原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第1096回

令和4年12月1日（木）

原子力規制委員会

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第1096回　議事録

１．日時

令和４年１２月１日（木）１０：００～１５：１２

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

杉山　智之　　原子力規制委員会　委員

原子力規制庁

小野　祐二　　審議官

渡邉　桂一　　安全規制管理官（実用炉審査担当）

齋藤　健一　　火災対策室長

齋藤　哲也　　安全規制調整官

忠内　厳大　　安全規制調整官

江嵜　順一　　企画調査官

奥　　博貴　　企画調査官

中川　　淳　　上席安全審査官

皆川　隆一　　管理官補佐

千明　一生　　主任安全審査官

津金　秀樹　　主任安全審査官

中村　英樹　　主任安全審査官

服部　正博　　主任安全審査官

西内　幹智　　安全審査官

畠山　凌輔　　安全審査官

中野　裕哉　　安全審査官

服部　　靖　　安全審査専門職

上原　宏明　　安全審査専門職

関西電力株式会社

田中　剛司　　原子力事業本部　副事業本部長

棚橋　　晶　　原子力事業本部　原子力発電部門　原子力保全担当部長

小森　武廉　　原子力事業本部　原子力発電部門　保全計画グループ　マネジャー

吉沢　浩一　　原子力事業本部　原子力発電部門　保全計画グループ　マネジャー

竹田　桂吾　　原子力事業本部　原子力発電部門　保全計画グループ　リーダー

熊倉　　匠　　原子力事業本部　原子力発電部門　保全計画グループ　担当

三井　和樹　　高浜発電所　電気保修課　課長

林　　耕平　　美浜発電所　電気保修課　係長

二宮　賀久　　東京支社　技術グループ　マネジャー

四国電力株式会社

渡辺　　浩　　執行役員　原子力本部　原子力部　発電管理部長

松原　克幸　　原子力本部　原子力部　設備保全グループリーダー

冨岡　昭宏　　原子力本部　原子力部　設備保全グループ　副リーダー

木村　圭一　　原子力本部　原子力部　設備保全グループ　担当

青野　伸幸　　原子力本部　原子力部　安全グループリーダー

三島　清太郎　原子力本部　原子力部　安全グループ　副リーダー

井原　芳樹　　原子力本部　原子力部　安全グループ　担当

梅木　あゆみ　原子力本部　原子力部　安全グループ　担当

村上　裕樹　　原子力本部　原子力部　耐震設計グループ　副リーダー

平田　智之　　原子力本部　原子力部　耐震設計グループ　担当

森田　英司　　原子力本部　原子力部　核物質防護・工事グループリーダー

繁桝　真一郎　原子力本部　原子力部　核物質防護・工事グループ　副リーダー

髙木　英行　　原子力本部　原子力部　核物質防護・工事グループ　担当

小西　伸之　　原子力本部　原子力部　廃止措置グループリーダー

越智　雄大　　原子力本部　原子力部　廃止措置グループ　担当

塩田　哲生　　土木建築部　地盤耐震グループ　副リーダー

木戸　智之　　土木建築部　地盤耐震グループ　担当

中国電力株式会社

三村　秀行　　執行役員　電源事業本部　部長(原子力管理)

國西　達也　　電源事業本部　部長(電源土木)

阿川　一美　　電源事業本部　担当部長(原子力管理)

清水　雄一　　電源事業本部　担当部長(電源土木)

荒芝　智幸　　電源事業本部　マネージャー(原子力設備)

内藤　慶太　　電源事業本部　担当副長(原子力設備)

橋本　　隆　　電源事業本部　マネージャー(耐震設計建築)

落合　悦司　　電源事業本部　副長(耐震設計建築)

中村　諭史　　電源事業本部　担当副長(耐震設計建築)

家島　大輔　　電源事業本部　マネージャー(安全審査土木)

由利　厚樹　　電源事業本部　担当副長(安全審査土木)

藤村　隆弘　　電源事業本部　担当(安全審査土木)

田井　大河　　電源事業本部　担当(安全審査土木)

正壽　瑞樹　　電源事業本部　担当(安全審査土木)

吉次　真一　　電源事業本部　　マネージャー(耐震設計土木)

志水　克成　　電源事業本部　副長(耐震設計土木)

岩苔　和広　　電源事業本部　副長(耐震設計土木)

磯田　隆行　　電源事業本部　担当副長(耐震設計土木)

佐々木　慎　　電源事業本部　担当副長(耐震設計土木)

梶田　拓志　　電源事業本部　担当(耐震設計土木)

田村　伊知郎　電源事業本部　マネージャー(原子力耐震)

菊政　一樹　　電源事業本部　担当(原子力耐震)

大久保　厚志　電源事業本部　担当副長(原子力安全)

高野　真太朗　電源事業本部　担当(原子力設備)

４．議題

（１）関西電力（株）美浜発電所３号炉並びに高浜発電所１号炉、２号炉、３号炉及び４号炉の火災感知器増設に係る設計及び工事の計画の審査について

（２）四国電力（株）伊方発電所３号機の使用済樹脂貯蔵タンクの増設に係る設置変更

許可申請の審査について

（３）中国電力（株）島根原子力発電所2 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　美浜発電所３号機　高浜発電所１，２，３，４号機　火災感知器増設に係る設計及び工事計画認可申請のコメント回答について

資料１－２　高浜発電所３，４号機　火災感知器増設に係る設計及び工事計画認可申請　補足説明資料

資料１－３　美浜発電所３号機　火災感知器増設に係る設計及び工事計画認可申請補足説明資料

資料１－４　高浜発電所１，２号機　火災感知器増設に係る設計及び工事計画認可申請　補足説明資料

資料２－１　伊方発電所３号機　使用済樹脂貯蔵タンクの増設に係る設置許可基準規則への適合性について（コメント回答）

資料２－２　伊方発電所３号炉　使用済樹脂貯蔵タンク増設工事に係る補足説明資料

資料２－３　：伊方発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（３号原子炉施設の変更）

資料３－１　島根原子力発電所第２号機　工事計画認可申請（補正）の対応状況について

資料３－２　島根原子力発電所第２号機　工事計画認可申請（補正）に係る説明工程

資料３－３－１　島根原子力発電所第２号機　工事計画認可申請（補正）に係る論点整理について

資料３－３－２　島根原子力発電所第２号機　サプレッションチェンバの耐震評価

資料３－４－１　補足説明（島根原子力発電所第２号機　工事計画認可申請（補正）に係る論点整理について［土木構造物関係］）

資料３－４－２　補足説明（島根原子力発電所第２号機　工事計画認可申請（補正）に係る論点整理について［機器・配管関係］）

６．議事録

○杉山委員　定刻となりましたので、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1096回会合を開催いたします。

本日の議題は、議題1、関西電力株式会社美浜発電所3号炉並びに高浜発電所1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉の火災感知器増設に係る設計及び工事の計画の審査について、議題2、四国電力株式会社伊方発電所3号機の使用済樹脂貯蔵タンクの増設に係る設置変更許可申請の審査について、議題3、中国電力株式会社島根原子力発電所2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、私が杉山が進行いたします。

また、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併用して実施いたします。音声等が乱れた場合には、お互いにその旨を伝えるようお願いいたします。

それでは、議事に入ります。

最初の議題1、関西電力株式会社美浜発電所3号炉並びに高浜発電所1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉の火災感知器増設に係る設計及び工事の計画の審査についてです。

では、関西電力から資料の説明をお願いします。

○関西電力（田中）　おはようございます。関西電力、田中でございます。

本日は、本年4月28日に申請いたしました美浜3号機、高浜1、2、3、4号機、火災感知器増設に係る設計及び工事計画認可申請について、7月5日の審査会合でいただきましたコメントに関しまして、回答させていただきます。

資料に関しましては、四つ用意しておりますが、資料の1-1で進めさせていただきまして、1-2、1-3、1－4に関しましては、必要に応じて参照いただくことでお願いいたします。それでは、資料1-1に基づきまして、吉沢のほうから御説明いたします。

○関西電力（吉沢）　関西電力、吉沢でございます。

それでは、資料1-1に基づきまして、コメント回答の説明をさせていただきます。1枚めくっていただきまして右肩1ページをお願いします。

第1回審査会合においていただいたコメントへの対応と、説明資料のページを表にまとめております。№1の大飯3、4号機における審査実績について適切に反映すること、環境条件の類型化についても反映することというコメントへの対応については、2から4ページで説明しますけども、大飯3、4号機で整理した内容を基本設計方針及び火災防護に関する

説明書に反映しまして、今後速やかに補正申請を行う予定としております。

また、№2の大飯3、4号機との設計の差異を説明すること、№3から5の脱塩塔室及びフィルタ室の感知器設計と消火方法を説明することというコメントについても後ほど説明資料覧に記載しているページで説明させていただきます。

右肩2ページをお願いします。2ページから4ページにかけて大飯3、4号機の審査実績の反映について説明させていただきます。大飯3、4号機の審査実績として本設工認に反映する火災感知器の選定から設置までの設計の流れを記載しております。設計の流れですけども、まず、感知器等の選定、環境条件を考慮して感知器等のラインナップを行いまして、感知器等の誤作動の防止を検討して、感知器等の組合せを選択します。その上で右側へいきまして、感知器等の設置というところで、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法で感知器等を設置する流れを基本としております。感知器等の設置につきまして、大飯3、4号機と同様に火災の感知に支障がないことを確認した上で、令和3年度第62回原子力規制委員会資料3に掲げられている方法についても適用する方針としております。

また、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法で感知器等を設置することができない又は適切でないイ.からホ.の環境条件に該当する場所については、基準と同等水準で火災を早期に感知できる設計又は火災をもれなく確実に感知できる設計のいずれかを満足するように感知器等を設置する方針としております。

なお、消防法施行規則第23条第4項適用対象外の屋外又は屋内に準ずる場所につきましては、左下のほうに記載しておりますけども、ここの記載の考え方、感知器等を設置することとしております。

右肩3ページをお願いします。火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法で感知器等を設置することができない又は適切でないエリアについて、大飯3、4号機と同様、設計基準を適用する方針としております。設計基準としては2段階設定しておりまして、設計基準①は基準と同等水準で火災を早期に感知できること、設計基準②は火災をもれなく確実に感知できることというふうに定義しております。表には、大飯3、4号機と比較する形で、美浜3号機と高浜1から4号機で設計基準を適用するエリアとそれぞれ該当する環境条件イからホを記載しております。ピンク色ハッチングの箇所は、設計基準①を適用するエリアでして、水色ハッチングしている部分は、設計基準②を適用するエリアとなっております。

また、薄い黄色ハッチングにつきましては、屋外又は屋内に準ずるエリアを示しており

ます。

大飯3、4号機と設計が異なる箇所につきまして、赤枠で囲んでおりますけども、これは美浜3号機、高浜1から4号機で追加となりましたアニュラス等のエリアと、あと脱塩塔室及びフィルタ室の設計がそれに該当しております。

右肩4ページをお願いします。設置許可の添付書類八で、火災感知器を設置しない設計としているタンクエリアにつきましては、大飯3、4号機の燃料取替用水ピットまたは復水ピットと同様に基本設計方針及び火災防護に関する説明書にその設計方針を記載することとしております。

表に記載しているタンクが設置されている火災区画は、コンクリート壁で囲まれており、タンクは金属製であること、タンク内に貯蔵する樹脂は水に浸かっていること及び可燃物を置かず発火源がない設計とすることから、火災が発生するおそれはない。また、可燃物を置かない運用については、保安規定に定めて管理することから、火災感知器設備及び消火設備を設置しない設計方針としております。

なお、運用につきましては、保安規定及びその下部規定の火災防護計画に規定済みでございます。

右肩5ページをお願いします。5ページでは、大飯3、4号機と設計が異なるエリアとしまして、床面から天井高さが20m以上の高天井エリアの感知器設計について説明させていただきます。

1種類目の煙感知器につきましては、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置する方針としておりまして、これは、大飯3、4号機と同じですけども、このもれなく確実にという観点から設置方法をより具体的に定義しております。

2種類目の感知器につきましては、大飯3、4号機では、炎感知器のみでしたけども、後続の美浜3号機、高浜1～4号機では、アニュラス等のグレーチングがあるエリアが多くありますので、天井面に熱感知器を設置する設計とすることを踏まえまして、熱感知器と炎感知器の設置方法、使い分けですけれども、それをより具体的に定義しております。

アニュラスの感知器設計を、図1のほうに例示しておりますけども、1種類目のアナログ式の煙感知器は、設置あるいは保守点検に懸念がない最も高い場所として天井面に設置しまして、それより下層部分は、床面またグレーチング面から20m未満となる高さの場所に消防法施行規則第23条第4項に準じて設置することとしております。

2種類目につきましては、天井面にアナログ式の熱感知器、それより下層部分は、アナ

ログでない炎感知器を消防法施行規則第23条第4項に基づき設置することとしております。これらの設計によって、床面またはグレーチング面を網羅的に監視できるようにしております。

右肩6ページをお願いします。6ページから9ページにかけまして、脱塩塔室及びフィルタ室の感知器設計について説明させていただきます。1.エリアの環境条件ですけども、一つ目の矢羽根ですが、脱塩塔室及びフィルタ室はエリア内の放射線量が高く、感知器等の設置、保守点検時における作業員の被ばく線量が許容値を超過する可能性があるため、エリア内に感知器等を設置することが適切でないという、この点については、大飯3、4号機と同様です。

一方で、二つ目の矢羽根ですけども、大飯3、4号機では、個別の排気ダクトに感知器を設置する設計としていたのに対しまして、後続のプラントでは、個別の排気ダクトはダクト径が小さく、感知器等を設置するスペースがない垂直ダクトで消防法施行規則で規定される取付方法で設置できない、又はエリア外の放射線量が低い場所は、他エリアの排気が合流した後のダクトのみで、個別の排気ダクトに感知器等を設置できないという、そういった違いがございます。

このため、2.感知器設計の見直しに記載しておりますが、まず一つ目の矢羽根で前回の審査会合でこれらのエリアについては、合流ダクトに感知器を設置するという設計とするということで説明しておりましたけども、その後、合流ダクトでは火災による煙及び熱が複数エリアからの排気で希釈され、火災を有効に感知できない可能性があると判断しまして、感知性及び火災発生場所特定の観点でより優れている隣接エリアに設置する感知器等を兼用する設計に見直すこととしております。

