

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第867回

令和2年6月16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867回 議事録

1. 日時

令和2年6月16日（火） 13:30～15:47

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
守谷 謙一 火災対策室長
岸野 敏行 主任安全審査官
宇田川 誠 安全審査官
照井 裕之 安全審査官
田邊 瞳 火災対策第二係長
桐原 大輔 調整係長

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
幅野 誠 本社 原子力設備管理部 安全技術担当部長
小林 和禎 本社 原子力設備管理部 建築総括担当部長
大東 祐一 本社 原子力設備管理部 課長

江谷 透	本社	原子力設備管理部	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
橋本 尚之	本社	原子力設備管理部	建築耐震グループ 課長
杉岡 克俊	本社	原子力設備管理部	建築耐震グループ 副長
吉永 剛大	本社	原子力設備管理部	建築耐震グループ
平瀬 智樹	本社	原子力設備管理部	建築耐震グループ
綿引 喜徳	本社	原子力設備管理部	機器耐震技術グループ マネージャー
山口 修平	本社	原子力設備管理部	機器耐震技術グループ 副長
遠藤 慎也	本社	原子力設備管理部	設備技術グループ 副長
武藤 諒	本社	原子力設備管理部	設備技術グループ

中国電力株式会社

北野 立夫	常務執行役員	電源事業本部	副本部長
岩崎 晃	電源事業本部	担当部長	(原子力管理)
大谷 裕保	電源事業本部	マネージャー	(原子力運営)
水口 裕介	電源事業本部	担当副長	(原子力運営)
岩崎 出	電源事業本部	担当	(原子力運営)
篠田 佳祐	電源事業本部	担当	(原子力運営)
松永 純宜	電源事業本部	担当	(原子力運営)
鍋田 陽之輔	電源事業本部	担当	(原子力運営)
西村 直樹	電源事業本部	マネージャー	(原子力電気設計)
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)
木元 雄太	電源事業本部	担当	(原子力電気設計)
川口 敏昭	電源事業本部	担当	(原子力電気設計)
別府 信昭	電源事業本部	副長	(原子力安全)
吉岡 弘和	電源事業本部	担当	(原子力安全)
加藤 広臣	電源事業本部	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)
中島 大志	電源事業本部	担当	(原子力設備)
谷口 正樹	電源事業本部	副長	(炉心技術)

4. 議題

- (1) 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
- (2) 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
- (3) その他

5. 配付資料

- 資料1 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
- 資料2-1-1 島根原子力発電所2号炉 火災による損傷の防止（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（設計基準対象施設：第8条（火災による損傷の防止））
- 資料2-1-3 島根原子力発電所2号炉 火災による損傷の防止
- 資料2-2-1 島根原子力発電所2号炉 外部事象の考慮及び外部火災影響評価について（審査会合からの変更内容）
- 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（設計基準対象施設：第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）（その他自然現象））
- 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（設計基準対象施設：第6条（外部火災））
- 資料2-2-4 島根原子力発電所2号炉 外部からの衝撃による損傷の防止（外部事象の考慮について）
- 資料2-2-5 島根原子力発電所2号炉 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）
- 資料2-3-1 島根原子力発電所2号炉 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（審査会合からの変更内容）
- 資料2-3-2 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（設計基準対象施設：第16条（燃料体等の取扱施設及び貯蔵

施設))

- 資料 2-3-3 島根原子力発電所 2 号炉 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
- 資料 2-4-1 島根原子力発電所 2 号炉 安全施設 (審査会合からの変更内容)
- 資料 2-4-2 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 (設計基準対象施設: 第 1 2 条 (安全施設))
- 資料 2-4-3 島根原子力発電所 2 号炉 安全施設
- 資料 2-5-1 島根原子力発電所 2 号炉 竜巻影響評価について (審査会合からの変更内容)
- 資料 2-5-2 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 (設計基準対象施設: 第 6 条 (外部からの衝撃による損傷の防止 (竜巻)))
- 資料 2-5-3 島根原子力発電所 2 号炉 外部からの衝撃による損傷の防止 (竜巻)

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867回会合を開催します。

本日の議題は、議題1、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、議題2、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。

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。

一般傍聴については、傍聴席の間隔を開け、席数を限定して行っております。

また、最初にテレビ会議システムの会合における注意事項を説明いたします。説明者は、名前をきちんと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に、必要に応じて挙手をしてから発言を行ってください。

説明終了時には、説明が終了したことが分かるようにしてください。説明に当たっては、資料番号を明確にして、また資料上で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れば、お互いにその旨を伝え、再度説明をしていただ

くことにしたいと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

議事に入ります。

最初の議題は、議題1、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。

それでは、資料について説明を始めてください。

○東京電力HD（江谷） 東京電力の江谷です。

本日使います資料につきましては、シンプルに資料1の一つだけでございます。

資料を1枚めくっていただきまして、右下のほうに通しページを打ってございます、そ
の2ページ目に、今日の説明内容のほうを記載してございます。

本日の説明ですけれども、こちらに書かれているNo.1、No.2、それぞれ通しで説明した後、
質疑という形で進めさせていただきたいんですけれども、よろしいでしょうか。

○山中委員 結構ですので、そのようにお願いいたします。

○東京電力HD（江谷） 東京電力の江谷です。

それでは説明のほう、始めさせていただきます。

○東京電力HD（杉岡） 東京電力の杉岡です。

それではまず【論点1】建物・構築物における地震応答解析モデルの既工認からの変更
点の(1)、3ページ目からなんですけれども、原子炉建屋の地震応答解析に影響を与える要
因の確認【私的事項に対する回答】について、御説明いたします。

ページをおめくりください。4ページ目が本日の御説明内容になってございまして、前
回の審査会合、2月に実施されているんですけれども、そのときに頂いた指摘に対する回
答となっております。

詳細につきましては、後ほど同じ表が出てきますので、ここでは割愛させていただきます。
す。

ページをめくってください。5ページ目をお願いします。

令和2年2月4日の審査会合における説明ということで、前回の審査会合では、地震応答
解析モデルの既工認からの変更点といたしまして、コンクリート実剛性の採用、あと補助
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。

めくっていただきまして6ページ目、前回会合での指摘事項なんですけれども、大きく
は三つあります。まず指摘事項のNo.1-1でございしますが、補助壁を解析モデルに考慮する

こと並びに側面地盤ばねに回転入力を考慮しないこと及び表層地盤ばねを考慮しないことについて、建屋及び機器の耐震性に与える影響を検討し説明すること。

指摘No. 1-2、コンクリート製原子炉格納容器（RCCV）については、構造性能確認試験がRCCVの剛性に与える影響並びに建屋及び機器の耐震性に与える影響を検討して説明すること。

指摘事項No. 1-3、建屋及び機器の耐震性に影響を与えるほかの要因についても網羅的に抽出して整理すること。また、それらについて、説明上の不確かさ要因としての考慮の要否または影響評価の要否を検討した上で、設計上の取扱いについて詳細に説明すること。以上の3点のコメントを頂いております。

めくっていただきまして7ページ目、まず指摘事項No. 1-1に対する課題の整理をさせていただきます。

指摘事項No. 1-1は、大きく分けて補助壁に関すること、側面回転入力に関すること、あと表層ばねに関することの三つありますが、まず補助壁に関することについて整理させていただきます。

課題につきましては、既工認からの変更点「補助壁の考慮」について、補助壁のせん断剛性を考慮しているが、補助壁の曲げ変形を考慮していない。これはどういうことかと申し上げますと、下に模式図があるんですけども、下に補助壁の等価せん断剛性を算出するに当たって、補助壁の曲げ変形、真ん中分の項になるんですけども、その寄与を考慮した場合に、等価せん断剛性が低下するということがあり、それを地震応答解析に取り込むことで応答に影響を与える可能性があるという事を課題として整理させていただきます。

めくっていただきまして8ページ目、今度は側面地盤ばねに回転入力を考慮しないことについての課題でございます。ここの回転ばねの考慮につきましては、回転ばね自体は考慮しているんですけども、回転入力を考慮していないということがあって、それを考慮することで、地震応答解析の結果に影響を与える可能性があるという事を課題として考えてございます。

めくっていただきまして9ページ目、今度は表層地盤ばねを考慮しないことにつきまして、これも課題を整理させていただきます。これについても表層地盤からの入力を考慮しないということについて、応答に影響を与える可能性があるという事を課題として整理させていただきます。

めくっていただきまして10ページ目、次はNo. 1-2に関する、まず指摘事項の背景について御説明いたします。

構造性能確認試験、SITと呼んでいるんですけども、これにつきましては鉄筋コンクリート製原子炉格納容器（RCCV）につきまして、内圧に対する挙動を把握し、その健全性を確認することを目的に、建設時に実機で実施した試験でございます。

