

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第781回

令和元年10月8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781回 議事録

1. 日時

令和元年10月8日（火） 13：30～15：39

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
義崎 健 管理官補佐
植木 孝 主任安全審査官
宇田川 誠 主任安全審査官
岸野 敬行 主任安全審査官
津金 秀樹 主任安全審査官
照井 裕之 安全審査官
小野 寛 主任技術研究調査官
下崎 敬明 技術研究調査官
寺垣 俊男 技術研究調査官
大類 馨 技術参与
山浦 良久 技術参与

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）

谷浦 亘	電源事業本部	担当部長（原子力管理）
阿比留 哲生	電源事業本部	担当部長（電源建築）
井田 裕一	電源事業本部	マネージャー（原子力安全）
村上 幸三	電源事業本部	担当課長（原子力安全）
神崎 直也	電源事業本部	担当副長（原子力安全）
烏田 竜徳	電源事業本部	担当副長（原子力安全）
西村 怜哉	電源事業本部	担当（原子力安全）
田村 伊知郎	電源事業本部	マネージャー（原子力耐震）
室 大志	電源事業本部	担当（原子力耐震）
森本 康孝	電源事業本部	副長（原子力運営）
廣井 得甫	電源事業本部	担当（原子力運営）
北村 厚志	島根原子力発電所	課長代理（発電部）
藤本 博之	島根原子力発電所	副長（発電部）
吉岡 敏行	電源事業本部	担当副長（原子力設備）
南館 正憲	電源事業本部	担当（原子力設備）
西村 英樹	電源事業本部	副長（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）
川口 敏昭	電源事業本部	担当（原子力電気設計）
黒田 充男	電源事業本部	副長（炉心技術）

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及び重大事故等対策について
- (2) その他

5. 配付資料

- 資料 1 - 1 - 1 島根原子力発電所 2 号炉 燃料プールにおける燃料損傷防止対策の有効性評価について
- 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（有効性評価：燃料プール内の燃料損傷防止）

- 資料 1-1-3 島根原子力発電所 2 号炉 重大事故等対策の有効性評価
- 資料 1-1-4 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 1-1-5 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 1-1-6 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 1-1-7 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 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 1-2-1 島根原子力発電所 2 号炉 地震による損傷の防止（耐震設計の論点）
[機器・配管系に係る論点のうち原子炉格納容器スタビライザばね定数の変更他]
- 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（設計基準対象施設：第 4 条（地震による損傷の防止））
- 資料 1-2-3 島根原子力発電所 2 号炉 地震による損傷の防止

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 781 回会合を開催します。

本日の議題は、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及び重大事故等対策についてです。

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。

議事に入ります。

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、有効性評価のうち燃料プール関係、そして、第 4 条のうち原子炉格納容器スタビライザばね定数の変更他につきまして、二つのパートに分けて御説明し、都度、御質問を受けたいと考えておりますので、よろしくお願ひします。

それでは、燃料プールにおける有効性評価につきまして、電源事業本部担当副長の神崎のほうから御説明させていただきます。

○中国電力（神崎） 中国電力の神崎です。

それでは、資料1-1-1、A4横のパワーポイント資料を用いまして、燃料プールにおけます燃料損傷防止対策の有効性評価について、御説明をいたします。

次ページをお願いいたします。

1ページ目は目次となっております、本日は燃料プールのうち、想定事故1、2、3ポツとしまして、これまでの審査会合での御指摘いただいておりますので、その御指摘事項に対します回答について、通しで御説明をいたします。

それでは、2ページ目から、想定事故1について御説明をいたします。

3ページ目をお願いいたします。

まず、事象の概要ですけれども、想定事故1の特徴としまして、矢羽の一つ目、燃料プールの冷却機能及び注水機能が喪失することを想定いたします。下の図を見ていただきまして、燃料プール冷却ポンプ、また、残留熱除去ポンプといった冷却機能、給水機能というものについて、バツ印を示してございまして、それらの注水機能等が喪失することを想定してございます。

矢羽の二つ目ですけれども、そういった状況で、燃料プールの水温が徐々に上昇してまいりますので、やがて沸騰し、蒸発ということで、水位の低下につながります。緩和措置がとられない場合につきましては、そのまま水位低下し、燃料が露出いたしますので、燃料損傷に至るといふ、そういった事象でございます。

4ページ目をお願いいたします。

燃料損傷防止対策となります。対策の概要といたしまして、燃料プールスプレイ系によります燃料プールへの注水を行いまして、燃料損傷の防止及び燃料プールの水位を維持いたします。図のほうに対策の概要を示してございまして、右下、輪谷貯水槽のほうから大量送水車を用いまして、常設スプレイヘッド等からプールのほうにスプレイをすると、注水をするということの対策でございます。

5ページ目をお願いいたします。

こちらが評価条件となります。まず、初期条件ですけれども、燃料プールの保有水量としましては、約1,599m³ということでございます。この水量につきましては、以前の審査会合から変更してございまして、以前におきましては、プール内のキャスクピットの水量を考慮して少し多目の水量で評価をしてございましたけれども、今回、水位低下を厳しく評価するという観点から、そのキャスクピットの水量を除いた条件としてございます。

続いて、燃料プールの水位については、通常水位を想定してございます。

また、プールの水温については65℃。燃料の崩壊熱については約7.8MWを想定してございます。

事故条件につきましては、まず、安全機能の喪失に対します仮定としては、燃料プールの冷却機能と注水の機能がないといった状況です。外部電源については、外部電源なしを想定しております。

重大事故等対策に関します機器条件については、燃料プールスプレイ系ということで、注水量としては48m³/hを想定してございます。

また、その注水系を用いましての操作条件としましては、注水は事象発生から約7.9時間後ということにして、プールの水位が低下し始める事象発生からの時間ということをおまえて設定してございます。

それでは、6ページ目から、対応手順の概要について、御説明をいたします。

対応手順のフローでございませうけれども、左上辺りのところから0秒と書いてございませうけれども、外部電源喪失が発生いたしまして、残留熱除去系及び燃料プール冷却系の停止を確認いたします。それとあわせまして、非常用ディーゼル発電機等の自動起動を確認いたします。その後、燃料プールへの冷却機能と注水機能の喪失を確認いたします。

7ページ目をお願いいたします。

左上、「Aより」からですけれども、燃料プールスプレイ系の起動準備を行ってまいります。その後、下におりていただきまして、事象発生から約7.9時間後のところで、燃料プール水温が100℃に到達いたしますので、その時点からプールのほうへ注水を開始いたします。その後は、その注水を継続いたしまして、プールの水位を維持してまいります。

以上が、対応手順の概要となります。

8ページ目をお願いいたします。

ここからが有効性評価の結果です。表1-2に示します、それぞれの評価項目につきまして、評価項目が満足することを確認してございます。図の1-1を見ていただきまして、横軸が事故後の発生時間、縦軸がプールの水位でございませうけれども、事象発生開始以降から、上の少し太目の線でございますけれども、通常水位をずっと維持してまいるといった評価結果となっております。また、図1-2につきましては、燃料プール水位と線量率の推移ということにして、今度は、横軸が燃料棒有効長頂部からの水位、縦軸がプール周りの線量率を示してございまして、プール水位が下がってくれば、プール周りの線量率が上

がるというような結果でございますけれども、今回の評価につきましては、通常水位を維持しているということとなりますので、評価項目におきますところも放射線の遮蔽が維持される水位といったところは満足している結果でございます。

9ページ目をお願いいたします。

必要な要員と資源の評価結果となります。表1-3にその結果を示してございまして、まず要員につきましては、今回、必要な要員としては24名ということになってございすけれども、緊急時対策要員として保有しています40名に対しましては確保可能、対応可能という結果となっております。また、その他の水源と燃料、電源につきましても、それぞれ供給可能であることを確認してございます。

以上が、想定事故1の御説明となりますので、引き続きまして、10ページ以降で、想定事故2について御説明をいたします。

11ページ目をお願いいたします。

まず、想定事故2の事象概要ですけれども、矢羽の一つ目です。燃料プール冷却系等の配管破断によりましてサイフォン現象が発生いたします。そうしますと、燃料プール内の水の小規模な漏えいが発生いたしますので、プール注水が喪失することを想定いたします。

下の図を見ていただきまして、左下の赤枠で囲んでございすけれども、そこで配管破断が発生することを想定しています。また、その配管系統の上流側、燃料プール側ですけれども、逆止弁の開固着を想定してございまして、その状態でサイフォン現象が発生することですので、燃料プールの水が喪失していくというような事象でございます。

そういったことから、矢羽の二つ目ですが、プール水位が低下しますので、緩和措置がとられない場合には、最終的に燃料は露出いたしまして、燃料損傷に至る事象となっております。

12ページ目をお願いいたします。

燃料損傷防止対策です。対策の概要①ですけれども、サイフォンブレイク配管によりまして、燃料プール水の漏えいを停止いたします。下の図に示します、黄色く配管が書いてございすけれども、サイフォンブレイク配管で漏えいを停止することによってございす。②については、注水ということで、想定事故1と同様ですけれども、燃料プールスプレイ系によりまして注水をプールに行いまして、燃料損傷の防止と水位を維持してまいります。

以上が対策の概要となります。

それでは、13ページ目をお願いいたします。

主要評価条件となります。まず、初期条件につきましては、想定事故1と同じ条件となっております。また、事故条件ですけれども、配管の破断想定としましては、残留熱除去系配管の全周破断を想定してございます。また、漏えいによります燃料プール水位の低下量としましては、事象発生と同時に、通常水位から約0.35m低下したというところを想定しておりまして、これはサイフォンブレイク配管にて、漏えいが停止する水位というものを考慮してございます。

続いて、14ページ目ですけれども、それぞれの対策の機器条件、操作条件については、想定事故1とほぼ同様ですけれども、注水に関しましては、この事象発生から7.6時間後ということにして、想定事故1と比べまして、0.3時間ほど早いタイミングとなっております。これについては、サイフォン現象で水位が若干低下するというようなところがありますので、プール水量が少なくなり、沸騰する時間を考慮した関係で、早目の設定としてございます。

