

# 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

## 第839回

令和2年2月25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839回 議事録

1. 日時

令和2年2月25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  
名倉 繁樹 安全管理調査官  
江寄 順一 企画調査官  
植木 孝 主任安全審査官  
宇田川 誠 主任安全審査官  
千明 一生 主任安全審査官  
津金 秀樹 主任安全審査官  
服部 正博 主任安全審査官  
羽場崎 淳 主任安全審査官  
照井 裕之 安全審査官  
寺垣 俊男 技術研究調査官  
日南川 裕一 技術参与

中国電力株式会社

北野 立夫 常務執行役員 電源事業本部 副本部長  
山田 恭平 執行役員 電源事業本部 部長(電源土木)

谷浦 亘	電源事業本部	担当部長(原子力管理)
吉次 真一	電源事業本部	マネージャー(耐震設計土木)
家島 大輔	電源事業本部	担当課長(安全審査土木)
高松 賢一	電源事業本部	副長(耐震設計土木)
徳納 新也	電源事業本部	担当(耐震設計土木)

#### 4. 議題

- (1) 中国電力(株) 島根原子力発電所2号炉の設計基準への適合性について
- (2) その他

#### 5. 配付資料

資料1-1	島根原子力発電所2号炉	津波による損傷の防止	論点3	防波壁の設計方針について(コメント回答)
資料1-2	島根原子力発電所2号炉	防波壁の構造成立性評価結果について		
資料1-3	島根原子力発電所2号炉	審査会合における指摘事項に対する回答一覧表(第5条, 第40条(津波による損傷の防止))		
資料1-4	島根原子力発電所2号炉	津波による損傷の防止		

#### 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839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お願いします。

○中国電力(北野) 中国電力の北野でございます。

本日は、津波による損傷防止のうち、防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果につきまして、二つのパートに分けて御説明し、都度、御質問等をお受けいたします。よろしくをお願いします。

それでは、電源事業本部の徳納のほうから御説明をさせていただきます。

○中国電力（徳納） 資料1-1「島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止 論点3 防波壁の設計方針について（コメント回答資料）」を中国電力の徳納が御説明をさせていただきます。説明に当たりましては、前回審査会合でいただきましたコメントを踏まえて資料を追加した内容について、主に御説明をさせていただきます。

1ページをお願いいたします。1ページ～4ページまで審査会合でいただきました指摘事項と回答のページを記載しております。

5ページをお願いいたします。5ページ～10ページには、これまで審査会合でいただきましたコメントと、その回答内容について記載しております。審査会合におけるコメントを踏まえまして、これまでお示ししておりました設計方針の内容を拡充し、また構造成立性検討結果の資料を作成いたしましたので、こちらについては資料1-2において御説明をさせていただきます。

11ページをお願いいたします。こちらでは目次をお示ししておきまして、こちらに示す章立てで御説明をさせていただきます。

19ページをお願いいたします。ここでは防波壁（多重鋼管杭式擁壁）と、それに関連する施設等について平面図をお示ししております。前回会合で頂いたコメントを踏まえまして、防波壁の構造形状、杭の配置状況、防波扉等の附属施設位置、目地の位置、防波壁と護岸の位置関係、改良地盤位置が分かる平面図をお示ししております。以降、鋼管杭式逆T擁壁、波返重力擁壁についても同様にお示ししております。

24ページをお願いいたします。ここでは防波壁（多重鋼管杭式擁壁）を構成する評価対象部位の役割及び施設の範囲をお示ししておりますが、こちらについては後ほど4章において詳細に説明させていただきます。以降、鋼管杭式逆T擁壁、波返重力擁壁についても同様にお示ししております。

41ページをお願いいたします。ここでは1号放水連絡通路坑口部の構造概要をお示ししております。前回会合におきまして、既設の連絡通路坑口部と扉体支持コンクリートとの位置関係、既設の連絡通路と岩盤との位置関係を明確にするようコメントを頂いたことを踏まえて、既設連絡通路側のD-D断面を追加いたしました。1号放水連絡通路坑口部の露出している区間について、変形の抑制を目的として、耐震・耐津波性を有する間詰めコンクリートを、右の図の赤ハッチングで示す範囲に追加打設いたします。取り合い部につきましては、念のため変形・遮水性を保持する止水目地を追加で設置いたします。

43ページをお願いいたします。43ページ～47ページに防波扉の構造図をお示ししており

ます。防波扉は3号炉東側に1箇所、1、2号炉北側に3箇所、1号放水連絡通路に1箇所の計5箇所に設置してありまして、鋼製の主桁、補助縦桁及びスキンプレート等により構成されております。防波扉は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能を十分に保持できる設計としております。

51ページをお願いいたします。51ページ以降は、前回会合以降に追加した4章、設置許可基準規則の適合性についてを説明させていただきます。

51ページ、52ページでは、防波壁に関する設置許可基準規則の条文と、各条文に対する確認事項を整理いたしました。

54ページ、お願いいたします。ここでは新規制基準の適合性において、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）における設置許可基準規則の各条文に対する確認事項を整理いたしました。

55ページをお願いいたします。前回会合において、防波壁に関する要求機能と設計方針について、防波壁を構成する評価対象部位を網羅的に抽出し、それぞれの要求機能に応じた設計方針を整理して説明するようコメントをいただきました。こちらに示す表において、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の評価対象部位を抽出し、地震時、津波時の役割を記載いたしました。ここで、津波を遮断する役割を「遮水性」、材料として津波を通しにくい役割を「難透水性」とし、これらを総称して「止水性」と整理いたします。鋼管杭につきましては被覆コンクリートを支持すること、被覆コンクリート壁及び止水目地は津波を遮断する遮水性の役割を持ち、セメントミルク、改良地盤①については、材料として津波を通しにくい難透水性の役割を持つと整理いたしました。また、鋼管杭の地中部の埋戻土の間詰めに使っておりますグラウト材につきましては、役割に期待しないと整理をいたしました。

56ページをお願いいたします。多重鋼管杭式擁壁について、セメントミルク、改良地盤①の役割を整理し、その役割を基に施設と地盤を区分いたしました。セメントミルク、改良地盤①は鋼管杭の変形抑制が主な役割であり、施設の側方地盤に要求される役割と同等であること、難透水性の保持の役割を持つことから、地盤と区分しております。

57ページをお願いいたします。57ページでは、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の各部位の役割を踏まえた性能目標について整理しております。58ページでは、こちらで整理した性能目標を満足するための照査項目と許容限界をお示ししております。

60ページをお願いいたします。ここからは防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨をお示ししております。

61ページをお願いいたします。こちらに示す表において、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）

の評価対象部位を抽出し、地震時、津波時の役割を記載いたしました。鋼管杭については、逆T擁壁を支持すること、逆T擁壁及び止水目地は遮水性の役割を持ち、改良地盤は材料として津波を通しにくい難透水性の役割を持つと整理いたしました。

62ページをお願いいたします。鋼管杭式逆T擁壁について、改良地盤の役割を整理し、その役割を基に施設と地盤を区分いたしました。改良地盤は鋼管杭の変形抑制が主な目的であり、側方地盤に要求される役割と同等であること、難透水性の保持の役割を持つことから、地盤と区分いたします。

63ページをお願いいたします。63ページでは、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の各部位の役割を踏まえた性能目標について整理しておりまして、64ページでは、整理した性能目標を満足するための照査項目と許容限界をお示ししております。

66ページをお願いいたします。次に防波壁（波返重力擁壁）における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨をお示ししております。

67ページをお願いいたします。こちらに示す表において、防波壁（波返重力擁壁）の評価対象部位を抽出し、地震時、津波時の役割を記載いたしました。重力擁壁、止水目地については遮水性を保持すること、ケーソンについては重力擁壁を支持すること、MMR及び改良地盤はケーソン及び重力擁壁を支持すること、基礎地盤のすべり安定性に寄与すること、難透水性の役割を持つと整理いたしました。

68ページをお願いします。波返重力擁壁について、MMR及び改良地盤の役割を整理し、その役割を基に施設と地盤を区分いたしました。MMR及び改良地盤は施設の鉛直支持が主な役割であり、施設の支持地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割を持つことから、地盤と区分いたします。

69ページをお願いいたします。69ページでは各部位の役割を踏まえた性能目標について整理しております。

70ページでは、整理いたしました性能目標を満足するための照査項目と許容限界を整理いたしました。本ページではケーソンの健全性及び止水性に関して、せん断力を照査項目として、短期許容応力度以下とする許容限界を記載しております。また、前回会合以降、ケーソン壁部材をモデル化した2次元FEM解析による地震応答解析を実施いたしましたので、今後は部材レベルでの許容限界をお示しさせていただきます。また、その結果につきましては、構造成立性の説明の際に補足させていただきます。

71ページをお願いいたします。71ページ～93ページに、5章といたしまして、防波壁の

支持地盤・周辺地盤の地質についてお示ししております。これまでは岩相区分図をお示ししておりましたが、防波壁の各構造形式について、岩級縦断図を追加でお示ししております。ここでは多重鋼管杭式擁壁についてお示ししております、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）、防波壁（波返重力擁壁）についても同様にお示ししております。

94ページをお願いいたします。94ページより、6章、基本設計方針をお示ししております。94ページ～96ページに防波壁の各構造形式ごとの要求機能と設計評価方針の整理表をお示ししております。こちらの表につきましては、以前よりお示ししておりましたが、4章で整理した各評価対象部位の役割等を踏まえまして、前回審査会合以降、追記、修正しております。

100ページをお願いいたします。ここでは防波壁高さの設計方針といたしまして、入力津波高さ、防波壁高さ、設計裕度をお示ししております。

101ページをお願いいたします。ここでは荷重の組合せについてお示ししております。津波荷重、漂流物荷重及び荷重の組合せにつきましては、今後、別の論点での審査結果を反映することといたします。また、海域活断層より想定される地震につきましては、防波壁の敷地の壁体部には到達しませんが、到達する部位につきましては個別に評価を実施いたします。

102ページをお願いいたします。102ページに地震時の地下水位の設定方針、103ページに津波時の地下水位の設定方針をお示ししております。詳細設計段階におきましては、浸透流解析の結果を踏まえ、保守性を確認の上、設定いたします。