一方で、実機での試験より以前に実施された大型全体モデルによる実験、既往実験と呼んでいますけれども、これは元々RCCVの開発の過程でやっていた実験の結果になります。その結果では実機とはいろいろ条件が異なっておりまして、それを参照しますとRCCV部の剛性が元々の70%に低減する結果というものが得られてございます。このページの左下に、その既往実験の試験体の図と、あと右側に既往実験と実機との差異についてまとめてございます。

ここでは軸力とコンクリート圧縮強度、あと周辺のスラブの状況について比較をさせていただきますけれども、備考のところに記載しているとおり、条件が違う結果、実機のほうがひび割れの発生が少なく、剛性低下がしにくいというような考察ができるというふうな表を載せてございます。

めくっていただきまして11ページ目、No. 1-2に関する課題の整理ということで、既工認からの変更点で今「コンクリートの実剛性の採用」というものを挙げているんですけども、既工認よりもコンクリートの剛性は高くはしているんですけども、先ほどのSITによるRCCV部の剛性の低下というものを考慮していないと。SITによる剛性の低下を考慮することで、応答に影響を与える可能性があるというふうに整理してございます。

めくっていただきまして12ページ目、指摘事項No. 1-3です。今挙げたもの以外の影響を与えるほかの要因についても、網羅的に抽出して整理することというコメントに対しましては、今挙げているもの以外にも要因がある可能性があるんですが、それが設計上の取扱いを整理されていない、そういったところを課題として捉えてございます。

めくっていただきまして13ページ目、ここは指摘事項の並べたものと下に回答と書いてございますが、この後の説明の流れに相当するものを記載してございます。

まず、2007年の中越沖地震のシミュレーション結果だとか、2次元FEMの結果、あとは等価線形解析結果、実機でのSITの結果等から、今回工認モデルとして採用しているものが、基本モデルとして妥当であることを確認してございます。

その上で、仮にモデル上補助壁の曲げ変形だったり、回転入力だったり、表層地盤から

の入力、あとSITによる剛性低下を考慮した場合の検討というものを実施してございまして、それぞれの影響を確認してございます。

その結果といたしましては、今回工認モデルとほぼ同等の結果でございまして、耐震評価に与える影響がないことを確認してございます。それに加えてほかの要因についても検討を実施し、設計上の考え方を整理してございます。

めくっていただきまして14ページ目、指摘事項のNo. 1-1と1-2に絡む項目なんですけれども、2007年の中越沖地震のシミュレーション解析ということで、表を記載してございます。この表につきましては、既工認からの変更点に対するケースというのが記載されてございまして、それぞれケース1は実剛性の考慮、ケース2が補助壁の考慮、ケース3が側面回転ばねの考慮、ケース4が表層の非考慮ということで、それぞれ先ほど課題として整理した項目に対応してございます。

次のページでシミュレーション解析の結果というものを示しているんですけども、ここでシミュレーション解析モデルというのは、今回工認モデルに相当する変更点を加えたものになります。

では、15ページ目を御確認ください。下に図があると思うんですけども、左側は最大応答加速度の図になってございます。右側が床応答スペクトルの図になってございます。まず左側の図なんですけれども、青の実線がシミュレーション解析モデルということで、今回工認モデル相当、点線が既工認手法で、黒の点が観測記録の値になってございます。これを見ていただきますと、シミュレーション解析で採用している今回工認相当のモデルのほうが、良く合うような結果が得られてございます。

右側についても同様でございまして、黒実線が観測記録、青実線がシミュレーション解析モデル、青点線が既工認手法ということで、シミュレーション解析モデルのほうが観測記録と整合性が良いと、そういったことを踏まえて、地震時の挙動をより実応答に近い形で評価できるモデルであるというふうに考えてございます。

めくっていただきまして16ページ目、建屋質点系・地盤2次元FEMモデルとの比較ということで、これは指摘事項No. 1-1、側面地盤からの回転入力に関わる検討でございまして、左側が建屋質点系・地盤2次元FEMモデルになってございまして、右側が今回工認相当の埋込みSRモデルになってございます。

それぞれについて基準地震動Ss-1で地震応答解析を実施いたしまして、比較してございます。最後に記載のとおり、左側の2次元FEMモデルにおきましては、側面地盤からの回転

入力が考慮されるというものになってございます。

めくっていただきまして17ページ目、下に先ほどと同様に最大応答加速度、あと床応答スペクトルを記載してございますが、黒実線が今回工認相当の埋込みSRモデル、赤実線が2次元FEMモデルになってございます。

この結果を見ますと、応答は概ね同程度であるんですけども、若干埋込みSRのほうが応答が大きく出る傾向にございまして、今回工認モデルは保守的な設定となっていることが確認できます。

めくっていただきまして18ページ目、これにつきましては指摘事項No. 1-1のうち、表層を無視していることに関連するものでございます。これにつきましても、地盤の等価線形解析を基準地震動を用いて実施してございまして、この結果を示したものになります。下の図で左上のほうに表層地盤と書いている部分が、今回埋込み効果を無視している部分になりまして、ここを見ていただくと、例えば一番左の剛性低下率が一番大きいところで元々の1に対して0.1程度、有効ひずみで見ますと、1.5%ぐらい出ているということで、そういったものを踏まえると、この表層部分につきましては建屋地盤の連成効果が見込めないというふうに判断してございまして、それを踏まえて今回工認モデルは妥当であると考えてございます。

めくっていただきまして19ページ目、今度は指摘事項No. 1-2に係る部分でございます。実機におけるSITの結果ということでまとめてございます。実機におけるSITの結果で、引用文献が記載してございますが、これは実際建設時にSITをやった結果を公開論文としてまとめているものがございまして、その記載内容を参照して記載した部分になります。試験及び解析の結果から以下のことが確認できたとしているということで、4項目書いてございます。

まず一つ目が、外観についてはひび割れの進展がほとんどなく、構造上の問題となる損傷は認められなかったこと。

内圧-変位関係は線形関係を保ち、残留変位も少なく、試験圧力に対して弾性的挙動と認められること。

SIT直後の全体漏洩率試験というのを0.9Pd相当で実施しているんですけども、こういった内圧の繰り返しに対しても剛性の低下は認められないこと。

あと、下に図が示してございますが、3次元FEMモデルによる弾性解析を実施して、RCCVのSITの構造挙動をよく把握できることということが確認できてございます。

こういった結果を踏まえますと、実際に実機で行われたSITにおけるRCCVの挙動につきましては、概ね弾性範囲であったと考えてございまして、SITの実施によるRCCV部の剛性低下はなかったものと考えてございます。

めくっていただきまして20ページ目、今までの御説明したとおりなんですけれども、今回工認モデルが、まず基本モデルとして妥当であるということを確認してございます。ただその上で、仮に今申し上げたいろいろな項目の影響というのを考慮した場合の基準地震動 S_s-1 による地震応答解析を実施して、それぞれの影響を確認してございます。

①～④まで記載してございますが、まず①は補助壁の曲げ変形です。補助壁の曲げ変形を考慮した等価せん断剛性で検討した場合どうなるか。

あとは2番、側面地盤からの回転入力ということで、埋込みSRモデルのほうで側面地盤からの回転入力を考慮した場合にどうなるか。あと表層地盤からの入力を考慮した場合どうなるか、あとSITの剛性低下による影響を考慮した場合、どのような影響があるかということで検討してございます。

めくっていただきまして21ページ目以降は、影響検討の結果になってございます。まず補助壁の曲げ変形ですけれども、下の図でいいますとほとんど重なっているので判別しにくいかもしれないんですけれども、黒の実線が今回工認モデルになってございまして、赤の点線が等価剛性モデルということで検討モデルのほうになってございます。結果として見ていただければ分かるとおりになんですけれども、ほぼ重なっているような結果になっていまして、耐震評価に与える影響がないことを確認してございます。

続いて22ページが、側面地盤からの回転入力の検討結果でございます。これについても下の絵の見方は同じでございまして、黒実線が今回工認モデル、赤点線が回転入力モデルになってございます。結果としてもほぼ同じように、重なるような結果となっております。

次めくっていただきまして23ページ目、表層地盤からの入力についてです。これについても最大応答加速度、床応答スペクトルと共に、同じように重なったような結果になってございます。

めくっていただきまして24ページ目、今度はSITによる剛性低下を考慮した検討結果ということで、これについても同じように結果をまとめてございまして、ほぼ検討モデルと今回工認モデルで応答は重なっているという、そういった結果が得られてございます。

続きまして25ページ目、指摘事項No. 1-3に係る部分なんですけれども、耐震性に影響を

与えるほかの要因についてまとめてございます。耐震性に影響を与えるほかの要因について、先ほどまで申し上げていたような補助壁の曲げ変形等も含めて10項目を整理してございます。

下の表の見方ですけれども、一番左側が耐震性に影響を与える要因、あとその右側が検討内容、あと設計上の考え方というふうにまとめてございます。

25ページ目と26ページ目にわたるんですけれども、まず25ページ目のほうから御説明いたします。

25ページ目の表の上から二つ目、材料物性の不確かさと改造工事に伴う重量の増加というものにつきましては、設計上考慮してございます。まず材料物性の不確かさは、基本モデルの妥当性を確認した上で物性値の不確かさを考慮した地震応答解析影響を確認してございます。

