

# 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

## 第870回

令和2年6月30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870回 議事録

1. 日時

令和2年6月30日（火） 10：30～16：30

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）  
川崎 憲二 安全管理調査官  
名倉 繁樹 安全管理調査官  
江寄 順一 企画調査官  
義崎 健 管理官補佐  
岸野 敬行 主任安全審査官  
千明 一生 主任安全審査官  
服部 正博 主任安全審査官  
羽場崎 淳 主任安全審査官  
角谷 愉貴 安全審査官  
照井 裕之 安全審査官  
小城 烈 技術研究調査官  
西村 健 技術研究調査官  
日南川 裕一 技術参与

中国電力株式会社

北野 立夫 電源事業本部 副本部長

山田 恭平	電源事業本部	部長（電源土木）
谷浦 亘	電源事業本部	担当部長（原子力管理）
黒岡 浩平	電源事業本部	担当部長（電源土木）
吉次 真一	電源事業本部	マネージャー（耐震設計土木）
大谷 裕保	電源事業本部	マネージャー（原子力運営）
野崎 誠	電源事業本部	マネージャー（放射線安全）
榎野 武男	電源事業本部	マネージャー（炉心技術）
荒芝 智幸	電源事業本部	マネージャー（原子力設備）
村上 幸三	電源事業本部	マネージャー（原子力安全）
高松 賢一	電源事業本部	副長（耐震設計土木）
永田 義昭	電源事業本部	副長（原子力耐震）
大石 朗	電源事業本部	副長（原子力運営）
森本 康孝	電源事業本部	副長（原子力運営）
南 智浩	電源事業本部	副長（放射線安全）
谷口 正樹	電源事業本部	副長（炉心技術）
加藤 広臣	電源事業本部	副長（原子力設備）
清水 秀彦	電源事業本部	副長（原子力電気設計）
福間 淳	電源事業本部	副長（原子力電気設計）
谷川 稔	電源事業本部	担当副長（炉心技術）
内藤 慶太	電源事業本部	担当副長（原子力設備）
田原 健太郎	電源事業本部	担当副長（原子力設備）
吉岡 敏行	電源事業本部	担当副長（原子力設備）
神崎 直也	電源事業本部	担当副長（原子力安全）
中野 正之	電源事業本部	担当課長（耐震設計土木）
家島 大輔	電源事業本部	担当課長（安全審査土木）
中村 政文	電源事業本部	担当（耐震設計土木）
磯田 隆行	電源事業本部	担当（耐震設計土木）
徳納 新也	電源事業本部	担当（耐震設計土木）
河村 美咲	電源事業本部	担当（耐震設計土木）
牧 佑太朗	電源事業本部	担当（原子力運営）

廣井 得甫	電源事業本部	担当	(原子力運営)
原 弘旭	電源事業本部	担当	(放射線安全)
藤木 俊也	電源事業本部	担当	(炉心技術)
高野 幸二	電源事業本部	担当	(原子力設備)
兼折 直樹	電源事業本部	担当	(原子力設備)
有井 智紀	電源事業本部	担当	(原子力設備)
中島 大志	電源事業本部	担当	(原子力設備)
高田 和也	電源事業本部	担当	(原子力設備)
今井 雄太	電源事業本部	担当	(原子力電気設計)
松本 孝行	電源事業本部	担当	(原子力電気設計)
小川 昌芳	電源事業本部	担当	(原子力電気設計)
木元 雄太	電源事業本部	担当	(原子力電気設計)
中村 諭史	電源事業本部	担当	(耐震設計建築)

#### 東京電力ホールディングス株式会社

山本 正之	本社	原子力・立地本部	副本部長	兼	原子力設備管理部長
真下 貢	本社	原子力設備管理部	部長		
小林 和禎	本社	原子力設備管理部	建築総括担当部長		
江谷 透	本社	原子力設備管理部	設備計画グループ	課長	
小柳 貴之	本社	原子力設備管理部	建築耐震グループ	マネージャー	
杉岡 克俊	本社	原子力設備管理部	建築耐震グループ	副長	
平瀬 智樹	本社	原子力設備管理部	建築耐震グループ		

#### 4. 議題

- (1) 中国電力（株）島根原子力発電所2号炉の設計基準への適合性について
- (2) 中国電力（株）島根原子力発電所2号炉の重大事故等対策について
- (3) 東京電力ホールディングス（株）柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計及び工事の計画の審査について
- (4) その他

#### 5. 配付資料

- 資料 1-1-1 島根原子力発電所2号炉 地震による損傷の防止（コメント回答）  
[屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定]
- 資料 1-1-2 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答  
一覧表（第4条、第39条（地震による損傷の防止））
- 資料 1-1-3 島根原子力発電所2号炉 地震による損傷の防止
- 資料 1-2-1 島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止 論点3 防波壁の  
設計方針について（コメント回答）
- 資料 1-2-2 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答  
一覧表（第5条、第40条（津波による損傷の防止））
- 資料 1-2-3 島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止
- 資料 2-1-1 島根原子力発電所2号炉 原子炉制御室等、緊急時対策所及び監視  
測定設備について（コメント回答）
- 資料 2-1-2 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答  
一覧表（原子炉制御室）
- 資料 2-1-3 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答  
一覧表（緊急時対策所）
- 資料 2-1-4 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答  
一覧表（技術的能力1.0 重大事故等対策における共通事項）
- 資料 2-1-5 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答  
一覧表（監視測定設備）
- 資料 2-1-6 島根原子力発電所2号炉 原子炉制御室等
- 資料 2-1-7 島根原子力発電所2号炉 緊急時対策所について
- 資料 2-1-8 島根原子力発電所2号炉 監視設備及び監視測定設備について
- 資料 2-1-9 島根原子力発電所2号炉 重大事故等対処設備について
- 資料 2-1-10 島根原子力発電所2号炉 重大事故等対処設備について  
補足説明資料
- 資料 2-1-11 島根原子力発電所2号炉 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉  
設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するた  
めに必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況について
- 資料 2-2-1 島根原子力発電所2号炉 重大事故等対策の有効性評価等について

(コメント回答)

- 資料 2-2-2 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（有効性評価：炉心損傷防止）
- 資料 2-2-3 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（有効性評価：格納容器破損防止）
- 資料 2-2-4 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（重大事故等対処設備：別添資料-1 格納容器フィルタベント系について）
- 資料 2-2-5 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（重大事故等対処設備：別添資料-2 残留熱代替除去系を用いた代替循環冷却の成立性について）
- 資料 2-2-6 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（重大事故等対処設備：別添資料-3 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備について）
- 資料 2-2-7 島根原子力発電所2号炉 重大事故等対策の有効性評価 成立性確認 補足説明資料
- 資料 2-2-8 島根原子力発電所2号炉 重大事故等対処設備について
- 資料 2-2-9 島根原子力発電所2号炉 重大事故等対処設備について 補足説明資料
- 資料 2-2-10 島根原子力発電所2号炉 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況について
- 資料 3 柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画認可申請に係る論点整理について

## 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関する審査会合、第870回会合を開催します。

本日の議題は、議題1、中国電力株式会社島根原子力発電所2号炉の設計基準への適合性について、議題2、中国電力株式会社島根原子力発電所2号炉の重大事故等対策について、

議題3、東京電力ホールディングス株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機の設計及び工事の計画の審査についてです。

本日は、プラント関係の審査ですので、私が出席いたします。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症対策のため、テレビ会議システムを利用しております。

テレビ会議システムでの会合における注意事項を説明いたします。説明者は、名前をきちっと言ってから発言を行ってください。映像から発言者が特定できるよう必要に応じて挙手をしてから発言を行ってください。また、説明終了時には説明が終わったことが分かるようお願いいたします。説明に当たっては、資料番号を明確にし、また、資料上、説明している部分の通しページを明確にしてください。音声について不明瞭なところがありましたら、お互いにその旨を伝え、再度説明していただくということにしたいと思いますので、よろしくをお願いいたします。

議事に入ります。

最初の議題は、議題1、中国電力株式会社島根原子力発電所2号炉の設計基準への適合性についてです。

それでは、資料の説明を始めてください。

○中国電力（北野） 中国電力の北野でございます。

本日は、議題1として屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定及び防波壁の構造についての設計方針の御指摘事項に対する御回答につきまして、二つのパートに分けて御説明し、都度、御質問等をお受けしたいと考えております。なお、御質問等への対応につきましては、現在、映像に映っているメンバー以外の者が入れ替わりで発言することがありますので、御了承をお願いします。

それでは、電源事業本部の磯田のほうから御説明させていただきます。

○中国電力（磯田） 中国電力の磯田です。

島根原子力発電所2号炉地震による損傷の防止のうち、屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定について、資料番号1-1-1のパワーポイント資料で説明させていただきます。本資料では、令和2年3月3日、第842回審査会合のコメントに対して回答をさせていただきます。

1ページをお願いいたします。1ページでは、前回審査会合におけるコメントを記載しております。

2ページをお願いいたします。2～4ページでは、先ほどのコメントに対する回答要旨を記載しております。詳細につきましては、以降のページで説明させていただきます。

5ページをお願いいたします。5ページでは、本日の御説明範囲を赤の点線でお示しております。

7ページをお願いいたします。前回会合でコメントを頂いた取水槽及び屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の交差部について、2次元FEM解析で評価する方針としておりましたが、1ポツ目に記載のとおり、2次元地震応答解析により耐震評価を行う構造物と3次元モデルによる耐震評価を行う構造物を区分して評価する方針に見直しました。

2ポツ目ですが、弱軸を有する構造物は、2次元地震応答解析により耐震評価を行います。なお、線状構造物については、床応答の観点において強軸方向断面も含め断面を選定いたします。

3ポツ目ですが、強軸及び弱軸が明確でない構造物と複雑な構造を有する構造物、具体的には妻壁を複数有する構造物、複数の構造物が一体化している構造物につきましては、3次元モデルを用いて水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を考慮して耐震評価を行います。よって、3次元モデルに作用させる荷重を適切に評価することが可能な断面を直交する2方向から評価対象断面として選定いたします。

8ページをお願いいたします。8ページでは、各設備の構造的特徴、妻壁のモデル化の有無、解析手法について下の表にまとめております。コメントを頂きました取水槽は、構造的特徴として明確な強軸及び弱軸を有するものの、複数の妻壁を有するという複雑な構造であること、また、妻壁をモデル化して解析することから、3次元FEMモデルのより静的線形解析を実施いたします。

また、屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）は、他ダクトと一体化するという複雑な構造を有することから、3次元FEMモデルによる静的線形解析を実施いたします。

耐震設計における解析手法は、表の右に記載しておりますが、既工認実績を有する手法を用いることとしますが、取水槽につきましては妻壁の影響を精緻に評価するため、3次元静的線形解析を採用しますので、これについて既工認実績がないことから、審査実績がある先行サイトである女川2号炉との比較を行い、適用性について確認することとします。

少しページが飛びますが、24ページをお願いいたします。こちらでは、妻壁の拘束効果を期待する場合のモデル化方針の説明をすることというコメントNo.94について御説明させていただきます。



まず、1ポツ目ですが、取水槽は複数の妻壁を有する構造物であることから、妻壁による拘束効果が距離や非線形性に依りて減少すること、妻壁と接合する部位への応力集中及び支持される設備への影響評価や要求機能に依りて耐震評価について精緻に評価するため、3次元モデルによる耐震評価を実施いたします。

2ポツ目になりますが、取水槽における3次元静的線形解析による耐震評価の適用性について、審査実績を有する先行サイトである女川2号炉の海水ポンプ室や軽油タンク室等との比較を行いました。下の表にお示ししているとおり、構造的特徴、2次元有限要素法による地震応答解析、3次元有限要素法による構造解析、耐震安全性評価という観点から確認し、差異はないことから、島根2号炉の取水槽においても3次元静的線形解析の適用性があると判断しました。

25ページをお願いいたします。

取水槽について、下に示す評価フローのとおり、基準地震動 $S_s$ による2次元地震応答解析により得られる地震時荷重を3次元モデルへ作用させ、耐震安全性評価を行います。

以降のページでは、各評価フローにおける内容を記載しておりますが、詳細につきましては詳細設計段階にて検討いたします。

26ページをお願いいたします。各フローについて抜粋して御説明をさせていただきます。

(3)の2次元地震応答解析に用いる等価剛性モデルの作成につきまして、1ポツ目になりますが、構造物と地盤の相互作用により発生する土圧を正しく評価するため、妻壁の剛性を考慮し、実構造と等価な剛性を持つ2次元等価剛性モデルとします。

28ページをお願いいたします。(6)になりますが、3次元モデルによる地震時構造解析(1方向載荷)につきまして、2次元地震応答解析において選定した時刻の慣性力及び地震時増分土圧等を地震時荷重として3次元モデルに載荷します。

また、(7)の3次元モデルによる地震時構造解析(2方向載荷)について、水平2方向載荷に対する検討として、地震時解析(1方向載荷)に、縦断方向の地震時荷重を同時に載荷いたします。

29ページをお願いいたします。妻壁を含む各部位の耐震評価を説明することというコメントNo.93に対しまして、本ページで説明させていただきます。

まず、1ポツ目ですが、地震時荷重を載荷した構造物の変形が、部材ごとに要求される機能に依りて許容限界を上回らないことを確認します。

また、2ポツ目ですが、各部位の許容限界は、中央の図でお示しするとおり、止水機能

が求められる部位があり、その他の部位では通水や支持機能が求められます。したがって、各要求機能に対する目標性能を下の表のとおり整理し、目標性能ごとに許容限界を設定します。

3ポツ目になりますが、妻壁につきましては、JEAG4601-1987に基づいた耐震評価を行います。

またページが飛びますが、39ページをお願いいたします。ここからは、屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）に関するコメントNo.95について説明させていただきます。

下の図のように、屋外配管ダクトの底版の一部が、屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の頂版の一部と一体化している範囲があることから、当該部位のような複雑な構造における立体的な作用荷重を精緻に評価するため、3次元モデルによる耐震評価を実施いたします。屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の一体化部は、屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）を間接支持する構造物であるため、支持機能が要求機能であることから、下の表に示す目標性能、許容限界等を満足することを確認いたします。

40ページをお願いいたします。3次元モデル範囲は、各屋外配管ダクトの構造目地間として、下のようイメージで考えております。

41ページをお願いいたします。会合のコメントではありませんが、燃料輸送系配管ダクトと屋外配管ダクト（復水貯蔵タンク～原子炉建物）について、今回の資料から屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）に統一いたしましたので、資料を一部修正しております。

説明は以上となります。

○山中委員 それでは質疑に移ります。質問、コメントございますか。

○江寄調査官 規制庁の江寄です。

3次元的に構造が変化する施設に関しては、2次元の集約モデルから構造形状を忠実に反映した3次元の有限要素法モデルに切り替えたということで理解させていただきました。

今後、今回2次元動的解析と、あと、3次元静的FEM解析で耐震設計を行うという方針になったわけですが、そうした場合、2次元動的解析から地震時荷重を取り出すという作業が伴います。そのときに、地震時荷重は時々刻々と変化するというので、こういった時刻で荷重を選出して代表性を選定するかということは、詳細設計の条件と結果が伴いますので、今後は工認というか、詳細設計の段階で十分にその辺の説明をしていただきたいと思いますと思いますが、その部分は十分準備をしていただきたいと思いますと考えています。

私からは以上です。

○中国電力（吉次） 中国電力、吉次でございます。

江崎さんの趣旨、理解いたしました。詳細設計段階で代表性も含めて御説明させていただきたいと思っております。

以上です。

○山中委員 そのほか質問、コメントございますか。

よろしいですか。

それでは、引き続き資料の説明をお願いいたします。

○中国電力（徳納） 中国電力の徳納でございます。

資料番号1-2-1、島根原子力発電所2号炉津波による損傷の防止、論点3、防波壁の設計方針について御説明をさせていただきます。

今回の資料におきましては、主に令和2年2月25日の第839回審査会合におけるコメントに対する回答を主に御説明させていただきます。

1ページをお願いいたします。1ページ～6ページまで、審査会合で頂いた指摘事項と回答のページを記載しております。前回会合以降、コメントのNo.87～No.101に示す審査会合における指摘事項及び令和元年9月20日の現地調査における指摘事項を踏まえて、内容の拡充を行ってまいりました。

7ページをお願いいたします。7ページ～18ページには、これまで審査会合で頂きました指摘事項と、その回答内容について記載しております。

少し飛びまして19ページをお願いいたします。19ページと20ページに目次をお示ししております。本資料におきましては、前回審査会合以降、資料構成を見直しまして、防波壁の構造形式ごとに詳細設計段階における設計方針を取りまとめまして、資料を再構成いたしました。

1章では概要、2章で津波防護対象施設、3章で防波壁に関する設置許可基準規則と各条文に対する確認事項を説明いたしまして、4章から防波壁の設計に関する基本条件について御説明させていただいております。

5章～7章で防波壁の多重鋼管杭式擁壁、鋼管杭式逆T擁壁、波返重力擁壁、それぞれの設計方針についてお示ししております。

8章では、その他の構造概要といたしまして、止水目地、防波扉について説明しております。

9章では、設計許可段階における確認項目及び構造成立性評価といたしまして、設置許可段階における構造成立性検討方針についてお示ししております。

5章の防波壁（多重鋼管杭式擁壁）につきましては、前回の審査会合以降、防波壁に近接する施設護岸による影響検討と、その影響を踏まえて実施する追加地盤改良について記載を追加いたしましたので、そちらの点を重点的に御説明させていただきます。

また、6章の防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）につきましては、杭の先端根入れにかかる支持力について検討し、記載を充実してまいりました。

7章の防波壁（波返重力擁壁）につきましては、ケーソンの部材評価方針、また、重力擁壁の既設コンクリートと新設コンクリートの一体化について追加で検討してまいりましたので、こちらについても御説明させていただきます。

まず、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の設計方針のコメント回答から御説明をさせていただきます。60ページをお願いいたします。60ページでございますけれども、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の解析の流れについて御説明をさせていただきます。

フローチャートをお示ししておりますが、フローチャートの左側が地震時、右側が津波時の流れをお示ししております。まず、地震時につきましては、2次元動的FEM解析により、鋼管杭、セメントミルク、改良地盤、岩盤について照査いたしまして、その応答値を用いて3次元静的FEM解析により被覆コンクリートの照査を実施いたします。

また、津波時につきましては、静的フレーム解析により、鋼管杭の照査を実施し、被覆コンクリート壁については地震時同様、3次元静的FEM解析を実施する方針としておりますが、津波時のセメントミルク、改良地盤①のすべり安全率及び岩盤の支持力の照査につきましては、2次元静的FEM解析により実施する方針としております。

少し飛びまして97ページをお願いいたします。97ページより防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の施設護岸の影響検討について御説明させていただきます。

前回の会合におきまして、耐震性の低い施設護岸の地震時における損傷状態を想定して、その損傷状態が受働抵抗の役割に与える影響を考慮した上で、防波壁に期待する役割の適用性を説明すること、また、地震時に想定する損傷状態を踏まえて、波及的影響の評価対象施設としての位置付けを整理し、波及的影響の観点を踏まえてモデル化及び解析条件への反映等の評価方針を説明するようコメントを頂きました。

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の前面または背面に設置しております施設護岸につきましては、地震時の検討において、その形状を適切にモデル化して、波及的影響を考慮してお