二つ目の矢羽根ですけども、脱塩塔室及びフィルタ室は、天井面と壁面のいずれか又は両方に開口部がありますので、排気ダクトによる排気の影響を受けにくい位置にある開口部から隣接エリアに煙、熱が流出すると考えております。図2に示しておりますが、左側のように壁面開口部のほうが排気の影響を受けにくい場合は、隣のバルブ設置エリア等の感知器を兼用と。右側のように、天井開口部のほうが排気の影響を受けにくい場合は、上室に煙・熱が流出するというふうに考えておりまして、上室の感知器を兼用するというふうに設計してございます。こういった二パターンに分類しまして、隣接エリアに設置するアナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器を兼用する設計としてございます。

右肩7ページをお願いします。脱塩塔室及びフィルタ室の感知器設計について表に整理

しております。赤字で記載しておりますエリアは、隣のバルブ設置エリア等の感知器と兼用するエリア、青字のエリアは、上室に設置する感知器等を兼用するエリアというふうになってございます。

また、ピンク色ハッチングしている箇所につきましては、もともと合流ダクトに感知器を設置する設計としておりましたけども、その後、隣接エリアの感知器を兼用する設計に見直したエリアとなっております。

水色ハッチングの箇所については、本設工認申請時から隣接エリアの感知器を兼用する設計としていたエリアでございます。

右肩8ページをお願いします。8ページと9ページに脱塩塔室及びフィルタ室の感知器設計の具体例を示しております。左側に壁面のみに開口部があるエリアの代表としまして、高浜4号機C再生熱イオン交換器室の例を記載しております。

また、右側に天井面と壁面の両方に開口部があるが、壁面開口部から煙・熱が流出するエリアの代表として高浜3号機A封水注入フィルタ室の例を記載しております。各エリアにおいて、煙・熱の流出先となる隣接エリアについては、それぞれ22ページ、23ページの参考に示しております現地検証試験で確認しております。

右肩9ページをお願いします。9ページでは、左側に天井面と壁面の両方に開口部があるが、天井面の開口部から煙・熱が流出するエリアの代表として、高浜2号機A蒸りゅう液脱塩塔室の例を記載しております。この煙・熱の流出先、上室ですけども、これについては、24ページの参考に示しております現地検証試験で確認済みとなっております。

その右側の上ですけども、室内に排気ダクトが無いエリアの代表としまして、高浜1号機A蒸りゅう液脱塩塔室の例を示しておりまして、その下に天井面のみに開口部があるエリアの代表として、美浜3号機A/B冷却材脱塩塔室の例を示しております。どちらも上室に煙・熱が流出すると評価しております。

右肩10ページをお願いします。10ページと11ページでは、美浜3号機A/B冷却材脱塩塔室を例として、脱塩塔室及びフィルタ室で火災が発生した場合の火災発生場所特定と消火方法について説明させていただきます。

この冷却材脱塩塔室は、図8に示しておりますとおり、上室の感知器を兼用する設計としてございます。図9には、上室と開口部の写真、図10には、感知器配置図を示しております。

1.火災発生場所の特定についてというところで、火災が発生した場合は、まず中央制御

室において、当直課長が火災受信機盤による発報を確認し、現場確認を現場要員に指示します。また、専属消防隊に出動を指示します。並行しまして、119番通報についても行うこととしております。

火災発生場所の特定につきましては、赤字下線部に記載しておりますけども、現場要員が上室に到着後、どの開口部から煙が流れているか確認します。また、煙が見えない場合は、各開口部から炎の有無を目視にて確認することとしております。これらの確認によって、どちらの脱塩塔室で火災が発生したかということを特定することとしております。

※1の注釈に書いておりますけども、脱塩塔室及び上室は、可燃物がほとんどありませんので、煙の充満等で消火活動が困難となる場所には該当しません。ただ、万一、煙の充満で視野が確保できない場合は、可搬型排煙機を使用することとしております。

また、※2に記載しておりますけども、火災発生場所の特定が困難な場合は、両方の脱塩塔室を消火対象として活動を行うこととしてございます。

右肩11ページをお願いします。消火方法につきましては、図11、図の12、写真①から③に示しておりますように現場要員及び専属消防隊が、現場近くの消火器を回収又は消火栓の消防ホースを延長して上室の開口部から消火を行う手順としてございます。

また上室には、脱塩塔室内への出入口となる鉄板がありますので、その開放作業を行いまして、鉄板が開放できた場合は、その開放部からの消火に切り替えることとしております。公設消防隊が到着以降は、公設消防隊の指揮下で消火活動を行います。

右肩12ページをお願いします。12ページには、審査のスケジュールと工事工程を示しております。本設工認は、今年の4月28日に申請しておりまして、現在に至っております。今後速やかに補正申請を行う予定としております。設置期限につきましては、2024年2月13日以降の定期事業者検査終了日となっておりますので、それまでに現場工事及び検査を完了する計画としております。各プラントの期限につきましては、現時点の定検工程を基に赤線で示しております。

資料1-1の説明は、以上になります。

○杉山委員　それでは、質疑に入ります。今の説明に対して何か。

○上原安全審査専門職　原子力規制庁の上原です。

今、御説明がありました資料のうち3ページ目なんですけれども、右肩3ページ目で、大飯と設計が異なる箇所のうち、高天井エリアで美浜の一次系チェイスと高浜1、2号のケーブルチェイス室があるんですけれども、こちらについては、火災防護審査基準の改正に伴

い、炎感知器を追加で設置したと思うんですけれども、こちらのエリアはケーブルトレイが密集しておりますので、その火災をもれなく確実に感知できる感知器設計になっているということを具体的に説明してください。

○関西電力（吉沢）　関西電力、吉沢でございます。

ケーブルチェイス室につきましては、天井高さが20mを超えるエリアということで、基本的には、アニュラスと同様の感知器設計をしてございます。具体的には、1種類目のアナログ式の煙感知器を天井面とそれより下層の床面、またはグレーチング面を網羅するように設置しまして、2種類目の感知器として天井面にアナログ式の熱感知器、床面グレーチング面を網羅するようにアナログ式でない炎感知器を設置する設計としてございます。

今、おっしゃられたようにケーブルが密集しておりますけども、もしケーブルで火災が発生した場合は、最初に煙が発生するというふうに想定しておりまして、その場合は、煙感知器によって確実に火災を感知できるというふうに考えております。その後、火災の進展があって、熱、炎が発生する状況になれば、天井面に設置している熱感知器またはその下層で床面グレーチング面を網羅的に監視するよう設置しています炎感知器によって確実に火災を感知することが可能というふうに考えてございます。

○上原安全審査専門職　原子力規制庁、上原です。

説明について了解いたしました。こういったケーブルチェイス室に関しては、かなりのケーブルトレイが密集していますので、炎感知器によって床面ですとかグレーチング面を何か網羅的に見ることが若干難しいんじゃないかなと懸念しておりまして、その点に関しては、本当にもれなくそこのところ炎感知器で確実に見れるという認識でよろしいでしょうか。

○西内安全審査官　規制庁、西内ですけど、やり取りをするときに具体的な図面とか、その資料を示しながら説明をいただいて、こちらも確認いただいてもいいですか。

○関西電力（吉沢）　関西電力、吉沢でございます。

それでは、資料1-4の通しページ412ページ、お願いします。1枚めくっていただいたところに414ページにチェス室の中の写真等もつけておりますけども、おっしゃるようにケーブルトレイが複数設置されているという箇所になってございます。412ページの第3-12-3図に概略図をつけておりますけども、天井面に煙感知器、赤丸で囲っている感知器をつけまして、それと合わせて熱感知器についても設置しております。これによって、天井面から下のグレーチング面までを感知できるようにしておりまして、上の扉と書いてあると

ころのグレーチング面に煙感知器をつけまして、その下の扉のグレーチング面にも煙感知器をつけて、こういったふうに複数の階層にわたって煙感知器を設置して、エリア全体を網羅するようにしております。ケーブルの火災については、最初は煙が発生するというふうに考えておりまして、これらの煙感知器で火災を感知できるというふうに考えております。

あと、2種類目の感知器につきましては、天井面の熱感知器、あと赤で矢印がついているようなマークがありますけども、これで炎感知器ですけども、床面、グレーチング面を網羅することにしております。

ケーブルトレイについては、複数の階層で設置されておりまして、この炎感知器で直接トレイを狙っているわけではないんですけども、グレーチング面、あるいは、グレーチング越しに見える炎を感知することでケーブルトレイの火災についても感知できるというふうに考えております。ただ、ケーブルトレイには、蓋がついているものであるとか、防火シートで巻かれているもの、そのままの状態のもの、いろんな状態がありまして、必ずしも炎が出るという状況ではないということを踏まえまして、灰色の○で書いておりますけども、熱感知器、これを各グレーチング階層に自主的に設置することで、ケーブルトレイで火災が起きた場合に、空間全体の温度上昇を捉えるように自主的設置という、そういうことでより安全性を高めるということで考えております。

○上原安全審査専門職　原子力規制庁の上原です。

説明について、了解いたしました。下のグレーチング面に関しても、炎感知器以外にも熱感知器を自主設置されているということで理解いたしました。

1点、今御説明にあったグレーチング越しに炎感知器で火災を感知するというような話なんですけども、それは、グレーチング面に炎が反射して、それを上の階の炎感知器で感知するというような、そういった御趣旨でしょうか。

○関西電力（吉沢）　関西電力、吉沢でございます。

グレーチング越しにと言いましたのは、例えば、グレーチングとグレーチングの間の階層で上のほうにトレイが走っている場合、そこで炎が上がれば、上のグレーチングから炎が上の階層に出て、それを炎感知器で感知できる場合もありますし、おっしゃられていたようにグレーチングで炎の赤外線が反射して、それで感知するということも考えております。

○上原安全審査専門職　原子力規制庁の上原です。

理解いたしました。火災が拡大しないと、グレーチング越しに上の階の炎感知器で確認できないのではないかとちょっと懸念いたしましたので、そういったグレーチングの反射も考えているということで、理解いたしました。

このケーブルチェイス室に関して、私からは、以上です。

○杉山委員　ほかにありますか。

齋藤室長。

○齋藤火災室長　火災対策室長の齋藤です。

今、説明のあったところ、ページが進んで資料1-1の右肩の11ページのところを確認いただきたいんですけれども、脱塩塔室とフィルタ室の火災区画一体として、火災対応をする際の消火方法についてここでは御説明をいただいているというところですけれども、ここの2番の消火方法のポツが6個あるうちの一番下ですね、公設消防との関係について確認をさせていただきたいんですけれども、この公設消防隊が到着以降はと書いてあるところの考え方について、もうちょっと詳細に御説明をいただきたいと思います。よろしくお願いします。

○関西電力（吉沢）　関西電力、吉沢でございます。

公設消防隊が到着する前は、専属消防隊、自衛消防隊で消火活動を行いまして、公設消防隊到着以降は、その指揮下に入るというふうに記載してございますけども、消火活動は継続しまして、公設消防隊に状況を引き継いで密に連携して、一緒に消火活動を実施していくと、そういうことで考えております。

発電所と消防機関の間で、警防協定と、原子力発電所等における警防活動に関する協定書というのもありまして、それで公設消防と資機材も一緒に使えるような、そういった協定も結んで密に連携してやっていくと、そういうことでございます。

○齋藤火災室長　火災対策室の齋藤です。

ということは、ここの指揮下に入るというのは、この表現が書き過ぎの話であって、実際には、連携協力しながら対応する、それからこの当該発電所内の情報をきちんと消防機関に伝えるという意味だというふうに理解すればよろしいですか。

○関西電力（吉沢）　関西電力、吉沢でございます。

指揮下と記載しておりますのは、やっぱり火災の消火については、公設消防隊が専門家なので、その意見を尊重しながらという意味で記載しておりましたけども、おっしゃるように連携してやっていくという趣旨でございます。

○齋藤火災室長　火災対策室の齋藤です。

この部分については、今の趣旨がきちんと分かるように、誤解のないような表現を他の資料も併せて修正をお願いしたいと思います。

それと、あともう一点です。ここの資料の中では、触れられてはいないですけれども、火災防護審査基準の中で、ここの感知器の今回バックフィットをされているわけですけれども、感知器で火災を感知するということは、必ず受信側で確実に受信しなければならないと。火災防護審査基準上では、それを中央制御室で適切に監視できることというふうに記載されています。今回、これらの発電所において、感知したものが中央制御室で適切に監視して知る方法についてですね。例えば、運転員がこういった感知器が発報したことを知った場合には、例えば、光だとか音だとかそういった形で知る形になると思うんですけども、そのことについて具体的に御説明をお願いしたいと思います。

○関西電力（吉沢）　関西電力、吉沢でございます。

今、ちょっと補足説明資料の該当ページを探しておりますけども、火災受信機盤につきましては、基本的に火災を感知すれば、音がなって、ランプが光って分かるようになっております。火災受信機盤としてパソコン画面とか、そういったものも使用しておりますけども、それについても音が出るように設定しておりまして、火災の感知に気づくようになってございます。ちょっと実際の画面であるとか、火災受信機盤はどういうものかというところは、今補足説明資料を探しまして、説明させていただきます。

○関西電力（林）　関西電力の林でございます。

資料につきましては、資料1-3で御説明させていただきます。ページ数につきましては、通しページの428ページになってございます。

こちら、美浜3号を例とした中央制御室の平面図が左半分、右には、その火災受信機盤を配置している写真というのを添付させていただいております。

○渡邉管理官　ちょっとだけ待ってもらっていいですか。今、多分ページを探しているので。

○関西電力（林）　はい、すみません。428ページでございます。

○渡邉管理官　じゃあ、すみません。続けてください。

○関西電力（林）　それでは、説明を継続させていただきます。

こちら428ページ目の図でございますけれども、左半分が美浜3号機の中央制御室の平面図を示したものでございます。右の図ですけれども、こちらが火災受信機盤等の現場の写

真の状況を示したものでございます。こちらにつきましては、中央制御室の当直主任、当直課長等の席の近くに設置してございまして、ここで感知器の火災を検知した場合は、これらの火災受信機盤が発報し、音響及び画面表示により火災の状況を検知すると。具体的な検知の内容については、次のページ429ページにございます。