104ページをお願いいたします。104ページ～107ページに、防波壁の構造成立性を検討する地震応答解析において考慮しております解析用物性値と、その準拠図書に関する資料をお示ししております。

108ページをお願いいたします。108ページ、109ページには、検討に使用する基準地震動の加速度時刻歴波形及び応答スペクトルをお示ししております。

110ページをお願いいたします。110ページ～122ページは、7章、防波壁に作用する荷重と部位の役割としまして、作用する荷重、構造物の変形モード及び各部位の役割についてお示ししております。

123ページをお願いいたします。123ページでは、サイト特性・制約条件及び防波壁の構造の特異性、弱部について整理した結果を踏まえて、特に設計の中で確認すべき項目をお示ししております。各構造形式共通のものとしたしましては、地盤改良等の健全性、遮水

性の保持でございます。防波壁（多重鋼管杭式擁壁）につきましては、鋼管杭の一体挙動、鋼管杭及びセメントミルクの健全性、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）につきましては、鋼管杭の健全性、防波壁（波返重力擁壁）については、ケーソン及び重力擁壁の健全性、ケーソンと重力擁壁の一体挙動でございます。さらに異種構造形式の境界部では、遮水性の保持を特に確認する項目として挙げております。また、液状化パラメータ、荷重の組合せ、地下水位の設定についても確認してまいります。

124ページをお願いいたします。124ページ～146ページでは、防波壁の各部位において、要求機能を喪失するような損傷モードを仮定し、それに対してどのような設計、施工上の配慮がなされているか。また、どのような確認が必要であるかを整理しております。

141ページをお願いいたします。例えば141ページでは、ケーソンについて、損傷モードといたしまして、地震時又は津波時に、ケーソンがせん断破壊し、重力擁壁を支持できなくなることで、重力擁壁の遮水性を喪失する事象について抽出いたしまして、ケーソンの発生応力度が、許容応力度以下であることを確認するとしております。

142ページをお願いいたします。142ページでは、防波壁（波返重力擁壁）のケーソンの構造について資料を追加しております。ケーソンは鉄筋コンクリート製であり、隔壁で仕切られたケーソン内は、中詰材のコンクリート、銅水砕スラグ又は砂により充填されております。中詰材の流出を防止するため、中詰材の上部に蓋コンクリートを打設しております。使用しております銅水砕スラグの飽和単位体積重量は $22.6\text{kN/m}^3$ 、砂は $20\text{kN/m}^3$ でございます。

147ページをお願いいたします。9章、設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針につきましては、前回会合以降、追加した章でございまして、防波壁の各構造形式の施設と地盤について、設置許可基準規則の条文を踏まえた役割を改めて整理し、それらに対してどのような確認項目が必要になるかをお示ししております。

147ページに防波壁（多重鋼管杭式擁壁）について、148ページに防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）、149ページに波返重力擁壁について記載をしております。

150ページをお願いいたします。ここでは構造成立性評価の方針をお示ししております。防波壁の構造成立性を確認するため、耐津波設計に係る工認審査ガイド等に基づき、基準地震動 $S_s$ 及び基準津波による荷重等に対して、防波壁の施設としての構造部材が十分な裕度があること、補強により対策可能であること等を確認いたします。また、詳細設計段階で万一裕度が確保できなくなった場合には、追加の裕度向上対策の実施により対応いたし



ます。

151ページをお願いいたします。ここでは設置許可段階及び詳細設計段階において評価する断面について整理しております。4章、5章は、設置許可段階では代表断面について、詳細設計段階では地震応答解析等を参照し、必要に応じて検討対象断面を追加いたします。

152ページでは対象地震動と解析方法について整理しております。4章、5章は、設置許可段階では代表地震動、工認段階では全ての地震動について成立性をお示しいたします。解析方法につきましては、10章、部位ごとの設計方針にお示ししております。

153ページをお願いいたします。ここでは地下水位と液状化強度特性について整理しております。地下水位につきましては、設置許可段階の設定値は既にお示ししておりますとして、詳細設計段階では、3次元浸透流解析の結果を踏まえ、保守性を確認の上、設定いたします。液状化につきましては、設置許可段階においては、液状化検討対象層に対して、液状化試験結果及びFLIPの簡易設定法により、液状化強度特性を設定いたします。液状化強度特性については、工認段階においても設置許可段階の設定を基本といたします。

154ページをお願いいたします。続いて地盤物性のばらつきについてでございます。地盤物性のばらつきにつきましては、設置許可段階においては解析用物性値に基づいた評価を行い、詳細設計段階においては地盤物性のばらつき、プラスマイナス $1\sigma$ の考慮を基本としておりますが、今後の評価結果や裕度を踏まえて、具体的な解析実施ケースを検討いたします。

155ページをお願いいたします。155ページからは部位ごとの設計方針をお示ししております。155ページでは防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の設計フローにより、設計の大きな流れをお示ししております。156ページでは、設計フローのうち解析の流れを示しております。防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）、防波壁（波返重力擁壁）についても同様にお示ししております。

161ページをお願いいたします。161ページからは部位ごとの設計方針をお示ししております。ここでは鋼管杭の設計方針についてでございます。鋼管杭の役割は、地震時、津波時の荷重作用時に損傷せず、被覆コンクリートを支持することでございます。この役割を満足することを確認するため、津波時は2次元静的フレーム解析、地震時は液状化を精緻に評価するため2次元FEM解析による有効応力解析を行い、杭の断面力を照査いたします。以降、各部位ごとに設計方針、解析方法、設計手順、解析方法、照査項目、許容限界等を順にお示ししております。

173ページをお願いいたします。173ページでは、防波壁（波返重力擁壁）のケーソンの設計方針の概要についてお示ししております。ケーソンの役割は、地震時、津波時の荷重に対して損傷せず、重力擁壁を支持することです。この役割を満足することを確認するため、調査項目でありますせん断が、短期許容応力度以下となることを確認すると記載しております。各部材に対する評価方針については、今後、資料化をさせていただきます。

178ページをお願いいたします。178ページからは、設計で使用している解析手法について、その目的と結果の利用先、解析条件、モデル化方針について整理しております。178ページでは、2次元動的有限要素解析（有効応力解析）についてお示ししております。179ページからは、防波壁の各構造形式について、モデル化方針と解析モデル図の例をお示ししております。

182ページをお願いいたします。182ページでは、津波時の検討に用いております静的フレーム解析についてお示ししております。

185ページをお願いいたします。185ページより別添資料をお示ししております。

187ページをお願いいたします。187ページ、188ページに、島根の防波壁（多重鋼管杭式擁壁）と東海第二発電所の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁との比較表をお示ししております。前回会合におきましては、東海第二発電所の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁との相違がある点について、資料で示すようコメントをいただきましたので、相違点、相違点を踏まえた設計への反映事項について、追記、修正をいたしました。

190ページをお願いいたします。防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）と女川原子力発電所2号炉防波壁（RC遮水壁）との比較表についてでございます。下部構造について、女川原子力発電所の杭頭部は剛結合として設計されておりますが、島根はヒンジ結合として設計しておりますので、この点について相違点として挙げるとともに、相違点を踏まえた設計への反映事項といたしまして、今後、模型実験により杭頭部の力学挙動を確認すると整理しております。

196ページをお願いいたします。防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の杭頭部の力学特性確認実験について記載しております。「道路橋示方書・同解説 下部構造編」では、杭とフーチングとの接合部について、原則として剛結としているが、剛結としない場合には、接合方法の力学特性等を実験等により検証した上で、個別にモデル化等について検討する必要性があるとしております。これを踏まえて、ヒンジ結合として設計・施工した防波壁（鋼

管杭式逆T擁壁)の杭頭部について、模型実験により地震荷重もしくは津波荷重が作用した際の杭頭部の力学挙動を把握するとともに、杭頭部に発生する断面力が設計に与える影響について解析により確認した結果を、工認段階で御説明をさせていただきます。

197ページをお願いいたします。前回会合におきまして、防波壁(波返重力擁壁)については、既設の護岸をかさ上げする構造とした経緯について説明するよう御指摘をいただきました。この度の審査会合資料におきましては、そちらを整理し、お示ししております。

198ページをお願いいたします。防波壁(波返重力擁壁)につきましては、ケーソン上に重力擁壁を打設しておりますが、前回会合において、地震荷重に対するケーソンと上部工の境界面における設計方針について説明するようコメントをいただきました。ケーソンと重力擁壁の境界は、蓋コンクリート天端をケーソン天端から20cm下げて打設することで一体構造としていると考えておりますが、保守的にケーソンと重力擁壁の境界をフラットにした上でジョイント要素を設定し、ジョイント要素を設定した解析モデルにより解析を実施し、有意な相対変位が発生していないことを確認しておりますので、構造成立性検討及び詳細設計段階におきましては、ケーソンと重力擁壁を一体構造として扱います。

199ページをお願いいたします。199ページでは、こちらの検討の解析条件を記載しております。

以上で、資料1-1、防波壁の設計方針についての説明を終わります。

○山中委員 それでは、質疑に移ります。質問、コメントはございませんか。

○服部審査官 規制庁の服部です。

パワーポイント資料1-1の20ページと22ページを開いてください。ここに防波壁と施設護岸の位置関係が示されていますが、施設護岸と、既設の施設護岸と防波壁が近接していることが分かります。この防波壁に近接する施設護岸に対して、事業者は地震時や津波時に受働抵抗の役割を期待する方針を示していますが、施設護岸が受働抵抗の役割を果たすことができるのかとの観点で、幾つかの説明を求めたいと思います。この確認は、2ページにある前回の審査会合の指摘58番、この回答について、防波壁の機能維持評価に対する役割の考え方を、より具体的に確認するものになります。

それでは確認をします。施設護岸は地震時や津波時に大きく変位すると、受働抵抗の役割を期待できなくなる可能性が考えられます。ですので、まずは施設護岸の耐震性について説明してください。例えば、一般産業施設相当であるとか、津波防護施設相当であるとか、レベル1、レベル2相当であるとか、ここら辺の表現で説明をしてください。次に、そ

