

# 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

## 第993回

令和3年7月29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993回 議事録

1. 日時

令和3年7月29日（木） 14：30～16：41

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

小野 祐二 審議官  
田口 達也 安全規制管理官（実用炉審査担当）  
名倉 繁樹 安全規制調整官  
天野 直樹 安全管理調査官  
忠内 巖大 安全管理調査官  
江寄 順一 企画調査官  
植木 孝 主任安全審査官  
片桐 紀行 主任安全審査官  
藤原 弘成 主任安全審査官  
皆川 隆一 主任安全審査官  
宮本 健治 主任安全審査官  
伊藤 拓哉 安全審査官  
角谷 愉貴 安全審査官  
土居 亮介 安全審査専門職

日本原子力発電株式会社

山口 嘉温 発電管理室長

鈴木	雅克	発電管理室	部長
大浦	廣貴	発電管理室	環境保安グループマネージャー
武田	敏之	発電管理室	環境保安グループ 副主任
戸村	萌希	発電管理室	環境保安グループ
小野	学	発電管理室	設備耐震グループ 課長
浦邊	守	発電管理室	設備管理グループ 課長
多田	幸平	発電管理室	設備管理グループ 副主任

#### 東北電力株式会社

金澤	定男	常務執行役員	原子力本部	原子力部長
阿部	正芳	原子力本部	原子力部	部長
渡邊	剛史	原子力本部	原子力部	課長
飯田	純	原子力本部	原子力部	課長
宮原	聡	原子力本部	原子力部	課長
大島	満雄	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
秋葉	真司	原子力本部	原子力部	副長
豊嶋	慶徳	原子力本部	原子力部	副長
檜舘	宏司	原子力本部	原子力部	主査
残間	諒	原子力本部	原子力部	
田中	悠太	原子力本部	原子力部	
嵯峨	圭晟	原子力本部	原子力部	
渡邊	孝太	原子力本部	原子力部	
辨野	裕	土木建築部	部長	
平田	一穂	土木建築部	副部長	
橋本	澄明	土木建築部	課長	
伊藤	悟郎	土木建築部	課長	
大村	英昭	土木建築部	副長	
田村	雅宣	土木建築部	副長	
岩舘	礼	土木建築部		

#### 4. 議題

- (1) 日本原子力発電（株）東海第二発電所の圧縮減容装置の設置に係る設置変更許可申請の審査について
- (2) 東北電力（株）女川原子力発電所2号炉の設計及び工事の計画の審査について
- (3) その他

#### 5. 配付資料

- 資料1-1 東海第二発電所 圧縮減容装置の設置について
- 資料2-1 女川原子力発電所第2号機 設計及び工事の計画の申請に係る論点整理について
- 資料2-2 女川原子力発電所第2号機 漂流物防護工の追加、防潮堤の詳細設計結果について
- 資料2-3 女川原子力発電所第2号機 竜巻防護ネットの構造評価について
- 資料2-4 女川原子力発電所第2号機 制御棒の挿入性評価について
- 資料2-5 女川原子力発電所第2号機 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の詳細設計結果について
- 資料2-6 女川原子力発電所第2号機 高エネルギーアーク損傷（HEAF）対策の概要について

#### 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993回会合を開催します。

本日の議題は、議題1、日本原子力発電株式会社東海第二発電所の圧縮減容装置の設置に係る設置変更許可申請の審査について、議題2、東北電力株式会社女川原子力発電所2号炉の設計及び工事の計画の審査についてです。

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。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症対策のため、テレビ会議システムを利用しております。音声等が乱れた場合には、お互いにその旨を伝えるようお願いいたします。

議事に入ります。

最初の議題は、議題1、日本原子力発電株式会社東海第二発電所の圧縮減容装置の設置に係る設置変更許可申請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（山口） 日本原子力発電株式会社で発電管理室長をやっております山口と申します。

本日は、東海第二発電所について、今般、放射性固体廃棄物の減容促進及び固体廃棄物の保管量の低減を図るため、圧縮減容装置を設置することを予定しております。これに関しまして、6月25日に原子炉設置許可の変更を申請させていただきました。本日は、申請の概要及び設計方針について御説明いたします。説明は、担当グループマネージャーである大浦のほうからさせていただきます。よろしく申し上げます。

○日本原子力発電（大浦） 代わりまして、日本原子力発電、発電管理室の大浦と申します。

資料1-1に基づきまして、今回、圧縮減容装置の設置についての概要を御説明させていただきます。

1枚おめくりいただきまして右下の2ページですけれども、今、御報告いたしましたとおり、圧縮減容装置の導入につきまして、6月25日に設置許可申請をさせていただいております。本日は、設置目的、装置の概要、それから主な変更内容、設置許可基準規則に対する設計方針及び今後の対応について御説明をさせていただきます。

ページをおめくりいただきまして、右下3ページを御覧ください。設置目的等について記載をしております。東海第二発電所におきまして、工事等によって発生する廃棄物、放射性廃棄物につきましては、定められた処置をした上で固体廃棄物貯蔵庫のほうに保管をしております。今後の固体廃棄物の発生量及び貯蔵庫の保管量の今後の推移を予測した結果、固体廃棄物貯蔵庫の管理容量に漸近する見通しであるというふうに我々は予測をしております。

詳細は、右下にありますグラフと黄色いテキストボックスを御覧ください。グラフのほうに青線、これ、ちょっと青線と赤線が重なっておるんですけれども、青線と赤線にて今後の発生量、処理量を踏まえた固体廃棄物貯蔵庫の保管量の予測を示しております。このグラフにあります一番上の黄色い貯蔵容量、こちらは設置許可のほうで許可をいただいております保管できる容量の最大値、それから、その下の緑の管理容量というのは、これは

弊社独自で貯蔵庫の運用を踏まえた自主管理値として管理をしている値でございます。

右下のテキストボックスのほうに説明を記載しておりますが、グラフにおいて今後の発生量につきましては、安全対策工事または大型機器の取替え等の定検工事の実施によりまして、廃棄物が発生して増えていくものというふうに考えています。

一方で、処理量、減少量としまして、発電所の中に設置しております焼却炉による可燃物の焼却、それから埋設施設への搬出によって払い出していくといったようなことを行いまして、可能な限り放射性固体廃棄物を減らしていくということを行っていくんですけども、埋設施設の搬出につきましては、他社との調整というのがどうしても発生してしましまして変動が大きいこと、それから発電所内の処理量につきましても、やれることはやっているつもりですけれども、今後、処理量以上の廃棄物の発生のほうが上回ってしまうというような予測を考えますと、保管量が管理容量、自主的な管理容量に漸近するというふうな見通しというふうに考えています。

この保管量を管理容量未満に抑えるということで、不燃性の雑固体廃棄物の処理量を増やしていく観点から、今回の圧縮減容装置の導入をする必要があるというふうに我々は考えております。

左側の図のほうに、今回の圧縮装置の設置場所を図示しております。固体廃棄物作業建屋の1階に緑でハッチングをした仕分け・切断作業場という、今現在、廃棄物の仕分けとか切断をやっているエリアがございます。この中の一画に今回の圧縮減容装置を設置するというを考えております。

1枚おめくりいただきまして、今回の圧縮減容装置の概要でございますけれども、下にイラストで示しております。一番左が、まず、廃棄物を仕分けして圧縮装置で潰すための容器に収納するというところであります。処理対象廃棄物としては、保温材等の無機物、それからゴムとか樹脂などの難燃物、それからペール缶などの薄物金属、厚みの薄い金属になります。これらを圧縮用収納容器といって圧縮装置で潰すためのドラム缶に収納しまして、真ん中のイラストに行きますけれども、圧縮装置にドラム缶をセットして三方向からプレスをして圧縮体を排出します。大体、ドラム缶が3分の1に減容されるという設計になっております。