こちら、5種類の火災受信機盤を表示してございますけれども、それぞれ警報につきましてスピーカーによる音響アナウンス、発報箇所については、アナログ式の感知器であればアドレスエリア名なども表示するというような状況でございまして、例えば、火災受信機盤であれば、スピーカー表示、右上にあります熱サーモカメラ等の監視用の設備でございましたら、パトランプ等もございますので、その赤色点滅、ブザーオンにて警報を早期に当直員に知らせることができるという設計となってございます。

説明については、以上でございます。

○齋藤火災室長　火災対策室の齋藤です。

今の御説明として、中央制御室内において、まずは、火災の発報があった場合、注意表示も含めて発報があった場合については、音または光によって確実に感知することができると。それを運転員が受信盤に行って確認する際には、どこの感知器が発報しているか、またそれについて、トレンド変化等について、または、それに代わる手段で火災であるかどうかということが判断できるというような御説明だというふうに理解しましたけれども、それで間違いないでしょうか。

○関西電力（林）　関西電力の林でございます。

おっしゃるとおりでございます。

○齋藤火災室長　私からは、以上です。

○杉山委員　ほかにありますか。上原さん。

○上原安全審査専門職　原子力規制庁の上原です。

説明資料の先ほどの同じ11ページで1点だけ確認したい点がございます。説明資料1-1の11ページなんですけれども、2.消火方法についての4ポツ目ですね。4ポツ目で空間線量当量率を測定し、消火活動可能時間等の評価結果を踏まえて、こちらの開口部からの消火に切り替えるという説明があるんですけれども、ここで、消火活動の可否を判断する際の空間線量当量率の線量限度などがありましたら、説明してください。

○関西電力（吉沢）　関西電力、吉沢でございます。

空間線量当量率につきましては、被ばくの観点で、まず測定して作業の可否を判断する

んですけども、社内的には、1日の最大線量の計画値としまして、0.9mSv/dというものを設定して管理してございます。

○上原安全審査専門職　原子力規制庁の上原です。

了解いたしました。こちらで0.9mSv以上だった場合には、こちらからの開口部からの消火というのはしないということで、継続してこの排気ダクトの開口部からの消火を行うということで理解いたしました。

私からは、以上です。

○杉山委員　西内さん。

○西内安全審査官　規制庁の西内です。

今の線量限度の話なんですけど、その社内の規定でそういう値に設定しているということは理解したんですけど、それは、どういうところから来る値なんでしょうか。要は、いわゆる法令で定められている被ばく線量限度もあると思いますし、それ以外に何かしらの制約があってそこから設定しているものなのか、その考え方を説明をいただいてもいいですか。

○関西電力（吉沢）　関西電力、吉沢でございます。

もともと労働基準局から通達文書が出ておりまして、1日当たり1mSvを超えるおそれがある作業を行う場合は労基署に放射線作業届を提出するようにということで周知されております。この1mSv、1日当たり1mSv、これが世間一般的に高い被ばくというふうに認識されているということも鑑みまして、この値を目安としてそれを超えないようにということで社内では、0.9mSvこれを設定している次第でございます。

○西内安全審査官　規制庁、西内です。

まず考え方は、分かりました。今説明いただいた話は、多分いわゆる通常時の作業、何かしら今後予定されているような作業をするときの被ばく限度の考え方からきているのかなと思うんですけど、今回の話は、あくまでプラントの中で火災、事故という表現が適切かはちょっとあれですけど、要は、何かしらの異常状態が発生している中での作業だと思うんですね。その中でも、いわゆる通常時の考え方に基づいたものをまずは被ばく限度として、状況によっては、要はプラントの安全性の観点でそこを超えてまで、超えても作業をする必要がある場合とかには、そこは解除されるような意味合いになるのか、もしくは人を増やして交代要員で対応するとか、そういう対応になるのかは、そこの考え方をまず説明いただいてもいいですか。

○関西電力（林）　関西電力の林でございます。

おっしゃるとおりでございまして、通常時の被ばく線量をできるだけ低く抑えるという考え方に基づいて、0.9mSvというのを設定させていただいてございます。一方で、緊急時や作業上やむを得ない状態であるときなどにつきましては、もちろんこれによるものではなくて、各課と放射線管理課長等の確認によって、またこれの上限を5mSvまでなどとすることが可能でございます。

また、それ以上の緊急性を持ったものでございますと、所長判断でさらに考えていくということでございます。おっしゃるとおり、火災の状況とか安全上重要な機器への影響度合いを見て判断するものかとは考えてございます。

以上です。

○西内安全審査官　規制庁、西内です。

考え方について、承知しました。今の話が分かるように、補足説明資料のほうとかには、記載を充実しておいていただければと思います。

私からは、以上です。

○関西電力（林）　関西電力の林でございます。

承知いたしました。

○杉山委員　奥さん。

○奥調査官　規制庁の奥でございます。

本日説明いただきました内容につきましては、補正のほうに反映いただけるものというふうに認識をしております。補正申請が出された際には、改めて事務局のほうで確認を行いたいと思います。

○杉山委員　では、ほかによろしいでしょうか。関西電力のほうから何かございますか。

○関西電力（田中）　特にございません。

○杉山委員　では、以上で議題1を終了いたします。

ここで一旦休憩して、再開は30分後でよろしいですか。では、30分後、11時15分再開といたします。

以上です。

（休憩　関西電力退室　四国電力入室）

○杉山委員　審査会合を再開いたします。

次は、議題2、四国電力株式会社伊方発電所3号機の使用済樹脂貯蔵タンクの増設に係る

設置変更許可申請の審査についてです。

では、四国電力は、資料の説明を開始してください。

○四国電力（冨岡）　四国電力、原子力、冨岡でございます。

そうしたら、資料2-1、伊方発電所3号機使用済樹脂貯蔵タンクの増設に係る設置許可基準規則への適合性について御説明いたします。

資料をめくっていただきまして、右下1ページをお願いいたします。こちらは目次でございます。本日は、1.前回の審査会合におけるコメント、2.でコメントに対する回答について御説明いたします。

2ページをお願いいたします。前回の審査会合におきまして、こちらにお示ししております①から③のコメントをいただいておりまして、これらについて本日御解答を申し上げたいと思います。①から③のコメント内容につきましては、次ページ以降にもお示しをしてございますので、ここでの読み上げは割愛をさせていただきます。

3ページをお願いいたします。まず、一つ目のコメントでございます。コメント①設置許可基準規則第30条への適合性に関して、主に遮蔽設計基準の観点から説明されているが、放射性業務従事者の作業時間をどのように考慮して、線量限度以下に管理できるものと評価したのかを示すことというコメントをいただいてございます。回答としましては、放射性業務従事者等の関係各所への立入頻度、滞在時間等を考慮した上で、放射線業務従事者等が受ける線量が線量限度以下に管理できるよう、下にお示ししております表、遮蔽設計基準の考え方に基づきまして、外部放射線に係る設計基準線量を設定してございます。

4ページをお願いいたします。回答の続きでございますけれども、一つ目の○のところでございますが、使用済樹脂に対する主な作業としましては、各脱塩塔または使用済樹脂移送容器から使用済樹脂貯蔵タンクへ移送する際は、重力を利用した移送、それから、使用済樹脂タンクにて一旦貯留後、使用済樹脂貯蔵タンクへ移送する際は、使用済樹脂タンクに1次系純水を水張りし、窒素加圧を行うことによる移送というような移送操作を行ってございます。

二つ目のポツですけれども、これら樹脂の移送操作において、弁の操作器具や監視や弁操作のために接近する頻度の高い制御盤は、前のページでお示ししました表の第Ⅱ区分通路部に設置しておりまして、比較的長時間作業したとしても線量限度に対して十分余裕のある設計としてございます。

また、二つ目の○のところでございますけれども、第Ⅳ区分となる使用済樹脂貯蔵タン

ク室については、タンク室に立ち入らずに樹脂移送操作や保守に必要な監視操作をタンク室の外から行うことができる設計としてございます。

以上から、放射線業務従事者等が受ける線量は、線量限度以下に管理できるものと評価してございます。

5ページをお願いいたします。二つ目のコメントでございます。コメント②、設置許可基準規則第30条に係る補足説明資料の遮蔽設計の評価について、線源強度の条件が炉心の評価条件しか提示されていないことから、1、タンク内の樹脂の貯蔵量、タンク表面線量率等をどのように評価して確認しているか示すことというコメントと、2.本評価における既設タンクの影響について考え方を示すことというコメントをいただいてございます。

一つ目のコメントに対する回答としましては、遮蔽設計の評価に当たっては、現状の炉心条件、燃料破損率、樹脂の通水状態に応じた放射性物質の吸着量等に基づき算出した使用済樹脂貯蔵タンクの線源強度と線源体積を用い、許認可で使用実績があるSPANコードを使用してタンク室壁外の評価点における線量率を算出し、遮蔽設計基準を満足することを確認してございます。

なお、線源強度と線源体積としましては、その下にお示しをしておりますけれども、使用済樹脂貯蔵タンクの線源強度は、比較的高線量の主な脱塩塔の樹脂について、燃料破損率1%として燃料集合体から放出された放射性物質が1サイクル分各系統の脱塩塔に捕捉された後に使用済樹脂としてタンクに貯蔵されるものとして算出をしてございます。

また、線源体積は、遮蔽のための水量を除いた、使用済樹脂を貯蔵できる容量より多い量としてございます。

6ページをお願いいたします。回答1の続きでございますけれども、これらの条件に基づき算出したタンク室壁外の評価点（A、B）における評価結果は、0.007mSv/hであり、第Ⅱ区分の基準線量率（≦0.01mSv/h）を満足してございます。

なお、同様の条件に基づきタンク表面線量率を評価した場合、約40Sv/hと想定してございます。

7ページをお願いいたします。こちらは、コメント②のうち二つ目のコメントに対する回答でございます。回答としましては、本評価における既設の使用済樹脂貯蔵タンク2基からの放射線は、遮蔽壁を斜めに透過することや、複数の壁を透過することにより、遮蔽壁の透過距離が十分長くなり、増設する使用済樹脂貯蔵タンクからの寄与に比べ、100分の1以下に減衰され、その寄与は無視できるものと考えてございます。

8ページをお願いいたします。こちらは、コメント③でございますけれども、設置許可基準規則第28条に関する適合のための設計方針について既許可の設計方針と異なる記載となっている理由を説明すること。また、今回の設計方針の変更で既設のタンクに設計の変更が生じるか説明することというコメントをいただいてございます。

回答でございますけれども、一つ目の丸のところでございますが、使用済樹脂貯蔵タンクは固体廃棄物処理設備のうち、液体状の放射性廃棄物を取り扱う設備として、漏えい検知器等の警報を設置すること及び独立した区画内へ設置することを設計方針としてございまして、既設の使用済樹脂貯蔵タンク2基については、この設計方針に基づき設置をしてございます。今回増設するタンクにつきましても、既設タンクと同様の設計方針で設置することとしてございまして、本申請における設置許可基準規則第28条の適合のための設計方針につきましては、今回の工事の内容を踏まえ、汚染の拡大防止について具体的に記載をしているものでございます。それ以外の記載については、使用済樹脂の扱いに関する設計方針には変更がないこと。貯蔵容量の確保については、補足説明資料にて説明することより、本申請には記載をしておりませんでしたけれども、基準適合性説明の観点で改めて精査を行い、記載の充実化を図ることとしてございます。

9ページをお願いいたします。先ほど申し上げました設置許可基準規則第28条に係る適合のための設計方針の記載の充実化につきまして、こちらでお示しをしてございます。資料中ほどの適合のための設計方針のところでございますけれども、申請時点での記載としましては、使用済樹脂貯蔵タンクは独立した区画内に設け、漏えいを検出できる設計とすることにより放射性物質による汚染の拡大防止を考慮した設計とすると記載してございます。この記載につきまして、使用済樹脂貯蔵タンクは、貯蔵する使用済樹脂が漏えいし難い設計とする。使用済樹脂貯蔵タンクは、使用済樹脂の発生量を考慮して貯蔵ができる容量とするとともに、独立した区画内に設け、漏えいを検出できる設計とすることにより、放射性物質が万一漏えいした場合に適切に措置できるよう、放射性物質による汚染の拡大防止を考慮した設計とするという記載に充実化を図りたいと考えてございます。

10ページをお願いいたします。こちらでは、先ほどお示ししました設計方針のうち、放射性廃棄物の汚染拡大防止について御説明をいたします。設計方針の記載ですが、使用済樹脂貯蔵タンクは、独立した区画内に設け、漏えいを検出できる設計とすることにより放射性物質が万一漏えいした場合に適切に措置できるよう、放射性物質による汚染の拡大防止を考慮した設計とするとしてございます。漏えい発生時の具体的な活動としまして、1.