の施設護岸の地震時における損傷状態をどのように想定しているかについて、説明してください。さらに、この損傷状態が受働抵抗の役割にどのような影響を与えるのか。この3点について説明をしてください。

○中国電力（吉次） はい。中国電力の吉次でございます。

御質問は、既設の施設護岸について、防波壁で今期待しているところということで、その受働土圧の、受働土圧として期待できるのかどうかという御質問だと理解いたしました。

まず、施設護岸の耐震性についてどうかという御質問でございました。これにつきましては、港湾基準の一般的な施設ということで、一般産業で使われている耐震性を有していると。つまり、振り返りますと、基準地震動 $S_s$ では、もつようなものではないというふうに考えております。

次に、損傷状態をどのように想定しているかということでございます。まず、地震時につきましては、一般的な耐震性を有している震度までは通常のものとして残っていると。ただし、それ以上の地震力が加わったものについては、これでいきますと、例えば20ページでいきますと、海側のほうに崩れて損傷していくモードになるというふうに考えております。したがって、三つ目の御質問の、受働抵抗として期待できるのかということに対しましては、地震動の大きさが小さい段階では、既設施設の護岸というものにつきましては、ある程度、受働土圧と期待できるとは考えておりますけれども、地震動が大きくなる、 $S_s$ 相当になってきた場合には、大きく前に崩れていると考えておりますので、それについては期待できないというふうに考えております。

以上です。

○服部審査官 規制庁の服部です。

今の説明ですと、過去の地震や津波による施設護岸の被災事例には、施設護岸が大きく変位したケースや転倒したケースなどが見受けられますけれども、大きな地震に対しては、施設護岸は大きな変位をして、受働抵抗に期待できないという説明と解釈したんですけれども、そうすると、その役割として、受働抵抗に、この防波壁は $S_s$ に対して、津波擁護施設なので機能を維持しなければいけないという観点からすると、施設護岸に対して受働抵抗を $S_s$ に対して期待できないというふうにも聞こえるんですけれども、その辺について説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

少し我々の文章の言葉が足りなかったんだと思います。まず、施設護岸については、先ほど申しましたように一般的な耐震性しかございませんので、その一般的な地震のときには、ある程度受働土圧というものとしては期待できると考えておりますけれども、基準地震動 $S_s$ のときについては大きく変形をしていると考えておりますので、その時点では受働土圧、受働抵抗としての期待はしていないという、ちょっと正確に書くと、そういった記載になると思っております。

以上です。

○服部審査官　そうしますと、その役割に対しては、先ほども言いましたけども、施設護岸の役割については、津波防護施設が $S_s$ に機能維持しなければいけないということを踏まえると、役割としては果たせないんじゃないかというふうに考えておりますけれども、本当にその役割を果たすことができるのかどうかという観点で、ちょっともう一度、その役割が本当にそれでいいのかどうかについて説明してください。

○中国電力（吉次）　中国電力の吉次でございます。

55ページに、多重鋼管杭式擁壁の地震時の役割というもので、施設護岸の表の中に記載をしております。ここでは、地震荷重の作用方向が海側方向の場合、地盤反力として寄与すると。一方で、地震荷重の作用方向が陸側方向については土圧として作用すると。これは我々としては地震時のことを考えて、こういった作用をするというふうに考えておりますけれども、服部さんがおっしゃられるとおり、基準地震動 $S_s$ のときにここまでの期待をしているかといいますと、実際には耐震性がございませんので、ここの役割については、もう少しきちんと詳細に記載をさせていただきたいと考えております。実際のところでございますと、基準地震動 $S_s$ のときには役割に期待しないという形になると思っております。

以上です。

○服部審査官　規制庁の服部です。

そうしますと、その $S_s$ に対する、どのような損傷を想定しているかというものを検討しなければいけないと思っておりますけれども、そういう検討に対しては、どのような検討方法とか評価方法を用いて評価する方針かどうか、説明してください。

○中国電力（吉次）　中国電力の吉次でございます。

詳細については、また別途御説明、御回答させていただきたいと思いますが、現在はモデル化の中に、この施設護岸をモデル化に入れて地震時の解析を行いまして、その挙動を見て、それによる防波壁への影響という観点で確認をしていきたいと思っております。

以上です。

○服部審査官 規制庁の服部です。

そのモデル化というのは、FEM解析のモデル化ということによろしいでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

そのとおりでございます。

○服部審査官 規制庁の服部です。

そうしますと、そういう評価をするに当たって、FEM解析による評価を行うということなんですけれども、それには前提として、FEM解析が妥当な評価である必要があると。さらに、そのためには、解析条件が妥当である必要があるというふうに考えております。

そこで、特に地盤物性値については、そのばらつきを含めて、信頼性のある設定とする必要があるというふうに考えております。例えば、105ページを御覧いただきまして、ここには解析用物性値について記載がありますけれども、この解析用物性値について、設定根拠とその妥当性、適用性に対する事業者の考え方を説明してください。一つ一つについて説明するには時間がかかりますので、事例として、捨石について、設定根拠とその妥当性、適用性に対する考え方を説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

107ページに準拠基準のほうを少し記載をさせていただいております。捨石ということでございましたので、一例、捨石を、今、この「石材」という表現でさせていただいております。この中で、基本的にはそれに持っている港湾基準等の基準に基づいて設定をすることを基本として考えております。ただし、ここにも少し記載をしておるんですけども、粘着力でございますとか、せん断抵抗角につきましては、現在ここに書いてありますとおり、港湾構造物設計事例集に準拠して値を入れております。これにつきましては、妥当性、適用性につきましては、この石材の材質、要は石のそのものとその大きさ、あと重量、これらを見まして、この事例集で記載している設計値の基となっている文献と島根で使用している石材の比較をして、その妥当性、適用性を考えております。これについては別途御説明させていただきたいと考えております。

以上です。

○服部審査官 規制庁の服部です。

今の説明は理解しました。

今、同じ港湾構造物ということで、事例集から引用しているということなのですからけれど

も、ただ引用するだけでいいのかとか、引用元を確認して、その妥当性、適用性を確認する必要はないのかということ、その引用元を確認するというふうな説明がありましたので、今後説明をいただきたいと思います。それに際しては、捨石に粘着力を設定しているということですが、粘着力、地盤の粘着力の考え方ですね。これも踏まえて説明をいただきたいということとですね、あとは信頼性のある物性値を設定するという、いろいろな方法があると思いますけども、例えば事業者自らが試験をやって確認するとか、いろいろな方法があると思いますので、その辺を十分に検討した上で説明をしていただきたいと思います。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

了解いたしました。

○江寄調査官 規制庁の江寄ですけども。

今ほどの議論の中で補足させていただきたいんですけども、この石材ですね、107ページの。ここで言った場合、粘着力20という数字を取ってますけど、実際に御社で取り扱っている岩盤、斜面の岩盤とか、そうした場合には、その残留強度、いわゆる岩盤に亀裂が入った場合、使う物性値ですが、その場合、粘着力とかは見えてないんですよ。あくまでもすべり摩擦しか見ていない。そういったことから観点から言ったときに、こういうのは、石を積んだだけの形状、いわゆるクラックが起きていると同様なんですけども、そうした場合に、なぜこの粘着力が見えるのかということも、我々としては、基本的には工学的に理解できないということもありますので、自らこの実験の詳細を、妥当性を述べるとともに、基本的にこの粘着力、摩擦力というものがどういった影響因子を持ってとか、どういった因子に対して依存するのかということも、具体的に十分に説明していただく必要があると思います。そうしたことも、準備を含めて、場合によっては実験等含めて説明していただく必要があると思っています。

で、こういったことを服部審査官も先ほどから長く話してはいますが、我々としては、22ページとか、この断面を見ていくと、この断面の延長というのは結構長いわけですよ。で、ここというのは、基本的にもうほとんどこの既設のものに巻き込んだ防潮堤になっていまして、ここが変状が起きれば、途端に安定性は欠く形になる。要は下手すると傾斜してしまうということも考えられますし、そうした状態になったときに津波が来たとき、地震で変形して津波を受けたときには、繰り返し作用ということを考えていくと、どれだけ抵抗力があるかということのもちょっと想像できません。そういうこともありますの

で、ここは基本的に慎重に我々も話を聞きたいと思っていますので、それだけの準備を積んだ上で説明いただきたいと思います。いかがでしょうか。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

ただいまの御指摘を踏まえまして、しっかり資料を拡充して、また御説明をしたいというふうに考えております。ありがとうございます。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

1点だけ確認します。資料の19ページ、こちらのほうに平面図で配置が示してあります。多重鋼管杭式擁壁と、あと護岸の関係が示されていますが、護岸に対して防護壁は、擁壁は、それをまたぐ形で、海側に行ったり陸側に行ったりという形になっています。それで、質問は、この施設護岸は防波壁に対しての波及的影響を与えるものとしての評価対象に入っていますか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

現時点は、波及的影響の資料、別の項目の資料だと思えますけれども、その中には今、施設護岸そのものの波及的影響という記載はないと思っております。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

同じ資料の20ページの断面でいくと、先ほど答えられたように、海側のほうに崩壊するかもしれません。それが22ページの断面でいくと、埋戻土が陸側にありますので、やはりこれも海側に押されるというふうに考えた場合は、波及的影響を及ぼす可能性が否定できないということになりますので、この護岸そのものが波及的影響の評価の対象になるだろうというふうに見て取れます。したがって、既設のこの護岸に対して、どういう位置づけなのか。波及的影響、地震時だけに着目した場合は、防護壁のほう、防波壁のほうはSクラスとなりますので、これに対して波及的な影響が必要になるということですので、ここら辺の関係をちゃんと整理する必要があるということが、まず1点。

それからあと、そういった崩れ、もう耐震性、あまりそのものでSs設計されていないようなものであれば、それを何で地震時のモデルの中にモデル化するのか。その場合に頑張り過ぎていないのか。本来、崩壊するようなところまでいってしまうようなものが、モデル化の条件上は接点結合とかしてあって、実際そのような状態にならないようなモデルになっているとしたら、それは施設本体が耐震性あるのではなくて、本来頑張れないものが頑張り過ぎてしまって、荷重を負担してしまっているという状況も考えられるので、そういう意味で、実際のこの護岸がどういうふうな条件でモデル化されているのか。で、その護岸