設計上の保守性を担保するために設計用地震動として考慮してございます。改造工事の重量増加につきましては、この応答性状に重量の増加が与える影響というものを基本モデルに取り入れた上で、その他の重量の増加を考慮した地震応答解析を実施して、影響を確認したということになってございます。

設計上の考え方といたしましては、設計上の保守性を担保するために、耐震評価における材料物性の不確かさを考慮した応答値に応答比率を乗じて許容値以下であることを確認する方法により考慮してございます。

そこから三つが既往の指摘と関連する部分ですが、まず補助壁の曲げ変形、あと側面地盤からの回転入力、表層地盤からの入力ということで、整理としてはほぼ先ほど申し上げ内容なんですけれども、地震観測記録による検討であったり、あとは2次元FEMモデルでの比較、あと不確かさを考慮した地震応答解析等を実施して、モデルとしての妥当性を確認してございます。設計上も基本モデルと検討モデルの応答値が同等なので、基本モデルの妥当性を確認できると整理してございまして、設計上考慮しないというふうにしてございます。

めくっていただきまして26ページ目、まず上から二つなんですけれども、二つ目がSITによる剛性低下で、これについても先ほど御説明したような検討、考察によって基本モデルの妥当性を確認してございます。

その下の鉄筋コンクリート造部の減衰定数につきましても、これについてもここに記載しているような検討・考察により、基本モデルの妥当性を確認してございます。設計上の

考え方といたしましては、基本モデルの妥当性を確認できるため設計上考慮しないというふうに整理してございます。

それから下三つ、重大事故当時の高温による剛性低下、あと3次元の挙動、隣接建屋の影響、これについても基本的には既往の知見だったり、実際の検討等によって基本モデルの妥当性は確認できるんですけども、基本モデルに対する現象の不確かさとして影響・検討を実施してございます。

設計上の考え方といたしましては、基本モデルに対する現象の不確かさとして、耐震評価における基本モデルの応答値に応答比率を乗じた場合にも許容値以下であり、耐震評価に与える影響がないことを確認してございます。

めくっていただきまして27ページ、まとめとして今まで御説明した内容を記載してございます。

最後、28ページ目なんですけれども、【参考】といたしまして、機器・配管系の設計用地震力ということで、機器・配管系側の地震応答解析から得られる荷重だったり、あと最大加速度、設計用床応答曲線をどういうふうに設定しているかというのをまとめたものになってございます。

(1)の説明は、以上でございます。

○東京電力HD（橋本） 東京電力の橋本です。

(2)廃棄物処理建屋で用いる地震応答解析手法/応力解析手法の妥当性確認について御説明いたします。

30ページをお願いします。

(1)廃棄物処理建屋の状況です。廃棄物処理建屋は、配置図に示すように西側以外の3面に周辺建屋が存在するため、周辺地盤による拘束効果が期待できません。このため、短辺方向であるNS方向の地震応答解析では、力の釣り合いから計算される建屋の浮上がりが大きくなり、見かけ上の接地率が小さくなります。

31ページをお願いします。接地率が小さい場合の地震応答解析手法について御説明いたします。

JEAC4601では、誘発上下動が水平応答に与える影響の観点から、接地率の大きさに応じた解析モデル選定のフローが下記のとおり考えられております。このフローを参考に廃棄物処理建屋の接地率50%未満となる地震応答解析では、地盤3次元FEMモデルを採用してございます。

右側に表がありまして、赤い枠で囲ってありますNS方向のSs-1、3、8について地盤3次元FEMモデルを採用し、接地率でいいますと一番小さいのはSs-8が一番小さくなって、20.3%になるということになってございます。

32ページをお願いします。(3)として課題を御説明いたします。

廃棄物処理建屋のNS方向は、接地率が50%未満となるケースがあることから、フローに従い、地盤3次元FEM解析を行うこととなりますが、解析を実施した結果、一部のケースで接地率が20%程度になりました。このため、下記のような課題が生じてございます。

一つ目としましては、20%程度となる低接地率時の地震応答解析手法は妥当であるかどうか。

②としまして、基礎スラブの応力解析において、このような低接地率時に、上向きの鉛直地震力が作用した場合には、転倒モーメントと地盤反力との力のつり合いが取れなくなり、基礎スラブの応力解析が解けなくなります。

(4)課題に対する対応です。

まず①の課題についてですが、既往文献と廃棄物処理建屋で用いている解析手法の比較検討を行い、妥当性の確認を行います。

②の課題につきましては、水平方向の応力解析と鉛直方向の応力解析を個別に行い、求めた応力を足し合わせるため、分離した応力解析の妥当性確認を行います。

33ページをお願いします。課題1に対して説明いたします。

検討目的は、地震応答解析結果より一部ケースでは低接地率になるため、低接地率時の地盤3次元FEM解析の妥当性を確認いたします。

次に、検討方針を説明いたします。JEAC4601-2008に引用されている「Nakamura et al. (2005)」では、地盤3次元FEMモデルの適用範囲として35%以上が提案されております。また、JEAC4601-2015において引用されている「中村他(2014)」では、地盤3次元FEM解析の適用性について、完全に剥離する0%を除き35%以下の低接地率時に対しても適用性があることを確認しております。

そのため、廃棄物処理建屋に対しても同様な検討を行い、既往文献の結果と比較検討を行います。なお、廃棄物処理建屋と既往文献では解析条件が異なるため、応答値を規準化して比較を行います。今回は「Nakamura et al. (2005)」を参考に、各応答値を接地率35%時の応答値で規準化します。

34ページをお願いします。こちらには廃棄物建屋と既往文献の建屋の主な諸元の比較を

記載してございます。

35ページをお願いいたします。地震応答解析結果の比較を行ってございます。

①では入力地震動と接地率の関係。

②では水平方向の最大応答加速度と接地率の関係を示してございます。黒い点が廃棄物処理建屋、赤い線が既往文献になってございます。

水平方向につきましては、灰色の線も書いてあって、こちらは廃棄物処理建屋の基礎版の上の質点の応答になってございます。こちらの結果なんですけれども、1、2とも既往文献と同様に連続的に変化して、低接地率になっても特異な応答が生じていないということを確認してございます。

36ページをお願いいたします。③では誘発上下動による鉛直方向の最大応答加速度と接地率の関係を示してございます。図の見方は先ほどと同様になります。こちらにおいても、先ほどの件と同様に、接地率の低下に伴い、誘発上下動による鉛直方向加速度が緩やかに増えており、極端な応答変化は見られないことを確認してございます。

④として、入力地震動と加速度応答スペクトルの関係を示してございます。こちらは入力のレベルを0.8倍、1.0倍、1.2倍と徐々に大きくしていて、その応答スペクトルを示してございます。ほぼ全周期帯で入力地震動の倍率が大きくなるのに伴い、応答スペクトル振幅は徐々に大きくなっております。なお、2階の短周期側での増幅割合がやや大きく見えますが、これは基礎浮上がりに伴う応答増幅と考えられます。

37ページをお願いいたします。今度は入力地震動と応答時刻歴波形の関係を示してございます。こちらも入力のレベルを0.8倍、1.0倍、1.2倍として入力を変えてございます。入力地震動の倍率が大きくなるのに伴い、水平応答加速度及び誘発上下動応答加速度は徐々に大きくなっていることがあります。

また、水平応答加速度及び誘発上下動加速度の中でも特に振幅の大きいのは、35秒～38秒と42～43秒付近であります。この時間帯は浮上がりが生じている接地率が小さくなっている時刻に一致しております。

38ページをお願いいたします。次に、課題の②として、分離した応力解析手法の妥当性確認について御説明いたします。

廃棄物処理建屋は地震時の接地率が小さく、従来の解析手法では解析できないため、水平方向と鉛直方向を分離した解析を行うこととしてございます。

図の上に、地震応答解析についての絵を示してございます。こちらについては従来と同

じで、今回の廃棄物処理建屋についても水平方向と鉛直方向は個別に時刻歴解析する、動的解析をするということにさせていただきます。

次に下側ですけれども、こちらが基礎スラブの応力解析ですが、これまでの方法ですと水平と鉛直を同時に機械力をかけて、静的解析を実施してございました。しかし今回の廃棄物処理建屋につきましては、水平方向と鉛直方向は個別に解析して、選べた応力について組合せを行うという方向にさせていただきます。

39ページをお願いいたします。分離した応力解析手法の妥当性確認というところで、まず接地率による検討を行ってさせていただきます。

検討概要を示してございますが、水平方向地震荷重のみによる静的応力解析による接地率 η_1 は、水平・鉛直同時入力による動的解析で得られた時刻歴の最小接地率 η_2 と同等または保守的な評価となることを確認いたします。静的解析では水平地震荷重と鉛直地震荷重を同時に作用させると解析できないものが、水平・鉛直同時入力による動的解析では解析できることを確認いたします。