のところでございますけれども、漏えいが発生した場合、漏えい水は室内に設けた目皿に流入し、埋設配管内を流れるようになります。その後、埋設配管の下流に設置した常時閉としている弁部に滞留します。漏えい検知器は、当該弁の手前に設置し、配管内に滞留した漏えい水を検知できる設計とするというふうにしてございます。

2.のところでございますが、漏えいが検知された場合、中央制御室に警報発信することとしてございます。警報確認後、原因を調査し、タンク水位を確認するとともに、漏えい箇所の隔離等の対応を行うこととしてございます。

11ページをお願いいたします。こちらは、先ほどお示ししました設計方針のうち、使用済樹脂の発生量を考慮して貯蔵ができる容量とするというところについてでございます。放射性物資の貯蔵保管量についてでございますが、使用済樹脂は放射性物質を減衰させるため、使用済樹脂貯蔵タンクに長期貯蔵することとしてございます。今後の使用済樹脂推定発生量は、1号及び2号炉の廃止措置終了まで合計約11m^3、3号炉に関しましては、毎年約3m^{3}でございまして、十分な貯蔵容量を確保できるよう3号炉の使用済貯蔵タンクの容量を合計約231m^{3}とすることとしてございます。

なお、現時点で使用済樹脂貯蔵タンクをさらに増設する予定はなく、使用済樹脂貯蔵タンクに貯蔵している使用済樹脂の最適な処理計画の検討を実施しているところでございます。

12ページをお願いいたします。こちらは、これまでの審査スケジュールと弊社の希望しております今後の予定をお示しさせていただいております。本日以降の弊社希望の予定でございますけれども、12月半ばに設置変更許可の補正申請を出させていただきたいというところと、1月中の許可を希望させていただいているというところでございます。

以上で説明を終わります。

○杉山委員　それでは、質疑に入ります。質問等ございますでしょうか。

中野さん。

○中野安全審査官　原子力規制庁の中野です。

私のほうから、コメントの回答の②に関して確認をさせていただければと思います。資料2-1の右下7ページのところをお願いします。こちらですけれども、前回会合の指摘を踏まえて、既設のタンクからの放射線が十分に減衰されて寄与が無視できる旨の説明がされていると思いますけれども、既設タンクからの影響の考え方について確認したいと思います。現在の説明では、遮蔽の透過方向等の違いによって、透過の距離が長くなるというこ

とで既設のタンクからの寄与は増設するタンクに比べて100分の1になるというふうに説明されていると思いますけれども、今回隣接するタンクについて、貯蔵しているものが時間が経過していることも含めて、内在している樹脂が既に時間経過によって減衰されているということも現状考えられると思うんですけれども、今回説明されている100分の1になる評価の中に時間経過による線量の減衰影響というものも含まれているのかというところを確認させていただきたいと思います。

○四国電力（三島）　四国電力の三島でございます。

使用済樹脂貯蔵タンクに貯蔵された後の時間減衰については、評価上は見込んでおりません。

以上になります。

○中野安全審査官　原子力規制庁の中野です。

減衰は見込んでいないということですけれども、考え方の確認ではありますけれども、現状実際には、減衰は見込めているものの増設するタンクと同様の線量で評価するということで安全側に評価をしているという考え方で理解しているんですけれども、間違いありますでしょうか。

○四国電力（三島）　四国電力、三島でございます。

御理解のとおりで間違いございません。

以上です。

○中野安全審査官　原子力規制庁の中野です。

安全側に評価しているということで理解しました。こちらの点なんですけれども、今の説明の内容が分かるように資料の充実をお願いしたいと思います。

○四国電力（三島）　四国電力、三島でございます。

承知いたしました。資料充実化を図るようにいたします。

○杉山委員　ほかにございますか。

中野さん。

○中野安全審査官　原子力規制庁の中野です。

私のほうから続けてなんですけれども、先ほどの確認も含めて、新設するタンクの壁面であったり評価点における放射線の影響について確認をしましたけれども、今回の既設のタンクと同じフロアじゃなくて、その下のフロアの関係なんですが、管理区分がその4になる今回のタンクの新設にすることによって、その直下のフロアへの影響について確認し

たいと思います。今回新設するタンクが置かれているフロアの下位のフロアについて、タンク室の直下ではないんですけれども、区分2であるその通路部も存在するというふうに認識しております。それらの通路部への放射線の影響についてなんですが、新設のタンクからの寄与というものは、どういうふうに考慮されているのか確認したいと思います。具体的に遮蔽壁の壁厚とタンクを設置するフロアの床厚の比較のような評価というものがされているのかどうか説明をお願いします。

○四国電力（三島）　四国電力、三島でございます。

今回、増設使用済樹脂貯蔵タンクCの下には、直下のフロアはございませんので、そちらについては、特別評価をしていないような形になります。

以上になります。

○中野安全審査官　原子力規制庁の中野です。

直下には、フロアがないと思うんですけれども、下位フロアで設置場所的には斜め下に当たると思うんですけれども、通路部があると思うんですが、そういったところについては、評価に値しないというふうに考えているという理解してよろしいでしょうか。

○四国電力（三島）　四国電力、三島でございます。

御認識のとおりです。

以上です。

○中野安全審査官　原子力規制庁の中野です。

評価に値しないというふうに、今確認させていただきましたけれども、念のため評価に値しない理由についても確認させていただいてよろしいですか。

○四国電力（三島）　四国電力、三島でございます。

直下と言いますか、真下については地面でして、斜めというと地面を大分通過しての距離となりますので、そちらについては、土による遮蔽、地盤による遮蔽等で十分遮蔽されるものとそういうふうに考えてございます。

以上です。

○中野安全審査官　原子力規制庁の中野です。

タンク室の直下については、土で遮蔽されていて、その斜め方向に通路部があるけれども、その通路部については、土によって十分に遮蔽をされているということで評価に値しないということで理解しました。

○杉山委員　ほかにございますか。

先ほどの他のタンクからの影響に関しての御説明、安全であるということを示すという観点では、線量として同じものを仮定しても遮蔽等の効果、距離ですとか、それで十分安全ですという説明は確かにそれで結構かと思います。ただ、正直ちょっと説明として私は物足りないと思いました。というのは、そもそも長期保管する目的が減衰ですよね。減衰を待つためですよね。既設のタンクには、長期間保管されているものが入っていて、実際そちらの線量は当然管理されているはずですよね。もちろん解析的に評価するのは大変ですよ。異なるタイミングで入ってきたやつが混ざって入っているわけですから。でも、タンクの表面で今線量がどのぐらいとか、そういったことは当然管理されていると思うんです。遮蔽がなくても恐らくはかなり線量的には下がっているはずで、そういったことを考えるともう少し丁寧な説明がなされてもいいんじゃないかと思います。今のは、コメントです。

ほかにございますか。中野さん。

○中野安全審査官　原子力規制庁の中野です。

私のほうから、資料2-1の11ページなんですけれども、使用済樹脂貯蔵タンクに貯蔵されている樹脂の処理の内容についての確認なんですけど、資料の11ページのところにですね、使用済樹脂貯蔵タンクに貯蔵している使用済樹脂の処理については、最適な処理計画の検討を実施しているというふうに説明があると思うんですけれども、具体的にその検討というのが、いつからどのような検討を実施していて、また現在の検討状況がどういった状況にあるのかという点について説明をお願いします。

○四国電力（越智）　四国電力、越智がお答えいたします。

現在の検討状況ということで、使用済樹脂の処理方法といたしましても樹脂を加熱処理して固形化する、薬液で樹脂から放射性物質を溶離させた後に樹脂を焼却するなどの幾つかの処理方法があるというところで、それらについて現在情報収集のほうを行っていて、最適な処理方法について現在検討を行っているというものでございます。

以上、回答になります。

○中野安全審査官　規制庁の中野です。

今は、処理の方法について情報収集をして検討を進めているということで理解しました。これらについては検討が適切になされた後には、状況に応じて申請が来るものと認識をしております。

私からは、以上です。

○杉山委員　ほかにございますか。西内さん。

○西内安全審査官　規制庁、西内です。

最後、中野から確認させていただいた樹脂のお話、処分方法の話ですけど、この問題って、多分四国電力だけの話ではなくて、他電力でも多分同じような状況なのかなと思いますけど、そういったところで情報収集というふうにおっしゃったのは、そういった電力との情報連絡というか、共有というのも含めてという理解でよろしいでしょうか。それこそ、電事連大、ATENA大とかそういった単位で何か検討を進めているというものとして理解をすればいいですか。

○四国電力（越智）　四国電力、越智です。

先ほどおっしゃられたとおりの理解で問題ございません。

以上、回答になります。

○西内安全審査官　規制庁、西内です。

了解しました。

○杉山委員　ほかにございますか。奥さん。

○奥調査官　規制庁の奥でございます。

こちらコメントになりますけども、本日説明いただきました事項ですとか、質疑の内容も含めて補正、あるいは資料の充実に反映いただくべきものだと認識をしております。補正申請が提出された際には、改めて事務局のほうでも確認をしていきたいと思います。

以上です。

○杉山委員　では、四国電力から何かございますか。

○四国電力（松原）　四国電力、松原でございます。

先ほど、奥調査官からいただきました補正につきまして、なるべく早い時期にということで進めてまいりたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

以上でございます。

○杉山委員　それでは、以上で議題2を終了いたします。

ここで一旦休憩に入りまして、再開時刻は13時30分です。中断いたします。

（休憩　四国電力退室　中国電力入室）

○杉山委員　審査会合を再開いたします。

次の議題は、議題3、中国電力株式会社島根原子力発電所2号機の設計及び工事の計画の審査についてです。

では、中国電力は資料の説明を開始してください。

○中国電力（三村）　中国電力の三村でございます。

島根2号機につきましては、工事計画認可申請の補正に関する審査を実施していただいておりまして、本年10月31日に第6回の補正の図書を提出させていただいております。本日は、その補正の対応状況、それから当社で考えております今後の説明工程について御説明させていただきます。また、防波壁などの審査の論点につきましても、詳細設計の内容について御説明をさせていただきます。

それでは、担当の内藤のほうから御説明をさせていただきます。

○中国電力（内藤）　中国電力の内藤です。

本日の資料としましては、島根原子力発電所第2号機の工事計画認可申請（補正）の対応状況、説明工程、論点整理とその補足資料の、大きく分けて四つの資料を御用意しておりますが、まずは資料3-1と3-2を用いまして、補正の対応状況と説明工程について御説明させていただきます。

質疑の時間を挟んだ後に、資料3-3-1と資料3-3-2を用いまして、論点整理について御説明いたします。

資料3-4-1と資料3-4-2につきましては、審査の中で御説明させていただいております補足説明資料を束ねたものでございまして、質疑の中で、必要により御説明させていただきたいと考えております。

それでは、資料3-1をお願いいたします。

表紙をめくっていただいて、右肩1ページ、島根2号機、新規制基準への適合性確認に係る経緯ですが、前回審査会合以降、第6回補正を実施しております。

右肩2ページをお願いいたします。補正の対応状況ですが、第1回補正及び第2回補正で提出いたしました補正図書数をお示ししております。

右肩3ページをお願いいたします。第3回～第6回補正につきましては、提出いたしました補正図書数の実績を示しておりまして、第6回補正につきましては、前回の審査会合時に計画していた補正図書数と、実際に提出した補正図書数が分かるように、矢印で補正図書数を記載しております。第7回補正につきましても、前回計画と今回計画の推移が分かるよう、矢印で補正図書数を記載しております。第6回補正につきましては、10月中旬を予定しておりましたが、防波壁等の解析に時間を要したことから、10月31日に補正を実施しており、第7回補正で予定していた、主な説明事項である取水槽ガントリクレーンの耐

震計算書も含めて提出させていただいております。第7回補正では、防波壁のうち波返重力擁壁及び第1ベントフィルタ格納槽内機器等について補正を実施予定でございますが、防波壁については、設計方針に関する説明を開始していると。第1ベントフィルタ格納槽内の機器等については、第7回補正後に速やかに説明を開始することにより、2023年3月までに、詳細設計結果について説明を実施してまいりたいと考えております。なお、表中の下から2行目の耐震計算書の母数につきましては、仮設耐震構台を追加したことなどにより、母数を477図書から479図書に変更させていただいております。

資料3-1の説明は以上となりまして、続きまして、資料3-2を用いまして、説明工程について御説明いたします。

資料3-2につきましては、第1067回審査会合からの変更箇所を朱記で示しており、備考欄に、審査が進捗しコメント対応済みとなったものなどについて記載しております。左上のほうに凡例を載せてございますが、説明期間と主な説明事項の説明可能時期につきまして、当初想定を灰色、前回想定を青色、実績と現状想定を赤色の線とひし形で示しております。

主な変更点としましては、施設共通の説明書の14、溢水防護につきまして、コメント回答期間と重大事故等対処設備の溢水評価、詳細結果の説明期間を踏まえまして、2023年2月まで説明期間を延長しております。

施設個別の説明書の25、斜面安定性に関する説明書につきましては、敷地内土木構造物の詳細設計結果の説明期間を踏まえまして、2023年2月まで説明期間を延長しております。

耐震性に関する説明書の2、耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性のうち、取水槽の耐震計算書につきましては、コメント回答期間を踏まえまして、2023年3月まで説明期間を延長しております。

また5、波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性に関する説明書では、仮設耐震構台を追加させていただいております。

資料3-2につきましては、以上となります。

○杉山委員　ここまでの説明に対して、質問、コメント等ございますか。

はい、皆川さん。

○皆川管理官補佐　規制庁、皆川です。

資料3-1のパワーポイントの資料の3ページをお願いします。3ページで、これまでの補正の実績、あとは今後の予定、補正の予定も含めて今後の予定が説明されていますけれど

も、このうちの三つ目の矢羽根のところの最後の文章になりますけれども、2023年3月までに詳細設計結果について説明を実施するというふうに、ここでは書かれています。ここで確認ですけれども、今の2023年3月までに詳細設計結果について説明を実施するということの具体的に意味するところを説明してください。

○中国電力（内藤）　中国電力、内藤です。

ここの3月、2023年3月というところの意味するところですが、当社としましては、3月までに論点に関する説明については完了する時期として考えております。それ以外のコメント回答につきましても、おおむね3月末までに説明できる見通しではございますが、ヒアリングで対応すべき詳細なコメントに対する回答につきましては、引き続き4月のできるだけ早い時期に対応を完了することで考えております。

以上です。

○皆川管理官補佐　規制庁、皆川です。

今の説明で認識をもう一度確認したいんですけれども、今、まず事業者で現時点で考えているのは、この2023年3月までに詳細設計結果について説明を実施するというところの意味は、昨年12月に島根のほうで、審査会合で主な論点、審査会合で説明すべき事項という項目を挙げていると思いますけど、それに加えて、審査で新たに浮上して、今後、審査会合で説明するというような項目も現在追加されていると思いますけれども、それらについて、3月までに会合で説明をすると。まずは、そういう理解でよろしいでしょうか。

○中国電力（内藤）　中国電力の内藤です。

その理解のとおりでございまして、審査会合で御説明する内容につきまして、3月までに説明を実施したいというところでございます。

以上です。

○皆川管理官補佐　皆川です。

現時点での事業者の考えは分かりました。

それと、会合以外の案件についても、設工認の図書としては、かなりの数があると思っていまして、現時点でそれが、まだ説明が開始されていないような設工認図書というのも、かなりの数があるんじゃないかというふうに思っておりますので、それらについても、今後、効果的・効率的に準備をして、説明をしていただくようお願いしたいと思います。

私からは以上です。

○中国電力（内藤）　中国電力の内藤です。

承知いたしました。審査会合以外の案件につきましても、図書ごとにスケジュール管理、進捗管理を行いまして、今後の課題や今後の見通しについて、規制庁の方と認識合わせをさせていただき、できるだけ早期に説明してまいりたいと考えております。

