

# 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

## 第677回

平成31年2月7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677回 議事録

1. 日時

平成31年2月7日(木) 13:30～16:52

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

山田 知穂 原子力規制部長  
山形 浩史 緊急事態対策監  
田口 達也 安全規制管理官(実用炉審査担当)  
天野 直樹 安全管理調査官  
名倉 繁樹 安全管理調査官  
藤森 昭裕 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  
植木 孝 主任安全審査官  
加藤 竜馬 主任安全審査官  
堀口 和弘 主任安全審査官  
佐藤 雄一 安全審査官  
三浦 宣明 安全審査官  
小野 幹 安全審査専門職  
臼井 暁子 廃止措置専門官  
山浦 良久 技術参与

## 東北電力株式会社

加藤 功	常務執行役員			
小保内 秋芳	原子力本部	原子力部	部長	
阿部 正芳	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	
飯田 純	原子力本部	原子力部	課長	
秋葉 真司	原子力本部	原子力部	副長	
熊谷 信昭	原子力本部	原子力部		
山内 浩彰	原子力本部	原子力部		
嵯峨 圭晟	原子力本部	原子力部		
大宮 宏之	発電・販売カンパニー	土木建築部	部長	
尾形 芳博	発電・販売カンパニー	土木建築部	副部長	
大内 一男	発電・販売カンパニー	土木建築部	課長	
伊藤 悟郎	発電・販売カンパニー	土木建築部	課長	
土田 恭平	発電・販売カンパニー	土木建築部	主任	
堀見 慎吾	発電・販売カンパニー	土木建築部		
保坂 俊輔	発電・販売カンパニー	土木建築部		

## 関西電力株式会社

西谷 英樹	原子力事業本部	原子力発電部門	原子力運用管理担当部長	
上市 陽二	原子力事業本部	原子力発電部門	放射線管理グループ	リーダー
西野 正樹	原子力事業本部	原子力発電部門	放射線管理グループ	リーダー
秋宗 尚弥	原子力事業本部	原子力発電部門	放射線管理グループ	
松本 松太郎	原子力事業本部	原子力企画部門	総務グループ	マネージャー
大南 実	原子力事業本部	原子力企画部門	総務グループ	
藤井 康充	原子力事業本部	原子力安全部門	安全技術グループ	マネージャー
長江 尚史	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
野田 満靖	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

## 東京電力ホールディングス株式会社

山田 清文	福島第二原子力発電所	原子力安全センター	所長	
平 純一	本社	原子力運営管理部	放射線管理グループ	副長

田川 篤志 本社 原子力運営管理部 放射線管理グループ  
星川 茂則 本社 原子力運営管理部 保安管理グループマネージャー

#### 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号炉の設計基準への適合性について
- (3) 東京電力ホールディングス(株)福島第二原子力発電所の保安規定変更認可申請について
- (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(土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について)
- 資料1-1-2 女川原子力発電所2号炉 土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について(コメント回答)
- 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(4条:原子炉本体の基礎の復元力特性について)
- 資料1-2-2 女川原子力発電所2号炉 原子炉本体の基礎の復元力特性について(コメント回答)
- 資料1-2-3 女川原子力発電所2号炉 設計基準対象施設について
- 資料2-1 高浜1~4号炉 発電用原子炉設置変更許可申請について コメント回答(原子力災害制圧道路等整備)(廃樹脂処理装置他の共用)
- 資料2-2 高浜発電所1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉 原子力災害制圧道路等整備に伴う設置許可基準規則への適合性について
- 資料2-3 高浜発電所1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉 廃樹脂処理装置他の共用に伴う設置許可基準規則への適合性について
- 資料3-1 福島第二原子力発電所 空間放射性粒子濃度の測定場所変更に伴う保安規定の変更について

## 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677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号炉の設計基準への適合性について、議題3、東京電力ホールディングス株式会社福島第二原子力発電所の保安規定変更認可申請についてです。

それでは、議事に入ります。

最初の議題は、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です。

それでは、土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について、説明を始めてください。

○東北電力（保坂） 東北電力、保坂です。

土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化についてのコメント回答ということで本日御説明させていただきます。

前回の会合では、海水ポンプ室を代表に、許容限界について、既工認実績のある許容限界を中心に変更したことや、解析コードCOM3が終局状態まで再現可能であり、特に弱非線形領域において変形を精度よく評価可能であることなどを御説明いたしました。

それらに対し、海水ポンプ室以外の構造物についても、弱非線形領域におさまる見通しを示すことなどのコメントがありましたので、本日はそれらのコメントを含めた資料1-1-1に記載の指摘事項No. 10からNo. 17について、資料1-1-2を用いて回答させていただきます。

また、前回会合のコメントを踏まえ、資料1-1-2の資料構成を一部変更しておりますので、簡単にそちらを御説明させていただきます。

まず、資料1-1-2の1ページをお願いします。こちらが資料の目次でございますが、まず資料構成としまして、1章で三次元静的材料非線形解析を適用する目的を示し、2章で建設工認からの変更点、3章で評価手順を示しまして、4章で三次元静的材料非線形解析の適用に係る課題を抽出してございます。5章から8章で抽出した課題に対する検討概要を示すという資料構成になってございます。

こちらにつきましては、構成を変更しておりますが、内容自体はこれまでに御説明した内容と変わりませんので、本日は指摘事項に対応する部分について説明をさせていただきます。

ます。

それでは、指摘事項の回答に移ります。

まず、指摘事項No. 10、建設工認手法と今回工認手法との地震応答解析結果の差異について、差異が生じている理由を示した上で、地震応答解析結果の差異が構造物に与える影響を考察し、その内容を提示すること。こちらに対する回答です。

こちらについては、資料1-1-2の15ページをお願いします。

15ページには、前回の審査会合でもお示ししておりますが、二次元地震応答解析における建設工認手法と今回工認手法における地震時荷重の比較を示してございます。こちらの資料の中段に、比較結果と考察について一部追記してございます。

まず、今回工認手法では、周辺地盤の非線形性を考慮し、時刻歴で解析した結果、地盤のひずみレベルが大きくなり、海水ポンプ室に作用する土圧は今回工認手法のほうが全体的に大きくなってございます。

また、今回工認手法では、地盤と構造物間のジョイント要素により、剥離－再接触を考慮しているため、建設工認手法において解析上側壁を地盤が引っ張るような荷重は、剥離として考慮されてございます。

また、底面のジョイント要素の影響により、構造物が地盤から離れ、回転変形するような挙動が再現され、鉛直加速度に差異が生じてございます。

このように、土圧及び加速度のいずれについても、今回工認手法は建設工認手法と比較して地盤と構造物の相互作用が実現象に近い結果となっております。

今回工認手法と建設工認手法の差異が構造物に与える影響としましては、今回工認手法の土圧が大きいことから、土圧が直接作用する側壁等において、一部の要素が非線形領域となることが考えられます。また、回転変形により、底版のせん断力や右側側壁の軸力に影響が出ることが考えられます。

一部の要素が非線形化した結果、荷重の負担が部材間で配分され、断面力や床応答が実現象に近い応答となることが考えられます。

以上が比較結果及び考察でありまして、こちらが指摘事項No. 10に対する回答となります。

次に、指摘事項No. 11、解析モデル等の変更による設計体系全体に与える影響を整理して提示すること。こちらの回答に移ります。

32ページ、お願いします。

32、33ページに建設工認からの変更点と、変更することによる設定体系への影響の有無、また、こちら指摘事項No.12の既工認実績の有無を整理することの回答にもなっておりますが、既工認実績の有無と課題を整理して示してございます。

ここで、既工認実績というのは、先行プラントも含めた旧規制及び新規制下における工認実績のことを指してございます。

こちらに示すとおり、評価手順ごとに整理することにより、設計体系全体への影響や配慮すべき課題を網羅的に抽出してございます。こちらが指摘事項No.11に対する回答となります。

次に、指摘事項No.13に対する回答に移ります。

34ページをお願いします。

指摘事項No.13は、課題の検討概要について示されている内容の根拠等を明確にした上で整理して提示すること。こちらに対する回答になりますが、34から36ページに、先ほど抽出した課題と課題に対する検討の概要を整理して示してございます。

34ページには地震応答解析に係る課題、35ページには構造解析に係る課題、36ページには許容限界に係る課題及び安全係数に係る課題を記載してございます。

各課題の検討概要については、前回の審査会合までに説明した内容となっておりますので、ここでの説明は省略いたしますが、検討の概要について引用箇所の明記であったり、具体性の欠ける部分に注釈を追記するなど、記載を充実させてございます。

以上が指摘事項No.13に対する回答でございます。

次に、指摘事項No.14、三次元静的材料非線形解析の適用範囲を明確にするため、海水ポンプ室以外の土木構造物について、概ね弾性範囲内にとどまることの見通しを提示すること。こちらに対する回答に移ります。

52ページをお願いします。

52ページから55ページに、海水ポンプ室以外の構造物における非線形レベルを示すため、代表例として、層間変位が最大となる基準地震動に対する各構造物の鉄筋及びコンクリートひずみを示しております。

なお、ここに示す結果は暫定的な結果でありまして、今後、地震応答解析等の手法の変更により、工認段階で変更となる可能性がございます。

まず、52ページには、取水口の結果を示してございます。

コンクリートの主圧縮ひずみ及び鉄筋の引張ひずみは、こちらに示すとおり、概ね弾性

範囲として整理する許容値と比較して十分小さい値であり、弱非線形領域の範囲内となつてございます。

53ページをお願いします。

取水口においては、標準部と漸縮部で形状が異なるため、ねじれの影響が生じることが考えられますが、標準部と漸縮部の層間変位差が最大となる時刻においても、ひずみは許容値より十分小さい値となっており、ねじれの変形モードは厳しい時刻ではないことがこちらで確認できます。

54ページをお願いします。

54ページには、取水口周辺の地盤改良範囲を示してございます。取水口の周辺地盤は、地盤改良することにより変形を抑制する計画としております。

次、55ページをお願いします。

55ページには、軽油タンク室と復水貯蔵タンク基礎の結果を示してございます。

こちらについても、軽油タンク室、復水貯蔵タンク基礎、どちらもひずみは許容値と比較して十分小さい値となっておりまして、弱非線形領域の範囲内となつてございます。

以上が指摘事項No.14に対する回答でございます。

ここで一度説明を区切らせていただきます。

○山中委員 それでは、質疑に入ります。質問、コメントはございますか。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。今の指摘事項とは直接関係ないんですが、解析条件について2点ほど確認をさせていただきます。

まず、27ページを見ていただくと、ここに地震時の地盤の支持ばね、これの記載がありますが、今回の予備解析では、海水ポンプ室というのは底面に引張りが生じていないので特に考慮する必要はなかったと思うんですが、他の土木構造物を全て含めて、底面に引張りが生じている場合にはノンテンションばねで地盤ばねを扱うという理解でよろしいでしょうか。

○東北電力（大内） 東北電力の大内でございます。

今後、見ながらということになるとは思いますけれども、基本的には構造物としましては、縦の壁が壊れるというようなモードが厳しいというふうに思っていてまして、底面の相当接地率がなければ底面のせん断なんかは厳しくなるというようなことで、ノンテンションで結果、厳しくなるかなということはあるかと思えます。

