

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第940回

令和3年1月29日（金）

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940回 議事録

1. 日時

令和3年1月29日（木） 13：31～16：08

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

石渡 明 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

市村 知也 原子力規制部長

大浅田 薫 安全規制管理官（地震・津波審査担当）

内藤 浩行 安全規制調整官

江寄 順一 企画調査官

熊谷 和宣 管理官補佐

佐口 浩一郎 主任安全審査官

海田 孝明 主任安全審査官

菅谷 勝則 技術研究調査官

中国電力株式会社

山田 恭平 常務執行役員 電源事業本部 副本部長 兼 部長（電源土木）

黒岡 浩平 電源事業本部 担当部長（電源土木）

清水 雄一 電源事業本部 担当部長（電源土木）

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）

吉次 真一 電源事業本部 マネージャー（耐震設計土木）

清水 祥平 電源事業本部 副長（安全審査土木）

隼田 啓志 電源事業本部 担当（安全審査土木）

藤村 隆弘 電源事業本部 担当（安全審査土木）

中部電力株式会社

中川 進一郎 原子力本部 執行役員 原子力土建部長
岩瀬 聡 原子力本部 原子力土建部 調査計画グループ 課長
石川 直哉 原子力本部 原子力土建部 調査計画グループ 副長
川合 佳穂 原子力本部 原子力土建部 調査計画グループ 担当
成田 忠祥 原子力本部 原子力土建部 設計管理グループ 副長
竹山 弘恭 原子力本部 フェロー
天野 智之 原子力本部 原子力土建部 調査計画グループ長

4. 議題

- (1) 中国電力（株）島根原子力発電所2号炉の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について
- (2) 中部電力（株）浜岡原子力発電所の地震動評価について
- (3) その他

5. 配付資料

- 資料1-1 島根原子力発電所2号炉 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価（コメント回答）
- 資料1-2 島根原子力発電所2号炉 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価（補足説明）
- 資料2 浜岡原子力発電所 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価について（コメント回答）

6. 議事録

○石渡委員 それでは、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940回会合を開催します。

本日は、事業者から基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価並びに地震動評価について説明をしていただく予定ですので、担当である私、石渡が出席をしております。

それでは、本会合の進め方等について、事務局から説明をお願いします。

○大浅田管理官 事務局の大浅田です。

本日の審査会合につきましても、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策のため、テレビ会議システムを用いて行います。また、緊急事態宣言に伴い、一般傍聴の受付は行っておりませんので、動画配信を御利用ください。

それでは、本日の審査案件ですが、2件ございます。1件目は、中国電力株式会社島根原子力発電所2号炉についてです。内容は、基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価についてのコメント回答です。資料は、補足説明資料をあわせて2点ございます。2件目は、中部電力株式会社浜岡原子力発電所についてです。内容は、地震動評価についてですが、そのうちの顕著な増幅を考慮する地震動評価についてのコメント回答です。資料は1点でございます。

事務局からは以上でございます。

○石渡委員 よろしければ、このように進めたいと思います。

それでは、議事に入ります。

中国電力から、島根原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について、説明をお願いいたします。御発言、御説明の際は挙手をしていただき、お名前をおっしゃってから御発言、御説明ください。

どうぞ。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

本日は、島根原子力発電所2号炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価につきまして、前回、令和2年10月16日の審査会合での御指摘事項を踏まえまして、液状化検討等の検討結果を取りまとめてまいりましたので、御説明させていただきたいと考えております。

説明は、安全審査土木グループの副長、清木が行います。よろしくをお願いいたします。

○中国電力（清木） 中国電力の清木です。

御説明させていただきます。

初めに、資料の確認を行います。右肩資料1-1、島根原子力発電所2号炉耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価（コメント回答）、右肩資料1-2、補足説明資料の2部となります。

資料1-1、コメント回答資料を用いて説明させていただきます。

1ページをお願いいたします。こちら、令和2年10月16日の審査会合における指摘事項を

まとめております。

2ページをお願いいたします。基礎地盤の安定性評価におきまして、主な変更点をまとめております。防波壁、逆T擁壁の扱いについて、御説明させていただきます。

プラント側の審査、防波壁の構造についての設計方針第888回審査会合におきまして、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）について、設計方針の見直しを示しました。鋼管杭の先端部の岩盤根入れが0.5m程度であり、せん断抵抗を見込めないことから、役割に期待しないとして、杭支持から改良地盤支持へと変更しております。

第909回審査会合におきまして、上記方針を踏まえた構造成立性をお示ししております。

その後の基礎地盤、周辺斜面の安定性評価第910回審査会合におきまして、設計方針として、鋼管杭をモデルに取り込むこと及び基礎底面幅が狭いほうがすべり安定上は保守的な評価になると考え、杭幅を影響要因として考慮したことから、これまでどおり、杭を介して岩盤で支持する施設のグループに整理したままとなっております。同一グループの中で比較を行った結果、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）を代表施設として選定しております。

今回の御説明では、防波壁の構造についての設計方針に係る審査との整合を図るため、杭基礎から改良地盤による直接基礎としてグループ分けの見直しを行い、鋼管杭はモデル化を取りやめます。また、名称を「防波壁（逆T擁壁）」に見直します。

3ページをお願いします。こちらでは、液状化を考慮したすべり安定性評価の主な変更点を示しております。

910回審査会合におきましては、液状化を考慮しない条件を基本ケースとして示し、すべり安全率の最も小さいケースにおいて、液状化を考慮した影響検討を行っております。

今回の御説明では、簡便法・動的解析ともに液状化を考慮する条件を基本ケースとするよう見直します。なお、液状化影響を考慮したすべり安定性評価の方法に関しては、有効応力解析との比較により、妥当性の確認を行います。

7ページをお願いいたします。こちらでは、基礎地盤の安定性評価について、設置許可基準規則に基づき、確認を行っております。第3条第1項等の確認内容として、簡便法・動的解析では、液状化によるせん断強度の低下を考慮する旨を追記しております。

8ページをお願いいたします。こちらでは、周辺斜面の安定性評価について、確認を示しております。第4条第4項等の確認内容として、同じく簡便法・動的解析では、液状化によるせん断強度の低下を考慮する旨を追記しております。

24ページをお願いします。こちらでは、基礎地盤の安定性評価の評価フローを示しております。液状化範囲の検討を行った後、評価対象施設のグループ分けを行います。フローその後の後段としまして、三つに分かれております。すべり安定性評価、基礎地盤の支持力評価、基礎底面の斜面の評価を行います。

まず、フローの液状化範囲の検討から御説明いたします。26ページをお願いします。

こちらでは、液状化範囲の検討について記載しております。液状化範囲の検討に当たっては、3次元浸透流解析の大局的な地下水位分布の傾向を参照し、保守的に地下水位を設定します。

下の箱書きに結果を示しております。8.5～15m盤では、地表面付近まで地下水位が上昇することから、安定性評価においては、地表面に地下水位を設定し、液状化によるせん断強度の低下を考慮します。44m～50m盤では、地下水位は地表面より20m程度深いことから、安定性評価においては、液状化によるせん断強度の低下を考慮いたしません。

27ページをお願いします。こちらでは、評価対象施設のグループ分けの考え方を示しております。

①としまして、液状化範囲の検討結果及び地震増幅特性の違いを踏まえ、8.5～15m盤に設置されている評価対象施設と44～50m盤に設置されている施設を区分いたします。

②としまして、防波壁については、液状化の影響が大きいと考えられるため、防波壁とそれ以外に区分します。

③としまして、杭基礎と直接基礎に区分いたします。

以上のことから、A～Dの四つのグループに区分することと見直しました。

28ページをお願いいたします。こちらでは、液状化影響を考慮したすべり安全率の算定方法を示します。

下の左の図の灰色の矢印を御確認ください。液状化に伴う事象を踏まえ、簡便法及び動的解析の液状化影響を考慮したすべり安全率について、液状化範囲におけるすべり面上のせん断力及びせん断抵抗力は考慮しないこととします。なお、評価方法の妥当性については、基礎地盤については3.8章、周辺斜面については6.6章において、その妥当性の確認を行います。

33ページをお願いします。こちら、グループAの選定結果をお示ししております。簡便法の結果は、液状化を考慮した値となっております。選定結果につきましては、これまでの評価の御説明と変わらず、2号炉原子炉建物を代表施設に選定いたしました。

45ページをお願いします。こちら、グループC（T.P.+15m盤以下、防波壁、杭基礎）の選定結果についてお示ししております。逆T擁壁を杭基礎から直接基礎へ見直しましたので、グループCの施設は、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）のみとなりましたことから、多重鋼管杭式擁壁を代表施設に選定いたします。

51ページをお願いします。こちら、グループD、防波壁の直接基礎の選定結果について、お示ししております。施設重量へは対策工の重量を保守的に考慮しております。簡便法の値は、液状化を考慮した値となっております。

表の①基礎地盤の岩級、地形等を御確認ください。防波壁、逆T擁壁につきましては、基礎地盤の改良強度がC₁級相当以下であることから、特徴的として、影響要因の付与を行っております。一方、波返重力擁壁につきましては、改良地盤は周辺岩盤相当に改良されていることから、影響要因の付与は行っておりません。

これらを踏まえまして、影響要因の付与数が逆T擁壁と波返重力擁壁と同数であるため、簡便法を実施した結果、逆T擁壁を代表施設に選定いたします。

59ページをお願いいたします。こちらでは、波返重力擁壁の改良地盤について、御説明いたします。

改良地盤部は、高圧噴射攪拌工法で改良しており、配合、改良径等を同一のものとし、未改良部が生じないように平面的に重複させて施工しております。施工後の品質確認としては、PS検層を実施しております。また、一軸圧縮試験を実施し、強度を確認しております。改良地盤部で実施したPS検層により、岩盤部（支持地盤）と概ね同等の速度層に改良されていることを確認いたしました。

81ページをお願いいたします。こちらでは、新たに評価対象施設として挙げました逆T擁壁について、評価対象断面の選定について、御説明いたします。

検討断面、3断面について比較を行った結果、⑪断面を評価対象断面に選定いたしました。選定の理由といたしましては、改良地盤直下にシームが分布していること、単位奥行当たりの施設重量が大きいこと及び最小すべり安全率が小さいことから、評価対象施設に選定したものです。こちらの断面を用いて、動的解析を行います。