以上です。

○杉山委員　ほかにございますか。

はい、渡邉管理官。

○渡邉管理官　原子力規制庁の渡邉です。

資料3-1のパワーポイントの3ページですけど、表の中の耐震性に関する説明書のうちの下から三つ目のやつ、第6回補正のところに15から矢印があって、15※ということで、一応、38/38提出されたということではありますけど、※が打ってあって、再補正が必要な図書数を含むというふうな形で注記があるんですけれども、これは6回目の補正で出てきたものも含めて、再補正が必要な図書があるという理解でしょうか。

○中国電力（内藤）　中国電力の内藤です。

資料3-1の3ページに示しております※につきましては、2ページのところを御確認いただきますと、※1というものを打っております。ここを第2回補正で土木構造物等について8図書、補正を実施しております。実際に第1回と第2回で、補正で提出したここの図書数は、16図書を提出したんですが、そのうち8図書は再補正が必要だというふうに考えております。その8図書については、第6回補正で再補正させていただいたというところになります。

以上です。

○渡邉管理官　原子力規制庁の渡邉です。

なので、これはもう再補正をして全部提出したということで理解しました。ありがとうございます。

○杉山委員　ほかにございますか。

江嵜さん。

○江嵜調査官　規制庁の江嵜ですけども、つい先日もあった話でもありまして、ただ、ここ1か月間ぐらい、準備が不十分で、不完全な図書の提出というのが結構散見されていて、審査の進行を妨げていると感じられています。そういうこともありますので、特に図書における必要な記載事項というのは圧倒的に不足していて、規制基準の適合性の判断に資する設計条件のエビデンスとか設計プロセスが未記載だとか、または説明性が不足している

とか、最近多く表れています。今月以降、説明される予定の件数というのは増えてくるわけですけども、無駄な説明機会を減らすよう努めていただきたいと考えています。また、そのためにも設計をしっかりと管理していただきたいんですね。それと、十分な準備をした上で、設計図書の提出、説明をいただきたいと思っていますが、いかがでしょうか。

○中国電力（國西）　中国電力の國西です。

御指摘ありがとうございます。先ほど不備等を御指摘いただきましたものにつきましては、これからしっかりと反映をいたしまして、資料の内容、充実を図って対応してまいります。よろしくお願いいたします。

○江嵜調査官　規制庁の江嵜です。

基本的に、今、私が申し上げた話というのは、土木構造物であったり、いわゆるスケジュールが割と終盤に審査すべき防波壁だったりしていますので、この辺は、しっかりトップのほうもよく管理していただいて、体制が十分でないのであれば、十分、それは補充していただいて、できるだけ説明機会が少なくなるような配慮していただきたいと思います。

私からは以上です。

○中国電力（國西）　中国電力、國西です。

御指摘いただきましたように、体制もテーマの進捗に応じまして、適宜必要な人員を必要な箇所に集中をさせて、進捗が滞らないように進めてまいります。よろしくお願いいたします。

以上です。

○杉山委員　ほかにございますか。

では、次の資料の説明をお願いします。

○中国電力（内藤）　中国電力の内藤です。

それでは、資料3-3-1を用いて、論点整理について御説明いたします。

表紙をめくっていただいて、右肩1ページをお願いいたします。本日は、工事計画認可申請（補正）に係る論点としまして、土木構造物関係でNo.1-9の防波壁3件のほか、No.1-5の漂流物衝突荷重の設定に関する前回会合時の指摘事項に対する回答について御説明いたします。その後、機器・配管関係のNo.1-4のサプレッションチェンバの耐震評価について御説明いたします。

説明の進め方ですが、まずは土木構造物関係のNo.1-9を通しで御説明し、質疑の時間を挟んだ後に、残りのNo.1-5を御説明いたします。御質疑の後、人の入替えを実施させてい

ただき、機器・配管関係の御説明に移り、No.1-4について、資料3-3-2を用いて御説明いたします。

右肩2ページをお願いいたします。ここで説明者が代わります。

○中国電力（梶田）　説明者代わりまして、中国電力の梶田です。

資料番号3-3-1の2ページをお願いします。設工認段階で詳細設計結果等を説明することとされた、防波壁に係る設置変更許可申請からの申送り事項を記載しています。防波壁は、大きくここに記載された3タイプに分類され、それぞれの申送り事項を表1の主な論点内に記載しています。本日は、表1の論点のうち、赤枠で囲んだ項目について御説明します。その他の項目につきましては、今後、御説明してまいります。

4ページをお願いします。防波壁の多重鋼管杭式擁壁における多重鋼管杭の許容限界の妥当性の御説明となります。まず、設置変更許可審査における説明事項を一つ目、二つ目の矢羽根に示しております。多重鋼管杭式擁壁と類似する構造である東海第二発電所の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁と防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造上の相違点として、多重鋼管杭を採用すること及び鋼管杭の許容限界に降伏モーメントを設定することを抽出し、降伏モーメントにつきましては、多重鋼管杭の水平載荷試験結果から「道路橋示方書」を基に妥当性について御説明させていただきました。本日は、詳細設計段階における申送り事項を踏まえ、水平載荷実験及び実構造物スケールの3次元FEM解析の結果から、多重鋼管杭の許容限界の妥当性について御説明させていただきます。

5ページをお願いします。多重鋼管杭の構造概要としましては、図1及び2のとおり、鋼管径の異なる4本または3本の鋼管杭を外側から建て込み、鋼管同士の間はモルタルで充填し、最内管内には中詰コンクリートを地表面付近まで打設しております。設計概要としては、先ほど申し上げたとおり、耐震評価及び耐津波評価において、「道路橋示方書」を基に降伏モーメントを許容限界としており、安全側の設計とするため、中詰コンクリート及びモルタルは設計上考慮しない方針としております。なお、中詰コンクリート及びモルタルを施工することで、多重鋼管杭の局部座屈の進行を抑制し、延伸度が向上されることにより、局部座屈が発生後も直ちに耐力が低下しない粘り強い構造となっております。

6ページをお願いします。妥当性に関する検討フローをお示ししており、まず初めに、実構造物のおおむね1/4スケールで実施した水平載荷実験を基に、多重鋼管杭の力学及び挙動特性を把握します。次に、3次元FEM解析により水平載荷実験の再現解析を実施して、実構造物スケールで用いる解析条件を設定します。次に、実構造物スケールに対する3次

元FEM解析を実施して、力学及び挙動特性を把握します。最後に、上記の結果を踏まえて、多重鋼管杭の許容限界の妥当性を確認します。

7ページをお願いします。許容限界の設定として、降伏モーメントと降伏モーメントに相当する水平荷重である降伏荷重の算定式を表1に実験体、表2に実構造物スケールの降伏荷重をお示ししております。

8ページをお願いします。水平載荷実験の概要となります。図5に実験体及び載荷装置のイメージをお示ししております。表3に実構造物と1/4スケールの実験体の仕様をお示ししており、実験体の模擬範囲は、図4の赤枠の箇所となります。載荷方法は、表4にお示しのとおり、実験ケース①の水平一方向載荷と、ケース②の図6に示しております正負交番載荷の2種類を実施しました。

9ページをお願いします。水平載荷実験の結果となります。図7及び8にお示しのとおり、実験ケース①、②ともに、一点鎖線でお示ししている「道路橋示方書」を基にした降伏モーメントに相当する降伏荷重を上回る耐力を有しており、降伏モーメント到達時において弾性挙動となることを確認しました。また、実験における最大荷重は、降伏荷重に対して1.6倍以上となることを確認しました。

10ページをお願いします。実構造物スケールの3次元FEM解析の解析条件を設定するために実施している、3次元FEM解析による水平載荷実験の再現解析となります。こちらの解析モデルのスケールは、実構造物の1/4スケールとなります。再現解析の実施に当たり、表5に鋼材、表6に中詰コンクリート及びモルタルの解析用物性値をお示ししております。鋼管杭は3次元シェル要素、中詰コンクリート及びモルタルはソリッド要素でモデル化しております。再現解析結果として、図10、11にお示しのとおり、水平載荷実験とおおむね再現できることを確認しました。

最後に、11ページをお願いします。図12が実構造物スケールにおける3次元FEM解析結果となっており、一点鎖線でお示しの「道路橋示方書」を基にした降伏モーメントに相当する降伏荷重を上回る耐力を確認するとともに、降伏モーメント到達時において弾性挙動となることを確認しました。以上より、「道路橋示方書」を基にした降伏モーメントを許容限界として設定することは妥当であると判断しております。

これで多重鋼管杭式擁壁についての御説明を終わります。

ここで説明者を交代します。

○中国電力（田井）　代わりまして、中国電力の田井が、防火壁のうち逆T擁壁における

鋼管杭による悪影響の確認等について御説明をさせていただきます。

13ページをお願いいたします。表1に逆T擁壁における設計の経緯をお示ししております。第870回会合において、鋼管杭の根入れが0.5mと浅いことから、杭先端のせん断抵抗に期待できない旨の御指摘を受けまして、第870回会合以降、鋼管杭の役割に期待しない設計としております。鋼管杭に関連する内容として、2点が設工認審査への申送り事項となっております。1点目が、杭頭部の力学挙動について、杭頭載荷実験及び3次元静的FEM解析による再現解析を実施すること、2点目が、役割に期待しない鋼管杭による逆T擁壁への悪影響の有無を確認することとなっております。これらの申し送り事項を踏まえまして、鋼管杭を残置することによる影響検討を実施いたします。

14ページをお願いいたします。詳細設計申送り事項及びその回答について、表でお示ししています。1点目の杭頭部の力学挙動の確認につきましては、杭頭載荷実験及び再現解析を実施することにより、杭頭結合部に大きな曲げモーメントが作用するときには剛結合からヒンジ結合への移行をすること、及びヒンジ結合移行時に、浸水防護機能に影響するひび割れの発生を確認いたしました。2点目の、役割に期待しない鋼管杭による逆T擁壁への悪影響の確認につきましては、基準地震動Ssに対し、杭頭結合部はヒンジ結合に移行する応力状態に達していないことから、浸水防護機能に影響するひび割れが発生しないことを確認いたしました。

15ページをお願いいたします。申送り事項の1点目である杭頭部の力学挙動について、模型実験及び3次元静的FEM解析による確認から御説明させていただきます。杭頭部の力学挙動を確認するため、図1にお示ししています杭頭部をおおむね1/2スケールで模擬した試験体を作成し、杭頭結合部に曲げモーメントを作用させた際の力学特性を把握いたします。模型実験は、図2にお示ししています試験体の鋼管杭に軸力を与えながら、正負交番載荷を行う杭頭載荷実験を実施いたします。実験の結果、図3のとおり、大きな曲げモーメントが作用するときには、剛結合からヒンジ結合へ移行をすること、及び図4のとおり、ヒンジ結合移行時に浸水防護機能に影響するひび割れの発生を確認いたしました。また、図5にお示ししています3次元静的FEM解析による再現解析の結果、図6のとおり、最大荷重までの範囲で実験結果とおおむね同じ挙動をしていることから、杭頭載荷実験の力学挙動が妥当であることを確認いたしました。

16ページをお願いいたします。模型実験により確認されました力学特性を踏まえまして、申送り事項の2点目である、役割に期待しない鋼管杭による逆T擁壁への悪影響の確認につ

いて御説明させていただきます。図7にお示ししています鋼管杭を含めましたモデルに対し、基準地震動Ssに対する2次元動的FEM解析結果を実施し、鋼管杭の残置による逆T擁壁への悪影響の有無を確認いたします。鋼管杭をモデル化する際、鋼管杭の杭頭結合部につきましては、杭頭載荷実験を踏まえ剛結合としており、鋼管杭の杭支持部については、支持基盤への根入れが0.5mと浅いことから、岩盤からのせん断抵抗は期待しないモデルとしております。2次元動的FEM解析及び耐震照査の結果、表2のとおり、照査値が1.0を下回っていることを確認いたしました。

17ページをお願いいたします。杭頭載荷実験の結果、剛結合からヒンジ結合への移行時に、浸水防護機能に影響するひび割れの発生を確認いたしました。そのため、実験結果から得られますヒンジ結合移行時の応力である「軸力－杭頭拘束モーメント関係」と、2次元動的FEM解析結果における杭頭結合部での発生応力とを比較することで、基準地震動Ssに対してはヒンジ結合に移行せず、当該ひび割れが発生しないことを確認いたします。実験結果と解析結果との応力比較の結果、図9のとおり、杭頭結合部での発生応力はヒンジ結合に移行する応力状態に達していないことから、基準地震動Ssに対し、ヒンジ結合移行に伴う浸水防護機能に影響するひび割れが発生しないことを確認いたしました。以上の耐震照査の結果及び応力比較の結果から、鋼管杭を残置いたしましても、基準地震動Ssに対し逆T擁壁の浸水防護機能を喪失するような悪影響はないことを確認いたしました。

ここで、逆T擁壁における鋼管杭による悪影響の確認等について、御説明は以上になります。

ここで説明者を代わります。

○中国電力（正壽）　説明者代わりまして、中国電力の正壽です。

それでは、詳細設計申送り事項1-9（3）といたしまして、防波壁のうち逆T擁壁におけるグラウンドアンカのモデル化を踏まえた健全性評価等について御説明いたします。

19ページをお願いいたします。まず、申送り事項の前段といたしまして、グラウンドアンカについて御説明させていただきます。グラウンドアンカにつきましては、図1にお示ししておりますとおり、テンドンを支圧版等で固定した「頭部」、PC鋼材を主材とする「自由長部」、グラウト注入により岩盤と定着した「拘束長部」から構成されます。右下、図3にお示ししておりますが、プレストレスを与えて頭部及び拘束長部を固定することで、地盤に緊張力を伝達し、構造物の安定性を向上するものでございます。

20ページをお願いいたします。島根サイトにおける逆T擁壁につきまして、地震時及び

津波時における逆T擁壁の転倒・滑動を抑止する目的で、図5に示すとおり、逆T擁壁全線にわたりグラウンドアンカが設置されております。表1に、設置されたグラウンドアンカの諸元をお示ししております。三つ目の矢羽根になりますが、設置許可段階におきまして、地震動及び地殻変動による逆T擁壁基礎底面の最大傾斜が1/2000を上回っていることを確認したことから、詳細設計段階におきましては、グラウンドアンカをモデル化した耐震評価により、基礎底面の傾斜を考慮しても、逆T擁壁の浸水防護機能に影響を及ぼさないことを確認いたします。