りますが、耐震性が低く、その損傷により防波壁への影響を及ぼす可能性がございますので、それが損傷した場合の防波壁への影響を確認いたしました。

なお、施設護岸の地震による損傷の程度を評価することが困難でございますので、保守的に、施設護岸がないものと仮定した状態における防波壁への影響（耐震性）及び地震による損傷後に津波が襲来した場合の津波の地盤中からの回り込みによる影響（止水性）について検討いたしました。

98ページをお願いいたします。98ページでは、耐震性の検討対象断面の選定についてお示ししております。検討対象断面といたしまして、施設護岸が防波壁より海側に位置する断面といたしまして、鋼管杭が長く、埋戻土層厚が厚いことから、鋼管杭への影響が最も大きいと判断する一般部の断面（①－①断面）及び施設護岸の下部に砂礫層が位置し、管杭の前面に地盤改良を実施いたしました地盤改良部断面（②－②断面）を選定しております。また、施設護岸が防波壁より陸側に位置する断面といたしまして施設護岸前出し部（③－③断面）を選定いたしました。

続いて99ページをお願いいたします。ここでは、耐震性の結果をお示ししております。施設護岸がない状態となるように、施設護岸及び埋戻土の剛性を一律1000分の1以下に低下させたモデルを用いまして、基準地震動 $S_s-D$ による解析を実施いたしました。

鋼管杭の曲げに対する安全率は1以上となり、構造が成立することを確認いたしました。なお、施設護岸の石材の挙動特性につきましては、保守的に粘着力 $C=0$ 、せん断抵抗角 $\phi_f=35^\circ$ と設定しております。

詳細設計段階におきましては、施設護岸がある場合の防波壁の耐震性を評価し、これにより、施設護岸の防波壁への波及的影響を確認いたします。また、施設護岸が地震により損傷する可能性を考慮いたしまして、施設護岸及び埋戻土がないものと仮定した場合につきましても評価を行います。それぞれの評価において、防波壁及び岩盤等の健全性について説明してまいります。

100ページをお願いいたします。続いて止水性についてでございます。防波壁（多重鋼管杭式擁壁）につきましては、鋼管杭間をグラウト材で充填しておりますが、役割を期待しない施設護岸等につきましては、保守的にないものと仮定いたしまして杭間に直接津波波圧が作用した場合の津波の地盤中からの回り込みに対して万全を期すという考えで、防波壁の背後に止水性を有する地盤改良を新たに実施する方針といたしました。

続いて防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）のコメント回答について御説明させていただきます。

127ページをお願いいたします。127ページでは、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の解析の流れについて御説明させていただいております。フローチャートの左側が地震時、右側が津波時の流れを示しております。地震時は2次元動的FEM解析、津波時については静的フレーム解析により評価対象部位を照査してまいります。津波時の改良地盤のすべり安全率及び岩盤の支持力の照査につきましては、2次元静的FEM解析により実施いたします。

少しページ戻りまして109ページをお願いいたします。こちらでは、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）のRC床版部断面をお示ししております。こちらのRC床版部断面におきましては、鋼管杭の前面に幅の狭い地盤改良を実施しております。当該改良地盤につきましては、前回審査会合において2件のコメントを頂いております。

まず一つ目が、鋼管杭の変形抑制の役割に期待せず、構造成立する見込みの役割を明確にした上で、鋼管杭の変形に対する改良地盤の性能目標の考え方を説明すること。

二つ目が、改良地盤を埋戻土（掘削ズリ）とした2次元浸透流解析による評価について、改良幅が狭い区間の改良地盤の地震時の損傷状態を想定した上で、改良地盤を埋戻土とする解析が止水性の観点から保守的な評価となる根拠及び評価可能となる改良地盤の性能目標を説明することでございます。

こちらでは、RC床版部断面は岩盤が浅く、鋼管杭が短いことから、地震時及び津波時の鋼管杭の変形量が小さいため、鋼管杭間の埋戻土（掘削ズリ）に対しまして地盤改良を実施しておりませんが、津波による地盤中からの回り込みを防止することを目的といたしまして、鋼管杭の海側に幅の狭い地盤改良を実施しているということを明記いたしました。

115ページをお願いいたします。115ページでは、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の各評価対象部位の役割を表で整理しております。幅の狭い地盤改良につきましては、改良地盤（鋼管杭前面）という名称としておりますけれども、改良地盤の鋼管杭前面は、地震時の鋼管杭の変形を抑制する役割には期待せず、津波時の難透水性の保持に期待する設計としております。

少し飛びまして157ページをお願いいたします。157ページでは、RC床版部の改良地盤の構造成立性の検討結果をお示ししております。検討の結果、当該地盤改良は地震時における構造成立性、内的安定性を確保することを確認いたしました。

少し戻りまして151ページをお願いいたします。151ページから杭の岩盤支持力の確認について御説明させていただきます。防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）につきましては、支持層の不陸を考慮いたしまして、鋼管杭全周を確実に岩盤支持させるため、岩着判定後さら

に0.5d掘削して鋼管杭を設置しております。防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の支持力の評価に当たりましては、周面摩擦力による抵抗には期待せず、杭の先端支持力のみに期待する設計としております。支持岩盤の支持力につきましては、2号炉設置許可申請時の平板載荷試験結果に基づき、十分な支持力を有していると判断しておりますが、支持力を直接確認することが必要と考えまして、新たに現地において平板載荷試験を実施いたしました。また、同様の設計施工の実績を調査いたしましたが、確認はできませんでした。

4ポツ目に一般産業施設の基準でございます「鉄道構造物設計基準・同解説基礎構造物」に鉄道の高架橋などにおける杭の根入れ深さについて、島根の支持層である硬岩とは異なり軟岩ではあるものの記載を確認いたしましたので、参考として記載いたしました。

「最小根入れ深さは、施工試験及び載荷試験結果等に基づき別途適切に設定するのがよいが、一般的に公称径の2分の1程度としてよい」とされていることを確認しております。

152ページをお願いいたします。152ページでは、鋼管杭設置に係る施工手順をお示ししております。着岩の確認手順といたしましては、既往ボーリング調査等により、支持岩盤深さを確認し、施工時には全旋回掘削機のトルク管理及び採取した堅岩の目視確認により着岩判定を行いました。着岩判定後、さらに0.5d掘削し鋼管杭を設置いたしました。

153ページをお願いいたします。防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の鋼管杭の支持岩盤は、主にCM級～CH級岩盤でありまして、2号炉原子炉設置許可申請で実施いたしました試掘坑での平板載荷試験結果に基づき、支持力照査にはCM級岩盤の極限支持力を用いることとしております。

154ページをお願いいたします。こちらでは、この度、追加で実施いたしました現地試験について記載しております。防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の鋼管杭の支持力の評価に当たりましては、周面摩擦力による抵抗に期待しない設計としておりますので、現地の試験方法は、先端支持力を直接計測できる平板載荷試験を選定いたしました。着岩から0.5m以内の深度で試験を実施した結果、最大荷重作用時において弾性挙動が確認されましたので、支持岩盤については、極限支持力度が地震時及び津波時の設計支持力度以上であり、十分な強度を有していることを確認いたしました。また、資料には記載はございませんが、詳細設計段階においては、杭の周辺が地盤改良されていること、また、岩盤が傾斜していることを踏まえた杭の挙動について、杭の載荷試験の実施や杭の先端の設計思想について検討することといたします。

続きまして155ページをお願いいたします。杭頭部の力学挙動確認実験について説明さ

させていただきます。防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の杭頭部については、ヒンジ結合を採用しており、「道路橋示方書・同解説下部構造編」に基づき力学特性の確認実験を実施する方針としております。前回会合以降、詳細設計段階において実施する杭頭部の力学挙動の確認に関して、内容を拡充いたしました。

続いて、防波壁（波返重力擁壁）についてコメント回答資料を説明させていただきます。177ページをお願いいたします。まず、防波壁（波返重力擁壁）を構成するケーソンについて説明させていただきます。ケーソンにつきましては、前回会合において、港湾施設と原子炉施設のそれぞれに要求される各部位の性能、照査項目、許容限界等を整理し、準拠する港湾構造物設計事例集の当該ケーソンへの適用性を説明することとコメントを頂いております。ここでは、コメントを踏まえまして、地震時及び津波時にケーソンに作用する荷重図をお示しいたしまして、ケーソンの各部材に期待する役割をページの右側の表に整理いたしました。なお、ケーソンは常に海に接してありまして、重力擁壁を支持しておりますので、地震時及び津波時の役割は同じとなっております。

少し飛びまして190ページをお願いいたします。190ページでは、ケーソンの各部材の役割の整理を踏まえまして、照査項目及び許容限界について整理いたしました。ページの下段の表にお示ししておりますが、遮水性の保持を役割として期待するケーソン（前壁、後壁、側壁）につきましては、照査項目を曲げ、せん断として短期許容応力度以下となることを確認いたします。また、底版、隔壁、フーチングは、照査項目を曲げ、せん断として限界層間変形角または圧縮縁コンクリート限界ひずみ以下、せん断耐力以下となることを確認いたします。

ページ少し戻りまして、188ページをお願いいたします。ここでは、防波壁（波返重力擁壁）の設計フローをお示ししております。防波壁（波返重力擁壁）を構成するケーソンにつきましては、複数の隔壁を有してありまして、その影響を考慮する必要がございますので、フローチャートの下段に青の破線で囲んでいる箇所を記載してございますけれども、重力擁壁を含めた3次元モデルにより3次元静的FEM解析を行います。地震時の3次元静的FEM解析の実施に当たりましては、2次元動的FEM解析の応答値を解析条件とすることもフローチャートで分かるように記載しております。

続きまして、215ページをお願いいたします。215ページからは重力擁壁の既設と新設の一体性検討について説明させていただきます。

重力擁壁は、既設コンクリートを巻き込むよう新設コンクリートを打設し、既設の護岸



をかさ上げた構造としております。前回の会合におきましては、波返重力擁壁の壁耐構造について、既設部分と新設部分の一体化を前提として設計をする方針を明確にし、基準指針類、事業者独自の管理基準等の適用により、一体化と評価する方針であることを説明するようコメントを頂いております。

216ページをお願いいたします。新設コンクリートにつきましては、既設の護岸の重力擁壁表面に目荒らしを行い、また、新設コンクリート主筋の定着により既設コンクリートと新設コンクリートの一体化を図っております。新設コンクリート主筋の定着長につきましては、「コンクリート標準示方書」に示される引張鉄筋の基本定着長に基づき定着長を算定いたしまして、既設の護岸に定着させております。また、付着強度につきましては、既設コンクリートの表面に目荒らしを行いまして、目標とする付着強度を「表面保護工法設計施工指針案」を参考といたしまして管理基準を $1.5\text{N/mm}^2$ と設定し、事前に付着強度確認試験により目標強度以上となることを確認しております。

217ページをお願いいたします。既設コンクリートと新設コンクリートにつきましては、主筋定着長及び付着強度の確保により一体化していると考えておりますが、「各種合成構造設計指針・同解説」におきましては、「実験等により確認し、使用条件及び施工条件を考慮し、本指針に準じて適切な安全率を見込んだ許容耐力を決める」と記載があることを踏まえまして、詳細設計段階において島根2号炉の重力擁壁の施工条件を考慮した模型実験を行いまして、コーン状破壊や付着破壊について確認し、適切な許容耐力により評価を実施いたします。

219ページをお願いいたします。219ページでは、対策工の構造例をお示ししております。

津波荷重や地震荷重により新設コンクリートの主筋定着部に作用する力が、実験で確認した許容耐力以上となる場合につきましては、構造例、図をお示ししておりますけれども、青色で示すような主筋定着部に対する補強を実施することにより、重力擁壁の損傷を防止いたします。また、詳細設計段階におきましては、新設コンクリートと既設コンクリートの照査をそれぞれ行いまして、一体性について影響が生じる場合は、図に緑色でお示ししております中間貫通鋼材を設置する補強工法等により、対策工を実施し、重力擁壁の損傷を防止いたします。

続いて221ページをお願いいたします。221ページからは、ケーソンと重力擁壁間の一体挙動について説明させていただきます。

ケーソンと重力擁壁の境界は、蓋コンクリート天端をケーソン天端から20cm下げて打設

することで一体構造としておりますけれども、前回審査会合におきまして、波返重力擁壁の重力擁壁部分とケーソン部分の境界条件について数値解析による評価を踏まえてケーソン上端の突起部及び津波防護施設としての要求機能への影響を説明することとのコメントを頂いております。

次のページ、222ページをお願いいたします。前回会合におきましては、ケーソンと重力擁壁を一体構造として扱うことについて、境界部が仮に平坦とした場合の相対変形量について確認しておりましたが、今回は、地震時及び津波時におけるケーソン上端の張出部の健全性を評価することで確認を行いました。2次元動的FEM解析から算定されます重力擁壁の基準地震動 $S_s-D$ による荷重をケーソンの張出部に作用させた結果、張出部のせん断につきましては、コンクリートのせん断耐力のみで照査した場合でも、せん断耐力を下回ることから、ケーソンと重力擁壁は一体挙動し、境界部における遮水性が確保されることを確認いたしました。

続いて248ページをお願いいたします。248ページからは、1号放水連絡通路坑口部のクラックの成因、対処方法について御説明させていただきます。

令和元年9月20日の現地調査におきまして、1号放水連絡通路防波扉についてクラックの成因、対処方法について説明するようコメントを頂いております。前回の審査会合以降、こちらのクラックについて調査を実施いたしまして、記載を追加いたしました。

248ページのページ中ほどにクラックの発生要因を抽出しております。1号放水連絡通路坑口部前面に追加設置した扉体支持コンクリートの収縮・膨張による影響を要因①、坑口部上部に設置した間詰めコンクリートの荷重による影響を要因②、防波扉設置以前は坑口部が長期間にわたり露出されていたことを踏まえて、飛来塩分に起因する塩害の影響、こちらを要因③として抽出いたしました。

ページの下半分で検討結果をお示ししておりますけれども、まず要因①の新設コンクリート部の膨張・収縮につきましては、新設コンクリートと既設コンクリート間に設置した止水目地が健全であることを確認いたしましたので、新設部のコンクリートの膨張・収縮による変位が既設部に与える影響が小さいため、クラック発生要因ではないと判断いたしました。

続いて要因②の間詰めコンクリートの荷重影響につきましては、発生したクラック方向からクラックの発生要因でないということを判断いたしました。

続いて249ページをお願いいたします。249ページでは、要因③の鉄筋腐食についてお示

ししております。要因③の鉄筋腐食につきましては、外観調査結果から、鉄筋腐食に起因する剥離・剥落が発生していることを確認いたしましたので、中性化試験及び塩化物イオン量試験を実施いたしました。中性化試験及び塩化物イオン量試験の結果をグラフにお示ししております。中性化試験の結果、塩害環境下における中性化による評価基準であります中性化残り25mm以上を確保していることを確認いたしました。一方で、鉄筋位置における塩化物イオン量は、鋼材腐食発生限界の塩化物イオン濃度 $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ を上回る結果となりましたので、坑口部に発生したクラックは、坑口部が防波扉設置まで長期間にわたり露出されていたことに伴う飛来塩分に起因する塩害により発生したクラックと判断いたしました。

少し戻りまして、247ページをお願いいたします。以上の調査結果を踏まえまして、3ポツ目に記載しておりますが、1号炉放水連絡通路の坑口部において変状が確認された範囲を対象に修繕を実施してまいります。

続いて263ページをお願いいたします。263ページからは防波壁に近接する施設護岸に係る解析用物性値についてお示ししております。前回会合におきまして、施設護岸を構成する各部位の解析用物性値の設定根拠、その妥当性及び適用性を示すこととのコメントを頂いております。

33ページの4.7の解析用物性値においても記載しておりますが、地盤の解析用物性値は、原位置試験及び屋外試験結果に基づき設定することを基本といたしますが、一部につきましては、港湾基準等に準拠し、妥当性を確認の上、慣用値を用いることとしております。

263ページ以降では、港湾基準に標準の値として示されております粘着力 $C=20\text{kN}/\text{m}^2$ 、せん断抵抗角 $\Phi_f=35^\circ$ についての港湾基準の引用文献の検討内容の整理を踏まえて、その妥当性と島根原子力発電所への適用性の検討についてお示ししております。

272ページをお願いいたします。272ページに解析用物性値石材の設定方針のまとめをお示ししております。まず、(1)の文献調査結果では、捨石の強度特性の標準値とされております $C=20$ 、 $\Phi_f=35^\circ$ が妥当な値と判断する考え方についてお示ししております。

(2)の島根原子力発電所への適用性では、 $C=20$ 、 $\Phi_f=35^\circ$ の島根への適用性について検討した結果をお示ししております。

最後に、(3)の設置許可段階における構造成立性評価につきましては、設置許可段階における構造成立性の評価といたしまして、設置許可段階においては、保守的に $C=0$ 、 $\Phi_f=35^\circ$ と設定した場合の構造成立性評価について確認する方針をお示ししております。

防波壁の設計方針についての説明は以上でございます。

○山中委員 それでは、質疑に移ります。質問、コメントございますか。

○服部審査官 規制庁の服部です。

パワーポイント資料の151ページを開いてください。杭先端の根入れ部について、水平力を支持地盤に伝達する性能を踏まえた設計の考え方を確認いたします。

現状の仕様において、杭先端の根入れ長は杭径1.3mに対して0.5m程度であり、「道路橋示方書」に記載された1dの根入れ長と比べてかなり短くなっています。dというのは杭径ですので、「道路橋示方書」には1.3mの根入れが記載されています。このことから、島根サイトの支持地盤が岩盤であることを踏まえてもなお杭先端の根入れ部が水平力を支持地盤に伝達する性能が不足している。すなわち、杭先端のせん断抵抗が十分に発揮されない可能性を否定できないと考えています。

したがって、現状の杭先端のせん断抵抗に期待した設計方針、これではなく、せん断抵抗に期待しない設計方針を検討し構造成立性を見通しを示してください。この指摘について中国電力の考えがあれば説明をしてください。どうぞ。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

今の御指摘につきましては、水平力の支持地盤への伝達性能というところにコメントが付いたものと理解いたしました。これにつきましては、今現在、杭が根入れしている構造での設計をしておりますけれども、御指摘のございましたせん断抵抗が否定できないことから期待しない検討につきまして、構造成立性について検討して今後御説明させていただきたいと思っております。

以上です。

○服部審査官 規制庁の服部です。

分かりました。今後、杭先端のせん断抵抗に期待しない設計方針を検討し、構造成立性を示すという方針であるということを確認しましたので、その内容を適切に反映し、十分な科学的根拠が分かる資料を作成して説明をしていただきたいと思います。よろしいでしょうか。どうぞ。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

これから杭のせん断抵抗を期待しない検討につきまして、改めて科学的な根拠を踏まえて整理をいたしまして、今後御説明させていただきたいと思っております。

以上です。

○服部審査官 規制庁の服部です。

私からは以上です。

○江寄調査官 続きまして、規制庁の江寄ですけれども、今の151ページの鋼管杭式逆T擁壁、これの151ページの下の図を見ていただきますと、基本的には改良地盤で完遂されている、そしてまた、グラウンドアンカーをもって基本的には逆T擁壁等に水平力がかかったとしても、改良地盤に押し付けられるような形で緊張力が発揮していると、そうしたような構造になっています。