15ページ目をお願いいたします。

対応手順の概要ですけれども、まず、時刻0秒のところですが、燃料プール水の漏えいが発生いたします。と同時に、外部電源喪失のほうも発生するということとなります。以降、想定事故1とほぼ同様の動きとなりますけれども、注水系が停止していることの確認、また、非常用ディーゼルが自動起動していることの確認を行ってまいります。そこから左側のフローにつきましては、プール水位の状況を表してございまして、燃料プールの水位の低下が開始しますけれども、サイフォンブレイク配管が露出したところで水位がとまると。その後は、その水位を維持しているといったところでございます。分岐を右に行っていただきますと、こちら注水関係の確認等を示してございまして、それについては、基本的に想定事故1と同様の流れとなっております。

16ページ目をお願いいたします。

「Bより」ですけれども、想定事故1と同様に、燃料プールスプレイ系の起動準備を行いました後、それが完了し、事象発生7.6時間後のところで燃料プール水温が100℃に到達をいたします。その後、燃料プールスプレイ系によります注水を開始しまして、以降は水位の維持を行ってまいります。

以上が対策の概要となります。

では、17ページ目をお願いいたします。

有効性評価の結果です。表2-2に示します評価項目につきまして、評価結果が満足することを確認しております。図の左下、図2-1ですけれども、燃料プール水位の推移を示しております、事象が発生直後、サイフォン現象が発生し、サイフォンブレイク配管でその水位低下をとめるということでした、通常水位の点線から若干下のほうとなりますけれども、以降はその水位を維持している結果となっております。

以上が結果となります。

それでは、18ページ目をお願いいたします。

必要な要員及び資源の評価結果です。表2-3の示しますとおり、重大事故等対策に必要な要員につきましては、想定事故2については26名ということとなっております。想定事故1に比べまして、2名ほど作業員が増えてございますけれども、プール水の漏えいを現場のほうで確認するというような作業がございますので、2名追加となっております。しかしながら、緊急時対策要員としましては40名保有しておりますので、対応可能という結果となっております。また、その他の評価項目、水源、燃料、電源につきましては、それぞれ供給可能であることを確認しております。

それでは、19ページ目をお願いいたします。

想定事故2の御説明は以上となりまして、ここから、審査会合での御指摘事項に対します回答に移らせていただきます。

20ページ目を御覧ください。

以前の審査会合で御指摘事項11件いただいてございまして、本日はこの御指摘に対して、御回答をいたします。

21ページ目をお願いいたします。

まず、一つ目ですけれども、指摘事項は、初期水位について、スロッシングを考慮して説明することです。これにつきまして回答ですが、事象初期に地震起因のスロッシングが発生した場合の溢水評価結果を考慮いたしますと、最大で通常水位から約0.84m水位が低下いたします。このプールのスロッシング量につきましては、9条の審査会合におきまして、今、御指摘をいただいておりますので、本日は見直す前の値となっております。また、スロッシング量の見直しに合わせまして、またこちらのほうは適切に対応してまいりたいと思っております。

矢羽の二つ目ですが、そのスロッシングが起きて、水位が下がった状態から燃料プールの水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位、また、燃料棒有効長頂部に達するまでの時

間ということで、評価結果を表のところでまとめてございまして、例えば、想定事故1でいえば、遮蔽が維持されます最低水位に到達するまでの時間としては、約1.2日という結果となっております。その後ろに隅括弧で、約1.7日と書いておりますけれども、こちらは有効性評価のスロッシングなしの結果を書いてございまして、それと比べると、多少なり、0.5日ほど早くなっているというような結果となっております。その他、燃料棒有効長頂部に到達するまでの時間につきましても、同様に少し早目、約3.5日ということになってございます。

しかしながら、最後の矢羽ですけれども、島根2号炉におきましては、事象発生から2時間30分後までに、燃料プールスプレイ系によります注水が可能となっておりますので、初期に地震起因のスロッシングが発生した場合におきましても、燃料有効長頂部の冠水、必要な遮蔽は維持される結果となります。

本御指摘に対します御回答は以上となります。

続いて、22ページです。

No.2に対します御回答です。御指摘事項については、事象検知の観点から燃料プールの常時監視項目等を整理して説明することということです。

回答ですが、通常時の燃料プールの関連パラメータについて監視対象、監視方法及び確認頻度を表のところで整理しております。表を見ていただきまして、左から監視項目、監視対象、検出器の種類、監視方法、監視頻度等まとめております。また、文字の色を少し変えてございまして、青色については設計基準事故対処施設を表しております。また、緑については設計基準事故対処施設兼重大事故等対処設備。また、赤については重大事故等対処設備を示しております。

表に示します監視項目につきまして、運転員によります中央制御室での定期的なパラメータ確認及び現場での状態監視を行いまして、燃料プールの冷却機能喪失また水位低下というところは検知することが可能となっております。

本御指摘事項に対します回答は以上となります。

続きまして、23ページ目をお願いいたします。

御指摘事項ですが、有効性評価方法の説明につきまして、関連する補足説明資料を適切にひもづけするとともに、水位評価の保守性を説明することとの御指摘をいただいております。

回答の矢羽の一つ目ですけれども、有効性評価におけます水位評価には、以下の仮定に

基づく評価を行ってございまして、保守的な仮定と非保守的な仮定、それぞれございます。

まず、保守的な仮定については、燃料プールの水面、壁面等からの放熱は考慮してございませんで、崩壊熱が全て燃料プール水温上昇及び蒸発に寄与するものとして仮定をしております。

また、2ポツ目ですけれども、燃料プール水温の温度変化に対します比熱、密度の評価については、時間を短く評価する最も厳しくなる値を想定しております。一方、非保守的な仮定としましては、燃料プールの水温というものを全て均一の温度と取り扱っております。プール全体が100℃に到達する時間を沸騰開始ということですので、水温の非一様性というところは考慮してございませんけれども、発熱源については、プール下方に位置します燃料集合体でありますので、自然対流の効果によりまして、非一様性は緩和されるものと考えてございます。

以上のように、温度上昇につきましては、多少、不確かさがございますので、ここで、事象発生直後から仮に燃料プール水温が100℃に到達したということを仮定をいたしまして、評価を行ってございます。表でまとめてございまして、想定事故1で申しますと、遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間といったところは、約1.4日ということにして、隅括弧の1.7日、有効性評価のベース解析の1.7日と比べまして、0.3日ほど早くなる結果となっております。その他、想定事故2についても、同様の時間が早くなる結果となっておりますけれども、最後の矢羽ですけれども、2時間30分後までに、島根2号炉としては、燃料プールスプレイ系によりまして注水が可能となりますので、冠水はしなくても維持できるというような結果となっております。

本御指摘事項に対します回答は以上となります。

それでは、24ページ目をお願いいたします。

御指摘事項ですけれども、保有水量に関して、高さ断面との関係を説明することと御指摘をいただいております。こちらの御指摘の趣旨としましては、水位低下評価と線量率評価をします上で、必要となる数値及び算出方法を説明することと理解してございまして、回答ですけれども、図のほうでプールの断面の構造高さを示すとともに、右のほうで、表で断面と保有水の容積というところをまとめてございます。図におきまして見ていただきますと、プールにつきましては、三つの領域、①～③の領域に分けて、それぞれにつきまして、断面と容積といったところを表のところをまとめてございます。また、この水量等の算出方法につきましては、下の四角囲いしております算出方法ですけ

れども、それぞれの保有水の容積といったところは、燃料プールの容積から燃料プール内にあります機器の容積を差し引くことで、まずは算出しておりまして、また①の領域につきましても、燃料プールの寸法から断面積を求めてございます。また、領域②、③につきましても、各容積から高さで除して求めております。

以上が本御指摘に対します御回答となります。

それでは、25ページ目をお願いいたします。

御指摘事項ですが、熱電対式水位計につきまして、気相部分の熱電対が蒸気に覆われた場合でも信頼性があることを説明すること等です。回答につきまして、燃料プール水位・温度のSA、計器ですけれども、熱電対とヒータが一体となりますヒータ付熱電対を使用した検出器でございます。気中と水中の熱伝達率の違いを利用いたしまして、ヒータ加熱開始前後の熱電対の温度変化を確認することで、プール水位の計測が可能となっております。

矢羽の二つ目ですが、燃料プール水の沸騰によりまして、水位計の気相部分が蒸気に覆われた場合を想定した模擬試験、図1に試験イメージを載せておりますけれども、そういった上記環境下においても計測可能であることを確認しております。図2に試験結果の例等を示してございまして、緑線が100℃の気中と、赤の線が100℃の水中を示してございまして、それぞれヒーターを入れた後の温度の違いといったところを利用しまして、水位を計測するものでございます。

本御指摘に対します御回答は以上ですので、26ページをお願いいたします。

御指摘事項ですけれども、使用済制御棒の線量率と水位の関係につきまして、水位が下がっても線量が変わらないこと及び評価点の設定の考え方について詳細に説明することとの御指摘をいただいております。この御指摘事項は、右の図1に示します赤丸部のその理由についての御指摘となっております。

回答ですけれども、今回の遮蔽評価を行う際には、線源材料に密度を設定いたしまして、自己遮蔽の評価を行いますけれども、その密度を本評価におきまして、使用済制御棒は遮蔽性能の大きいステンレスを用いるのではなく、遮蔽性能の低い水ということで、仮定をしております。そうしまして、水位低下によりまして使用済制御棒の露出が開始した際の線量率と完全に露出した後の線量率が、あまり差がない結果となっております。

なお、下記ですけれども、その使用済制御棒を線源としてモデル化した際に、使用済制御棒のハンガに収納されている状態を想定しますけれども、本来、線源が存在しない制御棒間におきましても、その間も線源と想定をいたしまして、体積を多く評価しておるこ

とから、実際よりも十分保守的なモデルとなっております。また、最後の矢羽ですけれども、評価点につきましては、それぞれ燃料集合体、使用済制御棒の真上というようなところを評価点を用いまして、厳しく評価をしてございます。