102ページをお願いします。こちらでは、解析用物性値の設定方法について示しております。改良地盤について、記載しております。波返重力擁壁に用いました高圧噴射攪拌工法につきましては、凝灰岩、凝灰角礫岩のC_Ⅱ級岩盤の物性値を流用いたします。逆T擁壁につきましては、薬液注入工法を行っており、こちらについては、埋戻土、盛土の物性値

を流用いたします。

127ページをお願いします。こちらでは、基礎の支持力の評価方法について、お示ししております。表の下、防波壁（逆T擁壁）が評価対象施設となりましたので、追記しております。設置地盤として改良地盤（埋戻土）を記載しております。評価基準として、平板載荷試験により1.2と設定いたしました。

131ページをお願いします。こちらでは、基礎底面の傾斜の設定方法について、記載しております。基礎の傾斜が評価基準値の目安の2,000分の1を超えないことを確認します。なお、防波壁につきましては、津波防護上、要求される安全機能に基づいて、別途設定する評価基準値の目安を超えないことを確認いたします。

132ページをお願いいたします。こちら、防波壁の基礎底面の傾斜の設定について、御説明いたします。中段の表を御確認ください。

防波壁の要求機能が漏水及び浸水を防止することであることから、それぞれに対して、設計方針と許容限界の考え方を記載しております。設計方針として、漏水に対しましては、止水目地を設置しております。許容限界の考え方としましては、メーカー規格及び先行サイト実績を参考に、止水目地の許容変形量は100cmとします。防波壁間の相対変位としては、保守的に位相が逆になることを考慮し、片側50cmとします。浸水に対しては、余裕を考慮した天端高さであることから、浸水機能は確保されるため、漏水に対する許容限界を用いることとします。

こちらを踏まえ、2倍程度の裕度を考慮し、評価基準値の目安といたしまして、多重鋼管杭式擁壁につきましては120分の1、逆T擁壁につきましては30分の1と設定いたしました。評価結果について、御説明いたします。141ページをお願いいたします。

こちら、グループAの評価対象施設である2号炉原子炉建物基礎地盤南北断面の評価結果を示しております。破線は、液状化範囲を考慮した範囲であることを示しております。すべり安全率の最小のケースにつきまして、丸で示しております。

143ページをお願いします。平均強度を用いたすべり安全率のうち、最小ケースについて、強度のばらつきを考慮して評価を行った結果、すべり安全率は1.5を上回ることを確認いたしました。

154ページをお願いします。こちら、Cグループの評価対象施設である防波壁（多重鋼管杭式擁壁）基礎地盤のうち、最も厳しいケースを示しております。液状化を考慮し、検討を行いました結果、強度のばらつきを考慮して評価を行った結果、すべり安全率は1.5を

上回ることを確認いたしました。

156ページをお願いします。こちら、Dグループの評価対象施設、防波壁（逆T擁壁）基礎地盤の液状化を考慮した結果を示しております。強度のばらつきを考慮して評価を行った結果、すべり安全率は1.5を上回ることを確認しました。しかしながら、自主的な裕度対策として、防波壁背後の地盤改良を実施いたします。

157ページをお願いします。防波壁（逆T擁壁）の対策工の計画を示しております。下の縦断図を御確認ください。

J-3断面で代表している範囲の一部として、改良地盤底面にシーム及びC_L級岩盤が分布している範囲において、自主的な裕度向上対策として、防波壁背後の地盤改良を実施します。茶色のハッチで示した範囲となります。

159ページをお願いします。こちら、対策工範囲の考え方について示しております。シーム深度が十分深くなる位置において、J-3'断面を作成いたしました。J-3'断面は、J-3断面の北側で、追加の地盤改良範囲外となります。J-3'断面において、すべり安全率を算定した結果、すべり安全率は3.88となり、追加の地盤改良を考慮したJ-3断面のすべり安全率3.05より十分大きいことを確認しました。

以上のことから、地盤改良の範囲はJ-3'断面の手前まで実施することといたしました。

162ページをお願いします。対策工を実施した場合の安定性評価結果を示しております。強度のばらつきを考慮して評価を行った結果、すべり安全率は1.51から1.66と改善されることを確認いたしました。

こちらで、資料修正について、御説明させていただきます。補足説明資料の162ページをお願いいたします。

このページでは、防波壁（逆T擁壁）の応力状態と局所安全係数を示しております。本来であれば、追加の地盤改良を考慮しないものを示さなければならないところ、こちらでは、追加の地盤改良を考慮した結果を示しております。正しい記載といたしましては、すべり面の赤の実線が破線となり、最も厳しい時刻が8.92秒となり、すべり安全率が1.87（1.51）となります。申し訳ございませんでした。

本編資料に戻っていただきまして、163ページをお願いいたします。こちら、支持力の評価結果として、逆T擁壁を追記しております。いずれの施設においても、地震時最大接地圧は評価基準値を下回っていることから、施設の基礎地盤は十分な支持力を有していることを確認いたしました。

170ページをお願いします。こちらは、基礎底面の傾斜のうち、防波壁に関する値を示しております。いずれの施設においても、評価基準値の目安を下回っていることから、津波防護上、要求される防波壁の安全機能に支障を与えるものではないことを確認いたしました。

173ページをお願いします。こちらでは、液状化影響を考慮したすべり安定性評価について、有効応力解析による妥当性確認を示します。下の表に全応力解析の採用手法の概要を示しております。液状化範囲の設定としまして、地下水位以深の埋戻土等を全て液状化範囲とします。液状化範囲の起動力・抵抗力については、考慮しない（ゼロとする）としております。

検証方法について御説明します。液状化範囲の過剰間隙水圧分布比や応力状態を確認するため、有効応力解析を実施します。その結果をもって、全応力解析の採用手法における液状化範囲の設定及び起動力・抵抗力の設定が妥当であることを確認します。有効応力解析を用いたすべり安全率を算定し、全応力解析のすべり安全率との比較を行い、採用手法の妥当性を確認いたします。

174ページをお願いします。検証に用いる解析条件を示しております。基準地震動として、継続時間が最も長い S_s-D の中で、すべり安全率が最小となるケースとします。対象断面としては、評価対象断面のうち、埋戻土が最も厚い防波壁（多重鋼管杭式擁壁）を選定いたします。検証に用いる有効応力としましては、防波壁の設計方針・構造成立性で示している有効応力解析結果を用います。

175ページをお願いします。こちらでは、液状化範囲の設定の確認を示しております。左の図は、有効応力解析により、過剰間隙水圧比が0.95以上の範囲を示したものです。10秒後から0.95以上となる範囲が局所的に発生し、30秒からは埋戻土全体に発生しております。防波壁周辺の砂礫層には進展しておりません。

全応力解析の採用手法における液状化範囲を右の図に示しております。全ての埋戻土を対象に設定したものです。こちらから全応力解析の採用手法における液状化範囲の設定は保守的になっていることを確認いたしました。

177ページをお願いします。こちら、液状化範囲における起動力の設定について、確認を行います。中段の図が有効応力解析の起動力を示したものです。有効応力解析では、約10秒から過剰間隙水圧の上昇に伴う有効応力の低下が顕著に現れ始め、起動力が徐々に減少し、概ねゼロとなっております。

178ページをお願いいたします。こちら、液状化範囲における抵抗力の設定について示しております。中段、有効応力の図を御確認ください。約10秒から抵抗力が徐々に減少して、概ねゼロとなっております。

以上のことから、有効応力解析結果を確認した結果、液状化範囲の起動力及び抵抗力はゼロに設定することが妥当な評価になると考えられます。

179ページをお願いします。こちら、有効応力解析を用いたすべり安全率の算定結果について、お示ししております。表の右側、有効応力解析を用いたすべり安全率 F_{S2} として、1.66と算出しました。保守的な条件により算出した有効応力解析結果によるすべり安全率 F_{S2} が1.5を上回ることを確認いたしました。

F_{S2} の算出方法の保守性について、次項以降で御説明いたします。

180ページをお願いいたします。有効応力解析結果を用いたすべり安全率の保守性について、御説明いたします。

表の中、保守性1として、起動力の時刻の保守性が含まれていることを示しております。岩盤部が最小すべり安全率を示す時刻（34.29秒）では、液状化の進展により有効応力の起動力は小さくなっていますが、保守的に10秒以降の最大値を採用しています。保守性の2としまして、抵抗力の設定の保守性が含まれております。残存する有効応力に対応した抵抗力が考慮できますが、こちらを保守的にゼロとしております。これらの保守性を含む F_{S2} として、先ほどの1.66を算出しております。

183ページをお願いします。保守性1、起動力の時刻の保守性について、左上の図を御覧ください。岩盤部の最小すべり安全率を示す時刻では、過剰間隙水圧の上昇に伴う有効応力の減少により、起動力は56kN/mと小さくなっていますが、保守的に10秒以降の最大値689kN/mを採用しております。

保守性2につきまして、左下の図を御確認ください。34.29秒においても、すべり面上には残存する有効応力に伴う抵抗力が作用しておりますが、保守的にゼロとしております。残存する有効応力に伴う抵抗力につきましては、FLIPで液状化しやすいよう設定しているせん断強度（ $C=0$ 、 $\phi=39.35^\circ$ ）では約50kN/mですが、現実的には、埋戻土を対象とした実験値である大型三軸圧縮試験によるせん断強度（ $C=0.04\text{N/mm}^2$ 、 $\phi=38^\circ$ ）を考慮しますと、1,255kN/mの抵抗力が考慮できます。これらが保守性となります。

184ページをお願いいたします。前項の保守性1及び保守性2を加味しない、より現実的な条件で有効応力解析を用いたすべり安全率 F_{S2}' を算定した結果、すべり安全率 F_{S2}' は