が一体どういう状態なのかということが、この成立性の評価の中で説明が必要になるというふうに考えております。

これに関して、ちょっと今後、しっかりと説明をするようにしていただきたいと思えます。これについては何か考えあるでしょうか。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

今おっしゃられたように、既設の護岸の波及的な影響については、しっかりまた御説明できるような資料をもって、拡充して御説明に上がりたいと思っております。

○山中委員 そのほかございますか。

○服部審査官 規制庁の服部です。

先ほどと同様に、役割について確認をします。

まず、パワーポイント資料1-1の61ページを開いてください。ここの役割一覧表と概念図に示されているように、鋼管杭式逆T擁壁の改良地盤には鋼管杭の変形抑制の役割を期待する方針としています。一方で、27ページ、ここの平面図を見ると、改良地盤のほとんどない区間が存在します。改良地盤のほとんどない区間は、改良地盤に鋼管杭の変形抑制の役割を期待できない可能性があると考えていますので、まずは、このほとんど地盤改良のない区間について、改良地盤の役割と鋼管杭の変形抑制に対する考え方を説明してください。

次に、改良地盤のほとんどない区間が、鋼管杭の変形抑制の役割に期待していなくても構造が成立するのであれば、その成立性に関する考え方を説明してください。二つ目の確認については、これまでの説明で、鋼管杭式逆T擁壁が、改良地盤があることを前提として構造を成立させる方針というふうに理解していましたので、これについて確認するものになります。

この2点について、事業者の考えを説明してください。

○中国電力（高松） 中国電力の高松でございます。

先ほど御指摘いただきました27ページの地盤改良がほとんどないところというのが、恐らくこの「荷揚場」というふうを書いてあるところの北側に位置します、ピンク色の、ハッチングが薄いところのところを御指摘いただいたかと思えます。こちらに当たりますが、1ページ戻っていただいて、26ページをお願いします。先ほどのピンク色のハッチングが薄いところは、26ページで言うところの、岩盤が比較的浅くなってまいりまして、ちょうど縦断図で言うところの中央部の辺りに位置します。ということで、この鋼管杭式の

逆T擁壁の岩盤が浅いところというふうな構造的な特徴がある関係で、ここのところについては地盤改良の変形抑制に期待しなくても、通常の埋戻土（掘削ズリ）の水平抵抗で構造成立が担保できる。津波時、地震時において担保できるということになります。

二つ目におっしゃった、あることを前提にここの区間については設計しているのかという意味で申しますと、必要なところについては、先ほど申しましたところ以外の必要なところで言いますと、あることを前提に設計をしております。こちらの区間については、それがなくても構造的には成立する。ただ、津波時の津波の遡上という観点で、周辺地盤の沈下に対して敷地内をドライサイト、確保しないといけませんので、そのための沈下対策として、海側のところに地盤改良の壁が、地中で地盤改良の壁ができていうふうな設計仕様でございます。

以上です。

○服部審査官 規制庁の服部です。

今の説明だと、鋼管杭の変形抑制に対しては役割を期待していないということで、27ページを見ると、薄い地盤改良帯はあるということで、確認をいたしました。この鋼管杭の変形抑制に期待していないのであれば、この資料だけですと、全てが期待しているように見えますので、その構造的特徴を踏まえた上で、見たり見なかったりしていますので、その役割の違いが分かるように説明をしてください。

改良地盤については、鋼管杭の変形抑制に期待しているところもありますので、そこについては、改良地盤の役割と、それを果たすために必要な性能の考え方を示してもらおうということで、薄いところについても同様に、その役割と必要な性能を示してもらおうということで、説明をしていただきたいと考えています。事業者の考えを説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

今御説明したことが、確かに資料として記載が不十分だということがございますので、役割のところについて、もう少しきちんと記載をさせていただきたいと思っております。

以上です。

○服部審査官 規制庁の服部です。

分かりました。その点はお願いします。

引き続き同じようなことで確認をします。先ほど、27ページの地盤改良のほとんどないところについては、鋼管杭の変形抑制については役割を期待していないと。一方で、難透水性の保持の役割については期待しているという説明がありました。これに対して、事業

者のほうでは改良地盤を保守的な掘削ズリの埋戻土にして、2次元浸透流解析で評価を行って、改良地盤がなくても津波の敷地への流入がないとしています。この評価について、地震時の改良地盤の損傷状態を想定しても、埋戻土としたほうが保守的な評価となる根拠を説明してください。

あと、先ほど難透水性について期待しているということがありましたので、地震時におけるその損傷状態を考慮した上で、その説明をしてください。例えば改良地盤に損傷ができて水道ができれば、締め固められた土よりも透水係数が大きくなるということも考えられますので、これらを踏まえて、その地盤改良に期待する役割、その持っていない性能、あとは埋戻土で評価したときの保守性、これについて説明をしてください。

○中国電力（家島） 中国電力の家島です。

先ほどの件、後ほど説明させていただく構造成立性のほうで、浸透流解析の結果をお示しさせていただいております。この件についてのコメントだと認識しております。こちらの考え方につきましては、後ほどの構造成立性の検討の資料にもおつけしておりますように、逆TのところのFEM、FLIPですけれども、こちらで解析をした結果でいきますと、地震時におきましても、改良地盤部については局所安全係数について十分余裕がありますので、地震で壊れるような要素ではないというふうに考えております。したがって、周辺地盤と同等な掘削ズリの物性で落とすことは、浸透流解析上も十分保守性を持った考え方になっているのではないかというふうに考えております。

○服部審査官 規制庁の服部です。

その説明は理解をしました。ただ、一方で、地盤改良がほとんどない区間については、恐らく地盤改良帯が薄いということで、その範囲についても、局所安全率等々でその健全性を確認しているという説明と理解してよろしいでしょうか。

○中国電力（家島） 中国電力の家島です。

現在やらせていただいている計算につきましては、代表断面ということで、1断面のみのケースとなっておりますので、実際は、今、全て掘削ずりということでやっております。実際は薄いところにつきましても、実際、薄くても地盤改良を施した効果というのは透水係数に表れてくると思いますので、今の計算よりも現実的にはもっと透水を、水が浸み込みにくい構造になっていると思います。こちらにつきましては、後段の工認の中で、シェウズの断面で、パラメータスタディというのはやっていかないといけないというふうに認識をしております。

以上です。

○服部審査官 規制庁の服部です。

施設や地盤の各部位が期待される役割を果たすためには、果たすことができる性能を保持する必要があります。先ほどの、ほとんど地盤改良がないところについても、その損傷状態を考慮して浸透流解析をしているのであれば、それはそれでよいということですが、埋戻土として評価するのであれば、少なくとも埋戻土よりも透水係数が小さい、損傷状態においても透水係数が小さいということを行わなければならないと思います。したがって、許可においては、方針ですので、その地盤改良帯、薄いところも含めて、そこをどのような性能を持たせるのか。役割については、事業者は要求機能を喪失する事業を想定して、その上で性能目標ですとか照査項目、許容限界を設定して、さらには設計、施工上の配慮を評価方針として示した上で役割を示していると思いますけれども、それらが十分に分からない箇所もありますので、それらを含めて説明をしてください。それについて事業者の考えを説明してください。

○中国電力（家島） 中国電力の家島です。

先ほどの件、拝承いたしました。おっしゃるとおりで、地盤改良が薄いところについては、まず、もつことを前提にした御説明になっていたと思いますので、実際にそちらが薄いところが、本当に地震で損傷を受けるかどうかということが大前提になりますので、この辺りを確認した上で評価をしていくといったことを、設置許可段階でも資料のほうに記載をさせていただきたいと思っておりますし、後段の工認の中では、より詳細なパラメータスタディはやっていきたいと思っております。

○服部審査官 規制庁の服部です。

分かりました。

私からは以上になります。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。

○羽場崎審査官 規制庁、羽場崎です。

私のほうからは、鋼管杭式逆T擁壁の杭頭部の構造について確認します。資料のほうですと、195ページです。今回、この杭頭をヒンジ結合にするということなんですけれども、冒頭に「橋梁分野での実績を踏まえ」と書いてありますが、橋梁分野での実績について説明してください。

それともう一つ、その文章の次に「道路土工擁壁工指針に基づき」と書いてあります。

なぜ今回、この道路土工擁壁工指針に基づくことを適用するに至ったのか、その理由について説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

まず、最初の橋梁分野での実績というところでございますけれども、最近では道路橋示方書につきましても剛構造ということが基本となっております、最近の実績というものは無いというふうには我々も理解しております。その前の道路橋示方書の昔のものにつきましては、どちらでもよいというような記載がございましたので、実績としてはあるんですけれども、最近としては無いというふうに我々も理解しております。

それと、二つ目の御質問の道路土工を採用した根拠ですけれども、1枚戻っていただきまして、194ページでございます。左側に当初設計時ということで記載をさせていただきました。道路橋示方書によりますと、杭頭剛結ということの基本と考えておりまして、それをやりますと、どうしてもここに記載をしていますとあり、杭頭部の結合部分が降伏モーメントを超えてしまって杭がもたないという結果になっております。そこで、こちらの右側のほうに「現在」というふうに書いておりますけれども、杭頭の部分をヒンジ結合として、道路土工のヒンジ結合を持ってきて、なおかつその周りを地盤改良で固めることで、杭そのものの変形も抑えるという方向に設計のほうを変更させていただいております。お答えになっているかどうかはちょっとあれなんですけれども、現在としてはそういう考え方で当初の設計を踏まえてやっているというところでございます。

以上です。

○羽場崎審査官 規制庁、羽場崎です。

まず、実績については、昔と言われてもいつの昔なのか、多分、兵庫県南部地震以降、ここら辺の考え方がかなり大きく変わったというふうに理解していますので、それ以前の実績なのかどうかですね。可能な範囲で実績について、具体的な証例等を示してもらいたいというふうに思います。

それと、道路土工の適用については、今のような説明である程度は理解できるんですけれども、今後、その詳細について、より確認をしていきたいと思っております。

それに関連しまして、次の196ページ、杭頭ヒンジの、これ実際、杭頭の曲げモーメントに対して、その曲げに対する固定度をこの実験で確認するという位置づけの実験かというふうに思っています。ただ、この実験の模型実験の概要図等を見ましても、杭頭部についてはこれで実験は分かるんですけれども、実際、その杭が接触するT型擁壁の底版に当

