

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第589回

平成30年6月19日（火）

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589回 議事録

1. 日時

平成30年6月19日（火） 10：00～14：53

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

石渡 明 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

大浅田 薫 安全規制管理官（地震・津波審査担当）

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

米山 弘光 安全規制調整官

名倉 繁樹 安全管理調査官

山口 道夫 安全管理調査官

江寄 順一 企画調査官

竹田 雅史 上席安全審査官

中川 淳 上席安全審査官

深堀 貴憲 上席安全審査官

三井 勝仁 上席安全審査官

石井 徹哉 主任安全審査官

井上 超 主任安全審査官

植木 孝	主任安全審査官
加藤 竜馬	主任安全審査官
小林 洋	主任安全審査官
千明 一生	主任安全審査官
永井 悟	主任安全審査官
堀口 和弘	主任安全審査官
宮本 健治	主任安全審査官
柏木 智仁	安全審査官
角谷 愉貴	安全審査官
佐藤 雄一	安全審査官
日南川 裕一	安全審査官
穂藤 優次	安全審査官
三浦 宜明	安全審査官
小野 幹	安全審査専門職
山本 敏久	上席技術研究調査官

東北電力株式会社

加藤 功	常務執行役員	原子力部長
小保内 秋芳	原子力本部	原子力部 副部長
平川 知司	原子力本部	原子力部 副部長
羽田 隆	原子力本部	原子力部 副長
羽鳥 明満	発電・販売カンパニー	土木建築部 部長
大宮 宏之	発電・販売カンパニー	土木建築部 副部長
平田 一穂	発電・販売カンパニー	土木建築部 副部長
橋本 澄明	発電・販売カンパニー	土木建築部 副長
伊達 政直	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
佐藤 実果子	発電・販売カンパニー	土木建築部
岩舘 礼	発電・販売カンパニー	土木建築部

関西電力株式会社

吉原 健介	原子力事業本部	原子力安全部門	原子力安全部長
-------	---------	---------	---------

中野 利彦	原子力事業本部	原子力安全部門	安全管理グループ	マネジャー
倉田 慎一	原子力事業本部	原子力安全部門	安全管理グループ	リーダー
林 靖峰	原子力事業本部	原子力安全部門	安全技術グループ	リーダー
加藤 徹	原子力事業本部	原子力安全部門	保修管理グループ	マネジャー
佐藤 友康	原子力事業本部	原子力安全部門	発電グループ	マネジャー
小野岡 博明	原子力事業本部	原子力安全部門	燃料保全グループ	チーフマネジャー
山田 晃司	原子力事業本部	原子力安全部門	燃料保全グループ	リーダー
新村 逸太	原子力事業本部	原子力安全部門	燃料保全グループ	
今村 雄治	高浜発電所	運営統括長		
乾 智彦	高浜発電所	安全・防災室	課長	
畑澤 重則	高浜発電所	計装保修課	係長	
土井 誠弥	高浜発電所	計装保修課	作業長	

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			
福山 智	執行役員			
金居田 秀二	発電管理室	副室長		
大平 拓	発電管理室	プラント管理グループ	マネージャー	
竹本 吉成	発電管理室	プラント安全向上グループ	マネージャー	
森 幸仁	開発計画室	土木耐震グループ	マネージャー	
中間 昌平	発電管理室	機械設備グループ	課長	
宮園 敏光	発電管理室	プラント管理グループ	課長	
日下 純	発電管理室	プラント安全向上グループ	副長	
瀧川 浩主	発電管理室	プラント安全向上グループ	副長	
和山 朗丈	発電管理室	設備耐震グループ	副長	
中西 繁之	発電管理室	技術・安全グループ	副長	

4. 議題

- (1) 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について
- (2) 関西電力（株）高浜発電所1・2・3・4号機の設計基準への適合性について

(3) 日本原子力発電(株) 東海第二発電所の設計基準への適合性について

(4) その他

5. 配付資料

- 資料1-1-1 女川原子力発電所2号炉 指摘事項に対する回答一覧表(防潮堤の設計方針)
- 資料1-1-2 女川原子力発電所2号炉 防潮堤の設計方針について
- 資料1-1-3 女川原子力発電所2号炉 防潮堤の構造成立性評価結果について
- 資料1-1-4 女川原子力発電所2号炉 防潮堤の設計方針及び構造成立性評価結果について(補足説明資料)
- 資料1-2-1 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1-2-2 女川原子力発電所2号炉 説明スケジュール
- 資料1-2-3 女川原子力発電所2号炉 説明スケジュール(前回ご説明(2018.6.12審査会合)からの変更点)
- 資料2-1 高浜発電所発電用原子炉設置変更許可申請(1号、2号、3号及び4号原子炉施設の変更)について(コメント回答)(SA対策高度化)
- 資料2-2-1 高浜発電所発電用原子炉設置変更許可申請(1号及び2号原子炉施設の変更)について(使用済燃料ピットの未臨界性評価の変更)
- 資料2-2-2 高浜1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(使用済燃料ピットの未臨界性評価の変更)(補足説明資料)
- 資料3-1 東海第二発電所 外部からの衝撃による損傷の防止(外部事象(地震及び津波を除く)に対する放水路ゲートの設計方針)
- 資料3-2 東海第二発電所 設計基準対象施設について

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589回会合を開催します。

本日の議題は、議題(1)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

について。議題(2)関西電力株式会社高浜発電所1・2・3・4号機の設計基準への適合性について。議題(3)日本原子力発電株式会社東海第二発電所の設計基準への適合性についてです。

議題(1)については、防潮堤の構造成立性をお聞きしますので、石渡委員にも出席していただき、私が進行を務めさせていただきます。

それでは議事に入ります。

防潮堤の構造成立性について説明を始めてください。

○東北電力（加藤） 東北電力の加藤でございます。

女川原子力発電所の防潮堤の構造成立性評価結果について御説明いたします。

防潮堤の設計につきましては、2月13日の審査会合におきまして、防潮堤下部の盛土・旧表土を地盤改良することにより沈下対策を実施する設計に見直すことを御説明いたしました。

これに引き続き、3月20日の審査会合におきまして、この沈下対策を実施した防潮堤について、基準への適合性への考え方などについて設計方針として御説明いたしました。この設計方針に従いまして、地盤改良範囲の検討と、それから、地盤改良を実施した際の防潮堤の構造成立性の各種解析、評価を実施してまいりました。検討の結果、設定した確認項目を満足し、構造が成立することが確認できましたので、本日、資料に基づきまして構造成立性の評価結果として御説明するものであります。

それでは、担当より評価結果について御説明申し上げます。

○東北電力（伊達） 東北電力の伊達です。

女川原子力発電所防潮堤における構造成立性評価結果について御説明させていただきます。

まず、お手元の資料1-1-1、指摘事項に対する回答一覧表を御覧ください。資料1-1-1の3ページ目、No.20以降のコメントに対応した説明を行います。具体的には、No.20としていただいていたのは、改良範囲について具体的に提示することといった内容でございます。

その裏面、No.21ですが、こちらは直下の地盤改良工事について、その成立性を示すことといったコメントでございます。

また、その紙面の一番下ですが、No.26ということで、追加地盤改良の影響について、設置許可段階、工認段階、それぞれに提示可能な内容を提示することといったコメントでございます。

また、次の5ページ目のNo.27、類似の施工事例を詳細に分析した上で特異性を提示するといったコメントでございました。

以上に対して回答してまいります。

それでは、まず、地盤改良範囲の決定経緯について御説明させていただきます。資料が飛びますが、資料1-1-4、補足説明資料というタイトルの資料がございます。こちらの73ページ目、補足説明資料8を御覧ください。

補足説明資料8ですが、沈下対策の目的・理由と期待される効果というタイトルでございます。74ページ目が鋼管式鉛直壁（一般部）、75ページ目が盛土堤防ということで整理してございますが、左から従来の設計、沈下を許容する設計でございます。その後、2月、3月時点での変更案、それから今回の改良形状と時系列で整理したものでございます。当初の設計は、沈下に追従することで安全性を確保するといったコンセプトでございました。それに対しまして、30年3月時点では、直下を改良することで沈下しない構造とし、損傷モードの限定、あるいは、変位の抑制、止水性向上と、そういったものを指向してまいりました。その後、地震に対する安定性を向上させる観点から前面に一部岩盤に根入りする形でMMRを追加してございます。

75ページをお願いします。75ページは盛土堤防で同様の整理を行ったものですが、鋼管式鉛直壁（一般部）同様に、従前の沈下を許容する設計から沈下対策を行うということを3月に表明しまして、その後、こちらでも安定性確保という観点から海側にMMRを追加しております。構造決定に係る大きな流れというのは以上のとおりとなります。

次に、構造成立性評価結果についての説明に移りたいと思います。資料が飛びまして資料1-1-3、3ページ目を御覧ください。

資料1-1-3ですが、今回の構造成立性の評価結果として整理したものをまとめた資料となっております。3ページ目に設計の経過と概要について記載してございます。一番上からですが、2月、3月の会合で沈下対策後の構造における方針について提示させていただいております。

その後、防潮堤の基本構造が規則の3条、4条、5条に適合するような形で検討を行ってまいりました。下に※を打っておりますが、3条への適合性については、今後の基礎地盤の審査の中で、別途、説明予定でありまして、本資料は4条、5条を中心に記載してございますが、3条にも適合できるような構造として今回、検討してまいりました。

なお、荷重等の評価条件については、現時点のものでございまして、今後、変更となっ

た場合には、設計に反映してまいりたいというふうに考えてございます。

4ページ目をお願いします。4ページ目、5ページ目は、設置許可段階における確認項目を記載したものでございます。4ページ目が、鋼管式鉛直壁（一般部）、5ページ目が盛土堤防でございます。紙面左側から、それぞれ施設地盤を構成する部位と、その役割、それに対する設置許可段階における確認項目といった形で整理してございます。また、一番右の欄ですが、前提条件として施工の成立性、改良地盤等の打継ぎ目等の施工成立性といったところをお示しするという事で、そういった全体図を書いてございます。この中の赤の破線でくくってある部分につきまして、本資料で確認したということに、そういった位置づけでございます。

5ページ目をお願いします。5ページ目も同様でして、盛土堤防の施設構成が異なること以外は一般部と変わりませんで、それぞれ役割から確認項目を展開してございます。付加的条件としての施工品質というものをあわせて確認するといった流れにしてございます。

6ページ目をお願いします。6ページ目は、ここでは荷重等の設定方針を示してございます。真ん中の表がございしますが、荷重係数としては、地震時、津波時、津波+余震時といったケースを確認してございます。地震時につきましては、 S_s のうち構造物に影響の大きい1~2波を選定するという事で記載してございます。その他、津波時の津波荷重、漂流物荷重、あるいは津波+余震時の余震荷重、津波荷重について、記載のとおり設定してございまして、一部未確定の条件につきましては保守的になるような設定方法をとっているということでございます。

次に8ページ目をお願いします。8ページ目は、地盤改良範囲の設定フローでございます。8ページ目が鋼管式鉛直壁（一般部）、9ページ目が盛土堤防でございます。紙面のフローの左手側が規則3条に対応する、基礎地盤の安定性評価に対応する部分でございます。フローの右手側が規則4条、5条に対応する施設の各部位の設計に対応する部分でございますが、それぞれを同時に適合できるような形でこれまで検討してまいりました。

9ページ目の盛土堤防も同様でございまして、それぞれ基礎地盤の3条あるいは4条、5条、双方を満たすような形で改良幅を設定するという事で考えてまいりました。

その具体的な絵が10ページ目でございます。10ページ目の上の図が鋼管式鉛直壁（一般部）のもの、下の図が、盛土堤防のものでございます。ここで赤のハッチングをかけてございますのが、地盤改良で設定する部分、その海側に黄色のハッチングがかかっている部分がMMRで置換する部分でございます。それぞれ直下の改良地盤については沈下防止、海

側のMMRについては安定性確保と、それぞれそういった役割を持たせてございます。

以上です。

次、11ページ目をよろしくお願ひします。11ページ目は、地盤改良により設計上、留意しなければならない事項も出てくるということで、そこは適切に反映していくということに記載してございます。具体的には、下の表になりますけれども、地下水位設定ですとか、地震時応答、ひび割れによる浸水経路化、あるいは周辺施設との干渉、こういったそれぞれの要素に対しまして設計上の課題を抽出しまして対応方針と提示時期について整理してございます。

以上の説明は、指摘事項No.20のうち、地盤改良範囲の設定に関する部分に該当するものでございます。ここで一度説明を区切らせていただきたいと思います。

○山中委員 今まで説明のありましたところにつきまして、質疑に入りたいと思います。質問、コメントございますか。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

今説明がありました資料1-1-4の補足説明資料となっているところの74ページでちょっと確認をしたいんですが、先ほど74ページは防潮堤の鋼管式鉛直壁（一般部）のところの設計の変遷の説明をいただいたかと思うんですけども、前回、防潮堤に関する審議の前の審査会合の30年3月のときから、今回のところで大きく変わっているところとして、置換コンクリートが30年3月のときには防潮堤本体のところからもう少し離れたところに設定する予定だったところが、防潮堤の側面のところにくっつくような形になっているんですけども、それで、今日、資料1-1-2という防潮堤の設計方針についてという資料があるんですけども、この置換コンクリートをここに設定したことによって、設計方針に何か変更等はあるんでしょうか。これについてはこの後、説明があ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。

おっしゃったとおり、30年3月時点で想定していた対策範囲と、今回、設定した対策範囲は少し範囲が異なっておりますけれども、置換コンクリートMMRを設定したのは、改良地盤を前面にやるよりも、MMRを前面にしたほうが安定性確保という面で限られた幅で安定性を確保するためにはMMRのほうが有効であろうということで判断したということでございます。

そのことによる設計方針への影響ということでございますけれども、特に今考えている

ところでは不利になるということは考えておりませんで、ただ、適切にモデルに反映するという、それから、そのMMRについての健全性を確認するというで設計のこの構造の健全性というものを確認してまいっております。したがって、直接、設計方針が変わるということではないというふうに考えております。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤ですけど、それでは、一応確認ですが、資料1-1-2については、この審査会合では特に説明をする予定はないという理解でいいですか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

1-1-2につきましては、これまでの審査会合で出しておりましたものと、形状につきまして、現在の形状と整合をとった形に修正してはございますけれども、設計方針につきましては変更してございませんので、特に御説明ということでは考えておりませんでした。ただ、これまでの設計の経緯がわかるようにということで資料としておつけしてございます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤ですけども、わかりました。では、その上でちょっと確認をさせていただきます。

今説明がありました資料1-1-3の4ページなんですけれども、ここでは構造成立性評価における確認項目ということで、こちらも鋼管式鉛直壁（一般部）のところの確認項目を示していただいておりますけれども、その中の下のほうの地盤というところで、周辺地盤というのがありまして、この中に、従前から設定されていた改良地盤、セメント改良土、背面補強工と一緒に置換コンクリートも含まれておりまして、その中ではここに役割が三つ示されております。