実際の地震応答解析の状況などを見ながら、厳しくなるような構造解析手法が、仮にく



っつけておいたほうが厳しいなという条件であれば、そういうものを選択することもあり得るかなというふうに思っています。底面において非常に剥離量が多いというようなことであれば、そういうことも視野に、今後工認段階では子細に検討していく必要があるだろうというふうに考えてございます。

以上でございます。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。今のは、剥離をする場合にはそういう現象を捉える解析もするし、安全が保守側のためにくっつけた場合の解析も包絡するような検討をするという理解でよろしいですか。

○東北電力（大内） はい、そのとおりでございます。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

あともう一点確認させてください。

24ページですが、ここで二次元FEMの解析モデルが示されていますが、今、海水ポンプ室というのは3つのエリアに分けて等価線形でモデル化されていますよね。そのときに、このモデル上で、原子炉建屋なり防潮堤なりのモデル化というのは、奥行き方向に対する考え方をどのように考えてモデル化されているのでしょうか。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

海水ポンプ室をモデル化するとき、基本は、真ん中の部屋をモデル化したとしても、モデル化する奥行きあたりは全長が77m分の剛性に変換してモデル化しています。ですので、原子炉建屋と防潮堤につきましても同様に、同じ奥行きあたりの剛性を入れているというモデルになっております。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

要するに、奥行き方向もそろえるような形で、隣接建屋構造物もモデル化されているという理解でよろしいですか。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

おっしゃられるとおりです。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

今の話はわかったんですが、細かい解析条件等は今後工認時に確認をさせていただくということになると思うんですが、今の解析の、このモデルにおける仮定条件というのは取りまとめ資料等で整理をしておいていただけますでしょうか。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

了解いたしました。

○三浦審査官 はい、結構です。

○山中委員 そのほか、ございますか。いかがでしょう。じゃあ、よろしいでしょうか。

それでは、続いて説明をお願いいたします。

○東北電力（保坂） 東北電力、保坂です。

先ほど、前半で指摘事項No. 14まで行きましたので、指摘事項No. 15に対する回答から説明を再開させていただきます。

指摘事項No. 15、海水ポンプ室の要求機能を満たす部材状態及び周辺環境を想定した上で、保守性を考慮した許容限界の設定の考え方を提示すること。また、この許容限界を他の土木構造物に適用する場合の考え方を提示すること。

こちらに対する回答といたしまして、設定した許容限界とその設定プロセスについて改めて御説明させていただきます。

資料1-1-2の69ページをお願いします。

こちらには各要求機能に対する許容限界について一覧で示してございます。

土木構造物に求められる機能として、通水機能、支持機能、貯水機能、止水機能があり、それぞれの機能に対する許容限界を設定してございます。次ページ以降で詳細を御説明してまいります。

70ページをお願いします。

70ページには、通水機能に対する許容限界について示してございます。

通水機能は、部材が破壊し、通水断面を閉塞しないことにより満足されますので、終局状態に至らない部材状態を想定しております。部材状態に応じた許容限界として、面外変形に対する層間変形角100分の1、面内変形に対する層間変形角1000分の2、せん断破壊に対してはせん断耐力と設定しております。これらはいずれも既工認実績のある許容限界となっております。また、通水機能が要求される箱型構造物として、海水ポンプ室以外に取水口がありますが、取水口についても同様の部材状態を想定し、本許容限界を適用することとしてございます。

71ページをお願いします。

曲げ系の破壊に対する許容限界の層間変形角100分の1に至る状態は、かぶりコンクリートの剥落が発生する前の状態であることが、破壊実験及び数値シミュレーション等の結果により確認されております。これらの状態を限界値とすることで、構造物全体としての安

定性が確保できるとして設定されたものです。

次に、面内せん断に対する許容限界の層間変形角1000分の2については、JEAGにおいて耐震壁の終局時の変形として規定されている層間変形角1000分の4に安全率2を有するように設定してございます。

72ページをお願いします。

面外せん断に対する照査は、照査用せん断力がせん断耐力を下回ることにより確認することとしてございます。せん断耐力式には、複数の安全係数が見込まれていることから、せん断破壊に対して安全余裕を見込んだ評価となつてございます。

73ページをお願いします。

73ページには、支持機能に対する許容限界について示してございます。

支持機能は、Sクラス機器等を安全に支持できることが要求機能であり、部材が終局状態に至らないこと、またアンカ一定着部周辺において鉄筋が降伏しないことを目標性能としております。

部材状態に応じた許容限界として、曲げ系の破壊に対しては、コンクリートの圧縮強度に対応するひずみ $2,000\mu$ 、鉄筋の降伏強度に対応するひずみ $1,725\mu$ を設定しております。

本許容値を許容限界とした既工認実績はございませんが、本許容限界における状態は、既工認実績のある概ね弾性範囲等々の状態となつてございます。

また、面内せん断に対しては、層間変形角1000分の2、面外せん断に対しては、せん断耐力を許容限界としておりますが、これらはいずれも既工認実績のある許容限界となつております。

支持機能が要求される箱型構造物は、海水ポンプ室以外に軽油タンク室及び復水貯蔵タンク基礎がありますが、いずれも同様の部材状態を想定し、本許容限界を適用することとしてございます。

74ページをお願いします。

こちらにはコンクリートと鉄筋の応力-ひずみ曲線を示してございます。

許容限界は、コンクリートの圧縮強度に対応するひずみ $2,000\mu$ 、鉄筋の降伏に対応するひずみ $1,725\mu$ としており、既工認実績のある概ね弾性範囲と同等の状態となつてございます。

75ページをお願いします。

75ページには、貯水機能に対する許容限界について示しております。

貯水機能は、津波の引き波時に必要となる冷却用水を安全に貯留できることが要求機能となっております。海水ポンプ室の周辺環境を考慮しますと、構造物底面はMMRと、側面は透水性の小さい盛土と接しております。部材を貫通するようなひび割れが生じて、ひび割れからの漏えい量は少なく、貯水機能は満足されることを確認してございます。

しかし、盛土の止水性に全てを期待し、ひび割れに伴う漏水を許容した上で貯水機能を適切に評価することは困難でありますので、保守的に部材を貫通するようなひび割れが発生しない状態を想定し、許容限界を設定してございます。

曲げ破壊に対する許容限界は概ね弾性範囲、面外せん断に対してはせん断耐力、面内せん断に対してはJEAGに規定される第1折点以下とし、第1折点を超過する場合には漏水量評価をすることとしてございます。

貯水機能が要求される箱形構造物は、海水ポンプ室以外に取水口があり、取水口につきましても、海水ポンプ室と同じような周辺環境にございますが、同様の部材状態を想定し、本許容限界を適用することとしております。

76ページをお願いします。

貯水機能の許容限界については、こちらに示すとおり、「水道施設耐震工法指針・解説2009」と同じレベルの許容値となっております。

77ページをお願いします。

海水ポンプ室の周辺環境を考慮しますと、仮に部材を貫通するようなひび割れが発生したとしても、こちらに記載のとおり、漏水量は貯留量の1%未満であり、貯水機能に影響はないことをこちらで確認してございます。

78ページをお願いします。

面内せん断に対しては、層間変形角がJEAGに規定されるスケルトンカーブの第1折点以下であることを許容限界としておりますが、第1折点の評価式は、壁板の面内せん断実験における中央斜めひび割れ発生時の平均せん断応力度に対応するよう定められておりますので、せん断変形が第1折点以下である場合、水密性に影響のあるせん断ひび割れは生じないと考えられます。

79ページをお願いします。

79ページには、止水機能に対する許容限界について示してございます。止水機能は、部材からの漏水によりSクラスの機器、配管等の安全機能を損なうことがないように止水できることが要求機能であり、漏水が生じるような顕著なひび割れが発生しない状態を想定し

てございます。

部材状態に応じた許容限界として、許容値は貯水機能と同様の許容限界とし、その上で地震終了後の除荷時において顕著なひび割れが発生しないことを解析等により確認、または妥当な裕度を持たせることとしてございます。

以上が、指摘事項No.15に対する回答でございます。

次に、指摘事項No.16、安全係数のうち材料係数の設定について、設計基準強度の信頼性を整理した上で、限界状態設計法の安全係数の設定経緯及び根拠を踏まえて、妥当性及び適用性を提示すること。こちらの回答に移ります。

89ページをお願いします。

こちらには、コンクリートの材料係数の考え方について示してございます。

コンクリートの材料係数は既工認実績がある1.3を標準としておりますが、対象構造物が既設であることを鑑みて、コンクリート標準示方書等に記載される安全係数の主旨を確認の上、こちらに示しております表中の確認事項を全て満たす場合においては、材料強度の特性値を設計基準強度とし、材料係数を低減することとしてございます。

考慮すべき要因は、こちらに記載しておりますが、大きく4つございまして、1つ目は、材料強度の特性値からの望ましくない方向への変動でありまして、これに対する確認事項として、建設時の一軸圧縮試験における最低値が、材料強度の特性値である $20.5\text{N/mm}^2$ を上回ること。また、建設時の一軸圧縮試験結果の5%超過特性値が $20.5\text{N/mm}^2$ を上回ることを確認いたします。

2つ目は、供試体と構造物中との材料特性の差異。これに対する確認事項として、構造物構築後の一軸圧縮試験における最低値が $20.5\text{N/mm}^2$ を上回ることを確認いたします。

3つ目は、材料特性が限界状態に及ぼす影響で、これは主にせん断破壊に対する配慮でありまして、これに対する確認事項としまして、女川2号炉で定める設計基準強度 $20.5\text{N/mm}^2$ に低減した材料係数を考慮した $f'_{v.c.d}$ が $0.72\text{N/mm}^2$ を下回ることを確認いたします。

4つ目は、材料特性の経時変化でありまして、これに対する確認事項として、直近の一軸圧縮試験において試験値の最低値が $20.5\text{N/mm}^2$ を上回ることを確認いたします。

これらの確認事項を全て満たし、材料係数を低減する場合は、一軸圧縮試験結果から算定される5%超過特性値を既工認実績がある材料係数1.3で除した値が、設計基準強度を低減した材料係数で除した値を上回るように材料係数を1.0～1.3の間で低減することとして

ございます。

90ページをお願いします。

90ページには、例として、海水ポンプ室におけるコンクリートの材料係数の考え方を示してございます。海水ポンプ室の場合、建設時の一軸圧縮試験結果等から、こちらの表中の確認事項を全て満たすことを確認しておりまして、材料係数を低減することとしてございます。一軸圧縮試験結果から算定される5%超過特性値が $23.4\text{N/mm}^2$ であり、材料係数が1.2であれば、5%超過特性値を既工認実績がある材料係数1.3で除した値が、設計基準強度を材料係数1.2で除した値を上回ることから、コンクリートの材料係数を1.2とすることとしてございます。

以上が指摘事項No. 16に対する回答でございます。

次に、指摘事項No. 17、支持機能に関する実験結果について、実験の目的、条件及び結果に対する女川2号炉への適用性を提示すること。こちらの回答に移ります。

資料の100ページ、お願いします。こちらには、最新の知見として、部材を曲げ降伏させた状態でアンカーの耐力を評価する実験を行っている事例を示しております。

実験の概要及び結果につきましては、前回の会合で説明してございますので、ここでの説明は省略させていただきますが、こちらに実験の女川2号炉への適用性について追記してございます。

まず、実験に用いる試験体は、アンカーを定着させた鉄筋コンクリート部材であり、アンカーは主筋よりも深い位置で定着しており、女川2号炉のアンカーと主筋の位置関係と同様となっております。