御回答は以上となります。

それでは、27ページ目をお願いいたします。

御指摘事項ですが、定期検査中の要員数を今後見直すとしているが、大規模損壊など全体を踏まえて検討することをいただいております。回答の矢羽の一つ目ですが、以前、審査会合におきまして、復旧班要員については「定期検査中の要員数を今後検証により見直す」としておりましたけれども、復旧班要員の要員数の見直しは行いません。矢羽の二つ目ですが、重大事故等発生時及び大規模損壊発生時において対処できるように、表に示しますとおり、運転員及び通報連絡等を行う要因、復旧班要員を確保しております。

表を見ていただきまして、まず、原子炉の状態として、運転起動及び高温停止の場合につきましては、運転員が7名、通報連絡等を行う要員及び復旧班要員としては35名ですが、原子炉の状態として、冷温停止及び燃料交換のときは、運転員5名、通報連絡は同じく35名といったところでございます。

矢羽の三つ目ですけれども、この確保人数については、技術的能力に係ります各手順における必要な要員数と大規模損壊対応のケーススタディにおいて対応可能であることを確認しております。

28ページ目を御覧ください。

こちらは、定期検査工程におきます重要自己シーケンスと要員数をまとめた資料となっております。また、その下に、原子炉の状態、運転員等の内訳を示してございまして、それぞれ対応していることをお示ししてございまして、また、表の一番下のところにつきましては、運転停止中におきます有効性評価といったところで、それぞれ想定している状態で、対応可能であることを資料のほうで御説明を今後いたしたいと思っております。

それでは、29ページ目をお願いいたします。

御指摘事項ですけれども、異物の混入について、手すりに養生シートをつけているケースがないかを説明することです。回答については、燃料プールの近傍におきましては、異物混入防止エリアとして設定してございまして、原則、シート養生を実施しない運用としておりますけれども、定期検査時の作業においては、プール内への異物混入のために養生が

必要となる場合がありますので、必要箇所の養生を行うことはあります。ただし、燃料プール周辺で用いますシートについては、燃料プールに落下した場合でも発見の容易さ等を考慮しまして、色つきのものを使用してございます。また、万一、スロッシング等によりまして、養生シートがプールに流れ込んだ場合についても、運転員の巡視またカメラを用いた確認によりまして、十分、浮遊物の発見ができ、除去が可能であると思っております。

本御指摘に対します御回答は、以上となります。

30ページ目をお願いいたします。

保守的事項ですが、プール水の小規模な喪失としてサイフォン現象を説明しているが、サイフォン現象以外についても、プールからの水の流出の可能性を整理した上で、想定事故2の想定を説明することです。御回答ですけれども、燃料プールからの漏えいを引き起こす可能性のあります事象を、表のとおり、複数想定をいたしまして、それぞれ事象発生の可能性、事象の影響について整理してございます。この整理結果から、サイフォン現象、①番ですけれども、が発生した場合において、プール水位がプールの底部まで低下する可能性があるというようなところを捉えまして、有効性評価におきましては、そのサイフォン現象によります漏えいを選定しております。

本御指摘事項に対します回答は以上となります。

31ページ目をお願いいたします。

指摘事項ですけれども、プールゲートの健全性について説明することの御指摘です。回答に移ります前に、本ページ記載の2カ所、誤記がございますので、訂正をさせていただければと思います。bポツの①番の最後のところに括弧書きで「図1、2参照」と書いてございますけれども、申し訳ございません。ここは「図2、3」の誤記でございます。また、もう一カ所誤記がございまして、その下、②番の最後のところですが、括弧書きで「図3参照」と記載しておりますけれども、ここについては、「図1参照」の誤記ですので、申し訳ございません。

回答に戻りまして、まず、aポツとして、強度上の健全性の確保ということですが。①番につきましては、プールゲートに設置しますフック、ストッパーについては、基準地震動Ssに対して強度上問題ないこと。また、もともとのプールゲート、②番ですけれども、プールゲートについては、地震荷重並びに静水と動水圧に対して強度上問題ないことを確認しております。bポツのシート性能の確保については、①番として、シールはウェルとプ

ールの流路につきまして、二重設置。また、パッキンにつきまして二重シールというようなどころでございます。また、そのパッキンの材質についてはシリコンゴムということですので、沸騰が発生した場合におきましても、そのシート性能は確保が可能でございます。

御回答は以上となります。

それでは、32ページ目をお願いいたします。

御指摘事項の最後となりますけれども、未臨界性について、ラックの種類等を整理して説明することの御指摘です。回答につきまして、燃料については、中性子の強吸収体であるボロンを添加しましたステンレス鋼製ラックに貯蔵してございまして、未臨界が維持できていると。また、プールの沸騰などによりまして、水密度が変化する場合においても未臨界が維持できることを確認しておりまして、図1に示します水密度の減少に伴いまして、未臨界を維持されることを確認してございます。

本資料におき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。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

最初に想定事故1のほうなんですけれども、パワーポイントの5ページの一番上のところで、先ほど説明があったんですけれども、保有水量の変更があったということで、そこは説明があったんですけれども。その下から2番目、表の一番下から2番目のスプレイの流量が48m³と、こちらのところも変更があったと聞いているんですけれども、この変更について、もう少し説明してもらえますか。

○中国電力（神崎） 中国電力の神崎です。

資料1-1-4、有効性評価の補足説明資料を用いまして、御説明をいたします。

補足説明資料の通しページでいきますと22ページ、PDFでいきますと23ページを御覧ください。資料1-1-4、有効性評価の補足説明資料の通しページで22ページ、PDFでいきますと23ページとなります。

この（7）燃料プールにおける燃料損傷防止対策の有効性評価のaポツですけれども、燃料プールスプレイ系による注水量の変更ということにして、その注水量としましては、常設スプレイヘッドを使用します場合の配管圧損等を考慮した注水量120m³というものをこれまで設定しておりましたけれども、可搬型スプレイノズルを使用する場合も考慮いたし

まして、ホース圧損等を考慮して、48に今回見直してございます。

御説明は以上です。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

説明はわかりました。それで、先ほどのパワーポイント5ページに戻るんですけども、常設スプレイヘッドの圧損、こちらが使えない場合は、可搬のほうで圧損を考慮して48に設定したということなんですけど、5ページの一番下のところで、今回、7.9時間に対して、常設スプレイヘッドである場合は2時間10分であるということなんですけども、これは、可搬のスプレイヘッドをつくった場合は、どの程度になるんでしょう。

○中国電力（森本） 中国電力の森本です。

可搬型のスプレイヘッドを用いた場合は、準備時間は2時間50分になります。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

2時間50分ということで説明があったんですけども、今回、常設スプレイヘッドが使えない場合は可搬のスプレイヘッドで評価するということがあったんですけども、手順が、常設スプレイヘッドを用いた手順に今なっていて、設備要求54条のほう、設置許可の54条のほうでは、可搬の代替設備ということで、注水配管を用いて、そういったことも考慮すると。有効性評価の中でも、常設と可搬と両方ある場合は、おのおのを評価した上で、保守的というか、厳しいほうで包絡できる条件で評価するというのもあるので、可搬設備を用いた評価で手順を検討するというのは、どう考えているんでしょうか。

○中国電力（神崎） 中国電力の神崎です。

今回の有効性評価におきましては、まず、手順上示します優先を考慮した部分がございます。まして、まず常設スプレイヘッドを用いますところを想定していました。また、可搬スプレイヘッド、可搬のノズルを用います場合も、先ほども御説明をいたしました、あまり時間は変わらないところで対応できるというようなところもございます。また、常設スプレイヘッドを用います優先を有効性評価で取り扱ったというようなところですけども、プール周りにおきまして、線量率等、上昇ですとか、アクセス性の部分で、そういったところを考慮いたしまして、常設スプレイヘッドをまず使うというようなところで、作業としての手順を決めてございます。

以上です。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

可搬スプレイヘッドセッタを使った場合だと線量が上がってしまうという、そういう説

明でしょうか。

○中国電力（村上） 中国電力、村上です。

例えば、スロッシングとかが起きまして、プールの水がオペフロの中に出してしまうと、そこに作業員がいてしまうと無用な被ばくを受ける可能性があるので、できるなら常設のほうのラインを使いたいというのが当社の考えでございます。

以上です。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

スロッシングと重畳するのかわからないんですけども、一般的に常設と可搬を使うのであれば、可搬型のほうが作業時間が長いので、包絡条件で、そんなに時間は変わらないので、こちらのほうで評価することも検討いただきたいというのが一つ目のコメントです。

○中国電力（村上） 中国電力、村上です。

了解しました。評価をお示ししたいと思います。

以上です。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

想定事故2のほうのコメントなんですけども、ページが変わりまして、パワーポイントの12ページ、こちらのポンチ絵のところサイフォンブレイク配管というのがありまして、こちらの接続先ですね、こちらのほうが先行プラントと若干、接続先の形態が違うので、その構造だとか、サイフォンブレイクの仕組み、機能だとか、そういったところを詳細に説明してください。

○中国電力（吉岡） 中国電力の吉岡です。

資料1-1-3の通し番号の76ページ、77ページで御説明をさせていただきます。

76ページの第1図を御覧ください。

サイフォンブレイク配管につきましては、燃料プール冷却系の配管が燃料プールに注入されていますけども、そこから、燃料プール側から見て第1個目の逆止弁にサイフォンブレイク配管が逆止弁の弁ぶたのところに設置をされております。仮に逆止弁が開固着により機能喪失した状態でサイフォン現象が発生した場合には、サイフォンブレイク配管の先端のレベルまで水位が低下した時点で、サイフォンブレイク配管の開放端から空気が吸い込まれ、吸い込まれた空気が、次のページに示します第2図、②のように、弁箱と開固着した弁体との間に形成されているすき間を通過しまして、燃料プール冷却系モデル配管へ流入することで、サイフォン現象による漏えいを停止することが可能な設計となっております。

ます。

現場での施工性を考慮しまして、逆止弁の弁ぶたに設置しておりますが、通常の逆止弁の動作やサイフォンブレイク配管の機能に対しては、影響がないことを確認しております以上です。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

先ほどのポンチ絵のところで大体わかったんですけども、この詳細な構造図ですね、下のページの77ページの②の図ですかね。サイフォンブレイク配管によるサイフォン現象の停止、これのポンチ絵で、上から空気が入って下に流れますよという図があるんですけど、これだと弁体が上に上がっていて、本当に空気の通路があるのかというのがわかりにくいので、上から何というんですか。空気がちゃんと下にブレイク、入って流れるという図を示して説明していただきたいのが1個目のコメントで、二つ目は、これは通常運転時にも支障がないということで、通常運転時にはサイフォンブレイク配管側にも水が流れていると思うんですけど、そういう理解でよろしいですか。