私たちとしては、規制庁側としては、こうしたものも含めて設計に反映していただきたい、実は、As-Isで設計していただきたい。杭には基本的に水平力を期待しなくとも、グラウンドアンカーで緊張力が働いていて、下方の改良地盤に押し付けられているような状態で改良地盤はまた岩盤に押し付けられていて、そこで強大な摩擦力が発揮されていて、水平力には抵抗できるようなメカニズムになっています。そうしたことも既に手段として手は打っておられるということで、十分な安全余裕が生まれているとは考えていますが、設計としてはやはり杭として杭の根入れが足りない、また、上方の上部坑の逆T擁壁との突合もいろいろ議論も、課題がありまして、いろいろと検討をなされるということなんです。基本的には、既に十分な対処は打たれていると我々は考えていまして、であるならば、詳細設計に行った段階で設計方針が成立性が高い方法で説明をしていただきたい。そして、また、今現実として対処している方法が、多分、悪影響はもたらさないと思いますが、そうしたものを含めて検討されるべきだと考えていますが、いかがでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

今の江寄さんの御指摘のとおり、ここにつきましては、改良地盤で周りを強化しているということと、あと、現状では効果を期待していないというふうに記載しておりますけれども、グラウンドアンカーを設置して緊張力をかけて設置力を増しているという構造になっております。これらも踏まえして、先ほどの服部さんのコメントもありました水平方向を期待しない場合の検討を今後御説明させていただきたいと思っております。

併せまして、先ほど最後にありましたけれども、悪影響についての影響ということにつきましても、現状、我々、今ないと思っておりますけれども、そこについても記載をして御説明のほうをさせていただきたいと思っております。

以上です。

○江寄調査官 規制庁の江寄です。

基本的に、杭の部分の悪影響という言葉が先ほど、私と、そちらのほうから出ましたので、杭自身がどのような影響を与えるかというのは、今方針には実験とかシミュレーションを詳細設計段階で行うということになっていましたので、そういったことも含めて、今の方針を再整理していただくことと、109ページを開いていただくと、RC床版部、先ほど説明があった③断面があるんですが、ここの部分に関しては、唯一、この区間だけは擁壁の下に地盤改良が不足していると思いますので、この部分を含めてどう考えるか、基本的には、規制庁としては地盤改良をすべきだと考えています。そこも含めて、再度方針を検討し、整理していただきたいと思っています。よろしく申し上げます。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

趣旨理解いたしましたので、今後御説明させていただきます。

以上です。

○山中委員 そのほかいかがでしょうか。

○千明審査官 規制庁の千明です。

私のほうからは、波返重力擁壁を構成するケーソンに関して確認します。パワーポイントの191ページをお願いします。まず確認ですが、今回、ケーソンの各部材の要求機能に応じて許容限界を使い分けるということがここに記載されております。隔壁、底版、フーチングについては、これは弾性範囲に収めるのがちょっと見通しとしては、今のところ難しい、そういったところから、終局耐力を採用すると、そのようなことを考えていると、そういうふうに理解したんですけど、その理解でよろしいでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

191ページの表につきましては、それぞれの要求性能をまず整理いたしました。隔壁、底版、フーチングにつきましては、支持性能ということで許容限界につきまして、今記載しているとおりでございます。

これが、最終的に今後3次元のモデルで御説明するときに、今の短期許容のところ収まるかどうかというのは、すみません、ちょっと確認をしてみないと分からないというのが正直なところでございます。

以上です。

○千明審査官 規制庁の千明です。

分かりました。今の隔壁等については、支持性能という観点からこちらの終局耐力を用いていて、今後、見通し計算を構造成立性の評価をしていく中で確認をしていくというこ

とで、今の点については理解しました。

その上で、ちょっとコメントになりますが、今後、説明される構造成立性評価において、次の、ちょっと四つ観点を挙げるんですが、その観点に対する説明のほうをお願いしたいと思います。

まず一つ目ですが、基準地震動 $S_s$ に対して、隔壁、底版、フーチングが塑性化した場合であっても、一体構造の側壁、前壁とか後壁が弾性状態に留まり、かつ、止水性能を確保できて防波壁としての構造が耐震設計及び耐津波設計の観点から成立する見通しであることが1点です。

2点目は、その際、3次元静的FEM解析結果から、地震時の隔壁等がどういう状態か、変形状態であったり、ひび割れの状態等、そういったどういった状態にあるかというのをお示しいただきたいということと、また、その状態が止水性能を担保している側壁に対してどのような影響を与えるか、こちらについても説明を頂きたいと思います。

3点目が、基準地震動 $S_s$ によって、隔壁等が塑性化した場合の耐津波設計上の配慮の必要性について説明を頂きたいと思います。具体的には、 $S_s$ によって剛性低下、もしくは、剛性がなくなったことを考慮したときの耐津波時の強度評価の方針について設計上の配慮が必要かどうか、こちらについて説明を頂きたいというのが3点目でございます。

最後4点目が、 $S_s$ 未満の地震が起きたときに、隔壁等が塑性化した場合の基準に適合する状態の維持及び管理の成立性について説明を頂きたいと思います。具体的には、隔壁等にひび割れが入った場合、点検補修の要否、このあたりが必要かどうか、その状態の維持及び管理の成立性について説明を頂きたいと。

以上4点について、今後の構造成立性の評価において、その内容を含めて説明を頂きたいと思いますが、いかがでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

御説明を頂きました4点につきましては、概ね隔壁、底版、フーチングの塑性化した場合における津波防護施設としての機能としての説明、もしくは維持管理、点検といった御趣旨だと理解いたしました。これらについては、検討させていただきまして、今後御回答をさせていただきたいと思っております。

1点だけちょっと3次元のFEM解析につきましては、解析結果まで全て御提示できるかどうかは今後また御検討させていただいて御説明させていただきたいと思います。

以上です。

○千明審査官 規制庁の千明です。

解析の結果について、塑性化、隔壁がどういう状態になっているかというのは、これは3次元の解析を確認したいというふうに考えておりますので、その結果を見ながら確認をしていきたいというふうに考えております。

それで、すみません、もう一点コメントですが、波返重力擁壁の構造成立性の見通し、こちらについて、詳細設計段階では、その際に実施する場合は、荷重の不確かさ係数であったり、地盤のばらつき係数等によって条件が厳しくなるということも想定されます。その際、構造が成立しなくなる可能性を否定できないということから、そういった場合の対応の方針であったり、具体例について、今お考えあれば説明を頂きたいと思いますが、いかがでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

千明さんがおっしゃられている詳細設計段階では、不確かさ等を考慮いたしまして十分な尤度を持った設計にしないといけないというのは十分理解しております。したがって、今後検討いたしますケーソンについて、仮に構造成立性に尤度が少ないということがございましたら、現状考えられるのは191ページのパワーポイント資料でいきますと、今、中詰め材等が入っております。これらの部分を一部固化をして固めて剛性を高めた構造にしてしまう、もしくは、この重力擁壁ケーソンの背面に地盤改良を行うことによりまして周辺の側方流動にかかる土圧を低減させると、そういったことが今後考えられる対策だと考えております。

以上です。

○千明審査官 規制庁の千明です。

分かりました。今の対策については、そのような方法があるということで理解しました。

それで、今後、構造成立性評価の中で、その中で詳細設計段階に行かず対策が必要であれば、そのあたりについても評価等の結果を必要であれば説明を頂きたいというふうに思います。

いかがでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

対策の必要性も含めて、今後、構造成立性の中で御説明させていただきたいと思います。

以上です。

○千明審査官 規制庁の千明です。



分かりました。私からは以上です。

○山中委員 そのほか何かございますか。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

今、千明のほうから指摘があったことに関して、趣旨をもう少し私のほうから説明をしたいと思います。

まず、これまでの津波防護施設、防波壁、防波堤に関しての審査の実績からすると、構造物を構成する部位に関しては、基本的に止水性能を念頭に荷重伝達する性能、こういったものも併せて考えた上で、全ての部位に対してある程度ひび割れが入らないような状態、ここでいうところの短期強力度設計とか、そういったものをしていたというのが実績です。

今回は、恐らく、隔壁、底版、フーチングに関しては、そこに要求される性能をある程度限定して、それに対して許容される状態を個別に評価をしようという方針に変えた。これは、言い換えると、やはり隔壁、底版、フーチング、特に隔壁等は銅水砕スラグの荷重を直接受けたりして塑性化する可能性がある程度ある、これを弾性設計するというのはなかなか難しいのかもしれないんですけども、こういった事情があるんだろうというふうに認識しております。

一方で、これらの構造に関しては、このボックスの周辺の壁と中の隔壁、それから基礎というものについては、特に構造上分離はしていなくて一体となっている。このような規則的に荷重を、津波荷重であれば汀線直交方向に荷重を受けたりするんですが、地震荷重についても汀線直交方向、汀線方向、それぞれ荷重をこれらの壁が規則的に並んでいるもので一体として負担をしていく。その場合に、ボックス壁は全体の曲げをある程度支配、抵抗したり、あとは、各通りの壁で荷重方向のせん断方向の壁、これがある程度荷重を伝達して水平力と全体の曲げを上部構造から下の基礎に伝えるという役割をしています。こういうふうな一体的な構造の場合に、ある部分だけ終局限界に近い状態、ある部材に対しては短期許容応力度という設計のクライテリアとして差があるということは、実際、解析をしていただいて、それを状態として側壁がどういう状態になっているのか、それから中の隔壁がどういう状態になっているのか、そこら辺をちょっと確認をしないと、この設計が本当に成立するかどうか、一番危惧されているのは、隔壁とか、その周辺が塑性化した場合に、その周辺の前壁、後壁、側壁、こういった止水性能が要求される壁に対して悪影響を及ぼさないのか、塑性化することによってひび割れが入って、止水性を損なうようなことがないのか、これを見通しとして許可段階にしっかり確認したいということの趣旨

であります。

比較的、ちょっと深く入り込んでということの今回意味合いとしては、このように構造的に一体となっている部位に対して、クライテリアに差がある照査を組み合わせるということですので、その成立性を確認するという趣旨で指摘をしています。

あと、千明のほうから指摘がありましたけれども、当然、詳細設計に行けば、液状化に係る有効応力解析とか、そういったものでこういった3次元のFEMモデルに入力する荷重を保守的に決めて、それに対してこの3次元のFEMの静的応力解析、これを実施することになりますので、比較的ばらつきとかの考慮とか、そういったもので荷重が増大するということも考えられます。したがって、その荷重の増大分もある程度見込んだ上で、実際見通しがどうなるのか、その見通しがあまりよろしくないのであれば、早めに抜本的な改善をするということの必要性、これについて自らまず検討すべきではないかということでもあります。

少し慎重にこれは検討をしなければいけないのかなと思っていますけれども、しっかりと検討をしていただいて、今後の設計方針の明確化、もしくは抜本的な改善ということにしっかりつなげていただきたいと思います。

私のほうからは、今回指摘した内容の趣旨をお伝えさせていただきました。以上です。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

ただ今、名倉さんからおっしゃられた趣旨、しっかり理解しましたので、荷重の不確かさ、その他もろもろも含めて、早急に隔壁、底版、フーチングの状況を検討いたしまして、抜本的対策も早いうちに決めまして御説明させていただきたいと思っております。

以上です。

○山中委員 あと、よろしいでしょうか。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

今、山田部長のほうから前向きな発言を頂きました。その中で、早急にという言葉がありましたけれども、具体的にはどれぐらいを目途にということをもしこの場でお話しできるのであれば、一言頂きたいと思います。いかがでしょうか。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

多少時間がかかるとは思いますが、ちょっと3次元の結果が二、三週間はちょっとかかりますので、それを見てすぐにお答えしたいというふうに考えておりますが、そういうタイムスケジュールのイメージでしょうか。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

まず見通し計算を走らせた上で、その結果を途中経過かもしれないけれども、それを踏まえた上で方針を社として決めて、それを会合のほうに提示するという事で、恐らく解析に二、三週間ということであれば、1カ月ぐらいを目途に、その状況を一回お知らせいただいて、そこに解析結果の詳細が全て入っていても、方針として何か変更することがあれば、その時点で1回説明をしていただいて、それも踏まえた上で全体の取りまとめたある程度の内容を説明していただくということでしょうか。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

了解いたしました。あと、ケーソンもいろんな種類がございます、一番クリティカルになるようなものを急いで計算をして、方針を立てて、大体ほかの全てのケーソンのサイズの計算を整えてお話をできればというふうに考えております。

以上です。

○名倉調査官 今後の概ねのスケジュール感というか、そういったものについては理解しました。こちらも趣旨をしっかりと説明したつもりですので、それも踏まえた上でしっかりとした対応をしていただきたいと思います。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか何か確認しておきたいことはございますか。よろしいですか。

本日、防波壁の設計方針についてコメント回答を頂いたところですが、鋼管杭式逆T擁壁、それから波返重力擁壁については、さらに検討いただかないといけない事項を指摘させていただきました。検討のほど、よろしく願いいたします。

また、スケジュール感についてもお話しいただきましたので、その点についてもよろしく願いいたします。

何か事業者のほうからございますか。

○中国電力（北野） 中国電力の北野でございます。

当社のほうからは特にございません。

以上です。

○山中委員 それでは、以上で議題1を終了いたします。休息に入りますが、一旦中断して13時30分に再開いたします。

（休憩）

○山中委員 再開いたします。

次の議題は、議題2、中国電力株式会社島根原子力発電所2号炉の重大事故等対策についてです。それでは、資料について説明を始めてください。

○中国電力（北野） 中国電力の北野でございます。

それでは、議題2として、原子炉制御室、緊急時対策所及び監視測定設備並びに重大事故等対策の有効性評価等の御指摘事項に関する御回答につきまして、二つのパートに分けて御説明し、都度、御質問等をお受けしたいと考えております。

なお、御質問等への対応につきましては、現在、映像に映っているメンバー以外の者が入れ替わりで発言をすることがありますので、御了承をお願いします。

それでは、電源事業本部副長の谷口のほうから御説明をさせていただきます。

中国電力（谷口） 中国電力の谷口です。

資料2-1-1のパワーポイントの資料を用いて、島根原子力発電所2号炉原子炉制御室等、緊急時対策所及び監視測定設備について、コメント回答について説明いたします。

まず、表紙をめくって1ページ、こちらの4項目のうち、まず第一のパートとして（1）原子炉制御室等について説明します。

それでは、3ページ目をお願いします。こちらに示す3件の指摘事項のうち、21番と22番について御説明いたします。

それでは、5ページ目をお願いします。指摘事項21、プルーム通過時の中央制御室換気空調系の運転モードについて、運転員の被ばく低減の観点からも、外気取り入れによる加圧運転モードを継続することが再循環モードより適しているのか、考え方を整理して説明することについて、説明いたします。

まず一つ目の矢羽根ですが、設置許可基準規則26条のDBの評価では、中央制御室換気系の隔離機能を用いた場合の運転員の被ばくが判断基準を満足することを確認しています。

次、二つ目の矢羽根ですが、59条のSAの評価では、炉心の著しい損傷の場合にも運転員の被ばくが判断基準を満足することを確認しております。SA時の対応としては、DBと同様に隔離機能を用いることが基本となりますが、島根2号炉では放射性ヨウ素の中央制御室への流入による内部被ばくを極力低減する観点から、炉心損傷を判断した以降、加圧運転を行い、インリークを防止することとしております。

次、三つ目の矢羽根ですが、島根2号炉の加圧運転時は、再循環運転よりも換気率が大きいいため、屋外の放射性希ガス濃度が高くなるプルーム通過時において、中央制御室内への放射性希ガスの取り込みが増加します。その結果、一時的に制御室内の放射性希ガス濃

度も高くなりますが、その間、待避室に待避することで運転員の被ばくは低減されます。

また、プルーム通過後は、屋外の放射性希ガス濃度の減少に伴い、制御室内の放射性希ガス濃度も換気により速やかに減少するため、待避室から待避する時点で加圧運転のほう再循環運転よりも中央制御室の空間線量率が低下することから、放射性ヨウ素のインリークの防止も相まって、加圧運転は運転員の被ばく低減に有効と考えています。

次、6ページ目を御覧ください。ここでは、DBとSAの中央制御室居住性評価の主要解析条件を示しています。二つ目の矢羽根ですが、DBの評価ではインリーク率、SGTフィルタ除去性能等に保守的な解析条件を設定した場合でも、再循環運転により判断基準を満足します。

三つ目の矢羽根ですが、SAの評価は再循環運転、加圧運転のいずれの場合でも判断基準を満足することを確認しております。一方、SAでは、SGTフィルタの除去性能を期待していないことから、加圧運転とした場合には再循環運転よりも内部被ばくの低減効果が大きくなります。また、インリーク率や放出点と空気取入口の位置関係を中央制御室への放射性物質の取り込みが多くなる設定としていることから、評価結果としては再循環運転と比較して加圧運転時の換気による外部被ばくの低減効果が大きく表れる結果となります。

次、7ページ目を御覧ください。ここでは、再循環運転時と加圧運転時の系統概要図の対比を示しております。

次、8ページ目を御覧ください。一つ目の矢羽根ですが、プルーム通過中の中央制御室換気系の運転モードについて、加圧運転から再循環運転への切替えを想定して、空気流入率をパラメータにケーススタディを行いました。その結果、表に示すとおり、プルーム通過中に再循環運転とした場合には、島根2号の現実的な換気率の範囲においては、加圧運転を継続するケースより線量が増加する結果となっております。これは次のページでお示しますが、制御室内に取り込んだ放射性希ガス等の換気が十分に行われないことが原因です。

次、9ページ目を御覧ください。この図では、プルーム通過中において加圧運転を継続した場合と待避室に待避している間は再循環運転に切り替えた場合の待避室内外の空間線量率を示してございます。

二つ目の矢羽根ですが、プルーム通過中に再循環運転に切り替えるケースでは、ベント直後の希ガスの取り込みが少なくなることから、線量率ピークが低くなりますが、取り込まれた希ガスの換気が遅くなることから、待避室から出た後の線量率が高くなり、取込み

抑制分を換気不足による増加分が上回る結果となっております。

以上から、プルーム通過中も加圧運転を継続することで、放射性ヨウ素の流入を軽減しつつ、放射性希ガスを早期に換気する運用が適切であると考えます。

続いて、10ページを御覧ください。指摘事項22、ブローアウトパネルの遠隔による閉止操作について、現状では中央制御室からの操作ではなく、現場制御盤からの操作としているが、設置許可基準規則の解釈を踏まえて改めて検討し、整理して説明することについて、説明いたします。

ブローアウトパネルの遠隔による閉止操作については、現場操作盤からの操作としていましたが、設置許可基準規則の解釈で要求されている操作に対する容易性を考慮し、判断場所と同じ中央制御室にて操作可能な設計とすることとしました。

それでは、説明者を交代いたします。

中国電力（大石） 中国電力の大石です。

それでは、私のほうから引き続きまして、緊急時対策所及び重大事故等対策における共通事項に対するコメント回答を説明させていただきます。

まず、12ページ目を御覧ください。緊急時対策所の指摘事項一覧でございます。本日はナンバーの15につきまして、御説明をさせていただきます。

では、ページを飛んでいただきまして、18ページ目を御覧ください。指摘事項15でございます。先行審査プラントを踏まえ、緊急時対策所制圧化装置（空気ボンベ）から緊急時対策所空気浄化送風機への切替えに係る判断基準の定量化を検討することという御指摘でございました。