検討につきましては、基準地震動に対する地震応答解析により算定した接地率が最小となるSs-8による検討を実施いたします。

40ページをお願いいたします。接地率の検討結果ですけれども、「 $\eta_1=19.1\%$ 」「 $\eta_2=22.2\%$ 」となり、応力解析用モデルに水平地震力のみを与えて求めた接地率 η_1 が保守的な評価となることを確認いたしました。また動的解析では水平地震荷重と鉛直地震荷重を同時に作用させると解析できないものが、水平・鉛直同時入力による動的解析では解析できることを確認いたしました。

41ページをお願いいたします。分離した応答解析手法の妥当性。続いて接地圧による検討について御説明いたします。

検討概要としまして、接地圧は基礎スラブに加わる地震力に対する反力に相当するため、接地圧による検討により応力評価の妥当性を確認します。

具体的には、組合せ係数法による接地圧は、水平・鉛直同時入力による動的解析で得られた時刻歴最大接地圧と同等又は保守的な評価となることを確認いたします。

検討につきましては、先ほどと同じく、接地率が最小となるSs-8による検討を実施いたします。

検討結果ですが、組合せ係数法で求めた接地率が 4030kN/m^2 となりまして、水平・鉛直同時入力による地震応答解析より得られた時刻歴の最大接地圧、 3230 kN/m^2 よりも大きな

値を与えることから、基礎スラブの応力解析を個別に解析して組合せ係数を用いて評価することは妥当であるということを確認してございます。

42ページをお願いいたします。これまでの結果についてまとめてございます。

下のところに、以上より、廃棄物処理建屋で用いる地震応答解析手法及び応力解析手法は、これらの解析により妥当であるということを確認しましたということにしてございます。

(2)についての説明は、以上になります。

○東京電力HD（大東） 東京電力ホールディングスの大東でございます。

続きまして資料は43ページ、【論点2】のECCSストレナの耐震・強度評価への流動解析の適用【案件取下げ】について、御説明させていただきます。

めくっていただきまして44ページ。

1. 概要ですけれども、ECCSストレナの耐震強度評価において、考慮する異物量のうち、事故時環境により剥離する塗装について、基準地震動が大きくなりましたので、流動解析による移行率を適用する方針としておりましたが、全量移行を考慮した異物量で評価を行い、十分な構造強度を有していることが確認できましたので、適用を見送るというものです。

2. 経緯といたしまして、申請当初の段階では、耐震強度評価において異物量は比較的大きな因子ということで、計算機プログラムを用いて格納容器内の三次元流動解析を行い、移行率（異物がストレナへ到達する割合）を考慮して異物量を設定することを検討しておりました。

流動解析による移行率の適用の対象としたのは、非DBA塗装時で、非DBA塗装片は、LOCA後の格納容器の温度・圧力の上昇により剥離して発生するもので、LOCAのブローダウンによる攪拌が静定した後にサプレッションプールに移行するものです。非DBA塗装片は比較的比重が重いので、ベント管からサプレッションプールに流入して、その全量がストレナに到達するというのがかなり保守的な想定となります。

そこで、流動解析による異物量の設定を考えておりましたが、その後詳細設計において全量の移行を考慮した異物量で評価を行ったところ、十分な構造強度を有しているということが確認できましたので、流動解析の適用を見送るということにいたしました。

めくっていただきまして45ページですけれども、これは去年の9月の審査会合にて御説明させていただいた内容ですが、ベント管から異物側サプレッションプールの中に流入し

て、ECCSストレーナへ到達する割合を、流動解析にして評価するといった内容を御説明するもので、今回流動解析の適用は、適用を見送ることにいたしましたということでございます。

御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。

○名倉調整官 規制庁の名倉です。

まず私のほうから論点1の(1)の、原子炉建屋の地震応答解析に影響を与える要因の確認、こちらに関して今後回答していただきたい内容を、最初に2点お話をしてから、それに関しての中身の確認、それから趣旨の説明をしたいと思います。

該当するページは25ページです。25ページをお開きください。今回、各種の応答結果に影響する不確かさの要因について、解析の結果も含めて整理してもらいました。この25ページで設計上の位置付けも含めて記載されています。

これに関しまして、今後の回答が必要な指摘として2点あります。ゆっくりこの2点についてお話をします。

まず一つ目は、応答結果に影響する不確かさ要因の取扱いについて、設計上の位置付けをより明確にした上で、不確かさ要因の重畳に係る設計上の取扱いを整理し、説明してください。

また、応答結果に影響する不確かさ要因及びその設計上の取扱いの整理については、原子炉建屋を重点的に実施した上で他の主要建屋、主には三つあります。タービン建屋、コントロール建屋、廃棄物処理建屋、これらの建屋へ展開させて説明してください。

これがまず1点目の指摘です。

それから、2点目の指摘です。隣接建屋の影響については柏崎刈羽原子力発電所が軟岩サイトであるという立地条件。それから6・7号炉がツインプラントであるため、建屋群が近接しているという設置条件から、他サイトに比べて影響が大きいと考えられるため、審査会合において評価内容を説明してください。

この2点です。

それでは25ページ。今回耐震性に影響を与える要因とその検討内容、それから設計上の考え方について一覧表で分かりやすく整理してもらったというふうに考えております。これに関して私どもの理解、これを解釈を加えてお話ししたいと思います。

まず材料物性の不確かさ、これにつきましては設計上の保守性を担保するためというこ

とで、設計用地震力、これは建屋の設計用地震力とそれから機器の床応答曲線、こういったものに既に反映されているということで理解しております。

それから2点目、改造工事に伴う重量の増加。これについては運転段階において、そのときの重量を正確に表している数値ということで、いわばAs-Isの条件となります。したがって、これについても設計上保守性を担保するというふうに書いてありますけれども、これはAs-Isとして考慮するものだということで、この二つについては既に設計に考慮しているというふうに理解しております。

それからその次の三つ。補助壁の曲げ変形、側面地盤からの回転入力、表層地盤からの入力、この3点につきましては、地震観測記録による検討と、それから解析的な検討を含めて、まず基本モデルとしての妥当性を確認していると。その上で不確かさについて完全には否定し切れないということも踏まえて、不確かさとして考慮したとしても建屋応答への影響が小さい、具体的に言うと最初に言った材料の不確かさを基にした設計用地震力に明らかに包絡されるということで、設計上はこれらの不確かさについて考慮しないとしています。

言い方を変えると、包絡されているから設計上考慮しているとも言えるということかなと思います。これが1ページ目の解釈です。

それから2ページ目、26ページをお開きください。

SITによる剛性低下と鉄筋コンクリート造部の減衰定数につきましては、これは既往の知見の整理とか地震観測記録の検討とか、様々な検討を含めて、基本モデルの妥当性がある程度の信頼性で確認されているということで、これについては不確かさを考慮する必要がないということで理解しました。ただし、SITによる剛性低下については、これは大間の建設工認で設計上保守性を担保するという意味で考慮していたこと、これも踏まえまして、念のため感度解析を実施して、影響がないことを確認していると。ここまではある程度理解しております。

その後の三つなんですけど、これらについてはいずれも設計上の考え方としては、基本モデルに対する現象の不確かさとして考慮した上で、耐震評価に与える影響がないことを確認するというふうにいずれも記載をされています。

ある意味、影響の大きさに応じて影響評価をするのか、設計上考慮するのかということ、これまでの審査実績もそうですけれども、個別に判断して設計の結果に取り入れてきたというふうに理解しております。その場合に、真ん中の3次元の挙動については、これ

は水平2方向及び鉛直方向の地震力を組合わせて評価をなささいという、規制要求になっております。

したがいまして真ん中については、これはマストでやっている。それ以外の重大事故時の高温による剛性低下と隣接建屋の影響、これについては影響評価をして影響が小さいことを確認するということが、これまでの既工認実績のスキームになっております。

今回、隣接建屋の影響については、先ほどもちょっとお話、二つ目の指摘をしましたがけれども、影響がこのサイトの条件では大きいかもしれない。恐らく大きいと。だからこれについて次回、コメント回答ということで、影響の大きさを評価内容と共に説明をしてもらうということが必要だということで、これ2点目の指摘になります。

それが影響が大きかった場合、これは従来の工認の実績の中ではカバーされていなくて、じゃあこの隣接建屋の影響とか、その上の二つの項目も含めて、どういうふうに不確かさとして重畳させるべきなのか。

現状の影響評価、これら三つに対しては、25ページの材料物性の不確かさを考慮した設計用地震力に対しての評価に対して上乗せ評価をしている。一つ目の指摘は、これら26ページの三つの要素に関してさらに重畳させる、その必要性があるか、ないか。影響が大きいものについて、これについて組合せを考える必要があるのではないかというのがこちらの意見です。さらに勘案すべき要素として考えられるのは、3次元の挙動と隣接建屋の影響、これについては現状の質点系の応答解析では再現できない現象であると。これが設計上どう考慮するかということについては、よく考えなくちゃいけないというふうな状況です。