○中国電力（吉岡） 中国電力、吉岡です。

一つ目につきましては、サイフォンブレイク配管の流路につきまして、こちらの断面積がすき間を確保されていることを別途、資料化して御説明をさせていただきます。

二つ目につきましては、通常時につきましては、サイフォンブレイク配管からプールへ注入されている、常時流れがあるという状態となっておりますので、御理解のとおりです。

以上です。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

説明はわかったんですけども、それを図に表してほしくて、通常運転時と、あとサイフォン事象発生時、それからサイフォンブレイクしたときということで、三つのパターンぐらいに分かれて、水がちゃんと抜けるというところを、構図をもって示していただきたいです。

以上です。

○中国電力（吉岡） 中国電力、吉岡です。

承知いたしました。

○山中委員 そのほかございますか。

○照井審査官 規制庁の照井です。

私から、少し手順のほうで説明をしていただきたい点がありまして、今、今回のパワー

ポイントの資料では具体的な説明がなかったんですけども、先般、柏崎の審査知見の反映ということで、プールの手順に関する事項で、悪影響防止に関する手順というのを追加したという改正をしたんですけども、その手順について御説明いただけますか。

○中国電力（谷浦） 中国電力の谷浦です。

すみません、もう一度、御質問をお願いいたします。

○照井審査官 規制庁の照井です。

燃料プールから発生する水蒸気による悪影響を防止するための対応手順というものを柏崎の知見反映としてプールの手順として新たに技術的能力審査基準を改正しているのですね。それに対応する手順について、説明をしていただきたいということなんですけど。

資料でいうと、1-1-7の中にあると思うんですが。

○中国電力（村上） 中国電力、村上です。

私の記憶が正しければ、多分、大LOCAというか、通常運転中にFPCの水蒸気とかの評価をする話ではなかったのかなと思いますけども、今回は停止中で燃料をプールに持ってきて評価をしているので、多分、御説明するところが別途またということになるかなと思いますけども、私の理解でよろしいでしょうか。

○照井審査官 規制庁の照井です。

想定する事象としては、SBO等が起きて、炉側とSFP側で、両方で同じように、SFP側でいうと冷却機能が喪失しているというような事象を想定したときに、BWRの場合は、燃料プールがリアクタービルにあるので、プールからの水蒸気による影響によって、炉側のSA設備とかに影響があるのではないかというところで、柏崎で審査をして、それを手順として、技術的能力審査基準の1.11の解釈でいうところの2の（b）に追加をしたということで、事象としては、有効性評価で見ている想定事故1、すなわち炉心側から燃料を出した状態ではないんですけども、有効性評価はその事故に対して一番厳しい事故想定を置いてやって評価していくものですから、そういう評価になっていますけど、冷却機能が喪失して水がなくなっていくという状況は、それは、別に有効性評価で見ている状態だけで起きるわけではないわけですね。なので、プール側の手順として追加をしているので、今、有効性評価としては、プールとして、設備手順も含めて見るということで、今回、確認させていただきたいということで、趣旨で御指摘をしたわけですけども。もし、この場ではなくて、別の場、また、例えばプールの設備手順として別途、場を設けてやりたいということであれば、それでも構いませんし、今、この場で説明をできるのであれば、この場で説

明をしていただいても構わないと思っています。

以上です。

○中国電力（森本） 中国電力の森本です。

資料の1-1-7の通し番号でいくと32ページです。PDFでいくと33ページになります。

ここに燃料プールから発生する水蒸気による悪影響を防止するための対応手順ということで、代替交流電源設備を使用した燃料プール冷却系による燃料プールの除熱ということで、詳細な手順を記載しております。

以上です。

○照井審査官 規制庁の照井です。

基本的に代替電源と燃料プール冷却系、これは燃料プール冷却施設だと思うんですけども、最終ヒートシンクとしては、それは既存のものを使うのか、可搬のものを使うのかというのは、どうなっていますでしょうか。

○中国電力（廣井） 中国電力の廣井です。

原子炉補機代替冷却で可搬型設備を使用しまして、海に最終ヒートシンクするような形になっております。

○照井審査官 規制庁の照井です。

設備構成としては、大体理解をしました。その上で、燃料プール冷却系って、これは恐らくDBだと、Sクラスじゃないと思うんですけど、これはSA設備として登録をして、きちんとSA設備としての頑健性を持たせるという理解でよろしいですか。

○中国電力（吉岡） 中国電力、吉岡です。

御指摘どおり、当該設備は設計基準対象施設ではありますが、DB兼SAとしてSAスペックを持たせて確認をして、申請をいたします。

○照井審査官 規制庁の照井です。

内容は理解をしました。

以上です。

○山中委員 そのほか、質問、コメントございますか。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

コメント回答のほうの確認なんですけど、22ページ、コメントNo. 2のところ、SFPの常時監視計器の項目のところなんですけど、パワーポイント22ページで、この計器のリストのところ、水位計として、今回、ガイドパルス式のSAの水位計をつけたというふうに聞い

ているんですが、ここの表でいうと、あまり見えないんですけども、ガイドパルス機能付きのSAの水位計というのは常時監視しないのか。そこを説明してもらえますか。

○中国電力（西村） 中国電力の西村です。

22ページの表でいいますと、備考欄の赤字で書いてあります「燃料プール水位（SA）【新設】」となっておりますのが、ガイドパルス式の水位計になります。赤字で示しているのは、重大事故対処設備となっております。

また、この計器は常時電源が入っておりまして、監視することができる計器となっております。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

備考に入っているので何かわかりづらいんですけども、こちらの監視対象のほうに水位として入れてもらえれば、常時監視しているということが明確になると思いますので、資料の修正をお願いします。

○中国電力（西村） 中国電力の西村です。

承知いたしました。

○義崎管理官補佐 続けてなんですけども、コメントNo.3、次のページなんですけども、こちらは、前回、平成27年の議事録を見たんですけども、そのときにも結構議論されていたので、確認なんですけども。保守的な仮定と非保守的な仮定をそれぞれ仮定した上で、全体として保守的になっていることなんですけども、もう少しわかりやすく説明してもらえませんか。

○中国電力（西村） 中国電力の西村です。

保守的な仮定からまず御説明させていただきますと、保守的な仮定といたしまして、燃料プールの水面や壁面等の放熱を、実際には水面や壁面に熱が逃げていくことになるんですけども、そこを考慮せずに、崩壊熱が全てプールの水温上昇や蒸発に使われるというところが、まず保守的な仮定の一つとしてございます。

もう一つといたしましては、燃料プールの水温の比熱や密度の評価に関して、一番時間を短くするような値を使用することによって、沸騰するまでの時間等を短く評価するというのを仮定として置いております。一方で、非保守的な仮定といたしましては、先ほど神崎のほうから燃料プール水温の非一様性と御説明させていただきましたけれども、実際には、燃料の周りの水が優先して温度上昇することになりますので、そちらの実際には均一ではなくて、プールの中で一様ではないというところが非保守的なものとしております。

ただし、こちらに関しては、温度が上がればプールの中で滞留等が起きますので、それによって、ある程度は緩和はされるものと考えております。

以上です。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

非保守的な仮定を考慮した上でも、保守的のほうが上回っているので、全体としては保守的であるということで、理解してよろしいですか。

○中国電力（西村） 中国電力の西村です。

実際には、この非保守的な仮定のところ自体が、定量的にモデル化してやるというところが難しいところもございますので、その非保守的なものを最大限考慮した結果として、事象発生から沸騰した場合というものを考慮しているという整理でございます。

以上です。

○義崎管理官補佐 規制庁の義崎です。

それは、一番最後の「仮に」のところに書いてあることですよ。わかりました。

以上です。

○山中委員 そのほかいかがですか。

○大類技術参与 規制庁の大類です。

今のページの一番最後の行のところなんですけれども、23ページの。事象発生から2時間30分後までということで、これは燃料プールスプレイ系の可搬型のスプレイノズルを使った場合ですかね。それとも常設型の、どちらのほうの時間のことを言われているんですかね。

○中国電力（西村） 中国電力の西村です。

2時間30分と記載しておりますのは、常設スプレイヘッドを使用した場合の時間になります。

以上です。

○大類技術参与 規制庁の大類です。

そうすると、常設スプレイヘッドは燃料プールの上に常設されているわけで、この場合でいうと、この常設スプレイヘッドを使うときには、プールからの遮蔽というのはあまり関係ないよなというふうに思うんですけど、そういう意味では、ここに置く時間としては、可搬型は遮蔽が必要なわけですよ。そういう意味で、その時間と比較するほうが適切なのかなというふうに思ったんですけど、どうでしょうか。

○中国電力（村上） 中国電力、村上でございます。

遮蔽が維持されるまでの水位と、燃料棒有効長まで到達する、この2点について規制基準のほうで求められていますので、この2点について評価しているところでございます。

以上です。

○大類技術参与 規制庁の大類です。

わかりました。

○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。

確認させていただきたいんですけども、29ページ、異物混入の話なんですけど、これって多分、まとめ資料の資料1-1-3の通しページで、80ページからサイフォンブレイク配管の健全性のところに書いてあるんですけど。まず、こっちのパワポの資料のほうで、地震発生後の運転員の巡視及びカメラを用いた中央制御室からの確認とあるんですけども、カメラでどの程度ズームとして見られるのかというのは、説明いただけます。

今、説明できなければ、またちゃんと今後、示していただければいいんですけど。

それで、この説明を見ていると、巡視しているときに見られますと言っているんですけども、シビアアクシデントが起きているときに、そんなしょっちゅう巡視に行くんですか。

ちなみに、あと、ここは普段の話が書いてあるんですけども、巡視については、1日1回の巡視と言っていますよね。あと、なおかつ、先ほどプールの水が減るところで、10mmの水位まで行くのに大体1.何日と言っていますけれども、タイミングによっては見過ごしちゃうこともあるんじゃないですか。だから、実際は、サイフォンブレイクの配管は水につかっている部分よりも水位が落ちる傾向が見えたら点検に走らすとか、そういうことなんじゃないんでしょうかね。説明が足りていないような気がするんです。あまりにも安直に返し過ぎていて。