たるところ、これについても当然、擁壁同様、許容応力度設計ということで弾性範囲内に収まるべき設計になるわけなんですけれども、この実験から、この底版も弾性であると、弾性域内に応力が収まるということを確認できるんじゃないでしょうか。

○中国電力（家島） 中国電力の家島です。

今の196ページの実験の概要ですが、こちらまだ詳細なスペックのほうは今並行して検討しているところでございますが、こちらの目的は先ほどおっしゃられたように、実際に地震時並びに津波時の外力を想定したとき、この杭頭のヒンジの部分、実際はヒンジといえましても施工上はある程度の埋め込みがありますので、ある程度残留の曲げも発生するという機構だと思いますので、この辺りがどういったメカニズムでヒンジに移行するのかというところをしっかりと実験で確認した上で、ある程度根元のところでひび割れとかも出てくると思いますので、そういったひび割れ自体が津波上の止水性とか、そういったところに影響を与えるかどうかというところをしっかりと確認していきたいと思っておりますので、弾性であることを確認するというのではちょっと、特に根元のところでは趣旨が違うのかなと思っております。

○羽場崎審査官 規制庁、羽場崎です。

この底版のところ、この剛性は当然、杭の剛性との比例関係といえますか、その関係で、剛性の関係で固定度というのは決まってくるというふうに思いますので、実験はこれから計画されるということでしたら、十分その実機に適用できる条件等を検討した上で、説明を聞いた上でということですので今後説明を受けたいというふうに考えています。いかがでしょうか。

○中国電力（家島） 中国電力の家島です。

今の件、拝承いたしました。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○江寄調査官 規制庁の江寄です。

今の196ページの逆T擁壁の実験ですけども、ここに書いてあるように、一応模型実験ということで、実物はなかなか難しいというのは理解してはいるんですけども、そうした場合に、実際には寸法効果、要はスケール効果となる鉄筋コンクリート、かなり気をつけなければいけないということもありますので、それも踏まえた上で、文章に書いてあるのは、最後の行で赤四角の解析により確認した結果を説明すると書いてありますが、多分ここで書いてある文章としては、ある程度、2分の1スケールとか、あまり寸法効果が顕著じゃな

い状態で実験をして、その効果をシミュレーション解析した上で実物大に置き換えてやるというふう読み理解してみたんですが、今、現時点では詳細なことは述べられないかもしれないですが、そういうような読み方をすればよいということによろしいのでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

今、江寄さんがおっしゃられたとおり、我々としては、このモードを確実に見るために2分の1のモデルで鋼管杭、スケール効果を見て今照査を、実験をやろうと考えております。その後で実際のモデルを作った解析で、2分の1でまず照査をしてある程度トレースができるかどうかで、実事象の実物モデルでトレースできるかということを経験確認していきたいというふうに考えております。

以上です。

○江寄調査官 規制庁の江寄ですけども。

なかなかそこまで読み取りにくい文章になっていますので、この辺よく分かりやすさの観点で丁寧に記載していただきたいと思います。

以上です。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

拝承いたしました。

○山中委員 そのほか、ございますか。

○千明審査官 規制庁の千明です。

私のほうから、波返重力擁壁を構成するケーソンに関して3点質問いたします。まず、1点目ですけど、今回準拠している規格基準類についての質問となります。パワーポイントの70ページをお願いします。今回、施設護岸であるケーソンを活用して津波防護を達成するという方針となっているというふうに思いますが、もともとの設計において、この施設護岸の位置づけですね、津波対策施設なのか、耐震強化施設なのか、その位置づけというのはどういったものだったのかということと、あと、施設はどのような性能を要求しているのか、使用性だとか修復性とかいろいろあると思うんですけど、その辺り、性能要求についてお尋ねをするものと、あと、もう1点だけ、設計状態として主たる作用というのが想定されると思うんですけど、それはどのような作業を設定してもともと設計したのかと、この辺り、ちょっと導入部分について説明のほうをお願いいたします。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

少し確認ですけど、もともとのケーソンの設計の考え方という理解で今の御質問に答え

ていきたいと考えております。

もともとの護岸ケーソンでございますけれども、日本海という冬季波浪がきつい構造物を受ける護岸の構造物でございます。絵がどこかあればいいんですが、例えば86ページに岩盤との構造物の絵を記載させていただいておりますけれども、そもそもこの護岸を設置するときに、通常は基礎捨石と上にケーソンの置けるような構造が多いんですが、島根の場合につきましては、岩盤を確認して、その上に成形したMMRを打ちましてケーソンを載せているという構造になっております。これにつきましては、先ほど申しました冬季波浪のものについて十分耐え得る構造にするという構造となっていることを当初の設計としております。冬季波浪が、かなり日本海は大きいものでございますので、ほとんどはそれで構造部材が決まっているようなものでございます。それと、あと岩盤に直接設置しているということで耐震性にも有しているというふうに考えております。さらに、岩盤との間にMMRでしておりますので、護岸としての止水性という担保も確保できているというふうに考えて当初設計としてはやっております。

ちょっと詳細な設計波浪の確率源等は、すみません、ちょっと今覚えておりませんので、また後日、御説明させていただきたいと思っております。

以上です。

○千明審査官 規制庁の千明です。

まず、もともとの設計では日本海の冬季波浪を想定した設計をされていると、そういうところで今のお話は理解したんですけど、次の話なんですけど、港湾施設で要求される性能、それと今回、原子炉施設の津波防護施設として今回ケーソンのほうを活用されるというところで、その辺りの対応関係というのが、ちょっと今分からないというところがありまして、その辺りについて、港湾施設と原子炉施設でどの辺りが、もともと設計したものがどのようにマッチするというか、という辺りを、今お考えをお聞きしたいんですけど、説明をお願いいたします。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

港湾施設としましては、レベル1・レベル2地震動をその場所で考えるのと、先ほど申しました冬季波浪等の波浪に対する設計をしているというところで、ケーソンそのものにつきましては、基本的にはケーソン全体を一体のものとして考えて、それが動いて崩れて倒壊しないと、そういったものが大きな港湾施設としての要求事項だというふうに考えております。この度の新規制基準に基づきます防波壁のかさ上げをして設置しておりますので、



これにつきましては基準地震動 $S_s$ 、あと基準津波に対して十分その使用性も含めて耐えられるものであることを今後御説明する必要があるというふうに考えております。詳細については、ちょっと今、口頭でしか御説明できておりませんので、比較を作るなりなんなりで、また御説明させていただきたいと思います。

以上です。

○千明審査官 規制庁の千明です。

今お話しいただいた件なんですけど、港湾施設と原子炉施設で、それぞれに要求される各部位の性能というのは異なるということであって、その要求される性能によっては照査する項目、例えばレベル1で底版だけでいいですよというような、そういった設計もあるでしょうし、原子炉施設であれば各部位、隔壁等も含めて、その辺りは照査すると。で、個別に照査していくという話もあると思いますので、許容限界についてもそれぞれ各施設、設計の考え方というのは変わってくると思いますので、その辺りちょっと一旦、今整理していただいて、その辺りをどのように考えているかというのが分かるような形で、改めて説明のほうをお願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

ケーソンのものにつきましては、その要求性能をきちんと整理いたしまして、許容限界を含めて御説明のほうをさせていただきたいと思います。

以上です。

○千明審査官 規制庁の千明です。

では、1点目のほうはお願いします。

2点目ですが、先ほどの1点目と関連するんですが、今度はケーソンの照査項目についての質問です。141ページをお願いいたします。ここでは各部位が損傷し要求機能を喪失する事象が示されております。ケーソンについては構造健全性と止水性を保持するために、おおむね弾性状態にとどまるということが性能目標として要求されると思いますが、その性能目標を満足するために想定する損傷モードとして、今、せん断破壊というところにちょっと限定して抽出しているんですけど、その理由について説明のほうをお願いします。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

ケーソンの損傷モードとして、せん断をとということですがけれども、これにつきましては港湾基準等に基づきまして、設計事例集にも記載してあるんですけども、ケーソンそのものを一体の構造物と考えて、それがせん断に対して十分持っている、持っていないとい

う照査をしているところでございます。今回、我々としては構造成立性として、全体一体となったケーソンがどういった損傷をするかと考えたときに、せん断という照査をさせていただいております。これにつきましては、先ほど千明さんがおっしゃったとおり、各部位での要求機能、許容限界という話もあるというふうに我々も理解しておりますので、今後、ここについてはもう少し詳細に説明をさせていただきたいと考えております。

以上です。

○千明審査官 規制庁の千明です。

今お話しいただいたように、港湾基準で対象としている対象の構造であったり、設計であったり、あとは検討の目的ですね、その辺りによって港湾基準とか事例集でやられているものというのはあると思うんですけど、それと照らして原子炉施設ではどうなんですかという話を、先ほどの一つ目の質問と絡めて回答のほうをお願いしたいというふうに思います。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

了承いたしました。

○千明審査官 規制庁の千明です。

すみません、3点目の質問ですが、パワーポイント資料、173ページをお願いします。これもケーソンに関する話なんですけど、ここでケーソンの検討ケースのところ、津波時は検討が省略して書かれているんですけど、5条の性能目標である構造健全性の保持については、どのような確認をするのかというところで質問なんですけど、こちらについてお答えください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

ケーソンの地震時と津波時につきまして、地震時のほうがせん断の照査に絞った項目でいきますと地震時というところで今やっております。先ほど申しましたとおり、ケーソンにつきましては、それ以外の照査を今考えて、部材における照査を考えますと、これは津波時の検討も必要だというふうに考えておりますので、ここについては今後記載を充実させていただきたいと考えております。

以上です。

○千明審査官 規制庁の千明です。

今の説明は理解しました。

私のほうから以上です。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○服部審査官 規制庁の服部です。

パワーポイント資料1-1の197ページを開いてください。波返重力擁壁は、3号機造成時の重力擁壁に対して、申請時に既設コンクリートの壁体の周囲に新設コンクリートを増築して、かさ上げする構造となっています。その詳細は次のページ、198ページの右下に記載されています。この構造に対する設計方針について確認をします。まず、この構造は既設部分と新設部分の一体化を前提として設計する方針であるか否かを説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