この後、減容したドラム缶、圧縮体につきましては、埋設施設に持っていくための新しいドラム缶のほうに大体一つのドラム缶当たり3個ぐらいを収納しまして、その後、モル

タルを充填して、最終的には埋設施設に搬出するということとなります。今回の設置許可の範囲としては、真ん中、赤線で囲ってありますドラム缶の圧縮減容装置による圧縮減容というところになります。

資料をおめくりいただきまして右下5ページ、圧縮減容装置の概要ということで、先ほど2ページのほうでイラストでもお示ししましたが、実際は、こういう、左側のイメージ図にありますとおり、ちょうど真ん中の右辺りに黄色い円筒があると思うんですけども、これがドラム缶になります。これを三方向から潰すところ、潰す機械部分と、あと油圧ユニットから構成されておまして、大体、設置エリアとして8m×8mぐらいを考えております。

右側の表が圧縮装置のスペックになりますので、御確認ください。

おめくりいただきまして右下6ページ、今回の設置変更許可申請書の主な変更内容を記載しております。本文五号のト(3)の固体廃棄物の廃棄設備の構造のところ、圧縮減容装置の記載が追加になります。上の表の上半分のところ、設備の構成を表しておまして、「固体廃棄物の廃棄設備は」と続きまして、一番最後に「圧縮減容装置等で構成する」ということで追加をいたします。

また、その下に廃棄物の処理プロセスを記載しておりますけれども、「圧縮可能なものは圧縮装置又は圧縮減容装置で圧縮減容し」ということでプロセスを追加いたします。

そのほかの本文及び添付資料の変更内容ということで、下半分に表で簡単にまとめております。本文六号の工事計画について、本装置の工事を追加いたします。それから、添付三について、減容装置の設置に係る費用について追記をいたします。それから、添付八につきまして、安全設計に係る説明書ということで圧縮減容装置に係る記載を追加いたします。

次のページをおめくりいただいて、右下7ページですけれども、これは添付資料八に記載しております固体廃棄物処理系の概要図でフローになります。今回追加になりますのは、右のほうに赤枠で囲ってあります圧縮減容装置というのが、このフローが追加になるということです。

真ん中のちょっと下の左のほうに行きまして、雑固体廃棄物の不燃性雑固体というところからスタートしますけれども、これ、ずっと矢印を右にたどっていただいて、最初に減容装置という、これ、既に設置されております今回とは異なる一軸の廃棄物の圧縮装置で

ございますけれども、減容装置でございますけれども、これに通すもの。

また、これで減容が期待できないものは下の矢印でバイパスをしていきますけれども、必要なものは圧縮減容装置を通して減容した後、また、フローのほうを右に行っていて、点線で固体廃棄物貯蔵庫のほうに点々でつながっているものがあると思いますけれども、一時的に固体廃棄物貯蔵庫に戻すものもあれば、そのまま行くものもございますけれども、持っていったものを、廃棄物をこのまま、今までですと、その右の雑固体減容処理設備、いわゆる高周波溶融炉でございますけれども、これを通すか、その下の矢印で直接モルタル充填、固形化処理のほうに回しておりました。

今回、新しく圧縮減容装置というものを追加することによって、高周波溶融炉、または直接、または今回の圧縮減容装置ということで廃棄物を処理した上で、モルタル充填をして固体廃棄物貯蔵庫に入れるというような運用を追加したいというふうに考えております。

おめぐりいただきまして、右下8ページ以降が設置許可基準規則の各条文に対する設計方針について簡単に記載をしております。

まず、3条の地盤につきましては、今回の圧縮減容装置につきましては、耐震重要度分類クラスのCに相当する固体廃棄物作業建屋内に設置するというのを考えております。

次の4条、地震による損傷の防止ということで、圧縮減容装置自体は耐震重要度分類をCクラスというふうに分類して、それに応じた地震力に対して弾性範囲の範囲で設計を行うというふうに考えております。

おめぐりいただきまして右下9ページ、第5条の津波による損傷の防止でございますけれども、圧縮減容装置につきましては安全重要度クラス3の設備であるというふうに考えておりますので、津波防護対象設備には該当しないというふうに整理をした上で、代替設備等により必要な機能を確保する等の対応を行うということとしたいと思っております。

それから、8条の火災の防止につきましては、今回の圧縮装置につきましては、火災により原子炉施設の安全を損なわないよう火災防護対策を講じるということで、具体的には、この装置につきましては、火災によって放射性物質の貯蔵または閉じ込め機能に影響を及ぼす設備ではないというふうに考えますので、火災防護対策設備に該当しないというふうに整理をし、その上で消防法、建築基準法等に基づいて火災防護対策を講じるということを考えております。

おめぐりいただきまして右下10ページ、誤操作の防止につきましては、作業員の誤操作



を防止するために、盤の配置、それから操作性に留意した設計にするというふうにいたします。また、色分け等の識別管理等も行いまして作業員の誤操作を防止するとともに、容易に操作ができる設計とするというふうに考えております。

その下、12条の安全施設につきましては、圧縮減容装置が有する安全機能につきましては、発電用軽水炉原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針、これに基づきまして放射性物質の貯蔵機能PS-3に該当するというふうに考えます。そのため、一般産業施設と同等以上の信頼性を確保するということを考えております。

それから、圧縮減容装置につきましては、固体廃棄物作業建屋内に設置いたしますので、この中で想定される環境条件において使用できる、あるいは安全機能を発揮できる設計とするということを考えております。

最後、右下11ページ、27条につきましては、本装置につきまして処理する過程において散逸し難い設計とするということで、具体的には、この減容装置、圧縮減容装置につきましては、固体廃棄物作業建屋内の仕分け・切断作業場に設置するということですが、この仕分け・切断作業場が既に換気設備が設置されていて、区画外に放射性物質が散逸し難い場所というふうになっておりますので、ここに設置をするというような設計といたします。

それから、30条の放射線の従事者の防護につきましては、固体廃棄物作業建屋に設置されています補助遮蔽または換気系を用いまして被ばくを低減するという設計として、放射線業務従事者の被ばくが十分低減できるようにすると同時に、従事者の線量限度であります50mSv/年かつ5年で100mSvというものを十分下回るよう設計いたします。

私からの御説明は以上でございます。

○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。

○土居専門職　原子力規制庁の土居です。

資料の2ページで、今回の申請対象である圧縮減容装置の設置予定時期は2022年度となっておりますが、当該装置の運用開始時期について、申請当初の考え方と、その後の事実確認を踏まえた現在の考え方の相違を新規制基準の適合性の観点から説明してください。また、そのような考え方の変更に至った理由を説明してください。

以上です。

○日本原子力発電（大浦）　原電の大浦です。

今回の圧縮減容装置につきましては、2022年度に設置をするというふうに考えております。一方で、現在、許可をいただいております発電所につきましては、防潮堤等の既許可設備を運用するという状態で許可をいただいておりますので、こちらにつきましては、圧縮減容装置につきましては、これらの既許可の設備等が運用できるということを前提とした状態で許可基準に適合する方針を考えておりますので、こちらの運用時期につきましても、既許可の設備が運用できるという状態になってからの運用開始になるというふうに考えております。

以上です。

○土居専門職 説明の内容で理解いたしました。

以上です。

○山中委員 そのほか、質問、コメント、ございますか。

○角谷安全審査官 規制庁の角谷です。

今の、少し、土居とのやり取りで少し確認をしたいんですけども、申請された当初の段階で、実際、圧縮減容装置というのを使用を開始したいと考えていた時期と、それから少し事実確認を踏まえた後でというので変更されていると思うんですけど、その内容を少しクリアに説明していただきたいのと、なぜ、そう変更したのかというのを説明してください。

○日本原子力発電（大浦） 原電の大浦です。

本件につきましては、先ほど右下3ページで御説明しましたとおり、廃棄物の貯蔵状況の逼迫については、厳しい状況が今後続くというふうに考えておりまして、できるだけ早い時期での導入をというふうに考えております。