さらに言うと、実際に、本当に異物を除去できますと言っているんですけど、これは、プールのところにどうやって、そういう治具もちゃんとあるのかとか含めて、ちゃんと説明していただかないと、何かできるんじゃないと言っているだけの話で、具体的にどうできるのかという説明にはなっていないと思うんですよね。

なので、そこはちゃんと今後、この資料をきっちりと充実させていただくようにしていただきたいと思います。

○中国電力（岩崎） 中国電力、岩崎でございます。

先ほど御指摘いただきました実現性、カメラを用いて実際に浮遊物が確認できるかどうかというところ、また、実際に除去可能であるというところにつきまして、言葉だけではなく、もう少し具体的にお示しさせていただきます。

また、地震発生後の巡視ということでは、地震が発生した場合には、地震発生時の対応要領に従いまして、運転員は現場のパトロールに行くということで、決め事をつくっておきまして、それに従って巡視していくと。また、当然、燃料プールのほうも気になる場所ですね。その場合には、カメラ等での状況も踏まえまして優先して巡視していくということで対応していくことになろうかと考えてございます。

いずれにしても、整理して御説明いたします。

以上でございます。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

よろしいでしょうか。

事業者のほうから何かございます。

○中国電力（北野） 中国電力の北野です。

特にございません。よろしく申し上げます。

○山中委員 それでは、ここで席がえを行います。一旦中断し、10分後、2時45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、資料について、説明を始めてください。

○中国電力（室） 中国電力の室です。

それでは、資料1-2-1、島根原子力発電所2号炉地震による損傷の防止（耐震設計の論点）〔機器・配管系に係る論点のうち原子炉格納容器スタビライザばね定数の変更他〕について、御説明いたします。

1ページのほうを御覧ください。

こちらは目次となっております。下のほうに機器・配管系ということで、今回、九つの論点について御説明させていただきます。

このうち、No.1、2、3については、原子炉建物－大型機器連成解析に係る論点でございまして、こちらは概要に原子炉建物－大型機器連成解析の概要について、まず御説明した

後、各論点について御説明さしあげます。

こちらのほうで、重み付け評価についてですけれども、No. 2の論点Ⅱ-11、原子炉格納容器スタビライザのばね定数の変更については、過去に工認実績がありますが、一部差異があるものとしてB3の評価としてございます。それ以外の論点については、過去に十分な工認実績があり、工認段階への審査とするものとして、D1評価としてございます。また、No. 4～9の論点について、No. 4と8、9については、適用対象がプラントごとに異なるものとなっておりますが、5、6、7については、先行プラントにて標準的に採用されているものということとなっております。

続いて、2ページのほうを御覧ください。

原子炉建物－大型機器連成解析の概要についてです。原子炉建物内のPCV、RPV及びガンマ線遮蔽壁等の大型機器は、建物質量に対し、その質量が比較的大きく、支持構造上からも建物との連成が無視できないため、原子炉建物との連成系で解析するためのモデル（大型機器連成解析モデル）を設定し、地震応答を行います。大型機器連成解析モデルに係る評価フローを下の方にお示ししてございます。こちら、モデルの設定というのが中段にありますけれども、こちら建物諸元、原子炉建物質点質量・剛性、地盤ばね、また、大型機器モデルとしましては、質点質量、ばね定数、断面特性の諸元を設定しまして、こちらモデルに設定いたします。このモデルから、 S_s 、 S_d による大型機器連成解析を行いまして、応答値を算出し、耐震評価を実施するというフローとなっております。

続いて、3ページのほうを御覧ください。

このモデルの設定に当たりまして、原子炉建物、大型機器の諸元に基づき、モデル化いたします。水平方向と鉛直方向のモデル図を下のほうにお示ししております。水平方向についてですけれども、こちら建設時には二つのモデルを使い分けて使用してはいたしましたが、今回は統合モデルとしまして、この図のようなモデルを用いて、地震応答解析を実施いたします。これを論点Ⅱ-13というふうにご設定させていただきます。また、水平方向のモデルについては、ばね定数、各種ばね定数がございますが、その中で、原子炉格納容器スタビライザ及び原子炉圧力容器スタビライザについては、先行機と同様な手法を用いることで、ばね定数を精緻化しておりますので、こちらを論点Ⅱ-11及び論点Ⅱ-13として設定してございます。また、鉛直方向については、鉛直方向の動的地震力の適用に伴いまして、新たに鉛直方向の大型機器連成解析モデルを用いておりますので、こちら論点Ⅱ-14として設定してございます。

続いて、4ページのほうを御覧ください。

ここからは各個別の論点についての説明となります。まず、論点Ⅱ-13、水平方向の原子炉建物—大型機器連成解析モデルの変更（原子炉压力容器スタビライザのばね定数を含む）について、御説明いたします。こちら、重み付け評価はD1として評価してございます。

論点の概要についてですが、二つございまして、水平方向の地震応答解析モデルの変更、RPVスタビライザばね定数算出方法の変更というのがございます。

1番目の水平方向の地震応答解析モデルの変更については、次ページ以降で御説明いたします。

2番目のRPVスタビライザばね定数算出方法の変更についてですが、既工認では、RPVスタビライザの剛性に大きく寄与するロッド、サラバネのみ剛性を考慮しておりましたが、今回工認ではガセット、ヨーク、六角ナット、ワッシャ等の剛性も考慮して、RPVスタビライザのばね定数を算出しております。

先行プラント実績としては、大間1号炉建設工認及び東海第二の新規制工認にて適用例がございまして。

5ページのほうを御覧ください。

水平方向の地震応答解析モデルの変更についてです。下のほうに表でお示ししております建設工認及び今回工認での大型機器連成解析モデルの変更点について、お示ししてございます。

建設工認では、PCV-RPVモデルとして、下のモデル化範囲に示すようなモデルについて、下の解析モデル図のようなモデルを使いまして、評価してございました。もう一方のRPV-Rinモデルとしまして、原子炉建物のうち、PCVについては付加質量として原子炉建物に考慮すること及び炉内構造物、制御棒駆動機構ハウジングを追加したモデルを使用しておりました。今回工認では、モデル化の範囲を一つに統合したモデルを使用しております。

上の文章に行きますけれども、今回工認では建設工認のように設計進捗に応じたモデルの使い分けの必要がないこと及び実機に合わせて構造体をモデル化できることから、PCV-RPV-Rinモデルを水平方向の大型機器連成解析モデルといたします。なお、質点位置、質量、断面特性は、既工認のPCV-RPVモデル及びRPV-Rinモデルと同等であるため、地震応答への影響は十分小さいというふうに考えてございます。

続いて、6ページのほうを御覧ください。

6ページからは、RPVスタビライザのばね定数算出方法の変更について、御説明いたしま

す。まず、RPVスタビライザの構成についてです。下の全体模式図及びPCV平面図にお示ししているとおり、RPVスタビライザはガンマ線遮蔽壁頂部に円周状に8カ所設置され、下のRPVスタビライザ分解図にお示ししているとおり、RPV付属構造物であるスタビライザブラケットをあらかじめ初期締付荷重を与えたサラバネを介して両側から挟み込む構造となっております。地震時の水平方向荷重をガンマ線遮蔽壁へ伝達する機能を有しております。

7ページのほうを御覧ください。

既工認との変更点について、こちらに表でお示ししてございます。既工認、今回工認とも計算方法として、各部材の剛性を直列ばねとして合成した理論式を使うことについては、こちらは変更はございません。評価部材として、今、赤枠で囲っている部分が評価部材となりますが、既工認では、ロット、サラバネのみを考慮していたのに対し、今回工認ではロット、サラバネ以外の部材についても、評価部材として考慮してございます。これによって、ばね定数としては、こちらの下に記載のとおりとなっております。

8ページのほうを御覧ください。

既工認におけるばね定数算出方法についてです。先ほど御説明しましたとおり、ロット、サラバネを評価部材と考えまして、右にお示しします既工認におけるばね定数算出モデルを用います。このばね定数算出モデルの中で、スタビライザブラケットが真ん中から荷重Pを与えますので、これをPとして記載してございます。

ここで、RPVスタビライザ1基の片側分のばね定数を ($K_{1\text{half}}$) と定義しまして、サラバネ、ロットのばね定数を直列ばねで定義しまして、(1)式のとおりとなります。また、これを両側分のばね定数 (K_1) を片側分のばね定数 ($K_{1\text{half}}$) の並列ばねで定義しまして、(2)のとおりとなります。

9ページのほうを御覧ください。

RPVスタビライザ8基分の全体でのばね定数 (K) について、御説明いたします。こちら荷重-変位の関係から算出いたします。右の図の水平荷重の分配図を御覧ください。こちらは8基のRPVについて、模式的に表したものとなっております。この 180° から 0° の方向に白抜き矢印がございすけれども、こちらRPVスタビライザの強制変位 x を考える方向となっております。続きまして、 90° 、 270° のところに W_1 という荷重がありまして、こちらは強制変位 x と同じ方向に受けるスタビライザの荷重となっております。続きまして、 45° の方向に黄色い矢印がございすけれども、こちら拡大図を御覧ください。こちらのところで、 W_2' といって円周方向に受ける荷重を表してございます。こちらの表式は左側の

(3) の式で表しているものとなっております。こちらを強制変位 x の方向に荷重を分解しまして、その荷重を W_2 といたしまして、こちらは W_2 として (4) 式のように表されます。また、 180° 、 0° のところにもスタビライザを設置しておりますが、こちらは鉛直方向に荷重を受けませんので、こちら荷重の矢印はございません。

ここから、全体荷重 W を算出するに当たりまして、 W_1 の二つの荷重及び W_2 の黄色で矢印で示した四つの荷重によりまして算出しまして、RPVスタビライザ1基分のばね定数 (K_1) をもとに、こちら全体のばね定数 (K) を算出すると、(5) のとおり、 $K=4K_1$ という関係式が成り立ちます。これによって、既工認でばね定数では $9.6 \times 10^6 \text{kN/m}$ という値が得られます。