既設と新設を一体化して評価をしておるところでございます。

以上です。

○服部審査官 規制庁の服部です。

それでは、一体化と評価できる構造とするために、適用した基準類や指針類があるか否かを説明してください。そして、基準類や指針類を適用しているのであれば、基準類や指針類のどのような構造的配慮に従っているのかを説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

ちょっと今手元にごさいませんので、また整理して御回答させていただきたいと思っておりますけれども、既設のコンクリートの表面をブラシできれいにして一体化するような処置をしたりとか、そういったところをもう少し詳しく今後御説明させていただきたいと思っております。

以上です。

○服部審査官 規制庁の服部です。

例えば今処理の話が出ましたけれども、その処理というのは基準類、指針類のどこかに記載されていて、それに従った構造的な配慮になっているかどうかということについて説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

ちょっと今手元に資料がございませんので、それについては改めて御回答のほうをさせていただきたいと思っております。

以上です。

○服部審査官 規制庁の服部です。

今後説明があるということで理解をしました。

一方で、事業者独自で構造計画ですとか施工方法、施工管理基準などを定めて、適切に品質管理の下で一体化と評価できる構造としているのであれば、そこら辺のデータも詳細設計段階で示していただきたいと考えています。許可段階においては、まずは一体化と評価して設計する方針であることが分かるような説明にしてください。先ほど説明がありましたように、基準類等々に従って一体化の構造の配慮をしているのであれば、その配慮を、基準類のどこに書いて、どのような基準類に従って、どういう配慮をしているかというところが分かるようにしてください。それについて事業者の考えを説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

御趣旨、分かりました。構造的な配慮としてどのようなことをやっているのか、また、事業者として、どのような施工管理含めた品質管理をやっているのかということにつきましては詳細設計段階で御説明いたしますけれども、許可段階でどういった設計方針に基づいてやっているかというところは追加で記載をさせていただいて、説明させていただきたいと思います。

以上です。

○服部審査官 規制庁の服部です。

もし基準類や指針類に従って何か配慮をしているのであれば、それは許可段階で示してください。施工管理等々のデータ、細かいデータについては詳細設計段階で示していただくということでお願いをいたします。

私からは以上になります。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。

○羽場崎審査官 規制庁、羽場崎です。

今の波返重力擁壁の関連で資料の199ページ、こちらはケーソンと重力擁壁の一体化を解析を通して確認するというところで、基準地震動 $S_s-D$ による応答解析の結果が出ている、説明があります。最後の赤い四角のところ、解析の結果、残留変位が輪谷部断面において2mm、改良部においては0と、で、有意な変位は生じていないという説明があります。この輪谷部断面においての2mmという結果なんですけれども、この前のページを見ていただきますと、このちょうど境界の位置というのは、ケーソンからの突起が20cm、コンクリートの部分で突起があります。この2mmの変位というのは、この20cmの突起に対してどういう影響を与えているのか。もう1点、この2mmの変位があるということは、津波防護施設として要求される機能、これに対してどのような影響があるのか。この2点についてお答え

ください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

まず、199ページでございますけれども、これにつきましては、先ほどありました、20cmの突起を無視した状態で、コンクリート同士の静止摩擦係数を入れたもので、保守的なものとして解析をやっているものでございます。これにつきましては、今この書いてありますこちらの断面で、輪谷部断面を今この下の解析モデル図に書いてあるんですけども、こういったところでいきますと、この残留変位として2mmという値が出てきているというのが実情でございます。実際のところは、先ほどありました、198ページに示しております20cmの張出部がございますので、こういった静止摩擦係数よりももっと影響が、すべりにくい構造になっているのではないかとというふうに考えておりますので、この2mmに対するの評価というものを今後御説明させていただいて、この辺りについてはもう少し詳細に説明をさせていただきたいと。防波壁としてのケーソンの機能というところの御説明も、それによって併せて御説明できるのではないかとというふうに考えておりますので、追加でちょっと御提示させていただきたいと思っております。

以上です。

○羽場崎審査官 規制庁の羽場崎です。

資料の形で説明をしてください。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○千明審査官 規制庁の千明です。

多重鋼管杭式擁壁に関して1点確認です。パワーポイント資料の156ページをお願いいたします。ここでは多重鋼管杭式擁壁の設計フローが示されています。その中の下段のほうの青い点線の中身なんですけど、ここに地震時、津波時双方に書いてあるんですけど、3次元静的FEM解析というところがございまして、そこについての確認なんですけど、今、この3次元FEMを行う対象として、被覆コンクリート壁とセメントミルクというところであるんですけど、その被覆コンクリート壁、こちらについては一般部と取水路横断部というものがあるというふうにあるんですけど、ここで言っている3次元静的FEMによる評価というのは取水路横断部も含むと、そういった理解でよろしいでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

そのとおりでございます。

○千明審査官 規制庁の千明です。

確認しました。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。

どうぞ。

○江寄調査官 規制庁の江寄です。

私からは78ページ以降なんですけど、78ページを見ていただくと、赤四角の二つ目に書いてあるように、評価対象断面を選定する方針を78ページ以降、記載されています。私からは、78ページ以降の防波壁の耐震評価断面の選定に当たっては、防波壁自体の機能維持の観点だけではなくて、防波壁の施工ブロック間の止水ジョイントの機能維持の観点からも評価対象断面を選定する方針を追加してくださいということです。その際には、防波壁の構造形式、防波壁の背後の隣接構造物や地盤改良の有無等が多岐にわたるとというのが島根の特徴でもありますので、防波壁の地震時、津波時の変形が施工ブロックで異なることを想定して、止水ジョイントの設計に必要な評価対象断面を選定するという方針であることをしっかり整理して、また提示いただきたいと考えていますが、いかがでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

おっしゃられるとおり、各ブロックごとに止水ジョイントを設置しておりますので、それに伴って必要な断面については、今、江寄さんがおっしゃったように構造形式でございますとか、背後、周辺地盤の影響等を踏まえまして、今後、御説明のほうをさせていただきたいと思っております。

以上です。

○江寄調査官 規制庁の江寄ですけども。

基本的に隣接構造物、いわゆるポンプピットも隣接するでしょうし、いろんなものが隣接しています。サイトバンカ建屋もそうでしょうし、そういった部分があるところとない区間と基本的に地盤の変位の差が大きい、または杭の長さが違うところ、当然、杭の長さが違えば部分層厚、岩着、着底の岩盤の深さも違ってきているわけで、そこによっては地盤変位が違ってきますので、そうしたものをどのように設計するかというのを説明していただきたい。いわゆる東海第二のようにかなり保守的に検討するのか、また、女川のように詳細に設計すると、アズイズに近い形で評価するので、いろんな断面に関してはかなり詳細に選ぶという方針を選ぶのか、どういう方向で検討されるのかというのは、もう設置

許可の段階でもある程度設計のコンセプトはお話ししていただきたいと考えています。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

既設護岸との関係ということもありますので、それら詳細にしっかり断面を設定して御説明をしてきたいと思っております。

以上です。

○江寄調査官 規制庁の江寄ですが、今お話しした止水ジョイントを含めて、今まで審査官がコメントを出したように、全般的に防潮壁の機能が喪失するようなモードというのは十分に抽出されていないのではないかと思われまますので、したがって、再度、損傷後の抽出が網羅的であることを自ら確認した上で、それに応じた部位の役割とか、その設計上の対応方針というのは再整理して、また説明していただきたいと考えています。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

了解いたしました。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

ちょっと1点だけ、今、全体的な話があった中で、個別の話に戻ってしまうんですけども、70ページのところに波返重力擁壁、この設計に当たって、地震時の評価をする上で「港湾構造物設計事例集」を参照しているんですけども、一方で、173ページ、ケーソンの設計方針で津波時記載してなくて、地震時だけ記載しているんですけども、今回のこの津波防護施設としての波返重力擁壁、これの耐震設計と耐津波設計に関して、具体的な適用規格基準というのは一体何なんでしょうか。先ほど港湾の設計事例を参照しているんですけど、こういったことも踏まえてどうなっているのか、ちょっとお答えいただけますか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

基本的には港湾基準に基づいてケーソンそのものをまず、そもそも設計をしているというところがございます。これについて、少し70ページ等についてはその事例集に基づいて記載をさせていただいているところでございます。一方、新規制基準におきまして、おおむね弾性範囲内でないといけないというふうに我々も考えておりまして、その短期許容等につきまして、基準としてはコンクリート標準示方書の照査基準値等を確認させていただいているといったところがございます。

以上です。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

こちらのほうで見に行ったのは、港湾の基準のほうを見に行きました。港湾の基準のほうは、これはかなり明確で、その地震とか津波とか高潮とか、どういうふうな偶発的な荷重を受けるか、その護岸がどういう性能を果たす必要があるか、そういったところが性能評価のグレードとしてマトリクスになっておりまして、その場合に、じゃあ、この施設にその港湾基準を適用しようとする、評価項目はかなり明確に決まっているわけですね。それと、ここに書いてある評価が全然合致しないので、一体何の基準を見に行っているんだらうかというふうに見てしまったんですね。だから、実際は参考となり得る基準というのは港湾の基準、こちらが一つあるわけですね。グレードが高いものに対して、港湾施設としての性能評価のグレードがあって、その中でどういうものを目指しているかとか、ちょっとそういった港湾の基準との関連も含めて説明をしていただきたいと思います。

その上で、実際、評価項目として港湾の基準を参考にした場合に、これぐらいのグレードに関して評価項目が網羅されているかというところのチェックにもなります。そうすると、個別の、要は全体のせん断を見るだけでは駄目で、個別の部位もちゃんと見ないといけない部位もあるわけですね。だから、参考となるものが何であるか。それも踏まえた上でどういう項目を抽出すべきなのか、そこをしっかりとフォローしていただいて説明をしていただく必要があるというふうに考えております。いかがでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