最初にコメントを二つ指摘させていただいて、それに関連して今こちら側が東京電力が作成した資料について解釈を加えて設計上の考え方、これを考慮した場合にどのように不確かさ要因を組合わせるのかということについて、まだ課題があるというふうに認識しております。その認識を今説明させていただきました。

これについて東京電力の考えを聞かせてください。

○東京電力HD（小柳） すみません。東京電力の小柳です。よろしいでしょうか。

今、名倉さんのほうから2点、コメントを頂いたというふうに理解しております。ただ基本的には25ページ目、26ページ目でまとめさせていただいた耐震性に影響を与えるほかの要因、まとめた部分、ここについてだという認識です。

基本的には我々御説明した内容の中身について御理解頂いた上で、こちらとして2点コ

メントとして承ったのは、まずこれらまとめた要因関係につきまして、ほかの建屋への展開を含めてもう一度説明を深くしてくださいと、これがまず1点目。

それから第2点目につきましては、26ページ目のスライドの一番最後にありますように、隣接建屋の影響というものが柏崎が軟岩であるということから、少し影響度合いとしては先行よりも大きいだろうというところ、これまで工認図書のアヒアリングを御説明する中では確認いただいている部分になりますけれども、ここについてやはり柏崎ユニークという部分がありますので、審査会合の中で結果を含めて御説明を差し上げて、その程度問題という話もありますけれども、この結果をどのように取込んでいくのか、重畳させるのかというところの考え方を含めて、いま一度御説明をさせていただくと、そういう形で理解をさせていただいております。

以上です。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

一応、こちらの指摘した内容については、理解してもらったというふうに考えております。

それで、現状のこの整理は最も重要な建屋として原子炉建屋、これを整理してもらっています。ほかの建屋についても、基本的には耐震性には影響を与える要因というものは同様のものもあれば、ほかのサイトに特徴的なものもありますので、各サイトの整理ということでは、このような整理をちゃんとしてもらって、その上で何をどういうふうに重畳させるのか、それを影響評価という形ではあるんだけど、その結果がそういった不確かさを積み重ねて、あり得るものとして積み重ねたときに、そのときに発生する値が許容値を上回らないというところの確認、それが私どもの審査の判断として非常に重要になるというふうに考えておりますので、ここら辺は原子炉建屋を代表にして、まずはその結果も含めて見通しも含めて説明してください。

いかがでしょうか。

○東京電力HD（小柳） 東京電力ですけれども、これまでの審査のアヒアリングの中でも、例えば25ページの一番上にありますような材料物性の不確かさですとか、パラメータ・スタディの項目につきましては、建屋ごとの解析モデルの特徴も踏まえた上で、原子炉建屋以外についても比較的横並びをとりながら、御説明をさせていただいているところもありますので、そこら辺をいま一度整理をして、各建屋についての展開という意味では、再度アヒアリングの場で御説明をさせていただきたいと、こういうふうに考えております。

○山中委員 そのほかいかがですか。

○岸野審査官 規制庁の岸野です。

私のほうからは、論点1(2)廃棄物処理建屋で用いる解析手法の妥当性確認、これについて確認させていただきます。

まず今回の地震応答解析モデルの妥当性については、既往の文献との比較で入力地震動を変えていったときの応答の傾向が、文献とほぼ似通っているということで御説明がありまして、その内容については理解いたしました。

今回の解析モデルについて、入力地震動を変えていったときの応答について1点確認したいことがありまして、パワーポイントで行きますと36ページをお開きください。

このページの右下に、加速度応答スペクトルの図が載ってまして、右下の2階部分の図を見ますと、入力1.0倍の赤線に対して、入力1.2倍の青破線のスペクトルに若干ピークが増えているような、傾向の変化が見られると思います。

横軸の周期で行きますと0.15秒～0.2秒の辺りとか、あるいは0.4秒～0.5秒の辺りにおいて、ちょっとピークが増えているような傾向が見られまして、それに対する説明としまして、このページ左側にもありますけれども、基礎浮上がりに伴う応答増幅と考えられるという説明がありました。

もしそうだとすると、このページ真ん中にある基礎部分のスペクトルについても、同様の傾向が出るんじゃないのかなとか、あるいは2階部分についてこの特徴的なものが見られるというのは、むしろ廃棄物処理建屋の場合は、上に行きますと鉄骨造になって、全体としてはだんだん弱くなっていくと思いますので、それに伴う非線形化ですとか、そういった影響もあるのかなといったことも考えられるんですけども、今回のこの応答スペクトルの、この傾向の変化について実際どのような現象が発生していると考えているのか。先ほど言いましたようなこの周期帯における建屋の応答も含めて、どのような現象を表現していると考えているのか、その辺りの考察をお聞かせいただけますか。

○東京電力HD（橋本） 東京電力の橋本です。

岸野さんの御指摘の36ページのところなんですけれども、こちらのほうはここに書いてあるとおり、基礎浮上がりによって短周期の応答が大きくなったというふうに考えてございまして、これは既往の研究等でもあるんですけども、山崩れというところで、短周期側がピークが滑らかに潰れている部分によって、短周期側の応答が大きくなっているのではないかというふうに考えております。

応答が大きくなっているというところが、今回建屋多質点でやっているの、高次モードのところは特に大きくなっているというところが現れている。建屋も多質点の影響だということもありまして、2階のほうが若干増幅率、青点線が大きくなっているのではないかとこのように考えてございます。

あと、ほかには入力地震動の振動特性、そういったところも案外影響してきますので、ちょっと一概には言えないんですが、そういったところがいろいろと関係して、2階の部分の短周期側が大きくなっているというふうに考えてございます。

○岸野審査官 規制庁の岸野です。

御説明の趣旨は大体理解できたと思うんですけども、今回それについての説明というのは、36ページ左下に浮上がりに伴う応答増幅という、一言での説明になっておりまして、37ページにも今回の出力結果としまして、2階部分の応答加速度、あるいは接地率の時刻歴波形などは明示されておりますけれども、別途のヒアリングのほうで確認している内容としましては、さらに基礎部分の主な時刻歴加速度ですとか、応答加速度スペクトルについては鉛直方向についても示されていたかと思えますし、そういったものを使って、あるいはそれに限定せず、ほかにも適切なものがあれば、それらを用いて今回の、ただいま御説明頂いたような現象論についてきちんと整理していただいて、説明をしていただきたいと思います。

そうすることによって、今回の採用しようとしている解析モデルが妥当であり、適切に実際の現象を表現できているということの説明にもつながるかと思えますので、こちらの現象の説明については、一度整理していただいて、きちんと説明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HD（橋本） 東京電力の橋本です。

了解いたしました。

これらの図の解釈とか見方は、結果につきましてはもう一度整理して詳しく御説明させていただきます。

○岸野審査官 規制庁の岸野です。

よろしく願いいたします。

それと、今回は廃棄物処理建屋について説明はなかったんですけども、今回廃棄物処理建屋の接地率が非常に低くなるケースがあると。特に南北方向の地震に対してそういう現象が見られるということで、この廃棄物処理建屋の南北方向にはタービン建屋がありま

すので、接地率が低下して建屋全体の回転変形が大きくなりますと、その近接しているタービン建屋とかにも何らかの波及的な影響があるかと思えます。

この内容については、別途ヒアリングでも確認中ではございますけれども、この点につきまして、今現在どのような見解をお持ちなのか、ここで説明していただけますでしょうか。

○東京電力HD（橋本） 東京電力、橋本です。

現状、ヒアリングでも御説明させていただいておりますが、相対変位でタービン建屋、廃棄物処理建屋の相対変位で見ると、一番上の鉄骨部分の屋根の部分、そこで4cm衝突するという結果になってございまして、その影響について今解析で影響を確認しているところでございます。

○岸野審査官 規制庁の岸野です。

分かりました。

今、4cm衝突するという事なんですけれども、その衝突の結果、どういった部材が損傷するのか。その損傷した部材が例えば下方に落下して、守るべき重要な機器に対して影響がないのか、そういったことも含めて今後、その検討結果については詳細に説明をしていただきたいと思えます。よろしいでしょうか。

○東京電力HD（橋本） 東京電力の橋本です。

了解いたしました。詳細に御説明いたします。

○岸野審査官 よろしく願いいたします。

私から以上になります。

○山中委員 どうぞ。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

本日指摘した事項に関しては、これは審査会合でしっかり回答していただきたいと思えます。そちらのほうで時々言及しているヒアリングにおける事実確認というのは、確かにしておりますけれども、審査は会合ですることですので、会合でしっかり説明することで、説明を強化していただきたいと思えます。