続いて、10ページのほうを御覧ください。

10ページでは、今回工認におけるばね定数の算出方法について、お示ししてございます。

既工認と異なるところとして、ロット、サラバネ以外の部材について、評価をしております。算出モデルについての考え方については、真ん中から荷重 P を受け、両側のばねで受けるということは、考え方としては変わりございません。RPVスタビライザ1基の片側分のばね定数を直列ばねで定義しまして、(3)、(4) のように表します。

11ページのほうを御覧ください。

片側分のばね定数の並列ばね及びガンマ線遮蔽壁ブラケット及びシムの直列ばねから式(5) のとおり算出しまして、8基分全体でのばね定数としては式(6) のとおりとなります。これによりまして、今回工認では、ばね定数として $6.8 \times 10^6 \text{kN/m}$ となります。

続きまして、12ページのほうを御覧ください。論点Ⅱ-11、原子炉格納容器スタビライザばね定数の変更についてです。こちらは論点の重み付け評価はB3としてございます。

論点の概要の説明となります。PCVスタビライザのばね定数について、既工認では、PCVスタビライザの剛性に最も大きく寄与するパイプをモデル化対象として、1対のパイプの荷重-変位関係により、ばね定数を算定してございました。今回工認では、PCVスタビライザのばね定数について、取り合い部であるガセットプレート及び内側シャラグについてもモデル化対象に含めまして、全体系モデルによるFEM解析を適用しまして、より実現象に即したばね定数を算定しております。

こちらは、先行プラントの実績としては、東海第二のPCVスタビライザでのばね定数の算定について実績がありまして、また、大間1号炉の制御棒駆動機構ハウジングレストレントビームのばね定数の算出において同手法の工認実績がございました。

13ページを御覧ください。

PCVスタビライザの構成についてです。下の原子炉建物全体模式図及びPCV平面図でお示ししているとおり、PCVスタビライザはガンマ線遮蔽壁外側上部に溶接で固定されたトラス状の構造物であり、多角形配置のシヤラグを介してガンマ線遮蔽壁に作用する水平地震荷重をPCVに伝達する機能を有してございます。下のPCVスタビライザ構造図にお示ししているとおり、構成部材としては、円筒形状のパイプ、ガンマ線遮蔽壁との取り合い部であるガセットプレート及びPCVとの取り合い部である内側シヤラグからなります。

14ページを御覧ください。

既工認との変更点についてお示ししております。既工認では、下の図に示すとおり、PCVスタビライザの剛性に寄与するパイプをモデル化対象としまして、1対のトラスの荷重－変位関係により、ばね定数を算出しておりました。今回工認では、下の星形のモデルでお示ししているとおり、パイプに加えまして、取り合い部のガセットプレート及び内側シヤラグについてもモデル化対象に含め、最新の許認可手法に合わせて全体系モデルによるFEM解析を適用しまして、より実現象に即したばね定数を算定してございます。

ばね定数としては、こちら既工認、今回工認、下に記載のとおりとなっております。

15ページを御覧ください。

計算モデルの範囲についてです。下にお示ししておる算出モデルのとおり、PCVスタビライザのうち、1対のトラス（パイプ2本）についてモデル化いたします。

16ページを御覧ください。

先ほどのモデル図をもとに、右の図でお示ししているとおり、荷重 W を加えたときのトラスの荷重方向の変位を δ と想定した状況を考えます。このとき、パイプの断面剛性を設定したトラスに水平方向の荷重 W による変位量 δ が生じますので、1対のトラスにおける荷重－変位の関係として、下の左の(1)式のとおり算出されます。ここから1対のトラスにおけるばね定数(K_1)については、(2)式のとおり表されます。ここから、PCVスタビライザ全体でのばね定数(K)については、(3)式のとおり算出されます。ここから既工認として、ばね定数は $5.3 \times 10^6 \text{kN/m}$ となります。

17ページのほうを御覧ください。

今回工認におけるばね定数の算出方法について、御説明いたします。モデル化範囲としては、今回工認では、下の右側の星形の図でお示ししているとおり、PCVスタビライザの構成部材であるパイプのほかに、既工認で剛性を考慮しておりませんでした取り合い部の

ガセットプレート及び内側シヤラグについて、360° 全体でモデル化しております。

18ページのほうを御覧ください。

解析モデルについてです。先ほど御説明したとおり、拡大図でお示ししておりますが、パイプは断面特性を考慮したビーム要素、ガセットプレート及び内側シヤラグはシェル要素によりモデル化してございます。

19ページのほうを御覧ください。

解析条件について御説明します。まず、ガンマ線遮蔽壁とガセットプレートの境界条件については、下の左の図でお示ししているとおり、モデル図の中心を赤く示しておりますこちらのほうで、モデル中心と剛体結合というふうにしてございます。内側シヤラグとPCVとの境界条件についてですが、まずシヤラグについては、PCVの径方向と鉛直方向の熱伸びを吸収する設計思想としておりますので、右下の内側シヤラグ取付拡大図を御覧ください。こちらのほうでメイルシヤラグ、フィメールシヤラグは嵌め合い構造となっております。このことによりまして、解析条件として、円筒座標系のR方向及び鉛直方向（Z方向）は拘束しないで、 θ 方向のみ拘束するという境界条件を与えております。また、下の図の青矢印で示しておりますとおり、剛体結合されたモデル中心に強制変位を負荷してございます。なお、周方向に等間隔で設置されたPCVスタビライザ8基で荷重を負担するため、ばね定数は強制変位を負荷する方向によらず一定の値となります。

20ページを御覧ください。

解析結果についてです。強制変位を負荷した際の変形図を下にお示ししております。変形前の形状を赤、変形後の形状を黒としてございます。前のページで御説明したとおり、強制変位の方法として、この青矢印でお示ししております、1mmの変位を加えます。荷重は剛体結合されたモデル中心の反力として算出してしております。解析結果から得ました荷重－変位関係から、PCVスタビライザのばね定数は $3.5 \times 10^6 \text{kN/m}$ となります。

21ページのほうを御覧ください。

既工認と比べて今回工認のばね定数が小さくなった要因について、分析してございます。下のほうにモデル図を三つお示ししてございます。右側の参考モデルについて御説明します。参考モデルについては、今回工認のFEMモデルから変更したところがございまして、こちらの青い丸で囲んだところ、こちらのシヤラグについては、強制変位、青矢印で示した方向に直交するシヤラグ2カ所のみを θ 拘束することとしまして、それ以外の6カ所については、 θ 方向はフリーというふうにしております。これによって、このモデルによって

得られたFEM解析結果は、トラス2対分のばね定数に相当することから、これを2倍しまして、全体のばね定数を算出しました。ばね定数としては、それぞれのモデルで下に記載のとおりとなります。この算出されました値から、参考モデルで求めたばね定数と今回工認のばね定数は概ね一致していることから、今回工認のモデルと参考モデルに共通するモデル化対象の見直しとして、ガセットプレート及び内側シヤラグをシェル要素でモデル化して、その剛性を考慮したことが、PCVスタビライザ全体としてのばね定数が低減した主な要因というふうに考えております。

以上が論点Ⅱ-11についての説明となります。

続きまして、22ページのほうを御覧ください。

論点Ⅱ-14、鉛直方向応答解析モデルの追加についてです。論点の重み付け評価はD1としてございます。論点に係る概要については、次ページで御説明いたします。先行プラントの実績として、大間1号炉建設工認や東海第二の新規制審査での適用例がございます。

23ページのほうを御覧ください。

下のほうにモデル図をお示ししております。既工認では、鉛直方向について静的震度による地震荷重を算定しておりましたが、今回工認では、新たに鉛直方向の動的地震力に対する考慮が必要となったことから、鉛直方向についても水平方向と同様に動的地震力の算定を行います。鉛直方向の地震応答解析モデルについては、鉛直方向の各応力評価点における軸力を算定するため、従来の水平方向モデルをベースに新たに多質点モデルを作成いたしました。

以上で、大型機器連成解析モデルの変更に関わる三つの論点に関する説明を終わります。

24ページのほうを御覧ください。

論点Ⅱ-12、容器等の応力解析へのFEMモデルの適用についてです。こちら、論点の重み付け評価D1としてございます。

論点の概要ですけれども、既工認において、公式等による評価にて耐震計算を実施していた設備について、至近の既工認の適用実績を踏まえて、3次元FEMモデルを適用した耐震評価を実施いたします。主な適用対象設備については、ディーゼル燃料デイトンク等の容器形状のもの、原子炉格納容器ベント管等のPCVベント系のもの及び原子力格納容器電気配線貫通部となっております。

先行プラント実績としては、FEM適用対象設備は異なりますが、大間1号炉建設工認や東海第二の新規制審査での適用例がございます。

25ページのほうを御覧ください。

容器等へのFEMモデルの適用についてです。こちらディーゼル発電機の付属設備について、公式等による計算では許容値を超える見込みでありましたので、精緻な評価を行うため、FEMモデルを適用いたします。下のモデル図に示しますとおり、胴板及び脚部の実機形状をシェル要素について模擬し、設計・建設規格等に基づく材料諸元を与えてモデル化いたしております。

26ページのほうについては、ベント系についてのFEMモデルをお示ししております。モデル化の範囲は、構造の対称性を考慮して、180°としております。また、形状不連続部についてはシェル要素でモデル化し、そのほかをビーム要素でモデル化してございます。

27ページのほうを御覧ください。

こちらでは、下のほうにモデル図をお示ししております。原子炉格納容器電気配線貫通部の実機形状をシェル要素にて模擬しております。

28ページのほうを御覧ください。

論点Ⅱ-15、鉛直方向の減衰定数の考慮についてです。論点の重み付け評価はD1としてございます。

論点の概要としまして、今回工認では、鉛直方向の動的地震力を適用することに伴い、鉛直方向の設計用減衰定数を新たに設定しました。鉛直方向の設計用減衰定数は、基本的に水平方向と同様といたします。ただし、電気盤や燃料集合体等の鉛直地震動に対し、剛体挙動に対する設備は1.0%といたします。また、原子炉建物天井クレーン、燃料取替機及び配管系については、既往試験等によって確認されている値を用います。

