きを下向きに係る荷重を考えて、あと、作用するスラスト荷重やモータ自重というものを考えたときに、その力が作用する部分として一番薄くて弱い部分をモータフレームとして評価をしております。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今のお答えですけれども、この16ページの図を見ますと、例えば、モータフレームよりも、むしろ雨よけカバー、あるいは外扇カバーと言われるものが実際荷重を直に受けて、どうも構造的には弱そうふうに見えるんですけれども、もしこれらのものが破損した場合に、特に火山灰を本体に取り込まないような役目もしているような部位だと思いますので、今言ったようなカバー類が破損した場合に火山灰がその機器の本体のほうに入って悪影響があるとか、そういうことは考慮しなくていいのでしょうか。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

今ほどお話がありましたとおり、この雨よけカバーとか、そういうものについても確認はしております。ただ、お話がありましたとおり、破損した場合の影響ということも踏まえまして、この評価のほうをもう少し考慮した内容の評価に充実したいというふうに思います。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

了解しました。

あと、次に別の質問ですけれども、次は、非常用ディーゼル発電機の影響について確認したいと思います。資料は3-2-1の20ページになります。こちらのほうで、下の※1の後半部分に温度の話が書いてありまして、ディーゼル発電機の排気温度が500℃ぐらい、火山

灰の融点が約1,000℃ぐらいなので、融解はしないので影響はないというふうに記載されておりますけれども、先ほど火山灰の成分で指摘しましたように、酸化カリウムというものが含まれる可能性がありまして、この酸化カリウムの融点は約350℃、なので、ディーゼル発電機のその500℃よりも低い温度ですので、その辺の影響がないのかということについて、どう考えてるのかお答えください。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

火山灰におけるこの酸化カリウムの影響というものについては、詳細に検討を今していないような状況ですので、本件についても検討して御説明させていただきたいというふうに思います。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

了解しました。

続いて、次の質問ですけれども、今度は非常用の換気空調設備について確認したいと思います。資料は3-2-1の21ページになります。こちらの記載を見ますと、まず、そのバグフィルタを用いて80%以上除去するので問題ないというふうに記載されておりますけれども、80%以上は除去できるのかもしれませんが、その20%程度というか、完全には除去できないということなので、その辺りの外気取り入れ口から混入、侵入する火山灰の想定、量の想定ですとか、あるいは影響の評価というものはどのようになっているのか説明してください。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

資料になりますが、まとめ資料のほうの40ページを御覧ください。こちら図1のほうに当社で用いておりますバグフィルタの捕集効率というものを記載しております。先ほど設計値としては、バグフィルタの除去能力として2 μ m、80%ということの説明いたしましたが、この図を見ていただくと、約1 μ mのレベルでほとんど除去できているというような状況になりますので、細かい粒子というもの、1 μ mよりも大きな粒子というものは、ほとんど除去できているということがわかります。

また、パワーポイントの資料の4ページ目の表に火山影響ガイドの添付1の手法により算出した気中降下火砕物の濃度と特性ということですが、こちら、粒径というところ、右から5番目、 8.8×10^{-2} 、こちらが中央粒径になりますので、こちらが約100 μ m程度になります。この100 μ mから細かい粒子というものが右に粒径の割合を見ていきますと、大体100 μ m以下というものが10%程度というふうになります。

ですので、先ほど言いましたとおり、この1 μ m以下をほぼ、ほぼ取るという能力と、あと、当社の降下火砕物の濃度がそれほど細かいものが大量にあるような状況ではないということと考えますと、建屋、非常用空調への影響というものは少ないというふうに考えております。

以上です。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今のお答えですと、ということは、パワーポイントの資料で80%以上と書かれていますけれども、実は、そのまとめ資料というほうを見ると、それ以上に100%に近いような形で除去できるという、そういう性能があると、そういう理解でよろしいでしょうか。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

そのとおりでございます。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

了解しました。

続いて、次の指摘になりますけれども、次、摩耗についてです、摩耗の影響について確認したいと思います。資料のほうは、3-2-2、まとめ資料と言われるほうの57ページになります。

この57ページの上の段落、一番上の段落の下から二、三行ぐらいのところに、降下火砕物は砂と同等又は砂よりも硬度が低くもろいことから影響はないというふうな結論で書かれていくんですけれども、先ほども指摘したとおり、降下火砕物として酸化アルミニウム、アルミナが含まれる可能性があるとは。

アルミナの場合、モース硬度でいうと、8とか9になりまして、この、砂の場合は7ですので、砂よりも硬度が低いということもありませんし、もろいというようなことも言えないんじゃないかなと思ひまして、ちょっとここに、57ページに書いてあるような資料、検討の内容では不十分じゃないかなと思ひますが、いかがでしょうか。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

先ほど御説明いたしました、文献調査、あとは鳴子カルデラの地質調査でシリカが70%から80%、あと、アルミナと言われる酸化アルミニウムが十数%入っているということは事実だというふうに思っております。

あとは、この鉱物の結晶片として文献調査、あとは、そのカルデラの調査をしましたが、結晶片としての酸化アルミニウムのようなものというのは確認されておられません。火山ガ

ラスの主成分というのは、先ほど言ったとおり、酸化アルミニウムが十数%入っておりますので、そういうものが影響してきて成分として表れている。

ここに書いてありますとおり、火山灰としてのモース硬度というのは約5ということになっておりますので、この火山灰の中に自然界で酸化アルミニウムが結晶化して出てくるというようなことは、今回の文献調査、あとは地質調査でも、ないというふうに考えております。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今のお答えで、火山灰はモース硬度5だというのは、多分それは一般論の話であって、例えば桜島のような、あちらのほうの火山灰は同じ日本でも硬度が低いものがあるんじゃないかなと思いますけれども。

先ほど私が指摘したとおり、防衛大の八木さんという文献等を見ますと、成分分析がちゃんとされておりまして、アルミナとして十二、三%含まれる、これは東北全体の分布としてそういう傾向があるという文献もありますので。あと、それだけではなくて、東北大学も同様な文献を出しているのがありますので、その辺りの文献をちゃんと調査して想定される火山灰の成分というものをちゃんと想定して、しかるべき評価をすべきじゃないかと思いますが、いかがでしょうか。

○東北電力（田村） 東北電力の田村でございます。

火山灰の中に入ってる成分でございますが、基本的には大きく四つに分かれると文献でも書かれておりますし、我々が調査した結果からもわかっております。その四つというのが、一つが火山ガラス、もう一つが軽鉱物、それから重鉱物、最後、四つ目が岩片、この四つで大きく構成されておりまして、今ほど申し上げているシリカですとか、酸化アルミニウムというものは、火山ガラスの中に入っている割合ということございまして、今、御指摘の文献も立地評価のほうで全部レビューをしております、分析はそちらのほうの結果も見ております。