1.84となり、全応力解析の採用手法によるすべり安全率 F_{s1} の1.75を上回ることを確認いたしました。

221ページをお願いいたします。こちらからは、周辺斜面の安定性評価について、御説明します。評価フローの全体概要をお示ししております。

影響するおそれのある斜面の網羅的な抽出を行い、液状化範囲の検討を行った後、グループ分けを行います。液状化範囲の検討から御説明をいたします。

225ページをお願いします。地下水位以深の埋戻土等については、液状化によるせん断強度の低下の可能性を考慮いたします。

下の箱書きで結果のほうを示しております。2号炉南側盛土の地下水位は法尻付近までの上昇にとどまっていますが、地下水位の分布を詳細に検討し、液状化範囲を設定いたします。

262ページをお願いいたします。こちらでは、液状化範囲の検討フローを示しております。2号炉南側盛土斜面において、すべり安定性評価を実施する際に考慮する液状化範囲について検討いたします。検討の流れとして、2次元浸透流解析により設定した地下水位分布の状況を踏まえ、有効応力解析により液状化の有無を確認し、液状化範囲を設定いたします。

2次元浸透流解析による検討用地下水位の設定におきまして、境界条件の設定について、コメントをいただいておりますので、設定方法を御説明いたします。

266ページをお願いします。こちらでは、2次元浸透流解析のうち、上流側、水頭固定境界について、御説明しております。T.P.+44m盤では、3次元浸透流解析の結果を踏まえると、地下水位が地表面まで上昇することはないと考えられますが、盛土内の地下水位を把握するため、盛土と旧地形、岩盤の境界において、水頭固定境界を地表面に設定しました。なお、設定に当たりましては、谷筋における沢及び河川等の状況、構内排水路の設置状況及び法面保護工の施工状況も踏まえ、総合的に検討したものです。

267ページをお願いします。旧地形における谷筋を通る4断面を作成いたしました。2号炉南側盛土斜面における盛土、旧地形の境界部の位置と比較した結果、2号炉南側盛土斜面における境界部が最も北側に位置しており、上流側水頭固定境界の範囲設定が保守的であることを確認いたしました。

272ページをお願いいたします。こちらでは、解析における降雨条件の設定について、説明しております。2次元浸透流解析による検討用地下水位の解析条件として、地表面水

頭固定境界に加え、松江气象台における年間降水量にばらつきを考慮した値に、今後の気候変動による降雨量の変化を加味し、年間降水量として2,400mmを定常解析へ考慮しております。

273ページをお願いします。こちらでは、下流側・上流側水頭固定境界につきまして、まとめております。

274ページをお願いします。こちらからは、解析結果の検証を行っております。解析結果としまして、2次元浸透流解析による検討用地下水位を青色の線で示しております。2次元浸透流解析による検討用地下水位は、3次元浸透流解析による地下水位を上回っていることから、3次元的に考慮される流域からの集水、谷筋からの流入を踏まえても、保守的な地下水位となっております。

275ページをお願いします。こちらでは、観測地下水位との比較を行っております。No.6、No.7でのボーリング孔での観測最高地下水位を下の図に示しております。比較の結果、2次元浸透流解析による検討用地下水位は、地下水位の観測最高水位を大きく上回ることを確認しました。

276ページをお願いいたします。こちらからは、解析結果の検証として、既往最大降雨との比較を行っております。

下の箱書きです。日最大1時間降水量につきまして、気象庁観測地点「松江」の既往最大(77.9mm)と同程度の降水量が発電所において観測されております。このことから、既往最大の日最大1時間降水量が発生した場合の地下水位は、2次元浸透流解析による検討用地下水位に比べ、十分低いと考えられます。

次に、日最大24時間降水量についてです。こちらにつきましては、対応する地下水位観測記録が得られていないため、次項以降で推定を行っております。

277ページをお願いします。こちら、ボーリングNo.6孔との比較を行っております。降水量と盛土斜面の法尻に位置するNo.6観測孔における地下水位の相関を整理いたしました。日最大24時間降水量を想定した場合の地下水位との比較を行っております。保守的にばらつきを考慮し予測した結果、下の図に示すとおり、地下水位はT.P.+14.5m程度となり、2次元浸透流解析の境界条件(T.P.+15.0m)及び盛土法肩付近までの検討用地下水位よりも低いことを確認いたしました。

279ページをお願いします。こちら、ボーリングNo.7孔について、同様の整理を行っております。地下水位は、T.P.+11.7m程度となり、2次元浸透流解析による検討用地下水位

よりも十分に低いことを確認いたしました。

281ページをお願いします。こちら、解析結果の検証のまとめを示しております。2次元浸透流解析（定常解析）の入力条件である水頭固定境界の範囲、降水条件は、結果の面からも保守性があり、妥当であることを確認いたしました。

295ページをお願いします。2号炉南側盛土斜面の結果を示しております。2次元浸透流解析により設定した検討用地下水位を用いて、液状化範囲を設定した範囲を水色のハッチとして示しております。液状化を考慮したすべり安全率は、平均強度で1.61、ばらつきで1.56であり、1.2を上回ることを確認いたしました。

こちらの妥当性について、基礎地盤と同様に確認しておりますので、御説明いたします。

300ページをお願いします。全応力解析による液状化影響を考慮したすべり安定性評価について、有効応力解析により妥当性の確認を行います。

302ページをお願いします。こちらでは、液状化範囲の設定の確認を行います。左の図を御確認ください。10秒後から過剰間隙水圧比0.95以上となる範囲が局所的に発生し、30秒からは0.95以上の範囲が法尻付近に発生します。

全応力解析の採用手法における液状化範囲を右の図に示しております。全応力解析の採用手法における液状化範囲の設定が保守的になっていることを確認いたしました。

303ページをお願いします。こちら、液状化範囲の起動力の設定について確認をいたします。中段、有効応力解析の結果を御確認ください。有効応力解析では、約10秒から過剰間隙水圧に伴う有効応力の低下が顕著に現れ始め、徐々に減少して、概ねゼロとなることを確認いたします。

304ページをお願いします。こちら、液状化範囲の抵抗力の設定について確認いたします。有効応力解析では、約10秒から過剰間隙水圧に伴う有効応力の低下が顕著に現れ始め、徐々に減少して、概ねゼロとなることが確認できます。

以上のことから、有効応力解析結果を確認した結果、液状化範囲の起動力及び抵抗力はゼロに設定することが妥当な評価になると考えられます。

306ページをお願いいたします。こちら、有効応力解析を用いたすべり安全率の算定結果をお示ししております。表の右側、有効応力解析を用いたすべり安全率 F_{S2} について、1.43と示しております。保守的な条件により算定した有効応力解析によるすべり安全率 F_{S2} が1.2を上回ることを確認いたしました。

F_{S2} の保守性について、御説明いたします。307ページをお願いします。すべり安全率の

算定方法が有する保守性について、下の表に示しております。保守性の1として、抵抗力の設定における保守性が含まれております。残存する有効応力に対応した抵抗力が考慮できますが、保守的にゼロと設定しております。また、保守性の2として、せん断強度の設定の保守性が含まれております。簡易設定法で設定したN値に基づく保守的な強度を使用しております。

310ページをお願いします。前項の保守性1及び保守性2を加味しない、より現実的な条件で有効応力解析を用いたすべり安全率 F_{s2} を算定した結果を下の表に示しております。すべり安全率 F_{s2} は1.71となり、全応力解析の採用手法によるすべり安全率1.61を上回ることを確認しました。

以上のことから、すべり安定性評価において、保守的な評価となる全応力解析の採用手法を用いることは妥当であると考えられます。

317ページをお願いします。こちらでは、基礎地盤、周辺斜面のまとめを示しております。島根原子力発電所2号炉の評価対象施設の基礎地盤及び周辺斜面は、基準地震動による地震力に対して十分な安定性を有しており、設置許可基準則第3条、4条、38条及び39条に適合していることを確認いたしました。

続きまして、補足説明資料について、説明させていただきます。

補足説明資料の304ページをお願いいたします。こちらでは、地震による盛土斜面崩落事例との比較を行っております。

305ページをお願いいたします。まず、地震による斜面崩落の事例の抽出を行いました。その結果を下の表に示しております。中越沖地震における結果を抽出しております。

306ページをお願いいたします。こちらでは、新潟県中越沖地震時に観測された最大加速度を記載しております。新潟県中越沖地震では、柏崎刈羽原子力発電所において、5号機観測小屋にて964、1,223galの最大加速度値が観測されております。

307ページをお願いします。こちらでは、柏崎刈羽原子力発電所の中央土捨場の一般部を示しております。柏崎刈羽原子力発電所の中央土捨場は盛土斜面であり、新潟県中越沖地震において、斜面崩落は生じておりません。

続きまして、308ページをお願いいたします。島根原子力発電所2号南側盛土斜面との比較を示しております。柏崎刈羽原子力発電所の中央土捨場と比較し、斜面高さが低いこと、斜面勾配が緩いこと、密度等の地盤物性値が大きいこと、また、新潟県中越沖地震における地表面付近の最大加速度が島根原子力発電所の基準地震動による2号炉南側盛土斜面の

応答加速度よりも大きいことを確認いたしました。

以上のことから、島根原子力発電所の2号炉南側盛土斜面は、柏崎刈羽原子力発電所の中央土捨場の事例と比較し、同規模の地震が起きた場合、斜面崩落が生じる可能性は低いと考えられます。

309ページをお願いいたします。こちらでは、柏崎刈羽原子力発電所中央土捨場の張り出し部について、お示ししております。新潟県中越沖地震時に斜面本体の崩落は生じませんでした。展望台付近において、法尻付近までは到達しない小規模な斜面崩壊が発生しております。斜面崩壊は、見学者用の展望台となっている張り出し部付近で発生した局所的な事象であり、なお、島根原子力発電所の2号炉南側付近では、類似した張り出し地形はございません。

説明のほうは以上となります。

○石渡委員 それでは、質疑に入ります。

御発言の際は、挙手をしていただいて、お名前をおっしゃってから御発言ください。どなたからでもどうぞ。

どうぞ。

○江寄調査官 規制庁、企画調査官の江寄です。

私からは、基礎底面の傾斜ということで、ここについて指摘させていただきます。

まず、218ページをお開きください。218ページの表の中で、地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜というものが1/58ということで記載されています。いわゆる、かなり大きく傾斜しているという評価結果になっております。これに対して、我々の基準規則3条2項では、施設が変形した場合でも、安全機能が損なわれないおそれがない地盤に設置しなければならないとしています。そうしたことから、防波壁に要求される安全機能の保持、設計方針及び成立の見通しについて、確認する必要があると我々は考えています。