一方で、今回、先ほど申し上げましたように、運用時期については既許可設備の運用開始ができた状態というふうに考えましたけれども、その頃の運用開始時期における廃棄物の発生量、処理量につきましては、運用開始時期が遅れても、多少遅れても大きな影響がないというふうに考えましたので、既許可設備が運用開始になった状態でも、状態になった後でも、後の運用でも何とか大丈夫であるというふうに判断いたしましたので、考え方をちょっと変えさせていただいたということでございます。

以上です。

○角谷安全審査官 規制庁の角谷です。

今、御説明があったとおり、少しそこに私の理解も交えながら言いますと、申請当初、最初の頃というのは、今、例示でもありましたけれども、防潮堤など、新規制基準のときに必要だとした設備について、それらが運用開始される前から少し先んじて使いたいという形で多分、考えられていたと。

一方で、そこから、じゃあ、今回申請を出されて、設置許可基準規則等への適合というのを考えたときに、やはり、そこは防潮堤等、そうした設備に、施設に頼らないとなかなか基準適合が難しいという判断があって、現状としては新規制基準で用意した設備が全て使えるようになった状態から、圧縮減容装置についても使用を開始すると、こういうふうな考え方を改めたというふうに理解をしているんですけど、その認識で合っていますでしょうか。

○日本原子力発電（大浦） 原電の大浦です。

おっしゃるとおりでございます。

○角谷安全審査官 規制庁の角谷です。

その上で、使用を開始する時期というものの前後で、基本的には申請書、例えば、本文とか添付書類八であるとか、そうしたものの記載というのが何か大きく変わるものではないんだとは思いますが、それでも、そこに書いてある記載の中身、意味するところというのは変わってくるというふうに認識をしています。本来であれば、最初に申請をする前に基準への適合性というものをもう少し考えていただいて、実際、どういうふうに新規制基準では言っていて、それが、今回の圧縮減容装置のときには、それをどう説明するのかというところを、もう少し事前に十分に考えていただきたかったなというふうに思っています。

その上で、今回、8ページ目、今、このパワーポイント資料の8ページ目のところで設置許可基準規則に対する設計方針というのが記載されているわけなんですけれども、実は、今回、概要説明を今回いただくという形の審査会合になっているんですけど、これ、本来、せっかく概要説明もいただくので、少し設置許可基準規則への適合方針のところでは何か論点になるようなものがあるのか、あるいはないのかといった辺りも、この審査会合で議論をしたり、そうしたことができればよかったですけれども。

現状、少し、今の防潮堤に頼る、頼らないの議論も含めて、新規制基準のときに、どういう説明をして適合方針を示していたのか。あるいは、じゃあ、それに対して、今回申請

している圧縮減容装置というのが、それに対して、どう変わるのか、変わらないのかという辺りを、新規制基準のときの方針もしっかり確認をした上で審査資料なり補足説明資料というのを少しそろえていただいて、その上で基準への適合性というのを御説明いただいて、我々、審査を進めていきたいと思っておりますので、少し、この辺り、資料の準備、その他、お願いをしたいと思っておりますが、よろしいでしょうか。

○日本原子力発電（山口） 日本原子力発電の山口でございます。

そういう観点で、少し配慮が足らなかったというのがあろうかと思っております。今おっしゃられたとおり、資料については、もう一回、補足説明資料を含めてブラッシュアップして審査に臨みたいと思っております。よろしく願いいたします。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○角谷安全審査官 私からは以上です。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。よろしいですか。

○田口管理官 すみません。規制庁、田口です。

聞いていて、ちょっとよく分からなかったもので、最終的な、もう一度確認ですけど、これを使うのは、防潮堤その他ができた後に使うということを宣言をされておって、したがって、ここに2022年度と書いていますけど、2022という数字にはもはや意味がなくて、防潮堤その他ができてから使うというのが方針であると理解すればいいですか。

○日本原子力発電（大浦） 原電の大浦です。

そのとおりでございます。

○田口管理官 分かりました。

○山中委員 そのほか、何かございますか。よろしいですか。

事業者のほうから、何かございますか。

○日本原子力発電（山口） 山口です。特にございません。

○山中委員 それでは、以上で議題の1を終了します。

ここで一旦中断し、15時30分に再開いたします。

（休憩）

○山中委員 再開いたします。

次の議題は、議題2、東北電力株式会社女川原子力発電所2号炉の設計及び工事の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。

○東北電力（阿部（正芳）） 東北電力の阿部です。

本日の御説明につきましては、資料2-1に説明項目をまとめておりますので、まず、こちらを御説明いたします。

それでは、資料2-1の1ページを御覧ください。こちらは、審査の中で論点として整理された項目を表形式にまとめたものになります。表を御覧いただくと、説明項目がNo.1～No.5までございます。No.1、2、飛んで4、5については、昨年7月の審査会合でお示しした主な説明項目になります。さらにNo.3の論点を加えた5件が本日、御説明する項目になります。

説明資料につきましては、説明項目No.1～No.5に対応して、それぞれ資料2-2～2-6までを御用意しておりますので、御確認いただければと思います。

この後の御説明ですが、説明項目ごとに御説明、その後、質疑応答という形で進めさせていただきますが、説明項目No.2とNo.3の間に説明者の入替えの時間をお願いいたします。このような順番で進めさせていただければと思います。

それでは、資料2-2の説明に移ります。説明者、代わります。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

それでは、資料2-2、漂流物防護工の追加、防潮堤の詳細設計結果について説明します。

1ページは目次になっておりまして、2ページをお願いします。本日の説明内容ですが、第876回審査会合で説明した主要説明項目として、漂流物防護工の追加、それから防潮堤の詳細設計結果について説明いたします。

3ページをお願いします。資料の構成を説明します。2章から6章において防潮堤の設計方針と設計結果について説明し、その中の3章において防潮堤に設置する漂流物防護工について説明します。また、7章において、屋外排水路逆流防止設備にも漂流物防護工を追加設置しますので、その内容について説明します。

4ページをお願いします。防潮堤の概要と配置について、示します。三つ目の矢羽根になりますが、設置許可段階の構造成立性評価では、漂流物衝突荷重に対して鋼製遮水壁の裕度が小さかったため、必要に応じて漂流物防護工を設置することとしていました。詳細設計段階で漂流物衝突荷重を2,000kNと設定し、この衝突荷重に対して十分耐えるように鋼製遮水壁前面に漂流物防護工を追加設置するものです。

5ページをお願いします。防潮堤の耐震強度評価は、図のフローに基づき実施いたしま

す。図の赤枠は、本日、重点的に説明する内容で、漂流物防護工の設計、それから漂流物防護工を設置することにより鋼管杭に影響がありますので、その評価内容、そして止水ジョイントのうち変位の小さい箇所に使用するウレタンシリコーン目地について、特に重点的に説明します。

6ページをお願いします。まず、漂流物防護工設置の考え方について説明します。設計の考え方として、集中荷重として考慮する衝突荷重に対して概ね弾性範囲に収まる設計とし、スキンプレート及び止水ジョイントの前面に防護工を設置することで漂流物をスキンプレート等に直接衝突させない設計とします。

7ページをお願いします。漂流物防護工の荷重伝達経路を図に示します。防護工で受けた漂流物衝突荷重は、架台、それから水平リブを介して鋼管杭へと伝達されます。

8ページをお願いします。損傷モードとして、地震荷重または津波による漂流物衝突荷重により損傷して機能を維持できなくなる事象を想定し、それを防止するため、短期許容応力度とする許容限界以下であることを確認することとします。

9ページをお願いします。ここでは、漂流物防護工の評価フローを示します。地震荷重と余震荷重については、図の右側のルートになりますけれども、二次元動的有限要素法解析の応答結果を静的フレーム解析に入力いたします。また、津波荷重については分布荷重、漂流物衝突荷重は集中荷重として考慮します。