したがいまして、火山ガラスの中の20%ということで、四つの成分の中のさらにその一つの中の20%ということで、物としては、割合としては非常に少ない割合でそういうものが入っているということで考えてございます。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今のお答えで確かにそうなんですけれども、割合は低いかもしれないけども、含有されていることは事実ですし、広くそれが東北地方にも分布されてるという文献でちゃんと出

てるというのも事実ですので、その、かたいモース硬度が8とか9、ダイヤモンドが10ですので、かなりかたい物質が含まれている、そういう事実をちゃんと踏まえた上で、こういう摩耗の評価をすべきじゃないかなと思いますけれども、いかがでしょうか。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

火山灰の中に酸化アルミの結晶片のような形で、かなりかたいモース硬度のものがあるかどうかということ文献等の調査をいたしまして確認したいというふうに思います。

以上です。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

了解しました。

続きまして、塗装に対する腐食の影響に関して確認したいと思います。資料のほうは3-2-2の58ページになります。

こちらの表1というところの欄外に、耐薬品性が高い塗料ということで幾つか例が記載されておりますけれども、それで、表の1というのに記載されてるのが、実際、女川2号炉の使われてる塗装ということなんですけれども、この上塗り塗料とこの耐薬品性が強いと書かれてるものと一致するものがないんですけれども、この関連について説明してください。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

今ほどおっしゃられたのは、この下塗り塗料という欄のことでよろしいですか。

○加藤主任審査官 規制庁の加藤です。

いや、上塗り塗装です。一番表面に出てくる塗装が、名称が似ているような塗装名があるんですけれども、実際この耐薬品性が強いと書かれてる幾つかのその塗装の名前と一致するものがないので、もしかしたら同じ系統なのかもしれないんですけども、ちょっとその辺の関連がわからないので説明してくださいということです。

○東北電力（阿部） はい、承知しました。上塗り塗料のほうですが、アクリル、ウレタン樹脂とか、ポリウレタン樹脂とかという、そういうふうな記載になっておりますが、58ページの下※のところを書いておりますウレタン樹脂塗料というものに含まれておりますので、そういう理解でございます。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今のお答えですと、関連はあってということなので、ちょっと資料のほうにそれがわかるように、これだけ見ると同じ名称がないので違うものじゃないかというふうな疑問を持

ちますので、含まれているんだということであれば、それがわかるように資料のほうは訂正していただきたいなと思います。

続いて、金属材料の腐食、同じ腐食ですけども、金属材料の腐食に関して確認したいと思います。資料のほうは3-2-2の68ページになりますけれども。ここでいろいろ文献、参照するような文献のことだとかいろいろ書かれてるんですけども、まずは、女川2号炉として評価すべきその金属材料は何なのか、あるいは、その金属材料に対して悪影響があるような、腐食性があるような物質は何なのか、そういうものをどう整理されたのか説明してください。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

個別評価のところで必要な材料、金属材料を使ってるものについては記載しておりますが、こちらのほうの補足資料の69ページの右のところに書いておりますが、女川原子力発電所の評価対象施設のうち、地下軽油タンクのハッチ（ステンレス鋼）というものについては、現状、塗装を実施してない状況であります。これにつきましては、今後、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂の塗装をして耐腐食性、環境の強い塗装をする予定でございます。以上です。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

塗装をしてないその金属材料で直にその火山灰の影響を受けるというものが、今言われた部位しかない、という理解でよろしいのでしょうか。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

評価対象施設のうち、該当するものは今言ったものです。

以上です。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今のお答えですけども、例えば、資料3-2-1の19ページに熱交換器の伝熱管でアルミニウム黄銅というものを使われてるというような記載があって、これもその塗装とかしてないと思うんですけども、これもその金属材料ではないんですか。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

熱交換器の腐食につきましては、水循環系の腐食ということで整理してございます。今言いました、アルミニウム黄銅については、その水循環系において耐食性のある材料であるということで使用してございます。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

水系の腐食というお答えでしたけれども、降下火砕物がその海水中に入って、それが腐食の影響がないか、そういう評価をしているんだと思うんですけれども、そういう意味で、本当にその金属材料が先ほど言ったハッチだけなのかという質問をしたんですけれども、ちょっと最初の質問の意図としては、網羅的にちゃんと整理をされているのかっていう、ちょっとそういうところが疑問があったものですから、今、聞いたように、いやいや、実はこういう部材もありましたというようなことがないように、まずはちゃんと評価すべき対象を網羅的に整理をして、悪影響を与えるものに対しても網羅的に整理をして、その上で評価をするということじゃないかなと思います。

あと、今、アルミニウム黄銅ですか、これに関しては、一般的には、硫黄のイオンが含まれていると耐食性は落ちるというようなことが言われていますので、短期的なその腐食の影響はないと思うんですけれども、そういう一般論的な話もありますので、きちんとその評価すべき対象が何なのか、また、どういう物質に対して評価すべきなのか、そういうところを整理をして評価をしていただきたいと思います。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

先ほど申しましたこの補足資料8における対象といたしましては、気中での金属の腐食ということで整理しておりました。硫酸イオンが溶けてそういう腐食をするということになりますので、先ほどお話ありました水循環系とか、そういうものを含めて網羅的に整理したいというふうに思います。

以上です。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

了解しました。私のほうからの指摘というか、確認したい点は以上になります。

○山中委員 そのほか、何か質問は。どうぞ。

○片桐主任審査官 規制庁の片桐です。

資料3-2-1の23ページについてですけれども、表の19に外部電源喪失及びアクセス制限ということで、7日間を考慮した場合でも電源供給が可能という記載になっていますけれども、ここで期間を7日間とした理由について説明してください。

○東北電力（大矢） 東北電力、大矢です。

非常用ディーゼル発電機の燃料貯蔵量ですけれども、そちらは7日間保有してございますので、こちらの記載を7日間というふうにしてございます。

以上です。

○片桐主任審査官 規制庁、片桐です。

ガイドでは、長期間の場合ということで書いてると思うんですけど、それは7日間でもいいとした理由について説明ください。

○東北電力（渡邊） 東北電力、渡邊でございます。

7日間でもいいとした理由でございますが、7日間以降であれば、外部からの支援も十分可能であろうという考えのもと、7日間ということで設定をしております。

以上でございます。

○片桐主任審査官 ということは、備蓄で7日間耐えますということで、その間に外部支援が期待できるので長期間対応可能という理解でよろしいでしょうか。

○東北電力（渡邊） 東北電力、渡邊でございます。

そのような理解で間違いありません。

○片桐主任審査官 はい、承知しました。

○山中委員 そのほかはいかがですか。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今の7日間の話なんですけれども、7日間で復旧できるという判断した理由がちょっとまいちわからなかったので、詳しく説明してください。