また、実験の条件といたしまして、鉄筋コンクリート部材が曲げ降伏に達するまで曲げひび割れを与えているのに対して、女川2号炉では鉄筋が降伏しないことを許容限界としており、実験よりも部材が健全な状態を想定してございます。

また、実験の結果としまして、アンカー降伏が先行する破壊モードとなっているのに対し、女川2号炉におけるアンカー設計は、基本的にアンカー降伏が先行するように設計されていることから、破壊モードが整合してございます。

以上より、本実験は女川2号炉への適用性が高いと考えてございます。

以上が指摘事項No. No. 17に対する回答でございます。

以上で説明を終わります。

○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。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

今ちょっと御説明にはなかったんですけども、資料の93ページのほうで確認させていただきます。

93ページはまとめということで、今御説明いただいた内容も含めて、この資料のまとめとしてまとめてられると思うんですけども、この中の上から3つ目のぼつ、既工認実績のない三次元静的云々というところで、ここの項目では構造解析に係る課題として以下の5つについて検討し、適切に応答を評価できることを確認したというふうになっております。その下に具体的な5項目として上げられているんですけども、この中の2つ目の項目、三次元静的材料非線形解析を適用する構造物の非線形レベルは、概ね弾性範囲におさまる状態で適用するについてなんですけれども、これについては、その検討した内容としては、非線形レベルが概ね弾性範囲におさまる状態であったということを検討していて、その結果としてこの概ね弾性範囲におさまる状態で適用することとしたという方針を定めたという、そういう理解でよろしいですか。

○東北電力（保坂） 東北電力、保坂です。

おっしゃられるとおりで大丈夫です。はい。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。ここを確認した意図は、検討した内容がここに書いてあるのかなというふうに思ったので、検討した内容はあくまでおさまる状態であったというところかと思いますので、これは今回の設計方針として提示されているということで理解させていただきます。

もう一つ、これに関連して、前半のほうで御説明がありました、同じ資料の52ページのところで確認したいんですけども、52ページで、上の四角囲いの下にぼつが3つありまして、3つ目のぼつの項目で、先ほど御説明の中でもちょっと触れられておりましたけれども、この非線形レベルの見通しについては暫定的な結果であって、今後工認段階で変更となる可能性がありますということでお示しいただいていますけれども、仮にその工認段階で、今この弱非線形領域におさまっているということなんですけれども、工認段階の検討の結果、もう少し非線形領域に入る可能性があるような場合ですね。

要は、今考えているような適用の範囲というところを少し超えるようなものになった場合というのはどのように対応する方針でしょうか。

○東北電力（大内） 東北電力の大内でございます。

基本的には我々がこの場で妥当性を御説明申し上げた範囲で使いたいというふうに思っ

ていまして、必要に応じて改造することを考えていますが、万一その多少レベルが出るといふことであれば、解析コードの妥当性から始まって、その設計クライテリアが適切であるかというようなことが言える範囲であれば使うことはあり得ますけれども、現状は改造等で十分おさまる見通しであるので、そのような形を主に考えたいなというふうに思っています。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。承知いたしました。基本は、その改造なり、要は設計の対応としてもう少しできるところまでは、もし非線形領域というところでももう少し抑えるということであれば、その対応をします。それでも難しい場合には、その応答のレベルに応じてその解析手法の妥当性なりも説明することは最後の手段としてはあり得ると。そういう理解でよろしいですか。

○東北電力（大内） 東北電力の大内でございます。

そのとおりでございます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。承知いたしました。先ほどの93ページのところの確認もそうなんですけれども、今の点についても、今の段階での方針ということであると思うんですけれども、取りまとめ資料を作成する際に、そのあたりも対応方針として、現状こういうことを考えていますというのがわかるように今後提示いただければと思います。

以上でございます。

○山中委員 そのほかはいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

それではここで席がえを行いますので、一旦中断をして、約5分後、2時15分再開したいと思います。

（休憩）

○山中委員 それでは再開いたします。

次に、原子炉本体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。

本日、資料を3つ用意してございます。

まず、資料1-2-1として前回審査会合で指摘を受けた事項に対する回答の一覧表、それから1-2-2としまして指摘事項に対する回答資料、1-2-3として設計基準対象施設についての資料のうち、4条、地震による損傷の防止の別紙6、原子炉本体の基礎の復元力特定について抜粋したものを御用意しております。

本日は、資料1-2-2を用いて説明いたします。



前回の会合は昨年の6月28日となっております、会合から時間があいておりますので、指摘を受けた部分に関連する部分を中心に概要を説明して、その後で指摘事項に対する回答という流れで進めさせていただきます。

資料1-2-2の17ページ目をお開きください。

原子炉本体の基礎、RPVペデスタルは、下の図の赤で囲んだ部分のことですが、既工認においては、剛性を一定とした線形解析をしておりました。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、ペデスタルの地震応答が線形領域を超えるため、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。この考え方につきましては、先行の柏崎刈羽6、7号炉にて審査における実績がある手法であることから、柏崎と女川のRPVペデスタルの構造、つまりABWRとBWR5の構造の比較をして女川2号炉への適用性を説明しております。

18ページ目をお開きください。

RPVペデスタルの構造図として、左に縦断面、右に水平断面を示しております。RPVペデスタルは、原子炉圧力容器、原子炉しゃへい壁を支持する円筒状の構造物です。右の断面に示しますように、内筒鋼板、外筒鋼板、それらを一体化するための縦リブ鋼板などの鋼材で構成されており、内部にはコンクリートを充填した構造となっております。ペデスタルの下部につきましては、アンカボルトで原子炉建屋基礎版に固定されており、さらに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。

20ページ目をお開きください。

女川2号炉への適用性の確認に当たりまして、先行機との構造の差異を確認しております。左側にABWRである柏崎6、7号炉、右側にBWR5である女川2号炉の構造を示しております。

特徴的な部分について、青い四角で囲んでおりまして、青い四角に対応する女川の構造を図中に示しております。

柏崎刈羽6、7号炉の連通孔、ベント管、そして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・アクセストンネルについては、部分的な断面欠損があるという観点で、女川2号炉のCRD開口・CRD搬出入口と類似した構造となっております。水平鋼板と打設孔については、上下のコンクリートが部分的に連続しているという観点で女川の水平リブ、ベースプレートにつきましては、上下のコンクリートが分断されているという観点で女川の水平鋼板と類似した構造となっております。

一方で、右側に示しておりますように、女川2号炉のRPVペデスタルの下部は、コンクリート中に埋没されているという点が異なります。この部分の地震応答解析モデルでの扱いについて、29ページの図で御説明いたします。

29ページ目をお開きください。

RPVペデスタルは、左の図の中で青い丸で示した5つの質点でモデル化しております。その左に、高さ方向の座標としてO.P.を記載しておりますけども、O.P.1,150よりも下、コンクリートに埋まっている部分については、原子炉建屋の基礎版と一体として扱い、ペデスタルのモデルとしてはO.P.1,150より上の部分をモデル化しております。この扱いについては、ペデスタルそのものの剛性に対して周辺コンクリートの剛性が高いということ、それからペデスタルから負荷される曲げモーメントやせん断力に対して、周辺コンクリートやスタッドが健全であることを確認しておりましたが、前回の会合におきまして、そこについて解析による検証をしてはどうかという御指摘いただいておりますので、後ほど解析結果を御説明いたします。

続いて、35ページ目をお開きください。

今回工認で用いる復元力特性の評価式の妥当性を確認するために、RPVペデスタルを模擬した加力試験の結果との比較を行っております。この試験については、ABWRの水平荷重に対する終局状態での荷重－変形特性を確認するために電力共通研究として実施したものでありまして、その試験体は、実機の構造特徴を縮小模擬したものとなっております。

37ページ目をお開きください。

妥当性の確認結果といたしまして、水平力と水平変形の関係を示しております。今回工認の検討範囲としているのは、左の図の中で黒い点線よりも左側の部分、この範囲におきましては、赤い線で示した評価式による荷重変形特性と、黒い線で示した試験結果、これがよく一致しております。そのことからRPVペデスタルの構造特徴を踏まえた復元力特性の評価式は妥当であると言えます。

ここで右側に全体変形を曲げ変形とせん断変形に分離したものを示しておりますが、前回の会合の中で、せん断の第1折点付近で赤い線と黒い線で差異があるということについて、その理由とこの影響について考察をするように御指摘をいただいておりますので、こちらについても後ほど御説明いたします。

続いて、42ページ目をお開きください。

今後の追加検討事項として、建屋の初期剛性低下を踏まえた検討、それから重大事故時

の環境条件を踏まえた検討ということを説明しておりました。この検討条件について、評価方針を審査会合の中でお示しすることとしておりましたが、評価の方針だけでなく、構造の成立性の見通しについても設置許可段階で示すように御指摘いただいておりますので、こちらについても御説明させていただきます。

以上が前回の指摘事項の概要となります。

引き続きコメント回答をさせていただきますので、ページ戻りまして、2ページ目をお開きください。

1つ目の指摘事項としまして、RPV(原子炉圧力容器)ペDESTALの下部と原子炉圧力容器底部のコンクリートの一体化について、FEM解析等により妥当性を提示することと指摘をいただいております。

こちらに対する回答といたしましては、地震応答解析モデルとしてペDESTALの下部を原子炉圧力容器底部のコンクリートと一体として扱っておりますが、この妥当性について、ペDESTALから負荷されるせん断荷重に対するペDESTAL下部の周辺コンクリートの健全性、それからペDESTALから負荷される曲げモーメントに対する下部のスタッドの健全性を評価しております。基準地震動に対してそれぞれ発生荷重が許容荷重を十分に満足していることを確認しております。

今回は、さらにその妥当性を検証するために、3D-FEMモデルを用いた静的弾性解析を実施しております。この解析の結果から、ペDESTALの下部は、ペDESTALの上部と比較すると地震時の変位が小さく、また、RPVペDESTALと周辺コンクリートの接続部に発生する主応力が設計基準強度に対して十分に余裕があるということから、ペDESTALの下部と圧力容器底部のコンクリートを一体として扱うことは妥当であると言えます。

具体的な解析方法と解析結果について、次のページ以降で説明いたします。

3ページ目をお開きください。

ここでは、解析に用いる解析モデルについて御説明いたします。

下部がコンクリートに埋まった円筒形状の構造物がどのような挙動を示すかということを確認するために、左の図に示している範囲をモデル化して解析を行っております。なお、説明に当たりましては、O. P. 1, 150よりも上の部分をRPVペDESTAL上部、O. P. 1, 150よりも下の、コンクリートに埋まっている部分をRPVペDESTAL下部と呼ばさせていただきます。

右の表に示しますように、外筒鋼板、内筒鋼板、縦リブ、フランジプレート、アンカボルト、シアプレート、これらの金属材料をシェル要素で、充填コンクリート、周辺コンク

リート、原子炉建屋基礎版などのコンクリートをソリッド要素でモデル化しております。

境界条件としましては、原子炉建屋基礎版下部と周辺については固定条件、外筒鋼板外側及び内筒鋼板内側と周辺コンクリートの摩擦係数は0として、上下方向に拘束しないものとしています。これは、コンクリートに埋まっているアンカボルトに発生する応力が高く算出されるようにするための設定でございます。