また、131ページになります。131ページの中に、表の注の左下のほうに書いてある記載ですが、それに関して、132ページにはその詳細を解釈した記載があります。そこで書いてあるのは、防波壁の要求機能、浸水及び漏水に影響を与えない範囲まで変形を許容する設計としておりますが、傾斜に対して、安全機能を損なうおそれがないよう、要求機能を担保するための各種性能をまず整理していただいた上で、各種性能に影響がないかを確認する必要があると考えています。

以上のことから、本件に関しては、プラント側の設置許可の審査において、防波壁に要

求される安全機能とその設計方針及び成立性の見通しを説明いただきたいと考えています。

以上ですが、内容に関しては伝わりましたでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。

どうぞ。

○中国電力（家島） 中国電力の家島でございます。

先ほど江寄様からおっしゃられたコメント、御理解いたしました。改めて当社としての考え方としましては、審査ガイドのほうに記載されております許容される傾斜が各建物及び構築物に対する要求性能に応じて設定されるということを確認するという旨が記載されております。これを踏まえて、防波壁につきましては、津波防護上、要求される安全機能である漏水防止機能及び浸水防止機能に基づいて、許容値の目安を設定しております。

先ほどおっしゃられたように、この要求機能に対して、傾斜が生じた場合に、性能が確保できるかというところにつきまして、今後、設置許可段階の中で成立性ということで御説明させていただきたいと思っております。

以上です。

○石渡委員 どうぞ、江寄さん。

○江寄調査官 規制庁の江寄です。

今、大体御理解いただいていると思うんですが、一つファクターが足りないと思います。それはなぜかという、基本的に言うと、このあくまでもプラント側での故障でいうと、止水ジョイントに対しての影響ということだけをここで説明されていますが、そもそもそれ以外の部位に対して、どのような影響を及ぼして、いわゆる安全機能ですよ、浸水防止機能や津波防護機能を担保している各部位、コンクリート部分を含めて、アンカーも含めて、どのような影響を及ぼして、それに対して、安全機能は損なわれていないのかという見通しは、プラント側でもまだ確認はできていないと思っております。それは、設計方針として確認はしていますが、基本的には地震動に対しての見通しが立つという方針で確認していますが、傾斜に対しては、まだ今回初めて出てきた案件ですので、それはもう一度プラント側に説明いただきたいということです。

御理解いただけましたでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。

どうぞ。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

今の江崎さんの御指摘、理解いたしました。プラント側、その傾斜に関する成立性について、またお示ししていきたいと思っております。

以上です。

○石渡委員 江崎さん、よろしいですか。

○江崎調査官 はい。

○石渡委員 ほかにございますか。

どうぞ、熊谷さん。

○熊谷補佐 規制庁の熊谷です。

前回会合の指摘事項が示されている1ページのほうをお願いいたします。

こちらで、No.1とか4とかですけれども、基礎地盤及び周辺斜面のすべり安全率の算定の際に、全てのすべり面において、液状化影響を考慮しても、すべり安全率が最小となるすべり面が選定されているかどうかというのを確認するためにコメントしておりまして、このすべり面の選定に当たって、すべり安全率が最小となるすべり面を選定できているかどうかという説明について求めていました。

3ページをお願いいたします。これに対して、事業者におかれましては、液状化を考慮した条件において、全てすべり面を選定するという考え方ということで、その考え方を変更されて、この条件において、すべり安全率が最小となるすべり面を選定して、評価を行っています。これによって、液状化影響を考慮しても、すべり安全率が最小となるすべり面が選定されているということを確認しました。

また、1ページのほかの2番とか3番とか、そういったところでは、盛土斜面の安定性解析においても、液状化影響範囲の妥当性を確認するために、その設定の考え方についても、説明を求めています。

それで、今度、281ページをお願いいたします。281ページをお願いいたします。

事業者は、ここで観測地下水位ですとか、あとは、降雨条件、また、地下水の流れ、谷筋の状況とか、そういったことを踏まえて、解析が行われて、それに基づいて、液状化影響を考慮する範囲を設定し、また、それで液状化を考慮した安定性評価をしているということを確認しました。

今度は、295ページをお願いいたします。実際に、事業者が295ページのところで、斜面において、安定性評価の条件を適切に考慮されて評価しているということを確認しました。

これらにおいて、液状化影響を考慮した基礎地盤及び周辺斜面のすべり安定性評価の結

果、想定されたすべり面におけるすべり安全率が1.5または1.2を上回るということが適切に評価されているということについて確認をいたしました。

これについては、特に私から回答を求めるものではございませんけども、そういったことが確認できたということでございます。

○石渡委員 特に回答は必要ないということですね。

ほかにございますか。

どうぞ、熊谷さん。

○熊谷補佐 規制庁、熊谷です。

続けて失礼いたします。先ほど、江寄調査官のほうからもコメントがありましたとおり、この地盤安定性については、内容を今確認しているというところではございますけれども、これ以外の事項、地震動とか、そういったものにつきましては、このまとめ会合に向けて、これまでの審査内容をきちんと反映したものをまとめ資料としてきちんと準備をするようお願いいたします。

私からは以上でございます。

○石渡委員 ほかにございますか。

まとめ資料を準備してくださいということについては、よろしいですね。

どうぞ。

○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。

○石渡委員 ほかにございますか。

特によろしいですか。

それでは、どうもありがとうございました。

前回、私が指摘した点に関して、柏崎刈羽発電所の盛土斜面が中越沖地震のときにどういう挙動をしたかということについて、きちんと資料を集めて、今回示していただいて、表層の若干の崩れはあったけれども、斜面崩壊のようなことは起きていなかったということで、私は理解をいたしました。

それで、島根原子力発電所2号炉の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価につきましては、先ほど江寄さんのほうからありましたように、本日の指摘事項を踏まえて、引き続き審議をすることといたします。

それでは、中国電力については、以上にします。

中国電力から中部電力に接続先の切替えを行いますので、しばらく休憩をします。
35分頃でよろしいですか。

それでは、2時35分を目処に再開したいと思います。

(休憩 中国電力退室 中部電力入室)

○石渡委員 それでは、時間になりましたので、再開いたします。

次は、中部電力から浜岡原子力発電所の地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価について（コメント回答）について、説明をお願いいたします。

どうぞ。

○中部電力（中川） 中部電力の中川でございます。

本日は、浜岡原子力発電所地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価についてのコメント回答といたしまして、昨年7月31日に開催されました第882回審査会合でいただきましたコメントについて、御説明をさせていただきます。

それでは、お願いいたします。

○中部電力（石川） 中部電力の石川です。よろしくお願いいたします。

資料はコメント回答資料を1部御用意しております。

4ページお願いいたします。4ページに本日の説明内容を示します。

882回の会合では、これまでに概ね了解いただいている敷地における地震動の増幅特性、地震動の顕著な増幅を考慮しない増幅なしの地震動評価及び海洋プレート内地震の地震動の顕著な増幅を考慮する増幅ありの地震動評価に内容も踏まえ、各地震タイプの増幅ありの評価について報告し、その評価結果の妥当性の説明等に関するコメントをいただきました。

また、841回の会合を踏まえて実施した御前崎海脚西部の断層帯に関連する検討につきまして、追加の検討を求められました。

本資料では、下に示す目次に沿って、それらに回答していきます。

5ページに882回の会合でのコメントと回答概要を示します。

一つ目は、断層モデル法、応答スペクトル法の増幅ありの評価結果について、実際に敷地で観測された増幅特性を踏まえ、その妥当性を説明することというコメントで、これについては、敷地における地震動の増幅特性の審査で報告した地震観測記録の分析結果等を改めて示し、地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法や保守的な評価の考え方を観測記録の分析結果との関係を整理して説明します。

その上で、増幅ありの評価結果の妥当性について、2009年駿河湾の地震の敷地における地震観測記録により確認した顕著な増幅の特性が評価結果に反映されていること、観測記録の分析結果に対し、顕著な増幅が保守的に考慮された評価結果となっていることを説明します。

二つ目は、応答スペクトル法の顕著な増幅の反映に用いる水平動の応答スペクトル比において、断層モデル法により評価結果のNSとEWの平均を用いていることについて、どちらか一方が明らかに大きい場合は、過小評価のおそれがあることから、それぞれの方向の応答スペクトル比を示すとともに、反映方法について、考え方を整理して説明することというコメントで、これについては、平均を用いる考え方を整理して説明するとともに、NSとEWの応答スペクトル比に大きな違いがないことを示します。

三つ目は、御前崎海脚西部の断層帯の断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデルに係るレシピにあるアスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定した震源モデルの増幅ありの評価における検討について、内陸地殻内地震単体での検討に加えて、プレート間地震との連動を考慮した評価結果を示すことというコメントで、その評価結果を示します。

1ページ飛んで、7ページからNo.1と2のコメント回答として、1章の評価結果の妥当性の確認について、説明をしていきます。

10ページお願いいたします。まず、10ページから、1.1について説明をしていきます。

11ページ、再掲ですが、浜岡サイトでは、中ほどに示すように、地震観測と地下構造調査を実施しており、5号炉周辺の増幅要因等の把握や地震動評価への反映方法等を検討しております。

12ページで、過去に説明した分析結果等の内容をまとめて説明します。

まず左側、地震観測のうち、2009年駿河湾の地震の分析からは、5号炉周辺観測点で見られた地震動の顕著な増幅は、時刻歴波形ではS波主要動部のみに見られ、フーリエスペクトルでは周期0.2~0.5秒付近の狭帯域のみ、応答スペクトルでは周期0.5秒以下の短周期側のみに見られるという結果が得られています。

また、ほかの地震も含めた分析からは、5号炉周辺観測地点において、顕著な増幅は2009年駿河湾の地震の到来方向、N30E~70Eの地震波のみに見られること。この方向の地震波でも増幅の程度は一樣ではなく、地震波の入射角が鉛直に近づく敷地近傍の地震ほど顕著な増幅が見られない傾向があるという結果が得られており、このうち、2009年駿河湾