○東北電力（渡邊） 東北電力、渡邊でございます。

外部からの支援を受けられる7日間という設定については、SAのほうでも使っている値でございますので、そちらの説明とあわせて資料でわかるように少し肉づけをさせていただきたいと思います。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今、SAの条件と一緒にだからという回答だったんですけれども、火山の場合は、例えば参考している資料として広域的な火山灰、火山の防災対策に係る検討会第3回目というものの資料を参照していると思うんですけれども、これを見ると、除灰に用いるそのロードスーパーなる車で、専用の除去するための車ですかね、そういうものの1台当たりの処理能力、あるいは、その保有している台数、あと、その、除灰すべき道路の長さ、そういうものをちゃんと想定して除灰にどのぐらい時間がかかるのかというような想定をしております。

そういうような想定をした上で、7日間というようなことをちゃんと検討したのでしょうか。

○東北電力（渡邊） 東北電力、渡邊でございます。

今、女川の評価では、除灰をしなくても対応可能だということでの評価ですので、そのような詳細な評価はしてございません。ただし、除灰した場合でも、何日間あれば除灰は可能ですというような評価は、まとめ資料のほうで記載をさせていただいております。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

除灰をしなくても対応可能だというのがよくわからないんですけれども、想定として、火山灰の層厚としては15cmを見てるということなんですけれども、通常、道路に15cmの火山灰が積もった場合は車は動きませんので、外部から油をタンクローリーが軽油を積んで外部からアクセスするということは考えられないんですけれども、どういう想定で除灰をしなくても対応可能かっていうふうに考えてるのか、そのところを説明してください。

○東北電力（渡邊） 東北電力、渡邊でございます。

ちょっと御説明が悪かったかもしれませんが、あくまでも7日間であれば、外部支援もなく除灰もすることもなく耐えられますという御説明ですので、今の御指摘を踏まえて、7日間以降で除灰がなくては外部の支援が受けられないという状況を想定した評価についてお示しをしたいと思います。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。どうぞ。

○山田部長 規制庁の山田です。

これは御説明をいただいて、何かまとめ資料とかに書いていただければいいだけだと思うんですけど、今の絡みで、外部電源喪失でサイト内の開閉所に灰がついて、それはきちんと取れますよっていう、そういうのはちゃんと対応とっていますっていうのがないと、7日間たって、ほっと見たら、開閉所は何日かかからないと復旧しませんだと困るので、ちょっとその辺のところの説明はつけ加えていただければいいかと思います。

○東北電力（渡邊） 東北電力、渡邊でございます。

御指摘ごもっともですので、その辺の記載、追加させていただきたいと思います。ありがとうございます。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。よろしいですか。

幾つか宿題が出ましたですけども、ちょっと検討をしていただいて、再度またお答えをいただくということで、よろしくお願ひします。

ここでまた席替えがございますので、おおよそ5分後に再開をしたいと思います。5時半から再開をさせていただきたいと思います。

(休憩)

○山中委員 それでは、再開をさせていただきます。

次に、原子炉本体の基礎の復元力特性について説明を始めてください。

○東北電力（山内） 東北電力の山内です。

それでは、原子炉本体の基礎の復元力特性について説明を始めさせていただきます。

本日、資料は2種類ございまして、まず、資料3-3-1として、A4横のものがございます。原子炉本体の基礎(RPVペデスタル)の復元力特性について、それから、資料3-3-2としまして、女川2号炉の設計基準対象施設について、4条のまとめ資料のうち、別紙14ということで抜粋してございます。本日、資料3-3-1を用いて説明いたしますので、資料3-3-1、1ページ目をお開きください。1ページ目に目次を示してございます。本日この流れに沿って説明させていただきます。

2ページ目をお開きください。「はじめに」ということで、女川2号炉の原子炉本体の基礎（RPVペデスタル）と呼びますけども、こちらにつきましては、下の図の赤線で囲んだ部分のことでありまして、原子炉建屋との連成モデルを用いて地震応答解析を行っております。既工認におきましては、ペデスタルの地震応答が概ね線形領域におさまっておりますことから、ペデスタルの剛性は一定とした線形解析を実施しておりました。今回、工認におきましては、地震動のレベルが増大したことによって、応答が線形領域を超えることから、コンクリートの剛性変化を考慮した復元力特性を設定して非線形解析を実施することとしております。

本資料におきましては、女川2号炉の今回工認におけるペデスタルの復元力特性の設定方法の考え方、それから、その妥当性について、実績のある手法や既往の知見、実機を模擬した加力試験の結果に基づいて説明してまいります。

なお、この手法に関しましては、東京電力ホールディングスさんの柏崎刈羽6、7号炉において審査の実績がございますので、柏崎と女川のペデスタルの構造を比較して女川2号炉への適用性を検討いたします。

3ページ目をお開きください。ペデスタルの設計概要としまして、ペデスタルの構造図を示します。左が縦断面図、右が水平断面図となっております。ペデスタルは左の図の細かい斜線で示す部分でありまして、原子炉压力容器と原子炉遮蔽壁を支持する円筒状の構造物です。また、右に示す断面図のように、内筒鋼板、外筒鋼板、それらを一体するための縦リブ鋼板等の鋼材から構成されており、内部には終局耐力を向上させるためのコンク

リートを充填した構造となっております。また、左の図の下のほうに示しますように、アンカボルトで原子炉建屋の基礎版に固定されるとともに、外筒鋼板と内筒鋼板に取りつけたスタッドによって周辺コンクリートと強固に固定されております。

4ページ目をお開きください。左に地震応答解析モデルの図、右にペDESTALの設計フローを示しております。今回の変更箇所としましては、フローの一番上、赤で囲んだRPVペDESTALのモデル化という部分でありまして、その先の解析ですとか、評価の手法については変更はございません。左の図に示しておりますように、ペDESTALの地震応答解析モデルは原子炉建屋、原子炉格納容器、原子炉遮蔽壁、原子炉圧力容器と連成しております。ペDESTALの構造強度評価に当たっては、コンクリートの強度には期待せずに鋼板のみで耐える設計としておりますが、振動特性を考慮すると、コンクリートの影響が無視できないということで、地震応答解析モデルとしてはコンクリートの剛性及び重量も考慮しております。