また、その他の設定としまして、外筒鋼板と内筒鋼板、それぞれの内外にアンカボルトが設置されておるのですが、その断面積と本数を考慮して等価な円筒としてモデル化しております。

このモデルに対して、基準地震動 $S_s$ によるO.P. 1, 150への発生荷重を入力して解析を実施いたします。

4ページ目をお開きください。

こちらに、解析に用いたモデル図を示しております。左側が金属材料を表すシェル要素、右側がコンクリート材料を表すソリッド要素のモデルとなっております。今回は見やすいようにシェル要素とソリッド要素をそれぞれ示しておりますけれども、実際にはこの2つを重ね合わせた形のモデルで解析を行っております。

5ページ目をお開きください。

解析結果として、まずは変形と変位についてお示しいたします。

左に示します変形図、こちらを見ますと、RPVペDESTAL下部の変形が周辺コンクリートの拘束効果によって極めて小さく抑えられ、RPVペDESTAL上部が変形しているということがわかります。また、右に示しております変位コンター図から、変形量がRPVペDESTAL頂部、O.P. 7, 040のレベルで約4mmとなっているのに対して、周辺コンクリートの上端位置、O.P. 1, 150においては1mm以下であって、ペDESTAL下部の変形量が非常に小さくなっていることがわかります。

なお、今回スタッドについてはモデル化しておりませんが、RPVペDESTAL下部のスタッドと周辺コンクリートの定着を考慮した場合には、さらにRPVペDESTAL下部の変位は小さくなるものと考えられます。

続いて、6ページ目をお開きください。

このFEM解析結果の妥当性を確認するために、今回工認で用いるスケルトンカーブの評価式をもとに算出した変位と解析結果による変位を比較しております。

解析におきましては、スタッドをモデル化していないことから、上下方向が拘束されて

おりません。そのため周辺コンクリート上端位置、O.P. 1, 150におきまして鉛直方向の変位が生じ、全体が回転することによってペDESTALの頂部に水平変位が生じております。これを下の左の図の赤い線で示しております。赤い線が回転による影響を考慮した場合、黒い線が回転による影響がない場合となっております。回転による影響を差し引いた変位は1.32mmとなりまして、評価式から算出した変形量、南北方向で1.56mm、東西方向で1.54mmと概ね整合していることから、この解析結果は妥当であると考えております。

なお、解析による変位のほうがわずかに小さく、ペDESTALがかたい結果になっているのは、モデル化の際に開口部による断面欠損を考慮していないためと考えられます。

続いて、7ページ目をお開きください。

円筒鋼板とコンクリートの主応力についてお示しいたします。

引っ張り側の応力を正とするために、マイナスの値が圧縮応力となります。ペDESTALと周辺コンクリートの接続部に発生する主応力は、最大で約6N/mm<sup>2</sup>となっております、コンクリートの設計基準強度32.3N/mm<sup>2</sup>に対して十分に余裕があり、その負荷範囲も限定であることがわかります。

また、こちらにつきましても、ペDESTAL下部のスタッドと周辺コンクリートの定着を考慮した場合には、スタッドが荷重を負担することから、さらにコンクリートに作用する荷重は小さくなるものと考えられます。

続いて、8ページ目です。

アンカボルトの荷重としまして、左に示しておりますように、内側のアンカボルトの等価円筒、赤い線と、外側のアンカボルトの等価円筒、青い線、こちらを展開図の形にしてせん断荷重と引張荷重のコンター図を示しております。せん断荷重、引張荷重ともに許容荷重に対して小さく、それぞれの荷重によって発生するアンカボルトのせん断応力は、許容値396MPaに対して4MPa、引張応力については、許容値686MPaに対して6MPaと小さく、RPVペDESTALから伝達する荷重は、周辺コンクリートに分散していることがわかります。

以上の結果から、ペDESTAL下部と底部のコンクリートを一体として扱うことは妥当であると言えます。

続いて、9ページ目をお開きください。

指摘事項の2つ目、3つ目として、復元力特性評価式による荷重－変位特性と既往の加力試験結果のせん断変形の比較について、第1折点で差異が生じた理由を提示すること。もう一点として、せん断変形のスケルトンカーブの直線近似の影響検討について、振動特性

を踏まえ提示することとなっております。

こちらに対する回答といたしまして、既往の加力試験で得られた水平力と加力スタブの全体の水平変形の関係について、黒い線で示した試験結果に基づく荷重－変位特性と、赤い線で示した評価式による荷重－変位特性はよく一致しております。全体の水平変形は、曲げとせん断による変形の合成であるため、せん断変形を考える場合には、全体変形と曲げ変形の関係から算出しております。

次に、10ページ目をお開きください。

曲げ変形とせん断変形の算出方法について御説明いたします。

加力試験において、曲げ変形とせん断変形それぞれを直接計測することは難しいため、試験体の頂部に取りつけた水平変位計によって全体の変形 $\delta$ を計測いたします。

次に、試験体の側面に取りつけた鉛直変位計によって計測した変位を用いて、下の左に示す式から、曲率 $\phi_i$ を算出いたします。その $\phi_i$ を用いまして、真ん中の式で曲げ変形 $\delta_B$ を算出いたします。

さらに右の式によって、全体変形 $\delta$ から曲げ変形 $\delta_B$ を引くことによってせん断変形 $\delta_s$ を算出していますが、図中の記号を3色で囲んでおりまして、赤で囲んだものは変位計による実測値、青で囲んだものが各部の寸法、これは不変の値となっております。そして緑で囲んだものが計算値となっております。

そのため、右の式におきまして、せん断による変形量を出す場合には、計測値から計算値を引いております。そのため、曲げ変形 $\delta_B$ が小さく算出された場合には、せん断変形 $\delta_s$ が大きく算出されることとなります。

11ページ目をお開きください。

先ほどの式を用いまして、試験結果、黒い線をせん断変形と曲げ変形に分離すると、下のような図になります。試験結果に基づくせん断変形の荷重－変位特性は、評価式による荷重－変位特性とせん断の第1折点付近で差異が生じておりますが、曲げ変形の算出に用いる曲率 $\phi$ については、計測した鉛直変位から求めております。

この鉛直変位には、せん断による影響が含まれているんですけども、それを曲げのみによるものと仮定していることから、曲率が本来よりも小さく算出され、その結果として曲げ変形が小さく、せん断変形が大きく出ているものと考えられます。

一方で、全体変形としては黒い線と赤い線がよく一致していることから、せん断変形に対する第1折点付近の差異の影響は少ないものと考えております。

続いて、12ページ目で、もう一つの指摘事項に対する回答です。

今後の追加検討について、評価方針だけでなく、構造成立性の見通しについても提示すること。

こちらにつきましては、女川2号炉のRPVペデスタルの評価における今後の追加検討事項として、先ほどもお示ししたように、原子炉建屋の初期剛性低下を踏まえた評価方針、それから、重大事故時の環境条件を踏まえた評価方針について御提示することとしております。

1つ目の、原子炉建屋の初期剛性低下を踏まえた評価方針についてですが、女川2号炉の原子炉建屋については、乾燥収縮及び地震の影響に伴うひびによって初期剛性低下が確認されておりまして、オペフロ下部の剛性低下は0.75倍から0.8倍となっております。

RPVペデスタルについては、コンクリートが鋼板で覆われているために乾燥収縮の影響は小さいと考えておりますが、念のためRPVペデスタルについても、建屋側と同様に剛性低下を考慮した評価を行います。

2つ目の重大事故時の環境条件を踏まえた評価方針ですが、重大事故時の原子炉格納容器内の環境条件は、格納容器の限界温度200℃以下に制御されますが、コンクリート温度が100℃を超えるような高温環境になった場合、コンクリート中の水分が逸散することによって剛性低下が考えられます。

ペデスタルはコンクリートが鋼板で覆われておりますので、水分逸散の影響は小さいと考えられますが、念のため温度上昇に伴う剛性低下についても考慮した評価を行うことといたします。

13ページ目をお開きください。

この評価方針を踏まえた構造成立性に関わる概略検討としまして、RPVペデスタルのコンクリートの剛性を0.7倍及び0.43倍に低下させた場合の基準地震動 $S_s$ に対する各部位の地震応答を確認いたしました。0.7倍、0.43倍という数値につきましては、高温環境でのコンクリート剛性として、格納容器限界温度200℃における耐火性ガイドブックを参考にした0.7倍、Eurocodeを参考にした0.43倍というものとなっております。建屋の初期剛性低下につきましては0.75倍から0.8倍となっておりますので、概略検討としましては、より剛性が低くなる高温環境の影響を確認いたします。

評価に用いたスケルトンカーブと、その第1折点付近を拡大したものを右側に示しております。検討の結果については、次のページで御説明いたします。

表の形式で示しておりますけども、原子炉格納容器、原子炉圧力容器、原子炉しゃへい壁、RPVペデスタルについて、曲げモーメントとせん断力を剛性1倍、剛性0.7倍、剛性0.43倍の場合について整理したものとなっております。

それから、PCVスタビライザ、RPVスタビライザ、シヤラグにつきまして、評価用ばね反力を同様に整理しております。右側に剛性1倍に対する比率として、剛性0.7倍の場合と剛性0.43倍の場合についてお示ししております。剛性0.7倍、それから剛性0.43倍の結果を剛性1倍の結果と比較しますと、RPVスタビライザ、表の下から2番目ですね。こちらのばね反力で最大2割程度の増加が見られますが、こちらは構造成立性に影響を及ぼすようなものではないこと、ほかの部位の応答につきましても、成立性について影響を及ぼすようなものではないことから、今後工認段階にて詳細な評価を実施することとしております。

指摘事項に対する回答としては以上となります。

○山中委員 以上で説明終了でございますか。

それでは、質疑に移りたいと思います。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

今、御説明のありました重大事故時の検討について確認させてください。

12ページの②以降が重大事故時の検討結果ですけれども、まず確認させていただきたいんですけれども、この検討の条件としては、RPVペデスタルの剛性が低下、剛性のみを低下させた条件で実施したということよろしいでしょうか。

○東北電力（山内） 東北電力の山内です。

RPVペデスタルのコンクリート剛性のみを低下させて、建屋のほうについては低下させておりません。

○植木主任審査官 わかりました。

それで、SA時はペデスタルの剛性が高温で下がるということに加えて、圧力容器の中の燃料集合体とか炉心支持板とか、それから水位とか、あと格納容器の中の水位とか、その辺も変わってきて、解析モデル上は質点の重量が変わると思うんですけれども、これを考慮した検討というのはやられていますでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今の御質問に対してお答えいたします。

RPV内部の状況変化を踏まえた検討をされているかということですが、こちらに関



わる説明につきましては、工認段階で詳細説明させていただきたいと思っておりますけども、我々の事前の検討としましては、実際にSA状態を加味した、格納容器の状態を加味しても、構造成立性に影響を与えるような応答ではないというのは確認しております。以上でございます。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

それでは、今、回答されたことを工認時にどのような条件で検討するかとか、成立性が見通しがあるかどうかということについて、まとめ資料のほうに記載していただけますでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