一方で、資料1-1-2の32ページをお開きいただきたいんですけども、ここは先ほど基本的に変りはありませんということだったんですが、32ページのほうでは、防潮堤の要求機能と設計評価方針ということで、右下のほうに周辺地盤というのがありまして、ここでは置換コンクリートも含めた周辺地盤が書かれているんですが、ここでは、周辺地盤として設計に考慮する、また、全体の安定性に問題がないことを確認するというで、安定性の観点しか書いていないと。

資料1-1-3の先ほどの確認項目の中では、ほかに止水機能の話とか、そういうものも入っているんですけども、この置換コンクリートについては、役割としてはどちらが正しくなるんでしょうか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

設置した役割としては、構造の安定性を確保するために設置しているというのが目的でございます。ただ、結果として、強いコンクリートを設置していますので、止水性並びに構造の頑健性といったものにも結果として向上させるものに役立っているということもございます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤ですけれども、そうしますと、例えば資料1-1-3の4ページに示されている止水性を保持するということは、これは置換コンクリートには期待をしているという理解でしょうか。

○東北電力（伊達） 東北電力の伊達です。

置換コンクリートも含めた周辺地盤全体として止水性能に期待しているというような理解かと思えます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤ですけれども、そうしますと、先ほどの資料1-1-2では安定性の観点しか書かれていなかったもので、ちょっと不整合があるように思うんですが、それはいかがでしょうか。止水性は期待しているということであれば、それも機能の一つかと思うんですけれども。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

結果としてということであっても、期待しているということであれば、1-1-2の32ページのほうにもちょっと記載しておくべきだったかと思えます。修正させていただきたいと思えます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

承知いたしました。

では、それは置換コンクリートも含めた周辺地盤全体ということになるのかもしれませんが、どのような機能を持たせようとしているのかということについては、きちんと整理をして今後示していただければと思います。

その上で、置換コンクリートも含めた周辺地盤もそうだと思うんですが、止水性というものも保持する必要があるということなんですが、この置換コンクリートというのは、防潮堤のいわゆる本体というか、追加の改良地盤とかとすぐそばにあるような形なんですが、これらは一体性というのは確保される必要はあるのでしょうか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

MMR、置換コンクリートと防潮堤下の改良地盤については、特に構造としての一体性を求めているものではございません。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤ですけれど、そうしますと、先ほど止水機能を保持するという観点では、例えば、今後、構造成立性の評価の具体的な内容の中で説明があるかもしれませんが、その一体性がない場合というのは止水性が担保されないようなことも想定されるかと思うんですけれども、その点はいかがでしょうか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

先ほど構造としての一体性は保つ必要はないというふうに言いましたけれども、有意な空隙はないような施工はする予定にしてございまして、また、水みちという観点でも保守的に仮にこのところに水みちができたというところで敷地の内側、陸側に津波時の水が入ってこないというような評価を保守的な評価で確認してまいりたいと思います。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤ですけれども、そうしますと、これは、例えばこの後説明がある構造成立性評価の中でも解析を実施しているかと思うんですが、その中では置換コンクリートと防潮堤、改良地盤とか、また基礎地盤もそうかと思うんですけれども、その辺との一体性というのはどのような設定がされているんでしょうか。一体性を確保する前提で解析条件として入れているのか、それともそうじゃないのか。

もし後で説明があるのであれば、そのときに説明いただければ結構です。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

詳しくは後で御説明しますけれども、構造としては、いわゆるジョイント要素は間には入れない形で解析しております。詳細は後で御説明いたしますけれども、構造としては、その入れない形のほうが応力としては厳し目に出ているのではないかというふうに考えております。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

わかりました。詳細は後で説明があるということなので、そのときにまたじゃあ改めて説明をいただければと思います。

もう一つ、資料1-1-2のほうの、今日ちょっと御説明はなかったんですが、106ページなんですけれども、この106ページに限る話ではないんですが、このモデルの中で、先ほど置換コンクリートについて安定性確保という観点と、あと止水性という観点、あと先ほどの資料1-1-3でいきますと杭の支持とか、杭の安定性ですね、その辺についても機能として担っているというような記載があるんですけれども、この辺も踏まえて、置換コンクリートというのは解析モデルの中でこういった観点で考慮して、このモデルの中で反映をさせているというのは何か御説明できますでしょうか。あとの構造成立性の中でも同じ説明

をするのであれば、そこで説明をいただければ結構です。

○東北電力（伊達） 東北電力の伊達です。

後段の説明の中でモデル化の具体ですとか、あとは浸透流解析を実施して、その止水性の検討を行っておりますので、そのあたりの考え方についても御説明させていただきたいと思えます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

わかりました。では、それはそのときにまた改めて御説明をいただいて、必要に応じて確認をさせていただきたいと思えます。

私からは以上でございます。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

今、佐藤のほうから幾つか質問がありましたけれども、この置換コンクリート、例えば1-1-3の10ページですね。見ていただくと、今、話があった地盤改良の追加と、黄色のMMR置換コンクリートですね。これが新たに設置されるという計画になっているわけですがけれども、この置換コンクリートの役割というのがどういう役割なのか、何を期待するのかというのは明確にする必要があると思うんですね、設計する前に。

質疑応答から鑑みると、置換コンクリートというのは、あくまでもすべりとか安定性、いわゆる防潮堤を補助する役割で、力の伝達を岩盤に伝える、いわゆる地震があったり、津波の波力を受けたときに、それが今のこの杭と改良地盤だけでは十分ではない、すべり安定性もそうかもしれませんけれども、そうしたときに、横にある黄色いMMR、岩盤に支持力を伝播させる役割を持っているんだらうと。それで基本的にはこれが安定すると、いわゆる防潮堤が安定するという機構を担っている。

確かに、海側のほうにMMRがありますから、それなりに水の入ってくるのに関してはある程度抑えるんでしょうけれども、先ほどちょっと佐藤が言ったように、やはりかなり剛性の違うと私たちは考えているんですけれども、このMMRと改良地盤はですね。そうすると、地震時においても変形の程度が変わってくると。そうすると、その境界面、縦側に境界面がありますけれども、その境界面のところに肌分かれ等が起きて水が浸入するようなすき間ができるだらうというのを懸念しています。

ただし、だといったとしても、私たちのほうとしても、この地盤改良のところで、もし浸水防止の担保ができるのであれば、それはそれで問題はないのではないかと考えているんですが、この辺、どう考えてられるのか、ちょっとこの辺のコンセプトをちょっとは

つきりさせていただかないと、これは後の審議を聞いても何を質問しても、すれ違いになる可能性がありますので、ちょっとこの辺のところをどのように考えられているか、基本的な考え方ですね。これをちょっと最初に説明していただけますでしょうか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

まず、置換コンクリートMMRの設置目的につきましては、先ほど申し上げましたように、安定性確保ということで強度の強いコンクリートを前面に設置することによりまして、コンクリートと比べると比較的弱くなっている改良地盤の幅を広くやるよりも、コンクリートを限られた幅でやるほうが有効であるということで判断したものでございます。

それから、止水性につきましては。

○東北電力（伊達） 東北電力の伊達です。

止水性につきましては、直下の改良体も含めて全体として止水性を実現すると、そういう意味で止水性を担保するメンバーの一部であるというふうに考えてございます。

○東北電力（羽鳥） 東北電力の羽鳥でございます。

置換コンクリートにつきましては、今ほど御説明したとおりなんですけれども、全体系として防潮堤本体の鋼管杭、あるいは遮水壁といった防潮堤そのものの安定性、それを確保する上で全体系の例えば変位を抑える、あるいは、止水性を確保するといった観点でMMR置換コンクリートが一つの抑えの役目になると。

それから、止水性につきましては、いろいろな損傷の考え方の中で、例えば地盤改良体とのすき間、あるいは、そのすき間をとったときどうなるかといったようなところを考えたときにも、全体系として、これが安定性が確保できるというふうなことで設定をしております。

先ほど、江寄企画官から御指摘がありましたような、万が一、ここに、置換コンクリートにひび割れ、あるいはすき間ができてしまう、そのときも地盤改良体の密水性で止水性、全体系でその止水性を持たせるといったようなところも考えてございます。

したがって、防潮堤本体を守るといった観点で、先ほど、佐藤審査官から一体化しているかどうかというようなお話もありましたけれども、地盤改良体とMMR、これを総合的に一体化させるような設計で本体の機能を持たせるといったような構造にしてございます。それぞれに合ったような解析でチェックをしていくといったような手法で検討してございます。

以上です。

○山中委員 先ほど、お答えでは、置換コンクリートと基礎地盤というか改良地盤は一体ではないというお答えだったと思うんですが、今のお答えでは一体であるというお答えでよろしいか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

先ほど、私が一体の必要性がないと申し上げましたのは、鉄筋コンクリートのように鉄筋を結んで構造として応力が完全に伝わるような一体性を求めるというものではないという意味で申し上げました。ちょっと誤解を招いてしまいまして申し訳ございません。

○江寄企画調査官 一体性って、何の一体性ですかというのをちょっと明確にしたほうがよくて、多分、力の伝播ですね。いわゆるこの赤いところ、また杭のところですね。赤いところというのは改良地盤で、ここに浸水防護を機能喪失するような損傷を起こさせないための保護的な役割ということで、この黄色の部分があるんだと思うんです。いわゆる、あと、全体の安定性という部分がありますよね。だから、防潮堤の機能を保つために、これは多分、補助工法としてこれがあるんだと。

なので、そういった意味で力の伝達をするためには、ある一体性は必要なのかもしれない。それは、引っ張りという力、この間に引っ張りが起きてクラックが起きるようなことは特に問題はないんですけれども、いわゆる置換コンクリートに防潮堤側がもたれかかるような状態、そうした場合には、ある程度、もたれかかっても、もたれかかることに関しては期待したいということだと思うんです。ただ、肌離れがあるからといって、そこから水が入ってくるようなことに関しては、別に防潮堤自身が弾性体で水みちができないというような状態、クラックが入っていないくて有意な損傷が起きていなければ、そこに津波は入ってこないわけですから、それに関しては、特に一体性は、そういう意味では一体性を求めているということだと思うんですけれども。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

今おっしゃっていただいたとおりでございまして、海側の置換コンクリートが防潮堤の本体、鋼管杭及び改良地盤にかかるような力のモード、それから、逆に改良地盤が置換コンクリートのほうにもたれかかるようなモードにつきましては、置換コンクリート自体の強度で支えるようなことを期待してございます。

また、主に設置目的としている全体のすべりの安定ということが最大の目的でございませぬ。そのときに、また水みちということにつきましては、局部的に引っ張りによるひび割れが出たとしても、置換コンクリート、特に上部のほうの施工につきましても、水みちが

出ないような施工が可能というふうに考えておりました、有意な水みちができるようなことがないような施工ができるというふうに考えております。

○江寄企画調査官 今の議論だと、話がまたちょっとよく見えないんですけれども、水が入ってこないということが必ずしもやってみないと、実験してみないとわからないわけで、そのためには、ただほかのサイト、先行サイトなんかでは、ここに肌離れを起こさないためには、グラウンドアンカーを打って縫いつけてしまうと。いわゆる鉄筋挿入工法とかありますけど、縫いつけてしまうと。そういったことで、その確実性をとっているんですけど、そういったところもやられるのかどうかということ暗に一応確認しているようなつもりなんですけれども、どうなんでしょうか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

今のところアンカーということについては考えておりませんが、上部の施工につきまして、詳細設計をした上で最適な施工方法について詰めていきたいというふうに思います。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

今、詳細設計という話をしましたけど、今は構造成立性の確認をしているところであって、それについて後続規制に先送りをするというのは、ちょっと今のところ難しいかなと、今の状況ではと考えております。

それで、ちょっと今やりとりした内容も踏まえると、全体の安定性という言葉はすごく全体を丸め込んで曖昧にしてしまうので、どういった荷重に対してどういうふうな機能、性能を保持するのか、そのときにどのような役割を各部位が果たしているのかということをしかりと説明する必要があるかなと考えております。

それで、今これまで議論したことを聞いていて解釈したのは、構造的には置換コンクリートと地盤改良部ですね。改良地盤は構造的に一体ではないんですけども、地震時と津波時において、それぞれ作用する荷重をお互いに伝達し合って、負担し合って分担して負担しているというか、し合って全体としての性能を保持していると、機能、性能を保持しているということで理解しましたが、そういう理解でよろしいですか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

おっしゃるとおりの理解です。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

そういう観点で、止水性についてもどのような部位で担保しているのか、その分離して

しまうことに対して部分的に一体ではないことに対して、それが損傷モードにどのような影響を及ぼすのか、機能にどのような影響を及ぼすのかという観点で恐らく整理していく必要があるのかなと思います。

それから、ちょっと抜けがあるんじゃないかなというようにちょっと感じているのが、資料としては1-1-3の資料の4ページ、こちらのほうに上と下で施設系と地盤系でそれぞれ対象と役割を分けているのですが、この地盤の一番上のところに基礎地盤とあって、これは3条1項ということで地震・津波側でやるんですけれども、ここに置換コンクリートは書いていないんですけれども、あるという理解でよろしいですか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

MMR自体は直下ではなくて、周辺地盤という整理にしてございますけれども、基礎地盤の安定性を評価する際に周辺地盤として抵抗力として働くということで、評価に関係してきます。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

したがって、これ、括弧書きでも、括弧書きがいいかわからないですけど、ここにも書くべきかなと。それは、同じ資料の10ページとか、先ほど江寄のほうから指摘があったページですけど、10ページのほうの断面を見ると、やはり直下にはないんですけれども、改良地盤の下端、杭の下端ですね。長杭の下端とか、この近辺のすべりに対しては、このMMRがかなりの抑止効果があると。それから、盛土堤防に関してもセメント改良土直下の改良地盤、こちらのほうの底面すべり、もしくはそれに近い位置のすべりに対して、この置換コンクリートが抑止効果をやはり有しているというふうに読めますので、やはりこういったところも漏れなく記載をして、それで評価の全体体系を示すと、漏れなく示すということで資料を修正してください。

私からは以上です。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

了解いたしました。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○小野専門職 原子力規制庁の小野でございます。

資料1-1-2なんですけれども、ちょっと今日、御説明がないというようなことですが、ちょっと先ほど佐藤のほうから出ましたので、ちょっと一緒に確認させてください。

資料1-1-2の40ページになります。地下水位の設定方針の中で、鋼管鉛直壁と盛土堤防

で、地下水位の設定を朔望平均満潮位に設定しているんですけども、これは地下水位低下設備の効果を期待しているということでもよろしいでしょうか。

○東北電力（伊達） 東北電力の伊達でございます。

おっしゃるとおりで、海側については鋼管式鉛直壁（一般部）、盛土堤防ともハイウォーターに設定していると。一方、山側の設定水位が変わっております。一般部についてはハイウォーターのまま、盛土堤防については地表面ということで分けていますが、いずれも地下水位低下設備の低下効果のある程度見込んだ形しております。一般部については特にハイウォーターには、実際は地下水位低下設備が効くことである程度下がることを、実際はそうなると思っているんですが、保守的にハイウォーターというふうに設定してございます。一方、盛土堤防につきましては、地下水位低下設備との位置関係、総的にちょっと若干遠いということもありまして、保守的に地表面というような設定をしてございます。