また、RPVペDESTALはモデルの右下、赤で囲んだ部分に示すとおり、原子炉建屋の基礎版上に五つの質点を設定しまして、それらのそれぞれの質点の間を四つの要素としてモデル化しております。

5ページ目をお開きください。この復元力特性の評価方法につきましては、先ほど申し上げましたとおり、先行他社での審査実績がありますので、同じ考え方が適用できるかというところを先行機との構造の差異を見ながら確認してまいります。

左に示しておりますのが柏崎刈羽6、7号炉、ABWRの構造となっております。右が女川2号炉、BWRの構造です。左の柏崎刈羽の構造図をベースにそれぞれの部位の対比を確認しますと、その左側に示しております連通孔、ベント管、水平吐出管については、女川2号炉に該当する部位はございません。アクセス開口、それからアクセストンネルにつきましては、女川2号炉のCRD開口、CRD搬出入口、水平鋼板と打設孔につきましては、女川2号炉の水平リブ、ベースプレートは女川2号炉の水平鋼板とそれぞれ類似した構造となっております。また、女川2号炉ではペDESTALの下部がコンクリート中に埋没されて、アンカボルトによって原子炉建屋の基礎版に強固に固定されているということを既工認と同様にモデルに反映しております。

6ページ目をお開きください。既工認では、応答が第1折点を超えないことから、右の図の青線のようにペDESTALの剛性を一定とした線形解析をしておりましたが、今回工認におきましては、地震応答が第1折点を超えるということで、鋼板が降伏に至らない範囲で

コンクリートのひび割れ後の剛性変化を考慮した、赤線で示すような線形解析を行うこととしております。

また、構造評価上は既工認同様、鋼板のみで耐える設計でありまして、変更点としては、下の表に示すとおり、剛性変化を考慮した非線形解析を行うという点だけでございます。

7ページ目をお開きください。今回工認におきましては、地震動レベルが増大したことによって、第1折点、コンクリートのひび割れが発生する点以降の領域で原子炉建屋とRPVペDESTALの荷重分担のバランスが異なります。建屋の剛性は従来から非線形としておりましたので、下の図、①で示すような荷重になりますけども、ペDESTALの剛性を線形のままとした場合、②に示すように、実際よりも大きい荷重となります。ペDESTALの剛性として、コンクリートのひび割れ及び鋼板の降伏を考慮して非線形とすることで、③のように、より現実に近い地震荷重が算出可能となります。

右の表にペDESTALの剛性を変化させた場合の原子炉建屋とペDESTALの荷重分担を示しております。曲げモーメントとせん断力、それから、それらの分担割合を示しております。分担割合を見ますと大きな変化はありませんけども、曲げモーメントとせん断力の値としては、剛性を非線形にすることで低減する見込みとなっております。

8ページ目お開きください。左の図に示しております原子炉格納容器、原子炉圧力容器、原子炉遮蔽壁、RPVペDESTALにつきまして、ペDESTALの剛性を線形から非線形にした場合の基準地震動 S_s に対する曲げモーメントの変化を示しております。原子炉格納容器におきましてはわずかに増加しておりますが、圧力容器、遮蔽壁、RPVペDESTALでは、曲げモーメントが低減する見込みとなっております。

9ページ目をお開きください。こちらにせん断力について示しておりますが、こちらも曲げモーメントと同様の傾向を示しております。

10ページ目をお開きください。先ほど御説明したとおり、ペDESTALは構造強度上は鋼構造として、鋼板のみで弾性状態で耐える設計思想となっておりますので、今回工認の検討範囲は、左の図の赤線に示すとおり、鋼板の降伏を表す第2折点までとして、第2折点から終局点までの領域については、スケルトンカーブの設定はいたしません。

右にペDESTALの剛性を非線形とした場合の曲げとせん断力のスケルトンカーブを示しております。また、基準地震動 S_s に対する最大応答値をスケルトンカーブ上に赤丸で示しておりますけども、このプロットはコンクリートのひび割れを表す第1折点を少し超える程度であって、鋼板の降伏を表す第2折点に対しては大きな余裕を持っていることがわか

ります。

11ページ目をお開きください。ペDESTALの復元力特性の設定フローを示します。既往の知見等を参照してペDESTALのコンクリートのひび割れ、それから、鋼板の降伏までを考慮した復元力特性の評価式の設定方針を検討いたします。ペDESTALが鋼板とコンクリートから成る複合構造体であるという、この特徴を抽出しまして、その特徴を踏まえて復元力特性の評価式へ考慮すべき事項を検討いたします。そこで考慮した構造特徴を踏まえた復元力特性評価式を設定し、その評価式の妥当性確認をします。妥当性確認した評価式を用いまして、女川2号炉の地震応答解析モデルに用いるペDESTALの復元力特性、スケルトンカーブの設定をいたします。

続いて、12ページをお開きください。ペDESTALの地震応答解析に用いるスケルトンカーブにつきましては、コンクリートのひび割れを表す第1折点、それから、鋼板の降伏を表す第2折点を曲げとせん断、それぞれについて設定する必要があります。下の表に鉄筋コンクリート構造とRPVペDESTALについて、曲げ変形、せん断変形に対する第1折点、第2折点の考え方を示しております。

青で囲んでおります曲げの第1折点、第2折点、それから、せん断の第1折点につきましては、鉄筋コンクリート構造の考え方、原子力発電所耐震設計技術指針と同様の考え方で評価が可能となっております。

一方、赤で囲んだせん断の第2折点につきましては、コンクリートのひび割れ後のコンクリートと鋼板の抵抗機構がRC構造とは異なることから、鋼板とコンクリートの複合構造としての特徴に留意した既往知見を参考に設定してまいります。

13ページ目をお開きください。今、御説明したスケルトンカーブの評価方法については、鋼板コンクリート構造耐震設計技術規程、SC規程にまとめられておりますので、ペDESTALの設計につきましては、便宜上、SC規程を参考に御説明させていただきます。

SC規程といいますのは、下の図の一番左に示すようなスタッド方式を前提としたものになっておりますので、女川2号炉のRPVペDESTALの構造特徴を抽出して、それぞれの構造特徴を踏まえて復元力特性評価式へ考慮すべき事項を検討してまいります。女川2号炉のRPVペDESTALは、鋼板上の円筒殻の内部にコンクリートを充填してありまして、一番右に示す隔壁方式のSC構造に近い構造物となっております。