21ページをお願いいたします。21ページに、グラウンドアンカのモデル化及びそれらを考慮した耐震評価における申送り事項を整理してございます。一つ目につきましては、グラウンドアンカのモデル化におきまして、先行サイトにおけるグラウンドアンカをモデル化した耐震評価の審査実績がないことから、基本調査試験、品質保証試験を踏まえたグラウンドアンカの実態に即したモデル化が申送り事項に挙げられております。二つ目に関しましては、グラウンドアンカをモデル化した耐震評価により、基礎底面の傾斜を考慮しても、逆T擁壁の浸水防護機能に影響がないことを確認いたします。

22ページをお願いいたします。グラウンドアンカの施工におきましては、施工前に試験施工として基本調査試験、試験後に品質保証試験を実施しております。スライド左側、中央に基本調査試験の概要と確認項目を記載しております。左側の下側に、基本調査試験を踏まえ、設定したグラウンドアンカの許容アンカー力の設定をお示ししております。また、スライド右側に施工後の品質保証試験の概要と確認項目をお示ししておりまして、品質保証試験において、設計及び施工が妥当であることを確認しております。

23ページをお願いいたします。こちらにグラウンドアンカのモデル化についてお示ししております。図6にお示ししておりますが、グラウンドアンカの頭部、自由長部、拘束長部の各部位の特徴及び役割を踏まえまして、モデル化しております。右側、表3に記載しておりますとおり、頭部は逆T擁壁からの力を引張力として自由長部に伝達させるための部位でございますので、節点共有でモデル化し、逆T擁壁底盤の節点と自由長部を拘束することで力が伝達するようモデル化しております。自由長部につきましては、施工時に緊張力を与えることで、常時、緊張力が作用する部分でございますので、地震時に作用する部分でございまして、地震時に、慣性力によるテンドンの伸縮によりアンカー力が増減する部位であるため、それらの挙動を再現できる非線形ばねでモデル化しております。左下、図7に、非線形ばねモデルの概念図をお示ししております。拘束長部につきましては、ク

ラウド注入により堅硬な岩盤と一体化しており、自由長部からの引張力を岩盤に伝達する部分であることから、MPCでモデル化し、岩盤と一体挙動するようモデル化しております。

24ページをお願いいたします。御説明したグラウンドアンカのモデル化を踏まえまして、モデル化方法が妥当であるか確認するため、三つの方法で検証を行っております。一つ目に、基本調査試験を再現した解析を実施し、荷重－変位関係について、試験の実測値と解析値による値を比較しております。図8に比較結果をお示ししておりますが、試験実測値と再現解析による値は同等であることを確認いたしました。二つ目に、図9にお示ししておりますが、常時応力分布図のとおり、常時応力解析においてグラウンドアンカの初期緊張力による地盤の応力の高まりを確認しております。三つ目に、図10にお示ししておりますが、地震時における逆T擁壁底盤の変位とグラウンドアンカの発生アンカー力の挙動を比較し、改良地盤の変形によるグラウンドアンカのテンドンが伸縮することに伴い、グラウンドアンカの発生アンカー力が増減を繰り返す挙動が再現されていることを確認しております。以上3点の検証から、グラウンドアンカのモデル化方法が妥当であると評価しております。

25ページをお願いいたします。御説明したグラウンドアンカのモデル化を踏まえまして、逆T擁壁の健全性評価をお示ししております。評価につきましては、岩盤深さが最も深く、地震時応答加速度が最大となると考えられる⑤－⑤断面を評価対象断面として選定し、止水目地変形量評価につきましては、⑤－⑤断面に加え、⑤－⑤断面に直交する⑦－⑦断面による変形量調査を実施しております。右下、表4、表5にグラウンドアンカを踏まえた健全性評価結果をお示ししております。いずれの照査におきましても、照査値1.0を下回っていることを確認しております。

26ページをお願いいたします。地盤傾斜を考慮した逆T擁壁の健全性評価として、隣接する躯体同士の支圧による損傷評価を実施しております。図14のとおり、隣接する躯体をモデル化し、躯体同士の支圧による損傷評価を実施した結果、表6のとおり、照査値1.0を下回っていることを確認いたしました。また、設置許可段階におきまして、1/2000を上回る傾斜を確認しておりました①－①断面におきまして、グラウンドアンカの変形抑制効果により、表7のとおり、地震時の傾斜が低減されていることを確認しております。

グラウンドアンカのモデル化を踏まえた健全性評価等について、御説明は以上になります。また、詳細設計申送り事項No.1-9に関する説明も以上になります。

○杉山委員　ここまでの説明に対して、質問、コメント等ございますか。

中村さん。

○中村主任安全審査官　原子力規制庁の中村です。

私のほうからは、多重鋼管杭式擁壁における多重鋼管杭の許容限界の妥当性についてコメントいたします。

中国電力は、先ほどのパワポの資料では、3ページ～11ページで本件について説明がなされました。その中で、多重鋼管杭の許容限界として、「道路橋示方書」を基にした降伏モーメントを設定することについては、まず、おおむね1/4スケールの水平載荷実験の結果に加え、その再現性が確認された3次元FEM解析を用いて実構造物スケールの解析を行ったと。その結果、降伏モーメントに至るまでは弾性挙動を示し、降伏モーメントを上回る耐力を有していることから、当該設定が妥当であるとしていることを確認できました。以上のことを確認しましたので、特に審査官側からのコメントはございません。

私からは以上です。

○杉山委員　ほかにございますか。

はい、服部さん。

○服部主任安全審査官　規制庁の服部です。

私からは、先ほど説明のありました防波壁、逆T擁壁の審査について発言をいたします。

ただいまの論点整理のパワーポイントの13ページをお開きください。まず、鋼管杭による悪影響については、設置許可段階の審査において、逆T擁壁を鋼管杭で支持する構造から、鋼管杭に期待せず、地盤改良体を介して岩盤に直接支持させる設計へと変更したことから、杭が残置することによる悪影響がないことの説明があったものと理解をいたしました。

15ページをお開きください。具体的な悪影響としては、鋼管杭の杭頭部をヒンジ結合とする設計としていたことから、鋼管部が剛結の状態からヒンジの状態に移行するプロセスにおいて、杭頭部にひび割れによる水みちが形成されることで、防波壁の止水性への影響は懸念されているものと理解をいたしております。これに対して中国電力から、杭頭載荷実験と数値解析を実施して、鋼管杭の杭頭部が基準地震動Ssに対してヒンジ状態に移行しないこと、また、そのことにより止水性への影響がないことの説明があり、確認をいたしました。

続きまして、24ページをお開きください。逆T擁壁の健全性評価についてです。この評価について、中国電力は、今回の詳細設計においてグラウンドアンカを地震応答解析モデ

ルに反映して、グラウンドアンカの変形抑制効果に期待した評価を実施しています。ただし、このような評価は、先行の審査において実績がありませんでしたので、モデル化の妥当性を示した上で健全性を説明したものと理解をいたしました。具体的には、中国電力から、グラウンドアンカのモデル化が実態に即した役割を果たすモデル化となっていること、また、その評価により防波壁が基準地震動に対して津波防護機能を保持できることの説明があり、確認をいたしました。

さらに、26ページをお開きください。また、許可の段階では、防波壁の基礎底面の傾斜について、グラウンドアンカの効果を期待しない評価を行っておりましたけれども、今回の詳細設計において、グラウンドアンカの効果に期待した評価を行うことで、傾斜が改善されたこと及び傾斜があっても津波防護機能を保持できることを確認いたしました。

以上、中国電力からの説明を確認いたしましたので、審査官側からの特段のコメントはございません。

以上です。

○杉山委員　よろしいですか。

では、次の資料の説明に進みます。よろしくお願いします。

○中国電力（佐々木）　中国電力の佐々木です。

詳細設計申送り事項1-5、漂流物衝突荷重の設定につきましては、2022年9月1日の第1067回の審査会合において二つ御指摘をいただいておりますので、こちらについて御説明させていただきます。

資料3-3-1の28ページをお願いします。まず、一つ目の御指摘としましては、指摘事項No.15、衝突実験結果と事業者解析結果において、時刻歴波形に差が生じていることについて、衝突形態の相違を分析し、その要因となった解析条件について具体的に整理し、その結果を踏まえて、事業者解析の衝突荷重評価が保守性を有することを説明することという御指摘になります。

30ページをお願いします。御指摘に対する検討概要としまして、図1の上側における衝突荷重の時刻歴のグラフは、豊田ほか（2022）による衝突実験の結果を赤線、当社で実施した衝突解析結果を緑線でお示ししております。こちらを御覧いただくと、0.14秒まで当社衝突解析は衝突実験をおおむね再現できております。一方、衝突実験では0.14秒以降に2番目の荷重ピークが発生しておりますが、当社衝突解析では発生していないため、この要因となった解析条件を整理し、当社衝突解析による衝突荷重の保守性について確認しま

した。ピーク荷重の発生状況に差異が生じている要因としましては、図1、下側の衝突状況にお示しのとおり、衝突実験では2番目の荷重ピーク発生時に第1隔壁の衝突が生じておりますが、当社衝突解析では第1隔壁が衝突することなく衝突現象が終了したためと判断しました。当社衝突解析において、第1隔壁が衝突することなく衝突現象が終了した要因としましては、当社衝突解析では衝突荷重をより保守的に評価するために、FRPの材料特性を安全側の設定としていることで、船体の破壊領域が小さくなったと判断しました。そこで、当社衝突解析において船体破壊が第1隔壁まで進行するようにFRPの材料特性を適切な範囲で変更して、衝突実験に対する衝突荷重の再現性を確認するための解析を実施しました。

31ページをお願いします。船体破壊の進行としましては、「曲げ強度及び破壊ひずみ」による影響が大きいと判断し、再現性確認解析の材料特性の設定に当たり、FRPの曲げ強度については、表2にお示しのとおり、「豊田ほか（2022）」で実施された材料実験における平均値を採用し、破壊ひずみについては、表3にお示しのとおり、各文献から2%の（完全弾塑性材料）を採用しました。表1に当社衝突解析及び再現性確認解析のFRPの材料特性をお示ししております。赤枠の箇所が再現性確認解析における変更箇所となります。

32ページをお願いします。図2に再現性確認解析の結果を黄色でお示ししております。上側の衝突荷重の時刻歴波形から、再現性確認解析において0.22秒付近で第1隔壁の衝突による2番目の荷重ピークが発生しており、下側の衝突状況からも、第1隔壁が衝突していることを確認しております。また、衝突実験、再現性確認解析及び当社衝突解析の最大衝突荷重を比較しますと、緑線の当社衝突解析の最大衝突荷重が全ての衝突荷重を包絡することを確認しております。

最後に、まとめになりますが、豊田ほか（2022）の衝突実験と当社衝突解析との衝突荷重の時刻歴の差異に対して、当社衝突解析におけるFRPの材料特性のうち、曲げ強度及び破壊ひずみを適切な範囲で変更することで、衝突実験をおおむね再現することができ、FRPの材料特性を安全側に設定した当社衝突解析における最大衝突荷重は保守性を有することを確認しました。

指摘事項No.15に関する御説明は以上となります。

続きまして、ページ戻っていただきまして、29ページをお願いします。二つ目の御指摘として、指摘事項No.16、衝突実験に用いられた総トン数2トン船舶について、土木学会式に基づいて算出される軸剛性を用いたFEMA（2012）式による衝突荷重を算出して実験結果

との比較を行い、総トン数19トン船舶におけるFEMA（2012）式の結果と衝突解析結果との関係を整理して説明することという御指摘になります。

33ページをお願いします。検討概要としましては、まず、漂流物による衝突荷重の算定方法の選定フロー図3にお示ししております初期配置が直近海域となるFRP製船舶においては、図3の青破線で示しておりますとおり、衝突解析、または「FEMA(2012)」による算定方法が考えられますが、衝突解析を選定しております。

衝突解析を選定した理由としましては、「豊田ほか(2022)」において、FRP製船舶を用いた衝突実験及び衝突解析が実施され、衝突解析による衝突荷重に対する妥当性が確認されたこと。また、船舶の形状調査を実施し、再現精度の高い船体モデルが作成可能であり、船体を3次元でモデル化することで衝突形態の不確かさを考慮可能となることから、衝突解析を選定しました。

一方、「FEMA(2012)」につきましては、FRP製船舶における船首部の複雑な形状及び構造を再現できる軸剛性の設定方法が確立されていないことから、衝突荷重の算定方法として選定しておりませんが、参考として、既往文献を基に船首方向の衝突解析で求めた、最大衝突荷重及び最大衝突荷重発生時刻に対する船首先端からの船体破壊長さから設定した平均的な軸剛性を用いて衝突荷重を算定しております。

34ページをお願いします。総トン数2トン船舶における「FEMA(2012)」による衝突荷重の算定に当たり、軸剛性の算定結果をお示ししております。なお、船舶構造条件は「豊田ほか(2022)」の仕様を基に設定し、軸剛性の算定は「土木学会(1994)」を基に算定しております。図の4に船首角度及び船首傾斜部の長さの設定根拠を、表4に軸剛性の算定結果をお示ししております。

35ページをお願いします。軸剛性の算定に当たり、「土木学会(1994)」では、図5のとおり、圧壊荷重と船首の変形量の関係が示されており、圧壊荷重に達した際の船首先端からの変形量と圧壊荷重との傾きが、船首方向の平均的な軸剛性となると判断しました。

FRP製船舶の船首部は複雑な構造及び形状となることから、衝突部位に応じて軸剛性が変化すると考えられますが、衝突荷重の整理においては、図6の総トン数2トンの船舶における衝突実験の結果より、最大衝突荷重が発生した際の船体の衝突部位は、浮き室上板衝突となっていることから、最大衝突荷重を圧壊荷重として置き換え、船首傾斜部の長さとして船首先端から浮き室上板先端までの長さ0.6mを採用しております。