回答でございますが、記載のとおり、緊急時対策所制圧化装置（空気ボンベ）から緊急時対策所空気浄化送風機への切替えに係る判断基準を明確にしてございます。具体的には、可搬式モニタリング・ポストまたは可搬式エリア放射線モニタの線量率の指示が上昇した後に、減少に転じ、さらに線量率が安定的な状態になり、周辺環境中の放射性物質が十分減少し、可搬式モニタリング・ポストの値が0.5mGy/hを下回った場合といたします。

なお、0.5mGy/hの根拠につきましては、米印で記載をしてございますとおり、保守的に0.5mGy/hを0.5mSv/hと換算をしまして、7日間被ばくし続けたとしても100mSvを超えることのない値として設定をしてございます。

以上が指摘事項15の回答でございます。

それでは、次のページを御覧ください。続きまして、重大事故等対策における共通事項

の指摘事項でございます。本日はナンバー4について御説明をさせていただきます。

それでは、21ページ目を御覧ください。ナンバー4の指摘でございます。同時発災時の指揮命令の混乱を避ける観点から、中央制御室における2号炉の指揮・命令が、廃止措置中の1号炉の影響を受けることなく行えるよう、体制を検討すること、また、同時火災活性時の初期消火体制についても併せて整理して説明することという御指摘ございました。

回答でございますが、前回説明時から体制を見直していきたいと思っております。一つ目の矢羽根でございますが、1号炉との同時発災を想定した場合であっても、2号炉の指揮・命令が1号炉の影響を受けないよう、中央制御室において号炉ごとの指揮・命令系統を確立いたします。各号炉における運転員への指揮・命令の役割を当直長から、1号炉は1号当直主任、2号炉は2号当直副長に変更いたします。当直長は、緊急時対策所との連絡・調整、運転操作業務の統括管理を実施するとしております。

二つ目の矢羽根でございます。夜間及び休日の体制におきまして、SAと火災が同時に発生した場合でありましても、2号炉への対応に支障がないよう、専属の初期消火の責任者（自衛消防隊長）を1名新たに配置いたします。

続いての矢羽根でございます。緊急時対策所の要員参集後の体制におきまして、緊急時対策所における各号炉の監視体制を明確にするため、プラント監視班員を1名増員をいたします。

最後の矢羽根でございます。夜間及び休日の体制におきまして、大規模損壊発生時に活動を期待する運転補助要員2名を組織体制図において明確に規定をする。以上の体制を見直しをしてございます。

続いて、22ページ目を御覧ください。先ほど御紹介いたしました体制変更の変更前と変更後を整理してございます。当直長が有しておりました運転操作業務の統括管理、指揮・命令を統括管理とし、2号の当直副長に運転員の指揮・命令、1号炉の当直主任に指揮・命令を記載をしてございます。

続いて、23ページ目を御覧ください。こちらは中央制御室運転員の体制図を示してございます。先ほど御説明した内容を変更後の当直長の横のほうの赤字、当直主任、当直副長の赤字で記載をしてございます。補足の一つ目のポツでございますが、2号炉体制のうち、当直主任を当直主任または運転士ということで、記載を見直しをしてございますが、こちらは保安規定の記載との整合の観点で記載表現を見直したというものでございまして、考え方を見直すというものではございません。

24ページ目を御覧ください。こちらは2号停止中の中央制御室の体制でございます。

では、めくっていただきまして、25ページ目でございます。夜間及び休日の防災体制の見直しということでございまして、変更前後で専属の初期消火の責任者（自衛消防隊長）を1名増員、大規模損壊発生時の活動に期待する運転補助要員2名を明確化としておりまして、緊急時対策要員の合計人数が44名から47名ということで増員をしております。

続いて、26ページ目を御覧ください。こちらは要員参集後の体制でございます。変更前後の表を記載してございますが、要員参集後における1号炉及び2号炉のプラント監視が号炉ごとに実施できるようにプラント監視班員を1名から2名に増員をしております。先ほどと同様、運転補助要員の明確化を併せまして、合計人数が98名から101名ということで変更しております。

27ページ目を御覧ください。こちらにつきましては、プルーム通過時の緊急対処及び中央制御室待避室にとどまる要員を整理をしております。

28ページ目と29、30ページ目につきましては、先ほど御説明いたしました内容を体制図という形で整理をしたものでございます。

近対所の説明は以上になります。それでは、説明者を交代いたします。

○中国電力（南） 中国電力の南です。

引き続きまして、私のほうから監視測定設備についての御説明をさせていただきます。33ページをお願いします。33ページは監視測定設備について、審査会合での指摘事項の一覧を示しております。本日は、この中からナンバー5、7、8につきまして詳細に御説明させていただきます。

まず34ページをお願いします。指摘事項ナンバー5ですが、こちらはモニタリング・ポストへ給電する各電源について、自動起動するので手順はないとのことであるが、図面等を示して起動順序の関係性を説明することというものになります。

御指摘に対する回答ですが、ページ下部に示している図を御確認願います。まず、通常時ですが、モニタリング・ポストは①のラインで所内電源から無停電電源装置を經由して電源を供給しています。次に、所内電源を喪失した場合ですが、その直後は②のラインでモニタリング・ポスト用無停電電源装置から継続して電源を供給します。さらにその約10秒後には、所内電源喪失後に自動起動する非常用ディーゼル発電機により、③のラインで電源を供給します。万が一非常用ディーゼル発電機から電源が供給されない場合は、局舎側に設置しているモニタリング・ポスト用発電機制御盤内の不足電圧継電器により電源喪



失を検知することでモニタリング・ポスト用非常用発電機が自動起動し、④のラインで40秒以内に電源を供給します。また、これは復電した場合は所内電源側に自動で切り替わり、モニタリング・ポスト用非常用発電機は自動停止します。

以上がモニタリング・ポストへ給電する各電源の起動順序となります。なお、これらの電源供給は自動起動、自動切替えで行われるため、運転員等による操作は不要となります。また、重大事故等時にモニタリング・ポストが機能喪失した場合は、可搬式モニタリング・ポストにより代替測定を行うこととなります。

指摘事項ナンバー5に対する回答は以上となります。

続きまして、36ページをお願いします。指摘事項ナンバー7ですが、こちらは可搬型モニタリング・ポストによるプルームの検知性の説明の根拠としている線量率を適正化することというものになります。

御指摘に対する回答ですが、これまでの御説明では、可搬式モニタリングポストによるプルームの検知性の説明の根拠として、福島第一原子力発電所事故時の敷地境界付近の実績の線量率を用いて、測定に必要な最大レンジを求めておりました。今回、これに加えて原子力災害特別措置法第10条特定事象に該当する敷地境界付近の放射線量率である $5\mu\text{Sv/h}$ を可搬式モニタリング・ポストによって検知できることを確認しました。

37ページをお願いします。こちらは前回会合で示したものと同様ですが、風下方向の評価地点での放射線量率を1と規格化して各モニタリング・ポスト配置位置での放射線量率の感度評価の結果を示したものです。表の上段それぞれの風向に対して風下方向の評価地点が緑色にハッチングしている箇所となり、下線は感度が高いほうを示しております。この評価の結果、風下方向に対して隣接する可搬式モニタリング・ポストは、風下方向の数値に対して最低でも5掛ける $10^{-2}$ 程度、つまり20分の1程度の感度を有しております。したがって、モニタリング・ポストの間隙をプルームが通過した場合において、 $5\mu\text{Gy/h}$ の20分の1、 $250\text{nGy/h}$ を想定した場合でも可搬式モニタリング・ポストは $10\text{nGy}$ 以上 $10^9\text{nGy}$ までの計測範囲を有しているため、測定可能であることを確認しております。

指摘事項ナンバー7に対する回答は以上となります。

続きまして、38ページをお願いします。指摘事項ナンバー8ですが、こちらは可搬型モニタリング・ポストの保管場所から設置場所までのアクセスルートとして、サブルートを使用する考え方を説明すること。また、作業員による設置の実現性について説明することというものになります。

御指摘を踏まえて検討した結果、今回、新たに海側に配置する可搬式モニタリング・ポストの代替測定場所を設定しました。まず39ページを御確認願います。こちらは可搬式モニタリング・ポストの配置位置及びそこへアクセスできない場合の代替測定場所を示したものとなります。これまでは陸側の設置位置に対して代替測定場所を設定しておりました。今回、御指摘を踏まえて再検討した結果、サブルート上にある海側ナンバー2及びナンバー3の可搬式モニタリング・ポストについても、代替測定場所はアクセスルート上に設定しました。これにより、可搬式モニタリング・ポストの配置位置にアクセスできない場合においても、アクセスルートを使用して代替測定場所に車両にて運搬することが可能となります。

もう一度38ページをお願いします。新たに設定した代替測定箇所を踏まえ、先ほどの指摘事項ナンバー7と同様に、右の表のとおり、代替測定場所での感度評価を実施しました。この結果、風下方向に対して隣接する可搬式モニタリング・ポストは、風下方向の数値に対して最低でも1.5掛ける $10^{-1}$ 程度の感度を有しており、ブルーム通過時の放射線量率の測定は可能であると評価しております。

指摘事項ナンバー8に対する回答は以上となります。

以上で、監視測定設備についての説明は終了となります。

当社からの説明は、中央制御室、緊急時対策所の件も含めて以上となります。

○山中委員 それでは、質疑に移ります。質問、コメント、ございますか。

○角谷審査官 規制庁の角谷です。

中央制御室の換気空調系の運転モードについての確認です。今、御説明いただいたパワーポイントの資料2-1-1のところで、8ページ目、9ページ目のところで説明のあった評価条件で考えて評価をした場合には、加圧運転、待避中に加圧運転を継続したほうが、その循環運転に切り替えるよりも結果的に被ばく量が低くなるという説明は理解をしました。

一方で、6ページのところにも評価条件をいろいろ書いていただいていますけど、そのDBでの評価、それからSAでの評価というところで、これはいろいろ修正を積んだ評価条件を設定して、それでもちゃんと基準を満たしますよというところを確認したものですけれども、それに基づいて評価を行っていったときに、例えば保守的な評価条件で再循環運転のところでは、インリーク時にその中央制御室と換気空調系のフィルタには期待をしないと。その後の循環では期待するんですけど、そういう保守性があると。あるいはSAの評価のところでは、非常用、SGTのフィルタ除去効果には期待をしないとかですね、そういっ

たその保守的な条件を置いた上での評価として、現状は加圧運転モードというのを選択するという説明になっているんですけど、ちょっとこれがですね、実際の状況を考えたときに、この示された評価条件というのが現実に近いもので、実際にその評価で出た結果と実際の被ばくというのがこういう形になるのかと。それによって手段を選択していいのかというところを確認したくてですね。まずは今の評価条件が現実に近いものであるのかどうかというところを説明してください。

○中国電力（谷口） 中国電力の谷口でございます。

今の評価条件につきましては、先ほど御指摘いただきましたように、大きな保守性を積んだ評価条件となっております。なお、DBの場合とSGT、すみません、SAの場合で大きな放出条件の差というのはSGTフィルタの差というのはあるかと思えますけれども、こちらにつきましては、ヨウ素については多少、非常に効くものではございますが、このたびは制御室内での加圧運転モードあるいは再循環モードに影響するのは希ガスでございまして、その希ガスを考慮する限りにおいては、今、私どもが提示しております再循環運転よりも加圧運転のほうが低めに評価結果が出るという現象には変わりはないものと考えてございます。

○角谷審査官 規制庁の角谷です。

今の説明の中で、放射性希ガスと放射性ヨウ素というところに対する効果というところでの比較ですけれども、まずちょっと順番に、じゃあ放射性ヨウ素のほうから考えていくと、今、放射性ヨウ素のところ、加圧運転のときには中央制御室へのインリークというものを考慮しないので、その外側のそのSGTのフィルタでどれだけ除去されようがそこは影響がないということだと思っておりますけど、一方で循環運転のほうというのは、インリークに際してフィルタの効果を考慮してなくて、ある意味外気がそのまま中央制御室の中に入ってくるという形で評価を行っているので、仮にSGTのフィルタに期待ができる、それからインリークする際に中央制御室の換気系のフィルタにもある程度期待ができるということであったとするならば、この加圧運転と再循環運転のこの被ばく評価の結果というのは差は縮まる方向になるのかなと思っております。

もう一つ希ガスのほうの話ですけれども、希ガスはこの換気率が大きい加圧運転モードですかね、換気率の大きい加圧運転モードのほう例えばプルームが通過するようなどきというのは最初の取り込みは大きいけれども、その後、空気をたくさん取り込むので、放射線量は下がった空気を取り込むので掃気がされて、結果的に最終的には換気率の大きい

ほうが被ばく線量というのは低くなるという説明というのは理解しているんですけども、そこでそのプルームが通過するということで、しかもプルーム、そのフィルタベントを行ったときに、一気に希ガスなりが出てきて、その後はすぐ下がるという想定なんだとすると、確かにおっしゃるとおり、掃気の効果というのは出てくると思うんですけど、それが実際そうなるのかというのが分からないのと、それから残留熱代替除去系ですね。RHRとかを使った場合というのは、これはバウンダリは格納容器のバウンダリは維持されていますけど、そこから設計漏えいが出てくるというのを考えると、それは希ガスを後から線量が下がった空気です掃気するという理屈はちょっと成り立たないのかなと考えていて、ということであるとすると、その場合にはむしろ換気率が小さい循環運転のほうが結果的に希ガスの取り込み量は少なくて済んでということも考えられるかなと思っています。

なので、ちょっともう一回確認なんですけど、現実的にどうなのかってなかなかヒアリングで確認をしても定めるのは難しいというのは理解はしているんですけども、今のこの説明があった評価条件でもって実際にもそうなりますという形での根拠としては、ちょっと今、説明が足りていないかなと思っています、その辺りをもう一度どのように考えているか説明してください。

○中国電力（楨野） 中国電力の楨野でございます。

ただいま3点ほど現実的な評価における状態ということで御質問いただいたと思っております。まず1点目のヨウ素につきましては、今、角谷さんのほうからお話しいただきましたように、今回の評価ではSGTを考慮しないということで、ヨウ素はかなり中央制御室側に放出されるという前提での評価ですので、6ページの三つ目の矢羽根に書いてありますように、加圧運転によるインリーク防止という効果が顕著に出ていると。また、インリークに伴って循環運転のほうではチャコールフィルタに期待できない部分があるということも踏まえると、やっぱり評価上としては加圧運転のほうの方が効果が大きいような評価になっております。

御指摘のありました現実的な状態というのを考えますと、今、お話がありましたように、そこまで顕著な差は出ない。かといって、やはり加圧運転をしている関係で、インリーク防止とフィルタを通した循環ということですね、外気取り入れということで、どちらかというやはり加圧運転のほうの方が効果があろうかと考えております。

それから、2点目の希ガスの件でございますけれども、これも6ページの二つ目のまた書きのところにちょっと記載しておりますけれども、今回の評価では放出点と外気取入口の

位置関係を同レベルにした関係で、希ガスの取り込みがかなり多く評価する条件となっておりまして、その関係で実際に取り込んだ場合とそれから換気で抜けていく部分の効果がより大きく表れているという状況となっております。

したがいまして、実際にはそこまで放出されたものが全て中央制御室に入るわけではありませんので、そういった効果もですね、解析上はかなり大きく出ておりますけれども、実際現象という点を考えると、そこまで顕著な差にはならないだろうというふうに考えております。

それから三つ目の代替循環冷却のお話でございましたけれども、その点につきましては、今回のフィルタベントのシナリオのように、一旦、フィルタベントに伴って希ガスが瞬間的にいっぱい出てすぐ下がるというような変化はございませんので、大体外気と中央制御室の希ガスの濃度というものは大体平衡状態になると思われまますので、そういった状態が続く状態を考えると、あまり加圧運転と循環運転の差というものは大きな差は出ないというふうに考えてございます。

以上でございます。

○角谷審査官 規制庁の角谷です。

ちょっと繰り返すようですが、一応今のこの評価条件でやったらこうなりますっていうところは理解をされていて、今の御説明というのは、今、この評価条件でやったらこうなるんですけど、実際のところはというところがある意味まだよく分かりませんというような回答、それほど差が出ないんじゃないかということでの説明だったんですけど、そうだとすると、今のこの評価だけでもって、先ほど申し上げたとおり、やはり手段を選択するというのはなかなか難しいなと思っていまして、一方で現実的なじゃあ評価条件って何かというのを定めるのが難しいということであれば、今、一応例として挙げたのは、インリークのとき、再循環運転のインリークのときにフィルタに期待しない、換気系のフィルタに期待しないというところがある程度期待ができるならどうそれが影響するのか。

それからSGTが実際起動はしていてフィルタだけに期待しないという評価なので、いや、それ起動できているんだったらフィルタにも期待できますというふうにしたときに、一体どれだけ再循環運転と加圧運転というのの差が縮まってくるのか。あるいはそれがもしかして逆転するようなことって本当はないのかという辺りとかですね、その辺りを少しパラメータを振っていただいて、その正解はないのかもしれないですけど、それでもこのぐらいの蓋然性をもってこの評価条件ならばという影響の大きさを見ないと、ちょっと今ので

はなかなか納得ができないかなというところがあるので、ちょっとその辺りを検討して説明いただきたいというふうに思います。

一方で、それで最終的に出た答えがですね、もう一つ言うと差があまりなかったと、ほとんど同じぐらいでしたという結論に例えば至ったときに、じゃあそうなったときに何を考えて何を理由に手段を選択するのかというところを明確に御説明いただくようお願いいたします。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。

○義崎管理官補佐 規制庁、義崎です。

今の角谷の質問に関連するんですけども、パワーポイント7ページ、先ほどポンチ絵というか系統図で、DB時の再循環運転が左側で、右側にSA時の加圧運転があると。基本的にはDBの再循環運転から加圧運転に切り替わるという、そういう理解なんですけども、直接その加圧運転に切り替わるモードというのはあるのかというのと、7ページの上のほうに再循環運転は手動起動、漏えいに伴う手動起動もしくは換気系の放射線異常高などの隔離信号でとあるので、加圧運転をして外気取り入れをしているときに、こういった放射線異常高で隔離ダンパが隔離された場合というのはどうなるのかというのも併せて説明してください。

○中国電力（藤木） 中国電力、藤木です。

まず、一つ目の御質問ですけれども、DBAから加圧運転に切り替わる、そういった自動に切り替わるモードがあるのかという御質問に対しては、モードとして何かしらインターロックで自動に切り替わるようなインターロックは現状ございません。当直副長が炉心損傷を判断した時点で指示を出すことによって手動操作によって加圧運転のほうに切り替えていくというふうになります。

二つ目の御質問ですけれども、加圧運転をしている状態からまたインターロック、また自動隔離信号をもって隔離運転のほうにまた戻ってしまうんじゃないかという御質問については、現状、パワーポイントで申し上げますと、再循環運転のほうは左の図面の下のほうのA0弁というものが、給気側の左から矢印が入ってきている弁が二つあって、こちらがインターロックによって閉じることによって隔離状態というふうになっているんですけども、こちらが加圧運転の状態になりますと、右の図の同じA0と書いてある弁を見ていただきますけども、こちらは全開の状態に操作によってなっておりますので、その状態で隔

離状態ということで、すみません、全開の状態に保持されるように操作をいたしますので、空気がちゃんと取り込まれるような状態に設定されているような手順となっております。