名倉さん、おっしゃられるとおりで、ケーソンのそもそもの設計の考え方は港湾基準でやっております、その中にはさらに細かな滑動ですとか、そういったものも含めて照査しているものがございます。もちろん我々もそこは確認させていただいておりますので、今後その港湾基準に基づいている判定基準を踏まえまして、このケーソンの役割、許容限界等を改めて御説明させていただきたいと思います。

以上です。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

恐らく護岸をもともと当初設計で設計した際と、それから、3.11以降で改定されたものとは若干グレードの設定の仕方が違いますので、津波の荷重とかですね、そういった最新のものを踏まえて現在の評価をするのであれば、その関連を踏まえた上で説明をしていただきたいと思います。よろしく申し上げます。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

今おっしゃられたこと、しっかり資料化してまいります。



○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

本日、防波壁の設計方針についてコメント回答をいただいたわけですがけれども、島根の原子力発電所というのは様々なタイプの防波壁があって、それぞれについてかなり多くの、さらに検討していただくようなコメントが加わりましたですがけれども、その辺り再検討いただいて、改めて御回答いただけますでしょうか。

○中国電力（北野） 中国電力の北野でございます。

先ほどは山田のほうからも申しましたが、きちんとまとめ直して御説明させていただきます。

○山中委員 あと、よろしいでしょうか。

それでは、引き続き資料の説明をお願いいたします。

○中国電力（徳納） 引き続きまして、資料1-2、島根原子力発電所2号炉防波壁の構造成立性評価結果について御説明をさせていただきます。

1ページをお願いいたします。1ページでは目次をお示ししております、構造成立性につきまして、こちらに示す章立てで御説明をさせていただきます。

2ページからは第1章、構造成立性評価の基本方針について御説明をさせていただきます。

3ページをお願いいたします。今回、設置許可段階におきまして、基本設計の成立性を確認するため、防波壁の基本構造が設置許可基準規則の各条文に適合する見通しであること（構造成立性）を示すため、地震時、津波時における評価を実施いたしました。

なお、構造成立性検討に用いた荷重等の評価条件は現時点のものであり、今後変更になった場合は設計に反映することといたします。

4ページをお願いいたします。4ページ～6ページに、設置許可段階の確認項目をお示ししております。

こちらにつきましては、設計方針の資料のほうで同じものをお示ししております、赤の破線で枠囲みしている箇所が本資料における確認項目でございます。

7ページをお願いいたします。7ページには、構造成立性の見通し確認の方針についてお示ししております、設計方針の資料でお示した内容と同様なものとなっております。

8ページをお願いいたします。8ページより構造成立性評価断面の選定について御説明をさせていただきます。

9ページをお願いいたします。9ページでは、防波壁の構造成立性評価断面の選定フローをお示ししております。

防波壁は敷地前面に広範囲にわたって設置いたしておりますので、構造的特徴や周辺地質状況等を踏まえて、構造成立性における評価断面を選定いたします。

なお、工認段階におきましては、必要に応じて構造成立性確認において選定した地点以外の断面も選定いたしまして評価を行います。

10ページでは、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造成立性評価断面の候補について、構造的特徴や地質状況を、要求機能、間接支持する施設、上部工、下部工、周辺地盤の観点で整理を行っております。

④の下部工につきましては、位置に応じて杭長が異なるため、候補断面の選定が必要でございます。

また、⑤の周辺地盤につきましては、位置に応じて岩盤深さ、改良地盤の有無、周辺状況が異なりますので、候補断面を選定する必要があることを踏まえまして、下部工の構造的特徴及び周辺地盤の特徴を踏まえた候補断面を抽出いたします。

11ページをお願いいたします。ここでは防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の各断面について、構造的特徴と周辺状況について整理いたしまして、ページの左上に表でお示ししております。

これらの整理を踏まえまして、設置許可段階における構造成立性評価の断面は、「岩盤が最も深部に位置し、かつ基礎捨石の下側に改良地盤及び砂礫層が存在する②-②断面」を選定いたします。

12ページをお願いいたします。12ページでは、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の構造成立性評価断面の候補について整理いたしました。

防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）につきましては、断面位置による応答特性に大きな差異はないと考えられますので、標準断面を検討断面といたします。

13ページをお願いいたします。設置許可段階における防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の構造成立性評価の断面は、「標準断面といたしまして①-①断面」を選定いたします。

14ページでは、防波壁（波返重力擁壁）の構造成立性評価断面の候補について整理いたしました。

④の下部工については、位置に応じてケーソンの有無、高さが異なるため、候補断面の選定が必要となっております。

また、⑤の周辺地盤につきましては、位置に応じて岩盤の深さ、岩級区分、改良地盤の有無等の周辺状況が異なるため、候補断面を選定する必要があることを踏まえまして、下

部工の構造的特徴及び周辺地盤の特徴を踏まえた候補断面を抽出いたします。

15ページをお願いいたします。ここでは防波壁（波返重力擁壁）の各断面について構造的な特徴と周辺状況について整理いたしまして、ページの左上に表でお示ししております。

設置許可段階における構造成立性評価の断面は、「南北方向断面で岩盤が他地点と比較して相対的に最も深部に存在し、改良地盤及び砂礫層が分布する②-②断面」、及び「東西方向断面で岩盤が最も深部に位置する④-④断面」を選定いたします。

16ページをお願いします。16ページより構造成立性評価地震波の選定について御説明をさせていただきます。

17ページをお願いいたします。構造成立性評価のための地震波の選定に当たりましては、2章で選定いたしました構造成立性評価断面に対して、一次元波動論による地震応答解析を行った結果を踏まえて、防波壁に影響が大きいと考えられる地震波を選定いたします。

20ページをお願いいたします。20ページと21ページに基準地震動Ss5波について行いました一次元波動論による地震応答解析の結果といたしまして、構造成立性評価断面ごとに最大水平加速度、相対変位、最大せん断応力、最大ひずみと標高の関係をお示ししております。

応答の比較の結果から、周辺地盤の液状化等の影響も考慮いたしまして、継続時間の長いSs-Dを評価対象地震波として選定いたしまして評価を実施することといたしました。

22ページをお願いいたします。22ページより、4章、構造成立性評価における解析条件をお示ししております。

24ページをお願いいたします。24ページ～29ページに、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の地震時の解析条件をお示ししております。

24ページでは、解析には液状化を考慮することを目的として有効応力解析を用いていること、モデル化に当たりましては、鋼管杭は線形はり要素、岩盤、施設護岸につきましては線形要素、埋戻土（粘性土）等の非線形性を考慮する地盤につきましてはマルチスプリング要素でモデル化するということが記載しております。

25ページをお願いいたします。25ページでは、ジョイント要素、境界条件について記載しております。

26ページでは、入力地震動の設定方法をお示ししております。

27ページでは、地震時の地下水位の設定方法をお示ししております。28ページでは、有効応力解析において設定いたしました解析用物性値をお示ししております。

29ページをお願いします。29ページでは、荷重の組合せについて記載をしております。

30ページをお願いします。30ページからは津波時の解析条件をお示ししております。津波時には、2次元静的フレーム解析を用いること、モデル化に当たりましては多重鋼管杭を1本の梁としてモデル化し、地盤は線形ばねでモデル化することを記載しております。

31ページに、津波時の地下水位の設定について記載をしております。

32ページをお願いいたします。ここでは、津波時の荷重及び荷重の組合せについてお示ししております。

ページの中程にポツを記載しておりますが、構造成立性検討に当たりましては、基準津波による津波荷重及び漂流物荷重を上回る津波荷重を保守的に設定いたします。

防波壁に作用する津波荷重は、港湾基準に示されている式により算定し、擁壁の海側から作用させます。

設定する津波荷重の考え方につきましては、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）、防波壁（波返重力擁壁）についても同様でございます。

33ページをお願いいたします。33ページからは、各評価対象部位の照査項目、許容限界をお示ししております。

37ページをお願いいたします。37ページからは、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の解析条件をお示ししております。51ページからは、防波壁（波返重力擁壁）の解析条件を同じようにお示ししております。

62ページをお願いいたします。62ページより、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造成立性評価結果をお示ししております。

63ページをお願いいたします。63ページに、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）のうち、鋼管杭の地震時における最小安全率時刻での照査結果をお示ししております。

鋼管杭に厳しい損傷モード（曲げ、せん断照査の最小安全率時刻）を想定いたしましても、構造成立性が確保されることを確認いたしました。

64ページをお願いします。64ページには、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の鋼管杭の津波時の照査結果をお示ししております。津波時におきましても、構造成立性が確保されることを確認いたしました。

65ページをお願いいたします。65ページに、改良地盤①の検討結果をお示ししております。

ページ下段に、地震時における全時刻での局所安全率の逆数の分布をお示ししております。

す。分布図に赤線で枠囲みした範囲が改良地盤の①でございますが、全ての要素において破壊領域が存在しておりませんので、すべり安全率1.2以上を確保することを確認いたしました。

66ページをお願いします。ここでは防波壁（多重鋼管杭式擁壁）（地盤改良部）の地震時における全時刻での過剰間隙水圧比の分布をお示ししております。

過剰間隙水圧比0.95を超えております、凡例で赤で示す範囲で液状化が発生しているという評価となります。

防波壁周辺の地盤のうち、地下水位以深の埋戻土（掘削ズリ）、砂礫層において液状化が発生しているということを確認いたしました。

防波壁（逆T擁壁）、防波壁（波返重力擁壁）の各評価対象断面についても同様にお示ししております。

67ページをお願いいたします。67ページより、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の構造成立性検討結果をお示ししております。

68ページに、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）のうち、鋼管杭の地震時における照査結果をお示ししております。曲げ、せん断のいずれについても許容値を満足する結果となっております。

69ページをお願いいたします。69ページに、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の鋼管杭の津波時の照査結果をお示ししております。津波時におきましても、構造成立性が確保されることを確認いたしました。

71ページをお願いいたします。71ページ、72ページに、（鋼管杭式逆T擁壁）（一般部）の逆T擁壁の地震時、津波時における照査結果をお示ししております。いずれにつきましても、構造成立性が確保されることを確認いたしました。

73ページをお願いいたします。73ページに、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の改良地盤の検討結果をお示ししております。地震時における全時刻での局所安全率の逆数の分布より許容値を満足することを確認いたしました。