14ページ目をお開きください。構造特徴の抽出について御説明いたします。左のペDESTALの断面図の中ほどに青い丸で五つの質点を示しております。この質点と質点の間、こ

れを一つの要素と考えると、建屋の基礎版側から順番に要素1、2、3、4と設定しております。それぞれの要素の代表断面図を右側に四つ示してございます。ペデスタルにつきましては、右の水平断面図に示しますように、内筒鋼板と外筒鋼板、それから縦リブ鋼板、要素4につきましては、中間鋼板というものもございますけども、これによって一体化された隔壁方式のものでございます。鋼板の間には、コンクリートを充填した円筒型の構造物となっております。

また、要素3につきましては、制御棒駆動水圧計の配管が貫通している部分、ここをCRD開口と今後呼ばせていただきます。がでございます。また、要素1につきましては、制御棒駆動機構の搬出入のための開口、CRD搬出入口がでございます。

15ページ目をお開きください。CRD開口部の上下、要素2と3の間、それから要素3と4の間ですね、こちらには、右に示すような水平鋼板が設置されておりました、コンクリートが上下に分断されております。または、要素1と2につきましては、下のほうに示しております要素1、2の水平リブの投影図というところを御覧いただきたいんですけども、このように、この図の中で青で塗っている部分が鋼板、白い部分がコンクリートとなっております。このようにコンクリートが部分的に分断されております。

16ページ目お開きください。ここまで御説明してきたペデスタルの構造特徴を整理したものがこの表になっております。左に構造特徴を示しております。これらの構造特徴に応じた追加検討の要否を検討しまして、反映が必要だと判断したものにつきましては、この表の要否の欄で丸となっているものについては、下に赤字で示しております二つの観点で評価式へ反映することといたします。

一つ目として、コンクリートの引っ張り強度に関わる考慮、二つ目として、コンクリートの圧縮ストラット角度及びせん断に対して有効と見直す範囲に関わる考慮、こちらを備考欄にA、Bと分類で記載してございます。

17ページ目お開きください。まずは、一つ目、コンクリートの引っ張り強度に関わる考慮について、評価式に反映する内容を示します。曲げの第1折点の設定に当たっては、水平鋼板、それから水平リブによってコンクリートが分断されているということから、コンクリートの引っ張り強度に開口率 α として、ペデスタルの水平方向の全断面積に対するコンクリートの連続部の面積の比率を乗じることといたします。下の表に評価式を記載しております、数式中の記号の定義については、28ページ、29ページに示しておりますので適宜御参照ください。

この式の中の M_1 、コンクリートのひび割れを表す第1折点における曲げモーメントですが、こちらは、コンクリートの引っ張り強度 f_t と鉛直方向の応力度 σ_v の和、こちらに断面係数 Z_0 を掛けたものになります。要素1、2につきましては、コンクリートが部分的に分断されております。高さ方向によってその割合に違いはあるものの、水平リブを上下方向に投影した場合、大体6割程度のコンクリートが連続しているということで、開口率 α を0.6として、 f_t を低減させるという考慮をさせていただきます。

要素3と4につきましては、右の図に示しますように、部分的にコンクリートが連続しているものの、その割合が小さいということで、コンクリートが完全に分断されているものとして、 $\alpha = 0$ 、コンクリートの引っ張り強度には期待しないものとして評価をさせていただきます。

18ページ目お開きください。次に、コンクリートの圧縮ストラット角度及びせん断に対して有効とみなす範囲に関わる考慮について御説明いたします。こちらにつきましても、下のほうに評価式を記載させていただきます。せん断の第1折点に関しましては、構造特徴の反映点はございません。せん断の第2折点の設定に当たって、縦リブ鋼板と内外の円筒鋼板、それからそれらに囲まれたコンクリートを一つの構造体とみなして、その対角線上にコンクリートのひび割れが発生すると仮定して圧縮ストラット角度を設定いたします。下の図に示しますように、隔壁及び隔壁に囲まれたコンクリートで一つのSC構造体を構成するものとして、間隔 L と高さ H から圧縮ストラット感度 θ を算出いたします。また、既往の知見を参考にして、円筒形状の構造物であるということから、地震に対して、地震方向に対して有効とみなす範囲を断面積の2分の1と設定いたします。

19ページ目お開きください。こちらの復元力特性の評価式での妥当性確認が必要となる構造特徴としては、隔壁方式であること、円筒型であること、水平鋼板によってコンクリートが分断されていることの三つと考えております。

これに対しまして、表の中の妥当性確認の内容の欄に書いてあります、せん断の第2折点を求める際の構造に応じた圧縮ストラット角度を設定すること、せん断力に対して有効とみなす範囲を全断面の半分とすること、曲げの第1折点を求める際にコンクリートの引っ張りに対する抵抗を無視することについて、妥当性確認方法としまして、既往の試験結果を活用して確認させていただきます。

20ページ目をお開きください。ペDESTALを模擬した加力試験の概要を示します。左に試験装置の概要図、右に試験体の断面図を示しております。こちらの試験につきましては、

ABWRの水平荷重に対する終局状態での荷重－変形特性を把握するために電力共通研究として実施してございます。試験体は実機の構造特徴を縮小模擬した鋼板とコンクリートから成る隔壁方式の円筒型の複合構造物となっております、その詳細につきましては、後ほど、女川2号炉のペDESTALの構造と比較をお示しいたします。

21ページ目をお開きください。既往試験の荷重－変位特性と載荷サイクルをこちらに示しております。図の中の赤い丸、緑の丸、青い丸につきましては、左右の図で対応しております。載荷サイクルといたしましては、コンクリートにひび割れが生じない範囲で繰り返し載荷を行った後で荷重を増加させながら載荷と除荷を繰り返し、青丸で示しております鋼板の曲げ降伏を示す点、その先の荷重低下に至るまでの荷重－変形特性を取得しております。

今回工認の検討範囲としましては、鋼板の降伏を表す第2折点までであることから、比較対照範囲としては、赤線より左の部分、鋼板が降伏するまでの範囲といたします。

22ページ目をお開きください。ペDESTALの構造特徴を踏まえた復元力特性評価式から得られた試験体の荷重－変形特性、こちらを赤線で示しております。それから、既往の加力試験結果を黒線で示して、こちらの比較をいたします。今回の工認の検討範囲としては、左側の図です、こちらの原点付近を拡大したものを示しておりますけども、この赤の矢印で示している今回工認の検討範囲という部分でございます。この鋼板の降伏点までの範囲におきまして、赤い線と黒い線がよく一致するため、ペDESTALの構造特徴を踏まえた復元力特性評価式は妥当であると考えております。