の地震の本震は、増幅の程度が最も大きく、信頼性が高い記録が得られた地震です。

これらの結果から、5号炉周辺の増幅要因は、5号炉周辺から2009年駿河湾の地震の地震波到来方向にかけて局所的に分布する深さ数百mの浅部地盤のS波低速度層が低下した不均質構造と考えられます。

また、右側、地下構造調査のうち、速度構造調査からは、これと整合するS波低速度層を確認しており、S波低速度層を含む3次元地下構造モデルを用いた解析検討から地震観測記録の特徴と整合する結果が得られていることを確認しています。

以上から、下段に示すとおり、5号炉周辺の増幅要因は、局所的に分布する深さ数百mの浅部地盤のS波低速度層であり、この敷地における地震動の増幅特性は、S波低速度層による影響の有無によって、地震動の増幅特性が異なるものとなっています。

13ページ、14ページには、今説明した内容に関連する図をまとめて示します。

15ページ以降は、過去の資料の再掲で、こちらは割愛いたします。

ページが飛びまして、41ページお願いいたします。次に、41ページから、1.2の増幅ありの地震動評価について、説明していきます。

42ページ中段に、顕著な増幅の特性を踏まえた増幅ありの地震動評価の方針を二つ示します。一つ目、観測記録の分析結果で確認された顕著な増幅の特性を的確に反映するため、この敷地固有の地盤増幅特性を詳細に考慮できる断層モデル法を重視し、後ほど示す2009年駿河湾の地震の本震の観測記録の再現検討により検証した方法を用いて、顕著な増幅を反映します。応答スペクトル法は、断層モデル法により評価結果を用いて、応答スペクトルに与える影響を求めて反映します。

二つ目、増幅ありの各検討用地震の評価は、断層モデル法において増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲・増幅の程度を観測記録の分析結果に対し、保守的に設定することにより、保守的な評価を行います。応答スペクトル法は、断層モデル法による保守的な評価結果を反映することにより、保守的な評価を行います。

43ページから1.2.1の地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法について、説明していきます。

44ページ下段にこれまでに説明した顕著な増幅の特性と地震動評価手法の特徴を踏まえた地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法の方針を示します。

一つ目、二つ目の丸については、先ほどの説明のとおり、断層モデル法を重視すること、断層モデル法では観測記録の再現検討により検証した方法で増幅を反映すること、増幅の

範囲・程度を保守的に設定し、保守的な評価を行うことを記載しています。

三つ目の丸、応答スペクトル法については、内陸プレート間、海洋プレート内地震の各検討用地震と震源断層面の広がりや地震波到来方向が同様とみなせ、各検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性が反映された観測記録が得られていないことから、断層モデル法による保守的な評価結果を用いて、応答スペクトルに与える影響を求めて反映する方法により、保守的な評価を行います。

45ページから断層モデル法による評価への顕著な増幅の反映方法についてです。

まず、前提となる考え方と反映方法について示します。大地震の地震動を用いた震源の破壊過程等の分析では、下線部に示すとおり、小断層による地震動を重ね合わせた地震動が大地震における敷地の地震動になるとの考え方が用いられており、この考え方で予測評価が行われています。

また、地震動評価で用いる特性化震源モデルは、強震動生成域（アスペリティ）と背景領域とから構成され、詳細は次のページに示すとおりで割愛しますが、震源断層全体の短周期の地震動レベルを強震動生成域（アスペリティ）からの地震動のみで評価する考え方により行われています。

これらの考え方を踏まえ、顕著な増幅の特性から下の箱書き4行目の最後から示すとおり、増幅ありの検討用地震の地震動は、震源断層のうち、増幅方向に位置する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の面積が広い地震ほど、S波低速度層を通り、顕著な増幅が生じる小断層からの地震動が多く、地震動レベルが大きくなると考えられます。

そこで、増幅ありの評価は、観測記録に基づき確認された増幅の特性を的確に反映するため、先ほど説明したとおり、断層モデル法を重視し、顕著な増幅は「『増幅方向』に位置する強震動生成域（アスペリティ）の各小断層からの地震動（グリーン関数）に増幅係数を乗じる方法」により反映します。

1ページ飛んで、47ページです。これまでに説明した、上段は地震観測記録の分析結果と特性化震源モデルの短周期地震動の考え方を踏まえ、顕著な増幅の反映方法として、地震動の顕著な増幅が見られた短周期の地震動への影響が支配的な強震動生成域（アスペリティ）に着目し、先ほど説明したグリーン関数に増幅係数を乗じる方法で増幅を反映します。

この方法については、2009年の駿河湾の地震の本震の観測記録の再現検討において、背景領域のない強震動生成域（アスペリティ）のみの震源モデルを用いて確認します。

そして、増幅ありの検討用地震の評価では、まず、増幅方向の敷地近傍に強震動生成域（アスペリティ）を配置した上で、先ほど説明したグリーン関数に増幅係数を乗じる方法で評価を行います。その際は、増幅方向の敷地近傍に配置した強震動生成域（アスペリティ）について、増幅の範囲・程度を保守的に設定することにより、保守的な評価を行います。

48ページに断層モデル法における反映方法の概要を示します。二つ目の丸、断層モデル法では、顕著な増幅は増幅方向に位置する強震動生成域（アスペリティ）の各小断層からの地震動（グリーン関数）に増幅係数を乗じることで、短周期の地震動評価に一般的に用いられる統計的グリーン関数法により顕著な増幅の特性を反映した評価を行います。この方法は、1次元地下構造モデルによる地盤増幅特性 $g(f)$ を補正して、S波低速度層による3次元的な地下構造の影響を考慮することに相当します。

グリーン関数に乘じる増幅係数については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震の本震を参考に、その再現検討を踏まえて設定します。

49ページは、本資料における震源モデル図の表現の解説です。簡単に説明しますが、本資料においては、顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層を右の図のように赤色で塗り潰して表現します。この表現は、便宜的な表現でありまして、顕著な増幅を震源特性においてではなく、先ほど説明したとおり、地盤増幅特性において考慮することを表しております。

50ページ以降は再掲でして、50ページはグリーン関数に乘じる増幅係数、51ページは地盤増幅特性の補正に関する資料、52ページは合成波形の地盤増幅特性に関する資料を再掲しております。

1ページ飛んで、54ページから断層モデル法における反映方法の検証として、統計的グリーン関数法による観測記録の再現検討を行いました。ここでは、2009年駿河湾の地震の本震を対象に、左下に示す強震動生成域（アスペリティ）のみの震源モデルを用いて、増幅なしの地震動評価及び本反映方法による増幅ありの評価を行い、それぞれ観測記録との比較を行いました。

55ページは、増幅なしの場合の比較で、時刻歴波形では上から三つ目、応答スペクトルでは黒で示す評価結果が評価対象周期である短周期で増幅が見られなかった3、4号炉の観測記録を概ね再現しております。

また、56ページは、増幅ありの場合の評価で、本反映方法による増幅ありの評価結果は、

短周期で増幅が見られた5号炉観測記録を概ね再現しています。この比較は、過去に会合で説明をしております。

57ページは、今示した増幅なしとありの波形合成結果のフーリエスペクトル比の分析です。下に示す比較によりますと、赤で示す波形合成結果のフーリエスペクトル比は、黒で示す各小断層のグリーン関数に乗じた増幅係数と同じとなっています。

58ページには、応答スペクトル比を示します。こちらについては、応答スペクトルの性質上、固有周期以外の影響を受けるため、前ページのフーリエスペクトル比と比べて、やや小さくなっております。

次に、59ページからは、応答スペクトルに基づく評価への顕著な増幅の反映方法についてです。

まず、上段、応答スペクトル法の概要ですが、応答スペクトル法は、地震規模や震源距離といった巨視的パラメータにより、震源断層全体の地震動を評価する手法です。この手法では、検討用地震と震源、伝播経路、地盤増幅特性が同様とみなせる地震の観測記録が得られている場合、その観測記録を用いて、これらの特性を反映した評価を行うことができます。その際、3次元的な地下構造の影響により、顕著な増幅が見られるサイトでは、震源断層面の広がりや地震波到来方向の違いによって、地盤増幅特性が異なることから、各検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性、地震動の顕著な増幅特性を適切に反映するためには、各検討用地震の震源断層面の広がりや地盤増幅特性が同様とみなせる観測記録を用いる必要があります。

では、その下、浜岡の場合を見てみますと、検討用地震には内陸、プレート間、海洋プレート内地震の三つがあり、敷地への影響が最も大きいのは、プレート間地震です。敷地における観測地震に関し、三つの地震タイプの各検討用地震と震源断層面の広がりなどが同様とみなせ、増幅ありの各検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映された観測記録は得られていません。

ここで、断層モデル法による増幅ありの評価結果について考えますと、それらには各検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映されています。

これらを踏まえ、黄色で示すとおり、応答スペクトルに基づく評価では、地震タイプ共通の顕著な増幅の反映方法として、増幅ありの各検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映された断層モデル法による評価結果を用いて、応答スペクトルに与える影響を求めて反映する方法により、評価を行うこととし、増幅ありの各検討用地震に応じ

た敷地固有の地盤増幅特性が震源断層全体の地震動の応答スペクトルに与える影響を反映します。評価に当たっては、断層モデル法による評価に保守性を考慮することで、応答スペクトルに基づく評価にも保守性を考慮します。

60ページです。今、説明した応答スペクトルに与える影響については、二つ目の丸、1行目の最後からですが、断層モデル法による評価結果を用いて、増幅なしとありの応答スペクトル比である増幅係数を求めることで反映します。

増幅係数の算出に当たって、本反映方法により顕著な増幅を反映した断層モデル法による評価結果の応答スペクトル比は、NSとEWで同程度となること。応答スペクトル法は、震源断層全体の地震動を評価する手法であり、Nodaの方法等を含めて、一般に距離減衰式を作成する際には、水平動はNSとEWの観測記録を区別せずに回帰分析が行われていることから、増幅係数は各破壊開始点の平均、水平動についてはNSとEWの平均を用います。