以上です。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

後半のほうの回答は、手順を見ると現場でダンパを開けている手順になっているので、現場で開けた場合は隔離信号が入っても現場開なので、そういった信号にかかわらず開けるような手順になっていたのも、そういう回答だと思ったんですが、そうではないんですか。

○中国電力（藤木） 中国電力、藤木です。

そのとおりでございまして、加圧運転をするというふうに判断になりましたら、こちらのA0弁、給気隔離ダンパのほうを現場に行って全開にしに行く操作というものをしますので、その状態で全開の状態に保持されるというふうに考えております。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

手順でほとんどが中央制御室からの操作になっていて、ここだけ現場操作になっているので、その理由としては多分そういった隔離信号の影響がないようになっていると思っていたので、その辺は何も説明がないので、説明を明確にしていきたいというのが一つと、最初の質問は、私が聞いているのは、加圧運転、外気取り入れの加圧運転をDBの循環運転をする前にやることはあるのかって、そういった質問だったんですけども。

○中国電力（藤木） 中国電力、藤木です。

再循環運転よりも先に加圧運転ということですけども、加圧運転の判断基準は炉心損傷ということなので判断基準の順番で。

○中国電力（谷口） 中国電力の谷口でございます。

加圧運転を行う前に、加圧運転を行う際には、最初に循環運転にしてからその後、人力操作で入り口側の弁を開けて行って加圧運転にするという手順を踏みます。したがって、順番としては必ず最初に循環運転があって加圧運転という、そういう順番になります。逆になることはございません。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

パワーポイント5ページの下の方で、加圧運転、循環運転よりも加圧運転のほうが被ばく低減に有効というふうに最終的に評価されているので、そういった場合も踏まえているような手順を臨機に対応できるのかなと思ったんですけど、現状の手順では再循環運転を

先にやって、その後に手動で切り替えるということで説明は理解しました。

以上です。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○川崎調査官 規制庁、川崎です。

すみません、そもそもの話なんですけれども、今回、このどちらか、要は加圧運転か循環運転かという一かゼロかの検討ではなくて、そもそもこの検討をする際に、例えばこの9ページですね、9ページのこの図で見ると、循環運転のほうが低い時間帯というのが当初の三、四時間あるんですよね。そこから切り替えるとかそういったことは検討はされていないんですか。当然、今現状では現場操作しかできないとは言っているんですけれども、例えばこれをちゃんと遠隔で切り替えられるとか、要は5ページの回答を見ると、より下げたいというその思いはあるということなんですけれども、そういった検討はなぜしていない。というか、この資料上、全然そういうのが見えないので、していないんですかね。

○中国電力（谷口） 中国電力の谷口です。

待避期間中におきましては、基本的に運転員はプラントパラメータの確認や緊急本部との連絡等、最低限の行動を行うこととしておりまして、現状、待避室から設備、空調設備の運用変更を行うようなことは想定してございません。

なお、この際、操作のために外に出た場合は、資料9ページ目のグラフにございますように、点線が屋外の、屋外といいますか制御室外、待避室外の線量率を示してございます。赤の点線が循環運転を行った場合の待避室外の線量率でございます。こういう比較的高い線量下での作業となりますので、あまり積極的には採用するような手順としてはございません。

○川崎調査官 規制庁の川崎です。

そんなことを聞いているのではなくて、屋外に当然、待避室外に出れば線量は高くなるので、待避室内から遠隔操作とかできるようにするとか、単純にタイマーを入れて何時間後からは加圧運転になるとか、そういった検討だってできたはずなんですよね、とはいってもこの話というのは、そもそも100に対して十分低いところなので、大してそれで得られる御利益がないという工学的判断なのかもしれないんですけれども、この回答を見ると、全くそれが検討したという経緯すらちょっと見てなくて、そこら辺をどう考えて今回のこういう判断に至ったのかということがよく分からないんですよね。

○中国電力（榎野） 中国電力の榎野です。



今、御指摘ありました操作については、資料に反映できておらず申し訳ありません。検討については実施しておりまして、先ほどありましたように、やはり運転員がこの高線量下で外に出て操作をするということにはなりませんので、まずタイマー回路による設定というものは考えたんですけども、やはり事象の不確定性、ベント開始でどのタイミングでタイマーを設定して加圧運転を再度再開するかというような、そういった不確定性がございましたので、タイマー設置による設備対応というのはちょっとなかなか現実的じゃないかなというふうに考えてございます。

あと遠隔操作につきましても検討してみましたが、やはり待避室、狭隘な中で制御盤等を設置して、運転員が待避するのに加えて制御盤を設置して遠隔で操作するというような作業スペース的な問題等がございまして、なかなかそれも難しいというふうに事業者としては考えております。

以上でございます。

○川崎調査官 規制庁、川崎です。

そういったちゃんと検討の経緯は残すようにしてくださいというのと、あとこれは最初に角谷のほうから指摘が出たんですけども、正直言って、まず1点目としては100ミリに対して低いところでの議論だということがまず前提なんですけれども、この手順をどちらを選択するかというのについては、相変わらず我々としては釈然としないところがありますので、ある意味最終的に手順は両方準備した上でちゃんと臨機応変に対応できるとか、そうしたことも選択肢の一つかとは思っています。

いずれにしても、もう少し、何でこちらがいいのか、何でこうするに至ったのかというところははっきりとこれまでのコメントを踏まえて回答していただくようにしていただきたいと思います。

以上です。

○中国電力（榎野） 中国電力、榎野です。

了解しました。設備面の検討の経緯等については資料に反映させていただきたいと思えます。また、手順どちらを採用するか、あるいは両方採用するか等につきましては、角谷様からお話がありましたとおり、現実ベースの解析という点も踏まえて改めて検討して整理させていただきたいと思えます。

以上です。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○義崎管理官補佐 規制庁、義崎です。

パワーポイントの21ページ、体制の変更のところで確認なんですけども、21ページの最初のポツのところで、指揮・命令系統の役割を当直長から、1号炉は1号の当直主任、2号炉は2号炉の当直副長に変更するというので、パワーポイント23ページのほうに変更前と変更後のところで権限の移譲が書いてあるんですけども、下の補足のところにも書いてあるんですけども、現状の考え方、運転員の確保の考え方は変わらないということなんですけども、これ力量というか能力的にも副当直長だとか当直主任、そういった人が指揮・命令系もできると、そういう理解でよろしいでしょうか。

○中国電力（大石） 中国電力の大石です。

1号炉の当直主任につきましては、1号炉の事故対応時の指揮・命令に係る教育を実施するというので、必要な力量を与えまして1号炉の事故対応時における指揮・命令権限を付与するという事としておりますので、しっかりと教育をした上でこの体制というふうに考えてございます。

以上です。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

訓練をして力量を付ける、そういうことですか。

○中国電力（大石） 中国電力の大石です。

教育と訓練も行って力量を付けていくというふうに考えてございます。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

了解しました。

その下のほうに、権限の移譲もあるんですけども、これも同じように、ここに書いてあるのは、当直長から副当直長への指揮・命令の権限移譲については社内規定とあるんですけども、1号炉の当直主任への権限移譲についても、こちらも社内規定に明記されているという理解でよろしいですか。

○中国電力（大石） 中国電力の大石です。

はい。この二つ目のポツの下につきましても、社内規定において定めているというものでございます。

以上です。

○義崎管理官補佐 規制庁、義崎です。

はい、了解しました。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○照井審査官 規制庁の照井です。

パワーポイントの38ページ、39ページの監視測定設備の代替測定に関して確認をさせていただきたいんですけども、今、海側の3点、うち一つはアクセスルート上にあるので海側の2点ですね、については、もともとこれらについては現在法10条になったときに、海側の方向、陸側についてはもともと常設のものがあるので、海側のほうも測る、全方位を測るということで置きに行くものというふうに認識をしておりますけれども、今この39ページで言う代替測定の場所についてはアクセスルート上に配置をすることによって、より陸側のほうに置かれるということになって、配置を見ると例えばナンバー2とナンバー3それぞれ代替の場所に置くとなると、北側あるいは北東方向というのはどうしても監視の目というのが薄くなっているんじゃないかなという懸念があるんですけども、その上で38ページとかで感度はありますといっても、これ当然、2号機に近づく方向に置いてあるので、それは近くなれば測定できると思うんですけど、そうすると代替測定という、その方向を見たいということ考えたときに、今の代替測定の位置でいいのかどうかというのはどのように考えているのか、説明してください。

○中国電力（南） 中国電力の南です。

御指摘のとおりでございまして、39ページの資料にありますとおり、代替測定場所、アクセスルート上に設定するという観点から少し特に北西側の方向ですね、少し開いているように見えている部分があります。先ほど御理解のとおり、もちろん38ページのほうで感度評価は実施しておりますので、十分に感度はあるというところでございます。ただ、どちらの方向に抜けたかというところでありましたら、少しなかなか一つのモニタリング・ポストだけでは分かりにくいところがあるというふうに考えてございます。

ただし、間隙を抜ける場合はその隣、さらにもう一つ向こう側、そういうモニタリング・ポストも当然線量率としては反応します。また、可搬式の気象観測設備を設置することもあり得ますので、その場合においては風向・風速は検知できるというふうに考えております。それらの情報をもって、この配置であってもどの方向に放射性物質が抜けたかというところは検知できるものというふうに考えてございます。

以上です。

○照井審査官 規制庁の照井です。

ほかの設備、代替の、ただ、代替の気象観測装置もたしか今、39ページで言うところで、海側のナンバー3付近にたしか置くような配置だったと思いますけれども、それもアクセスルート上に代替を置いてきちんと測れるようにするということでしょうか。

○中国電力（南） 中国電力の南です。

気象観測設備も陸上側のモニタリング・ポストと同様に、まずは現状ある設備が生きていればそのまま継続して監視をするというところになります。それらがもし、何かの原因で設備が損傷したりした場合は監視測定設備代替を設置するとなります。現状は、そのまた連続性を考慮して、ナンバー3の位置の辺りというふうに示してございますが、こちらにつきましても場合によっては路上を確保して、人工芝等で路上を確保して設置できる場所に置くというふうに考えてございます。

○照井審査官 規制庁の照井です。

ほかのパラメータ等も見ながら代替測定の位置でも見るということが可能であるという事は理解しました。その上で、ただやはり方向を見る、もともと海側にはないものを10条になって置きに行く、その方向を見たいからということで置きに行くということからすると、まずはやはり今、想定しているもともとの位置ですね、もともとの位置に置きに行くことをまずは試行すべきかなというふうに思うんですけども、そうしたときに、今、サブルート上にあるということで、地震・津波に対する体制はないというところのルートにはなっていて、SA、可搬モニタの設置というのは有効性評価上出てくるような手順ではないんですけども、そうしたことも踏まえてサブルート、まずはサブルート上のもともとの位置に置きに行くということを試行すべきと思うんですけども、それはきちんと置きに行け、例えばですね、今、重さが大体60kgぐらいで、人数が2人ということですけども、例えば人数を増やすとかしてですね、まずはそのサブルートに置きに行くということを検討しないのかというのは、その辺はどうでしょうか。

○中国電力（南） 中国電力の南です。

まずは御指摘のとおり、まずはこの陸側も含めて、陸側のモニタリング・ポストも含めて、まずはこの敷地境界のポイントに置きに行くというのがまず最初の場所です。あくまで現状、今回示させていただいているのは代替測定場所でございます。一番最初に試行するのはやはり敷地境界側を置きに行くというところを目指していくというふうに考えてございます。

そのために、器具、車両のほかにも手で運搬するようなリアカーのような運搬車ですと

か、先ほど前回の会合でも御説明しましたが、手で若干の距離にはなりますが、手で運搬するというようなことも可能ですので、どうしようもないような状況であれば、やはり代替測定場所に置くしかないというふうに考えてございますが、まずは2人で1台をリアカーなども用いて手運搬なども含めてそこに置きに行けるか検討して、一番最初はその一番最初に試行している位置に置きに行くというふうな手順を考えてございます。

以上です。

○照井審査官 規制庁の照井です。

御説明理解しました。まずは人力で、まずはもともとの測定位置に置きに行くということを試行するという事は理解しました。

最後なんですけど、そうしたときに、じゃあその代替測定の位置に変えようというような判断をする、その判断の基準というのは既に定められているんでしょうか。

○中国電力（南） 中国電力の南です。

現状は海側も山側も含めて、その通行する道路が寸断していたりするような場合、やはり車両である程度の距離を進めない場合は、これはもう代替測定場所に持っていくしかないというふうな判断になろうというふうに考えてございます。それで、できるだけ置きに行くというのは先ほどの御説明のとおりですが、やはり測定を開始しないといけないというところもございますので、そのルートが寸断されていてある程度の距離が進めない、そういう状況においては代替測定場所に設置するというふうに考えてございます。

以上です。

○照井審査官 規制庁の照井です。

御説明は理解しました。手順のところについては、やはり明確化しておくべきかなと思いますので、その点、明確化していただきますようお願いいたします。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、ございますか。

○中国電力（南） 了解しました。

○山中委員 よろしいですか。それでは、事業者側の説明者の入替えを行いますので、一旦中断し、5分後、30分から再開したいと思います。

（休憩）

○山中委員 再開いたします。それでは、引き続き資料の説明をお願いいたします。

○中国電力（内藤） 中国電力の内藤です。

資料2-2-1をお願いいたします。こちらのパワーポイント資料を用いて、重大事故等対策の有効性評価等のコメント回答について御説明いたします。

表紙をめくっていただきまして、1ページ目。目次となりますが、こちらの4件の審査会合に対するコメント回答をさせていただきます。

3ページをお願いいたします。こちらが有効性評価についての指摘事項3件ですが、そのうち、格納容器破損防止対策に関するナンバー171について御説明させていただきます。

6ページをお願いいたします。ナンバー171の指摘事項に対して回答いたします。指摘事項内容は、格納容器ベント実施時の一時待避中における大型送水ポンプ車への給油作業の必要性について、想定する大型送水ポンプ車の流量の妥当性も踏まえて説明すること。また、対策の変更の際には、ソフトだけではなくハードの対応も検討した上で、対策の妥当性を説明することになります。

こちらに対する回答ですが、一時待避中における大型送水ポンプ車への燃料給油は、運用面及び設備面の対応を講ずることと不要とすることといたします。運用面の対応として、ベント実施前の大型送水ポンプ車の必要流量を算出し、それに見合った燃料消費量を実証試験で確認したところ、一時待避中における待避時間を超える約15時間50分の運転継続が可能であることを確認できたため、一時待避前に必要流量まで絞り、連続運転可能時間を延長いたします。また、設備面の対応として、大型送水ポンプ車の燃料タンク容量を増量し、運転時間をさらに延長いたします。

各対応の検討内容について御説明いたします。まずは運用面についてですが、前回の審査会合時は、原子炉停止8時間経過後の崩壊熱を考慮して、大型送水ポンプ車の必要流量を設定し、再給油をベント実施7時間後としておりましたが、今回、原子炉の崩壊熱はベントにより大気へ放出され、大型送水ポンプ車による冷却は必要ないため、その他補機の冷却のみを考慮することとし、大型送水ポンプ車の最低流量約340m<sup>3</sup>/hでの運転継続時間について再検討いたしました。

2ポツ目ですが、大型送水ポンプ車の流量約340m<sup>3</sup>/hでの燃料消費量を確認するため、実証試験を実施した結果、燃料消費量は約60L/hであり、連続運転可能時間は約15時間50分となりました。

7ページ目をお願いいたします。図171-1の位置に運用変更後のタイムチャートを示しております。大型送水ポンプ車の流量を絞ることにより、一時待避時間より長い連続運転可能時間となっております。

続きまして、設備面の対応についてですが、運用面による対応により、一時待避中に燃料給油を実施することなく継続運転可能となりましたが、さらに連続運転可能時間に余裕を持たせるため、設備面による対応として、大型送水ポンプ車の燃料タンク容量を既存の990Lから約1時間以上運転延長が可能となるようタンク容量を増量することといたします。

本指摘事項に対する回答は以上となります。

9ページをお願いいたします。こちらが格納容器フィルタベント系についての指摘事項5件ですが、このうち3件について御説明いたします。

11ページをお願いいたします。ナンバー107の指摘事項に対して回答いたします。指摘事項内容は、水素排出経路における水素滞留防止対策について、窒素パーージ運用だけでなく、設備面の対策についても設置許可基準規則及びその解釈への適合性を説明すること。また、併せて可搬型水素濃度計の運用についてベント実施中の水素濃度監視の観点も踏まえ、整理して説明することとなります。

まずは設備面の対策についての回答ですが、格納容器フィルタベント系は、排気中に含まれる可燃性ガスによる爆発を防止するため、系統内を窒素ガスで置換した状態で待機させ、ベント実施後においても可搬式窒素供給装置により窒素パーージを行うことが可能な設計とし、排出経路の枝管のうち、可燃性ガスが蓄積する可能性のある箇所にはバイパスラインを設け、可燃性ガスを連続して排出できる設計としております。

また、排出経路における水素濃度を測定し、監視できるよう、フィルタ装置出口配管に可搬型の水素濃度測定設備を設置する設計としております。

図107-1に格納容器フィルタベント系の配管ルート図を示しております。図中で格納容器フィルタベント系の主経路を黄色で示しておりますが、図中、中心部付近を見ていただきますと、配管ルートは格納容器から出た後に立ち上がり、右下の拡大図を見ていただくと、緑色で示しております主経路からの分岐配管が閉止端となっていました。

ここにバイパスラインを設置することにより、主経路への流れを生じさせる設計としました。バイパスラインを抜き出すところがハイポイント1となっております。黄色の主経路に戻りますと、窒素ガス供給箇所の下流にハイポイント2があり、その後、連続左勾配でスクラバ容器まで下り、左下の拡大図を見ていただくと、スクラバ容器から銀ゼオライト容器までの間にハイポイント3が4カ所ございます。

次に、左上の拡大図を見ていただくと、銀ゼオライト容器下流で配管が1本に合流する前に、ハイポイント4が2カ所、配管が1本になったところで水素濃度測定箇所があり、そ

の後、再び配管が4本に分かれて原子炉建物頂部まで立ち上がっている配管ルートとなっております。

12ページをお願いいたします。続きまして、可搬式窒素供給装置の運用についての回答ですが、ベント実施中は格納容器から多量の蒸気が排出されるため、ベントガスの水素濃度は低く、ベントガス流速が大きいことから、水素が系統内で滞留することはないため、水素爆発は発生いたしません。

可搬式窒素供給装置はベント停止前までに起動し、格納容器に窒素を供給することにより、格納容器内の窒素置換を行うとともに、水素の排出経路である格納容器フィルタベント系の系統内の窒素パージを連続的に実施いたします。

ベント停止に当たって格納容器への窒素供給を停止いたしますが、ベント停止後速やかに格納容器フィルタベント系に窒素を供給することにより、系統内の窒素パージを実施いたします。

可搬式窒素供給装置による窒素パージは、スクラビング水の格納容器への移送を完了するまで継続することとしております。

これらの運用を踏まえ、排出経路のハイポイントにおける水素排出状況をベント実施中のベントガス流速及びベント停止後の窒素パージ流速を用いて評価した結果、表107-1で示すとおり、ハイポイントにおけるガス流速はガイドラインで示されている水素を排出可能な流速1mm/s以上であり、各ハイポイントにおいて水素は滞留せず、放出端から排出されることを確認しております。