こちら先行プラント実績として、大間1号炉建設工認や東海第二の新規制工認での適用例がございます。

29ページを御覧ください。

29ページでは、前のページの説明について表で整理したものとなっております。

30ページを御覧ください。

論点Ⅱ-16、最新知見として得られた減衰定数の採用についてです。論点の重み付け評価としてはD1としてございます。

論点に係る概要ですけれども、電共研での振動試験結果を踏まえまして設定した減衰定数を最新知見として反映してございます。概要については、次ページ以降で御説明いたします。

こちら先行プラントの実績として、大間1号炉建設工認や東海第二の新規制工認での適用例がございます。

31ページのほうを御覧ください。

2ポツのほうですけれども、電共研での振動試験の結果、原子炉建物天井クレーンの減衰定数について、水平・鉛直ともに2%、燃料取替機については、水平2%、トロリ位置が中央部にある場合は鉛直2%、トロリ位置が端部にある場合は、鉛直1.5%を設定いたします。こちら、今、御説明した内容を下のほうで表にて整理してございます。

32ページを御覧ください。

配管系についてです。まず、Uボルト支持配管系については、設計用減衰定数として2%を設定いたします。また、保温材を設置した配管系については、無機多孔質保温材がある場合は、保温材なしの場合に比べまして、減衰定数1%を付加いたします。また、金属保温材が施工されている場合は、施工されている配管長さが配管全長に対して40%以下の場合は1%を付加し、配管全長に対して40%を超える場合は0.5%を付加いたします。下のほうで表でお示ししてございます。

33ページのほうを御覧ください。

論点Ⅱ-17、水平方向と鉛直方向の二乗和平方根（SRSS）法による組合せについてです。こちらは、論点の重み付けとしてはD1としてございます。論点の概要については、次ページで御説明いたします。先行プラント実績として、大間1号炉建設工認や東海第二の新規制審査での適用例がございます。

34ページのほうを御覧ください。

今回工認では、これまで静的な取扱いのみであった鉛直方向の地震力について、動的な地震力を考慮することに伴い、水平方向及び鉛直方向ともに動的な地震力での評価となりましたので、方向ごとの最大加速度の生起時刻に差があるという実挙動、時間的な概念を踏まえまして、二乗和平方根（SRSS）法による組合せを適用いたします。下のほうにSRSS法の表式をお示ししております。また、なお、静的地震力による荷重の組合せについては、従来どおり絶対値和法を用いて評価を行います。こちらも下のほうで、式でお示ししてございます。

35ページのほうを御覧ください。

論点Ⅱ-19、立形ポンプの応答解析モデルの精緻化についてです。論点の重み付け評価はD1としてございます。論点の概要については、次ページで御説明いたします。

先行プラント実績として、大間1号炉建設工認や東海第二の新規制審査での適用例がございます。

36ページを御覧ください。

残留熱除去ポンプを例に、既工認と今回工認での立形ポンプの応答解析モデルを下の図にお示ししております。既工認では、実機構造を踏まえた振動特性とするため、設備の寸法、質量情報に基づきまして、主要部を相互にばね等で接続した多質点モデルを構築してございました。今回工認では、最新知見に基づきましてモデル化を行うという観点から、青字の部分、JEAG4601-1991追補版に基づきまして、フランジ部分の剛性を回転ばねとして考慮してございます。また、赤字の部分で、UD方向の動的地震力を適用することに伴いまして、鉛直方向の固有周期を算出するために、鉛直ばねを2カ所で考慮してございます。

37ページのほうを御覧ください。

論点Ⅱ-21、等価繰返し回数の設定についてです。論点の重み付け評価としてはD1として評価してございます。

こちらは基準地震動の変更に伴いまして、機器配管系の耐震評価における疲労評価に用いる等価繰返し回数の見直しを行うこととしております。また、平成31年4月9日第701回審査会合における指摘事項として、「機器・配管系の地震等価繰返し回数の設定については、論点として抽出した上で、既工認、他プラントとの比較の観点から重み付けを行い、その結果を説明すること」と御指摘いただきました。本論点については、こちらの回答とさせていただきます。

先行プラント実績としては、大間1号炉建設工認や東海第二の新規制審査での適用例がございます。

38ページのほうを御覧ください。

島根2号炉の耐震評価における疲労評価では、JEAG4601-1987の手順のうち、等価繰返し回数を用いた評価を行う方針としております。今回工認で用いる等価繰返し回数は、JEAG4601のピーク応力法に基づきまして算定いたします。等価繰返し回数は、設備のピーク応力等によって値が異なるため、保守性を持たせた「一律に設定する等価繰返し回数」を用いることを基本といたします。ただし、以下の設備については、「個別に設定する等価繰返し回数」を用います。原子炉建物以外に設置される設備、減衰定数が0.5%の設備、ピーク応力が 150kg/mm^2 を超える設備、疲労評価の精緻化が必要な設備です。また、等価繰返し回数の算定では、「昭和55年度耐震設計の標準化に関する調査報告書」を算定方法

の参考といたします。等価繰返し回数については、詳細設計段階で設定いたします。ただし、暫定的に一律に設定する等価繰返し回数を使用する場合は、Ssで150回、Sdで300回を適用することとします。

今、御説明した内容を右のフローでお示ししてございます。

39ページをお願いいたします。

39ページのほうでは、島根2号炉と標準化報告書における等価繰返し回数の算定条件について、表形式でお示ししてございます。

以上で、本日、御説明を予定しておりました機器配管系の九つの論点に関する説明を終わらせていただきます。

○山中委員 それでは、質疑に入ります。

質問、コメントございますか。

○津金審査官 規制庁、津金です。

パワーポイント5ページなんですけれども、今回、水平方向の原子炉建物ー大型機器連成モデルの変更を考えているという説明がありましたけれども、今回、用いる原子炉格納容器ー原子炉压力容器ー炉内構造物モデルによる格納容器ですとか、压力容器等の固有周期及び応答値について、建設工認で用いていた格納容器ー压力容器モデルによる解析結果との比較・考察を詳細設計の段階できちんと説明していただきたいと思いますが、いかがでしょうか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

ただいま御指摘いただきましたように、従来の建設工認モデルと今回工認モデルでの比較は、詳細設計段階でさせていただきたいと思います。参考に、例えば、压力容器の固有周期ですと、ばね定数とかもあわせて書いておりますけど、数%程度の変動、変化になっておりますので、さほど大きな変化はないと考えております。

以上です。

○山中委員 そのほかいかがですか。

○植木審査官 規制庁の植木です。

7ページをお願いします。

压力容器スタビライザのばね定数の変更に関してですが、このページに示されていますように、既工認はロットとサラバネを主たる支持部材と考えて、ばね定数を出していました。今回工認では、それに加えて、ほかの部材も考慮して、ばね定数を出しますと。その

結果、ばね定数としては、3割程度低減しているという結果になっています。この低減した理由としては、ほかの部材を考慮して、主に直列ばねで足し合わせているので、ばね定数が下がっていると思うんですけども、どの部材がその低減に寄与しているかというの
はわかりますか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

個々のKの値はあるので、その値の大きさに応じて寄与していることになると思います
けども、この場で、これが特にというのは申し上げられませんので、確認して御回答した
いと思います。

○植木審査官 規制庁、植木です。

それぞれの部材のばね定数を提示していただいて、算出過程ですね、それでどの部材が
効いているかというのを示していただきたいというふうに思います。

以上です。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

はい。了解いたしました。

○山中委員 そのほかございますか。

○山浦技術参与 規制庁の山浦です。

パワーポイントの14ページをお願いいたします。

スタビライザのばね定数についてなんですけども、既工認と今回工認を比べると、今回
工認のほうが3分の2ぐらいに低減しています。算出方法を考えてみますと、既工認の場合
はパイプをトラス要素として見えていますけども、今回のFEMモデルでは、パイプの両端の
ガセットプレートとかシヤラグとの接続が多分、はっきり書いていませんけども、剛接合、
モーメント固定だというふうに考えられます。したがって、今回工認のモデルでは、
パイプに剪断力や曲げモーメントがかかりますので、剛性の変化が考えられるというふう
に思われます。

事業者のほうでは、パワーポイントの21ページで、参考モデルとして、今回モデルと今
回モデルの θ 方向の固定を変えたものを検討していますけども、これ自体が既工認モデル
と今回モデルとのばね定数の差異の説明にはなりませんので、先ほど申しましたように、
既工認モデルでは、パイプをトラスとして扱って、今回は剛接合というふうにして扱って
いる、この違いについても十分考察して、今回のモデルのばね定数の妥当性について、説
明していただきたいと思います。

いかがでしょうか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

確認させていただきますけども、既工認モデルでは、パイプの軸方向の圧縮と伸びのその剛性のみを考えるトラスモデルとしてのばね定数を算出しておりまして、その端部については剛体としております。

まず、それを今回ではガセットプレートとシヤラグ部分をFEMでモデル化したので、その剛性も入って、剛性が低下しております。主にそのこの部分の効果が大きいと考えていまして、既工認モデルの5.3と参考モデルの3.9が大きく変わっていますので、そこで大きくばね定数が変わっている。3.5から3.9への変更は、全体をモデル化するか、一つ単品の1対のトラスをモデル化するかという違いと考えております。

以上が基本的な認識となっておりますけど、認識は合っているでしょうか。

○山浦技術参与 既工認モデルでは、パイプをトラスとして扱っているということなので、両端はピンのような形になっているかなというふうに思っておりましたけども、今おっしゃったのは、パイプの両端はモーメント固定ということなんですか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

ピンだと、かなり逆にやわらかくなるはずで、ここは、この角度は固定されて、軸方向のみ伸びたり縮んだりとするモデル化にトラスの考え方でやっておりまして、したがって、比較的高い値になっており、今回はそのリジッドだとして扱っていた部分を実態に即して、構造に即して、FEMでモデル化したので、そのばね定数が入ったため、全体としてばね定数が低下しております。

○山浦技術参与 規制庁の山浦です。

じゃあ、その場合に、パワーポイントの16ページで、既工認モデルの変位の算出式がありますけども、これではモーメント固定という効果は入っているのでしょうか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