この方法の検証については、下から二つ目の丸に示しておりますが、断層モデル法の検証と同様、2009年の駿河湾の地震の本震を対象にその観測記録の再現性を確認します。

一番下、海洋プレート内地震の検討用地震である敷地下方の想定スラブ内地震は、2009年駿河湾の地震の本震と地震タイプが同じではありますが、震源断層面の広がり異なることや敷地から40km程度遠方で発生しており、検討用地震とは震源位置が異なることから、この地震の記録は検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性が反映された観測記録ではありません。しかし、増幅ありの検討用地震の断層モデル法による評価に当たり、保守的に敷地近傍も含めて、全ての強震動生成域に顕著な増幅を考慮することを踏まえて、この地震の記録から算出したNodaの方法の補正係数を用いた応答スペクトルに基づく評価結果と本反映方法による評価結果との比較確認を行います。

61ページには、3次元的な地下構造の影響のある先行サイトと浜岡の比較について示します。左下、3次元的な地下構造として、古い褶曲構造と深部地盤における不整形性の影響により顕著な増幅が見られる先行事例として、検討用地震と同じ震源断層で発生した規模が近い地震の観測記録を用いて、Nodaの方法の補正係数を算出し、顕著な増幅を考慮した評価が行われています。この場合、震源断層の広がりや地震波到来方向は観測地震と検討用地震で同様とみなせ、観測記録には検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映されています。また、震源特性に関し、地震タイプが同じだけでなく、同じ震源断層で発生した規模が近い地震であることから、観測記録には震源の破壊過程の影響も含めて、検討用地震固有の震源特性が詳細に反映されています。

ポイントは、検討用地震と同じタイプの地震であり、かつ、同じ震源断層で発生した規模が近い地震の観測記録が得られていることにより、その記録には検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性だけでなく、検討用地震固有の震源特性が詳細に反映されているという点です。要するに、検討用地震とほぼ同等とみなせる観測記録が得られていることとなります。

では、右側、浜岡の場合ですが、これまで説明しているとおりに、3次元的な地下構造として、局所的に分布する浅部地盤のS波低速度層の影響により、先行サイトの地盤増幅特性と異なる顕著な増幅、周期や増幅方向がより限定的な増幅特性が見られており、敷地においては、三つの地震タイプの増幅ありの検討用地震と震源断層面の広がりなどが同様とみなせ、各検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性が反映された観測記録は得られていません。

そこで、先ほど来説明しているように、断層モデル法の評価結果を用いる方法で、応答スペクトルに基づく評価を行います。

三つ目の丸は、先ほど説明したとおりですが、ここで、海洋プレート内地震については、2009年駿河湾の地震の本震が検討用地震と同じタイプの地震ですが、同じ震源断層で発生した地震ではなく、震源断層面の広がりや震源位置、震源の破壊過程の影響が異なることから、先行サイトのように検討用地震とほぼ同等とみなせる観測記録が浜岡で得られているとは言えません。

62ページは、前回も説明した増幅係数の算出についての資料で、これまでの説明を反映しております。

63ページには、各地震タイプの応答スペクトルに基づく評価の概要を示しております。

64ページからは、応答スペクトル法における反映方法の検証として、断層モデル法と同様に観測記録の再現検討を行いました。ここでは、下に示すように、本反映方法で2009年駿河湾の地震の本震の増幅ありの評価を行い、顕著な増幅が見られた観測点の観測記録との比較を行いました。

65ページには、断層モデル法の評価結果から算出した本反映方法による評価に用いる増幅係数を示します。

66ページに比較結果を示します。青で示す本反映方法を用いた増幅ありの評価結果は、黄緑で示す顕著な増幅が見られた観測点の観測記録を概ね再現しております。

67ページからは、本反映方法による評価と観測記録に基づくNodaの補正方法を用いた評

価との比較です。ここでは、海洋プレート内地震の検討用地震の震源モデルのうち、2009年駿河湾の地震の本震と地震規模が異なるMj7.0、7.4の震源モデルを代表として、一番下に示すとおり、観測記録から算出したNodaの方法の補正係数を用いた応答スペクトルに基づく評価結果と本反映方法による評価結果との比較確認を行いました。

68ページに観測記録に基づく補正係数を示します。

69ページに比較結果を示します。青で示す本反映方法による評価結果は、赤で示す観測記録に基づき算出した補正係数を用いた評価結果と地震動レベルが概ね同程度となっており、この比較からも本反映方法は妥当なものと考えられます。また、増幅ありの評価において重視する灰色で示す断層モデル法による評価結果は、赤で示す評価結果と地震動レベルが概ね同程度であり、短周期側では大きめな結果となっています。

70ページに、1.2.1のまとめを示します。

続いて、71ページからは1.2.2の増幅ありの各検討用地震の震源モデルの設定と評価結果を示します。

72ページは、先ほど説明した評価方針の再掲なので、割愛します。

73ページには、本震のうち、増幅の範囲の設定について、再掲して示します。こちらは、以前説明したとおりでして、敷地近傍を含めて、増幅方向にある強震動生成域（アスペリティ）の小断層に増幅を考慮するとともに、敷地近傍において増幅を考慮する小断層の範囲が増幅方向より広い設定とします。

74ページには、本震のうちグリーン関数に乗じる増幅係数の増幅の程度の設定について示します。顕著な増幅は特定の方向から敷地に到来する地震波で見られますが、その増幅の程度は図に示すように一様ではなく、ばらつきがあります。敷地における多点連続観測記録の分析結果によりますと、敷地近傍で発生した地震の顕著な増幅が見られる観測点と見られない観測点の振幅比の平均は水平動で1であり、地震波の入射角が鉛直に近づく敷地近傍の地震ほど顕著な増幅は見られない傾向があります。

また、増幅方向において、敷地近傍を除く敷地から半径100km程度で発生した地震の振幅比の平均は1.5となっています。その中で、2009年駿河湾の地震の本震は、増幅の程度が最も大きく、信頼性が高い記録が得られた地震であることから、増幅ありの検討用地震の評価に当たっては、保守的な評価となるよう、この地震の観測記録の再現性を確認した増幅係数を顕著な増幅を考慮する小断層の全てに一律適用します。

75ページからは、基本的に前回会合資料の再掲として、震源モデルの設定の方針や各地

震タイプの震源モデルの設定、評価結果を示しております。再掲なので、説明は割愛いたしますが、一部コメント回答箇所がありますので、説明をいたします。

89ページお願いいたします。89ページは、内陸地殻内地震の応答スペクトル法の評価で用いる増幅係数、応答スペクトル比を再掲しておりますが、こちらの左に示す水平動について、No.2のコメントをいただきましたので、回答を90ページに示します。震源モデルごとに黒でもともと示している平均、赤でNS、緑でEWの増幅係数を示しますが、NSとEWは同程度となっております。

同様に、プレート間地震の場合を、またページが飛びまして、112ページ。海洋プレート内地震の場合を128ページ、129ページ、130ページに示しておりますが、いずれもNSとEWは同程度となっております。

これについてのまとめを130ページの下段に示します。お示ししたとおり、各震源モデルについては、NSとEWの増幅係数が同程度であることを確認しました。応答スペクトルは、巨視的なパラメータにより平均的な地震動を評価する手法であること、水平動については、方向性を持たず、平均的な地震動レベルを算出するものであることから、水平動の増幅係数としてNSとEWの平均を用いることは適切であると考えられます。

ここで、説明者を交代いたします。

○中部電力（川合） ここで説明者を交代し、以降は、中部電力、川合が説明いたします。

続いて、133ページお願いいたします。133ページから1.3、評価結果の妥当性の確認について、説明していきます。

134ページに概要を示します。詳細は後ほど説明いたしますが、下の箱書きに示すとおり、1.3.1では、地震動評価結果に反映された地震動の顕著な増幅の分析、1.3.2では、地震動評価結果に考慮された保守性の確認を行います。

まず、135ページから1.3.1について説明していきます。

136ページ中段に、ここでの検討概要を示します。

まず、各地震タイプの増幅ありの検討用地震の断層モデル法による評価結果について、2009年駿河湾の地震の本震の観測記録の再現検討と同じ増幅係数を乗じる強震動生成域（アスペリティ）の小断層のみによる地震動（波形合成結果）の影響を確認します。また、増幅方向に背景領域が位置するプレート間地震及び海洋プレート内地震の増幅ありの検討用地震について、増幅方向に位置する背景領域の小断層のグリーン関数にも増幅係数を乗じた場合の影響を確認します。

その上で、増幅係数を乗じる強震動生成域（アスペリティ）の小断層のみによる地震動について、フーリエスペクトル比を算出し、2009年駿河湾の地震の本震の観測記録の再現検討で確認した顕著な増幅と同じ特性が反映されていることを確認します。また、前回882回会合で提示したフーリエスペクトル比との違いについても分析します。

137ページから、ここでの検討で代表として用いる各地震タイプの震源モデルとパラメータ表を順に示します。プレート間地震は137、138ページに示す強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル、海洋プレート内地震と内陸地殻内地震は139ページ～142ページに示す基本震源モデルを代表として用います。

飛んで、143ページをお願いいたします。143ページから地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の影響について確認します。

まず、プレート間地震について、破壊開始点ごとに震源断層全体の地震動を黒、増幅係数を乗じる強震動生成域の地震動を赤で示します。プレート間地震の破壊開始点1では、増幅係数を乗じる強震動生成域の小断層による地震動レベルは増幅が見られる周期帯である周期0.5秒程度以下において震源断層全体と同程度となっています。これは、次のページ以降に示す破壊開始点2、3及び海洋プレート内地震についても同様となっています。

飛んで、149ページをお願いいたします。149ページからは、内陸地殻内地震の場合です。149ページに示す破壊開始点1については、プレート間地震、海洋プレート内地震と同様となっています。