最後に、36ページをお願いします。上段に総トン数2トン船舶のFEMA(2012)による衝突

荷重の算定結果を示しております。

資料中ほどの4.FRP製船舶における関係性の確認として、各算定方法の特徴を整理しております。

衝突実験では、総トン数2トンのFRP製船舶を用いた衝突実験から、時々刻々変化する衝突状況に応じた衝突荷重が計測されており、衝突荷重の瞬間的な荷重ピークの値を表6にお示ししております。

衝突解析では非線形構造解析を実施し、時々刻々変化する衝突状況に応じた衝突荷重を算定しており、衝突荷重の瞬間的な荷重ピーク値を表6及び表7にお示ししております。また、衝突解析におけるFRPの材料特性は各文献から衝突荷重が大きくなるように安全側に設定しております。

「FEMA(2012)」では、FRP製船舶の船首部の複雑な形状及び構造を再現できる軸剛性の設定方法は確立されていないことから、衝突実験又は衝突解析で求めた平均的な軸剛性を用いて衝突荷重を算定しており、衝突荷重の平均値を表6及び表7にお示ししております。表6及び表7と上記の特徴を踏まえまして、衝突実験と衝突解析による衝突荷重の瞬間的な荷重ピーク値を比較した結果、衝突解析による衝突荷重が大きくなることを確認しております。また、「FEMA(2012)」による衝突荷重は平均値となることから、瞬間的な荷重ピーク値との大小関係を直接比較することは適切ではないと判断しております。

指摘事項No.16及び漂流物衝突荷重の設定に関する御説明は以上となります。

○杉山委員　ただいまの説明に対して質問、コメントはありますか。

千明さん。

○千明主任安全審査官　規制庁の千明です。

まず、指摘No.15に対する回答についてですが、資料の32ページをお願いします。衝突実験と衝突解析の衝突荷重時刻歴に差異が生じている要因については、FRPの材料特性の設定を特定したこと、曲げ強度と破壊ひずみの条件を変更した追加解析を行ったこと、全体の破壊が進展して第1隔壁が衝突することによる2番目の荷重ピークが発生したこと、衝突実験に対する再現性を公表できること、それらにより、今回説明された内容で確認ができました。

また、事業者側が設定している設計用衝突荷重については、衝突実験及び再現性確認解析における漂流物衝突荷重のピーク値を上回っていることから、保守性を有していることについても確認ができました。

次に、指摘事項No.16に対する回答についてですが、資料の36ページをお願いします。FRP船舶に対する衝突実験、衝突解析、FEMA式による衝突荷重の算定結果について確認ができました。ここで一番下の矢羽根にある衝突実験と衝突解析による衝突荷重は瞬間的な荷重ピーク値であり、FEMA式による衝突荷重は平均値となることから、それらの大小関係を直接比較することは適切ではないことについても理解しました。

資料の33ページをお願いします。漂流物による衝突荷重の算定方法についても整理されており、今回の工認においては、実験により検証された衝突解析に基づく漂流物衝突荷重を選定すること、FEMA式に基づく漂流物荷重は参考とすることを確認しました。

以上、指摘事項No.15及びNo.16に関して、私は追加で確認する事項は特にございません。

私からは以上です。

○杉山委員　ほかにございますか。よろしいですか。

では、次に進みますが、ここで双方に出席者の入替えがありますので、一旦中断して、10分後、14時35分に再開いたします。

（休憩）

○杉山委員　会合を再開します。

中国電力は次の資料の説明をお願いします。

○中国電力（菊政）　中国電力の菊政です。

それでは、資料3-3-2を用いて、島根原子力発電所2号機サプレッションチェンバの耐震評価について御説明いたします。

ページをめくっていただいて、資料右肩の2ページをお願いいたします。こちらにはサプレッションチェンバの立面図と平面図を示しておりまして、サプレッションチェンバの構造について簡単に御説明いたします。

サプレッションチェンバは、円筒を繋ぎ合わせた円環形状の構造物であり、内部に水を有しています。また円筒胴内部には円筒の変形を抑制するための補強リングを設置しております。

3ページをお願いいたします。円筒の継ぎ目である胴エビ継部には、サプレッションチェンバサポートが取り付けられており、基礎ボルトを介して原子炉建物基礎スラブ上に自立しております。また、サプレッションチェンバサポートは、サプレッションチェンバの大円半径方向に稼働し、大円周方向の地震荷重を原子炉建物基礎スラブに伝達させる構造となっております。資料右側に示す図のうち、青色の部分、こちらが可動する構造となっ

ております。

4ページをお願いいたします。こちらには設置変更許可段階での説明内容を示しております。項目としましては、表の左に示しており、①内部水質量に対する有効質量の適用、②内部水有効質量のモデル化、③流体解析によるスロッシング荷重の個別評価の三つがあり、それぞれ表の右に示すとおり、耐震設計の考慮事項をまとめております。

5ページをお願いいたします。こちらには本資料で御説明させていただく詳細設計申送り事項とその検討結果をまとめております。詳細設計申送り事項は四つの項目があり、それぞれの概要としましては、まず、No.1がスペクトルモーダル解析モデルについて、高次モードの影響も評価して説明する。No.2が、3次元はりモデルを用いたスペクトルモーダル解析について、過小評価とならないことを説明する。No.3が、流体解析で算出したスロッシング荷重の考慮法を説明する。No.4が、床応答スペクトルと固有周期の関係に配慮した水位条件の設定について説明するとなっております。

検討結果についても併せて記載しておりますが、検討の詳細につきましては、それぞれ一番右の備考欄に示しております項目にて、この後、御説明いたします。

6ページをお願いいたします。6ページ以降で今回工認におけるサプレッションチェンバの耐震評価について御説明いたします。

まず、6ページでは、既工認と今回工認における耐震評価の流れを示しております。今回工認では、一つ目の矢羽根の①～④のとおり、既工認からの変更を行っておりまして、これらは右のフロー図のグレーの項目にそれぞれ対応しています。

また、サプレッションチェンバの地震応答解析モデルについては、既工認がはりモデルであったことを踏まえ、今回工認でも3次元はりモデルを適用し、より詳細にモデル化を行っております。こちらのモデル化について次ページ以降の5項で御説明いたします。

7ページをお願いいたします。今回工認で設定したサプレッションチェンバの3次元はりモデルは①～④の点について既工認から変更を行っております。

①については、設置変更許可段階での説明内容ですので、それ以外の②サプレッションチェンバ全体の360°モデルの変更と③ECCSストレーナのモデル化については、次の8ページで、④サプレッションチェンバサポート取付部のばね剛性の考慮については、その次の9、10ページで御説明いたします。

8ページをお願いいたします。サプレッションチェンバの地震応答解析モデルについて、既工認から以下のとおり見直しております。

まず、既工認では180°モデルでしたが、今回工認では360°モデルへ変更しております。また、ECCSストレーナについて、既工認ではサプレッションチェンバと別のモデルでしたが、今回工認ではサプレッションチェンバとECCSストレーナを連成させた地震応答解析モデルとしております。図を見ていただきますと、左が既工認の180°モデル、右が今回工認の360°モデルでして、右では赤丸で示すとおりストレーナを連成しております。

9ページをお願いいたします。9、10ページでは、サプレッションチェンバサポート取付部のばね剛性の考慮について記載しております。

サプレッションチェンバサポート取付部は補強された構造であるため、既工認では剛性が十分に高いと判断していました。今回工認においては、各部材に負荷される地震荷重を詳細に評価するため、サプレッションチェンバサポート取付部の局部変形の剛性を算定しております。

10ページをお願いいたします。今回工認の3次元はりモデルに設定するサプレッションチェンバサポート取付部のばね剛性は、剛性算定用のシェルモデル及びはりモデルを作成し、両者の剛性差から算定しました。また、取付部のばね剛性は、地震応答解析で影響の大きい面外方向について算定しております。

ここで資料の左側にばね剛性算定の模式図を、右側に作成したモデルを示しております。

以上の5項が今回工認に用いる3次元はりモデルの御説明です。

次ページを以降の6項では詳細設計申送り事項を踏まえて、こちらの3次元はりモデルの妥当性について確認いたします。

それでは、11ページをお願いいたします。3次元はりモデルの妥当性を確認するために、3次元シェルモデルとの比較検討を行います。

ここで左下が今回工認の3次元はりモデル、右下が比較対象とする3次元シェルモデルとなっております。フロー図の真ん中に示しますとおり、比較検討の着眼点は二つございまして、一つ目が耐震評価として考慮すべき振動モードが3次元はりモデルで表現できていること、二つ目がスペクトルモーダル解析による発生応力の相違が耐震評価上、問題がないことです。

一つ目の検討結果について御説明いたしますので、12ページをお願いいたします。こちらの表は、左側に先ほどの3次元はりモデルの振動モード図を、右側に3次元シェルモデルの振動モード図を示しており、上段が水平方向、下段が鉛直方向となっております。また、各振動モード図の左側にそれぞれの固有周期を示しております。

この結果から一つ目の矢羽根に記載のとおり、耐震評価として考慮すべき振動モードは、おおむね同様であることを確認しました。

なお、両者の振動モードの違いとして、3次元シェルモデルにおけるオーバル振動を確認しております。オーバル振動については参考6に示しておりますので、一度資料を進んでいただき最終ページの39ページをお願いいたします。

オーバル振動とは、容器壁面が花びら状に変形する振動のことで、サプレッションチェンバの3次元シェルモデルでは、図に示すとおり、オーバル振動が現れることを確認しております。

資料を戻っていただき、12ページをお願いいたします。二つ目の矢羽根に記載のとおり、水平方向の固有周期は、3次元シェルモデルではオーバル振動が発生したために、3次元はりモデルと差異が生じることを確認しております。なお、鉛直方向の固有周期は両者でおおむね一致していることを確認いたしました。

ここで水平方向の固有周期の差異の要因についての追加検討を参考4で御説明いたしますので、資料を進んでいただき26ページをお願いいたします。

参考4では、3次元はりモデルと3次元シェルモデルのモデル化方法の相違による固有周期への影響について検討を行っております。こちらのページと次のページの表について、一番左の列に検討項目を、一番右の列に検討結果をまとめております。六つの項目について検討した結果として、四つは固有周期への影響なし、二つが影響ありと判断しております。

影響ありの一つ目が26ページの表の最下段に示しますサプレッションチェンバ胴の項目、こちらでオーバル振動が固有周期の差異の要因であることを確認しております。二つ目が次の27ページのサプレッションチェンバサポートの項目、こちらでサポートのモデル化方法が水平方向の固有周期に影響を与えることを確認いたしました。

それぞれ御説明いたしますので、まず、資料の31ページをお願いいたします。表の①と②のモデルが先ほど12ページで比較したはりモデルとシェルモデルです。こちらの項目では、オーバル振動の影響について確認するため、追加で③のモデルとして、オーバル振動を抑制したシェルモデルを作成し、固有周期の比較を行います。

32ページをお願いいたします。こちらに各モデルの固有周期を示しておりまして、表のX方向の行が水平方向を示しております。①と②上段が12ページで比較した固有周期でして、こちらの差は表の右の列Aに示すとおり、比率として1.28倍、28％の差があります。

これに対して③と①の差はBに示すとおり、14%の差となっており、オーバル振動を抑制することで、はりモデルとシェルモデルの固有周期の差が小さくなります。この結果からオーバル振動が固有周期の差異に影響を与えると判断しております。

続きまして、34ページをお願いいたします。こちらはサプレッションチェンバサポートのモデル化方法について検討しております。

左上の表①の今回工認の3次元はりモデルでは、サポートの剛性を既工認と同様に計算式で設定しています。これに対して右上に示すサポート単体シェルモデルと剛性が一致するようにサポートを精緻化した3次元はりモデルを②として作成しました。

これらのモデルと先ほどのオーバル振動を抑制したシェルモデルの固有周期を右下の表に示しております。Aの列のとおり、先ほどは固有周期の差が14%でしたが、はりモデルのサポート剛性を精緻化することで、Bのとおり、差が9%まで小さくなることを確認しました。

以上の検討から、3次元はりモデルと3次元シェルモデルの固有周期の差異の要因として、オーバル振動とサポート剛性のモデル化の二つがあることを確認しました。

なお、これらの検討で作成した二つのモデルは、今回工認の3次元はりモデルをシェル要素を用いる点とサポート剛性について、それぞれ精緻化したモデルと言えます。これらのモデルよりも今回工認のはりモデルのほうが保守的であることを確認しておりますので、36ページをお願いいたします。こちらでは床応答スペクトルと固有周期の関係を比較し、結果として、①の黒線で示す今回工認の3次元はりモデルが最も保守的な評価となることを確認しました。

参考4の説明は以上となります。

資料を戻っていただき、13ページをお願いいたします。13～15ページは3次元はりモデルの妥当性確認のうち、着眼点(2)の発生応力の比較検討結果を示しております。

まず、サプレッションチェンバの一次応力評価結果ですが、グラフの縦軸は許容応力に対する発生応力の比、横軸は応力評価点を示しています。また、グラフ中の灰色が3次元はりモデルの値、緑色が3次元シェルモデルの値です。矢羽根に記載のとおり、サプレッションチェンバの一次応力は、許容応力の範囲内で同程度であることを確認しました。

14ページをお願いいたします。こちらはサプレッションチェンバの一次+二次応力評価及び疲労評価について示しています。矢羽根に記載のとおり、サプレッションチェンバの一次+二次応力評価については、オーバル振動により局部的な曲げ応力が大きくなること

から、3次元シェルモデルの発生応力が大きい傾向となりますが、疲労評価を含めた評価結果には十分な余裕があり、サプレッションチェンバの耐震評価上問題がないことを確認いたしました。グラフで見ていただきますと、右側に示します疲労評価では十分余裕がある結果となっております。

15ページをお願いいたします。こちらはサプレッションチェンバサポートの評価結果を示しております。

サプレッションチェンバとサプレッションチェンバサポートを併せて耐震評価上、最も厳しい部位はこちらに示すP6のベースプレートとなっております。サプレッションチェンバサポートは、このベースプレートを含む全ての応力評価点において、3次元はりモデルと比べて3次元シェルモデルの発生応力が小さいことを確認しました。グラフで見ていただきますと、全ての応力評価点で灰色の3次元はりモデルよりも緑色の3次元シェルモデルの値が小さくなっております。