13ページをお願いいたします。可搬式窒素供給装置の運用に関連した設備面の対策として、今回、追加対策を行うことといたしました。可搬式窒素供給装置は、格納容器フィルタベント系または残留熱代替除去系により格納容器の減圧及び除熱を行う場合に使用し、格納容器のドライウェル、サプレッションチェンバ及び格納容器フィルタベント系の窒素供給ラインを独立して設置することとしておりますが、原子炉建物附属棟内にそれぞれのラインの接続を図中①を追加で設置することにより、窒素供給の信頼性向上を図ることといたします。原子炉建物附属棟内の接続口については、原子炉建物南側の接続口（図中②）が使用できない場合に使用いたします。

14ページをお願いいたします。続きまして、可搬型の水素濃度測定設備の設計についての回答ですが、可搬型の水素濃度測定設備は、格納容器フィルタベント系の排出経路での水素爆発を防止するために行う窒素パージが確実に実施されていることを確認する目的で



水素濃度を測定、監視するために設置することとしております。

ベント実施中は、水素が格納容器フィルタベント系統内で滞留することはないため、格納容器へ窒素供給を実施するベント停止前のタイミングで測定を開始いたします。

ベント停止後にスクラバ容器内で発生した水素は、窒素パージによりフィルタ装置下流側に連続排出されること、及び図107-3で示している、意図せず窒素パージが中断した場合の水素濃度推移を踏まえ、フィルタ装置下流側のドライ値の計測により、窒素パージ状況の異常の早期検知が期待できるため、図107-4に示すフィルタ装置下流側に水素濃度測定箇所を設け、排出経路での水素濃度蓄積兆候を監視する設計としております。

図107-3に、事故7日後に窒素パージが中断した場合の水素濃度推移を示しております。図中紫色で示しているフィルタ装置上流については、閉塞配管で流れはなく、窒素充填配管に水素が徐々に蓄積し、可燃限界濃度到達は約18時間後と評価しております。水色で示しておりますフィルタ装置下流については、大気開放のため窒素は排出されますが、スクラバ容器内で発生するガスの流れが生じ、水素は蓄積せず、スクラバ容器内は水素より蒸気の発生量が大きいいため、発生するガスはウエット状態であり、可燃限界濃度に達しないと評価しております。

赤色で示しております水素濃度測定のドライ値については、スクラバ容器内で発生するガスから蒸気を除くと、ほぼ水素と酸素のみであり、窒素が供給されない窒素パージ中断後は測定結果が顕著に上昇し、窒素パージ状況の異常の早期検知が期待できると考えております。

本指摘事項に対する回答は以上となります。

16ページをお願いいたします。

ナンバー109、110の指摘事項に対して回答いたします。指摘事項内容は、ベント実施中はフィルタベント排気ラインへの凝縮水が滞留し、スクラバ容器へ排出されるとの説明であるが、銀ゼオライトフィルタへの影響について、詳細に説明すること。また、通常待機時に滞留する雨水の排出頻度の考え方について説明すること。格納容器フィルタベント系への雨水の流入防止について、現状の対策を説明するとともに、影響、効果等を考慮して追加対策ができるか検討することになります。

まずは凝縮水に対する回答ですが、ベント実施中にベントガス流量が少なくなると、フィルタ装置出口配管で発生したドレンは銀ゼオライトフィルタ出口側ドレンラインを通過してスクラバ容器連結管に流入する構成となっております。ベント実施後には、スクラバ容

器と銀ゼオライト容器には圧力差が生じるため、銀ゼオライトフィルタ出口側ドレンラインにおいては式1に示しますとおり、スクラバ容器のスクラビング水位、スクラバ容器と銀ゼオライト容器の圧力差に相当する水位、またドレンラインで発生する圧力損失に相当する水位を足し合わせた水位が形成されることとなります。

ベントガスによりドレンを出口配管の放出端から排出できなくなる時点での圧力差で水位を評価した結果、図109-1に示しますとおり、ドレンラインに形成される水位は、最大でも銀ゼオライトフィルタ下端以下となることから、銀ゼオライトフィルタが水没することとはございません。

17ページをお願いいたします。続きまして、雨水侵入に関する回答ですが、格納容器フィルタベント系出口配管の放出端は、図109-2に示しますとおり、放出方向を水平とし、水平部を1m以上確保した上で先端を45度で斜切りした形状としておりましたが、図109-3に示すとおり、先端を約70度で斜切りした形状に変更することで、出口配管内に雨水が侵入しがたいような対策を図ることといたします。

これらの対策により、出口配管内への雨水の侵入はほぼないと考えておりますが、出口配管下端の雨水排水ラインの止め弁については、格納容器フィルタベント系の系統待機時における弁状態を閉運用から開運用に変更することとし、系統待機時に雨水排水ラインに雨水がたまらない運用といたします。雨水排水ラインの止め弁については、ベント実施前に人力で確実に閉操作する運用といたします。

本指摘事項に対する回答は以上となります。

19ページをお願いいたします。こちらが残留熱代替除去系についての指摘事項になりますが、今回は説明を省略させていただきます。

22ページをお願いいたします。こちらがPARについての指摘事項6件ですが、このうち3件について御説明いたします。

23ページをお願いいたします。ナンバー7、8の指摘事項に対して回答いたします。指摘事項内容は、水素が建屋内でどのように流れるかを踏まえて、PARの設置場所の考え方について説明すること。各サブボリュームに設置されているPARの設置箇所には、設置個数の偏りがあるため、設置箇所及び解析モデルの妥当性について検討過程も含めて説明することとなります。

まずは、PAR設置箇所の考え方のうち、階層に関して御説明いたします。図7-1、7-2に原子炉建物内の水素ガス流路のイメージ図を示しておりますが、図中で薄い青色で示して

おります格納容器の各ハッチ等から漏えいした水素を含む高温のガスが原子炉建物4階の燃料取替階に上昇すると考えられることから、燃料取替階にPARを設置することといたします。

24ページをお願いいたします。続きまして、PAR設置箇所の高さ方向の考え方について御説明いたします。電共研においてPARを燃料取替階の下層部及び上層部に設置した場合の解析を実施しており、解析モデル及び解析結果を図7-3に示しております。左側の図の緑枠の範囲が解析モデルになります。右側には水素濃度解析結果を示しており、解析モデル拡大図の各断面における水素濃度の時間経過を示しております。この図中（1）に示すとおり、PARを下層部に設置した場合、格納容器から漏えいした高温の気体及びPARの再結合処理に伴う高温の排気による上昇流と、上昇した気体が天井及び側壁にて冷却されることで発生する下降流により、燃料取替階の雰囲気全体を混合する自然循環流が生じ、水素濃度がほぼ均一となっております。

一方、PARを上層部に設置した場合は、図中（2）に示すとおり、PARからの排気は天井までの移動距離が短いため、天井及び側壁で十分冷却されず、燃料取替階の雰囲気全体を混合する自然循環流となっておりません。その結果、下端レベルより下側に高濃度の水素が蓄積する結果となっております。

以上から、高さ方向のPARの設置箇所が、より自然循環流が発生しやすい燃料取替階の下層部へ設置することといたします。

25ページをお願いいたします。

続きまして、PAR設置箇所の水平方向の考え方について説明いたします。

燃料取替階下層部について、現場調査した結果を図7-4に示しております。

現場調査した結果、図7-4に示す着色部については、既存設備との干渉などの理由で設置困難箇所であることを確認いたしました。

これらの設置困難箇所以外から青の点検スペースが比較的確保しやすい箇所を抽出した上で、天井高さが異なる燃料取替エリアと原子炉補助エリアの空間容積比を考慮した台数のPARを、可能な範囲で分散配置させるよう設置箇所を選定いたしました。最終的なPARの設置箇所は、赤枠白抜き箇所になります。

26ページをお願いいたします。

続きまして、解析モデルの設定の考え方について御説明いたします。

燃料取替階の計上を踏まえた水平方向及び高さ方向のサブボリュームの分割の考え方を

表7-1に示しております。

この表7-1の考え方にに基づき設定した解析モデルを図7-5に示しております。

御説明いたしました設置箇所の考え方にに基づきPARを設置し、解析モデルに基づき水素濃度解析を実施した結果、燃料取替階における水素濃度は可燃限界未満になることを確認したことから、設置箇所は妥当であると考えております。

本指摘事項に対する回答は以上となります。

28ページをお願いいたします。

No.10の指摘事項に対して回答いたします。

指摘事項内容は、反応阻害物質ファクタの評価について、格納容器から漏えいする粒子状放射性物質や、一酸化炭素等による触媒性能への影響も含めて整理することとなります。

こちらに対する回答ですが、炉心損傷を伴う重大事故等時において、格納容器内に一酸化炭素、よう化セシウム等の粒子状物質、ガス状よう素等が発生しますが、これらが原子炉棟へ漏えいした場合、PARの触媒性能に影響を与える可能性があるため、影響評価を行った結果、ガス状よう素等による触媒性能への影響は小さいと考えておりますが、ガス状よう素による触媒性能低下に余裕を考慮し、反応阻害物質ファクタを0.5と設定しております。

各評価内容について御説明いたします。

まずは、一酸化炭素についてですが、MCCIにより発生する一酸化炭素が仮に燃料取替階に全量漏えいするとした場合でも、一酸化炭素による触媒影響への影響を確認したSNE試験の試験条件と比べて、島根2号炉で想定される一酸化炭素濃度は十分に低く、触媒性能への影響は小さいと考えております。

続いて、ガス状よう素についてですが、ガス状よう素が仮に格納容器から燃料取替階へ全量漏えいするとした場合でも、よう素による触媒性能への影響を確認したBattelle MC試験の試験条件と比べて、島根2号炉で想定されるガス状よう素濃度は十分に低く、触媒性能への影響は小さいと考えております。

29ページをお願いいたします。

続きまして、粒子状物質についてですが、触媒の性能低下は、粒子状物質によるパラジウムの物理的閉塞により発生するものですが、PAR内部で発生する上昇気流により、PAR下部から上部へ運ばれる粒子状物質については、触媒カートリッジを鉛直に設置することで、触媒面への付着が抑制されます。

また、カートリッジ内部には触媒を充填しているため、粒径が大きい粒子状物質は、図10-1の赤線で示しますとおり、開口部近傍の触媒面に付着しますが、粒径が小さい水素及び酸素は、より内側の触媒面において反応しますので、触媒性能は低下しにくい構造となっております。

4ポツ目ですが、粒子状物質が仮に格納容器から燃料取替階に全量漏えいするとした場合でも、粒子状物質濃度は約 $3.2 \times 10^{-5} \text{g/m}^3$ となりますが、粒子状物質による触媒性能への影響を確認したH2PAR試験では、島根2号炉で想定される粒子状物質濃度の約 $10^5$ 倍で実施しており、PARの性能低下が小さいことが確認されております。

以上のことから、島根2号炉で想定される粒子状物質がPARの触媒性能へ影響することは小さいと考えております。

本指摘事項に対する回答は以上となります。

これで、資料2-2-1を用いたコメント回答の御説明は終了いたします。

○山中委員 それでは、質疑に移ります。質問、コメント、お願いします。

○義崎管理官補佐 原子力規制庁の義崎です。

今、資料2-2-1の6ページ、先ほど説明のあったところなんですけども、何か前回の会合で使役したところは、ベント中、一時退避中に現場作業があると、その現場作業は大型ポンプ車への給油作業であったということで、確認したところ、非常に保守的な条件で評価していて、もう少し現実的な評価をすれば1回の補給が何とかなるのではないかとということで、トータルで設備面も含めて説明してくださいということでコメントをしていました。

今回の説明で現実的な評価をしたところ、崩壊熱23から4MWに下がって、その除熱する冷却流量も $340 \text{m}^3/\text{h}$ に減ったところ、燃費も下がるので給油間隔が延びて、11時間半から15時間50分に延長されたということで、7ページのほうに行きまして、一度も給油しなくても行けなるようになりましたということで、この説明は分かりました。

さらなるところのところですね、7ページの下のところですね、さらなる設備面の対応として、燃料タンクの容量を既存から1時間以上の運転可能ができるように容量を増量するという事なんですけども、こちらについての検討状況ですかね、容量だとか、手順だとか、そういったところについて現状分かるところで説明してください。

○中国電力（森本） 中国電力の森本です。

ただいまの検討状況ですけど、現在、801程度の仮設のタンクを持ってくることで考えております。初めからそのタンクに搭載するという事は考えておりませんで、その位置

付けの整理とか、そういった詳細設計も含めまして、詳細設計段階で御説明させていただければと思っております。

以上です。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

せっかくだいい設備面のハードの面も強化することなので、運用面のところもしっかりきちっと運用できるような対策をしておいてください。

私からは以上です。

○山中委員 そのほかいかがですか。

○照井審査官 規制庁の照井です。

パワーポイント17ページで雨水排水ラインの運用のところなんですけれども、今、御説明では、ベント実施前に人力で確実に閉操作する運用とするというふうに書いてあるんですけれども、これ手順上、どのように位置付けられているのかということの説明してください。

○中国電力（森本） 中国電力の森本です。

タブレット資料の資料2-2-10の通し番号で行きますと520ページを御覧ください。520ページです。

こちらが前のページに手順着手の判断基準としまして、格納容器ベント移行条件、※2になるんですけれど、※2で、これは炉心損傷時のベントの準備判断基準になるんですけれど、ここにおいて次ページになるんですけれど、④のところの手順において、第1ベントフィルタの出口水素濃度系、これの配置に合わせまして、確実にここで全閉操作をしてベントに備えるといったような手順にしております。

なので、着手準備のところ確実に閉めるといっているところで考えております。

以上です。

○照井審査官 規制庁の照井です。

今、資料2-2-10の520ページですよ。これはDの手順なので、フィルタベント系停止後の窒素ガスパーズの手順のところだと思うんですけれど、これベントの実施のときの手順になるのでしょうか。

○中国電力（森本） 中国電力の森本です。

前のページで、着手判断としてこれベント準備基準になったときというところがございますので、実際はここでベントを実施する前にする作業として整理しているところであり

まして、例えば、同じ資料の558ページを見ていただくと、実際はこういった手順、SOPの手順になるんですけど、ここで上のほうから格納容器ベント準備というところになりますと、ここの黄色と赤の部分、ここからが詳細手順、設備の詳細手順側に飛ぶんですけど、ここでベント準備基準のところ、窒素、あと、あるいは水素濃度分析傾斜というところを準備しますので、この中できっちり準備として、ここのベントの雨水排出ラインを閉めるといった手順になっています。

一連の先ほどお示したところは、ベント停止後の窒素パージというところの一連の作業としてお示ししているところで、準備段階において実施するということについては、相違ないというところでございます。

以上です。

○照井審査官 規制庁の照井です。

御説明は理解しました。だから、ベントのときには並行してその窒素パージの準備も、ベントのほうは、多分、窒素の運転員がやると思いますけれども、窒素パージのほうは緊対所の要員がやっていて、その窒素の準備をしている要員が確実に弁を閉止するという手順で、既存のその要員と手順の中でそれに組み込んでやっていくと、そういうような理解でよろしいですか。

○中国電力（森本） 中国電力の森本です。

そのような理解です。

以上です。

○照井審査官 規制庁の照井です。

理解しました。

私からは以上です。

○山中委員 そのほかいかがですか。よろしいでしょうか。

それでは、以上で議題の2を終了いたします。

ここで休息に入りますが、一旦中断し、5時30分に再開とさせていただきます。

すみません、15時30分に再開します。

（休憩 中国電力退室 東京電力ホールディングス入室）

○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）柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計及び工事の計画の審査についてです。

それでは、資料について説明を始めてください。

○東京電力（江谷） 東京電力の江谷です。

本日御説明する資料、資料3、こちらで御説明させていただきます。

表紙を1枚めくっていただきまして、右下にページ番号が振ってございます。2ページ目に今日の説明する内容のほうを記載してございます。

ここに書いてあるように、No.1とNo.2、こちらのほうを御説明いたします。

No.1、No.2を一とおき御説明させていただいた後に質疑という形でやらせていただきたいと思っております。

それでは、説明のほうを始めさせていただきます。

○東京電力（杉岡） 東京電力の杉岡です。

それでは、説明のほうを始めさせていただきたいと思っております。

2ページに記載のとおり、二つ考えてございまして、まず一つが、地震応答解析モデルの既工認からの変更点の指摘事項に対する回答、もう1点が、建物構築物の応力解析における弾塑性解析の採用ということで御説明いたします。

3ページ目を御覧ください。

まず、論点1のほうです。

めくっていただきまして、4ページ目に前回の審査会合ですね、2月の審査会合で頂いたコメントを記載してございます。

コメントの内容が地震応答解析モデルにおいて補助壁を耐震要素として考慮することに関連して、設計体系のほかのプロセスにおける補助壁の取扱いを整理するとともに、設計体系の合理性及び結果の保守性への観点から設計体系の考え方を説明することというコメントを頂いております。

めくっていただきまして、5ページ目、目次になります。

まず、指摘事項の背景と、あと課題を整理した上で、2ポツで既工認と今回公認の設計のフローを整理しました。その上で、補助壁の取扱いの整理を行い、あと、設計体系の合理性及び結果の保守性の確認ということで構成を考えてございます。

めくっていただきまして、6ページ目は1ポツになりますけど、めくっていただきまして7ページ目ですね。これが2月4日の審査会合での説明事項ということで、地震応答解析モデルの変更点として、コンクリート実剛性の採用、補助壁の考慮、側面地盤回転ばねの考慮、表層地盤ばねの非考慮の4点を説明してございます。このうちの補助壁について頂い



たコメントになります。

めくっていただきまして、8ページ目が先ほど御紹介したコメントの内容になります。

めくっていただきまして、9ページ目、指摘事項の背景になります。

まず、今回工認の地震応答解析におきましては、以下の三つポツがあると思うんですけど、それを踏まえて補助壁を考慮することの妥当性を確認しています。

まず一つ目のポツが、適用可能な規格基準というものを踏まえまして、耐震要素として考慮可能な壁を補助壁として選定していること。

あと、二つ目のポツですね。JEAG4601の追補版で評価される第1折点で降伏するようなスケルトンというものを評価してございまして、保守的な設計としていると。これにつきましては、右下に図が示してあります。右側が耐震壁、右側が補助壁になってございます。

三つ目が、2007年の中越沖地震のシミュレーションで補助壁を考慮したほうが実応答に近い形の評価ができるということを確認しているということ。

これらを踏まえて、補助壁を考慮しているんですけども、この地震応答解析の結果自体は、それを用いて後段の設計のプロセスである耐震壁、RCCV、あと基礎スラブの効果で用いてございます。

めくっていただきまして、10ページ目、ここで課題を整理してございます。

真ん中の課題のところを御覧ください。

まず、地震応答解析は先ほど申し上げたとおり、後段のプロセスである耐震壁、RCCV、基礎スラブの評価において取扱いが整理されていない。

設計体系全体として補助壁を考慮することの合理性、あと、結果の保守性は確認できていないということで課題として整理しました。

回答になりますけれども、まず、設計のフローを整理した上で、それぞれの結果の合理性、設計体系の合理性だとか保守性を確認するという構成にしてございます。

めくっていただきまして、2ポツになります。

もう1枚めくっていただきまして、12ページを御確認ください。

まず、既工認の地震応答解析のフローを示してございます。下のフローで言いますと、赤四角で囲んでいる部分がこのページの説明になります。

まず、既工認時におきましては、外壁と中間壁、これらを総称して耐震壁と呼んでいるんですけども、それとRCCVを耐震要素として、それ以外の壁は間仕切壁として設計してございます。