一方、150ページ以降に示す破壊開始点2～4の場合、赤で示す地震動レベルは黒で示す全体と比べ、やや小さい結果となっています。

飛んで、153ページをお願いいたします。153ページから増幅方向に位置する背景領域の小断層による影響確認についてです。検討用地震の評価では、4行目の後半が示すとおり、増幅方向の敷地近傍に強震動生成域（アスペリティ）を保守的に配置した上で、増幅方向に位置する強震動生成域（アスペリティ）からの地震動のみに顕著な増幅を反映する方法を用いています。このように評価を行うため、増幅方向に位置する背景領域の小断層は敷地から離れることとなり、その影響は小さく、増幅方向の敷地近傍に配置した強震動生成域（アスペリティ）による影響が支配的であると考えられますが、ここでは増幅方向に背景領域の小断層が位置するプレート間地震と海洋プレート内地震の検討用地震を対象に増幅方向に位置する背景領域の小断層のグリーン関数にも増幅係数を乗じた場合の影響確認を行いました。

154ページから、まず、プレート間地震の場合です。右の図のピンクで示す小断層が増幅係数を乗じる背景領域の小断層で、左に示す背景領域の小断層には増幅係数を乗じない場合との地震動評価結果の比較を行いました。

155ページは、加速度時刻歴波形の比較で、黒が背景領域の小断層には増幅係数を乗じない場合、赤が乗じる場合です。

156ページに応答スペクトルの比較です。ほぼ重なっておりますので見えづらいですが赤で示す背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動レベルは、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯において黒で示す増幅係数を乗じない場合と同程度であり、増幅方向に位置する背景領域の小断層による影響は小さく、増幅方向の敷地近傍に配置した強震動生成域による影響が支配的であることを確認しました。

157ページには、両者の応答スペクトル比とフーリエスペクトル比の比較を示します。前述のとおり、地震動レベルが同程度であり、これらも同程度となっています。

158ページから海洋プレート内地震の場合を示しますが、結果はプレート間地震と同様となっておりますので、割愛いたします。

162ページをお願いいたします。162ページにまとめを示しております。以上のとおり、ここではプレート間地震及び海洋プレート内地震の増幅ありの検討用地震の顕著な増幅が見られる周期帯の地震動評価結果について、増幅方向に位置する背景領域の小断層による影響は小さく、増幅方向の敷地近傍に配置した強震動生成域による影響が支配的であることを確認しました。

163ページから顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層による波形のフーリエスペクトル比に関する検討です。冒頭に説明しましたとおり、増幅係数を乗じる強震動生成域（アスペリティ）の小断層のみによる地震動のフーリエスペクトル比を算出し、2009年駿河湾の地震の本震の観測記録の再現検討で確認した地震動の顕著な増幅と同じ特性が反映されていることを確認します。また、前回882回会合で提示したフーリエスペクトル比との違いについても分析します。

164ページにプレート間地震の場合の比較を示します。重なっており分かりづらいですが、色つきで示す増幅係数を乗じる強震動生成域の小断層のみによる地震動の破壊開始点ごとのフーリエスペクトル比は、黒線で示す前述の再現検討におけるフーリエスペクトル比、グリーン関数に乗じる増幅係数と同じとなっています。

165ページは海洋プレート内地震の場合、166ページは内陸地殻内地震の場合で、プレー

ト間地震と同様となっています。

以上より、各地震タイプの増幅ありの評価結果について、増幅係数を乗じる強震動生成域（アスペリティ）の小断層のみによる地震動を分析し、2009年駿河湾の地震の本震の観測記録の再現検討で確認した顕著な増幅と同じ特性が反映されていることを確認しました。

167ページから、今回審査会合と882回会合で提示したフーリエスペクトル比との違いの分析についてを示します。左上、本資料で提示したフーリエスペクトル比は、増幅方向に位置し、増幅係数を乗じる強震動生成域（アスペリティ）の地震動フーリエスペクトル比です。

一方、右上、882回会合で示したフーリエスペクトル比は、震源断層全体の地震動のフーリエスペクトル比を示したものです。震源断層全体の地震動は増幅方向に位置し、増幅係数を乗じた強震動生成域（アスペリティ）の地震動に加え、それ以外の増幅係数を乗じない領域の地震動を足し合わせたものとなっています。

したがって、下の箱書きに示すとおり、882回会合に提示した震源断層全体のフーリエスペクトル比が強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数に乗じる増幅係数よりやや小さいことは増幅係数を乗じない領域による影響です。

この領域のうち、増幅方向に位置する背景領域の小断層については、先ほど説明したとおり、観測記録の分析結果を踏まえ、増幅係数をそのグリーン関数に乗じません。さらに、震源断層全体の地震動については、増幅係数を乗じる強震動生成域（アスペリティ）の地震動に今説明した増幅係数を乗じない領域の地震動が付加されることによってフーリエスペクトルが大きくなっていることを確認しています。

以上より、882回会合で提示したフーリエスペクトル比を踏まえても、本反映方法により観測記録の分析結果に基づき地震動の顕著な増幅が地震動評価に適切に反映されていると言えます。

168ページ以降では、各地震タイプについて今の説明を図化しておりますので御確認ください。

なお、168ページ、169ページの右図中に「フーリエスペクトル比」という記載がございますが、「フーリエスペクトル」の誤りですのでお詫びして訂正いたします。

ページ飛んで、171ページをお願いいたします。171ページでは、内陸地殻内地震の震源断層全体の地震動のフーリエスペクトル比がグリーン関数に乗じる増幅係数2.6倍より小さく1.8倍程度となっていることに関し、簡易な分析を行いました。詳細については割愛

しますが、簡単のため、敷地近傍のアスペリティ1以外の領域からの地震動の影響が無視できる程度に小さいと考えると、左の図に示すように、増幅を考慮する部分と考慮しない部分の面積の割合は2対3であり、③の下方に示すように、顕著な増幅を考慮しない場合の短周期の地震動レベルが1のとき、顕著な増幅を考慮する場合の短周期の地震動レベルは一部を2.6倍することで1.8となり、増幅ありと増幅なしの評価結果との比は1.8倍程度と推定されます。以上から、内陸地殻内地震の評価に反映された顕著な増幅は妥当なものと考えられます。

172ページに1.3.1のまとめを示します。

続いて、173ページから1.3.2、評価結果に考慮された保守性の確認について説明していきます。

174ページですが、ここでは二つ目の箱書きに示すとおり、各地震タイプの増幅ありの検討用地震の断層モデル法と応答スペクトル法による地震動評価について、敷地近傍は地震動の顕著な増幅が見られないなどの地震観測記録の分析結果に沿った場合として増幅の範囲、程度を観測記録の分析結果に沿って設定したケース①の地震動評価を行い、観測記録の分析結果に対し保守的に行った評価の結果に考慮された保守性を分析します。なお、比較のため、増幅の程度は保守的な評価と同じ設定としたケース②についても評価を行いました。

175ページ下段に観測記録の分析結果に沿った地震動評価の設定について示します。下線部一つ目、顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲については、顕著な増幅は、増幅方向に位置する強震動生成域（アスペリティ）の小断層のみに考慮し、顕著な増幅が見られない敷地近傍の小断層には増幅を考慮しません。

下線部二つ目、増幅の程度については、観測記録の分析結果に沿った平均的な増幅係数は、多点連続地震観測の分析結果である5号炉周辺観測点の振幅比に基づき、増幅方向で発生した敷地から半径100km程度までの範囲の地震の平均値（振幅比1.5）を参考として設定します。

176ページにはグリーン関数に乗じる増幅係数を示します。上段の保守的な評価に用いる増幅係数に対し、観測記録の分析結果に沿った評価では、下段に示す増幅係数を用います。

177ページ、プレート間地震を対象とした検討内容を示します。一つ目の丸、プレート間地震については、増幅ありの強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデルを代

表に、地震観測記録の分析結果に沿った場合の地震動評価として左に示すケース①と中央に示すケース②の地震動評価を行い、保守的に行った一番右のモデルの評価結果に考慮された保守性を確認します。これは、統計的グリーン関数法同士の確認です。

二つ目の丸、また、プレート間地震は敷地への影響が最も大きい検討用地震であることから、同じ不確かさモデルを代表に、顕著な増幅の要因であるS波低速度層を含む三次元地下構造モデルを用いた差分法による地震動評価を行い、保守的に行った地震動評価の結果に考慮された保守性を確認します。これは、統計的グリーン関数法と差分法の比較です。

三つ目の丸、なお、S波低速度層を含む三次元地下構造モデルは、地震観測記録の特徴を概ね再現可能な解析モデルであり、当該モデルを用いた差分法による評価結果にはS波低速度層による三次元的な影響がそのまま反映されていることから、この差分法による評価結果と地震観測記録の分析結果に沿って設定した上記ケース①の評価結果が同程度となることを確認します。これも統計的グリーン関数法と差分法の比較です。

178ページはパラメータ表です。いずれのケースもパラメータは同じです。

179ページから結果を示します。まず、179ページは、断層モデル法による加速度時刻歴波形で赤がケース①、緑がケース②、黒が増幅ありの強震動生成域の位置の不確かさモデルです。

180ページは、断層モデル法による応答スペクトルの比較です。黒で示す保守的に設定している強震動生成域の位置の不確かさモデルの地震動レベルは、顕著な増幅が見られる周期帯において赤と緑で示すケース①、②よりも大きく保守的なものとなっています。

181ページは、二つ目、本反映方法による断層モデル法と三次元差分法による評価結果との比較で、こちらは194回会合で説明したものとなります。

182ページに比較結果を示します。黒で示す本反映方法による評価結果は、上段に示すとおり、S波低速度層による影響を受けない3、4号炉では色つきで示す差分法と同程度であり、下段に示すとおり、S波低速度層による影響を受ける5号炉では顕著な増幅が見られる周期帯で差分法より大きいことを確認しました。

183ページ、三つ目、観測記録の分析結果に沿ったケース①と差分法による評価結果との比較を示します。赤で示すケース①と紫で示す三次元差分法による評価結果の地震動レベルは概ね整合しています。顕著な増幅の要因であるS波低速度層を含む三次元地下構造モデルは、観測記録の特徴を概ね再現可能な解析モデルであり、当該モデルを用いた差分法による評価結果にはS波低速度層による三次元的な影響がそのまま反映されていること