以上の6項の比較検討結果から、3次元はりモデルの妥当性を確認いたしました。

続きまして、16ページをお願いいたします。こちらは3次元はりモデルでの高次モードの影響に関する御説明となります。

サプレッションチェンバの地震応答解析モデルは、左の図のとおり、サプレッションチェンバサポート及び取付部には剛性を模擬し、サポート間のはり要素には三つの接点を設定したモデルとしています。

また、耐震評価においては20～50Hzまでの高振動数領域を含む設計用床応答スペクトルを設定しており、スペクトルモーダル解析において50Hzまでの振動モードを考慮しています。

また、固有値解析により、高振動数領域においてサポート間のはり要素の振動モードは主要な振動モードとして現れないことを確認しました。

こちらの点につきまして右下に示しておりますとおり、高振動数領域の主要な振動モードは水平方向の並進モードとなります。

以上が高次モードの影響に関する御説明となります。

17ページをお願いいたします。こちらはスロッシング荷重の設定についての御説明となります。

解析方法は、設置変更許可段階での御説明内容と同じく流体解析を用います。なお、解析条件のうち、水位については工認の耐震評価で用いる水位に変更しております。

18ページをお願いいたします。流体解析によるスロッシング荷重は、内部水全体による荷重から、容器と一体となって振動する有効質量による荷重を減ずることで算出しています。なお、サプレッションチェンバの応力評価に用いるスロッシング荷重は水平2方向入力による影響を鑑みて、√2倍の余裕を考慮した8597kNとしています。

以上がスロッシング荷重に関する御説明となります。

19ページをお願いいたします。こちらは耐震評価における水位条件についての御説明となります。サプレッションチェンバの耐震評価では、通常運転時及び重大事故等時ともに耐震解析用重大事故等時水位を用いることで、発生荷重が大きくなるような保守的な水位条件を設定しています。

20ページをお願いいたします。こちらでは通常運転水位と耐震評価に用いる水位の固有周期における震度の比較を行っています。NS、EW、鉛直のいずれの方向においても、耐震評価に用いる水位での震度のほうが大きくなることを確認いたしました。

耐震評価における水位条件についての御説明は以上となります。

21ページをお願いいたします。今回御説明した内容についてまとめを示します。

島根2号機の今回工認におけるサプレッションチェンバの耐震評価にあたり、設置変更許可段階では考慮されていなかった以下の4項目に対する検討を実施しました。検討結果は二つ目の矢羽根にまとめております。

一つ目の地震応答解析モデルの妥当性に関する検討について、検討結果はサプレッションチェンバの3次元はりモデル（地震応答解析モデル）と3次元シェルモデル（適用性確認用解析モデル）の比較検討を行い、振動モードが同様であり、発生応力の相違が耐震評価上問題ないことを確認したため、島根2号機へ用いることは妥当と判断したとなります。

二つ目の高振動数領域の影響に関する検討について、検討結果はサプレッションチェンバの地震応答解析モデルでは、サプレッションチェンバサポート及び取付部には剛性を模擬し、サポート間のはり要素に三つの接点を設定したモデルとした。また、高振動数領域を含む設計用床応答スペクトルを設定しており、スペクトルモーダル解析において50Hzまでの振動モードを考慮したとなります。

三つ目のスロッシング荷重の詳細設計に関する検討について、検討結果は詳細設計におけるスロッシング荷重を工認条件としての水位条件及び地震動の条件を用いて流体解析により算出し、水平2方向入力を鑑みて裕度を持った値を応力評価用の荷重として設定したとなります。

四つ目の耐震評価で適用する水位条件に関する検討について、検討結果は耐震評価においては、通常運転時及び重大事故等時ともに内部水質量を大きく設定した耐震解析用重大事故等時水位を評価に用いることで、発生荷重が大きくなるような保守的な評価とした。また、保守的に水位を大きく設定したことによる固有周期に対する影響についても評価上問題とならないことを確認したとなります。

以上で当社からの説明を終了いたします。

○杉山委員　ただいまの説明に対して質問、コメント等はございますか。

津金さん。

○津金主任安全審査官　規制庁、津金です。

今回四つの項目について説明していただいたわけですけれども、順番に確認していきたいと思います。

パワーポイント32ページをお願いします。サプレッションチェンバのモデル化に係る固有周期への影響検討の部分において、3次元はりモデルと3次元シェルモデル（胴一般部断面保持）で水平方向の固有周期で有意な差が現れることについて、もう一度、その理由を説明してください。

○中国電力（菊政）　中国電力の菊政です。

御質問いただいたオーバル振動により有意な差が現れる理由について御説明いたします。

こちらにつきまして、32ページで示しておりますとおり、①の3次元はりモデルでは、例としましてZ方向を見てみますと、並進方向は一つのモードとして現れておりますが、②の3次元シェルモデルでは複数の振動モードが現れております。これにつきましては、先ほど39ページでお示ししたオーバル振動につきまして、オーバル振動のところで現れます振動の花びらの数が異なる幾つかのオーバル振動が現れることによって、それぞれと重畳した並進モードが分散して現れることとなります。それらによって分散した結果、一つの並進モードの固有周期から幾つか離れたところに分散した固有周期の振動モードが現れるということになります。

以上です。

○津金主任安全審査官　規制庁、津金です。

今の説明ですと、オーバル振動が影響しているということなので、オーバル振動を抑えるような解析上の考慮ですとか、実際、設計のほうはそうではないかもしれないですけれども、オーバル振動を抑制するような状況であれば、そこは解析上の評価も近づくと、そ

ういう理解でよろしいでしょうか。

○中国電力（菊政）　中国電力の菊政です。

御認識のとおり、今回のように3次元シェルモデルにおきましても、オーバル振動を抑制したようなモデルを使えば、耐震評価上の発生応力等の評価も近づくものと考えております。

以上です。

○津金主任安全審査官　規制庁、津金です。

今の点は、はりモデルだと若干精緻化に足りないところがあるので、それでオーバル振動を考慮、失礼しました。シェルモデルのほうを、オーバル振動をきちっと考慮したモデルを組んでやれば、きちんとした評価が出ると、そういう理解でよろしいでしょうか。

○中国電力（菊政）　中国電力の菊政です。

今、御質問いただいた点につきまして、シェルモデルについてもオーバル振動を正確に考慮したモデルとすれば、オーバル振動の影響を加味した応力評価ができると考えております。その点につきましては、本文の6項で比較対照とさせていただいたモデルがオーバル振動の影響も考慮したシェルモデルとなっており、こちらで今回のはりモデルとシェルモデルの差というものを比較してございます。

以上です。

○津金主任安全審査官　規制庁、津金です。

ただいまの説明は理解いたしました。

続いて、パワーポイント16ページになります。高振動数領域の影響についてですけれども、こちらのページ、3番目の矢羽根で、固有値解析により、高振動数領域においてサポート間のはり要素の振動モードは主要な振動モードとして現れないことを確認したとあるんですけれども、この場合、50Hzまでの高振動数領域を考慮しても、地震応答値に有意な影響はないと、そういう説明だと理解してよろしいでしょうか。

○中国電力（菊政）　中国電力の菊政です。

今、御質問いただいた点につきまして、御認識のとおり、高振動数領域まで考慮しても有意な差は現れないということの説明となっております。

以上です。

○津金主任安全審査官　規制庁、津金です。

説明は理解できましたので、説明としても、振動モードとして現れないことが設計に対

してどういう影響を与えていないのかといったところは、分かりやすく説明していただきたいと思います。

続いて、パワーポイント17ページ、18ページです。スロッシング荷重に対する詳細設計について説明がありましたけれども、今回の説明ではサプレッションチェンバ本体に加わる荷重を設定はしていますけれども、内部構造物に加わる荷重はどのように設定しているのか、また、スロッシング荷重に対する内部構造物の健全性に対する影響評価は実施しているのか、説明してください。

○中国電力（大久保）　中国電力の大久保です。

スロッシング荷重につきましては、今、サプレッションチェンバ自体につきましては18ページのほうに荷重の値、設定しておりまして、こちらを考慮した評価となっております。こちらのスロッシング荷重算出の際に、内部構造物を模擬した流体解析のモデルを適用しておりまして、そちらの結果から内部構造物に対しましても、流体解析の結果として得られる流体のスロッシング荷重というものを算出しております。そちらを用いまして耐震評価の結果に荷重を含めた形で評価することを行っております。そちらの詳細につきましては、別途補足説明資料を作成した上で、今後御説明することを予定しております。

以上です。

○津金主任安全審査官　規制庁、津金です。

ただいまの説明は理解しました。また、補足説明資料できちっと説明するようにしてください。

私からは以上です。

○杉山委員　ほかにございますか。よろしいですか。

私、今のやり取りで確認させていただきたいところが一つあるんですけれども、最初のサプレッションチェンバの、ですからページ数でいうと32ページですかね。3次元シェルモデルだとオーバル振動が出てくる。3次元シェルモデルのほうが真実というか、よりリアリスティックだという理解でよろしいですか。まず、その点。

○中国電力（田村）　中国電力、田村です。

今、御指摘いただいたように、3次元シェルモデルのほうがよりリアルな解析となっていると理解しております。

以上です。

○杉山委員　ありがとうございます。

それに対して何か、今、説明の中で、だからオーバル振動を抑制して、ほかのモデルの結果と比較してという、「抑制する」の意味がよく分からなくて、問題はよりリアルなモデルで解析したときに現れたモードというのが、結局、安全上問題になるのかどうか。従来のモデルとの差が出ることは、そういった理由になるんですけど、従来のモデルと今回の3次元シェルモデルとの合わせ技できちんと現実の話としての安全確認ができているかというのが、従来モデルを無理やり説明するために、より精緻化したモデルの一部を何か抑制するみたいなふうに聞こえて、ちょっと意図がよく分からなかったんですけど、その辺り、少しすっきりさせていただくとありがたいんですが、お願いします。

○中国電力（田村）　中国電力、田村です。

御説明が、今、おっしゃったような点がきれいに御説明しておりませんでした。32ページでお示ししていますように、設計では①の3次元はりモデルを用いておりまして、②が3次元シェルモデルで、これはより精緻化したモデルだと理解しております。先ほどのオーバル振動等の影響によって固有周期の差が出るという、出てくるモードもはりモデルのほうが少なくて、シェルモデルのほうが大きくなるということを確認しております。

それについて、まず、36ページを御覧ください。固有周期によって入力の地震動が異なってまいります。左下で見ていただきますと、NS方向の3次元はりモデル、EW方向、黒線ですけども、柔らかくなるに従って地震力が落ちてまいりますので、まず、入る地震入力としては、今の固有周期は少し硬いですけども、大きめの入力が入っていることを確認しております。

あと13ページと14ページで、3次元はりモデルと3次元シェルモデルで評価した場合の応力を比較しておりまして、グレーがはりモデル、緑がシェルモデルになっておりますけど、おおむね同程度で、許容値としては十分余裕があると。14ページ、これは支持部になりますけども、失礼しました。私、勘違して、失礼しました。

13ページは3次元、すみません、失礼しました。もう一度説明し直させてください。

13ページがサプレッションチェンバの一次応力です。一次応力については同程度の結果が出ております。

14ページがサプレッションチェンバ胴の一次+二次応力です。これにつきましては、緑色のほうが大きな値になっております。これは先ほど申し上げた胴のオーバル変形によって局部的な変形が出ますので、どうしてもはりモデルでは表現できないモードが出て、その結果の影響でシェルモデルのほうが大きな値も出ると。ただ、それは疲労評価上、許容

値に対して十分余裕があると確認しております。これは、はりモデルでは表現できないモードが出た場合には、このようなケア、注意して評価していくことが必要であるということを示しておりまして、それをやった結果です。

逆に15ページは、サプレッションチェンバのサポート部、支持部になります。これは、はりモデルのほうが荷重が大きくなっております。これは、はりモデルは、シェルモデルでは複数のモードに分散するものが、はりモデルでは単一のモードに現れます。複数のモードに現れますと、モードの重ね合わせの関係上、荷重が単一モードに出る場合に比べて小さくなる傾向にあります。なので、設計としては、やはり、はりモデルでやったほうが保守的な安全側の評価ができることを確認しておりまして、この結果で島根2号機のサプレッションチェンバのサポートは健全であることを確認しております。

したがいまして、モード、使うモデルによって保守的になったり、非保守的になったりしますので、その両方のモデルを使って適切に耐震評価をして、構造健全性を確認しております。

以上になります。

○杉山委員　御説明、ありがとうございました。

そうですね。少しすっきりしたのは、つまり荷重を評価するときには、当然、保守側に寄せて、ある意味、ある荷重に対する応答を評価するときには、よりリアルなといいますか、そういったところで、どっち側の結果を使うべきか、見るべきというところで、行ったり来たりするというか、はい。ただ、やはりこのツールコードですね、当然ながら時代とともにどんどん精緻化といいますか、レベルが高いものになっていくと思います。ですから、今回でいうと、はりモデルというのは、いつまでも使い続けるべきなのかといいますか、どこかの段階で3次元モデルのようなものに全面的に移行していってもいいのかなということをちょっと聞いていて思いました。ありがとうございました。

ほかにございますか。今、手を挙げられました。どうぞ。

○中国電力（田村）　中国電力の田村です。

今の件について御指摘の点もそのとおりだと思いますし、一方で、耐震評価をする上では、はりモデルを使いますと地震荷重というものがちゃんと取り出せますので、どういう荷重が出た上で、耐震に対して断面が健全であるか、支持脚が健全であるかという、そういう荷重が取り出せるというメリットもあると思っております。詳細なモデルになると、局部の応力が精緻に出てきますけども、全体の荷重というものが出てこないという面もあ

りますので、そこら辺をよく勘案しながら、適切な評価をしていく必要があると理解しております。進化していくものはどんどん取り入れて、それの影響も見た上での耐震評価をしていく必要があると理解しております。

以上です。

○杉山委員　ありがとうございます。

では、よろしいですか。

全体を通しまして何か、それぞれから、中国電力からも何かありましたらお願いします。よろしいですか。

○中国電力（三村）　中国電力の三村です。

当社からは特にございません。

○杉山委員　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となります。

今後の審査会合の予定については、12月2日金曜日に地震・津波関係の公開の審査会合を予定しております。

それでは、第1096回審査会合を閉会いたします。