了解いたしました。

○植木主任審査官 私からは以上です。

○山中委員 関連して、少し質問したい点があるんですけども。

13ページで、剛性低下についてデータをお示しされているんですが、耐火性ハンドブック、これで0.7倍。それから、Eurocodeと呼ばれるデータベースで0.43倍ということで、過去の審査の中で耐火性ハンドブックですかね、ガイドブック、ハンドブック、これで0.7倍というのは、これ私も見たことがあるような気がするんですが、かなりばらつきがあって、一番下の値が0.7ぐらいかなと思うんですが、いかがでしょう。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今回、剛性低下に関わる影響ということで、文献等を確認いたしまして、耐火ガイドを見ております。それを見ますと、一番下がったところで、今おっしゃるとおり、0.7倍くらいでした。あとは海外のコードとしましてEurocodeというのもありましたけども、これも0.43倍ということで、結構剛性的には落ちるかなと。

それに対して、14ページのところで構造成立性の観点からどうかと。応答の荷重がどれくらい変動するかというふうのまで見させていただきましたけども、その結果を見ますと、先ほども御説明させていただいたとおり、構造成立性に影響を与えるまでないだろうというところまで確認しております。以上でございます。

○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。

今のページ、13ページなんですが、復元力特性について確認をさせてください。

まとめ資料にも記載されているんですが、まず、第1折点を求めるときにコンクリート

の剛性低下は考慮している。第2折点は変えていない。この全体のスケルトンは曲線近似によるかさ上げは考慮されている。そういう理解でよろしいですか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田でございます。

今の御質問に対して、お答えいたします。

今回は剛性低下に係る構造成立性の概略検討ということですので、スケルトンカーブにつきましては、曲線近似はしておりませんで、13ページに示しているようなスケルトンカーブで評価をしてございます。

曲線近似につきましては、工認段階でそういうような設定をして説明していこうというふうに考えてございます。以上でございます。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

曲線近似といっても、その曲線分を見込んでスケルトンをかさ上げするっていうことですよね。

○東北電力（飯田） 東北電力でございます。

そのとおりでございます。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

もう一点確認をさせていただきます。

これは、今、第2折点を変えていませんよね。厳密にいうと、ファイバーモデルで解析をしてきて、鉄骨が降伏するひずみレベルを抑えてきているんで、コンクリートの $\sigma$ 、 $\epsilon$ 関係が熱によって変わってくれば、本来ならばこの第2ポイントのMが変わってくるということという理解でいいですか。

○東北電力（尾形） 東北電力の尾形です。

おっしゃるとおり、第2折点も変わるというふうに考えられると思います。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

若干の変わり、変化しかないんで、今回の概略検討にはその影響ないんで、第2ポイント変えなかったという判断でよろしいですね。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田でございます。

実質、曲げとせん断の応答状況を見ますと、第2折点にかなり接近しているようなところまで応答するものではない状況でございますので、今の御質問のあった理解で評価を実施しております。

以上です。

○三浦審査官 工認時にはまたその辺のところを細かくチェックさせていただくということになると思います。

以上です。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○山浦技術参与 規制庁の山浦です。

スライドの31ページなんですけども、確認させていただきたいんですが、剛性に関する追加検討の要否という表で、CRD開口とCRD搬出入口に関しては、SC規定の開口の取り扱いに関する規定に準じることで追加の検討は不要というふうに書かれているんですが、これは具体的にどういうことなのか、説明をお願いします。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田でございます。

今の御質問についてですけども、CRD開口部ですとかCRD開口の、開口につきましては、剛性を求めるときにそこは欠損部として剛性算定には入れないと。そういうことでございます。

○山浦技術参与 基本的に、SC規定に準じて行うということなんですけども、剛性の評価に関してはそういうことというふうに理解いたしました。実際の構造評価に関しても、SC規定に準じてきちんと行うということに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。

今の御質問についてですけども、SC規定に準じて評価をするのかということでございますけども、SC規定自体はまだ技術評価が済んでございませんので、我々としては、RC基準と、あと文献を踏まえて、その文献というのがSC規定のもとになったものなんですけども、それを踏まえて、今回ペDESTALの復元力特性をどのように評価するかというのを検討して、考え方を今回お示ししたものです。ですので、結論から言うと、SC規定と考え方は同じになります。

以上でございます。

○山浦技術参与 了解いたしました。

構造の詳細につきましては、その付近のところを工認段階でよく見させてほしいというふうに思います。

以上です。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

了解いたしました。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

剛性低下の影響に関して、私のほうからも一点確認したいと思います。

資料でいいますと、1-2-2の13ページのところになりますけれども、こちらの資料を見ますと、上の文章の2つ目の矢羽根のところ、高温環境におけるコンクリートの剛性低下と、あと、その建屋の初期剛性と言われる乾燥ひび割れとか、そういう影響のことが若干書かれていますけれども、これは建屋がというか、そのコンクリートの乾燥ひび割れとか、そういう初期剛性を考慮して、その上でさらに重大事故時は高温になるということで、その両方のその、初期のひび割れがあって、かつ、高温環境下での剛性低下、そういうことも考慮してやっているという、そういう理解でよろしいのでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田でございます。

今の御質問は、建屋に関して乾燥収縮、地震性によるひびが今回見つかりまして、剛性低下という形でわかっているわけですが、その上で、今後SA状態になったときに、水分が逸散することによってさらに剛性低下するという観点でございます。

今回我々が評価しているのは、建屋につきましては、現時点でわかっている剛性低下を加味した上で、さらに今回、耐火ガイドですとかEurocodeに基づいて剛性低下をさらに下げた検討結果としてお示ししてございます。

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。

今の回答でわからなかったのは、まず、その建屋とRPVペDESTALとあって、今、私が先に説明したのは、RPVペDESTALの剛性低下として、ここの13ページで、その高温の環境下によるその低下を考慮した概略検討がされているのかなというふうに考えたんですけれども。

そうした場合に、RPVペDESTALの剛性低下として、中にその充填コンクリートがあるので、そのコンクリートがひび割れているとか、そういう初期低下というんですかね。そういうのは加味されていますかって、そういう質問だったんですけど、いかがでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

質問の理解がずれておりました。

今回の評価ですけれども、RPVペDESTALは、先ほど御説明させていただいたとおり、鋼板の中にコンクリートが充填されておりますので、乾燥収縮につきましては起きないとい

うようなのが文献等でございますので、まずペDESTALの剛性低下については設計基準で考えております。その上でSA状態を考慮したということで剛性を落としていると。そういうことでございます。

以上です。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

今のやりとりに関連しての質問なんですけれども、12ページで、①として乾燥収縮による剛性低下、それから、②として重大事故時の高温による剛性低下、この2つがあって、それぞれ2つ目の矢羽根で、鋼板に覆われているので影響は小さいと、剛性は落ちないということなんですけれども、これに関して、それぞれ文献があると思うので、まとめ資料のほうに、その文献をどこから持ってきたとか、その内容とかをつけていただきたいんですが、いかがでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。承知いたしました。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

それと、もう一つ確認なんですけれども、このコンクリートが鋼板で覆われているということに関して、例えば開口部などで鋼板で覆われていないところっていうのは全くない、全て鋼板に覆われているということによろしいでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

我々の理解としましては、全て鋼板で覆われているというふうな認識、ございますけれども、再度確認させていただきたいと思います。

それで、我々の今回の検討としましては、十分コンクリート鋼板で覆われているんですけども、完璧ということは、それで検討をとめるわけではなくて、剛性低下の影響を見ていくということも工認段階で実施したいというふうに考えております。

以上でございます。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

了解しました。

それで、もし確認した結果で、一部、鋼板で覆われていないところもある場合には、それに対する影響ということについても、まとめ資料の中で言及していただきたいと思いません。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

了解いたしました。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

もう一つですけれども、先ほどの山中委員からの質問に関連して、13ページの耐火ガイドブックと、それからEurocodeそれぞれに関して、温度に対する剛性低下の関係の曲線がありますけれども、これに関して文献に基づいてどういう過程でこの線を引っ張ったかというのを、算出過程をまとめ資料のほうに記載していただきたいんですが、いかがでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今回の文献から設定しました数値の考え方につきまして、詳細を追加したいと思います。以上でございます。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

よろしく申し上げます。

○山中委員 追加で、耐火ハンドブックについては公開データなんで、私もデータを見たことあるんですけど、Eurocodeというのは公開データベースなんですか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今現時点でははっきりしませんので、確認させていただきたいと思います。以上です。

○山中委員 もし公開データならば、規制庁からあったコメントのように、データの中身がわかるような形にしていただければと思います。

そのほか、いかがでしょうか。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。一旦中断して、事業者の入れかえがございますので、予定どおり、少し時間あきますけれども、15時40分から再開といたしたいと思います。

（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号炉の設計基準への適合性についてです。

それでは、資料について、説明を始めてください。

○関西電力（西谷） 関西電力の西谷でございます。

高浜発電所1～4号炉発電用原子炉設置変更許可申請につきましては、昨年11月16日に原子力災害制圧道路等整備、廃樹脂処理装置他の共用について申請させていただきました。

昨年12月18日に審査会合を開催いただきましたが、その際頂戴したコメントに対する回答資料を本日御用意してまいりましたので、説明させていただきます。

○関西電力（上市） 関西電力の上市でございます。

最初に、本日の説明資料の目次でございますけれども、原子力災害制圧道路等整備のコメント回答については1ページから12ページ、廃樹脂処理装置他の共用につきましては13ページから21ページとなります。

それでは、原子力災害制圧道路等整備のコメント回答について御説明させていただきます。

2ページ目を御覧ください。

前回審査会合の際に、表に示します5つのコメントを頂戴したと認識してございます。3ページ以降で、いただいたコメントに対して順に御説明させていただきます。

それでは、コメントの1つ目、風洞実験の内容詳細について御説明させていただきます。3ページ目を御覧ください。

今回、原子力災害制圧道路等整備に伴う敷地境界変更に伴い、被ばく評価の実施をしておりますが、被ばく評価に当たって、風洞実験に影響のある新規建屋を実験模型に反映して風洞実験を実施しておりますので、初めに風洞実験の目的及び方法について整理させていただきます。

風洞実験は、1. 実験目的にありますとおり、発電所の排気筒から放出される放射性ガスが地形や建物の影響によってどのような挙動を示すかを評価し、放出源の見かけ上の高さである有効高さを求めるために実施しているものでございます。

2. 実験方法といたしましては、右下の図のような風洞実験設備にて発電所の模型を設置し、トレーサーガスが建物や地形により受ける影響を観察することで、放出源の有効高さを求めております。

続きまして、4ページ目を御覧ください。

ここでは、今回実施しました風洞実験と、前回実施した風洞実験とを比較して、変更されている実験条件と、その変更によって実験結果に及ぼしたかどうかを2ページにわたり整理してございます。

今回の風洞実験実施に伴い、有効高さは変更となっておりますが、この有効高さの変更においては、以下の表に色つきで示してございまして、建屋模型、放出源高さ、水平方向拡散幅である $\sigma_y$ 、この3つの変更が影響を及ぼしているものと考えてございます。

まず、建屋模型についてですが、これは前回の風洞実験以降新たに建設された、あるいは建設される予定となっております建屋を模型に反映したものでございます。

なお、原子力学会標準の風洞実験実施基準によりますと、建屋の高さの2.5倍が排気筒高さ以上になる建屋がある場合は、風洞実験の実施結果に影響を及ぼし得るものとしており、今回の実験では該当する建屋を反映してございます。

続きまして、5ページを御覧ください。

2つ目に、放出源高さについてですが、今回の風洞実験では、最新の気象データであります2016年のデータを用いまして風洞実験を実施しております。気象データを変更し、各方位の風速が変更となったことから、放出源高さも変更となっており、風洞実験におけるトレーサーガスの放出高さが変わるため、有効高さに影響を及ぼすものとしております。