10ページをお願いします。漂流物防護工は鋼管杭の前面に張り出した構造となるため、設置による偏心の影響が考えられます。その影響については、表に示すように、一番左が自重、それから鉛直地震動により海側への偏心モーメントが発生するケース、次に漂流物防護工が張り出す方向と直交する方向、図では左右方向になりますけれども、この方向に地震力が働いたときに鋼管杭にねじれ応力が発生するケース、そして三つ目が漂流物が防護工の端に衝突した場合に鋼管杭にねじれ応力が発生するケースです。評価においては、これらの影響を考慮いたします。

11ページをお願いします。次に、止水ジョイントの説明をします。止水ジョイントは鋼製遮水壁間等に設置して遮水性を確保しますが、防潮堤は縦断方向に長く設置され、構造の境界部で比較の変位量が大きくなる場所と、構造が同じところで相対変位量がほとんど生じない場所があります。比較の変位量が大きくなる構造境界部にはゴムジョイント、相対変位量がほとんど生じない構造同一部にはウレタンシリコーン目地を設置しま

す。設計相対変位量につきましては、荷重の特徴を踏まえ、保守的になるよう算出いたします。

12ページをお願いします。12ページではゴムジョイントの構造を示してありまして、図では例として背面補強工と背面補強工の間に設置する鋼製遮水壁間の例を示してあります。ゴムジョイントの前面に漂流物防護工がありますので、ゴムジョイントは漂流物から防護される形となっております。

13ページをお願いします。構造同一部となる鋼製遮水壁間には、ウレタンシリコーン目地を設置します。ウレタンシリコーン目地についても、やはり前面に漂流物防護工が設置されますので、ウレタンシリコーン目地も漂流物から防護される構造となっております。ウレタンシリコーン目地は、外側のシリコーンと、その内側のウレタン等から構成されています。

14ページをお願いします。ウレタンシリコーン目地に相対変位が生じた場合の変形の仕方、それから地震時や津波時の荷重のかかり方を図に示してあります。これらの変形の仕方、それから荷重のかかり方を考慮して、性能確認試験により、このウレタンシリコーン目地の性能を確認しています。試験は、変形試験と変形した状態での耐圧試験を行っています。

15ページをお願いします。止水ジョイントの設計に使用する設計相対変位量の算出方法ですが、ウレタンシリコーン目地を設置する構造同一部は相対変位が生じにくい箇所ですが、隣り合った箇所であっても地盤物性のばらつきが存在すると仮定して相対変位を算出します。

16ページをお願いします。ゴムジョイントを設置する構造境界部については、地震による応答が逆、反対の位相になるということを保守的に仮定して、片側の変位の2倍を考慮して相対変位を算出するようにしています。

17ページをお願いします。ここからは、その他の評価条件になりますけれども、まず、設置許可段階の構造成立性評価と詳細設計段階での評価条件の比較を示します。詳細設計段階では、評価対象断面を追加していること、基準地震動7波、全波に対して位相反転を考慮して解析していること、地盤物性のばらつきを考慮した評価を実施していること、それから断層横断部の影響評価を実施していることなどが異なります。

18ページをお願いします。評価対象断面については、設置許可段階の2断面を含め6断面

を追加して、計8断面について評価を行っています。

19ページをお願いします。解析手法については、構造物と地盤の相互作用を考慮できる二次元有限要素法として、それから、第979回審査会合で説明のとおり、鋼管式鉛直壁一般部、それから盛土堤防では液状化の影響を考慮できる有効応力解析、それから液状化の影響を受けない岩盤部では全応力解析を実施しています。

20ページをお願いします。荷重の組合せは表に示すとおりでありまして、この中に漂流物衝突荷重2,000kNを津波時に考慮しています。許容限界につきましては、部位の役割を踏まえて、まず性能目標を整理しまして、その性能目標に基づき表のように設定しています。

21ページをお願いします。地盤物性のばらつきを考慮していますけれども、地盤物性のばらつきについては、プラスマイナス1 $\sigma$ 、標準偏差のばらつきを考慮して、その影響を確認しています。

22ページをお願いします。鋼管式鉛直壁の下方には、一部、断層が横断している箇所がありますので、その影響を確認しています。断層と防潮堤の関係が断面位置によって交差する場所が変化していくために、その交差の仕方を2パターンに分類し、それぞれのパターンで断層が耐震性に与える影響を確認いたします。

23ページをお願いします。ここからは、耐震強度評価をした結果をお示しします。23ページは、まず、漂流物防護工の照査結果を示しており、全て許容限界以下となっていることを確認しました。なお、これらの照査値は、地盤物性のばらつきを考慮したケースの最大値を示しております。

24ページをお願いします。止水ジョイントの照査結果で、いずれも相対変位量が許容限界以下となっていることを確認しています。なお、ねじりの影響を保守的に考慮したとしても、許容限界以下であることを確認しています。

25ページをお願いします。鋼管式鉛直壁のその他の部位の照査結果で、全ての断面、部位において許容限界を満足することを確認しています。また、漂流物防護工による偏心の影響を考慮しても、照査値を満足することを確認しています。

26ページをお願いします。こちらは鋼管式鉛直壁の鋼製遮水壁の照査結果で、いずれも許容限界以下となっております。

27ページをお願いします。こちらは盛土堤防における評価結果で、盛土堤防では、すべ



り安全率で照査するんですけれども、全ての部位で、すべり安全率1.2以上を満足していることを確認しています。

28ページをお願いします。断層横断部の影響確認結果を示しております。断層横断部の照査値よりも他の評価対象断面における照査値のほうが厳しくなっており、このことは、断層横断部が防潮堤の耐震性に及ぼす影響は、ほかの断面よりも小さいということを示しております。

29ページをお願いします。防潮堤の機能として止水性というものがありますが、まず、各部位の遮水性、難透水性については、それぞれの部位が健全であるということをもって確認できています。また、地盤中からの回り込みによる浸水については、透水性、透水係数を保守的に設定した浸透流解析を別途実施しまして、浸水が防止できるということを確認しています。さらに、ここでは構造境界部に水みちができて津波が敷地に流入しないかを確認します。

30ページをお願いします。構造境界部については、解析の結果、地震時の最終ステップ、津波時、津波プラス余震の重畳時のいずれにおきましても剥離が貫通しておらず、水みちが発生していないということを確認いたしました。以上から、防潮堤の止水性が維持できているということを確認いたしました。

31ページをお願いします。ここでは、屋外排水路逆流防止設備に設置する漂流物防護工の追加でございます。防潮堤の盛土堤防を横断する屋外排水路の出口に津波の流入を防止するため逆流防止設備を設置しますけれども、この前面にも逆流防止設備の一部として漂流物防護工を設置し、扉体、扉等に漂流物が衝突しない構造としています。

32ページをお願いします。こちらの漂流物防護工につきましても、防潮堤に設置する漂流物防護工同様、集中荷重として考慮する漂流物衝突荷重に対して概ね弾性範囲に収まる設計とし、漂流物を扉体に直接衝突させない設計といたします。

33ページをお願いします。まとめになりますけれども、漂流物防護工の追加として、2,000kNと設定した漂流物衝突荷重に十分耐えるように防潮堤の鋼製遮水壁前面、それから屋外排水路逆流防止設備に漂流物防護工を設置し、概ね弾性範囲に収まる設計といたしました。それから、防潮堤の詳細設計結果として、断層横断部の影響や地盤物性のばらつきによる影響を考慮した上で耐震強度評価を行い、健全性を確認しています。また、防潮堤の要求機能である止水性について、津波の侵入を防止できることを確認いたしました。

以上から、詳細設計の結果として、防潮堤として必要な機能が維持できるということを確認いたしました。

以上で資料2-2の説明を終わります。

○山中委員 質疑に移ります。質問、コメント、ございますか。

○伊藤安全審査官 規制庁の伊藤です。

ページで言うと32ページ、漂流物防護工についてですけれども、まず1点、確認させてください。今、漂流物の衝突というのは、表面から入って、ブラケットがその荷重を負担するような構造になっていると思うんですけれども、漂流物の影響というのは、その正面衝突のみを今、考慮されているという理解でいいですかね。例えば、引き波時に漂流物が巻き込まれてくるというような影響も考えられると思うんですけれども、今は正面からの衝突を考慮しているという理解でよろしいでしょうか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