いずれも現在実施中の三次元浸透流解析との比較でもって、その保守性を今後確認していきたいというふうに考えてございます。

以上です。

○小野専門職 原子力規制庁の小野でございます。

5月22日の地下水位の設定方針の審査会合の内容を踏まえて、今後修正等をしていただけたらと思います。

以上になります。

○東北電力（伊達） 東北電力の伊達です。

了解いたしました。

○山中委員 そのほかいかがでしょうか。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

今、議論があった最初の資料の40ページのところで、ちょっと再度確認したいのは、鋼管式鉛直壁（一般部）の地下水位の例があって、この山側の防潮堤内側の水位については、今、ハイウォーターレベルで朔望平均満潮位で設定しているんですけど、これは、例えば地下水位低下設備が停止した場合は、これだけMMRとか地盤改良部で海側を閉じていますので、地下水位は大体これよりも上がるんですか、それとも下がるんですか。地下水位低下設備がとまった場合、どうなるんでしょうか。

○東北電力（伊達） 東北電力の伊達です。

地下水位低下設備が運転中においては、現在のこのハイウォーターレベルよりはかなり

低い位置に通常はあると思われませんが、地下水位低下設備が機能を停止した場合には、地下水が緩やかに上昇していくというふうに考えてございます。どこに落ちつくかというのは、具体的なところはちょっと把握してございませんが、いずれ上昇傾向にはあるというふうに考えてございます。

以上です。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

前例とか東海第二とか、前例でいくと、これは地下水位低下設備等を期待していないので地表面にしているんですね。ということで、こちらについては、やはりハイウオーターレベルで設定をしているということは、この水位の設定自体が地下水位低下設備の効果を期待しているというふうに解釈をしました。それでよろしいですか。

○東北電力（伊達） 東北電力の伊達です。

そのような理解で結構でございます。

○山中委員 そのほかいかがですか。よろしいでしょうか。

新しい置換コンクリートというのを導入されたわけですけど、機能とか構造がどうなのかというのをもう少しはっきりと示していただく必要があるかなと。今日、全体のコメント、多分、そういうコメントが多かったかと思います。

私自身、界面がどうなるのか、地震力が働いたときにどう挙動するのか、止水性、あるいは地下水に対して界面ってどう働くのかなというのがかかり気になるところで、まずはその考え方というのですか、基本的なところをきちっと示していただく必要があるかなというふうに思います。

よろしいでしょうか。

それでは、引き続き説明をお願いします。

○東北電力（伊達） 東北電力の伊達です。

資料1-1-3、12ページ目より説明を再開させていただきます。

13ページ目を御覧ください。こちらは、構造成立性評価における断面の選定フローでございます。防潮堤は設置範囲が広いものですから、構造的な特徴ですとか周辺の地質状況等を踏まえ、評価断面を選定してございます。

フローの左下に①～④ということで断面選定の観点を記載してございます。これらを考慮しまして評価断面を決定してまいります。

14ページをお願いします。14ページは、先ほどのフローを鋼管式鉛直壁（一般部）に適

用したものでございます。一般部の成立性に影響する要素を検討した結果、周辺地質状況を踏まえた候補断面を検討することといたしました。

15ページをお願いします。15ページは、一般部の断面選定の具体でございます。右の表のとおり、岩盤深度ですとか岩級区分等に着目して断面の候補を選定してございます。一般部におきましては、四つの断面を候補として挙げておりますが、岩盤が深部に存在することで応答が大きくなると考えられること、かつ、周辺に液状化影響が大きい旧表土が厚く堆積しているということから、地点④を選定してございます。

16ページをお願いします。16ページは、先ほどのフローを盛土堤防に適用したものでございます。一般部同様、周辺の地質状況を踏まえ、候補断面を抽出することといたしました。

17ページ目を御覧ください。17ページ目は、盛土堤防の断面選定の具体でございます。岩盤深度、岩級区分に着目してございますが、盛土堤防部におきましては、岩盤が最も深部に存在し、改良地盤の応答が大きくなる地点⑤を選定してございます。

次に18ページ目以降で評価用の地震波の選定の説明を行いたいと思います。

19ページを御覧ください。19ページの上段に地震波の選定フローがございしますが、施設に影響が大きいと思われる地震波を選定して評価するという事を記載してございます。

20ページ目、21ページ目にはSs7波の概要を記載してございます。

22ページ目を御覧ください。22ページ目は、3章で選定した地点における地震応答解析結果を示してございます。応答の比較からSs-D1とSs-N1の影響が大きいと考えられ、この2波で評価を実施することといたしました。

23ページ目をお願いします。23ページ目以降は、解析条件を記載してございます。

24ページ目をお願いします。24ページ目は鋼管式鉛直壁（一般部）の解析条件でございます。解析には有効応力解析を用いているということ、モデル化に当たりましては、鋼管杭は、はり要素（ビーム要素）、D級岩盤を除く岩盤、背面補強工、MMRについては、線形要素、それ以外の非線形性を考慮する地盤については、マルチスプリング要素でモデル化するという事を記載してございます。また、モデル化に当たっては、十分に広い領域をとるように配慮してございます。

次、25ページ目をお願いします。25ページ目は、ジョイント要素、境界条件の状況を示したものでございます。

26ページ目をお願いします。26ページ目は、一般部における解析モデルを示したもので

ございます。

次、27ページ目をお願いします。27ページ目は、入力地震動の設定方法を示したものでございます。

28ページ目をお願いします。28ページ目は、一般部における地震時の地下水位の設定方法でございます。先ほどの質疑の中でありましたとおり、地下水を設定してございます。

29ページ目をお願いします。29ページ目からは一般部における地震時の荷重の組合せでございます。常時荷重と組み合わせる短期荷重として地震荷重ということで記載してございます。

30ページ目をお願いします。30ページ目については、こちらは津波時における地下水位ということで、海側の地下水位をO.P.+2.5としてございますが、海側については津波による地下水位の上昇を考慮してございます。

次のページをお願いします。31ページにつきましては、津波時の荷重の組合せでございます。常時と組み合わせられる短期荷重は、津波荷重、漂流物荷重ということで記載してございます。津波荷重としては朝倉式、漂流物荷重としては道路橋示方書式により算定してございます。

次のページをお願いします。32ページは、一般部における津波+余震時の地下水位設定でございます。こちらは、津波時と同様に海側の上昇を考慮したものとなっております。

次、お願いします。33ページ目でございます。こちらは、津波+余震時における荷重の組合せということで常時と組み合わせる短期荷重をそれぞれ記載してございます。ここで余震荷重としては弾性設計用地震動Sd-D2、津波荷重としては、保守的に設定した入力津波高さ29mの静水圧を作用させてございます。

34ページをお願いします。34ページ目は、ここから一般部の鋼管杭の評価条件となります。地震、津波、重畳、いずれのケースも有効応力解析にて短期許容応力度を許容限界として照査を行っているということを記載してございます。

35ページ目をお願いします。こちらは、鋼製遮水壁の評価条件でございます。こちらは静的フレーム解析にて短期許容応力度を許容限界として照査いたします。

36ページ目をお願いします。36ページ目は一般部、鋼製遮水壁における荷重の設定の考え方でございます。地震荷重については最大加速度を震度換算して作用させてございます。36ページに地震時、津波時、37ページに重畳時をそれぞれ記載してございます。

飛ばしまして38ページ目をお願いします。38ページ目は、遮水壁を構成する各部材の照

査方法を記載してございます。具体的にはスキンプレート、補剛環、垂直リブ、水平リブ、それぞれについて照査方法を記載しているといったものでございます。

39ページ目をお願いします。39ページ目は、止水目地の評価条件でございます。ここでは、三つの許容変位量の異なる構造の例を示してございます。止水目地は、動的解析から想定される変位量に応じて仕様を選定していくといったことで検討してございます。

40ページ目をお願いします。40ページ目は、一般部における地盤の評価条件でございませす。ここでは支持力をチェックするといったことを記載してございます。

41ページ目からは盛土堤防の解析条件となります。モデル化の考え方は一般部と同様でございませすので、44ページ目までは説明を割愛させていただきたいと思ひます。

次、45ページ目をお願いします。45ページ目は、盛土堤防の地下水位設定でございませす。これも先ほどの質疑のとおりの方で設定してございませす。

次、46ページ目は、盛土堤防部の地震時における荷重の組合せでございませす。地震時、津波時、余震時での荷重の組合せ、地下水位の考え方は鋼管式鉛直壁（一般部）と同様でございませすので50ページまで説明を省略させていただきたいと思ひます。

次に51ページ、よろしくをお願いします。51ページからは鋼管式鉛直壁（一般部）の構造成立性の検討結果でございませす。

52ページ目に鋼管の照査結果を記載してございませす。52ページ目が長杭、53ページ目が短杭の結果でして、曲げ、せん断に対しまして発生応力と許容応力の比からオーケーと判定してございませす。

深さ方向の照査結果については、次のページで示してございませす。失礼しました。短杭については54ページ以降の記載となつてございませす。54ページに同じように、長杭と同様に曲げ、せん断に対しての照査結果を示してございませすして、いずれも許容値を満足するといった結果でございませす。

以下、津波時、重疊時についてそれぞれ照査結果を同じように記載してございませすが、いずれも許容値を満足する結果ということになつてございませす。

説明は割愛させていただきまして、次に64ページを御覧ください。64ページは、鋼製遮水壁の各部位における地震時の照査結果でございませす。いずれの部位も許容値を満足するという結果が得られてございませす。

次の65ページが津波時、その次の66ページが重疊時ですが、いずれも許容値を満足するといった結果が得られてございませす。説明は割愛させていただきます。

次に67ページを御覧ください。67ページは止水目地の検討結果でございます。止水目地に発生する変位量というのは許容変位に対して十分小さく、止水性を確保できるということを確認してございます。なお、各箇所を設置する目地仕様については、詳細設計で決定していくというふうに考えてございます。

次に68ページ目以降は、地盤の支持力と内的安定の検討結果でございます。支持力及び周辺地盤内の最小すべり安全率はいずれも許容値を満足しているということでございます。右下に局所安全率の分布を示してございますが、非常に局所安全係数としては小さい範囲にとどまっているというところで、ここにもMMRの効果というのが見えているのかなというふうに考えてございます。

以下、69ページ、70ページは津波時、重畳時でございますが、いずれも許容値を満足しているということで説明のほうは割愛させていただきます。

あと、なお書きで書いていますが、盛土・旧表土の最大過剰間隙水圧比の分布、あと、最大せん断ひずみ分布については補足の9に掲載してございます。説明は割愛させていただきます。

次に、71ページを御覧ください。71ページ以降は、盛土堤防の構造成立性の検討結果でございます。

72ページは、盛土堤防の地震時の照査結果でございます。ここでは、盛土堤防のすべり安全率、改良地盤、MMRの参考として内的安定としてすべり安全率を示しておりますが、いずれも許容値を満足しているという結果でございます。

以下、73ページ目の津波時、74ページの重畳時についても同様で、いずれも許容値を満足するという結果を得られてございます。

75ページ目を御覧ください。75ページ目は、止水性に係る補足検討結果ということで二次元浸透流解析を鋼管式鉛直壁（一般部）を対象に実施したものでございます。ここでは、2ポツ目に書いていますが、改良地盤を含めた周辺地盤全体で止水性が確保されることを確認するため、二次元浸透流解析を実施したというものでございます。ここで二つケースを挙げていますが、それぞれの部位が品質が担保されるという、期待できるという設定がケース1に対応するもの、ケース2としては、ひび割れが進行してという状態に対応するもので、透水係数を盛土・旧表土相当に大きくしたもののケースでございます。

その結果について、77ページで示してございます。77ページ目の絵ですが、左が初期状態、右が30分後の解析結果でございます。30分というのは、基準津波の周期を参考に30分

という設定をいたしてございます。30分間海側を満水にしたときに浸透範囲がどれだけ広がるかということを示した図でございますが、30分後の浸透範囲、飽和範囲を見ましても、法面の表層に浸透範囲がとどまっているということで、改良地盤範囲まで到達していないということを確認いたしました。このことは、地震後の改良地盤のひび割れの程度によらず、津波時の止水性が確保されることに対応するというふうに記載してございます。先ほどの止水性の議論もございましたので、この辺りはもう少し検討が必要かもしれません。

最後に、まとめでございます。79ページ目でございます。まとめとして、3ポツ目に記載していますが、設置許可段階における条文適合のための確認項目に照らし、調査結果が全て基準値を満足することを確認したと。あわせて、沈下対策の有効性について確認したということでございます。その下の「また」については、これからの説明の中で確認していきたいというふうに思っております。この後段で説明します。その下のポツですが、まず、ここまでの検討では、基本構造が設置許可基準規則の各条文（4条、5条）に適合する見通しであるということを確認したというようなまとめにしてございます。

一応、ここで説明を区切らせていただきたいと思います。

○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。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

今御説明いただきました資料1-1-3の26ページをお開きいただけますでしょうか。この26ページも含めて、ここでは解析条件をいろいろ示していただいていますけれども、26ページで解析モデルが示されておりまして、この中に盛土・旧表土というのもモデルとして設定されているんですけれども、盛土・旧表土については、例えば地震時の変形とか、あと、すべりとかというのも想定されるかと思うんですけれども、そういったことも踏まえて、この解析モデルの中で、これらについてどのような設定をしていて、どのような条件とかというのを、保守性という観点も含めて説明いただけますでしょうか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

盛土・旧表土の物性値につきましては、資料1-1-2の44ページのほうに、基本的な物性値を載せております。これは別途、まだ審査会合のほうにかかっておりませんが、基礎地盤の安定性で使用する物性値と同様でございます。旧表土・盛土につきましては、別の液状化影響の検討方針ということで審査を受けておりますけれども、そこで防潮堤近傍の試験値の最低値を包含するような液状化強度を設定しておりまして、つまり地震時に変形しやすい物性値を入れているというふうに考えております。したがって、防潮堤に

とりましては、山側の土圧といいますか、山から海に変形しようという力が働きやすい物性値を入れているというふうに考えておりまして、その物性値を入れた解析で、なおかつ防潮堤の健全性が確保できるというような解析をしているというふうに認識しております。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤ですけれども、保守的な設定をしているというような説明だったかと思うんですが、これ、解析の中で、例えば盛土・旧表土というところがなくなるというか、一部が喪失をして、例えば26ページで言うと、盛土・旧表土の左側にある置換コンクリートとか、その辺りに津波の例えば荷重が直接かかるとか、そういったことというのは想定されているんでしょうか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