また、評価におきましては、曲げとせん断それぞれのスケルトンカーブを作成しますので、左に示している全体変形を曲げとせん断に分離して右に示してございます。

23ページ目お開きください。既往の試験体につきましては、ABWRを縮小したものでありまして、女川2号炉のペDESTALと同様に鋼板及びコンクリートから成る隔壁方式、円筒型の複合構造物となっております。試験体としましては、ABWRの構造特徴として、左下の図に示してありますように、ベント管を内蔵する部分と内蔵しない部分を模擬しております。

女川2号炉の場合ですと、ベント管がございませんので、このベント管のない部分の考え方を適用することができると考えております。また、ベースプレートにつきましては、女川2号炉の水平鋼板と類似した構造、コンクリートを上下に分断するという点で特徴が類似していることから同様の考え方で評価することができると考えております。このよう

に、構造特徴が同様であることから、復元力特性を適用するに当たりましては、女川2号炉のペDESTALの材質、各部の寸法を適切に反映することによって構造に対する配慮ができていたものと考えております。

24ページ目をお開きください。今回の工認に使用するペDESTALの復元力特性、こちらを下の表に示しておりますが、これに基づきまして作成した女川2号炉、RPVペDESTAL(要素1)のスケルトンカーブ、こちらを右に示しております。上が曲げモーメント、下がせん断力に対するものでございます。基準地震動 S_s -D2での最大応答値を赤丸で示しておりますけれども、これが第2折点に対して余裕があるということがわかります。

また、地震応答解析の履歴特性としましては、既往の試験結果や履歴減衰による消費エネルギーが小さくなるような考え方から、最大点指向型を適用することとしております。

25ページ目をお開きください。先ほど作成したスケルトンカーブに対するさらなる考慮といたしまして、曲線近似の影響について検討いたします。下の図に示していますように、曲線近似、直線近似、それから曲線近似を包絡したスケルトンカーブ、それぞれのスケルトンカーブ示しております。第1折点でコンクリートにひび割れが生じた後もひび割れが徐々に増加して剛性が低下すると考えられるため、第1折点から第2折点の間に関しては、黒で示した直線近似ではなくて、青で示した曲線近似のほうが実現象に近いと考えられます。直線近似による変形量を設計に用いる場合は、同じ荷重レベルに対して、曲線近似よりも大きい変形量を与えることとなりますが、直線近似による荷重を設計に用いる場合は、同じ変形量に対して曲線近似よりも小さい荷重を与えることになるため、今回の工認におきましては、荷重を大きく与えるという観点で、赤で示した曲線近似を包絡したスケルトンカーブについての影響を検討してまいります。

26ページをお開きください。本資料のまとめとしまして、今回の工認におきましては、基準地震動 S_s の増大を踏まえて、ペDESTALについて、原子炉建屋と同様に非線形とした復元力特性を適用して、より現実に近い地震応答解析を実施することとしております。また、非線形解析とした復元力特性の評価におきましては、曲げの第1折点、第2折点、それから、せん断の第1折点について既往のRC構造との類似性を検討し、同様の理論で評価可能であるということを確認した上で、既往の知見を参考にして、せん断の第2折点を含めましてペDESTALを模擬した試験結果を用いてその妥当性を確認しております。

27ページをお開きください。今後の追加検討事項としまして、二つございます。原子炉建屋のコンクリートのひび割れに伴う初期剛性低下、こちらに係る審査結果を踏まえた評

価方針について、今後御説明してまいります。

それから、二つ目として、重大事故時の環境条件を踏まえた検討とで、有効性評価の審査結果を踏まえて、高温となるような環境条件ですね、それから、先ほどの初期剛性低下を踏まえた重大事故時におけるペDESTALの評価方針について、今後適合性審査において説明していく予定としております。

説明は以上です。

○山中委員 それでは質疑に入ります。質問コメントございますか。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

剛性を非線形にした場合の地震動に対する荷重の影響について確認したいと思います。資料のほうは3-3-1の、ページでいうと8ページ、9ページになりますけれども、この8ページのほうは曲げモーメントですけれども、今回の剛性を非線形にした場合の影響として、圧力容器ですとか、あるいは遮蔽壁、あと、ペDESTAL等は、荷重が低減する見込みだというふうに記載をされております。

ただ、一方、剛性がやわらかくなるということになると思うので、例えばその、原子炉のスタビライザーですとか、あるいは、その、炉内の構造物、あるいは、その、原子炉容器に接続されてる配管、その辺に対する影響っていうのはどのようになるのか説明してください。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今の御質問は、今回8ページでお示したのは、各主要な構造物に対するモデルの条件を線形から非線形にした応答の結果です。御質問は、各機器の耐震評価に用いるスペクトルに対する影響はどうかというふうに解釈しました。

こちらにつきましては、この非線形に応じたスペクトルを用いて評価することになるんですけども、詳細、今日、データを手元にないんですけども、それほど大きな影響はないんじゃないかと考えております。

ただし、よくよく見ますと、周期によっては大きくなったり小さくなったりする部分がございますので、そういった応答を用いて各部の耐震評価を実施していくということになるかどうかと思います。

私からの説明は以上です。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今の回答ですと、低減される部位もあるけれども、そうではなくて逆に、その、増える

部分もある可能性もあるということで、その辺りは今後の検討で見ていくと、そういう理解でよろしいでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今日御審議していただきたい内容としましては、先ほどの資料でいいますと、4ページをちょっと御覧ください。4ページの右側になりますけども、今回工認のところを変更をしたいという部分につきましては、赤囲みで書かれているRPVペデスタルのモデル化の部分でございまして、鋼板とコンクリートを考えた場合に、これまで線形で想定していますけども、これはコンクリートのひび割れを考慮して非線形にしたいということでございます。

先ほどの床応答スペクトルにつきましては、その後段、右側のフローでいうと、変更なしのところからになりますけども、地震応答解析を実施しまして、そこで評価される地震荷重の中にフロアレスポンスというものは含まれておりますので、ここら辺の詳細設計については、後段の工認審査の中で詳細に御確認していただくものというふうに認識しております。

以上でございます。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今の回答で了解、理解しましたけれども、見通しは、まず、その工認でやる内容と、あと許可でやる内容と、ある程度、その、成立性を見通しというのは見ておかなきゃいけないのかなと思いますので、そういうところを見ながら進めていくと、そういう理解でよろしいでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