それで、私のほうからあと1点お話ししたいのは、今回補助壁については、地震応答解析への影響ということで説明をしていただきました。それで、これ以外のコメントとしては、既に会合で指摘をしているんですけれども、補助壁の設計上の取扱い、これに関しましては設計体系における各部位の評価上の取扱いと、設計体系の合理性、保守性について

既工認時の設計体系における補助壁の取扱いも踏まえて指摘しておりまして、次回の審査会合において、これについては詳細に説明をしてください。これは多分そうなっていると思いますので、ぜひ説明の内容をしっかりと充実して説明をしていただきたいというふうに考えております。

私からは以上です。

○山中委員 いかがでしょうか。

○東京電力HD（杉岡） 東京電力、杉岡です。

承知いたしました。

○山中委員 そのほかいかがでしょうか。東京電力、資料の説明、以上ですか。

○東京電力HD（江谷） はい。本日御用意させていただいた資料は以上になります。

○山中委員 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、15時に再開といたします。

（休憩 東京電力退室 中国電力入室）

○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。

○中国電力（北野） 中国電力の北野でございます。

本日は、火災による損傷の防止の御指摘事項に対する回答、並びに外部からの衝撃による損傷の防止、安全施設及び燃料体等の取扱施設及び地上施設に関する前回審査会合からの変更内容につきまして、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、現在映像が映っているメンバー以外にも対応する人間が発言する場合がありますので、御了承ください。

それでは、電源事業本部担当副長の水口のほうから、御説明させていただきます。

○中国電力（水口） 中国電力の水口です。

それでは紙資料、資料2-1-1、島根原子力発電所2号炉、火災による損傷の防止（コメント回答）にて御説明させていただきます。

2ページをお願いします。

まず一つ目の御指摘事項でございます。指摘内容としましては、火災耐久試験の結果を整理して示し、ケーブル処理室に対する施工の実現可能性を含め、基準適合性を改めて説明することでございます。

以下、御回答となります。

第854回審査会合において、ケーブル処理室内のうちプルボックス内の一部については、制御盤フロアからケーブル処理室に貫通するためのスリーブやケーブルが密集し狭隘な状態となっていることから、当初は、知見を有しているもののうち、当該箇所に適用可能なケーブルの耐火能力も含めた1時間の耐火性能を確保した「フレキシブル電線管＋耐火シート」により火災の影響軽減を図る設計としておりましたが、ラッピングの仕様検討及び火災耐久試験を実施し、プルボックス内の一部に使用するとしていた「フレキシブル電線管＋耐火シート」に代えて、隔壁（耐火ラッピング）のみで1時間の耐火性能を確保することが可能な「1時間耐火ラッピング」にて火災の影響軽減を図る設計に見直すことを説明させていただきました。

このたび、「1時間耐火ラッピング」の仕様検討及び火災耐久試験を実施し、プルボックス内の該当箇所への施工が可能な2種類の仕様において、隔壁（耐火ラッピング）のみで1時間の耐火性能を確保することが可能であることを確認いたしました。

これにより、ケーブル処理室内のプルボックス内においても、異なる区分の火災防護対象ケーブルを1時間以上の耐火能力を有する隔壁等により分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置することで、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」を満足する火災の影響軽減対策を講じる設計といたします。

3ページをお願いします。試験体の耐火材仕様、火災耐久試験の確認方法及び判定基準を以下に示しております。

試験体の耐火材仕様としましては、狭隘な箇所でも施工可能な厚さとしました。

試験体としては、この表の①②の2種類を御用意いたしました。

次に確認方法でございますが、確認方法は、建築基準法に基づく耐火炉試験により実施いたします。

判定基準は、建築基準法に基づく「防耐火性能試験・評価業務方法書」の判定基準に準じて選定いたします。

1時間耐火ラッピングの確認方法につきましては、下段の表のとおり、種類は1時間耐火、

確認方法は建築基準法に基づく耐火炉試験、判定基準及び考え方につきましては、建築基準法に準じた加熱曲線、判定基準にて評価を実施。ケーブルの導通、絶縁抵抗及び表面温度も確認いたします。

4ページをお願いします。1時間耐火ラッピングの仕様をこの表に示してございます。2種類の試験体につきまして、以下のとおり耐火材や耐火材の厚さ、成功する枚数等が異なる2種類となっております。

5ページをお願いします。1時間耐火ラッピングの火災耐久試験結果について、以下に示してございます。

1時間耐火ラッピングの火災耐久試験においては、表の確認項目、温度確認、外観確認、電気特性確認のいずれの項目につきましても、試験体①②とも判定基準を満足する結果を得られております。

以上より、いずれの試験体につきましても、隔壁（耐火ラッピング）のみで、1時間の耐火性能を有していることを確認いたしました。

6ページをお願いします。こちらに1時間耐火ラッピングの試験前後の状況を示してございます。上が試験体①、試験体②でございますが、それぞれ左側が試験前、右は試験後の写真となっております。

続きまして7ページ、をお願いします。二つ目の御指摘事項への回答でございます。まず指摘事項につきましては、具体的にフェールセーフの区域がどこか整理して説明すること。また、火災荷重の整理も含めてどのような消火設備を設置するのか整理して説明することで行ってまいりました。

御回答でございますが、島根2号炉では、原子炉の高温停止及び低音停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器であるフェールセーフ設計の火災防護対象機器に対して、固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器及び全域ガス自動消火設備にて、火災の感知及び消火を実施する設計としており、当該フェールセーフ設計の火災防護対象機器のみを設置する火災区域として、消防法又は建築基準法に基づく火災感知器及び消火設備を設置する火災区域はございません。

8ページ以降につきましては、前回の審査会合のほうで御説明させていただきました資料内容について、再掲させていただいております。説明については割愛させていただきます。

以上が内部火災に係る前回の指摘事項への御回答になります。

○中国電力（別府） 中国電力の別府です。

○山中委員 引き続き説明されますか。

○中国電力（別府） はい。引き続き説明させていただきます。

○山中委員 じゃあ引き続き説明、お願いします。

○中国電力（別府） すみません。では引き続きまして資料2-2-1、外部事象の考慮及び外部火災影響評価について（審査会合からの変更内容）を用いまして、航空機落下確率の変更について御説明いたします。

1ページ目を御覧ください。航空機落下確率の評価ですが、昨年12月に原子力規制庁殿より技術ノート「航空機落下事故に関するデータ」が公表されましたことから、その最新のデータを用いまして、航空機落下確率の評価を実施いたしました。評価結果につきましては、下の表のとおりでございまして、落下確率につきましては約 8.2×10^{-8} 回／炉・年となりまして、 10^{-7} を下回ることを確認しております。

2ページ目を御覧ください。こちら【参考】でございまして、前回審査会合で説明したときのデータと今回の評価に使用したデータ、航空機事故の件数を比較したものでございます。

3ページ目を御覧ください。航空機落下確率の変更に伴いまして、航空機墜落による火災影響評価も評価をしております。火災評価結果につきましては、中ほど中段の表のとおりでございまして、各原子炉施設の表面温度が許容温度を超えないことを確認しております。

また、重畳火災といたしまして、一番下の表のとおりでございまして、これまでと同様にガスタービン発電機用軽油タンクとの重畳火災を評価いたしまして、許容温度を超えないことを確認しております。

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。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

資料2-1-1、4ページをお願いします。ここでは耐火炉によってどのような方向から電線管が加熱されているのかをまず説明してください。それとケーブルが電線管中心からずれて配置されておりますが、それによっても耐火試験結果が判定基準を満足するということを説明してください。

○中国電力（水口） 中国電力の水口です。

耐火炉につきましては、それぞれ全体的にバーナーにより加熱するという構造になってございます。また、試験体につきましては、試験体断面図にありますように、フレキシブル電線管の中でケーブルが下側に位置していますが、これ通常何ら固定をしない状態の中では、フレキシブル電線管の中は空洞になってございますので、ケーブルが自然と下に降りているという形でございます。

試験においては、それぞれフレキシブル電線管の表面とケーブルの表面に温度計を設置しておりまして、そちらを用いて判定をしてございます。

以上です。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

耐火炉によってケーブル断面図がありますけれども、断面方向、円周方向はまず均一に加熱をされていますと。ですので、ケーブルが接触している面が一番熱源に近いということをもって、そこが最高温度になると理解すればよろしいですか。

○中国電力（水口） 中国電力の水口です。

技術的には、今おっしゃられたような形の理解でございます。

以上です。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

分かりました。

次4ページ、引き続きなんですけど、電線管やケーブルについては、温度上昇が大きくなるように径が最小のものを選定されていると思います。プルボックス内には複数の種類の電線管があると思うのですが、この電線管の材質とサイズの組合せで、最も温度上昇しやすいもので試験を行うべきと考えますが、この点いかがでしょうか。

○中国電力（水口） 中国電力の水口です。

おっしゃるとおり、電線管、ケーブルについては現実のケーブル処理室に存在しているものを使用するというところが、試験体の選定として正しいと考えております。その上で、フレキシブル電線管の材質につきましては、対応している電線管については、全て同等の材料を使っております。その中でケーブルのサイズ等を考慮して試験体として選定してございます。