解析は2次元のFEMの有効応力解析によって実施しておりまして、そういった盛土・旧表土の変形度合いが再現されているものと思っております。その状態での解析結果としては、やはり盛土・旧表土は結構変形するわけなんですけれども、この場合は、前面に頑健なコンクリートを構築しておりますので、前面の盛土・旧表土の変形による防潮堤本体への影響というものは小さいものと考えております。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤ですけれども、一応確認ですが、今、盛土・旧表土の前面にコンクリートというのは、それは表面の保護工とか、そういうようなイメージでしょうか。

○東北電力（橋本） すみません、ちょっと言い間違えたかもしれません。防潮堤前面のMMRのことを言おうとしました。すみません。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

承知いたしました。一応、解析においては、盛土・旧表土について液状化の考慮とか、そういったところも踏まえて、解析条件として設定しているということで理解いたしました。

以上でございます。

○山中委員 そのほかいかがですか。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

今、構造成立性検討結果を見ていきますと、各部位によっては、安全率が1.0に近い部位もあります。これらについては、何らかの設計条件が変更になった時点で1.0を切る可能性もあるんじゃないかなと思います。先ほどから御説明がありまして、条件が変更になったとすれば設計に反映するということもありましたが、先ほどのMMRの話とか、地下水の話もあって、いつまでに設計条件をフィックスして、どのように反映していくのか、具

体的にお答えください。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

実際に、比較的安全率が小さいというのは、津波値、それから津波＋余震時のところが多いかと思います。この構造成立性評価の条件として、津波時、それから津波＋余震時につきましては、入力津波の高さで評価するのが妥当でございますけれども、今回の構造成立性評価におきましては、入力津波の変動の可能性も考慮いたしまして、防潮堤の天端での入力津波高さでの評価をしております。そこに一つの裕度を持っておるといふふうに思っております。

それから、津波、それから津波＋余震時につきましては、地下の部分よりも地上に出ている部分にかかる荷重が大きくなりますけれども、そこにつきましては、根本的な杭とか、そういったものを鋼管というようなものではなくて、今後、詳細設計の中で確認して、上部工の中で手当てできるものではないかというふうに考えております。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

今、ちょっと裕度があるというふうなお話があったんですが、具体的にどのような裕度があって、今の数値は安全側になっている、保守的になっているということも、ちょっと追加して記載していただけますでしょうか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

了解いたしました。具体的には、資料1-1-3の6ページに、構造成立性評価における荷重等の設定方針ということで表を書いてございまして、その表の中の例えば津波時の右側に三つポチがあって、二つ目のポチ、入力津波高さ（O.P. + 24.4m）と評価しておりますけれども、ここでは29mと設定しているということで、津波の荷重としては結構な違いが出るものだというふうに考えております。

○三浦審査官 これは、ですから構造成立性検討結果ですね、そのところにもきちっと記載をしてください。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

了解いたしました。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

あと、もう1点ですね、先ほどちょっと御質問したんですが、いわゆる設計条件をいつごろまでさせて、いつまでに設計に反映するのかというのを具体的にお答えください。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

失礼いたしました。そういった荷重の条件につきましては、並行してといたしますか、耐津波設計方針の中で御説明を予定しておりまして、耐津波設計方針につきましても、遠くない時期に会合で御説明できるように、今、準備等を進めているところでございまして、その中で御説明して、各種条件を確定させていきたいというふうに考えております。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

基本的には、設置許可段階で、その辺のところの御説明があるということによろしいでしょうか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

おっしゃるとおり、条件等につきましては、設置許可段階で方針を決めて、それで詳細設計のほうに引き継いでいくということで考えております。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

了解いたしました。

それと、もう1点、私のほうから質問があります。構造成立性検討結果を今見ていきますと、断面応力分布とか、あと数値で健全性が確認をされているわけですが、これらの断面応力分布とか、中の断面検定の結果が正しいんだと、妥当であるということを確認するために、例えば杭については変形図ですとか、あとは断面算定結果については荷重分布図とか応力図をこれに加えていただくことはできませんでしょうか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

了解いたしました。本日は、資料の分量の関係もありまして、ちょっと簡易的な説明になってしまった部分もごさいますけれども、わかりやすい説明になるように、資料を直していきたいと思えます。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

我々も、この結果が正しいのかどうか確認する必要がありますので、ぜひ資料の充実をお願いいたします。

以上です。

○山中委員 そのほかいかがですか。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

今、ある条件下において、一定の結果として構造成立性の評価結果が示されたという状況でありますけれども、この構造成立性の評価結果については、詳細設計で採用するような条件に比べて、荷重等の条件が厳しい条件を使っているということなんですけれども、

この条件設定については、構造成立性の結果を示す段階においては、これをそのまま継続するという理解でよろしいですか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

構造成立性の段階では、これを継続するというのは、ほかの何かの条件が変わったときに、部分的に条件を変えたりしないで、こういう今定めている構造成立性評価の方針で評価をするということだと思いますので、そういう意味では、この方針で構造成立性評価を確認したいというふうに考えております。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

わかりました。今、ここに書いてある例えば地震時の鋼製防護壁に作用する地震時の慣性力は一定として、それを静的に最大値を掛けているんですけど、これも一つの厳しい条件だと思うんですけども、こういったところについては、本来は応答分布で慣性力を出して掛けるということをするんですけど、今回は、こういうふうな一定の最大値を使っているということに対して、保守的な条件になっていると思うんですけども、例えばこういうものに対してはこのまま使うと、そういうことで理解したんですけど、それでよろしいですか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

基本的に、今の方針を貫く津波において、その構造成立性評価を確認していますけれども、具体的な、もう少し精緻な値を出せるというふうな評価ができたときには、それを採用することも考えていきたいと思います。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

条件を変更する場合、やはり過度に保守的な条件とかって、いろいろ組み合わせているところもあると思うので、そこは結果に応じて、もしくは設計の進捗とか検討の段階に応じて、そこは使い分けるとしたら、それについては、はっきりとそういうふうに変更したということを示した上で使ってください。

なぜこういうことを今お聞きしているかということ、構造成立性の評価結果、これに対しては、今考慮していないような設計で考慮する要素、例えば水平2方向とか、もしくはばらつきの考慮とか、そういったもので大体どれぐらい荷重が増えるのか、それに対して、今、三浦のほうからも指摘がありましたけれども、許容応力度比に対して10%ぐらいの余裕しかないものがあつたりすると、そうすると、そういった詳細設計で考慮する保守的な配慮というか、そういう中で許容値をオーバーする可能性がある。それに対しては、ど

のように対応するのか。これをちょっと具体的にお聞きしたいんですけど、これについてはいかがですか。今回は既設、地盤改良する部分についてはこれからやるんですけど、鋼管杭と、それから鋼製の防護壁については、既につくってしまっているものですので、これも厳しい部位があるので、これに対しての対応はどうするんですかというのが具体的な質問です。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

おっしゃるとおり、例えばばらつきとか水平2方向等のものに対しては、現在は、条件の裕度ですとか解析手法の裕度で、このくらいの裕度を持っておけば大丈夫だろうということで見込んでおる部分がございます。仮に条件を変えて厳しくなってきた場合について、既につくってある部分について、どういったところで裕度を確保していくかということについてなんですけども、例えば変えようがない杭の部分について、津波時、それから津波＋余震時につきまして、どこが厳しいかと、それがなぜ厳しくなっているかということも大体わかっておりますので、そこに対する対策というの、ちょっと今、具体的にこうしますということは申し上げられないんですけども、ある程度、厳しいところがわかっておりますので、そこに対する方策を立てていけるというふうに今見込みを立てております。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

今、ここで答えるのがなかなか難しいものもありますので、ファクトが必要だとか、今後、実際に設計でどれぐらいの振れ幅があるのか、それが今設計の荷重とかで考慮している余裕、この程度で補えるのか、それとも、それ以外に、実際に今後施工する、建設する部分の強度を上げるとか、範囲を広げるとか、そういうことも含めて、実際、どういうふうな対応のしようがあるのか、その対応によって成立性が今後詳細設計で崩れることがないのかということ、具体的にどうか、これが理解できるように示してください。

以上です。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

了解いたしました。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

1-1-3の68ページ、見ていただくと、右下のほうに図があって、一応、局所安定係数ということで、せん断のほうの安定係数がブルーということで出ているんですけど、実際、さっき言ったMMRのところと改良体の間で、この辺がどのような応力状況になっているのかというのを確認するためもあるんですけど、まず、局所安定係数は、引張に対して

もあると思うんですね、引張破壊に対しても。そうしたものを、こういう界面またはMMR自体が引張破壊していないのかどうか。多分、このMMRってかなり重要な役割を防潮堤の中で果たしていると思受けられますので、引張破壊に対してどういう状況になっているのか、そして、あと応力分布がどういう応力分布になっているのか、こうしたことも情報としては次回までに提示いただきたいと思いますと考えています。

もう一つ、すべり安全率を出してはいるんですが、岩盤の粘着力とか内部摩擦角というのは、岩盤とか土質材料はよくあるんですけど、コンクリートというのは、私たち、今まで先行サイトも含めてあまりそういう試験方法含めて聞いていませんので、この辺、具体的にどのように出されているのか。代用していることも考えられますが、そうであるならば、何をもって、根拠をもって代用されているのか。これも多分、今日、資料が見る限りないので、その辺は、含めてまた準備していただいて、提示いただきたいと思いますと考えています。

あと、もう1点あります。最後のあれですけども、43ページが盛土防潮堤になっていて、二つ目のポツのところ、このMMRというのは、 C_M 級岩盤の上面まで、いわゆる C_L 級の岩盤を剥いで、 C_M 級の中に根入れさせている。いわゆる岩盤の中に根入れさせていることによって、すべりの安定性を確保している、要はすべりに対してストッパー的な役目を果たしているんだと思います。土木で言うと、擁壁で言うと、せん断キーもしくはシアキーですか、そういったような構造がありますが、そうしたものに該当するのかなど。当然、26ページの鋼管式鉛直壁の防潮堤も同じようなことを書いてございます。そうしたときに、このMMRの位置づけは何なんだろうということは、ちょっと疑問が残ります。単なる地盤でいいのか、人工構造物であり、普通で言うとMMRというのはただ岩盤の置きかえということだけなんです、一つ構造的な役割を果たしている、一つ斜面の抑止杭とか、抑止をするための地中連続壁というのは、以前、先行サイトもありまして、それは敷地内一般土木という取り扱いで施設区分したんですが、そうしたことを鑑みて、今後、ここをどう考えるべきなのかというのを、ちょっと今考えがあれば、簡単で結構ですけども、いずれにせよ、それに関しては整理した上できちっと説明いただきたいと思いますと考えています。

以上です。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

まず、MMRの応力状態、それから引張破壊を起こしていないかを含めた応力状態につきましては、お示ししたいというふうに思います。

それから、MMRのすべり安全率を出す上での C 、 Φ の出し方、こういったものを参照して

出しているものかにつきましても、ちょっと今資料に入れていませんので、これも御説明したいと思います。

それから、MMRの位置づけということなんですけれども、今、周辺地盤の一つとして位置づけておりますけれども、なおかつ基礎地盤の安定性に必要なものということで位置づけておまして、それをどのように整理するかというところが、少し難しいところもございまして、建屋の下のMMRというものが地盤ということを見ると、これも似たような位置づけ、基礎地盤の一つとして考えるのがいいのか、ただ、直下ではないので、やはり周辺のかたい地盤なのかというところが、ちょっとすみません、今明確に整理し切れないところもございまして、この辺をちょっと筋の通った形で整理させていただきたいと思います。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

了解しました。

○山中委員 そのほかいかがですか。

どうぞ。

○石渡委員 委員の石渡です。

今の件についてちょっとお伺いしたいんですけど、1-1-2の44ページ、先ほども出た物性値の評価がございましてね。これで背面補強工のコンクリートと置換コンクリート（MMR）というのは、強度物性とか変形特性は同じなんですよね。全く同じなんです。ただ、違っているのが物理特性の密度ですよね。体積重量が、置換コンクリートのほうが若干小さいということだけが違って、あとは同じなんです。私はあまり工学のほうは詳しくないんですけども、背面補強のコンクリートと置換コンクリートというのは、これ、何が違うんですか。そこを簡単に教えていただけますか。

○東北電力（橋本） 東北電力の橋本です。

背面補強工のほうにつきましては、一部、引張に対して抵抗するように鉄筋を入れておまして、その分の重量を見込んでおります。

○東北電力（羽鳥） すみません、東北電力、羽鳥でございます。

コンクリートの性能を決める配合、これは同一のものを使ってございまして、そういったことから、ここに記載しています特性、これは基本的にコンクリートの特性を使ってございまして。今、物理特性だけが、中に入っている鉄筋も考慮しまして、このような二つに分けた物性値ということで設定してございまして。

以上です。

○石渡委員　そうですか。でも、鉄筋が入っているか入っていないかということが違うということになると、強度とか変形特性とかも違って来るんじゃないんですか。鉄筋というのは、だって、強度を強くするために入れるんじゃないんですか。

○東北電力（橋本）　東北電力の橋本です。

鉄筋は、引張に対して抵抗するように入れますけれども、圧縮とかに対しましては、コンクリートの物性が支配的になりますので、ここで見ている特性としては、特に変更してございませんでした。

○石渡委員　そうですか。とにかく鉄筋がある・なしということが違うというふうに理解してよろしいわけですね。

○山中委員　そのほかいかがでしょう。

幾つかコメントが出たかと思うんですが、私も、解析上、安全率が1に近いものが幾つか出てきていると。かなり保守的な解析をやられているかと思うんですが、その辺り、気になりました。当然、これから地盤の物性値のばらつきとかを考慮して精緻な解析をされると、1を切るということも可能性としてはあり得ると。その辺り、コメントが出たかと思うんですけども、お答えをお願いいたしたいと思います。

それから、先ほどの関連で言うと、置換コンクリートのいわゆる位置づけですね、この辺についてもコメントが出たかと思しますので、この辺りについても、また詳細、検討いただいて、御報告いただければと思います。

よろしいでしょうか。

それでは、引き続き説明をお願いいたします。

○東北電力（伊達）　東北電力の伊達です。

資料1-1-4の45ページ目から説明を再開したいと思います。補足説明資料、7. 追加地盤改良の施工成立性といった資料でございます。ここからは施工の成立性について御説明させていただきます。

次、46ページ目でございます。ここは施工の成立性に関わる検討のフローを示したものでございます。今回の防潮堤直下の地盤改良でございますが、まず、既設の構造の下であるということも含めて、これまでの施工と異なる部分があるということで、それらの特徴的な部分について、特異性という観点で整理をしてございます。その整理を踏まえて、設置許可段階あるいは以降の工認施工段階、使用前検査段階、それぞれでのイベントについ

て整理したというものでございます。ここで特異性「有」・「無」というふうにパスが分かりますが、「有」としたものについては、試験施工の後段の試験施工で検証するといったことを考えてございます。