その理解で了解でございます。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

今のパワーポイントの資料ではないんですが、まとめ資料の添付資料11、添付の11ですか、ここに基礎が、今回今までの既設の防壁と違って埋め込まれていて、それを固定として扱うための基礎、埋め込まれている部分の構造的なチェックをやっていらっしゃるんですね。この考え方は理解できるんですが、ここで検討されていることの妥当性を検証するんで、何らか、こう、解析的な検証を考えておられるかどうか、ちょっと御意見をください。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今の御質問は添付11につきましては、今回のモデル化ですけれども、ペDESTALの下部がコンクリートにスタッドを経由してしっかり定着されているということ踏まえて、モデルの第1質点をコンクリートの上端部分に設定しているわけですが、その妥当性として、添付11をつけさせていただきました。

こちらにつきましては、周辺コンクリートの剛性ですとか、あとは、RPVペDESTAL下部と周辺コンクリートの定着部の評価を具体的に評価をしてお示ししたものでございまして、こちらにつきましては、各種、各基準でございます剛性梁構造設計指針等に基づいて評価してございますので、これ以外に解析的な評価というものは現段階では考えてございません。

今回のお示しした内容で、今回、我々がモデル化として設定している考え方は妥当であると、そういう考え方はこの資料で御説明できるかなと、そういう考えであります。以上でございます。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

ここでの考え方はわかるんですが、設計的な考え方としては理解できるんですが、やはり今回実験も完全基礎固定でアンカボルトである、今回埋め込まれているということは形状の違いがありますんで、基本的には、ここでやっている検証が正しくて、本当に基礎が固定状態が守られてるかどうか。できればREM等を使って検証しとくことがベストだと思うんですが、いかがでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今の御指摘いただいたことについては、我々が今回のモデル化の妥当性、あとは適切に原子力発電の安全性をきちんと担保されるという意味では貴重な御助言だと思いますので、どういった解析方法ができるかというのも考えた上で対応させていただきたいなというふうに思います。

以上でございます。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

よろしく願いいたします。

以上です。

○山中委員 そのほか。どうぞ。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

私からちょっと2点質問します。パワーポイントの22ページで、試験の結果と今回設定

したスケルトンがよく一致しているというふうなことなんですけれども、右下のせん断のスケルトンに関してなんですけれども、第1勾配までのところが、赤、その、設定したスケルトンカーブのほうが大きく出ているんですけれども、これの試験との差異については、理由をちょっと説明していただきたいです。

○東北電力（熊谷） 東北電力の熊谷と申します。

御質問の回答としましては、復元力特性につきましては、直線近似という形で直線の評価式を使って近似させておるんですけれども、実験に示されているとおり、基本的に実験結果が直角、直線的になることではなくて、曲線的に実物は変化することになると思います。それを直線近似のほうで近似させておりますので、この程度の差は生まれるものというふうに考えております。

ただ、地震応答解析上は荷重が出る方向にスケルトンカーブ引いておりますので、安全性という観点では、この近似方法でいいのではないかとということで考えてございます。

以上になります。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

曲げとせん断で合成した全体の変形に関しては合ってるということで問題ないのかなというふうには考えてるんですけれども、せん断の評価式が18ページに示されてまして、これの第1折点ですね、せん断の。この式を見ると、それほど複雑なものではなくて評価されているので、この第1折点が試験とちょっと違ってるというのは、ちょっと理由を少し考察して追加していただければと思いますが、いかがでしょうか。

○東北電力（熊谷） 東北電力の熊谷です。

この差の理由につきましては、少し考察をして、御説明させていただきたいと思います。

○植木主任審査官 規制庁、植木です。

よろしく申し上げます。

次ですけれども、パワーポイントの25ページで、ちょっと今の話にも関連しますけれども、スケルトンカーブの曲線近似と直線近似の違いに関して、曲げのスケルトンカーブについては少し小さ目に出る可能性があるので検討しますということなんですけれども、この理由として書いてあるのは、荷重が小さ目に出る可能性があるということで検討するというふうに書かれています。

先ほどお聞きした、せん断のスケルトンカーブについては、確かに解析のほうは荷重としては小さ目に出るんですけれども、ペDESTALに設置される機器とか配管の応答に対し

ては、必ずしもそれが保守的かどうかというのがわからないので、せん断に関しても検討が必要ではないかなというふうに考えるんですけども、その点はいかがでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今、25ページに書いていますのは、今、植木審査官からあったように、実験の結果を見ると、曲げのほうが少し理論、今回構築しました評価式より大きく出ているので、そこをカバーしますという話です。

せん断については、下回っているんですけども、事象と解析の観点でいうと、影響があるんじゃないかということだと思います。こちらにつきましては、少し、せん断に対する検討を少し検討してまして、どういう影響が出るかというのをちょっとお示ししたいなど。

まとめ資料の148ページを御覧ください。148ページ、添付資料の8番になりますけども、こちらの内容につきましては、スケルトンカーブの近似の方法としまして、JEAGの1991に基づきまして、第1折点、第2折点を設定するような、トリリニアのカーブとなっております。こちらにつきましては、少し下に書いている、参考文献に書いている検討結果になるんですけども、スケルトンカーブを少し上下に変動させるための影響としましては、この文献によりますけども、2.の地震応答へ与える影響ということで、2行目から3行目になりますけども、最大応答せん断力、あるいは最大応答加速度の変動は数%程度というのがわかっております。

ので、先ほど御質問あったことについては、今わかっている文献ですと、この程度の差があるということがわかろうかと思えます。

補足的な説明は以上になります。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

説明は理解しました。ただ、この検討ってというのは、建屋に対するものだと思うので、ペDESTALに関して同様なことが言えるのかどうかというのは、少し検討していただきたいと思えます。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

先ほど申しましたように、御指摘を踏まえて、少しパラスタなどを検討したいと思えます。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

今後の追加検討についてちょっと何点か確認をさせていただきます。資料は3-3-1のパワー

ポイントの資料の27ページの中で、今後の追加検討として2点示されておりますけれども、そのうちの①の建屋の剛性、初期剛性低下を踏まえた検討ということで、こちらについて何点か確認させていただきたいんですが。

ここでは、原子炉建屋の初期剛性低下に係る審査結果を踏まえた評価方針を今後お示しするという事で書かれていますけれども、これは原子炉建屋のほうの検討を踏まえて、このRPVペデスタルのコンクリートに剛性低下の影響っていうのをどうするかっていうのを今後検討していくというふうに理解しているんですけども、このRPVペデスタルで用いているコンクリートっていうのは、原子炉建屋で用いているものと同じ、基本的には同じものだという理解でしょうか。