この放出源高さの変更につきましては、前回の会合でコメントをいただいておりますので、後ほど詳細を御説明させていただきます。

最後に、3つ目の、水平方向拡散幅であります $\sigma_y$ についてですが、今回の実験では大気安定度を中立のCからDとし、前回に比べ、大気が拡散するように設定しており、実験を実施していることから、有効高さに影響を及ぼすものとしております。

この大気安定度の変更につきましても、前回の審査会合でコメントをいただいておりますので、後ほど詳細について御説明させていただきます。

以上、1つ目のコメントであります、風洞実験の内容についての詳細を説明することの御回答になります。

続きまして、コメント2つ目の、風洞実験に用いた大気安定度の変更について御説明させていただきます。

6ページ目を御覧ください。

ここでは、今回の実験にて、水平方向の拡散幅について大気安定度をCからDに変更した理由について詳細に御説明させていただきます。

今回の実験では、原子力学会標準である風洞実験実施基準に基づき、水平方向の大気拡散幅 $\sigma_y$ をCからDに設定し実験を実施いたしました。風洞実験実施基準ではCからDに設定することが推奨されておりました、これは発電所における気象観測データにおいても大気安定度CからDの出現頻度が最も多いことによるものです。図に示しますとおり、高浜発電所における2016年の気象観測データにおいても、前回風洞実験の気象条件である1978年の気象観測データにおいても大気安定度CからDが約50%を占めており、大気安定度CからDの



出現頻度が高く、実験条件として設定することは妥当と考えてございます。

コメント2つ目の回答は以上となります。

次に、コメント3つ目の、風洞実験の吹上げ高さ算出に用いた気象データの見直しについて御説明させていただきます。

7ページを御覧ください。

吹上げ高さ及び放出源高さの算出に当たっては、最新の気象データである2016年の気象データを用いております。吹上げ高さ及び放出源高さの算出方法は、上段の式に示しているとおりでございます。吹上げ高さは、風速の影響を受け、排気筒から放出されたガスが到達する高さを示しまして、放出源高さは、排気筒高さに吹上げ高さを加えたものとなります。

算出結果は、表に示しております。ここでは希ガスの実効線量が最大となりました2号炉中心からSSE方位について表に整理しております。また、水色は減少を、ピンク色は増加を示しております。算出式から、風速と放出源高さは反比例の関係にあります。

なお、1号の風速については、変更前後の数値とも1.0となっておりますけれども、小数点以下の数値を考慮しますと増加となるため、ピンク色として表示してございます。

1・3・4号の放出源高さは前回の実験に比べ低下しておりますが、有効高さの値に着目いたしますと、各号炉とも増加している結果になっております。このことから、有効高さの変更になったことに対して放出源高さの及ぼす影響は小さいものと考えてございます。

なお、有効高さが各号炉とも増加した理由といたしましては、水平方向の大気安定度をCからDに変更し、前回に比べ大気が拡散するよういたしましたことから、有効高さが増加したものと考えてございます。

続いて、2016年の気象データが使用できることについて御説明させていただきます。

8ページ目を御覧ください。

放出源高さの算出に当たり用いております2016の気象データにつきましては、長期間の気象状態を代表しているものであることを確認した上で計算に用いております。

検定方法といたしましては、至近のデータであります2006年から2015年の10年間を統計年とし、風向別出現頻度の16項目、風速階級別出現頻度の11項目、合わせて全27項目について有意水準5%としたF分布検定を行い、棄却個数が3個以下の場合は気象データに代表性があると判断することで検定を実施いたしました。

検定の結果、棄却個数は3個であったことから、2016年の気象データが長期間の気象デ

ータを代表しているものと判断しております。

以上が3つ目の回答となります。

続きまして、9ページを御覧ください。

コメント4番目の、地図の測量方法及び精度について御説明いたします。

従来と現在の測量方法と製図の方法について、概要と特徴を表に整理してございます。

最初に、測量方法についてです。

従来は三角測量により手作業を主として測定し、日本測地基準系を使用しておりましたが、現在は人工衛星を活用したGPS測量により測定し、世界測地系を使用しており、精度については数cm程度となっております。それぞれの測量の精度自体には大きな相違はございませんが、新たに測量を実施したことにより評価距離に若干の差異が生じております。

次に、製図の方法についてです。

従来は手作業によりトレースをして製図しておりましたが、現在は電子化により、より精度の高い製図が可能となっております。新たに製図したことにより、新旧図面で若干の地図の差異が生じております。

以上より、測量方法、製図のやり直しにより、若干の差異が生じており、場所により影響度合いは異なるものの、敷地境界線の変更がある地点を除き、敷地境界距離は全体で10mから20mの差異となっております。

この結果を踏まえ、被ばく評価では、評価地点における炉心からの評価を適正化し評価しておりますが、既許可の距離の差異は10～20m程度であるため、評価への影響は軽微であるものと考えております。

続いて、10ページを御覧ください。

製図した新旧図面を比較したところ、図面間に差異が生じていることが判明したため、新旧図面の作図精度について検証を行っております。

新旧図面の重ね合わせにより検証した結果、右図に示すとおり、旧図面は2号炉を中心として図形が右回りに回転してずれていること、また国土地理院地図との比較においても差異があることがわかりました。

差異が発生した理由については、前のページで御説明したとおり、従来は手作業によりトレースして製図していたため、トレースや複写等の作業上で差異があったものと推測してございます。

一方、新たに製図した図面につきましては、国土地理院地図とよく一致しておりまして、

評価地点の適正化を行う図面として適切であるものと判断しております。

なお、図面の差異により、炉心から最短距離となる被ばく評価地点においても差異が生じ、評価距離が大幅に変更になった方位が発生しておりますが、被ばく評価では16方位ごとに最短距離となる敷地境界線上の点を従来から評価点としておりますので、仮に方位と評価点の位置関係に差異が生じたといいたしましても、敷地境界全体を網羅的に評価していることに変更はございません。

11ページを御覧ください。

続いて、コメント5番目の、事故時被ばく評価結果の既許可との差異について御説明いたします。

今回、事故時被ばく評価を見直しておりますが、左から評価条件の変更、評価項目、評価結果への影響を整理してございます。評価条件の変更には大きく2つあり、制圧道路の整備に伴う敷地境界の距離の変更と、風洞実験の実施に伴う排気筒からの放出源の有効高さの変更を反映しております。

評価項目のうち、直接線・スカイシャイン線量評価では、敷地境界距離の変更を踏まえた評価距離を、また大気拡散評価では、距離の変更と放出源の有効高さの変更を踏まえた評価を実施しております。なお、格納容器内線源、放出量、気象といった評価条件には変更はございません。

評価結果への影響についてですが、直接線・スカイシャイン線は、敷地境界距離が近いほど線量が増加しますが、3・4号のLOCA、制御棒飛び出しでは直接線・スカイシャイン線が支配的であり、かつ制圧道路設置方位の線量が最大となるため、距離が短くなった影響により線量は増加しております。

大気拡散評価では、敷地境界距離が近いほど線量は増加しますが、地上放出を想定する気体廃棄物処理施設の破損、SGTRでは距離に変更がないか、変更が軽微であったため、線量は同等または微減となっております。

排気筒放出を想定する事象では、放出源有効高さが高いほど線量は低下しますが、1、3、4号の燃料集合体の落下及び1、2号のLOCA、制御棒飛び出しでは有効高さが高くなった影響により線量は低下しております。2号の燃料集合体の落下では、2つの方位の敷地境界距離が同一となり、気象条件がより厳しい方位が最大線量となっております。

12ページを御覧ください。

事故時被ばく評価の対象としている事象ごとに評価条件と結果について既許可との数値

の差異を整理してございます。

左側の評価距離の欄は、敷地境界距離と放出源の有効高さが既許可から何mに変更になったかを示しており、水色は線量が減少する影響を、ピンク色は線量が増加する影響を示しております。

右側の評価結果の欄は、実効線量が既許可から何mSvになったかを示しており、水色は線量が減少したもの、ピンク色は線量が増加したものを増減の理由とあわせて示しております。実効線量が増加した事象について、その理由を改めて整理いたしますと、2号の燃料集合体の落下では、地図の適正化により2号のNNW方位の敷地境界距離が短くなり、2号のN方位と同一の880mになったため、線量評価が、気象条件がより厳しい2号のNNW方位の実効線量が最大となり、線量は0.049から0.051mSvに増加しております。また、3、4号のLOCA及び制御棒飛び出しでは、直接線・スカイシャイン線が支配的で、制圧道路設置方位であるWSW方位の線量が最大となるため、距離が短くなった影響により線量は0.21から0.27mSvに、また0.064から0.079mSvにそれぞれ増加しております。

以上が制圧道路に関するコメントの回答になります。

○関西電力（西野） 関西電力の西野でございます。

続きまして、廃樹脂処理装置他の共用のコメント回答について、13ページ以降で御説明させていただきます。

14ページを御覧ください。

12月18日の審査会合でいただいた5点のコメントについて、それぞれのページにて御回答をさせていただきます。

まず最初に、廃樹脂処理装置の共用の申請理由について、15ページから17ページで御説明いたします。

15ページを御覧ください。

1点目の、廃樹脂処理装置他の共用の申請理由について御説明させていただきます。

グラフは、今後の3、4号炉使用済み樹脂のタンク貯蔵量推移予測を示しております。まず、高浜3、4号炉では、廃樹脂処理装置を設置していないため、使用済み樹脂はタンクに貯蔵保管している状況でございます。今回1、2号炉の廃樹脂処理装置を3、4号炉と共用することとし、今後計画的に処理を行っていくことで進めてまいりたいと考えてございます。タンクの貯蔵容量上の貯蔵裕度はございますが、運用上の目標を考慮し、2022年度ごろから廃樹脂処理装置での処理が可能となるよう、工事期間等も踏まえて共用に係る手続を進

めている状況でございます。

続きまして、16ページを御覧ください。

今後の各タンク貯蔵量の予測値を図で示してございます。左側の青のタンクが3、4号の使用済み樹脂貯蔵量、真ん中の赤のタンクが1、2号の使用済み樹脂貯蔵量、右側の黒のタンクが廃樹脂処理装置の濃縮廃液タンクの貯蔵量予測をそれぞれ示してございます。

一番上は2017年度末の実績値、中段は使用済み樹脂運搬が開始される前の2021年度末の予測値、一番下が10年後の2027年度末の予測値でございます。前提条件につきましては、図の上の部分に記載しており、いずれのタンクにおいても10年後の貯蔵容量を確保できるよう運用していく予定としております。

続きまして、17ページを御覧ください。

廃樹脂処理装置他の共用による影響につきましては、廃樹脂処理装置の処理量を変更を行わないこと、使用済み樹脂の処理計画につきましては、前ページまでの御説明のとおり、発生量推移予測等を踏まえ運用していくことにより、各タンクの貯蔵裕度に影響を及ぼさないよう進めていく計画としております。

また、共用に伴う安全性につきましては、これまで放射性廃棄物等のドラム缶の運搬や使用済み樹脂移送を安全に実施してきた運用実績や経験を有しておりまして、これまでの作業と同等であることから、安全に行うことができるものと考えてございます。