漂流物衝突荷重で最も厳しくなるのは、津波が襲来して、やってくるときに前面に当たる荷重が厳しいというふうに考えて、それに対して十分もつように設計しておりますけれども、引き波時に当たったとしても特に問題ないような設計となることを確認するようにしています。

以上です。

○伊藤安全審査官 規制庁、伊藤です。

そうですね。今、追加設置された漂流物防護工、ページで言うと6ページと32ページで概要の説明があったと理解しております。この漂流物防護工については、防潮堤及び屋外排水路逆流防止設備への漂流物の影響要因というのを整理した上で、なぜ、こういった構造になっているのかというような構造仕様の選定の考え方、そして構成する各部材に期待する役割、さらに損傷モードを踏まえた評価の考え方、そして構造成立性について、今後、説明してください。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

設計の考え方の概要としては、6ページに記載した3点が要旨となってございますけれども、その詳細というか、ということについてのコメントと受け止めましたので、適切に対応してまいりたいと思います。

以上です。

○山中委員 そのほか、何かございますか。よろしいですか。

それでは、引き続き資料の説明をお願いします。

○東北電力（残間） 東北電力、残間です。

それでは、資料2-3、女川原子力発電所第2号機、竜巻防護ネットの構造評価について説明させていただきます。

資料右肩2ページをお開きください。竜巻防護ネットに関する詳細設計申し送り事項につきましては、中段の表に記載のとおりでございますが、今回工認における対応としましてゴム支承の鉛直剛性に関する試験を実施してございますので、試験の内容とそれを踏まえた強度評価、衝突解析について、本資料に整理しまして御説明するものでございます。

3ページをお開きください。試験等の御説明に先立ちまして、竜巻防護ネットの構造概要について御説明いたします。竜巻防護ネットの設計方針につきましては、記載のとおり、竜巻防護ネットは海水ポンプ室補機ポンプエリア上面に設置しまして、竜巻の観点、それから耐震の波及的影響の観点で影響を及ぼさない設計とするものでございます。

4ページをお開きください。続きまして、竜巻防護ネットの構造及び特徴につきましては、竜巻防護ネットは、ネット、防護板及び支持部材により構成する構造でございますが、竜巻防護ネットは、ネット、防護板及び支持部材により構成する構造でございます。ゴム支承と可動支承の採用している点が当社竜巻防護ネットの特徴と考えてございます。ゴム支承と可動支承の採用目的、それから竜巻防護ネットの構造概要は、こちら、下に記載のとおりですので、説明は割愛させていただきます。

次の5ページをお開きください。5ページの3章ですが、こちらでは設置許可段階で構造成立性をお示しした内容から詳細設計の進捗により変更した内容がございますので、その概要について御説明いたします。

表に項目を五つ記載してございまして、まず（1）と（2）につきましては、フレームゴム支承、可動支承について、寸法を大型化するなどにより強度向上を図ったものでございます。（3）番、（4）番につきましては、海水ポンプ室の補強に伴って竜巻防護ネットの構造を見直したものでございます。また（5）につきましては、（1）とも関連いたしますが、強度評価上の機能維持方針について、記載のとおり見直したものでございます。

詳細設計におきましては、これらを反映の上、評価を実施してございます。

6ページをお開きください。こちら4章では、はじめに申し上げましたゴム支承の鉛直剛性に関する試験について、御説明させていただきます。

まず、試験の目的につきましては、各種要因に対するゴム支承の鉛直剛性の依存性、ばらつきを確認することを目的に実施したものでございます。

なお、設置許可段階におきまして、せん断剛性に関する試験を実施済みでして、後ほど御説明いたしますが、これらの試験結果を踏まえて、強化に用いるゴム支承の剛性を設定してございます。

次に、試験項目につきましては、JISの規定等を基にしまして、下の表4-1に記載のとおり、6項目について設定をし、実施してございます。

7ページをお開きください。試験装置につきましては、こちら記載のとおり、二軸試験装置、それから落錘式衝撃試験装置により試験を実施してございます。

次のページ、8ページをお開きください。8ページから10ページに試験結果をまとめてございます。特記すべき結果としまして、まず、8ページの引張剛性確認試験におきまして、引張剛性が圧縮剛性の20%程度であるということを確認いたしました。

次の9ページにつきましては、記載のとおりばらつき傾向を得てございますので、説明割愛いたしまして、10ページをお開きください。

10ページ、f.の速度依存性試験におきまして、引張剛性が静的な試験の結果に比べて大きく上昇するということを確認してございます。これら実施した各試験結果を踏まえまして、ゴム支承の剛性の不確かさに関する影響確認におきましては、試験結果より得られた依存性（ばらつき）を全て積算して、保守的な剛性値を解析入力して評価してございます。

具体的な剛性の設定の考え方につきましては、次のページにまとめてございます。11ページをお開きください。試験結果を踏まえたゴム支承の剛性の設定につきましてはですが、左上、表4-3は、こちら設置許可段階の整理結果を再掲したものでして、左下、表4-4が今ほど御説明した試験結果を踏まえ、ばらつきを整理したというものでございます。赤い破線で囲った値は、道路橋支承便覧に基づき算出した設計値ですけれども、これを基本としまして、各試験で得られた結果を全て保守的に考慮し、青破線で囲ったプラス側、マイナス側の値、これをゴム支承の剛性の不確かさとして設定いたしました。

12ページをお開きください。次に、試験を踏まえた強度評価について、12ページで御説明いたします。評価方法としまして、竜巻防護ネットの支持部材がその機能を維持することを、解析コード「LS-DYNA」による衝突解析により確認いたしました。解析モデルにつきましては、図5-1に示してございますが、矢印で示したところに、それぞれ飛来物を衝

突させて評価してございます。(2)、矢羽根の二つ目ですけれども、評価に用いるゴム支承の剛性は、道路橋支承便覧に基づく剛性の設計値を基本ケースとしまして、評価を実施してございます。

また、ゴム支承の剛性の不確かさとして、試験で得られたばらつきを保守的に考慮した剛性値を設定しまして、その影響についても確認いたしました。

また、飛来物の衝突姿勢につきましては、短辺衝突を基本ケースとし、衝突姿勢の不確かさとして、長辺衝突による影響についても確認してございます。

評価結果の詳細につきましては、参考のほうにまとめており、御説明は割愛いたしますが、(3)に記載のとおり、竜巻防護ネットの支持部材は、設計竜巻による荷重に対して十分な構造強度を有するということを確認してございます。

13ページをお開きください。最後にまとめでございしますが、まず矢羽根の一つ目ですが、フレームゴム支承や可動支承を大型化して構造強度の向上を図ったというのがまとめの1点目でございます。

2点目としまして、ゴム支承の鉛直剛性に係る各種依存性試験を実施しまして、その結果を踏まえ、評価に用いるゴム支承の剛性を設定いたしました。

3点目としまして、竜巻防護ネットの支持部材の強度評価について衝突解析を実施しまして、十分な構造強度を有するということを確認いたしました。

資料2-3、竜巻防護ネットの構造評価に関する御説明は以上でございます。

○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。

○宮本主任安全審査官 規制庁の宮本です。

確認で質問です。パワーポイントの少し今日説明されていないところで、18ページの中で、機能維持に関する方針の変更ということで、設置許可段階で、要はストッパーに支持機能を期待する場合があるとしていたものについて、工認段階では、ストッパーを評価上期待しない方針としたということになってはいますが、ここについて、ちょっと説明していただけますか。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

こちら、18ページに記載してございますが、ストッパーにつきましては、設置許可段階の取扱いとして、表の左側に書いてありますが、もともとフレームゴム支承は、二つのうち一つ以上の支承が構造強度上の評価方針を満足することを確認するとして、ストッパー