この式は、トラスパイプの、右側にあります図でLと書いておりますけど、そのLの伸び縮みだけを考慮しておりまして、この θ の変化はないというふうなモデル化理論式になっておりますので、角度は固定になっております。

○山浦技術参与 その付近のところがよくわからないのと、それから、既工認モデルと今回モデルで3割も違うということについて、この21ページの θ 方向のばね固定、両方とも今回モデルを使って、 θ だけを固定を変えて、まあまあこれで合っているんじゃないかと

というのは結論を急ぎ過ぎと思いますので、もう一回、既工認モデルと今回モデルの剛性の出し方全体を比較して、この妥当性を説明していただきたいと思います。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

今回やった計算と、建設時の工認の違いをもう少し詳細に丁寧に比較した形で、御説明させていただきたいと思います。

以上です。

○山浦技術参与 規制庁の山浦です。

了解いたしました。

私からは以上です。

○山中委員 そのほかいかがでしょうか。

○津金審査官 規制庁、津金です。

今、説明のあったパワーポイント21ページのところで、今回工認モデルと参考モデルというので比較しているんですけども、今回工認モデルとしたものと参考モデルとしているものの違いについて、もう少し詳しく説明してもらえますか。

○中国電力（田村） 中国電力、田村です。

ここの参考モデルが図からはわかりにくいので、丁寧に御説明させていただきます。

参考モデルのところに、トラスは8対ありますけども、変位を与える方向と直角の方向の青丸がある二つだけのシヤラグが機能するようにしておりまして、その他は、モデル上は絵が描いてあるんですけども、それは、ばねはないというふうな扱いにしておるモデルです。

したがいまして、荷重変位を与える方向と直交するトラス、斜め方向に、荷重の入り方が複雑な入り方になりますので、単純に荷重が伝わるトラスだけを機能する形にして、ばね定数を算出しておりまして、ですので、ばね定数が同じであれば既工認モデルの2倍のばね定数になるはずですけども、それを比べやすいように8個のトラスに換算した形で比較しております。

以上です。

○津金審査官 規制庁、津金です。

今、違いについて説明していただいた分ですけども、基本的に今回、工認モデルと参考モデルというのは、どちらも全体系でモデルを構築して解析されていて、にもかかわらず、多少、数字に変化があるという、ばね定数に違いがあると。今の御説明だと、参考モ

デルのほうは、直交方向、荷重のかかる直交方向2カ所のみ拘束しておいて、今回工認モデルは、逆に8カ所を拘束している。

傾向としては、8カ所拘束しているほうが、ばね定数が大きく出るような印象もあるんですけど、参考モデルと今回工認モデルで、この差が出た点については、どのように考えているか説明してください。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

参考モデルのほうを見ていただきますと、ガセットのところは、二つトラス、パイプを出していますので、双方から荷重を受けたり、引っ張ったりされるようになります。一つのガセットが。

したがいまして、そこで全体モデルのほうでは、一つのトラスでは押さえられない挙動が発生して、その荷重のかかり方が片一方から押されて、片一方は引っ張られるという、そういう効果が出たことによって、参考モデルから、さらにやわらかくなっていると考えておりますけども、そこらがもう少しわかるようになるように、もう少し分析して、お示ししたいと考えます。

○津金審査官 規制庁、津金です。

先ほどの山浦の質問と重なる部分もありますので、詳細なところを改めて説明していただきたいと思います。

以上です。

○山中委員 よろしく申し上げます。

いかがでしょう。

○植木審査官 規制庁の植木です。

今、出ました格納容器スタビライザと、先ほどの圧力容器スタビライザ、二つとも、ばね定数がかなり有意に既工認から、建設工認から変わっているという結果になっています。

パワーポイントの6ページを見ていただいて、この図で圧力容器を支持する原子力圧力容器スタビライザと格納容器スタビライザ、遮蔽壁の上にある二つのばねですね、この二つのばねが結構有意に変わっているということで、圧力容器系の応答とか、固有周期がかなり変わってくると思います。これに関して、結果にどのように効くかということについて示していただきたいと思います。

先ほど詳細設計段階という話がありましたけれども、現段階でいろいろ確認もされていると思いますので、それを示していただくことはできないでしょうか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

先ほども少し申し上げましたが、建設時工認と今回工認での固有周期の比較はしておりますので、それで、先ほど申し上げましたように数%と、上のばね定数は、特に格納容器スタビライザでは6割程度と変わっておりますけれども、圧力容器はこの上部だけでなく、下部スカート部でも支持されておりますので、そこらもあって、上のばね定数の影響だけで固有周期が決まるわけではございませんので、結果的には数%になっておりますので、建設時工認との比較で、固有周期の比較等をさせていただきたいと思います。

○植木審査官 規制庁の植木です。

固有周期と、あと暫定地震動でもいいんですけども、応答、圧力容器とか炉内構造物の応答値がどれぐらい変わっているか。あと、スタビライザのばね反力とか、その辺の例示でいいので、示してください。どうでしょうか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

了解いたしました。

○植木審査官 規制庁の植木です。

趣旨としては、個別機器の耐震計算のやり方であれば、それほど影響範囲は大きくないんですけども、この建屋との連成系の地震応答解析モデルに関しては、影響範囲がこの結果が変わってくると、計算書に影響する範囲もかなり大きいので、設置許可段階でも少し詳しく確認させていただきたいという趣旨です。

次に、パワーポイントの25ページをお願いします。容器へのFEMモデルの適用ということですけども、これは評価部位としては、適用部位としては、脚と容器への脚の付け根というふうに考えていいですか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

はい。御指摘のとおり、胴板と脚の付け根部の評価になります。

○植木審査官 規制庁、植木です。

まとめ資料のほうを見ますと、適用部位はそういうふうには書いてあるんですけども、このモデルを使って、例えば脚とか、基礎ボルトの応力に関しては、このモデルを使わないで、従来の方法を使うという意味でしょうか。その辺がわからなかったんですけども。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

基本的には、胴板の部分になりますけれども、そこ以外の部分についての荷重を従来のやり方で出すか、こちらでやるかは、詳細設計段階で決めたいと考えておりましたので、ま

た検討して御回答させてください。

○植木審査官 規制庁、植木です。

それと、先ほど脚の容器、付け根部ということだったんですけれども、これは詳細設計段階で構わないんですけれども、従来のバイラードによる方法と、今回のFEMによる評価の条件とか結果の比較とか考察、これについて、詳細設計段階で実施していただきたいと思います。いかがでしょうか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

従来手法、バイラードのやり方と結果の比較については、詳細設計段階でお示ししたいと考えます。

○植木審査官 規制庁、植木です。

以上です。

○山中委員 そのほかいかがでしょうか。

○山浦技術参与 規制庁の山浦です。

パワーポイントの27ページをお願いします。

ここで、電線貫通部にFEMモデルを適用するというふうに記載されていますけれども、同じような構造として配管貫通部がありますけれども、配管貫通部の強度評価はどういう方法を使うのでしょうか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

配管貫通部については、現在のところ、従来どおり、バイラードを用いて計算することを考えております。

以上です。

○山浦技術参与 規制庁の山浦です。

配管貫通部にバイラードを適用することなんですけれども、適用性について、シェルパラメータなどでいろいろ制限がありますので、その付近をちゃんと適用できるということを詳細設計段階で説明をお願いいたしたいと思います。いかがでしょうか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

了解いたしました。

バイラードで適用範囲があることは承知しておりますので、その適用範囲であることをお示しした上で用いたいと考えます。

以上です。

○山浦技術参与 規制庁の山浦です。

了解いたしました。

私からは以上です。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○植木審査官 規制庁、植木です。

パワーポイントの36ページの立形ポンプのモデルについて、確認させてください。

これの右側にある鉛直ばねが上のほうにありますけれども、この鉛直ばねはどのように算出するか、説明してください。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

ここの当該部位のケーシングの部分をモデル化して、ばね定数を算出しておりますけれども、詳細は、詳細設計段階か、また別途御説明させていただきたいと思います。

以上です。

○植木審査官 規制庁、植木です。

ここは、ローターとケーシングをつなぐ鉛直ばねですので、軸受とか、軸受の支持部材のばね定数、そういうものを考慮するのではないかというふうに考えていますけれども。

この辺については、現状、JEAGの1991年版には、この鉛直ばねの記載については示されていませんので、これは詳細設計段階で示していただきたいと思います。

以上です。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

御指摘のとおり、今のJEAGは水平方向のモデル化しかありませんので、鉛直方向のモデル化の仕方については、詳細設計段階で丁寧に算出根拠等を含めて御説明させていただきます。

以上です。

○山中委員 そのほかいかがですか。

○津金審査官 規制庁、津金です。

37ページになります。

等価繰返し回数の設定なんですけれども、先ほどの38ページのほうにもありますが、実際、等価繰返し回数の設定については、詳細設計段階で行うということで、暫定値としては、今、ここに示されているとおりなんですけれども。回数設定根拠ですとか、回数の妥当性について、共通で使うものと個別に使うものと、それぞれについて、詳細設計段階

で丁寧に説明していただきたいと思います。いかがでしょうか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

現在、お示ししております方針に従って設定いたしますけど、その詳細については、いろんなフロアや減衰によって値が異なってまいりますので、150と300と、今、暫定的に決めておりますけども、それで網羅されることをお示しさせていただきます。

以上です。

○山中委員 そのほかいかがですか。

2種類のスタビライザについて、ばね定数の見直しをされた。基本的な構造がほとんど変わらない状態で、3分の2ほど低下をしたという、この点は、私も少し気になるところでございます。要因について御説明いただくのと、影響はそれほど大きくないというお話が少しあったかと思うんですが、全体の応答への影響についても、今後、検討して説明していただければと思います。

そのほかのコメントについても、よろしくお願いたします。

何かございますでしょうか。

○中国電力（北野） 中国電力の北野でございます。

御指摘の点につきましては、再度評価しまして、整理して御説明させていただきます。

ほかには特にございませぬ。

○山中委員 あとは、よろしいでしょうか。

それでは、本日予定していた議題は以上でございます。

今後の審査会合の予定については、10月11日金曜日に地震・津波関係（非公開・公開）の会合を予定しております。

第781回審査会合を閉会いたします。