以上です。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

今回の施工場所というのは、後ろの参考資料にありましたが、たしか5カ所ということ

ですか。その5カ所については同じ材質を使っているということで良いですか。

○中国電力（水口） 中国電力の水口です。

今回の試験体を現場に施工する対象としましては、資料2-1-1の10ページを御確認いただきますと、プルボックスの数で申しますと20ほどでございます。電線管の材質につきましては、このケーブル処理室内においては同等の材質を採用してございますので、このオレンジの5カ所ということではなく、全てのケーブル処理室内のフレキシブル電線管に適用な試験ということでございます。

以上です。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

分かりました。

続きまして、1時間耐火ラッピングを行ったことによって、重量増が発生しますがけれども、この重量増によっても耐震性などに問題がないということと、あと屈曲部分もあると思うんですけども、この屈曲部分に対しても必要な厚みを確保できるかなというふうには理解はしているんですけども、その辺りで検討されたことがあれば御説明いただきたいんですけども。

○中国電力（大谷） 中国電力の大谷です。

資料2-1-1の13ページとか現場の写真を添付させていただいております。これは前回の写真ですけど、今桐原さんのほう、御指摘頂いたように屈曲部でございます。こういうところも含めて耐震性確保できる、要は施工ができるというような形で、これから現場を含めて確認をしつつ、施工していくというふうに考えてございます。今、おっしゃっておられますように、耐震性含めて十分配慮して、現場施工に当たるというふうに考えております。

以上です。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

分かりました。

最後になるんですけども、6ページの耐荷試験実施状況の絵になりますが、試験後はラッピング部分が膨張しています。この体積膨張によって電線管内部へのケーブルの影響ですとか、またこのラッピングの周囲にあるケーブルへの影響について御説明いただけますか。

○中国電力（水口） 中国電力の水口です。

6ページの試験体の試験後の写真におきましては、災害表に施工しておりますラッピングの加熱による形状変更によって、このような姿になってございます。ラッピングが付与される熱量を受けて、中のケーブルを守った結果という形になっております。中のケーブル及びフレキシブル電線管につきましては、それぞれ表面温度等特定してございます。また電気特性についても取っております。いずれも判定基準を満足する結果ということで、基本的に影響がないということを確認してございます。

以上です。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

今のはラッピングの内側についての御説明で、それが5ページにいろいろ外観であったり、温度確認ができていくということなんですけど、これ元々プルボックス内の狭隘な箇所、4ページにもありますけど、一応そのスペースで収まるように、厚さを考えて施工するというお話なんですけど、結構ぎりぎりなところに施工をしているわけで、その領域内においてこれぐらい、6ページの見ただと分かりませんが、それなりに厚みが増す方向になっているので、周囲のケーブルにこの膨張部分が接触して悪さしないかという点についての御説明をいただきたいんですけども。

○中国電力（大谷） 中国電力の大谷です。

施工に当たっては今のラッピングの厚さを含めて施工してまいります。これ一部時間の加熱をぎりぎりまでやった結果としての、中の耐火の材質による形状膨張なんですけれど、それを踏まえて実際この部分につきましては、異なる2種類の感知器と自動消火設備を設けておりますので、ここまでの最大の膨張まで至る前に火災消化するというふうには考えてございます。

施工に当たっては各場所の狭隘の状況を踏まえて施工してまいりますので、ここまでの膨張には至るという隙間確保までは不要だとは考えておりますけど、ある一定の隙間を確保するなり、間隙を設けるというふうには考えてございます。

以上です。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

早期の感知消火で対応して、ここまでの膨張には基本的に至らないように対応するという事で理解をしました。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○守谷室長 規制庁の守谷でございます。

すみません。1件だけ確認です。7ページのところですけれども、結論としてはフェールセーフの区域というものは、このサイト内にはないという結論で理解してよろしかったでしょうか。

○中国電力（水口） 中国電力の水口です。

そのとおりでございます。フェールセーフの区域については、あくまで設計としての考え方を採用しているのみでございまして、現場でそれを適用している箇所はございません。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、ここで出席者の入替えを行いますので、約5分後に再開をいたしたいと思えます。3時25分再開といたします。

（休憩）

○山中委員 再開いたします。

それでは、引続き資料の説明をお願いいたします。

○中国電力（福間） 中国電力の福間です。

資料2-3-1のパワーポイント資料を用いて、島根2号炉、燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設における前回審査会合からの変更内容について、説明に入らせていただきます。

1ページ目を御覧ください。DB兼SA設備として設置します燃料プール水位・温度(SA)について、設計進捗により左下の図1に黄色ハッチングで示しております検出点1の変更及び温度検出点の追加の設計変更を行います。

まず、検出点1の変更について、一つ目の矢羽に示しております。燃料プール水位・温度(SA)は、検出点のうち1点をスロッシング時の水位低下幅を上回る水位低下の把握を目的に設置しておりますが、9条内部溢水の審査において、スロッシング時の溢水量評価方法を変更したことに伴いまして、スロッシング時のプール水位低下幅が変更となったため、それに併せて検出点1の変更をいたします。

次に温度検出点の追加について、二つ目の矢羽に示しております。燃料プール水位・温度(SA)は、ヒータ付熱電対の温度計測機能により燃料プール温度高の警報を発報させることとしておりましたが、ヒータ加熱の影響により警報設定値を超える時間帯が生じ、不要警報の抑制などにより警報回路が複雑化するため、新たに追加するヒータ付ではない温度計測用の熱電対により、温度高警報を発報させる構成に変更いたします。

なお、追加で設置する熱電対の設置高さは、一つ目の矢羽のところ御説明しました位置変更を行うヒータ付の熱電対と同じ設置高さとなりますけれども、そのヒータ加熱による影響を受けない設計といたします。

燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設に関する御説明は以上となります。

○中国電力（田原） 中国電力の田原です。

続いて安全施設12条について御説明いたします。資料は資料番号資料2-4-1を用いて御説明いたします。

表紙めくっていただきまして、本日説明する内容は前回審査会合からの変更点になります。内容としましては、復水輸送系相互接続の取り止めについてです。

説明ですけれども、設置許可基準規則12条の安全施設において、相互接続として抽出しておりました1、2号炉の復水輸送系連絡配管につきまして、閉止フランジ等で物理的に切り離し、相互接続しない設計に見直します。変更をした経緯等については、記載のとおりになります。

設置許可基準規則12条の解釈、14項の『「相互に接続」とは、2基以上の発電用原子炉施設間で、系統又は機器を結合することをいう。』に該当するものとして、当該連絡配管を「相互接続」として抽出しておりました。

当該連絡配管につきましては、1号の復水貯蔵タンク点検時に貯蔵水を2号炉復水貯蔵タンクや補助復水貯蔵タンクに移送すること等を目的に設置しておりましたが、実際には連絡運用する手順を定めておりませんで、これまで連絡運用した実績はない。

現状ですけれども、他号炉の系統に影響を与えないよう接続部の弁を全閉及び施錠管理し、隔離した状態としており、今後も連絡運用する計画はありません。

これらの復水移送系の連絡運用の実状を踏まえまして、閉止フランジ等で物理的に切り離し、相互接続しない設計に見直すこととしました。

下の図の左側が変更前ということで、青色で図示しております弁で隔離しておりましたが、今後につきましては右側の図のとおり閉止フランジを設け、相互接続しない設計に見直すことにしたいと考えております。

12条の説明は、以上です。

○中国電力（永田） 中国電力の永田です。

竜巻影響評価について、前回審査会合からの変更内容を、資料2-5-1のパワーポイント資料を用いまして説明させていただきます。

島根2号炉の竜巻影響評価につきましては、昨年の9月の会合で審査いただき、その際に竜巻で浮上がる飛来物に対する障害物として、廃止措置中の1号炉建物や管理事務所を考慮しない旨、説明させていただきました。

今回竜巻で浮上がらない物品に対する横滑りエリアの設定についても、1号炉建物を障害物として考慮しないように見直しを行っております。

具体的には、パワーポイント1ページの左ですが、赤色が横滑り対策エリアです。変更前は1号炉建物を白抜きにして、1号炉の右側を範囲外、黄色としていたものを変更後は1号機を考慮しないこととし、緑色のガードレール等のあるところまで範囲を広げるよう、見直しを行っております。

説明は以上になります。

○山中委員 それでは質問、コメントございますか。

○宇田川審査官 規制庁の宇田川です。

一つ目のSFPの水位・温度計について質問いたします。

矢羽の二つ目のところの「なお」以降なんですけども、「温度計測において、同じ設置高さの検出点のヒータ加熱による影響を受けない設計とする。」とされていますけれども、実際どのように設計するかですとか、設計の見通しは得られているという理解でよろしいでしょうか。