に支持機能を期待する場合があるというふうにしてございました。今回、先ほどの御説明の中で、構造強度の向上ですとか、あとはゴム支承の剛性の試験をしまして、ストッパーに対して、いずれも構造強度を満足するような結果となりました。これに関しまして、ストッパーとしましては、地震、あとはこの竜巻に対してのための必要な部材ではないというふうなものになってございます。

今回設置する目的といたしましては、防護ネットを取り外すような作業が生じますので、その場合の作業上の安全装置という観点で設置するものでございます。

説明は以上になります。

○宮本主任安全審査官 規制庁の宮本です。

構造強度の強化が図られたということと、あと剛性の試験の結果が得られた状態で、不確かさを含めた確認において、竜巻防護ネットとしての機能が維持されるということが確認されたので、ストッパーに期待する必要がなくなったということで理解しましたが、よろしいでしょうか。

○東北電力（阿部） 東北電力の阿部です。

この理解で問題ないと考えます。

以上です。

○宮本主任安全審査官 私のほうからは以上です。

○山中委員 そのほか、何かございますか。よろしいですか。

それでは、ここで事業者側の入替えを行いますので、5分後に再開いたします。16時5分再開いたします。

（休憩）

○山中委員 再開いたします。

それでは、引き続き資料の説明をお願いいたします。

○東北電力（嵯峨） 東北電力の嵯峨でございます。

それでは、資料2-4を用いまして、女川原子力発電所第2号機、制御棒の挿入性評価について御説明いたします。

資料2ページ目をお開きください。

まずはじめに、女川2号機の制御棒挿入性評価は、JEAG4601に基づきまして、地震時の燃料集合体相対変位が、制御棒挿入性試験結果に基づき設定する確認済相対変位以内

であることを確認することで実施してございます。

また、今回の新規制基準対応では、既工認と同様に制御棒挿入性試験を実施し、データを拡充してございます。

下の表を御覧ください。設置変更許可段階では、設置変更許可申請時の基準地震動である $S_s-1,2$ に対する検討を踏まえ、制御棒挿入性試験の結果に保守性を考慮し、確認済相対変位を55mmと設定する方針でございました。

しかしながら、今回工認段階では、 $S_s-1,2$ からの地震動の追加等により基準地震動 $S_s$ に対する燃料集合体相対変位が増大したことを踏まえ、制御棒挿入性解析により試験の保守性を定量的に確認した上で、確認済相対変位を60mmと設定する方針としております。

本資料では、確認済相対変位60mmの妥当性について説明するものでございます。

3ページ目をお願いします。JEAG4601に記載の評価フローを以下に示します。JEAG4601に記載の評価フローについては、試験を用いる手法と解析を用いる手法が示されておりますが、女川2号機の制御棒挿入性評価は、既工認より試験を用いる評価を採用してございます。

4ページ目をお願いします。今回の新規制基準対応で実施した試験結果を右下の図に示します。これは入力波を正弦波とした試験結果でございますが、制御棒挿入性時間が規定値に達する際の燃料集合体相対変位として60.9mmのデータを得ており、この結果から、設置変更許可段階では、確認済相対変位を55mmと設定する方針でございました。

5ページ目をお願いします。今回工認段階では、先ほどの試験結果を踏まえまして、確認済相対変位を60mmに設定することといたします。右側の図に改めて試験結果を記載してございます。先ほどの図は平均値をプロットした図でございますが、こちらは各試験結果をプロットしてございます。

確認済相対変位60mmに設定するに当たりましては、この試験結果に基づき設定するものでございますが、図のとおり、燃料集合体相対変位60mmを目標とした3回試験のうち、1回の試験でデータを超過してございます。

これに対し、制御棒挿入性試験における試験条件が正弦波ということを考えて、今回工認では、制御棒挿入性解析により試験の保守性を定量的に検討し、確認済相対変位を60mmに設定することの妥当性を確認しました。

以降で今回工認の結果を示しますので、6ページ目をお開きください。制御棒挿入性

試験は右上の図のとおり、最大振幅が繰り返し発生する正弦波を用いているため、挿入時間を遅らせる抵抗力が常に大きい状態を繰り返す条件となっております。

一方で、右下の図のとおり、実際の地震は、最大振幅は瞬間的に発生するものであり、制御棒挿入性試験結果には、入力波が正弦波であることの保守性が含まれてあることを考えられます。制御棒挿入性試験の保守性を確認するために、制御棒挿入性解析により入力波が正弦波の場合と地震波の場合の制御棒挿入性時間の比較を行いました。

7ページ目をお願いします。制御棒挿入性解析は、女川1号機において工事計画認可実績を有したプログラムでありますCR-INを使用して解析を行いました。

具体的な内容について御説明いたしますので、11ページ目を御覧ください。こちらがCR-INに関わる御説明内容になりますが、今回工認に用いたCR-INは、制御棒が炉内に挿入される際の運動方程式と地震時における燃料集合体の振動方程式の関係から制御棒挿入時間を求めるものでございます。

CR-INにおいては、制御棒と燃料集合体の接触するケースを考慮し、以下の図のとおり、各接触様式における挿入抗力を考慮してございます。

12ページ目をお願いします。こちらがCR-INに関わるパラメータ及び式を示した図となっております。右上、赤字で記載してございます制御棒挿入運動方程式と、右下で記載してございます燃料集合体振動方程式を連成させ、制御棒挿入時間を算出しているのがこのプログラムでございます。

なお、式に用いたプログラムについては、仕様等で定まる値及び今回実施した試験に基づき設定した値を使用してございます。

ページ戻っていただきまして、8ページ目をお願いします。こちらが今回実施しました解析の結果となっております。左下に制御棒挿入性解析条件を記載してございますが、入力波を正弦波及び地震波とした場合の解析を実施し、それ以外の条件については、同様の条件で解析を実施しました。

また、地震波入力で用いた地震波については、女川2号今回工認において燃料集合体相対変位が最大となった基準地震動Ss-D2を用いて解析を実施しました。

隣の図に制御棒挿入性解析結果を示してございます。本検討に当たりましては、まず試験結果が再現できるように解析プログラムCR-INを設定いたしました。図の白丸が試験結果、青丸がCR-INの解析結果を示してございますが、CR-INは試験結果を十分再現で



きていることを、まず確認してございます。

その上で、CR-INにおける入力波を地震波とした場合の解析を実施してございます。その結果が赤四角で囲んだプロットになってございます。この結果より、同程度の相対変位であれば正弦波入力より地震波入力のほうが早く挿入されることが確認できました。

また地震波入力では、燃料集合体相対変位が約80mmの範囲まで、規定値に余裕をもって制御棒が挿入されることを確認しました。

以上より、確認済相対変位を60mmと設定することは妥当であると考えます。

最後、まとめになりますので、9ページ目をお願いします。今回の新規制基準対応では、既工認と同様に制御棒挿入性試験を実施し、制御棒挿入時間が規定値に達する際の燃料集合体相対変位として、3回平均として60.9mmのデータを得ました。

今回工認では、この試験結果を踏まえて、確認済相対変位を60mmと設定することとし、制御棒挿入性試験の保守性を定量的に確認するため、制御棒挿入性解析を実施しました。

解析の結果、地震波入力では燃料集合体相対変位が約80mmの範囲まで、規定値に余裕をもって挿入されることを確認いたしました。

以上より、女川2号機における確認済相対変位を60mmと設定いたします。

説明は以上です。

○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。

○皆川主任安全審査官 規制庁、皆川です。

パワーポイントの8ページをお願いします。8ページなのですが、試験の保守性を確認するために、今回改めて地震波を入力として解析を行いました。その結果が説明されていると思います。

一つ目の矢羽根のところに、その入力波の条件が書かれているのですが、解析で地震波とした場合の入力波としては、相対変位が最大となったSs-D2を使用していると。女川2号の場合、ほかの地震波が6波あると思いますが、ほかの地震波に対しても、同じように試験に対する保守性が確認されているのかどうか説明してください。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田でございます。