地震応答解析における建屋剛生としては、耐震壁とRCCVのみを考慮してございました。めくっていただきまして、13ページ目、設計用地震力の設定についてです。

既工認時における設計用地震力は、 $S_1$ の動的地震力と赤の静的地震力ですね、3.0Ciプラス地下震動を踏まえて余裕を考慮して設定してございます。

静的地震力自体は、建屋全体で評価されますので、耐震壁だとかRCCVの地震荷重は、それぞれの剛性を踏まえて配分してございます。この際に、間仕切壁は地震荷重は負担していないという前提としてございました。

最後、なお書きで記載してございますが、 $S_2$ による動的地震力も別途算定しているんですけども、設計用地震力自体を余裕を見て設定しているということもありまして、それを下回るようなことを確認してございます。

めくっていただきまして14ページ目、耐震壁の評価についてです。

既工認の耐震壁の評価につきましては、地震荷重に対する応力計算と断面算定を実施しまして、検定比を確認してございます。

地震荷重につきましては、全て耐震壁で負担するような設計としてございまして、間仕切壁は地震荷重を負担しないという設定にしておりますが、耐震壁で負担する荷重、地震荷重を踏まえて、分類に応じた地震荷重というものを設定して設計してございます。

めくっていただきまして、15ページ目、RCCVの評価についてです。

RCCVにつきましては、地震荷重とその他の圧力等の荷重を組み合わせ、応力計算をやりまして検定比を確認してございます。

モデルといたしましては、右下に図を示しているんですけども、RCCVとプールをモデル化してございまして、間仕切壁はモデル化をしていないというようなモデル化をしております。

めくっていただきまして、16ページ目、今度は基礎スラブの評価です。

基礎スラブについてもRCCVと同様に、地震荷重とその他の荷重を組み合わせ、応力解析をやり、検定比を確認してございます。

応力解析モデルにつきましては、右下ですね、に示しているとおり、基礎スラブに加えて、耐震壁とRCCVの拘束効果を、この図で言いますと黒い太線になっている部分としてモデル化してございまして、間仕切壁はモデル化せずに地震荷重を入力しているということにしております。

めくっていただきまして、17ページ目、今までのところは既工認のフローになっていま

して、ここからが今回工認のフローです。

まず、既工認期は先ほど申し上げたとおりなんですけれども、 $S_2$ の地震荷重が設計用地震力よりも小さかったため、フローは一つでした。

一方で、今回工認では、 $S_s$ の地震荷重、 $S_s$ 地震時と以下で呼びますけれども、それが $S_d$ と静的地震力、以下では $S_d$ 地震時と呼びますが、それを上回るので $S_d$ 地震時と $S_s$ 地震時の2つのフローが必要となります。

以降では、まず $S_d$ 地震時のフローを示して、 $S_s$ 地震時のフローにつきましては、その差分として御説明いたします。

めくっていただきまして、18ページ目、今回工認の $S_d$ 地震時のフローということで、まず、地震応答解析として記載してございます。

今回工認の地震応答解析では、建屋剛性として補助壁のせん断剛性も考慮してございます。

2つ目のポツで、補助壁のせん断スケルトンにつきましては、先ほども御説明したとおり、完全弾塑性型のスケルトンで評価しまして保守的な設定としてございます。

なお書き以降ですけれども、補助壁のせん断終局強度につきましては、第1折点のせん断力を上回ることにしてございます。

めくっていただきまして、19ページ目、 $S_d$ 地震時の設計用地震力についてです。

今回工認の $S_d$ 地震時の設計用地震力につきましては、 $S_d$ の地震力と静的地震力をそれぞれ設定してございます。

静的地震力自体は既工認と同じ値を用いてございまして、配分も同じように配分しております。

RCCVと基礎スラブの評価におきましては、保守的に設計用地震力ではなくて、既工認時に設定した設計用地震力の値、静的地震力よりも大分大きな値なんですけれども、それを適用して評価を行ってございます。

めくっていただきまして、20ページ目、 $S_d$ 地震時の耐震壁及び補助壁の評価についてです。

まず、補助壁と耐震壁の評価については、層せん断力を算出して、その上で今回工認における $S_d$ 地震時の荷重が既工認時の設計用地震力を下回っていることを確認してございます。それを踏まえて耐震壁のみで負担できることを確認したということにしてございます。

なお以下ですけれども、地震応答解析の結果から層に生じるせん断応力度が、JEAGのせ



めくっていただきまして、25ページ目、3次元FEMモデルを用いたせん断応力負担割合の検討ということで、検討方針を記載してございます。

これは今回工認のRCCVの評価につきまして、RCCVに入力するせん断力とRCCVと補助壁のせん断断面積比で算定していることの妥当性を確認するために実施した検討になります。

まず、左下のモデル全体図に示しているとおおり、建屋の一層分を取り出して3次元のモデル化して、上階の床スラブ位置に単位長さの強制変位を入力して、それを踏まえて負担するせん断力というものを算定してございます。

3つ目のポツに記載してございますが、この検討自体はRCCVのせん断力が最も大きくなる層であること、あと、中間壁のせん断力の分配も確認できる層であること、あとは、床剛性前提でございまして、一様の強制変位を入力した場合に、他の層でも同様の結果となることが予想できるため、地下3階を代表として検討を行ってございます。

めくっていただきまして、26ページ目、せん断力負担割合の算出方針を記載してございます。

せん断力負担割合につきましては、この3次元で弾性応力解析をやった結果における各壁脚部の反力の値を集計したものでございます。

2つ目のポツは、先ほど御説明したRCCVのせん断力の負担の考え方を記載してございますが、ちょっと割愛させていただきます。

27ページ目が検討結果になります。

下の表を見ていただきたいんですけども、3次元FEMで検討した負担割合と、また、RCCVの評価と書いているのが工認の考え方で算定した負担割合になります。

特に見ていただきたいのがRCCVの部分でございまして、例えば、NS方向でいうと両方も0.24ということで、ほぼ同じ比率となっていること。EW方向につきましては、3次元では0.22、工認の評価のほうでは0.23ということで、工認の評価のほうが少し大きめの値、RCCVがより負担するというような設定になっているということが確認できます。

以上により、まず、せん断断面積比でせん断力を分断することは妥当というふうにご覧いただきまして、

めくっていただきまして、28ページ目、補助壁のせん断終局強度の検討ということで、検討方針を記載してございます。

今回の工認では、もともとの補助壁にせん断力を負担させていなかったものを負担させるというふうに変えておりますので、補助壁のせん断終局強度の検討を実施してござい

す。

検討につきましては、補助壁の負担するせん断力が建築物の構造関係技術基準解説書を参考に算定したせん断終局強度以下であることを確認してございます。

補助壁の負担せん断力につきましては、下の表に記載のとおり、断面積の比率と地震応答解析の結果から算定したせん断力の③に該当するものと、あとは、せん断スケルトン線上の第1折点のせん断ですね、その小さいほうを負担せん断力としてございます。

29ページ目をめくっていただきまして、検討結果を記載してございます。

この表に示すとおり、せん断終局強度が負担せん断力よりも大きいことを確認してございます。

めくっていただきまして、30ページ目、耐震壁の評価における補助壁の取扱い並びに各部材の設計体系の合理性及び結果の保守性についてです。

まず、1つ目のポツに記載しているのは、既工認時の話でして、間仕切壁、補助壁を含めたものなんですけれども、考慮せずに設計用地震力を算定していて、耐震壁のみで地震荷重を負担する設計としてございました。

今回工認では、Sdの動的地震力と、あと静的地震力は、既工認時の設計用地震力を下回ることを確認しておりますので、耐震壁のみで負担できることを確認してございます。

Ssに対しましては、耐震壁と補助壁のせん断ひずみが $2.0 \times 10^{-3}$ 以下であることを確認してございます。

これを踏まえて、耐震壁の評価においては補助壁の取扱いと、あと各部材の設計体系の合理性、結果の保守性を確認してございます。

めくっていただきまして、31ページ目がRCCVの評価について記載してございます。

まず、既工認時なんですけれども、地震応答解析上の間仕切壁、補助壁を含めたものなんですけれども、考慮しておらず、応力解析についても同様で、地震荷重はRCCVのみで負担する設計としてございました。

今回工認では、地震応答解析では補助壁を考慮はしていますが、応力解析では補助壁をモデル化していないことを踏まえて、荷重の精緻化の観点から補助壁の負担分というものを引き算して地震荷重を設定してございます。

補助壁にせん断力を負担させることについては、先ほど御説明した3次元の検討結果から妥当であるというふうに確認してございます。

その上で、せん断力が補助壁で負担できることにつきましては、Sdの動的地震力が、ま

せん断スケルトン曲線上の第1折点のせん断応力度よりも小さいことによって確認して  
ございます。かつ、 $S_s$ による動的地震力に関しましては、補助壁のせん断力は終局強度以  
下であること、かつ、せん断ひずみが $2.0 \times 10^{-3}$ 以下であることにより確認したと。

これを踏まえて、RCCVの評価においても補助壁の取扱いは妥当であるということを確認  
してございます。

続きまして、32ページ、基礎スラブについてです。

まず、既工認時につきましては、応答解析上も応力解析上も間仕切壁をモデル化してお  
りませんでして、耐震壁とRCCVから地震荷重を作用させる設計としてございました。

今回工認では、地震応答解析上は補助壁の考慮はしているんですけども、応力解析の  
ほうの考え方は既工認から変えてございませんでして、補助壁分のせん断力も含めて、耐  
震壁とRCCVから基礎スラブに作用するような設計としてございました。

これはスラブ上には実際に補助壁も存在しているんですけども、地震荷重を作用させ  
る際には、補助壁分も耐震壁とRCCVに集中させて作用させることで、保守的な評価として  
ございます。

以上により、基礎スラブについても補助壁の取扱いと、あと、設計体制の合理性、保守  
性を確認してございます。

めくっていただきまして、33ページ目がまとめになります。

ちょっと、ここの説明は割愛させていただきます。

続いて、34ページ目以降が、建物・構築物の応力解析における弾塑性解析の採用という  
ことで御説明いたします。

35ページに目次を示してございます。

まず、RCCVと基礎スラブの弾塑性解析の概要について御説明した上で、それぞれ弾塑性  
解析とRCCVの評価についての課題を抽出します。その上で、各課題に対する検討結果を御  
説明いたします。

では、めくっていただきまして、37ページ目をお願いします。

まず、構造概要を記載してございます。

下に図がありますけれども、RCCVはシェル部、トップスラブ部、底部で構成されてござ  
います。原子炉建屋基礎スラブにつきましては、RCCVの底部と、あと周辺部の基礎で構成  
されてございます。構造形式はいずれも鉄筋コンクリート造になってございます。

めくっていただきまして、38ページ目、RCCVと基礎スラブの評価対象部位と評価方針を

記載してございます。

まず、RCCVの評価対象部位は、シェル部とスラブ部、底部と、あと、NSフィートの貫通部周りのことを貫通部と呼んでいるんですけども、等の貫通部の周りの評価してございます。

あとは、シェル部に燃料プールの床が取りつく部分だとか、ちょっと応力が複雑になって応力集中しやすい部分を局部と呼んでいて、そういったところも評価してございます。

基礎スラブの評価対象部位につきましては、周辺部の基礎としてございます。

弾塑性解析についてなんですけれども、下に評価の全体フローが記載されてございますが、赤点線で囲んでいるRCCVで言いますと、荷重状態IVとVの評価、基礎スラブで申し上げますと、Ss地震時の評価で弾塑性解析を適用してございます。

めくっていただきまして、39ページ、荷重の組合せについて記載してございます。

荷重状態IVとVについて記載してございますが、基礎スラブの評価につきましては、荷重状態ではなくてSs地震時として評価してございまして、ここでいう荷重状態IVの地震時に相当するものが基礎スラブのSs地震時になります。

めくっていただきまして、40ページ目、解析モデルと、あと諸元について記載してございます。

解析モデルは、RCCVと基礎スラブを一体化したモデルを用いてございます。

解析コードはAbaqus、鉄筋槽をモデル化して異方性材料による積層シェル要素を採用してございます。

解析モデルにつきましては、下に2つ図があると思うんですけども、荷重の種類に応じてモデル化範囲と境界条件を変更してございます。

下で言うと、左側が地震荷重以外の場合、右側が地震荷重のときということで、この使い方の考え方は既工認から変えてございません。

解析につきましては、3つ目のポツの後半に記載してございますが、まず、固定荷重と活荷重を入力した上で、圧力、配管荷重、水力学的動荷重を入力して、その上で地震荷重を入力するというふうな順番で解析を行ってございます。

めくっていただきまして、41ページ目、解析モデル及び諸元の続きになりますが、非線形特性を御説明した部分になります。

まず、コンクリートの圧縮側の構成則につきましては、CEB-FIP Model codeに基づき決定してございます。



左側のひび割れ発生後の引張軟化曲線は、出雲ほかによる式としてございます。この辺りの御説明につきましては、許可の段階でも説明している項目と同じでございます。

2つ目のポツにつきましては、剛性については実強度を用いているんですけれども、強度自体は設計基準強度から変えていないということを記載してございます。

あと、鉄筋につきましても、バイリニア型として規格降伏点強度 $\sigma$ に基づくということにしてございます。

最後のポツなんですけれども、非線形特性を設定するのは、軸力及び曲げモーメントに対してでございます。面外せん断力については現状のモデル上、非線形特性が考慮できないというようなモデル化になってございます。

めくっていただきまして、42ページ目、ここからが適用規格・基準等について記載してございます。

まず、断面の評価は、RCCVではCCV規格、後、周辺部の基礎につきましては、CCV規格、またはRC-N基準ということで採用してございます。

それを下の表としてまとめてございます。

2つ目のポツに記載してございますが、弾塑性解析において材料の非線形特性を考慮できない面外せん断力につきましては、必要に応じて部材厚の範囲について応力の平均化をしているということを記載してございます。

貫通部につきましては、CCV規格どおりの評価なんですけれども、面外せん断力に対する断面の評価で、開口の縁から直径の3/4倍の範囲における平均応力を用いてございます。

めくっていただきまして、43ページ目以降が、まず評価結果を記載してございます。

まず、43ページ目がシェル部で、下に荷重状態ⅣとⅤの結果を記載してございます。ここでの表の見方なんですけれども、発生値/許容値ということで算定してございますので、1.0以下であればオーケーというような結果になってございまして、全て1.0以下になっているということが確認できるかと思えます。

44ページ目がトップスラブ部と底部の検定値になります。

ここで荷重状態Ⅳの一番下ですね、面外せん断のところ0.832と書いていて、※をつけている部分が応力平均化を適用した結果になります。

この応力平均化の内容については、後ほど詳細に御説明いたします。

めくっていただきまして、45ページ目が貫通部の検討結果です。

ここでも面外せん断力の面外せん断応力部のところに※がついていて、応力平均化を適

用してございますが、ここにつきましてはCCV規格どおりの評価になってございます。

めくっていただきまして、46ページ目、局部の評価です。

ここについても全て0.1を下回るという結果となっております。

最後、47ページ目ですけれども、周辺部の基礎の検定値の一覧ということで、ここも同様に1.0を下回る結果になってございます。

これがまず弾塑性解析の概要ということで、RCCVと基礎スラブの評価結果の概要も含めて御説明させていただきました。

めくっていただきまして、48ページ目以降が、弾塑性解析及びRCCVの評価についての課題ということで整理してございます。

まず、49ページ目に背景を記載してございます。

今回工認のRCCVと基礎スラブの応力解析につきましては、まず、Ssの策定によって地震荷重が大きくなったこと、あとは、Ss施設になったことによって、事故時の圧力につきましても大きくなったこと、そういったことを踏まえて弾塑性解析を用いてございます。

この評価において弾塑性解析を適用することにつきましては、材料構成則の適用性の検討だったり、あと、既往文献の確認等を踏まえて妥当であるということは、許可の段階で確認していたんですけれども、手法を用いて工認上の設計を行って、その結果に対する断面の評価を行うことについては、まだ審査実績がないというふうな背景があります。

また、ABWRの審査自体も柏崎の7号機が初ですので、RCCVの評価についても審査実績がないというような状況ではあります。

めくっていただきまして、50ページ目についてです。

まず、弾塑性解析についての課題というものを整理してございます。

課題は2つあると考えてございまして、1つは応力平均化についてです。今回の断面の評価でCCV規格を適用しておりますけれども、CCV規格自体は許容値は塑性域のひずみをしていて、弾塑性解析が否定されてはいないんですけれども、基本は弾性とされております。

今回工認のRCCVの面外せん断力に対する断面の評価では、応力平均化を適用してございます。弾塑性解析による面外せん断力に対する断面の評価で、応力平均化の適用性が確認されていないという状況がまずあります。

続いては、荷重の入力順序です。

弾塑性解析では、コンクリートや鉄筋が塑性領域に入った場合に、荷重を入力する順序で解析結果が変わるという可能性があるということで、荷重の入力順序の妥当性が確認さ

れていないと、これはまた課題として捉えました。

めくっていただきまして、51ページ目が、弾塑性解析自体の課題ではないんですけれども、RCCVの評価自体の課題というものも整理してございます。

まず、B-1として、地震による壁の塑性化です。

Ssによる地震応答解析のほうでは、せん断スケルトン曲線上の最大応答値が第1折点を超えるという結果になってございまして、それは壁が塑性化するというを示してございます。

一方で、応力解析モデルのほうで考慮している壁のうち、シェル要素でモデル化している壁ですね。先ほどのモデル図等で申し上げますと、RCCVの壁みたいなものについては、今回、非線形特性を考慮していますので、地震荷重が入力されて、それが大きい荷重であれば塑性化が考慮されるという設定になっておりますけれども、境界条件として考慮している壁、具体的に申し上げますと、基礎スラブの上に建っている中間壁だったり、あとはボックス壁、外壁のようなものについては、弾性部材として設定してございまして、塑性化を考慮していないと。

これを踏まえて、この基礎スラブの上にモデル化している中間壁と、あとボックス壁に地震による塑性化を考慮することで、基礎スラブの応力に影響を及ぼす可能性があると考えました。

続いて、高温による剛性低下です。

地震荷重と組み合わせる耐震評価のほうにつきましては、重大事故当時の高温による剛性低下を考慮していないんですけれども、地震荷重と組み合わせない強度計算、200℃、2pdの評価になりますけれども、それについては高温による剛性低下を考慮してございます。

この重大事故当時の高温による剛性低下の考え方が整理されていないこと、これについても課題として捉えました。

めくっていただきまして、3ポツ、各課題に対する検討ということで、53ページ目以降にまず応力平均化について説明してございます。

まず、応力平均化の適用箇所なんですけれども、下に2つ図があると思うんですけれども、まず、RCCVの底部で適用してございます。これにつきましては、RC-N基準を参考にし基礎スラブの部材厚の範囲で平均化をしています。

貫通部につきましては、CCV規格のとおり開口の縁から直径の3/4倍の範囲で応力の平均

化を適用してございます。

めくっていただきまして、具体的にどういう計算をしているかというところで、54ページの左下の図を見ていただきたいと思います。赤で囲んでいる部分が応力平均化の実施要素で、青で囲んでいる部分が平均化実施に当たって用いた周辺要素ということで、この面積の応力を平均化しているというものになります。