47ページ目、お願いします。47ページ目は、改良地盤、申請する改良地盤の役割と要求される品質について整理したというものでございます。次のページ以降で、この要求品質に対して課題と特異性の整理を行っているというものでございます。支持力、抵抗力、あとは止水性といったところが挙げられているというところでございます。

48ページ目をお願いします。48ページ目は、先ほど挙げました要求品質に対しまして、これらを確保する上で、対処が必要となる施工上の課題に対しまして、既往の知見、具体的には一般産業施設での施工事例ですとか、女川での施工実績、そういったものから、十分対応可能であると考えられる事項を特異性「無」、それ以外のものを特異性「有」というふうに整理してございます。この結果、下の表にございますとおり、改良地盤が深いというところ、あとは既設構造との一体性といったところが、特異性「有」ということで整理できたというものでございます。こちらのシートが、指摘事項のNo. 27への回答ということになります。

次、49ページ目をお願いします。ここでは、先ほどの特異性有無の整理を踏まえまして、設置許可、工認段階での対応方針を示してございます。紙面上、青でハッチングしている部分が特異性「有」ということで、設置許可段階で成立性見通しを得る、工認段階で試験施工で検証するといったパスを書いてございます。グレーハッチングの特異性「無」については、設置許可段階で成立性を確認していくということを記載してございます。こちらの時系列の整理が、指摘事項No. 26への回答となります。

50ページ以降で、施工事例について説明したいと思います。

50ページ目、お願いします。50ページ目以降ですが、女川防潮堤での実際の施工実績でございます。防潮堤では、盛土・旧表土を対象としまして、既設の地盤改良を施工済みでございますが、その手順を左の図で示してございます。また、右側の平面図のとおり、改良体は、未改良部が生じないように平面的にラップさせて造成するというような配慮をしてございます。

51ページ、お願いします。51ページ目は、実際の施工状況、女川における施工状況でございます。写真の右側、写真②ですけれども、こちらは地盤改良後に表層地盤としての盛土を撤去した状況でございます。ここで、図面上赤線は、地盤改良の出来形の範囲でござい

ます。設計改良径を満足しているということ、また、必要改良範囲よりも広い範囲を改良できているということが確認できたというものでございます。

52ページ、お願いします。52ページは、こちらも女川の施工事例でございます。周辺地盤としての要求品質（剛性）を確保するために、PS検層を実施したというものでございまして、せん断波速度 V_s は概ね目標値以上ということで、岩砕主体の盛土においても良好に改良されているということを確認してございます。右側のほうには、参考として一軸の結果を記載してございます。なお、今回追加で実施する直下の改良につきましては、短杭の支持地盤としての性能が求められるということですので、試験施工を踏まえて、今後、品質改良項目を設定してまいりたいというふうに考えてございます。

53ページ、お願いします。53ページ目～55ページ目は、女川における施工実績ということで、コアの写真ですが、上部の盛土を撤去する前に、上から地盤改良範囲にボーリングを行ったというものでございます。そのコアの写真でございます。53ページ～55ページまで同じ考察になりますが、礫が多い範囲については、全体として良好に改良されているということが確認されております。また、上部の盛土との境界付近にも未改良部は生じていないということを確認してございます。

次、56ページ目をお願いします。56ページ目以降は、60ページまで、過去実施した試験施工の内容について記載したものでございます。過去の試験施工の主な目的は3点でございます。改良品質の確認、施工仕様の選定、改良体の配置、あるいは近隣構造物への影響確認と、そういった観点で実施してございます。今回、施工形態の類似性などから、今回の施工の成立性確認において、過去の試験施工を参照できるというふうに考えまして、ここで資料として記載しているものでございます。

57ページ、お願いします。57ページは、ドレーン及び埋設物、ここではエフレックス管と接地線を模擬した試験施工を行っておりますけども、そういうものを模擬した上で改良体を造成したと。その上で影響を見たというものでございます。今回の防潮堤下の地盤改良においては、このような直接構造物の上に改良体をつくるというような形は、このような施工形態はないんですけども、参考として記載してございます。

58ページ目、お願いします。こちらが試験結果になります。高圧噴射後、ドレーン内に固化体が流入するといった状況は確認できなかったということでございます。また、改良範囲に位置するエフレックス管、接地線については、特に損傷等はなかったということを確認してございます。

59ページ、お願いします。こちらは建屋の地下の防水に影響ある・なしというものを確認するために、そのような状況を模擬して試験施工を行ったというものでございます。L型擁壁の上に防水工を張ったような形で、そこに改良体を造成するといったことをやっております。結果としては、部分的な破損もなく、特に問題は生じなかったということを確認してございます。

次に、60ページ目につきましては、岩盤と地盤改良体の境界部の性状を確認したというものでございます。境界部については、岩盤を先行削孔して、その後で改良するということですが、境界面についても未改良部は生じず、良好に改良されているということを確認してございます。

次に、61ページ目以降ですが、ここから68ページ目まで、一般産業施設の施工事例でございます。こちらにつきましては、3月20日の会合で御説明させていただいているところで、説明は割愛したいと思います。

69ページ目、お願いします。69ページも、さきの会合で御説明させていただいておりますが、境界部の品質確保のための配慮事項ということで、ボーリングコア内で改良体を高どまりさせて、追加充填を図るといったことを書いてございます。

次に、70ページ目でございます。ここでは設置許可段階における施工成立性の確認結果についてまとめとして記載したものでございます。特異性「有」・「無」について、確認結果を記載していきまして、特異性「有」については、今後、試験施工によって確認していくと、検証していくといったことを記載してございます。

次、71ページでございます。71ページ目以降は、工認段階で実施する試験施工の概要でございます。確認項目は、右上の表にございますとおり、施工仕様、物性、改良範囲、境界部の性状、そういったところを確認し、施工計画に反映していくということを目的に実施してまいるのでございます。

次に、72ページですが、ここでは予備試験として一部先取りで実施している内容について掲載させていただいております。こちらは表層改良をまず先に行った上で、その下に地盤改良体を造成すると。左の図のような形で施工した上で、表層改良の上面からボーリングコアを採取したというものでございます。この境界面を見てわかるとおり、密着しており、良好な状態だったということを確認してございます。

以上、ここまで7章の説明になりますが、以上の7章全体が指摘事項No. 21の回答ということになります。

以上で、補足説明資料、7の施工成立性の説明を終了いたします。

○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。

○堀口主任審査官 規制庁、堀口です。

今の説明の46ページですが、3.目に置換コンクリート(MMR)の施工成立性に係る課題等はないということで、今は改良地盤についての説明がありましたが、このMMRについての施工について、どのようなことを考えておられますか。例えばこれから追加の改良地盤をやりませけれども、それとの施工の順番とかですね。要するにMMRは改良地盤と近接しておりますし、先ほどから議論にありますように、少なくともMMRと改良地盤は力の受け取りがあるということで、そういった観点から、MMRの施工について今考えている留意点等がありましたら説明してください。これが一つですね。

それから、MMRの施工なんですけど、先ほどから出ている図面を見ますと、上のほうからずっと下のほうになっているようなんですけども、今、防潮堤がありますので、既存の防潮堤をほじくりかえしてMMRを打つということになるんでしょうか。そのような場合、かなり深さがありますので、周辺の盛土・表土ありますので、それについての土どめ等についての必要性があるかと思いますが、その辺の施工について今考えているところ、この2点について説明してください。

○東北電力(伊達) 東北電力の伊達でございます。

現在、施工計画を検討しているところでございますけども、一般部については、直下の改良を先行しつつ、後追いで、エリアの制限がございますので、どうしても同時並行的な施工は難しだろうということで、直下の改良を先にやるのがよいのか、側面を先にやるのがよいのか、その辺りを検討してございます。品質につきましては、直下の地盤改良につきましては、ブラインドというか、最終的な仕上がりの確認できないというものもございまして、そこは特異性があるだろうということで、今回、施工成立性の中でいろいろ検討をさせていただいております。一方で、MMRにつきましては、オープンでの施工になるということもございまして、既存の記述で十分対応できる範疇ではないかと考えまして、特に施工成立性に係る課題はないというような表現をさせていただいております。

2点目の質問ですが、既設構造との関係はどうかというものについては、やはり直上から削孔して直下に改良体を造成するというような形で施工を進めるものかなというふうに、今、検討段階ですが、そのような考え方で検討を進めております。

以上です。

○堀口主任審査官　じゃあ、まずはわかりました。

それから、次の話ですが、先ほど言いましたように、オープンで掘削するというのですが、先ほどから話がありましたように、これ、岩盤のC_Ⅱ級のところまで出して、その上を改良するということですね。実際、どうでしょうか、先ほどから改良の図面にあるように、下のほうはするんですが、上のほうですね、地表面までMMRでやることになるんでしょうか。そうではなく、やっぱり地盤のところだけであって、表面のところは別のこと、MMRじゃなくてもよいというふうに考えておられるんでしょうか。その場合、盛土等で埋め戻すとか、そういったことを考えておられるんでしょうか。そういった場合、どのくらい断面をやるかというのに関わるんですが、先ほどの図面にあるように、地表面までもしやってくるとなると、かなり断面積までやるんですが、かつ、これ、防潮堤の長手方向、汀線方向沿いに長いので、長手方向まで考えると、相当のボリュームのコンクリートを打つことになるかと思います。その場合、結構、温度応力とかが出てきますので、こういった長手方向にボリュームのあるコンクリートを打つ場合は、温度応力等の観点から、長手方向のブロック割りですね、汀線の直角方向にブロック割りをするというようなことをよく考えたりするんですが、こういったことについて、今考えていることについて説明してください。

○東北電力（伊達）　東北電力の伊達です。

先ほどオープンでという話がございましたけども、今、我々が考えていますのは、ケーシングを打った上でコンクリートに置換する形、あるいは、エリアによってはオープンという選択肢もあるだろうということで、その両面から検討してございます。海側の施工になりますので、まず、海水面がありますので、それに対してどう対処するかというのが、まず施工上の課題ということで、何が最適な工法かということ今詰めているところでございます。

マスコンのような扱いはないかという御指摘については、当然、施工エリアの、まず、うまく使うという観点から、ある程度分けた施工にはならざるを得ないと思いますし、ケーシングで1本1本打っていく形であれば、そういった問題は生じないだろうというふうに考えてございます。まだ、どの工法と決め打ちできたわけではございませんが、そういった、まず狭隘な施工環境であるということ、あとは水面の存在、あと物量ですね、そういったことを考えながら、今、施工方法を検討しているという状況でございます。

○堀口主任審査官　ああ、そうですか。そうすると、まだ、例えば一番初めに申し上げた

ように、上のほうまで打つかどうかという、そういうところまではまだ決まっていないので、これからということでしょうか。

○東北電力（伊達） 東北電力の伊達です。

今回お示ししたモデルは、構造成立性の確認用のモデルということで、上までMMRを置換した形で今回の評価を行ってございますけども、全体の成立性に影響ない範囲で、MMRの上部を改良土に置換するというような形も今考えてございます。すなわち、ある程度低いレベルからMMRを立ち上げて、その上を改良体で置換するというような形も考えてございます。それは、その分軽量化することで、全体の安定性に寄与する可能性があるということも考えまして、そのような選択肢もまだ持って検討しております。

○堀口主任審査官 わかりました。

以上です。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

先ほど指摘もありましたけども、置換コンクリートと地盤改良、追加のところですね、ここの境界面の話ですけども、ここに関しては、先ほどの指摘を整理した上で、MMRの部分の役割、また、その機能を整理した上で、施工の面においても、境界面をどうあるべきかというの、結果に応じてまた示していただく必要があるかと思っておりますので、それは準備していただきたいと考えています。

あと、もう1点は、こちらの、一方、置換コンクリートと基礎地盤の境界面というのは、基本的には防潮堤のかなり重要な位置を示していて、ここが不連続になってはいけないということでもありますので、いわゆるここの接続性、接続というか、密着性ですね、これをどういうふうに確保するのか、または、それはどういうように確認するのかといったことも、施工の段階で、または事前の掘削等を踏まえて、どのように確認していくのかといったこともまた説明していただく必要があると思っておりますので、資料をもって、また説明ください。

○東北電力（伊達） 東北電力の伊達です。

今後、施工管理項目の整理も行っていきますので、その中で、あわせて整理して、お示ししたいと思っております。よろしく申し上げます。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

了解しました。

○山中委員 そのほかいかがですか。

○堀口主任審査官 規制庁、堀口です。

先ほど、MMRの施工範囲ですが、C_M級岩盤の上までということですが、予定している岩盤線まで出てこなかった時の話ですが、どこまでMMRで改良するか、今の考え方について説明してください。

○東北電力（伊達） 東北電力の伊達です。

現状、MMRの範囲につきましては、C_M級の上面までというふうに考えてございまして、そのC_M級の上面の分布範囲につきましては、防潮堤の施工段階でのボーリング調査等で、ある程度、確度を持った情報がございますので、まず、その計画にのっとり、基本的にはC_M上面まで改良するというふうに考えてございます。

○堀口主任審査官 わかりました。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

今、やりとりがあった件なんですけど、通常は、基礎板の下にMMRを敷設するときは、岩盤の表面を観察した上で、実際どういう状況か、風化の程度とか、そういったものを確認した上で、所定の性能を確保できる岩盤まで掘り下げた上でMMRを打つということをして、要は慎重に確認をしながら底面を確保していると。底面の支持状況を確保しているということなんですけど、工法によっては、直接確認できないような状況になるかなと思うので、確実に所定の岩盤までMMRを打っているかどうかということの確認方法を少し今後検討する必要があると考えていますが、いかがでしょうか。

○東北電力（羽鳥） 東北電力、羽鳥でございます。

確実に、その岩盤を捉えるといったようなところをやっていきたいと思います。具体的には、オープンで掘削した場合には、きちっと見ていく。あるいは、ほとんどが直接確認できると、そういう施工になると思っております。確認できないケースは、ちょっと今想定していかなかったんですけども、万が一、確認できなかった場合、直接目で確認できないような場合は、例えばボーリングを掘るなり、そういったものでコアを直接見ると。といったものも含めまして、確実に岩盤面を捉えるといったことをやっていきたいと思います。その計画をしていきたいと思います。

以上です。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

理解しました。

以上です。

○山中委員 そのほかいかがですか。よろしいでしょうか。

ここでも幾つかコメントが出たかと思いますが、全体を通じて、再度、詳細をまた検討していただいて御回答いただくということで、よろしく申し上げます。

それでは、次に今後の説明スケジュールについて、説明をお願いいたします。

○東北電力（小保内） 東北電力、小保内です。

では、資料1-2-1を御覧ください。これは説明スケジュールの今までの指摘事項に対する回答一覧表です。

3ページ目を御覧ください。18番、Noというところです。これ、前回の審査会合ほかで、審査スケジュールの変更事由について、理由を具体的に記載しなさいというコメントをいただきましたので、本日は、それについて主に御説明したいと思います。