今ほどの質問に対しましては、Ss-D2以外の地震動に対する挿入解析につきましては、正弦波入力による制御棒挿入特性に対して、Ss-D2同様、最大振幅が繰り返すものではないため、余裕のある結果になるものというふうに考えてございます。

本件につきましては、Ss-D2の次に燃料相対変位が大きいSs-D1による検討のほか、それ以外の地震動についても燃料集合体の応答波形を比較などしまして、その検討結果の整理結果を次回御説明させていただきたいというふうに考えてございます。

以上です。

○皆川主任安全審査官 規制庁、皆川です。

Ss-D2以外にほかの6波についても、その保守性について改めて整理をするということで理解しました。次回以降、整理をして説明いただければと思います。

以上です。

○山中委員 そのほか、何かございますか。

どうぞ。

○植木主任安全審査官 規制庁、植木です。

パワーポイントの17ページ、お願いします。ここに制御棒挿入性評価に係る既往知見としてJNESの機器耐力試験というものが示されています。本検討では、下の図の左側にあるように、常温での制御棒挿入性試験をまずやっていて、その次に、この試験状態を模擬した制御棒挿入性解析、これも常温状態での挿入性の解析が実施されています。さらに、一番右の図に実機状態、これは高温状態ですけれども、この状態を模擬して制御棒の挿入性解析を実施しています。

この検討に比べると、今回の女川の評価では左の二つ、常温状態での試験とか解析については今回実施されていますけれども、右側の実機状態、高温状態等を模擬した挿入性解析というのはやられていないというふうに考えています。

今回の常温状態を模擬した試験と解析によって、実機の状態でも同様な結果が得られる、試験のほうは保守性が有しているということはあるというふうに考えていますでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田でございます。

今回の制御棒挿入性に係る検討におきましては、実機運転状態の挙動を考えますと、チャンネルボックスの高温時の弾塑性特性が主な影響要因というふうに考えてございます。これに対しまして、我々、それを模擬できますようにチャンネルボックスの板厚を調整しまして、常温で制御棒挿入性の試験を実施しております。実際、CR-INによる解析におきましては、そういった影響を取り込んでおります。

また、解析する上で幾つかのパラメータがございますが、これらにつきましては、常温での試験結果に基づき設定してございます。これらパラメータの実機条件、温度に対する影響としましては、パラメータである配管圧損係数ですとか摩擦係数というものがございますけれども、こちらにつきましては、圧損係数の場合につきましては、密度が高温になりますと小さくなりますので、挿入抵抗は小さくなると。あとは摩擦係数につきましては、温度の影響をあまり受けないというふうに考えてございますので、実機条件、特に温度を考えた場合には、今回の制御棒挿入解析に係る結果について大きな影響を与えないというふうに考えてございます。本件につきましては、改めて先ほど御説明させていただいたようなパラメータとの関係を整理させていただいて、また改めて御説明させていただければというふうに考えております。

以上です。

○植木主任安全審査官 規制庁、植木です。

事業者の考え方は、概略理解しました。次回、それらについて整理して、再度説明していただきたいと思います。

今説明された14ページにある挿入性解析のパラメータ等について、この試験状態、常温状態と実機の高温状態でどう変わるかとか、あと挿入時間に与える影響はどうなのかということについて整理していただきたいと思います。

あと、そのほかに、12ページのほうに制御棒の特性、運動方程式と相対変位の振動方程式ですか、この二つによって挿入時間を評価するというCR-INの概要が示されていますけれども、この中にも、先ほどのパラメータ以外に、右下の燃料集合体の振動方程式の中に実機条件に関わるものが幾つか含まれていると思います。具体的に言うと、試験体のほうは燃料集合体が4体ですけれども、実機は数百体あるということとか、それによって付加質量についても、試験体と実機では変わるということもありますので、それらも含めて、試験体での常温状態と実機の高温状態での対比というのを実施して、説明していただきたいと思います。

以上です。よろしいでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田でございます。

試験における常温状態、実機における高温状態の違いにつきまして整理をさせていただきまして、次回御説明させていただきたいと思います。

以上です。

○植木主任安全審査官 規制庁、植木です。よろしくお願いします。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、何かございますか。よろしいですか。

それでは、引き続き資料の説明をお願いいたします。

○東北電力（豊嶋） 東北電力、豊嶋でございます。

それでは、資料2-5に基づきまして、女川原子力発電所2号機原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の詳細設計結果について、御説明いたします。

それでは、2ページをお開きください。原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置は、昨年の会合において、お示ししました主な説明事項のうち、(1)に記載のとおり、詳細設計送り事項となっていたものでございます。今回、ブローアウトパネル閉止装置について詳細設計を行いまして、その成立性を確認するために加振試験等を実施しておりますので、これらの結果について、内容を御説明いたします。

3ページ目をお願いいたします。3ページ目、図1にお示ししておりますとおり、原子炉建屋のブローアウトパネル閉止装置は、原子炉建屋原子炉棟外壁に1枚設置されております原子炉建屋のブローアウトパネル、こちらの開口部を閉止するために1式設置することとしております。

要求機能といたしましては、容易かつ確実に閉止操作できること、閉止後は気密性を維持できること、これらは基準地震動 $S_s$ により損なわれないようにすることなどが挙げられます。

4ページ目をお開きください。4ページ目は、ブローアウトパネル閉止装置の詳細設計方針、要求機能を踏まえた方針を整理してございます。こちら、内容につきましては割愛いたしますが、これらにつきましては、設置許可段階に説明した設計方針から変更はございません。

5ページ、御覧ください。5ページが詳細設計の中身になりますけれども、ブローアウトパネル閉止装置は電動にて開閉できること、あと通常運転中、開状態で常時門により固定できること、閉止動作の際、扉をパッキンに押しつけ、門、門受けで保持することにより気密性を確保できること、人力によって開閉操作可能な設計とすることなどを踏まえまして、図5に示すような構造となっております。

この詳細設計の成立性を確認するために実機大のモックアップを製作し、加振試験を実施いたしました。

6ページを御覧ください。図6に示しますとおりの実機大のモックアップ装置を用いまして、模擬地震波による加振試験及び加振後の機能確認として、作動確認試験と気密性の試験を実施してございます。

7ページ、御覧ください。7ページは、加振後の作動確認試験の結果についてまとめております。作動確認試験の結果、扉の作動性、作動時間と人力による手動操作、これらについて問題がないことを確認してございます。

また、外観目視点検を実施し、設備に損傷はなく健全であることを確認してございます。

続きまして、8ページ目を御覧ください。8ページ目は、加振後の気密性の試験の結果をまとめてございます。こちらに加振試験後に気密性の試験を実施した結果、原子炉建屋原子炉棟の負圧を達成可能な気密性能、こちらを有していることを確認してございます。

9ページ目、詳細結果ということでまとめてございますが、BOP閉止装置につきましては、1.から4.まで記載のとおり設計といたしまして、その成立性確認のために、モックアップを用いた加振試験を実施しました。その結果、基準地震動 $S_s$ に対して要求機能が損なわれないことを確認してございますので、本設計に基づきブローアウトパネル閉止装置を設置することといたします。

本件、御説明は以上です。

○山中委員 質問、コメントございますか。

○片桐主任安全審査官 規制庁の片桐です。

パワーポイントの9ページをお願いします。下から二つ目に、閉止装置について、現場にて人力により操作できる設計とするという記載があるのですが、許可のときに、アクセス性及び操作性を考慮した足場を設置することで確実に操作が可能な設計とするという説明があったと思うのですが、これについては変更がないということでしょうか。

○東北電力（豊嶋） 東北電力の豊嶋でございます。

設置許可の段階で、片桐さんの御説明いただきましたとおり、閉止装置のところにアクセスできるような構造とするという御説明、いたしております。そちらについては、詳細設計段階についても変更がなく、各扉に人力によってアクセスできるという課題をつける