具体的な計算式が真ん中に記載してございますけれども、各要素の面外せん断応力度と各要素の面積を掛けたものを総合して、それは平均化後の面外せん断応力度で、これを全体の面積で割っているということになります。

その具体的な計算結果が下の表になっていまして、赤字の部分が平均化前の値で、ちょっと見づらいかもしれないんですけども、一番右下の1.93と書いてあるところが平均化後の値になってございます。

めくっていただきまして、55ページ目、弾塑性解析による応力平均化の考え方をまとめてございます。

まず、先行審査のほうでは、今回、弾塑性解析を採用しているんですけども、応力解析自体は弾性解析を用いてまして、応力平均化については、柏崎で用いているような面外せん断力以外の軸曲げだったりするものについても適用実績があり、適用性は確認されています。

今回のRCCVの応力解析につきましては、弾塑性解析を採用していますので、面外せん断以外の部分については、塑性化の影響みたいなものが考慮されますので、応力平均化は適用してございません。

一方で、面外せん断力につきましては、今回のモデル化上、非線形特性を考慮できない設定となっておりますので、弾性として解析を行うことになっていて、それで算出された応力に対して平均化を行っているというものになります。

なお書き以降に、平均化を適用した要素については、鉄筋を降伏していないことも併せて確認してございます。

これも踏まえて、今回の弾塑性解析で面外せん断力について平均化をすることは妥当と考えてございます。

続いて、56ページ目です。荷重の入力順序について整理してございます。

今回のRCCVの弾塑性解析につきましては、下に図が示しておりますけれども、まず、固定荷重と活荷重をモデルに入力して、その上で事故時を想定して、圧力と、あと配管荷重、

水力学的動荷重を入力しています。その上で地震が来るという想定で地震荷重を入力して  
ございます。

これにつきましては、地震の発生する順序を想定すると、下に示すような順序になると  
考えてございまして、実現象を捉えているというふうに考えてございます。

それを踏まえて、今回の荷重の入力順序自体は妥当というふうに考えてございます。

めくっていただきますと、57ページ目、地震による壁の塑性化についてです。

まず、RCCVの周辺部基礎の応力解析モデル、左下に示しているものを基準モデルとして  
いるんですけれども、ここで弾性部材として考慮している壁は、基礎スラブの上の中間壁  
と、あと外壁部分であることを踏まえて、基礎スラブに注目して、中間壁とボックス壁が  
塑性化した場合の影響というのを確認してございます。

影響検討は右下に示しているとおり、検討モデルと書いてあるんですけれども、この弾  
性部材としてモデル化していた中間壁とボックス壁をシェル要素に変更したモデルを用い  
て検討してございます。

検討項目は、評価が最も厳しい面外せん断力を選定してございます。

この解析は、面外せん断力が非線形特性を考慮できないことを踏まえて弾性解析でやっ  
ております。

また、最後のポツに記載しているのは、検定値が最も大きくなるケースを選定している  
ということを記載してございます。

めくっていただきまして、58ページ目ですね。

まず、壁をシェル要素でモデル化した検討モデルの妥当性を確認するために、まず、壁  
の塑性化を考慮しない状態で解析をやりました。それが右下に示している検討モデル①で  
して、その結果をもともと壁用選定部材でモデル化していた基準モデルと比較すると、概  
ね同等になっているということが確認できますので、この検討モデル自体はまず妥当であ  
るということが確認できています。

めくっていただきまして、具体的な検討フローを記載しております。59ページ目です。

まず、この中間壁とボックス壁に対して、地震による壁の塑性化を考慮したモデルとい  
うのを作成します。これを検討モデル②と呼びますけれども、それを用いて応力解析を行  
って、もともと使っている基準モデルと、あと検討モデルの結果と比較を行うことで、塑  
性化の影響を確認するというものになります。

右のフローを見ていただきたいと思いますけれども、まずやることとしては、基礎スラブの

直上の壁が一番塑性化する地震動というものを選定します。

その上で、その結果に基づいて各壁の剛性低下率を算定します。

その後、剛性低下率を検討モデル①に反映しまして、検討モデル②というものを作ります。それで応力解析を行って結果を比較すると、そういったフローになってございます。

めくっていただきまして、60ページ目です。

検討用地震動の選定ということで、基礎スラブ直上の壁部材の剛性低下率を算定してございます。

剛性低下率の算定の方法なんですけれども、左下にイメージを記載してございますけれども、最大応答値と原点を結んで、その傾きと初期剛性の傾きというものの比率を取って剛性低下率を出してございます。

算定結果につきましては右側の表に示してございまして、Ss-2ケース5というものが一番剛性低下が進むというものになってございます。これを踏まえて、Ss-2ケース5を検討用地震動として選定してございます。

めくっていただきまして、61ページ目、各壁部材の剛性低下率の算定ということで、この選定した地震動による各壁の剛性低下率を同様に算定してございます。この算定結果が下の表になってございます。

ーになっている部分は弾性で剛性低下を考慮しない部材ということで御確認ください。

めくっていただきまして、62ページ目が検討結果です。

下の図の右側ですね。これは検討モデル②ということで、塑性化を考慮したモデルによる検討結果になってございます。

まず、検討モデル①と②を比べていただきますと、傾向自体はほぼほぼ同様に、壁の塑性化に対する影響というのは小さいということが確認できます。

実際の最大面外せん断力自体も基準モデルと比べてみても小さい値になっていると。そういったことを踏まえまして、今回工認における基礎スラブの応力は、壁が塑性化した状態の応力に対して、保守的な評価になっていると、そういうふうに考えてございます。

めくっていただきまして、63ページ目、今度は高温による剛性低下の考え方について記載してございます。

まず、重大事故当時の高温状態に対する強度及び剛性への影響ということで、文献を整理した上で、基本的に鉄筋コンクリート構造については、高温による剛性低下を考慮しないということの基本方針にしてございます。

まず、(1)のところに記載してありますのは、日本建築学会の耐火性ガイドブックを参照して、コンクリートにつきましては190℃ぐらいまでは特性が変わらないということ。あとは、鉄筋については、200℃から300℃ぐらいまでは常温時とそんなに特性が変わらないと整理されていることを記載してございます。

(2)でRCCVの状態と記載してございますが、RCCVの内部につきましては、内側の表面が鋼製のライナで覆われていまして、水分が逸散しないようなシール状態にあると、そういったことを記載してございます。

(3)は、既往文献の整理ということで、シール状態にある場合、温度が例えば175℃だとかで91日間加熱された場合でも、強度は低下しないこと、あとは、剛性についても同様であることが記載されておりますので、そういったものを踏まえての剛性低下しないという判断でございます。

めくっていただきまして、64ページ目、重大事故当時の高温による剛性低下の考え方ということで、下に重大事故当時の原子炉格納容器温度の変化ということで記載してございますけれども、まず、重大事故当時におきましては、格納容器基層部の温度については一時的に200℃は超えるんですけれども、壁面の温度につきましては最高で165℃で、地震荷重と組み合わせる耐震評価では、この165℃というものを包絡する値として、限界圧力2Pd相当における飽和温度ですね、168℃を考慮することとしてございます。

一方で、地震荷重と組み合わせない強度計算のほうでは、格納容器の閉じ込め機能の確認を行うために、評価温度として設定してございまして、これは産業界でシビアアクシデントの原子炉格納容器の耐性の指標として用いられている200℃を採用してございます。

この温度につきましては、圧力は2Pdで評価していることを踏まえると、飽和温度168℃以上にはならないんですけれども、ここでは200℃と設定してございますので、実現象を超えた保守的な設定値というふうになっていると考えてございます。

以上により、鉄筋コンクリート構造については剛性低下を考慮しないことが基本なんですけれども、強度計算につきましては、実現象を超えた評価温度として200℃を設定していることから、重大事故当時の温度影響を確認する観点から剛性低下を考慮すると、そういったふうに整理してございます。

65ページはまとめになります。ここについては割愛させていただきます。

説明は以上です。

○山中委員 それでは、質疑に移ります。質問、コメントはございますか。

○岸野審査官 規制庁の岸野です。

ただいまの説明につきまして、私のほうから今後説明していただきたい点として、論点1について2点と、論点2について2点指摘をしようと思います。

まず、論点1につきましては、2月の審査会合での指摘を受けて、今回既工認とか今回工認における補助壁の取扱い等について整理がなされて説明がされているということです。

この中で既工認におけるRCCVですか、耐震壁は、補助壁に期待しないで単独で実施に耐えるような設計をしているけれども、今回工認ではRCCVに補助壁によるせん断力の負担を期待した設計を行っているという御説明でした。このことは既工認のときに有していた設計上の余裕を削っているということでもあるかと思います。

地震力の増大に対して建屋が有している体力の余裕というものを低下させているということでもあるかと思いますので、これに対して、今回の設計でその既工認の持っていった体力の余裕を使い果たしたのか、あるいは、まだ十分な余裕を残しているのかが明確でない説明となっております、これを確認したいというのが我々の指摘の趣旨でもありましたので、今回設計におけるその保守性について、改めて整理して説明することを求めたいと思います。

もう少し具体的に言いますと、例えば今回の資料の中で説明がありましたけれども、既工認のときの設計用地震力は、今回工認の $S_d$ による動的地震力や静的地震力よりも大きいという説明がありましたし、補助壁の負担するせん断力は、せん断終局強度よりも小さいという説明がありましたので、我々としては恐らくこれが設計上の余裕に相当して、今回の設計における保守性を示しているものと理解しているんですけども、そのことが明確になるような説明をしていただきたいと思っています。

また、設計上の保守性として考えられる要素として、今回説明にはありませんでしたが、地震応答解析のほうで考慮しているばらつきによる余裕とか、応力解析における余裕、あるいは、許容限界の設定における余裕、こういったものも今回設計における保守性として説明できる可能性があるのではないかなと思います。

まとめますと、今回工認で補助壁の負担せん断力を減らして設計を行っているRCCVに関して、今回の設計の保守性について地震応答解析や応力解析、許容限界などの観点からも整理して説明していただきたいと思っています。いかがでしょうか。

○東京電力（杉岡） 東京電力の杉岡です。

今の岸野さんの御指摘の内容、趣旨は理解いたしました。



まず、状態のばらつきだとか、あと、応力解析でこういった保守性があるのか、あと、許容値の設定の保守性、あと、多分、設計時にいろいろ配慮していたところの保守性みたいなものもあると思いますので、ちょっとそういったところも含めて、整理の上、御説明したいと考えております。

○岸野審査官 規制庁の岸野です。

よろしくをお願いします。

大体、説明のパーツとしては幾つかそろってきたというふうに思っておりますので、それらをまとめて、あるいは、不足している分について補強していただいて、説明のほうを完結していただきたいと思っています。

それと2点目になります。補助壁についてなんですけれども、補助壁というのは必ずしも基礎から連続して立ち上がっている壁ではないので、補助壁としての選定条件として、補助壁が負担した層のせん断力を床スラブなどを介して下層の耐震壁に伝えると、伝達できるということが補助壁としての選定条件になっているかと思います。

基本的には、それに沿って今回、補助壁として考慮する間仕切壁というのを選定していると思うんですが、実際に解析結果等において、このように補助壁を負担する層のせん断力を床スラブ等が十分に処理できているということについても説明をしていただきたいと思います。

今回、補助壁をモデルに見込むことについての合理性というのは、3次元のFEMモデルで確認されたせん断力の負担割合の妥当性ですとか、あるいは、前回の6月の16日の会合でも、その辺り、合理性についての説明はあったかと思うんですけれども、補助壁をモデルに見込むことについての合理性について、今のような観点からの説明も追加していただきたいと思いますが、いかがでしょうか。

○東京電力（杉岡） 東京電力の杉岡です。

今、岸野さんが御指摘されたとおり、まず補助壁の選定に当たりましては、当然、直下に壁がないというものも選定しているんですけれども、御理解いただいているとおりでして、床を介して下にせん断力を伝えられるものというものを選定してございます。

そういったことを踏まえて、そのときの床スラブは十分にそれを伝え得るものなのかというのをちょっと確認というか、考え方を整理しまして、ちょっと御説明させていただきたいと思っております。

○岸野審査官 規制庁の岸野です。

御検討のほうをお願いしたいと思います。

続きまして、論点2になりますけれども、論点2につきましては、パワーポイントでいきますと57ページ以降ですかね、この中で壁の塑性化による基礎スラブの設計に与える影響の評価が示されております。

57ページ左側に今回の設計に用いているRCCVのモデルがあるかと思えますけれども、ここで御説明があるのは、基礎スラブに取りついている壁の拘束条件の影響を御説明いただいたわけですが、RCCVの例えばシェル部とかに取りついている床スラブ、こちらの境界条件として与えておりますけれども、これも基礎スラブでの検討と同様に、弾性として床スラブをモデル化しているかと思うんですが、その床スラブを弾性としてモデル化できる根拠についても説明していただく必要があるかと思えます。

それで、この床スラブによってRCCVが拘束を受けている拘束効果については、6月16日の審査会合の中で、RCCVに与えるSIT、構造性能確認試験ですね、の影響の評価結果が説明がなされていて、SITによるコンクリートの剛性低下がほとんど見られないということの御説明として、床スラブ等による拘束効果があるのではないかという説明があったかと思えます。

このことからすると、床スラブの拘束効果に影響するであろうコンクリートの剛性のばらつきですとか、床スラブに取りついている補助壁とか耐震壁による拘束効果といったものが、恐らくRCCVへの拘束効果に影響すると思えますので、これらのRCCVに対する拘束効果やRCCVの評価結果に対する影響について、今後、考察して説明していただきたいと思えます。いかがでしょうか。

○東京電力（杉岡） 東京電力の杉岡です。

御指摘のとおり、ここの床については弾性でモデル化していまして、もともと既工認時から同じ考え方でモデル化している部材になります。

当然、既工認の段階では、設計としましては弾性でいいということは確認した上で、当然適用しているんですけれども、今の御指摘の趣旨を踏まえまして、少し今回工認の中でも適用していかどうかも含めて、少し検討した上で御説明したいと考えております。

○岸野審査官 規制庁の岸野です。

よろしく申し上げます。

論点2についての2点目なんですけれども、今回、弾塑性解析の中で応力平均化という手法を取ることについての説明がなされております。

弾性解析結果に対する応力平均化については、先行サイトでも審査実績はありますけれども、弾塑性解析というのは塑性化による応力の再配分というのが考慮されているということもあって、今回、弾塑性解析を適用してさらに平均化を行うことの合理性については、より詳細な確認が必要と考えています。

一応、今回の説明で応力平均化を行うのは、弾塑性解析の手法を今回取りながらも、その中で、面外せん断力については非線形特性が考慮できなくて弾性として解析を行っているので、この面外せん断力に特化した応力平均化を適用することで、先行と同じであるというふうな説明の趣旨だと理解したんですけれども、先行サイトでは、解析結果として面外せん断力だけではなくて、弾塑性解析結果によるほかの応力とか、あるいは、ひずみの程度や分布状況などを示して説明しております。

あと、今回のパワーポイントでの説明、あるいは、ヒアリングの中でも、概ね面外せん断力に特化した形での説明となっております、そのほかの応力状況とかについての説明についてもしていただいて、きちんと確認する必要があるかと思います。

それも応力平均化を適用するような耐震領域に限定せず、その周辺領域、あるいは、全体を含めて詳細に示していただいて、その範囲におけるハキの状況や応力の分布状況などについて分析して説明をしていただきたいと思います。

その上で、今回工認で弾塑性解析を適用して、さらに応力平均化を行うことの合理性、それと、その応力平均化を行う適用範囲について説明をしていただきたいと思います。いかがでしょうか。

○東京電力（杉岡） 東京電力の杉岡です。

今の御指摘の内容につきましては、現状、面外せん断の分布みたいなものを示したりはしているんですけれども、ほかのコンター図みたいなのも少し示した上で説明を補強したほうがよいという、そういった御指摘だと理解しましたので、ちょっと今後、面外せん断以外のコンター図につきましても整理した上で、御説明を差し上げたいと考えております。

○岸野審査官 そのほかの応力等も、今回ではこの手法の適用する上での合理性を説明する上で必要と思われる資料については幅広に出していただいて、説明のほうを充実していただきたいと思います。

私からは以上になります。

○山中委員 そのほか、質問、コメントございますか。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

今、岸野から指摘した中で、私自身、相対的な重要度を考えたときに、論点の2の一つ目に指摘した事項、これが重要と考えられますので、これについて趣旨を補足したいと思います。

まずは、スラブを弾性としてモデル化することについて、その根拠を説明することということがまず1点ありましたけれども、この件については、これまでも例えば大間の新設とかの際に、せん断応力は非常に小さくて、少なくとも弾性範囲に入っているということは、これまでも新設等で確認はしてまいりましたので、これは恐らくある程度、ほぼ大間と類似した、もともとはだから柏崎6、7号の設計を大間のほうに、ある程度、計画そのものを持ってきているので、その結果からも、ほぼ弾性範囲に入るだろうという類推は知っています。そういった過去の審査実績も少し踏まえていただくと、説明としては強化されるのではないかと思います。

それで、重要なのは、コンクリート強度のばらつきとか、補助壁等の考慮の有無が拘束効果、それから、評価結果に与える影響、これの考察がちょっと重要だというふうに考えております。

今回、弾塑性解析を適用したRCCV等の結果について、今回示しておりますけれども、具体的なページで申しますと、44ページ、45ページ、こちらのほうを見ますと、ああ、すみません、43ページからですね。

43ページがRCCVのシェル部、それから、44ページがトップスラブ、底部、それから、45ページが貫通部、これらの結果を見ますと、シェル部では膜力、それから、面内せん断、面外せん断、それから、トップスラブ、底部ということでは、こちらも面外せん断ですね、それから、貫通部は特に項目丸ごと注記がついてますけど、やっぱり面外せん断が厳しいということで、これらの結果が今、応力平均化をして、ある程度の許容力度比率に行っているんですけども、検定値が1にある程度1に近いところに行っているものもあるんですが、こういった状況の中で、どちらかというところ、このコンクリート強度のばらつきとか、補助壁等の考慮の有無を考えたときに、この拘束効果が強くなる効果、こちらのほうに触れた場合に、どのような傾向を示すのか、その結果も踏まえて、その考察も踏まえて、これらの拘束効果が強まる効果を考慮しても、現状の評価の結果に対して許容値を上回ることがないというような、定性的な確認をちょっとしたいというふうに考えております。

これがやっぱり今回の弾塑性解析を用いた評価ではありますけれども、判断をする上で、そのところが重要になるかなというふうに考えております。

したがいまして、この論点2の一つ目の項目については、ある程度重点化してしっかりと説明していただきたいと思います。

私からは以上です。

○山中委員 いかがでしょう。

○東京電力（小柳） 東京電力の小柳ですけれども、今、名倉さんのほうから御指摘いただいたとおり、床の拘束効果の件を重点的に答えることというふうに認識しましたので、そちらを踏まえて、今後ヒアリングの中でまず実施をさせていただこうということを考えております。

○山中委員 そのほか、何か確認しておきたいことはございますか。よろしいですか。よろしいですか。

それでは、以上で議題3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、7月3日金曜日に地震・津波関係、公開の会合を予定しております。

第870回審査会を閉会いたします。