コメント1つ目の回答は以上となります。

続きまして、18ページを御覧ください。

コメント2つ目の、遮蔽設定区分の妥当性について御説明させていただきます。

3号炉の燃料取り扱い建屋10.5mに使用済み樹脂計量タンクを設置するため、当該の部屋を区分ⅡからⅣへ変更いたします。また、使用済み樹脂計量タンクの影響を受けますその上階の部屋を区分ⅡからⅢへ変更いたします。使用済み樹脂移送中の影響は、一時的ではございますが、立入管理用扉にて不要な被ばくをしないよう管理することとしてございます。

使用済み樹脂計量タンクからの線量の影響につきましては、廃樹脂処理装置設置時の安全審査における線源強度の使用済み樹脂が約0.3m<sup>3</sup>内包した状態として評価を行っております。計量タンクを設置する部屋と隣接する部屋のA地点におきましては、約180cmのコンクリート壁を有していることから、評価値が $1 \times 10^{-7}$ mSv/hとなり、区分Ⅱとなります。計量タンクを設置する部屋の上階の部屋のB地点におきましては、約60cmのコンクリート壁

を有していることから、評価値が0.05mSv/hとなり、区分Ⅲとなります。計量タンクを設置する部屋の通路部分のC地点におきましては、90cmのコンクリート壁を設置する計画としておりまして、評価値が $3 \times 10^{-4}$ mSv/hとなり、区分Ⅱとなります。

以上がコメントの2つ目の回答となります。

続きまして、19ページを御覧ください。

コメント3つ目の、移送作業時の被ばく低減について御説明させていただきます。

使用済み樹脂移送の作業ステップとしましては、大きく5つあり、それぞれ主な作業内容、環境線量、作業時間、被ばく低減対策、1人当たりの被ばく線量を表にまとめてございます。

まず、参考資料のほうで各ステップの作業概要について図で示しておりますので、そちらを御覧ください。参考資料の一番最後、参考3の、移送作業時の被ばく低減を御覧ください。

1/2を見ていただきますと、こちらは3、4号炉側での使用済み樹脂の作業概要図でございます。図の左側から右側に使用済み樹脂を移送する流れとなっております。まず、ステップ1は、使用済み樹脂貯蔵タンクから使用済み樹脂計量タンクへの移送及び使用済み樹脂移送容器への移送になります。これらの操作は遠隔による自動移送で行う予定としております。ステップ2は、使用済み樹脂移送容器のフレキシブルホース接続箇所を取り外し、据付架台からの取り外し、運搬装置への積載及び固縛を実施いたします。ステップ3は、運搬装置に積載した使用済み樹脂移送容器を1、2号炉側の廃樹脂貯蔵室まで発電所構内を運搬いたします。

続いて、2/2も御覧ください。

こちらは1、2号炉側での使用済み樹脂移送の作業概要図でございます。先ほどの図とは反対に、右側から左側へ使用済み樹脂を移送する流れを表してございます。3、4号炉側より構内運搬にて運ばれた使用済み樹脂移送容器を、ステップ4といたしまして、運搬装置から使用済み樹脂移送容器の固縛を解除し、架台への据えつけや接続箇所を取りつけ作業を行います。ステップ5は、使用済み樹脂移送容器から廃樹脂処理装置の廃樹脂供給タンクなどへの移送となります。

以上が作業ステップの概要となります。

19ページに戻っていただき、引き続き作業における被ばく影響について御説明をさせていただきます。

19ページの表を御覧ください。

先ほどのステップ2の、3、4号炉側での使用済み樹脂移送容器接続箇所の取り外し及び運搬装置への固縛作業と、ステップ4の、1、2号炉側での使用済み樹脂移送容器の固縛の解除、使用済み樹脂移送配管へのフレキシブルホースの接続作業におきまして、作業員1人当たり約0.1mSv程度の被ばくを予想してございます。これらの作業におきましては、ライン洗浄による環境線量の低減や、事前のトレーニングによる時間短縮等により、被ばく低減を図る計画としてございます。

以上が3つ目の回答となります。

続きまして、20ページを御覧ください。

コメント4つ目の、フレキシブルホースの材料選定の考え方について御説明させていただきます。

使用済み樹脂移送容器では、排出側配管と接続の取り外しが必要となるため、位置関係に応じた柔軟性を有したフレキシブルなホースを採用する計画でございます。使用済み樹脂の移送においては、配管内の残留や堆積を防止するため、内面が平滑でできるだけ曲がり部を有しないことが必要であることから、内面にはニトリルゴムを使用する計画としてございます。技術基準上で求められている材質ではない非金属製の配管を一部使用する予定であることから、工事計画認可申請の中で強度や耐久性などについて技術的な要件が満足していることを試験結果等により御説明をさせていただき予定としてございます。

ニトリルゴムは、耐摩耗性にすぐれた材質であり、内部の流体は腐食性を有しない使用済み樹脂と水であり、耐食性についても問題はございません。また、フレキシブルホースについては、適度な頻度で交換し、低レベル放射性廃棄物として処理する予定としてございます。

以上がコメント4つ目の回答となります。

続きまして、21ページを御覧ください。

最後、コメント5つ目の、廃樹脂処理装置の硫酸ナトリウムによる影響について御説明させていただきます。

廃樹脂処理装置は、フロー図に示しておりますとおり、希硫酸を用いて使用済み樹脂に付着している放射性物質を分離させる装置であり、分離した薬液は水酸化ナトリウムにより中和を行うものでございます。この中和の処理により、精製する硫酸ナトリウムの水への溶解度が約30℃が最大となる特性があることから、各部屋への送気系統におきまして暖

房機能を設けており、析出の防止を図ってございます。

以上がコメント5つ目の回答となり、廃樹脂処理装置他の共用に関するコメント回答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。

○藤森調査官 原子力規制庁、藤森です。

風洞実験の実施結果についてですけれども、こちらは既に公開文献として公開はされていますでしょうか。まず事実関係を教えてください。

○関西電力（野田） 関西電力の野田です。

風洞実験の公開文献につきましては、現在手続中でして、今年度中を目途に公開手続を完了したいと、できると考えております。

○藤森調査官 原子力規制庁、藤森です。

現許可においては、添付書類6で、昭和62年3月の実施報告を参考文献として引っ張っているんですけれども、そちらを修正される予定は、どうでしょうか。

○関西電力（上市） 関西電力の上市でございます。

添付6の参考資料の記載は、現状は62年3月になってございますけれども、こちらのほうを変更させていただく予定としてございます。

○藤森調査官 原子力規制庁、藤森です。

それは補正申請で修正されるという理解でよろしいですか。

○関西電力（上市） そのとおりでございます。

○関西電力（藤井） すみません、関西電力の藤井です。

補正させていただきますと、今、62年の公開文献はあるんですけども、そこに今回の実験の報告を追加するという形で補正をさせていただきたいというふうに思っています。

今の実験については、現状の審査対象にはなっておりませんが、立地評価のほうにも使っておりまして、そことひもづいておりますので、消すとそこの関係が切れてしまいますので、残した上で今回追加するという形で補正を考えております。

以上です。

○藤森調査官 原子力規制庁、藤森です。

了解しました。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○藤森調査官 原子力規制庁、藤森です。



廃樹脂のほうの、資料番号2-3と書いてある資料のほうの9ページ目、共用の概要図というところで確認したいんですけども、一番上のほうの図で、廃樹脂貯蔵タンク、それからその横にある、点線の黒枠で囲っている廃樹脂処理装置については、上に赤字で書いてありますとおり、1、2号共用から、1、2、3、4の共用に変更されると、形だと思いますけれども、ここの廃樹脂処理装置の横に書いてある、括弧で書いてある廃樹脂処理建屋、こちらについては、現申請、現許可においては1、2号共用になっていて、今回の申請の中では、そのまま1、2号共用のままになっているかと思うんですけども、例えば固体廃棄物処理建屋等は、1、2、3、4号共用としている中で、なぜこの廃樹脂処理建屋を1、2、3、4の共用にならないのか、あるいは廃樹脂貯蔵タンクが廃樹脂貯蔵室にあると思うんですけども、こちらも1、2号共用のままなんですけれども、こちらも1、2、3、4の共用にならないのか。その固体廃棄物のほうとの関係で、理由があれば理由について御説明いただければと思うんですけども。

○関西電力（西野） 関西電力の西野でございます。

今回の申請につきましては、3、4号炉の廃樹脂に直接影響を及ぼします廃樹脂貯蔵タンクと廃樹脂処理装置を共用化する目的にしております。ほかの発電所におきましては、新設のときから全共用ということで進めており、全ての共用をしておりますが、今回は3、4号の樹脂を処理する箇所、直接影響を及ぼすところだけという考え方で整理をさせていただいております。

○藤森調査官 原子力規制庁、藤森です。

直接影響を及ぼす箇所だけというのは理由としてよくわからないんですけども、例えばその廃樹脂処理建屋においては、換気系、換気設備を持っていて、これも1、2号共用だけなんですけれども、今回3、4号のも扱うのであれば、換気設備も含めて、1から4号の共用にすべきかと思うんですけども、そちらの考え方はいかがですか。

○関西電力（西野） 関西電力の西野でございます。

ほかの例えばの例を申しますと、燃料ピットの1、2号と3、4号の共用ということも過去実績がございまして、その範囲ということも建屋全体の共用にはしておりませんので、燃料ピットの共用の範囲を限定して、全共用という実績がございまして、今回も廃樹脂に関しても影響する範囲ということで考えてございます。

○藤森調査官 原子力規制庁、藤森です。

廃樹脂処理建屋と廃樹脂貯蔵室については、独立した建屋であって、そして固体廃棄物

処理建屋についても独立した建屋で同じようにその廃棄物を処理するという観点から共用している中で、今のは理由にならないと思うんですけども、そのなぜ固体のほうは1から4号が共用で、この廃樹脂のほうは1から4号が共用にならないんでしょうか。

○関西電力（西野） 関西電力の西野でございます。

また申請の範囲等を整理いたしまして、補正等の中でまた御説明をさせていただこうと思います。

○藤森調査官 了解しました。

原子力規制庁、藤森です。

共用のところでもう一点確認ですけれども、廃樹脂移送容器、こちらについては、3、4号炉のみの共用としているかと思うんですけども、12ページの図を、移送した後の1、2号のほうの受け入れの図ですけれども、こちらを見ると、1、2号炉の補助建屋の排気につないだり、ホールドアップタンクにつないだりということで、こちらの1、2号炉の設備、建屋と一体的に、共用して運用されることになるかと思うんですけども、こちらも1、2、3、4の共用ではなくて、3、4号のみの共用とされている理由についてはいかがでしょうか。

○関西電力（西野） 関西電力の西野でございます。

こちらの考え方につきましても、先ほどと同じような考え方で、直接廃樹脂に影響を及ぼすところにさせていただいておりまして、先行の電力の実績等も同様の対応をされているということで、今回使用済み樹脂移送容器も3、4号炉の設備ということで計画をしております。

○藤森調査官 原子力規制庁、藤森です。

そこは、先ほどの共用化の話とあわせて一度整理していただいて御説明いただければと思うんですけども。

○関西電力（西野） 関西電力の西野でございます。

了解いたしました。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○山形対策監 規制庁の山形ですけど。

基本的なところがわからないので、スライドの6ページなんですけど、大気安定度はD-FからC-Dに変えましたっていうのがあって、その真ん中にグラフがあって、理由のところに、その学会がC-Dというのを推奨していますということと、C-Dで大体50%ですっていうふうに書いてあるんですけど、でも、日本固有のあれなのかもしれないんですけど、Gが