資料1-2-3、A3横の表ですけれども、これは前回の御説明からの変更点ということを知りやすく記載したものです。

タイトルのちょっと下のところに、凡例2ということで、赤字：8月まで延伸するときの主な理由ということで、赤字、それをハッチングして、今回持ってまいりました。ここの中の1ページ目では、竜巻防護ネットの構造及び耐震評価のところ、ここを8月まで延ばした理由ということで、赤字のところ、竜巻影響評価結果を踏まえた竜巻防護ネット設計への反映のためということで、飛来物のいろんな荷重設計、いろいろ御議論いただきましたので、その辺を踏まえて、防護ネットのほうの設計へ反映して御説明したいと考えております。

次のページ、裏面のほうを御覧ください。炉心損傷防止ということで、これは直接8月までということではないんですけども、津波PRAの評価結果、いろいろ御議論いただきまして、モバイルの保管場所、あとは直流駆動ポンプの設置等、こういうものを炉心損傷防止対策の中に反映させていただいておりますので、少しここは延びてございます。

あと、その下の保管アクセスのところ、これは今日いろいろ御議論いただいておりますけれども、防潮堤の構造成立性ほか、いろんな評価結果の反映を最終的にはこの保管アクセスのところに持ってまいりますので、8月までということにさせていただいております。

次のページ、別紙1を御覧ください。これは耐震関係です。

まず、初期剛性の低下のところ、これについては、追加の実験結果、これは耐震壁の追加実験ですけれども、これを踏まえた要因分析、あとモデル策定のために、少し延伸して

ございます。

あと、入力地震動に関しましても、地盤物性とかに加えて、建屋モデルを含めて全体としての不確かさを含めて御説明したいと考えております。

一番最後のページ、別紙2を御覧ください。

下側のほうですけれども、これは防潮堤の構造成立性ということで、本日、審査会合させていただきましたので、星マークのところを黒く塗らせていただいております。

一番最後のところ、取放水路からの流入防止、これはちょっと1週間だけですね、準備状況等を踏まえて、少しく御説明できる目途がつかまりましたので、1週間前倒しさせていただきますたいと思っております。

今までも述べておりますけれども、今後も引き続き効率的な審査の説明をいろいろ工夫しながら行ってまいりたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。

説明スケジュールについては以上でございます。

○山中委員 今後のスケジュールについて確認しておきたいこと、ございますか。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤ですけれども、今、御説明がありました説明スケジュールに関しましてですけれども、6月の初旬の審査会合のときに、審査会合の開催期間が相当あいている案件については、検討状況などについて適宜説明をしてくださいというような指摘をしたかと思うんですけれども、それで、資料1-2-3の今御説明いただいたスケジュールの別紙1のところの上から二つ目の②の建物構築物のところで、初期剛性低下の傾向と要因分析等について、スケジュールが少し延びたというところの理由は説明いただいたんですが、これについては、今、検討状況はどのようになっているのでしょうか。

○東北電力（平田） 東北電力の平田でございます。

検討状況としては、前回、12月に、乾燥状態での耐震壁の実験結果などによりまして、要因分析を御説明しております。その後、さらに5カ月程度乾燥させました試験体の実験を追加で実施してございます。現在、その追加実験の結果や、あと、12月のときのいただいたコメントなどを踏まえた要因分析、それから設計モデルへの反映といった検討をしてございます。これらを整理して、御説明する予定でございます。

以上です。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

検討状況については承知いたしました。

それで、もう一つ確認なんですけど、6月の初旬の審査会合のときにも、ちょっと確認し

て、ちょっと曖昧な回答だったので、再度確認したいんですけども、この初期剛性低下のところについては、審査会合が7月の初旬と、あと8月の初旬の、二つ星が打ってあるんですけども、これについては、この2回というのは、別の内容が示されるという理解でよろしいでしょうか。要は、この2回でもって、今御説明いただいた昨年12月以降の検討内容が示されるという理解でよろしいでしょうか。

○東北電力（平田） その辺、詳しくは承知はしていませんが、7月と8月はコメント回答を含めたものと承知してございます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤ですけど、コメント回答を含めたということだと思いますと、この2回で昨年12月以降の検討内容を、2回に分けて示されるという理解でよろしいですか。

○東北電力（平田） 一通りのコメント回答になれば御説明するという予定だと承知してございます。

以上です。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

承知いたしました。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。

あと、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 東北電力退室 関西電力入室）

○山中委員 それでは、再開いたします。

次の議題は議題2、関西電力株式会社高浜発電所1・2・3・4号機的设计基準への適合性についてです。

それでは、SA対策高度化について説明を始めてください。

○関西電力（吉原） 関西電力の吉原です。

本日は、高浜発電所の原子炉設置許可申請の4月5日の審査会合でいただきましたコメントへの回答をさせていただきたいと思っております。

では、まずシビアアクシデント対策の高度化につきまして、資料2-1で乾のほうから御説明をさせていただきます。

○関西電力（乾） 関西電力の乾と申します。

高浜発電所1～4号炉のSA対策高度化につきまして、前回4月5日の審査会合の際に1点コ

メントを頂戴しておりましたので、資料2-1に基づき御回答させていただきます。

スライド、1ページでございます。ここでは前回の会合でのコメントを記載しております。具体的には、悪影響防止の観点として、誤操作によりスイッチが切り替わったことを検知出来るのか。通常時から下限値（又は上限値）を示しており、誤操作が起きても指示値が変わらないパラメータがあるかを説明することというものでございます。

スライド、2ページを御覧ください。表の中でございますけども、今回の設備改造後における悪影響防止の観点から、誤操作による影響を確認した結果、通常時に下限値を示しており、誤操作が起きても指示値が変わらないパラメータは存在いたしますが、警報機能を設けているため誤操作の検知は可能であるということを確認してございます。

なお、その他のパラメータにつきましても、誤操作時には検出器からの信号が遮断され、警報の発報、エラー表示、指示変化により検知が可能であるということを確認してございます。

スライド、3ページで、各パラメータに対する整理結果をまとめております。左側の表が高浜の1・2号炉、右側が高浜の3・4号炉の整理表でございます。

ここで、青色でハッチングしておりますパラメータが、通常運転時に下限値で、誤操作によりスイッチ「切」となっても変化がないものでございますが、いずれも誤操作の際には警報発報するというところでございまして、検知が可能でございます。

右側の表で3カ所、赤枠で表示しております具体例として、例1～例3と記載してございますけれども、警報発報以外の検知方法も含めまして、スライド、4ページに具体例を整理してございます。

まず、コメントいただいております、通常時に下限値を示しており、誤操作が起きても指示値は変わらない場合の具体例、これが左上の例1でございます。例えば高浜3・4号炉の「高圧安全注入流量」の場合、中央制御室の盤における警報窓が点灯いたします。さらに、警報音が吹鳴することにより検知が可能でございます。

また、その他の検知方法といたしまして、誤操作が起きた際にエラー表示させることにより検知する具体例が左下の例2でございます。例えば高浜3・4号炉の「格納容器スプレイ流量積算」の場合、誤操作により中央制御室制御盤の指示値の表示が「-Over」となることから、このエラー表示を確認することにより検知が可能となるものでございます。

次に、誤操作が起きた場合の指示変化により検知する具体例が右下の例3でございます。例えば高浜3・4号炉の「1次冷却材圧力」の場合でございますけれども、誤操作により中

中央制御室の制御盤の指示値が下限を示すことから検知が可能でございます。

御説明は以上でございます。

○山中委員 質問、コメント、ございますでしょうか。よろしいですか。

それでは、次に、使用済燃料ピットの未臨界性評価について説明を始めてください。

○関西電力（山田） 関西電力、山田でございます。

資料2-2-1を用いまして、高浜1・2号炉の使用済燃料ピットの未臨界性評価の変更について御説明させていただきます。

めくっていただきまして、1ページでございます。4月5日の審査会合でいただきましたコメント七つを表にまとめてございます。資料の構成ですが、4月5日の審査会合資料をベースに関連する箇所にコメントの回答を記載してございます。

めくっていただきまして、2ページでございます。未臨界性評価におけます解析の流れと審査会合コメントの関係を示してございます。

左側が臨界検査のインプットでございます。ラック仕様、水密度、燃料仕様といったものがございますが、水密度に関連するコメントとして、試験回数の妥当性、外乱が発生した場合の水密度の変化、ある狭い範囲の設定時の評価条件についてコメントをいただいております。それから、燃料仕様につきましては、軸方向の燃焼度分布の影響についてコメントをいただいております。燃料配置条件につきましては、大飯3・4号炉の配置条件との比較についてコメントをいただいております。

それから、中ほど、臨界計算につきましては、SCALEコードの適用性についてコメントをいただいております。

それから、アウトプットとして実効増倍率が出てまいります。二相体系における実効増倍率の傾向についてコメントをいただいております。

めくっていただきまして、3ページでございます。本申請の目的でございます。燃料及び内挿物の取扱頻度を大幅に削減することによって安全性向上を図ることが目的でございます。

変更内容ですが、既許可では、3領域で中性子吸収体を考慮するという領域管理をしてございましたが、今回の申請では、2領域に分割して中性子吸収体を使用しないという条件に変更してございます。

見直した評価条件におきましても、水位が異常に低下した場合においても臨界を防止できるということを御説明いたします。

めくっていただきまして、4ページ。既許可の領域管理の特徴でございます。高浜1・2号炉は、アングル型ステンレス鋼製ラックでございます。水位が低下しますと中性子の遮へい効果が低くなりまして、未臨界性評価が厳しくなります。臨界を防止するために、従来、既許可では三つの領域で中性子吸収体を考慮した条件で評価をしてございました。今回の評価では、中性子吸収体を考慮しない2領域管理に変更することで燃料の取扱いおよび内挿物の入替の回数を相当量低減できまして、安全性向上が図られることとなります。

めくっていただきまして、5ページでございます。既許可の解析の流れですが、インプットの水密度につきまして、非常に保守的な条件で解析しておりましたので、今回の評価では非常に保守的な条件になります水密度の見直しについて検討してございます。

めくっていただきまして、6ページ。実際、大規模漏えいが発生したときの事象の進展を左の図に示してございます。液相部と気相部の2相に分かれて、ピット水の漏えいが進むにつれて徐々に液相部の水位は低下していくこととなります。

この事象を踏まえまして、既許可では、ピット全体の水密度を一様として、全ての水密度範囲0～1までを評価してございました。

今回の評価では、液相部と気相部の2相に分け、それぞれは保守的な値を固定した上で水位を変化させて評価をいたします。

めくっていただきまして、7ページ。未臨界性評価の検討フローを左に示します。それから、右の表は、条件変更による未臨界性評価結果の影響でございます。今回の条件の見直しにつきましては、実効増倍率の減少させる条件変更というのは水密度だけになりますので、水密度について十分保守性を持たせた値を設定いたします。

めくっていただきまして、8ページ。今回の未臨界性評価の条件の検討方針でございます。

下のグラフの右側、液相部水密度の設定の考え方ですが、液相部の領域では、水密度が上がるにつれまして実効増倍率は上がりますので、実効増倍率が最大となる1.0を固定値として設定いたします。

それから、左側へ行きます。気相部の水密度の設定ですが、この領域では0から0.1に近づくほど実効増倍率は増加しますので、現実的にこれより水密度を踏まえまして、保守的に0.1に近い値を固定値として設定いたします。

めくっていただきまして、9ページ。気相部水密度の設定の考え方ですけれども、スプレーされた液滴が空間を占める割合でありますスプレー水密度Wにつきましては、下降速

度V、スプレー範囲A、スプレー流量Qを用いまして、 $Q/(A \cdot V)$ という式で算出できます。

スプレーの水密度については、影響因子と変動要因を次ページにて整理して、これらを踏まえた上でスプレー水密度Wを設定いたします。

さらに、環境条件についても影響因子、変動要因を整理しまして、スプレー水密度を踏まえた上で、環境条件も考慮して気相部の水密度を設定いたします。

めくっていただきまして、10ページです。スプレー水密度の影響因子としては、下降速度V、流量Q、スプレー範囲Aがございます。そのほかの影響因子としては環境条件がございます。これらの変動要因について表のとおり整理してございます。

それから、ラック内の構造物ですとか液滴径の変動につきましては、気相部水密度を設定した後に影響の確認をしてございます。

めくっていただきまして、11ページ。影響因子と変動要因につきましては、この表のとおり整理してございます。下降速度Vの変動要因として考えられる事象としては、液滴の径の大きさが関係しますので、試験によって液滴径を求めまして、その結果を踏まえて下降速度を算出してございます。

それから、スプレー流量Q、スプレー範囲Aにつきましては、スプレー範囲はピット全面に設定して、スプレー流量に保守性を持たせた形で設定いたします。

それから、環境条件につきましては、上昇流、蒸気の液化、それから崩壊熱に発生する蒸気の3点を考慮いたします。

めくっていただきまして、12ページです。気相部水密度に関する検討の考え方についてまとめたページでございますが、内容は重複しますので詳細は割愛いたします。

めくっていただきまして、13ページです。下降速度Vの算出に必要な液滴径を測定するために、実機のスプレーヘッドを用いまして、SFピットを模擬した設備への放水を行って液滴径の計測試験を実施してございます。

左下が試験の条件でございます。実機と同じ条件としておりまして、計測回数は2回実施してございます。

右側の図になりますが、液滴径の分布の測定方法です。シリコンオイルを用いまして落下してきた液滴を捕獲し、画像処理を行って各測定点での液滴径、液滴数を計測してございます。

めくっていただきまして、14ページです。試験の結果をまとめたものですが、液滴径の分布はどの測定値でも概ね直径0.2~0.4に個数割合のピークがございました。左側の図1

になります。

空間水密度を求めるという観点から、ある領域内のどれだけの水が存在するかが重要になりますので、液滴径の個数に体積を乗じた形で体積分率で整理し直しました。それが図2になります。

各測定点での平均の液滴径は、いずれも1mm以上という結果となっております。下の表のとおりでございます。

めくっていただきまして、15ページですが、液滴径が小さいほど下降速度 V は小さくなりますので、試験の結果を踏まえまして、スプレー時の液滴径は1mmと設定いたしました。

液滴径を1mmとした場合の終端速度を計算いたしますと、下降速度 V としては390cm/sという値が出てまいります。この値を設定してございます。

めくっていただきまして、16ページです。スプレー時の水密度 W を設定するために、スプレー流量 Q に大きな保守性を持たせております。

Q/A を大きく設定するために、通常ラック全面に放水されるスプレー水が、一旦、ある狭い範囲に全流量入るという仮定をしてございます。狭い範囲としては3×3ラックを想定しております。

この値をスプレーによる水密度としてSFP全域に使用しております。こうすることで、スプレーの流量は定格の約47倍の保守性を持つという形になります。

めくっていただきまして、17ページでございます。環境条件としまして、保守的に設定したスプレー水密度 W を計算しますと、0.0030という値になります。この値に対して環境条件として三つの上昇流、蒸気の凝縮、飽和蒸気、この3点を考慮いたしますと、0.0043という値になります。未臨界性評価で用います気相部の水密度は、更に余裕を持った値として0.04という値を設定いたします。この値は、流量の保守性が47倍、これに加えて9倍の余裕を持つという形になります。