○中国電力（福間） 中国電力の福間です。

御確認のあったところなんですけども、熱電対、各検出点は、個別の保護管に入っております。保護管内のヒータによる加熱が別の検出器に与える影響はそれほど大きくないと考えておりますけども、今後の詳細検討において影響程度を確認しまして、必要に応じて熱電対管の距離を確保する等の対策を検討してまいります。

以上です。

○宇田川審査官 規制庁の宇田川です。

御説明理解いたしました。

それでは、三つ目の竜巻の資料について確認いたします。このたび横滑り対策エリアを広げたことで、竜巻襲来時に避難すべき車両の数が増える可能性もあるとは思いますが、車両が退避できるという見通しはあるという理解でよろしかったでしょうか。

○中国電力（永田） 中国電力の永田でございます。

横滑り対策エリアには、原則車両等極力入れないようにいたします。入る場合でも常に

運転者を近くに設けまして、停車状態で対応することとしております。

以上のことから、今後詳細にこの辺の管理手順は定めてまいります、十分に退避はできるといふふうに考えております。

以上です。

○宇田川審査官 規制庁の宇田川です。

退避はできるということで理解いたしました。

もう1点、竜巻の資料で確認いたします。横滑り対策エリアが広がることで、ガードレールの幅、範囲が広がるんですけども、そのときに重大事故等対処への影響はないという理解でよろしいか、御説明いただけますでしょうか。

○中国電力（永田） 中国電力の永田でございます。

今回見直し、変更後でガードレール等の障害物を広めに範囲を変更しておりますけれども、こちらは既に既存のものでございますので、重大事故等の考慮につきましても既に考慮済という認識でございます。

以上です。

○宇田川審査官 規制庁の宇田川です。

御説明理解いたしました。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか何かございますか。

どうぞ。

○川崎調査官 規制庁、川崎です。

12条安全施設について、ちょっと確認させていただきたいこと等があります。

まず今回1、2号接続されているところを切り離すと、閉所フランジを打つという話なんですけれども、これデザインベースの観点からは、もう使う予定もないからというのはよく分かりました。

一方で、SAを考えた場合に、そもそも復水貯蔵層は1号、2号共に耐震性に難があるということで、自主対策としての水源ということで、2号は位置づけられています。一方でもし運よく2号の複数貯蔵槽が生きていると。さらにこの1号の複数貯蔵槽も生きているという場合は、こういったものはどうしても水があるものはどんどん使うという手順を整えていくべきではないかという観点なんですけれども、そうした観点で今後そういう1号機側をあれば使うとか、そういった考えはあるんでしょうか。また、今設備の状況等を含めて

御説明いただきたいと思えます。

○中国電力（田原） 中国電力の田原です。

1号復水輸送系による2号炉への注水なり水源への補給ということですが、2号炉側の復水輸送系については、1号炉より若干設計圧力が高いという点と、あと1号から2号へ注水する際に、ラインの途中に逆止弁があります。

本日この説明資料で行きますと、パワーポイント資料の下の図の左側を見ていただくと、左の図で言うと1、2号炉の境界から、2号炉へと記載している上向きの矢印の、この間のところに逆止弁が設置されていますので、注水自体はちょっと難しいという構成となっています。

ただしですが、2号炉復水貯蔵タンクへ補給するようなラインについては、構築することが可能でして、具体的にはこの左の図で言いますと、1、2号炉の境界近傍辺りです。先ほど申しあげました逆止弁よりさらに1、2号炉の境界側になりますけれども、こちらから分岐して2号の復水貯蔵タンクに向かうラインがありますので、1号から2号への補給というラインを構築することは可能です。したがって、今の御指摘踏まえまして、自主的な運用としまして、こういった補給手順というのは準備したいなど、今考えております。

以上です。

○川崎調査官 規制庁、川崎です。

炉心のほうに設計は系統の圧も違うので、直接注水するのは難しいと。ただ場合によってはタンクへの注水というのは可能かもしれない。2号機の復水タンクへ一旦移した後に使える可能性はなきにしもあらずということで理解しました。

ただ、今回1号機というのは今後廃止措置されていくにせよ、使えるものは常に使えるかどうかという検討を、さらなる安全性の向上という観点から継続的にそういった検討は引き続き、常にしていきたいというふうに思えます。

以上です。

○中国電力（岩崎） 中国電力、岩崎でございます。

本日御説明いたしました資料では、過去に使っていないからというところで整理してまいりましたが、SA対応という観点では原子炉への注水ということは難しゅうございましたが、水源として活用するということが可能でございますので、自主対策としてその辺り整備していきたいと考えます。

以上でございます。

○山中委員 そのほか、いかがですか。よろしいですか。

何か事業者のほうからございますか。

どうぞ。

○山形対策監 規制庁の山形ですけれど、一番最後の竜巻影響評価の1ページしかないんですけど、これで変更前から変更後ということなんですが、これは1号機がまだある状態でも、その周りにガードレール等の障害物を作って、横滑りがあったとしてもここで止めるという考え方なんでしょうか。

○中国電力（永田） 中国電力の永田でございます。

1号機の建物がある状態でも範囲を赤の範囲に広げまして、対策を行いたいと考えております。ガードレール等の障害物は新たに設置するというものではございませんで、既存のものを配慮した範囲としております。

以上でございます。

○山形対策監 すみません。既存のものでも、これ防護施設というのであれば、工認も使用前検査も全部必要になってくるんですけども、1号炉の建屋があっても、ガードレールをそういう工認使用前検査、全部やるおつもりなんですか。まず、その事実関係だけ教えてください。

○中国電力（永田） 中国電力の永田でございます。

今回説明させていただきましたのは、竜巻の横滑りの対策でございます。これまで先行プラント等も拝見しておりますが、竜巻防護対策として飛来物に対するものはネット等の対策で工認のほうでも説明させていただいております。

こちらは横滑りですので、浮かないものが竜巻の風によって若干浮力、摩擦力が弱くなって横に滑るということで、段差等のものがあれば横滑り自体は止められるものだというふうに認識しております。

以上です。

○山形対策監 いやいや、だからストレートに答えてください。

工認取る、それとも基本設計だけでと思っておられるのかということと、これ普通は規制側がこんなもの要らないんじゃないですかというのは、ちょっとやり過ぎのような気がするんですけども、さすがに1号機の建屋があるのに、さらに外側に横滑り対策のガードレール等を、それは規制として作るというのは、どう考えても私理解できないんです。別

に工認に対象する、しないじゃなくて、これは1号機の立派な建物があるのに、その周りにガードレール等の障害物を作りますと、規制対象としてちゃんと作りますというふうに言っておられるんですが、なんで1号機があるとき、そういうものを作ろうと考えられるのかというのは、どう考えても理解に苦しむんです。

1号機がなくなったら2号機の周りにガードレールを作ります、これは我々今設置許可の審査をしているので、基本設計方針を議論しているので、2号炉に障害物が横滑りしないような対策をとりますということで、その実現可能性として1号機があるときは1号機、1号機がなくなったらガードレールというのだったら、まだ分かります。分かるんですけども、正直1号炉があるのに、いや、2号炉にぶつからないようにガードレールをちゃんと置いているんですと、私ちょっとこれはなかなか。どうしてもやりたいというんだったら止めませんが、ちょっと本当ですかという。本当にこのとおりにされるといふのであれば、別にそれは止めはいたしませんけれども、我々としてはこんなことは不要だといふけれども、中国電力さんがやりたいという位置付けでやっていただけるんだったら、それはそれで結構です。

○中国電力（岩崎） 中国電力、岩崎でございます。

今回、我々が赤いエリア、横滑り対策エリアを広げましたのは、これまでも考えていましたけども、いつまでもこの1号機については担保できるものではないので、では広めに確保しておこうということですけども、我々この広めに確保することによるマイナス面、影響というところを考えたところでは、ガードレールについても既にあるものであるし、一部赤の範囲が広がるけれども、管理上1号を避難していくという体制も確保していくこと自体は、それほど負担でもないということ。

また工認というスコープでは、ガードレールについては工認というスコープには入らないものかと考えておりました、そういうことを考えますと、トータルに見て管理できない内容でもないので、今からもう1号を期待しない形で割り切って管理していこうというふうに考えたものでございます。

以上です。

○山形対策監 何度も言いますが、やりたいというのだったら別に構わないですけども、これは我々から見ると全く理解できないものだということ、でもそれでもやられるということであれば、それはそれで申請出していただいて結構です。

○中国電力（岩崎） 中国電力、岩崎でございます。

先ほどおっしゃられました御意見も踏まえまして、もう少し検討いたします。

以上でございます。

○山中委員 そのほか何かございますか。よろしいですか。

事業者のほうから何かございますか。

○中国電力（北野） 特にございません。

○山中委員 それでは、以上で、議題2を終了いたします。本日予定していた議題は以上です。

今後の審査会合の予定については、6月19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。

それでは、第867回審査会合を閉会いたします。