75ページをお願いいたします。75ページより、防波壁（波返重力擁壁）の輪谷部の各部位の照査結果をお示ししております。いずれも許容値を満足しているという結果となっておりますので、説明は割愛をさせていただきます。

81ページをお願いいたします。81ページより、防波壁（波返重力擁壁）の地盤改良部断面の構造成立性結果をお示ししております。

ここでは、防波壁（波返重力擁壁）の重力擁壁の照査結果をお示ししております。重力擁壁につきましても、構造成立性が確保されることを確認いたしました。

82ページをお願いいたします。82ページでは、防波壁（波返重力擁壁）のうち、ケーソンの地震時の照査結果をお示ししております。

波返重力擁壁につきましては、港湾基準に準拠し、躯体コンクリート強度に応じた剛性でケーソンの地震応答解析を実施し、せん断に対して十分な裕度を有していることを確認いたしました。

また、前回の審査会合以降、重力擁壁を支持するケーソンにつきましては、基準地震動  $S_s$  に対する壁部材及び銅水砕スラグをモデル化した2次元FEM解析を実施いたしました。

上部工を支える主要部材であります陸側壁、海側壁の層間変形角最大の時刻における短期許容応力度に対する曲げ、せん断の照査値でございますけれども、陸側壁の曲げにつきましては鉄筋で0.09、コンクリートで0.03、せん断については0.28、海側壁の曲げについては、コンクリートで0.21、せん断については0.19となっております。なお、こちらにつきましては、曲げについて、鉄筋の引張は発生してございません。

これらの検討によりまして、ケーソンの構造成立性を確認いたしました。

また、今後、詳細設計段階におきましては、銅水砕スラグの解析用物性値に関する実験を行いまして、耐震安全性評価に反映してお示しさせていただきます。

83ページをお願いいたします。ここでは防波壁（波返重力擁壁）のケーソンについて、津波時の海側壁の照査結果を参考としてお示ししております。

海側壁の断面力は、隔壁及び底版で支持された3辺固定版として算出いたしまして、許容限界を短期許容応力度といたしまして、コンクリートの圧縮応力度及び鉄筋の引張応力度について照査を行いました。なお、海側第1隔室内はコンクリートを充填しておりますが、保守的に砂として評価いたします。

照査結果といたしましては、許容値を満足する結果となっております。海側第1隔室内の中詰材をコンクリートとして評価した場合には、表に示す照査値と比較しても、さらに大きな裕度が確保できることを確認いたしました。

84ページに、防波壁（波返重力擁壁）の地盤改良部の検討結果をお示ししております。地震時における全時刻での局所安全率の逆数の分布より、許容値を満足することを確認いたしました。

87ページをお願いいたします。87ページより浸透流解析について御説明をさせていただきます。

きます。

防波壁の止水性については、コンクリート壁、逆T擁壁、重力擁壁、止水目地等の施設で遮水を担保し、難透水性材料である改良地盤により、地盤中からの回り込みによる浸水を防止いたします。

これらのうち、地盤中からの回り込みによる浸水防止について、2次元浸透流解析により確認いたします。

地盤における改良地盤の割合が最も支配的となる鋼管杭式逆T擁壁を対象といたしまして、保守的な条件により解析を実施いたします。

ページの中段に解析条件をお示ししております。津波水位につきましては、防波壁高さの15mの津波を考慮いたしまして、津波の継続時間といたしましては、島根の基準津波1の敷地前面における周期が約4分のところ、保守的に計算時間を30分として設定いたします。

改良地盤の透水係数につきましては、表にお示ししておりますとおり、周辺の埋戻土（掘削ズリ）と同一の透水係数を設定いたします。

88ページに、浸透流解析の結果をお示ししております。

津波来襲より30分経過後においても、防波壁より敷地側に浸水は認められないことから、施設及び地盤を含む範囲について、保守的な条件により2次元浸透流解析を実施した場合におきましても、地盤中からの回り込みによる敷地へ浸水するおそれはございません。

90ページにまとめを示しております。4ポツ目に記載しておりますけれども、これらの検討を踏まえまして、防波壁の基本構造が設置許可基準規則の各条文に適合する見通しを確認しましたという形でまとめをお示しさせていただいております。

説明は以上でございます。

○山中委員 それでは質疑に移ります。質問、コメントはございますか。

○千明審査官 規制庁の千明です。

今、防波壁の構造成立性評価結果について説明いただいたんですが、先ほどのパートの防波壁の設計方針における指摘事項を、この辺りを踏まえて内容を補強していただき、また改めて説明のほうをしていただき、その中で確認をしていきたいというふうに考えておりますが、その辺り理解のほうはよろしいですか。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

今の御指摘を踏まえまして拡充してまいりますので、よろしく申し上げます。

○千明審査官 規制庁の千明です。

その上で、先ほどの指摘以外で、こちらの資料で質問が1点、私のほうからありますので、ちょっと質問させてもらいます。

パワーポイント資料の57ページをお願いします。ここは波返重力擁壁の津波時の解析条件について記載がされているところなんですけど、ほかの防波壁に比べて、その記載の情報が少ないというか、この解析条件として静的解析というところが書かれていて、その中身、具体的な手法であったり、モデル化の条件とか、その辺りのちょっと記載がないのですが、この辺りについてちょっと具体的に説明のほうをお願いします。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

おっしゃられるとおり、少し情報は少ないので、今後、拡充させていただきたいと思っております。

津波荷重につきましては、朔望平均満潮位より上の部分につきましては、58ページに出しております津波荷重をそのものに充てる検討を今していくことを考えておりまして、特に重力擁壁と書いてある陸上から立ち上がった部分、ここが津波荷重としては一番厳しい部位ではないかと考えておりますので、そういった辺りも含めて、今後、御説明のほうをさせていただきたいと考えております。

以上です。

○千明審査官 規制庁の千明です。

ここで聞きたかったのは解析なんですけど、解析といっても手計算レベルのものからFEMまで様々あると思うんですけど、ここで言っている静的解析というのがどういったものを指しているのかという辺り、現時点でお答えできれば回答のほうをお願いします。

○中国電力（家島） 中国電力の家島です。

すみません、本日の資料にその辺りが、ちょっと細かい情報をつけてなくて申し訳ありません。こちらはフレーム計算よりももっと簡易的に外力と抵抗の、いわゆる手計算レベルの剛体の計算で出しているようなものでございます。

○千明審査官 規制庁の千明です。

今の説明は分かりました。今後、先ほどのパートのところでありましたように、その辺り設計方針のところも踏まえて、その解析、ここの内容について詳細に説明のほうをお願いできればというふうに思います。

私からは以上です。



○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。

○日南川技術参与 原子力規制庁の日南川です。

止水目地の評価に関して質問をいたします。パワポ35ページ、それとか、まとめ資料の通し番号で140ページなどに止水目地の評価が記載されております。パワポ35ページをちょっと御覧いただきたいと思います。パワポ35ページの三つ目のポツに「止水目地が発生水圧に対して十分遮水できることを、詳細設計段階で試験等により確認する」となっております。止水目地は複数の箇所を設置をされておりますが、それぞれの箇所で試験等を行うという理解でよろしいのか、御説明ください。

また、中段の表の右側で、止水目地の変形・水圧のところの設計で用いる許容限界及び適用基準の欄では「今後必要に応じて実施する性能試験に基づく」とあります。どのような条件になれば試験をするのか、試験を実施する判断基準を説明ください。

以上です。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

まず、発生水圧に対して十分遮水できることに対して試験等を確認するということに対しては、各部位におけます発生水圧が、例えば一番大きな水圧が発生する箇所、プラス地震で大きく目開きした状態のところ、そういったものをモデル化ができるのであれば、そういったところで代表させたものの試験を今後実施することになる。代表できない場合につきましては、それぞれの箇所での試験を想定しております。

また、今後必要に応じて実施する性能試験につきましては、基本、メーカーの規格というものがございます。今回発生する発生水圧でございますとか、地震による目開きが、そのカタログ値を大きく超えるようなものにつきましては実験等で確認をするという今判断基準を持っております。

以上です。

○日南川技術参与 原子力規制庁の日南川でございます。

最初の止水目地の発生水圧に関する件ですが、これは試験をするというふうなことなんです、これは模型実験か何かを考えているというふうな理解でよろしいでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

実際のこの材料、ゴムジョイント、シートジョイントの材料を用いまして実験を行いたいというふうに考えております。

以上です。

○日南川技術参与 原子力規制庁の日南川です。

その辺は詳細段階で詳しく説明を受けたいと思います。

それと2点目の件なんですけど、メーカーの規格の基準値からはみ出るやつは試験をするというふうなことなんですけど、このメーカーの基準というのはどの程度の信頼性がある基準でしょうか。御説明ください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

メーカー規格による水圧等につきましては、それぞれのメーカーで持っているものだというふうに認識しておりますけれども、今回は特に地震によって目開きをして、それで津波の波圧がかかってくるという状況でございますので、メーカー規格のものがそのまま使えるかどうかというのは、今後の検討結果を踏まえまして、試験が必要であれば試験を実施すると。そこはメーカー規格の中身も我々のほうで確認をさせていただいて、適用できるかどうかの判断をさせていただきたいと考えております。

以上です。

○日南川技術参与 原子力規制庁の日南川です。

今、なかなかお答えづらいとは思いますが、試験をする、しないの判断基準というのは、いずれかの時点で説明をお願いしたいと思います。この辺については詳細設計の段階で詳しくお尋ねをしますので、準備方、よろしくをお願いしたいと思います。

以上です。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

了解いたしました。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。よろしいですか。

先ほどの設計方針について、再度御回答いただくということで、それに伴って、また改めて成立性の評価結果について御説明いただくということでよろしいでしょうか。

○中国電力（北野） 中国電力の北野でございます。

代表部位の増加もございますので、それぞれの結果も含めて説明させていただきます。よろしく申し上げます。

○山中委員 あと、よろしいでしょうか。

それでは、以上で議題を終了いたします。

本日予定していた議題は以上です。

今後の審査会合の予定については、2月27日木曜日にプラント関係（非公開）、2月28日

金曜日に地震・津波関係（公開）の会合を予定しております。

それでは、第839回審査会合を閉会いたします。