めくっていただきまして、18ページ。設定しました気相部水密度を踏まえて燃料配置条件を右の図のとおり設定いたしました。領域AとBの2領域に分かれた形で、領域Aは新燃料、領域Bは20Gの燃料、中性子吸収体は全ての領域で不要という形になります。

めくっていただきまして、19ページでございます。臨界計算に用いますSCALEコードは、既許可の未臨界性評価においても使用したコードでございますが、今回の気相と液相に分けて水位を変化させるという評価においてもSCALEコードが適用できるかどうかというコメントをいただいておりますので、適用性について確認いたしました。

めくっていただきまして、20ページでございます。今回の評価では、気相部と液相部の2相に分けた評価を実施しますので、以下3点の状態を精度よく取り扱えることが必要となります。

計算コードの不確定性を求めるために、燃料貯蔵施設の仕様ですとか燃料仕様を踏まえまして147ケースの臨界実験を選定し、ベンチマークの解析を実施してございます。

臨界実験につきましては、水密度が1.0の状態に加えまして、右の表に示しますような低水密度の実験も含んでおります。

その下の図のヒストグラムに示しますように、低水密度の実験の平均誤差・標準偏差は、水密度1.0の実験と比較しても大きな差はございません。

また、ベンチマーク解析の結果から、この水密度の違いが解析結果に特別な傾向を持っているということもございません。

したがって、液相部の状態、気相部の状態を取り扱えるということになります。

それから、ベンチマーク実験においては、燃料ですとか減速材、コンクリート、構造材などの各境界をコードの評価では適切に取り扱ってございまして、実験結果と比較しても良好な精度を示しております。

水位の変化というのは、液相部と気相部の境界の位置が変わるだけで中性子の挙動に大きく影響を与えるものではございませんので、境界を適切に取り扱えるということは水位の変化をした場合についても適切に取り扱うことができるということになります。

つまり、2相の状態が取り扱えるということになります。

めくっていただきまして、21ページですが、さらに、中性子スペクトルの特性を表す指標でありますEALFという仕様がございまして、核分裂に寄与する中性子の平均エネルギーになります。この仕様に着目しまして、申請評価におけるEALFと選定した147ケースのEALFを整理いたしました。

それが図2になります。横軸がEALFで、縦軸は計算結果と実験結果の比になります。このように整理したところ、全ての臨界実験につきまして計算結果と実験結果の比は1近傍でございまして、EALFの値にかかわらず計算精度は良好となっております。

また、申請評価でのEALFの最大値0.5eVになりますが、この近傍に対する傾向を確認するために、別途3点の、三つのケースについても計算値と実験値の結果を比較しておりますが、この三つの結果も147ケースの解析と同様に計算精度は良好でございまして。

以上を踏まえまして、今回の2相評価にSCALEコードを使用することは適切であるという

こととなります。

めくっていただきまして、22ページ。軸方向燃焼度分布が実効増倍率に与える影響についてコメントいただいておりますので、その内容について確認してございます。

領域B、燃焼燃料を配置する部分の軸方向の燃焼度について、燃焼度分布が一定の場合と燃焼度分布を考慮した場合、図2のような形で、二つの条件で評価をしてございます。それ以外は、申請の評価条件と同じで評価しております。

その結果は、左下の図になりますが、左の図の結果から、軸方向燃焼度分布を一定とした場合と考慮した場合におきまして、実効増倍率は同等という結果となっております。

したがって、2領域管理条件における申請評価で、燃焼度分布を一定とすることは妥当ということになります。

めくっていただきまして、23ページ。これまで御説明してきた水密度、それから燃料の配置条件を、この下のような状態としまして未臨界性評価を実施しております。評価結果は右図のとおりでございます。

実効増倍率は推移が水位が最も高い冠水状態におきまして0.959という値でございます。判断基準である0.98を満足しております。このことから、臨界が防止できるということになります。

めくっていただきまして、24ページ。液滴径の計測試験の回数の妥当性について説明することとコメントをいただいております。

気相部水密度の設定に際しては、十分保守性を考慮しておりますが、試験で得られた0.2~0.4の個数割合のピークをもつデータを、体積分率で整理して得られる平均液滴径を踏まえて、液滴径としては1mmという値を設定しております。

試験については、実施時期が異なる2回の試験につきまして、全計測点で数百個以上の液滴データを取得して、個数割合の分布を確認しております。

各試験においてはばらつきを把握できるだけのデータを得ておりまして、図1に示しますように、第1回と第2回の試験の個数割合の分布を、形状を比較しましても、良い再現性を示しております。

このことから、試験回数を増やしても分布形状は概ね同じになると考えられます。

それから、スプレー設備には内圧を一定に保つオートマチック機能が搭載されておまして、流量が変動した場合でも、液滴径の分布形状には影響は小さいと考えられます。

そこで、定格の半分の流量で実施した予備試験の液滴データと比較します。これが図2

になりますが、これと比較しても、液滴径の分布形状はよく一致してございます。

めくっていただきまして、25ページです。分布の形状は大きく変わらないと考えているんですが、1mmが変動する場合、液滴径として設定した1mmが変動する可能性についても影響を確認してございます。液滴径は1mmと評価して、下降速度Vは390と設定しております。

下降速度が変動した場合の影響を確認するために、現実的には起こり得ませんが、スプレイの液滴全てが0.15mmである、非常に小さい値であると仮定して水密度の評価をしてございます。

液滴径を0.15mmとした場合は、下降速度が45.5cm/sとなりますが、この条件で水密度を計算しますと、0.0014となりまして、気相部水密度として設定した0.04に十分包含されるという結果になります。

めくっていただきまして、26ページ。外乱が発生した場合、水密度の変動が未臨界性評価にどのような影響を与えるかというコメントをいただいておりますので、その回答でございます。

大規模漏えいが発生した場合には、大きな外乱が与えられることが想定されます。外乱が与えられた場合は、この真ん中の図に示しますように、壁面が波立ったりですとか、気泡が発生したりということが考えられます。こういうことが発生した場合に、一様に水密度が評価上厳しくなる0.1という値に近づく可能性について検討いたしました。

めくっていただきまして、27ページです。まず、気相部の0.04という値が0.1へ近づく可能性についてですが、ここまで御説明しましたとおり、0.04は保守的に設定した値ですので、これより高くなることはないと考えております。

液相部の1.0という値が0.1へ下がっていくという可能性ですが、外乱によって壁面が波立った場合は、非常に限られた空間を考えた場合に、液相部の水密度が一時的に1から低下するということが考えられます。ただし、この場合は水密度が一様ではなく、気相と液相は分かれています。液相であるほうが実効増倍率が高くなりますので、水位変化の評価に包含されるということになります。

それから、外乱や沸騰によって、気泡が発生するという事で水密度が低下すると考えられます。しかし、水密度1の液相が0.1の一様な水密度に変化するには、9割の水が排除されて、残りの1割の水が一様に分散するという必要があります。ウランが臨界となるには、ある程度の規模の体積が必要でありますので、そのような空間内の多量の水が、外乱による気泡の発生で瞬時に排除されるということは現実的には考えられないということに

なります。

したがいまして、臨界となるようなウランを有する空間全体で、一様に水密度が0.1となることは考えられないということになります。

めくっていただきまして、28ページ。前ページで述べましたように、外乱が発生した場合に、一様に水密度が0.1になるということは考えられませんが、念のため仮想的な条件として燃料ピットの液相部分に十分に大きな層、ここでは660mmという層を設定しておりますが、が瞬時に0.1に一様に変化したと仮定して、実効増倍率の確認をしてございます。

評価結果ですが、実効増倍率は0.952という十分低い値でありまして、不確定性を考慮しても判断基準であります0.98を下回ることは確実に、臨界には至らないということになります。

したがいまして、定性的な検討と仮想的な条件における評価結果から、外乱による水密度の変動を考慮しても、臨界を防止できることを確認してございます。

めくっていただきまして、29ページです。ラック内構造物の影響確認ですが、落下してきたスプレイの液滴が燃料の上部ノズルにおいてまとまって、燃料棒の表面を筋状に低下していきまると、燃料集合体内の水密度は低下すると考えられます。

気相部水密度0.04の設定におきましては、このような液滴が流下して、水密度が低下するという効果は考慮しておりませんが、ここでは未臨界性評価の影響を確認しております。

評価条件としては、一様な液膜は、燃料棒等の全面に形成されるという条件で評価しております。

液膜の厚さは、経験式であるNusselt式の評価結果に保守性を持たせた形で0.2mmと設定しております。

それから、気相部には液滴がほとんど存在しないと考えられますが、ここでは0.00085という値を設定しております。

この条件で評価をいたしますと、液膜形成を考慮した場合の実効増倍率は0.742となりまして、十分低い値となります。このことから、液滴が燃料棒を流下することによる影響は、気相部水密度0.04での評価に十分包含されるということになります。

めくっていただきまして、30ページでございます。不均一な体系、今回のような2相の体系における実効増倍率の傾向について説明することというコメントをいただいておりますので、その回答でございます。

高浜1・2号炉の燃料ピット体系の評価条件の違いによる実効増倍率の傾向について、ま

ず、既許可の傾向について御説明いたします。既許可は、水密度を一様な評価をしておりますので、水の密度を三つの領域に分けて御説明いたします。

まず、水密度が高い場合ですけれども、燃料集合体領域を飛び出した中性子はラック間の水に吸収されますので、単一集合体内の減速材の影響が支配的となりまして、水密度の低下に伴って実効増倍率は下がっていくこととなります。

水密度が中程度となった場合は、隣接する燃料に中性子が到達しますので、隣接中性子で反応する中性子が増えまして、水密度の低下に伴って実効増倍率が増加いたします。

それよりもさらに低い水密度になりますと、減速材密度が低くなり過ぎるので、核分裂が減少する効果が大きくなりまして、水密度の低下に伴って実効増倍率は減少してまいります。

めくっていただきまして、31ページですが、こちら今回の申請による2相評価で水位が変化した場合の実効増倍率の傾向です。

2相の場合ですと、前ページの水密度の高い領域と低い領域の二つの領域が気相部と液相部でそれぞれこのような状態となります。

水位が低下しますと、水密度の高い領域が減少して、低い状態が増加していくということになります。

今回のように気相部の水密度が0.04である場合は、体系全体の実効増倍率は冠水状態のほうが高くなりますので、実効増倍率は水密度が下がるとなだらかに低下していくという形になります。

めくっていただきまして、32ページですが、これは整理しますと、既許可の評価では、水密度の評価に応じて中性子の挙動が変わります。今回の評価では、気相部と液相部の水密度は固定でやりますので、水位が変化しても各層における中性子の挙動は変わりません。

このようなことから、中性子の挙動が変化する体系の変化がございませんので、今回の評価ではピークを持たないということになります。

めくっていただきまして、33ページ。ある狭い範囲として設定した3×3ラックの評価条件についてコメントをいただいておりますので、その回答でございます。

この「3×3ラック」というのは、スプレイ水密度の算出に当たって流量の補正を検討する上で一旦設定したもので、それ以外の目的には使用してございません。

狭い範囲については、高浜1・2号炉のラック仕様においてN×Nラックに新燃料がある場合の実効増倍率を求めまして、臨界の判断基準である0.98を超えない最大の値である3×3

ラックを設定しております。

狭い範囲の検討におきましては、申請評価の条件では未臨界の判断基準を超えませんので、申請評価条件とは異なる、より実効増倍率を高める条件で設定しております。水密度が0.04の場合は4×4ラックでも臨界となります。

下の表が申請の評価条件と狭い範囲を検討したときの条件を比較したものになります。燃料配置条件は、申請評価の条件は2領域、狭い範囲の条件は新燃料のみになります。水密度の条件は、申請評価の条件が、液相部が1.0、気相部は0.04ですが、狭い範囲の条件では、N×Nラック内が0～1g/cm³に一様変化、N×Nラック外は飽和蒸気としております。これはN×Nラックの結果に影響しない条件として設定しております。

N×Nラックの実効増倍率の評価結果から、上記の非常に保守的な条件で評価してありますが、流量の保守性の検討には使用しておりますが、それ以外の今回の申請の燃料配置条件などの検討には使用してございません。

3×3ラックを狭い範囲とすることで、流量に47倍の保守性を持たせてございます。

めくっていただきまして、34ページ。大飯3・4号、Aエリアとの比較を説明することというコメントをいただいておりますので、高浜1・2号炉の既許可と今回申請、それから、大飯3・4号炉のAエリア、Bエリアの未臨界性評価につきまして、表に整理いたしました。

今回の評価を行うことによって、高浜1・2号炉は、大飯3・4号炉のAエリアの配置条件と同等となりまして、中性子吸収体の考慮は不要という形になります。

めくっていただきまして、35ページです。18に示します燃料条件を踏まえて、右の図のような燃料の貯蔵領域図を設定しております。高浜1・2号炉では、4万8,000燃料も使用しておりますので、領域Bに貯蔵する燃料のうち、5万5,000燃料の20Gの未臨界性評価結果と同等となる15Gで設定しております。

こういった条件で運用することによりまして、大規模漏えい時においても臨界を防止できるということになります。

以上で説明を終わります。

○山中委員 それでは、質問、コメントをお願いします。

○山本調査官 規制庁の山本です。

臨界解析の条件について少し確認といえますか、お伺いしたいことがございます。SCALEをお使いなんですけど、本日の御説明では特にそのものの説明はなかったんですけど、核データ、それがENDF/B-VIIというアメリカでかなり数年前から使われて、非常に精度な

んかもいいと言われているライブラリをお使いだと思っんですけども、今年の2月だったと思っんですけど、その後継であるENDF/B-VIIIが公開されてまして、この解析にちょっと間に合わなかったんだと思っんですけど、もしも御検討されているようでしたら、この新しいライブラリを使ったときにどの程度結果が変わるかというのは、もしわかりましたら教えていただきたいんですけど。

○関西電力（新村） 関西電力の新村と申します。

今おっしゃられたように、ENDF/B-VIIIというものが2018年2月にリリースをされておりますけども、こちら海外の公開文献のほうでB-VIIとB-VIIIに対して解析結果の比較というのがなされておまして、非常に両者、ライブラリの影響というところを比較すると非常に計算精度もよくて、解析結果に与える影響というのは非常に軽微であるということが一応確認されております。一応、ENDF/B-VIIを用いました今回の評価結果については、ベンチマーク解析を実施して、その不確定性を適切に考慮した上で不確かさを考慮しておりますので、解析結果には影響は小さいと考えております。

以上です。

○山本調査官 ありがとうございます。

ついでで恐縮なんですけど、ライブラリの話が出たので、日本ではJENDL4を使われていると思っんですけど、例えばJENDL4だとどうなるかというのは検討されていますでしょうかね。