こととしてございます。

以上です。

○片桐主任安全審査官 規制庁の片桐です。

足場の設計について、例えば設計上、考慮したような事項とか、そういうものがあつたら説明をお願いいたします。

○東北電力（豊嶋） 東北電力の豊嶋でございます。

設計考慮事項といたしましては、金属製の足場になると思えますけれども、当然Ss機能を維持して、有事の際に、ちゃんと現場に間違いなくアクセスできるようにということを考慮して設計をしております。

御回答、以上です。

○片桐主任安全審査官 規制庁の片桐です。

今の説明があつたとおり、強度等を確保することによって、ブローアウトパネル閉止装置の近くに設置することになると思うのですが、このような設備に対して影響を与えないような設計とするということではよろしいでしょうか。

○東北電力（豊嶋） 東北電力の豊嶋でございます。

もちろん波及影響、ブローアウトパネルに影響を与えないように、配置等も考慮して設置することとしてございます。

以上です。

○片桐主任安全審査官 規制庁の片桐です。

ただいまの説明で了解いたしました。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、何か質問、コメントございますか。よろしいですか。

それでは、引き続き資料の説明をお願いいたします。

○東北電力（大島） 東北電力の大島です。

それでは、資料2-6、女川原子力発電所第2号機高エネルギーアーク損傷対策の概要について、御説明いたします。

2ページ目をお開きください。

まず、「はじめに」としまして、本件は昨年7月の審査会合において示しました主な説明事項のうち「新たな規制要求への対応事項」の件名としまして御説明するものでござい

ます。

3ページ目をお開きください。高エネルギーアーク損傷対策、以下HEAF対策と申します、に係る新たな規制要求は、表1に示すとおり、技術基準規則第45条の第3項第1号に追加されております。

4ページ目をお開きください。HEAF対策の説明に入ります前に、アーク火災発生のメカニズムについて説明いたしまして、HEAF対策のポイントとなる点を御説明いたします。

アーク火災は、図1に示しますようなメカニズムで発生しますが、HEAF対策は、アーク対策により生ずるエネルギーを火災が発生するエネルギーに達する前に遮断することが有効な対策となります。

5ページ目をお開きください。前ページのアーク火災の発生のメカニズムを踏まえ、HEAF対策として表2に示します、HEAF対策が必要な電気盤の選定、アークエネルギーのしきい値の算出、アークエネルギーのしきい値以下となる遮断時間の設定につきまして検討評価を行いましたので、次のページより順番に説明してまいります。

6ページ目をお開きください。

まずはじめに、HEAF対策が必要な電気盤の選定について御説明いたします。HEAF対策が必要な電気盤は、技術基準規則の解釈、設置許可基準規則の解釈等を踏まえ、図2に示す抽出フローのようにまとめ、対象機器の抽出を行っております。

7ページ目をお開きください。前ページの抽出フローにて抽出した結果を、女川2号機の電気盤系統図上に示しております。赤色の点線に囲われた範囲に示す電気盤がHEAF対策の必要な電気盤であり、具体的には、高圧の電気盤であるメタルクラッドスイッチギア、低圧の電気盤であるパワーセンタ及びモータコントロールセンタとなります。

8ページ目をお開きください。ここからは、HEAF対策を検討する上で必要になりますアークエネルギーの算出について、御説明いたします。

アークエネルギーの算出につきましては、表3に示すように、審査ガイドの内容を踏まえ、アーク放電を発生させる試験を実施し、アークエネルギーの算出に必要な電圧、電流等のデータ採取を実施しております。

9ページ目をお開きください。前ページで御説明しました試験から得られたデータにより、審査ガイドの内容を踏まえ試験のデータの評価を行い、アーク火災が発生しなかったアークエネルギーを求め、この値から表4に示すとおり、各電気盤におけるアーク火災発

生防止のしきい値を決定しております。

10ページ目をお開きください。本ページからは、アーク放電の遮断時間の設定について御説明いたします。この遮断時間の設定につきましては、図4のイメージ図に示しますとおり、遮断器を踏査させます保護継電器等の動作時間をアークエネルギーのしきい値以下になるように調整することにより行います。

具体的な遮断時間の設定方法について、次ページで御説明いたします。11ページ目をお開きください。本ページは、D/Gに接続される電気盤以外の電気盤の設定例となります。

右の図を御覧ください。②番の紫色のバツ印のついた遮断器でHEAFが発生した場合、その上流にある①番の紫色で塗り潰された遮断器により、短絡電流を遮断いたします。この①番の遮断器の遮断時間をアークエネルギーのしきい値を下回るように設計いたします。同様に、②番の下流の遮断器につきましても、同様な考え方で設計いたします。

12ページをお開きください。ここではD/Gから給電している場合の遮断時間の設定例を御説明いたします。

右の図を御覧ください。③番または④番の遮断器でHEAFが発生した場合は、前ページで御説明しました内容と同様となりますが、②番の赤いバツ印のついたD/G受電遮断器でHEAFが発生した場合は、D/Gとの間に遮断器がないため、短絡電流が供給され続けることとなることから、D/Gを停止することにより短絡電流の遮断を行います。

このD/Gの停止方法について、次ページで御説明いたします。13ページをお開きください。

図7を御覧ください。図7は、D/Gの停止インターロックを示したもので、黒線で示す回路が既存のインターロック回路になります。この既存のインターロック回路の設計思想は変えないように、赤線で示します既設の過電流継電器の出力にタイマーを追加し、D/Gの停止を行うインターロック回路を追加することによりHEAF対策を行う設計としております。

14ページ目をお開きください。以上、御説明しました結果を本ページから17ページにかけて表5のようにまとめ、示してございます。本ページは、高圧の電源盤のメタクラの結果を示しており、表の右から3列目に示すアーク放電の遮断時間に設定することにより、アーク火災発生防止のしきい値である25MJを下回るアークエネルギーとなり、アーク火災の発生防止を図ることができます。

15ページ、16ページでは、低圧の電気盤のパワーセンタ及びモータコントロールセンタ



の結果を示しております。

17ページをお開きください。本ページでは、D/Gが接続される電気盤であるメタクラの結果を示しております。D/Gからの給電時については、D/Gを停止することによりHEAF対策を行います。表5の1行目に示す遮断時間とすることにより、アーク火災発生のしきい値である16MJ以下となり、アーク火災の発生防止を図ることができます。

18ページをお開きください。最後に、まとめとしまして、新たな規制要求であるHEAF対策の対応としまして、HEAF対策が必要な電気盤の選定を行い、アーク火災発生防止のしきい値を決定し、アーク火災発生防止のしきい値以下となるようにアーク放電の遮断時間を設計いたしました。

以上のようにHEAF対策を実施することにより、アーク火災発生の防止を図ることとしております。

説明は以上となります。

○山中委員 質問、コメントございますか。

○宮本主任安全審査官 規制庁の宮本です。

D/GのHEAF対策について確認です。45ページをお願いします。45ページでは、女川2号機と、それに対する先行審査プラントのBWR号機の対策例が示されています。

確認なのですが、ここでは設計思想という表現されていますけども、ベース設計の部分は基本的には変更せずに、HEAF対策としてタイマーを設置したとしても、基本的にはD/Gの受電遮断器が健全な場合には、タイマーは作動しないというロジックが組み込まれているという理解でよろしいでしょうか。

○東北電力（大島） 東北電力の大島です。

ただいま御説明ありましたとおりで間違いございません。

以上です。

○宮本主任安全審査官 私のほうは以上です。

○山中委員 そのほか、何かございますか。よろしいですか。

規制庁側から何か確認しておきたいこと、そのほかございますか。よろしいですか。

事業者のほうから何かございますか。

○東北電力（阿部（正芳）） 東京電力の阿部です。

特にございません。

○山中委員 それでは、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、7月30日金曜日に地震津波関係、公開の会合を予定しております。

第993回審査会を閉会いたします。