○東北電力（熊谷） 東北電力の熊谷と申します。

御質問いただきましたRPVペデスタルのコンクリートにつきましては、ほぼ建屋のコンクリートと同じと考えております。設計基準強度につきましても、建屋と同様に32.3KN/m²と、強度についても同じものを使っているということになります。

○佐藤審査官 原子力規制庁の佐藤です。

次に、同じところの確認ですが、これは、そうしますと、例えば、その、原子炉建屋の今検討においても、乾燥収縮によるひび割れという影響のところも検討されてるんですけども、このペデスタルのコンクリートについても、同じような影響というのはあるのでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今ほどの御質問に御回答いたします。ペデスタルにつきましては、パワーポイントでもお示しましたように、コンクリートを鋼板で囲ってるような形になりますので、建屋側で議論しています乾燥収縮につきましては、起きないというふうに基本的には考えております。

ただし、今回、今後の追加検討ということでお示しましたのは、やはり建屋の剛性低下という理由としましては、乾燥収縮と地震による影響ということで二本立てでやっております。ペデスタルにつきましても、建屋と同じようなレベルに設置されておりますので、建屋側の検討結果を踏まえて、剛性低下率を参照しまして、ペデスタルのほうにもそういった剛性低下を与えたときに応答レベルがどうなるか、あとは、機器系の、先ほども出たようなスペクトル形状に対してどういう影響が出るかといった検討を考えていきたいというふうに考えてございます。

以上でございます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

承知いたしました。今いろいろ今後の検討に当たって考慮していこうというところについて理解いたしました。

今、御説明いただいたように、その鋼板中にコンクリートが、鋼板に囲まれてるとか、そういった構造的特徴というのもありますので、そういったところも踏まえて、今後RPVペDESTALの復元力特性というところを設定するっていうところで、この剛性低下等も踏まえていただければと思います。

以上でございます。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

同じ27ページの今後の検討の②番についてちょっとお尋ねします。この検討は、先ほど御説明にあったように、事故時の高温状態でのペDESTALの状態を考慮した検討というふうに、なことだと思いますけれども、先ほどの初期剛性の低下とさらに高温状態での低下、コンクリートの剛性低下を考えると、かなり大きく剛性が低下することになると思うんですけれども。

現状の見通しとして、その場合でも支持する機器とか配管への影響っていうのはあまりないのか、それともかなり影響を受けるのか、現状の見通しで結構なんですけれども、説明ください。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今ほどの御質問につきましては、有効性評価が出てくる重大事故時の温度環境、温度が高くなること、あとは、建屋側で議論されています剛性低下ということだと思います。おっしゃるとおり、かけ合わせた形で剛性低下はなるとは思いますけれども、これから詳細な評価等を実施しなければいけないという考えでおりますけれども、大体的見通しとしましては、それほど機器の応答レベル、耐震性に関わるような影響はないのではないかと、そういうふうに考えてございます。その検討結果につきましては、ここに記載してございますように、今後御説明させていただこうというふうに考えております。

以上です。

○植木主任審査官 規制庁、植木です。

了解しました。

それと、最後に確認なんですけど、今後の検討というところで、①、②とも評価方針とい

うふうに書いてあるんですけども、詳細な具体的な検討は工認段階ということになると
思いますが、成立性ですね、この条件でやったときの構造の成立性に関しては、設置許可
段階で見通しを得る必要があると思いますので、それも含めた検討だというふうに考えて
よろしいでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今のおっしゃっていただいた理解で結構でございます。

○植木主任審査官 規制庁、植木です。

了解しました。お願いします。

○山中委員 そのほか、いかがですか。よろしいでしょうか。

モデルの妥当性について、もう少し御説明をいただいて、きちっと理解しておく必要が
あるのかなという、そんなコメントが幾つか出たかと思うんですが、再度御検討お願いい
たします。

それでは、今後のスケジュールについて、説明のスケジュールについて説明をお願いし
ます。

○東北電力（小保内） 東北電力、小保内です。

では、資料3-4-1ほかで説明スケジュールを簡潔に説明させていただきます。

今、資料の3-4-1の指摘事項の一覧については、前回の会合より変更はありません。

ちょっと変更点は資料3-4-3、このA3のところを御覧ください。これは今までと同じで
すけども、変更、前後のところを赤、黒、そして黄色のハッチングをしています。真ん中
ぐらいにありますけど、外部火災に対する設計方針のところ、これはちょっとスケジュー
ルを前倒しさせていただいて、審査会合にかけさせていただければと思っております。

その裏のページのほうを御覧ください。格納容器の破損防止、本日も審査いただきました
けども、過圧・過温防止の審査会合の分割による追加ということで、今日、代替循環と
いうことで御説明させていただきましたけども、これもまた別途フィルベンのほうという
ことで御説明させていただきたいと思います。ちょっと2回に分けてきちんと説明性を高
めたいという趣旨でございます。

下のほう、火山の影響発生時の体制整備等に係る措置ということで、今回の外部事象は
第6条ということで検討状況の説明をパワーポイントの中で記載させていただきましたけ
れども、詳細は保安規定の中で今後きちんと説明させていただきたいと思います。

あと、その下の黄色のハッチングスケジュールの前倒しということは、これは地震時の

燃料被覆管の閉じ込め機能のところですか。これもちょっと準備状況の進捗によって少し前のほうに持ってきております。

では、次の別紙1のほうを御覧ください。ここも何点か、上のほうで、屋外の重要土木構造物の断面選定の考え方というところですけども、これは、これを単独で審査で御説明させていただく考えでしたけども、説明性向上の観点から、耐震設計方針のほうとあわせて説明させていただければと思っております。

同じのが下の②の4番のところ、既工認との差異(建物・建築物)のところですけども、これの設計体系に反映すべき事項、これも先ほどと同じに、地震応答解析モデルに統合させて御説明させていただければと思っています。

その下の黄色のハッチングのところ、これは資料の提出時期の見直しですね、土木関係の後施工せん断補強の工法のところですか。一番最後のところは、特に大きな変更はありません。また引き続き必要な準備をしっかりとさせていただいて、適切な審査対応させていただきたいと思っております。

以上です。

○山中委員 スケジュールについて確認しておくことはございますか。よろしいですか。

よろしいでしょうか。

それでは、以上で議事を終了いたします。

本日予定していた議題は以上です。

今後の審査会合の予定については、6月29日金曜日に地震・津波関係、公開です。7月3日火曜日にプラント関係、公開の会合を予定しております。

それでは、第593回審査会合を閉会します。