○関西電力（小野岡） 関西電力の小野岡です。

今回のSCALEコードにつきましては、このENDFのほうパッケージといいますか、内蔵された形でセットになっておりますので、今回の評価においてJENDLのほうを使うという検討はちょっとしていないというのが現状でございます。

以上です。

○山本調査官 規制庁の山本です。

確かに、どのライブラリをつくられても、結局、最後ベンチマークで確認されるんで、多分それだけシフトするだけで結果には変わらないと認識しておりますので、御回答としては結構だと思います。

○山中委員 そのほか質問、コメント、ございますか。

○深堀上席審査官 規制庁、深堀です。

まずは35ページ、条件のほうから簡単な質問をさせていただきます。

まず、今回、2領域分割ということで、領域A、燃焼度ゼロということは、これは新燃料以下というか、燃えてないような燃料だと。次、燃焼度20と、こういう何か切りのいい数値で20というふうに切っているんですけども、この20というふうな設定の考え方ですね、なぜ20で切ったのか、簡単に説明いただけますか。

○関西電力（小野岡） 関西電力の小野岡です。

いろいろな設定の仕方というのはあると思うんですけど、いろんな数値を振らせて成立性を見るというのはあるんですけども、今回、34ページでちょっと見ていただきますと、先行でこの2領域管理というので、大飯の3・4号機のAエリアというのがございまして、直接は関係ないんですけども、運用上見ますと、やはり5万5,000燃料20で、4万8,000燃料15という制限で領域管理をしているということで、プラントも違いますので別の設定をしても特に問題はないんですけども、我々としては管理していく上でわかりやすさというのは、特にこういう領域管理というのは人間の管理というのが非常に重要になってきて、エラーを起こしますと場所の配置を間違えるということになってきますので、そういった意味で20の15というのを設定して一応検討してきたと。これで成立性がなければ別の値というのを見つけたんですけども、今回これで成立するということを確認できましたので、こういった値で設定させていただいております。

以上です。

○深堀上席審査官 規制庁、深堀です。

了解しました。

あと、二つぐらい質問したいんですけども、まず、2ページ目、今回、この手法は高浜1・2のみ適用する、そういう考え方なのか、それともほかにまだこういう手法を使って適用するようなプラントというのは考えておられるのか、というところを聞かせていただければと思います。

○関西電力（小野岡） 関西電力の小野岡です。

今回、高浜1・2号機はSFピットのほうがアングル型のステンレス鋼のラックということで、遮へい効果が非常に低いということで、こういった評価をさせていただいております。同様のアングルを使っている場合、アングル型のSFピットであれば、こういった評価をすることによって燃料の移動を減らすというような効果もございまして、そういった意味で使用可能かなと思ってまして、当社のプラントでありますと、今、大飯1・2号機の、今、廃炉になりましたけれども、そのピットであればアングル型になっております。

そのほかにも、先ほどちょっと御説明しました大飯3・4号機のAエリアのところも領域の制限というのがありますので、今直ちにそこを変える必要はないとは思ってるんですけども、必要に応じて、そういったところもよりこういった評価を適用して、運用ができるだけ安全性向上につながるようなものになるのであれば変更していきたいというふうには考えております。

以上です。

○深堀上席審査官 規制庁、深堀です。

了解しました。

最後なんですけども、今回、3ページで目的としましては、その燃料及び内挿物の取扱頻度を大幅に削減して安全性向上を図るということなんですけども、これをやることで、例えば装荷できる体数が増えるとか、貯蔵する年数が増加できるとか、そういう何かほかのメリットというのはありましたでしょうか。

○関西電力（小野岡） 関西電力の小野岡です。

基本的に、3領域管理をしても、2領域管理をしても、ピットの中におさまる燃料というのはある程度一緒になりますので、置き方、自由度というのがありますけれども、それほど差はないかなと思っておりまして、そこで運転の制約になるとか、そういったことはあまりないかなとは思っております。ただ一方で、先ほども申しましたように、取扱量という面では非常に制約が解除されるというふうには思っておりますので、安全性向上につながるものというふうには考えております。

以上です。

○深堀上席審査官 規制庁、深堀です。

ということは、これは貯蔵体数も増えないということは、これあと数年でいっぱいになるんじゃないかと思っているんですけども、あとは、これどれぐらいは余裕があるのかというのがわかれば教えていただけますか。

○関西電力（小野岡） 関西電力の小野岡です。

高浜1・2号機につきましては、こういった424ラックという制約はあるんですけども、高浜全体で見ますと、1号と2号ともに3・4号機とSFピットの共用化をしておりますので、そういった意味で高浜発電所全体で見ることになります。そういったときに、運転の状況であるとか、六ヶ所の再処理工場の状況等によって一概に何年というのはなかなか難しいんですけども、仮に搬出ができないという状況を想定しますと、高浜発電所では大体6

～7年ぐらいというような評価にはなりません。

以上です。

○深堀上席審査官 はい、わかりました。規制庁、深堀です。

となると、近々この貯蔵の仕方とか、いろんな改善というようなことを考えないといけない時期が来るので、御検討されているとは思いますが、近いうちにそういう改善のお話があれば早目に聞かせていただければと思います。よろしくお願いします。

○関西電力（小野岡） はい、了解しました。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。質問、コメント、ございますか。よろしいですか。

私、その水密度についてこの前コメントさせていただいたんですが、再度、説明資料、特に参考資料の3ですかね、私が持ってたイメージよりもうんと体積パーセントが実際は小さいと。その10倍ぐらいを保守的に密度として設定して今回評価していただいたということで、安全上問題はないのかなという理解をいたしました。

加えて、先ほどのコメントにもありましたけれども、安全性の向上という観点からも、照射燃料の移動回数がかかなり減るという意味での、いわゆる安全性向上というのも十分考えられるかなということで、この点についても記載のとおりで結構かなと思います。

いかがでしょう。そのほか、質問、コメント、ございますでしょうか。よろしいですか。

それでは、ここで一旦中断をしたいと思います。席がえをいたしますので、再開は2時40分ということにさせていただきたいと思います。

議題2、終了いたしたいと思います。どうもありがとうございました。

（休憩 関西電力退室 日本原子力発電入室）

○山中委員 それでは、再開いたします。

次の議題は、議題3、日本原子力発電株式会社東海第二発電所の設計基準への適合性についてです。

それでは、説明を始めてください。

○日本原子力発電（竹本） 日本原子力発電の竹本でございます。

御説明資料は、資料の3-1と3-2でございます。説明は資料の3-1で御説明させていただきます。

東海第二発電所外部からの衝撃による損傷の防止、地震・津波を除く外部事象に対する放水路ゲートの設計方針について御説明させていただきます。

2ページ目でございます。放水路ゲートの取扱いについてでございます。

まず最初に、6ページ目の別紙1で放水路ゲートの構造と機能を御説明いたします。6ページ目の図1で放水路ゲートの位置を緑色で示してございます。

図2では、放水路ゲートが放水路を閉止している状態を示してございます。

また、図3では、放水路ゲートが「扉体」「戸当り」「駆動装置等」で構成されていることを示してございます。通常時は、扉体は駆動装置により上側に巻き上げられておりまして、津波襲来時に駆動装置により扉体を降下させます。このように放水路ゲートは津波の流入を防ぐための「閉止機能」を有しております。

2ページ目にお戻りください。放水路ゲートは、津波防護施設であるとともに、駆動装置につきましては、安全施設として以下の理由から、「安全重要度分類」のクラス1(MS-1)に分類してございます。

敷地への遡上のおそれのある津波襲来前に遠隔閉止を確実に実施するために、動的機器であります駆動装置、これは重要安全施設(MS-1)として設計し、多重性又は多様性及び独立性を確保するということとございます。

これまで、外部事象に対しまして、津波防護施設の防護方針について示してございましたけれども、安全施設としての放水路ゲートの設計方針を示していなかったことから、今回御説明をさせていただきます。

津波防護施設の防護方針につきましては、7ページ目を御覧ください。7ページ目の別紙2は、第498回審査会合で御説明したものでございます。それぞれの外部事象に対しまして、津波の随伴に着目しまして、津波防護施設の機能維持につきまして、設計上のどのように取り扱うということを御説明したものでございます。

次に、3ページ目で、安全施設としての設計方針を御説明いたします。3ページ目にお戻りください。外部からの衝撃による損傷の防止に関する基本方針、安全施設の設計方針でございますけれども、先行プラントと同じく以下のとおりとさせていただきます。

安全施設は、想定される自然現象及び人為によるものに対しまして、安全機能を損なわない設計とする。安全機能が損なわれないことを確保する必要がある施設を、安全重要度分類のクラス1、クラス2、クラス3に属する構築物、系統及び機器とする。

その上で発電用原子炉を停止するため、また、停止状態を維持するために必要な異常発生防止、異常緩和、影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器並びに使用済燃料プールの冷却・給水機能を維持するために必要な異常発生防止、異常影響緩和の機能を有する

構築物、系統及び機器として安全重要度分類のクラス1、2、安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器を「外部事象防護対象施設」としまして、機械的強度を有すること等により、安全機能を損なわない設計といたします。

放水路ゲートの駆動装置につきましては、安全重要度分類のクラス1に分類されることから、外部事象防護対象施設に位置付けることといたします。

4ページ目でございます。外部事象に対する放水路ゲートの設計方針。放水路ゲートの駆動装置は、外部事象に対しまして、安全機能を損なわない設計といたします。

ただし、放水路ゲートの駆動装置は、津波の敷地への流入防止に特化したクラス1設備であることを踏まえまして、津波と外部事象との重畳の可能性を考慮しまして、設計方針を以下のとおりといたします。

まず、竜巻と火山につきましては、津波の発生原因と竜巻、火山影響の発生原因とは異なり、竜巻及び火山影響を起因としまして、津波が発生することはないということございまして、独立事象としての重畳の可能性を考慮しまして、安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、安全機能を損なわない設計とします。速やかな補修等は困難と判断された場合にはプラントを停止する手順等を整備し、的確に実施いたします。保修等の対応につきましては、後ほど御説明いたします。

航空機落下でございますけども、津波の発生原因と航空機落下は発生原因は異なり、航空機落下を起因として津波が発生することはないこと及び放水路ゲートは大量の放射性物質を蓄えておらず、原子炉の安全停止——炉心冷却も含みます、機能を有していないことから、航空機落下確率を算出する標的面積としては抽出しないことといたします。

風や凍結、降水、積雪、落雷、生物学的事象、森林火災、高潮につきましては、安全機能を損なわない設計といたします。

洪水、ダムの崩壊につきましては、立地的要因から考慮不要。

爆発・近隣工場の火災、電磁的障害につきましては、安全機能を損なわない設計といたします。

有毒ガスにつきましては、機械的構築物のため、影響は受けないと。

あと、船舶の衝突については、設置高さから影響を受けないと判断してございます。

補修等の対応につきましては、8ページ目の別紙3で御説明いたします。

別紙3、放水路ゲートの駆動装置の補修等の対応でございます。駆動装置は、駆動方式を多重化してございます。

図1の駆動装置概要図を御覧ください。まず一つ目としまして、①の電動機、②油圧押し上げ式ブレーキ、③減速機、④巻上げ装置によりまして、これら電動駆動方針をとってございます。電源は非常用電源といたします。

二つ目は、③減速機、④巻上げ装置、⑤電磁ブレーキ、⑥ファンブレーキによる自重降下方式でございます。電源はUPSでございます。

これらの駆動方式の電源が確保されない場合におきまして、図2に示しますとおり、電磁ブレーキを手動開放用ハンドルで開放することによりまして、放水路ゲートの閉止が可能となっております。

さらに、駆動装置による閉止操作が困難な場合は、ウインチ等によりまして、放水路ゲートの閉止が可能とすることにします。

また、駆動装置の損傷に対しましては、速やかに補修を行う運用といたします。

速やかな補修等が困難と判断された場合にはプラントを停止するというのを、手順を準備するということとございます。

5ページのまとめでございます。放水路ゲートの駆動装置につきまして、安全重要度分類のクラス1(MS-1)に分類していることを踏まえまして、外部事象防護対象施設として位置付けます。

放水路ゲートの駆動装置は、外部事象に対しまして、安全機能を損なわない設計といたします。

放水路ゲートの駆動装置は、津波の敷地への流入防止に特化したクラス1設備であることを踏まえまして、津波と外部事象との重畳の可能性を考慮して設計いたします。

竜巻、火山につきましては、安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、安全機能を損なわない設計といたします。速やかな補修等が困難と判断された場合にはプラントを停止する手順等を整備し、的確に実施することといたします。

御説明は以上です。

○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。

○宮本審査官 規制庁の宮本です。

確認ですが、竜巻と火山の場合の補修手順等、手順を定めていると思いますが、これについては後段の保安規定で明確に記載する方針であるかを回答ください。

○日本原子力発電（竹本） 日本原子力発電の竹本でございます。

補修等の対応につきましては、運用の手順として後段の保安規定のほうで定めてまいり

ます。

○宮本審査官 わかりました。

○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。

一応念のためなんですけど、今のお話ですけれども、これそもそも津波防護、津波の対策として補修が速やかにできなければ、何らかの対応はそもそもとられてないといけないんじゃないかと思うんですけれども、これは今回こういうことで定めることにしたんですが、それとも本来そうなるべきものが一応ここに念のために書いてあるのか、どちらでしょう。

○日本原子力発電（竹本） 日本原子力発電の竹本でございます。

以前も津波防護設備の防護の仕方については御説明させていただきましたけども、従来から、津波防護施設としては対応をとることを考えてございましたけども、今回、安全施設としての整理ということで改めて御説明をさせていただいたというものでございます。

○山口調査官 規制庁の山口です。

ちょっと確認ですけども、要はその498回でこの関係の説明が会合であって、ちょっと今日この御説明をいただくことになった背景をもう一度ちょっと説明してください。

○日本原子力発電（竹本） 日本原子力発電の竹本でございます。

以前は津波防護施設としての御説明をしてございました。今回、今、最終段階の補正の確認をしているところでございますけども、その中で改めて今現状の状態を確認したところ、津波防護施設としての御説明はしているということでございましたけども、安全施設としての御説明をしていないということがわかりましたので、ここで改めて御説明させていただいたということでございます。

○山口調査官 規制庁、山口です。

補正については、既に提出いただき、前回、補正のその修正ということも御説明ありまして、また今回、そもそも中身のある修正についての説明があるということなんですけど、日本原電の中で、こういった、何でしょう、ぼろぼろ漏れがあるようなことはなく、しっかり確認をした上で補正に臨んでいただきたいというふうに思います。

○日本原子力発電（竹本） 日本原子力発電の竹本でございます。

承知いたしました。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。よろしいでしょうか。

山口からもコメントございましたですけれども、最終補正に向けて、追加でということがないように確実にチェックをしていただいて、補正を提出いただくということでよろしくをお願いいたします。

そのほか、いかがですか。よろしいですか。

それでは、そのほかコメント、質問等ございませんので、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22日金曜日に地震・津波関係の会合、非公開を予定しております。

それでは、第589回審査会合を閉会いたします。