22.7もありますよね。でもこれは、Gは、だから、すごくないでるみたいな状況なのかもしれないですけど、すごく安定したほうにすると、これも加味したら、有効高さは低くなって、全体的に数字は上がるんじゃないのかなと思ったんですけど、EとかFは2~3%なんだからいいんですけど、Gっていうのは22.7%もあるのに、なぜこれを考慮しなくていいのかを説明してください。

○関西電力（長江） 関西電力の長江でございます。

まず、学会標準の基本的な考え方としましては、気象条件として最もあり得るものが、中立の位置だということ、風洞実験としては現実的な有効高さを評価しようという立ち位置で学会標準の考え方もなっておりますし、我々もその考え方で、実際、発電所が一番Dの値が多いんで、その部分で評価しよう。

ただ、そこは現実的に見つつ、被ばく評価の中では気象条件っていうのは、年間の気象条件の中で97%累積出現頻度、厳しいところの気象条件を評価して保守的な評価をやっておりますので、当然その中で、気象条件として厳しいGあたりの条件が累積出現頻度が高いほうの話になってくれば、その値を被ばく評価結果としてお示ししておりますので、そういった影響は、後段の被ばく評価側でも保守的に見ているという整理になります。

以上です。

○山形対策監 いや、そこがわからなくて、8,760回するときには、Gの気象条件をやりますねって、それはわかる。当然やっておられるんですけど、でもそのときはDで出してきた有効高さより、多分Gで実験やったら有効高さって低くなると思うんですけど、そこは考慮していないんですよってなって、実質的な敷地の境界線量を評価するときは多分Gになって、これ一番厳しいところの95%をとってもGっていう条件で線量評価しますよね。でも、そのときの有効高さっていうのはDで計算したものを使いますっていうふうになっているところが、何でそんなことをするんですか。

最も厳しいのっていうのは、Gの気象条件じゃないですか。出ますよね敷地線量が。なのに何でGで実験しないんですか。より有効高さが高くなるDでやっているんですかという質問なんですけど。

○関西電力（長江） 関西電力の長江でございます。

風洞実験の標準の考え方のところもかぶるんですけども、風洞実験で2回、3回と実験やり直したときに、こういう気流条件を風洞実験で再現できるような状況ではない。

大気安定度のそのEとか、FとかGというのは、いろいろと風洞実験上の、例えば温度条

件ですとか、そういったものを理想的な状態にしないとなかなかこの状態を維持することができないというところもございまして、風洞実験再現性という意味でも実験条件として成立しやすいそのC-Dというのがもともと推奨されていたと。

昔、このC-Dでできなかったというところは、スライドの6ページ目の下のほうにも理由を書かせていただいているんですけども、前回では調整するような、整流装置で十分にこういったその気流条件を安定させるということができなかったというところで、結果としてそのDからFに行くようなところになっていた。

今回はC-Dにできるような状況もつくれたというふうなところで、実験の再現性という意味からも、C-Dというのはこれからも再現することができるという条件ですので、実験上の制約もありまして、風洞実験というのはまずC-Dでやりましょうと、中立値でやりましょうというところも理由の一つとしてございます。

○山形対策監 規制庁の山形ですけど。

そういう説明されると、何か全体の御説明の信頼度が落ちるんですけども。

昔はDからFのほうが実験がやりやすかったと。C-Dはやりにくかった。そりゃそうですね。EとかFのほうが安定しているんですからと。さらにGに至るや、超安定というか、変な言い方ですけど、高安定でしたっけ、忘れちゃったけど、空気を流さなくていいという状況で、逆に言うと、右に行くほうが実験がやりやすくて、気流とか不安定なやつというのは、確かにそれは再現性が難しいだろうなという気はしますけれども、安定に行くほうが再現性が高いんじゃないんですか。だから昔はDからFができていて、C-Dができなかったんじゃないんですかね、と思ひまして、Gのところは再現性が低いっていうのは、まず理解できないということと、これが、中心が50で、端に行くほど低くなる、ガウス分布じゃないんですけど、そういう山型になっていたらわかるんですけど、Gが22.7となっていて、被ばく評価はGでやるんではないかとやっているのに、何で有効高さをDで求めているんですか。それとも、DでやろうがGでやろうが一緒なんですということならわかるんですけども、理解ができないんですけども。

○関西電力（藤井） 関西電力の藤井です。

基本的な思想として、最も頻度の高い中立というところを目指すというのが思想としてあった上で、先ほどのスライドにもありましたように、スパイヤーというような、経験的に生まれた技術というのが当時なかった。

狙ってできる条件という意味で、かつ、その頻度が高いところを狙う。それが、

おっしゃるように、FとかGに比べて保守か非保守かといえ、必ずしも保守の方向ではないといいいながら、頻度の高いところを狙うというのが実験の目指すところであったというのが事実。

それは安全評価の結果とひもづけて考えると、評価全体としての保守性というものは、おっしゃるとおり必要かというふうに考えておりますけども、その点については風洞実験、あるいはその気象というところだけに持たせるのではなくて、プロセスの解析から、一連の拡散評価までの中で、プロセスのところを持たせるというようなことを考えて、評価としての思想は考えておりますので、ここでGをとらなければならないと、評価として必要な保守性が保てていないというようなことにはならないというふうに考えております。

以上です。

○山形対策監 規制庁の山形ですけど。

結果として桁以上の、結果が、最終的な結果が1桁ぐらい余裕があるので、ここの細かいところを詰めても仕方がないですっていう趣旨ならわかるんですけども、理屈の展開としては、いや、ここが大体半分ですからって言われるんですけど、それがほかのものに比べて断然違うというならわかりますけど、Gなんて一区分で22.7にいつているんですよ。じゃあ、何でGをやらないんですか。かつ、被ばく線量評価のところはGでやるんですって、結論、結果的にGになるんですから、かつ、実験もGのところはやりやすいと思うんで、全然理屈が通っていない。理屈としては全然通っていないなと思っています。

結果は、1桁以上差があるので、ここで多分、有効高さを少しいじったってそんなに変化はないと思いますけど、これを設定することは妥当とは全く思わないです。

○関西電力（藤井） 実験におけるF、Gの再現に関してであるとか、先ほど結果への影響が大きくなければわからなくもないけどもというお話があったかと思うんですけど、その点も含めて、一度、いただいた御疑問について整理させていただいた上で回答させていただきたいと思います。

以上です。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。よろしいでしょうか。

少し宿題が残ったようですので、御検討いただいて、また御回答いただければと思います。

それでは、議題2を終了したいと思います。

ここで一旦中断いたしまして、約10分後に再開したいと思います。16時45分から再開し

たいと思います。

(休憩 関西電力退室 東京電力入室)

○山中委員 再開いたします。

次の議題は、議題3、東京電力ホールディングス株式会社福島第二原子力発電所の保安規定変更認可申請についてです。

それでは、資料について説明を始めてください。

○東京電力（山田） 東京電力福島第二の山田でございます。よろしくお願いいたします。

この度、震災で流失して仮復旧しておりました空間放射性粒子濃度測定装置につきまして、本設復旧することといたしまして、保安規定の変更を申請させていただきました。資料3-1に基づきまして、その内容について御説明させていただきます。

さらに、保安規定の変更内容ではございませんけども、同装置の電源強化の方針についても触れさせていただきたいと考えております。よろしくお願いいたします。

○東京電力（平） お手元の資料の1ページでございます。福島第二原子力発電所の空間放射性粒子濃度に関する測定場所の変更に伴う保安規定の申請の背景でございます。

先ほど御説明をさしあげましたが、周辺監視区域境界付近の北側に当該の測定ができるモニターを設置しておりましたが、3.11の東日本大震災によって津波により流失いたしました。

その場所ですが、富岡町の毛萱地区に設置しておりましたが、津波によって道路の損傷等が大きく、同じ場所の復旧は難しいということから、周辺監視区域内の北側に仮復旧として平成24年4月5日に復旧をしまして、放射能濃度の測定を開始しております。もともとありました毛萱地区におきましては、今後復興祈念ゾーンとして整備されることが決まりましたので、震災前の場所に戻さないこととして、今ある仮復旧の周辺に、近傍のところに本設復旧場所として本設しようと考えています。

今、プレハブのダストモニターになっていますけども、コンクリート製にして安全性の向上をあわせて図る予定でございます。その旨の工事につきましては、2018年9月に工事の計画を届け出まして、それに伴いまして、今回、場所が変わりますので、保安規定の測定場所を示す図面の変更を今回いたします。

ページの2ページでございます。

本設の復旧場所でございますが、今申しました仮復旧の場所というのが敷地の北側にございます。風向的には南北の風がもうございますので、北側の風、南風をキャッチするた

めということで北側を選んでおります。場所によっては立木や建物がない場所というのは、環境試料採取法に基づいてそういったところで適切な場所を選んでいる次第です。

保安規定の新旧の比較でございますが、現在はもとの震災前の場所が敷地の外側にありましたが、中側に変更するという、この図面の変更でございます。これは使用前の検査合格日から適用する扱いにしたいと思っております。

あわせて参考情報ですけれども、ダストモニターに関しましては、4ページでございますけれども、2018年の11月と12月19日に開催された周辺モニタリング設備の現状聴取に係る会合におきまして、外部電源喪失時においても必要な電源を確保する計画を2019年度中に実施予定でございます。

なお、モニタリングポストに関しましては、外部電源喪失時でも必要な電源が確保されているというのは同会合で報告済みであります。

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。

○臼井専門官 原子力規制庁の臼井です。

最後のページの、参考のページのところで、今後、2019年度中に外部電源喪失時においても必要な電源が確保できるようにする計画であるというふうにされていますけれども、これは今具体的な計画内容がもしあれば、例えば非常用電源に接続するとか、その辺のことを御説明ください。

○東京電力（平） 何個か種類あるかなと思っております。非常用発電機の設置だったり、無停電装置の設置、非常用電源の設備への接続がされていない状況ですので、発電機だったり、無停電装置の装置について、どの設備がいいかというのを今検討しているような状況でございます。

○臼井専門官 規制庁、臼井です。

了解いたしました。

あと、移設予定のダストモニターにつきまして、流失前のものと比較して何か性能に違いがもしあれば説明いただきたいというのと、あと流失前のものと比較してどのくらい距離が離れているか、変わるのかということもあわせて御説明ください。

○東京電力（平） ダストモニターの性能に関しては変わっておりません。同じものだと考えていただいて結構です。

あとは、移設場所に関しましては、南側へ約200mずれ込んだという形になると思っております。

○臼井専門官 規制庁、臼井です。

了解いたしました。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○藤森調査官 原子力規制庁、藤森です。

2ページ目の①のところで確認したいんですけども、設置場所について、近年の最多風向は震災前と変わらず北と南の風であるというふうにされていますけども、これは具体的にどのような形で確認されたのか、御説明ください。

○東京電力（平） 観測機関が、平成29年の排気筒の高さで風向のトレンドをとりまして、最多風向が北側と南側にあることを確認しています。

○藤森調査官 原子力規制庁、藤森です。

了解しました。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。よろしいでしょうか。

それでは、本日予定していた議題は以上でございます。

今後の審査会合の予定については、明日8日金曜日に地震・津波関係、公開、12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677回審査会合を閉会します。