から、当該評価結果と地震動レベルが同程度となっているケース①は観測記録の分析結果に沿った設定として合理的なものと考えられます。

185ページから増幅ありの強震動生成域の位置の不確かさモデルとケース①、②の比較に戻ります。185ページは、応答スペクトルに基づく地震動評価に用いる増幅係数の比較で、色の凡例は先ほどと同じです。

186ページは、これを用いた応答スペクトル法による評価結果の比較です。断層モデル法での比較と同様に、黒で示す保守的に設定した強震動生成域の位置の不確かさモデルの地震動レベルは、赤と緑で示すケース①、②のよりも大きくなっています。

187ページからは、海洋プレート内地震と内陸地殻内地震を対象にしてプレート間地震と同様に観測記録の分析結果に沿った地震動評価を行い、保守性を確認していますが、同様の結果となっているため、詳細は割愛いたします。

飛んで198ページをお願いいたします。198ページ下段ピンクがまとめです。以上より、いずれの増幅ありの検討用地震も保守的に行った増幅ありの検討用地震の地震動評価結果は、観測記録の分析結果に沿った場合の評価結果より大きくなっており、増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲・増幅の程度を保守的に設定することにより観測記録の分析結果に対し保守的な地震動評価結果となっていることを確認しました。

199ページに1.3.2のまとめを示します。

200ページに1.3のまとめを示します。

1章の説明は以上です。

1ページ飛びまして、次に、202ページから2章としてNo.3のコメントに回答していきます。

1ページ飛んで、204ページに示すとおり、前回会合では御前崎海脚西部の断層帯の増幅ありの断層傾斜角の不確かさモデルについて、左の図に示す採用しているモデルに対し、右の図に示すアスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaモデルを設定して内陸地殻内地震単体としての地震動評価を行い、比較を行いました。

地震動の比較が205ページと206ページです。この比較から、両モデルの地震動レベルは同程度であり、採用している震源モデルの妥当性を確認したと報告しておりましたが、プレート間地震との連動ケースでも確認することとのコメントがございましたので、以降で確認を行っております。

207ページ、連動ケースのモデル図を示します。

208ページにはアスペリティ面積比22%モデルのパラメータ表の再掲です。

評価結果として209ページに加速度時刻歴波形、210ページに応答スペクトルの比較を示しており、黒で示す採用しているモデルを用いた場合と、赤で示すアスペリティ面積比22%モデルを用いた場合の地震動レベルは同程度となっています。

ピンクの箱書きですが、プレート間地震との連動ケースにおける両モデルは、内陸地殻内地震単独での検討と同様、レシピに記載された異なる二つの方法に基づき設定した震源モデルであり、上記のとおり、両者の地震動レベルは同程度となっています。

以上より、内陸地殻内地震単独及びプレート間地震との連動ケースとしての評価の両方から、増幅ありの採用している震源モデルの妥当性を確認しました。

資料の説明は以上です。

○石渡委員 それでは、質疑に入ります。どなたからでもどうぞ。

どうぞ、佐口さん。

○佐口審査官 原子力規制庁地震・津波審査部門の佐口です。

御説明ありがとうございました。資料の167ページをお願いできますでしょうか。もし投影できないようでしたら、このまま続けさせていただきたいと思うんですけども、この167ページで、私、前回の審査会合において、断層モデルを用いた手法による地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価ですね。この結果のところ、特に、このページであります右上にあるように、このプレート間地震とか、それから海洋プレート内地震の地震動評価のフーリエスペクトル、この比というものが実際に敷地で観測された増幅特性、これはグリーン関数に乗じる増幅係数になっていて、それがこのページの左の上にあるような図になっていると。

これに対して、少し満たなかったというか、小さくなっているということもあって、その要因についてきちんと考察をして、その考察次第にもよるところはあるんですけども、この今、満たしていない部分、足りない部分ですね。これについてどういった形で反映させるのかということも含めた上で、評価結果の妥当性について説明をしてくださいということでコメントをさせていただきました。

それで、今回は、この地震動評価結果にも反映された地震動の顕著な増幅についての分析を136ページ以降ですかね、きちんとしていただいて、ここに書かれていますけれども、この評価結果のフーリエスペクトル比というのが実際に敷地で観測された増幅特性、これより小さい要因としては増幅係数に乗じない領域の地震動による影響と分析をされていると。

こういった一連の分析の中で、まず、143ページとかをお願いできますか。ありがとうございます。これ、プレート間地震によるものなんですけれども、このプレート間、その後の海洋プレート内地震における増幅係数を乗じる強震動生成域の小断層による地震動レベルというものが、この地震動の顕著な増幅が見られる周期帯において震源断層全体と同程度であり、増幅方向に位置する強震動生成域による影響が支配的であることということと、その次に、157ページをお願いできますでしょうか。ありがとうございます。これは1ページ前の156ページも含めてですけれども、この増幅方向に位置する背景領域の小断層のグリーン関数にも増幅係数を乗じた場合、これにおいても、増幅係数を乗じない場合と同程度であり、増幅方向に位置する背景領域による影響が小さいことということと、あとは、最後に164ページ目以降ですかね。この164ページ目以降で増幅係数を乗じる強震動生成域の小断層のみよる地震動のフーリエスペクトル比というものが敷地で観測された増幅特性、いわゆるグリーン関数に乗じる増幅係数と同じになっているという分析結果というのが今回きちんと示していただいたと考えています。

したがって、この断層モデルを用いた手法による地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価への敷地で観測された増幅特性、これの反映方法については、今回の説明をもって理解をいたしました。

その一方で、若干ちょっと気になるところがあって、そこについてはもう少しコメントをさせていただきたいと思うんですけれども、先ほど三つ大きく分析をされていて、二つ目の増幅方向に位置する背景領域による影響ですね。これについて、156ページをお願いできますでしょうか。これはプレート間地震による結果なんですけれども、この156とか、それから次の157ページ、これを見ると、本日、川合さんのほうから御説明がありましたけれども、ほぼほぼぴったり一致するような形で非常に整合性もよいというところはあるんですけれども、その一方で、海洋プレート内地震の結果というのが160ページと161ページにあって、少し同様な形でという今日は御説明でしたけれども、もう本当に細かいところではあるんですけれども、若干、増幅方向に位置する背景領域にこの増幅係数を掛けた場合のほうが、この160ページ、161ページのほうが見やすいかもしれないんですけど、フーリエスペクトル比なんかで見てやると、若干、大きくなっています。これは、背景領域であっても、この増幅方向に位置する領域が多ければ、どうしても地震動には影響を与えることも大きくなっていくということを示しているんじゃないかということは考えています。

やっぱりこの海洋プレート内地震というのは、原子力施設とか設備に影響の大きな短周期側というのが大きくなる特徴もあって、さらに、申請時ですけれども、この申請時には海洋プレート内地震というのは基準地震動に選定をされている地震であるということから、我々もちょっと、もう少しより慎重に判断する必要があるかなということには考えています。

したがって、この海洋プレート内地震というのは、今回は、これ、基本震源モデルだけでしたけれども、不確かさを考慮した場合のケースというのも幾つかあって、当然ながら、ケースによっては背景領域の占める割合というのが大きくなるようなケースもあるということもあるので、これは先ほど申請時には基準地震動に選定されていたと申しあげましたけれども、今回も含めて、これまでの検討の中で海洋プレート内地震以外の例えばプレート間地震ですとか、そういったものも、当然、申請時より、これ、地震動としては、今、大きく評価をされているというところもあって、ちょっとほかの地震との兼ね合いという部分もあるんですけれども、これが今までの地震動評価の中で、今後、基準地震動にもしこれが選定されるような地震動というものであるのであれば、やはり基準地震動策定の際にはより安全側に、この増幅方向に位置する背景領域にもきちんと増幅係数を乗じたものというものをまず採用していただきたいと。

ただし、先ほどほかの地震との兼ね合いとも申しあげましたけれども、例えばプレート間地震であったり内陸地殻内地震より小さいという、いわゆる包絡されるようなものであれば、それはそれでいいんですけれども、まだ今はそこまでは示されていないので、そういったことですね。これは、今の基本震源モデルだけじゃなくて、不確かさケースというものも基本的にこういう形でまず全て示していただきたいというのと、今後、基準地震動策定の際には、ほかの地震と比較した上で、基準地震動に策定される可能性のあるものであれば、先ほど申しあげたものの繰り返しになりますけど、背景領域にも増幅係数を乗じた場合、このケースも採用していただきたいと考えています。よろしいでしょうか。

○石渡委員　いかがですか。

どうぞ。

○中部電力（成田）　中部電力の成田でございます。

御指摘、了解いたしました。

まずちょっと、161ページ目の応答スペクトル比のところ、今、佐口さんからは若干大きくなっているんじゃないかという御指摘をいただきましたが、これ、赤と黒がほとんど重なっているということで、多分、比率にすれば1%程度の差分になっているかと思って

おります。

今、御指摘のあった基本震源モデルのみではなくて、不確かさの考慮、そういったモデルも幾つかあるので、それらについても示してほしいという御指摘に関しましては了解いたしました。それに関しても同様に分析させていただきたいと思います。

ただ、一方で、ちょっと我々が今回御説明させていただいた内容というものは、例えば158ページ目をちょっと見ていただいたときに、この左側も右側もスラブ内地震で、今回、背景領域に一部増幅させたのですけれども、ポイントは、直下にまず増幅方向の敷地近傍にまずSMGAを配置するということ、そのSMGAに対して保守的に増幅特性を考慮するというところで、見ていただければ分かるように、 30° から 70° よりも広い範囲で直近のアスペリティに増幅を考慮できておりますので、その辺りで十分保守性が担保できているであろうと。その保守性の中に、この背景領域を増幅を掛けるというのも十分包絡できているだろうというふうに考えております。その辺りを詳細に検討したのが187ページ目以降、こちらです。こちら、観測記録に沿ったという形で、これらの大小関係から十分現状の保守性というものは説明させていただいたというふうに認識しております。

一方で、先ほど、今、佐口さんがおっしゃったような基本モデル、もしくは不確かさモデルというものに背景も足したときに1%ぐらいの増幅の影響はあるというのを我々は認識しております。それを S_s 策定の段階でほかの S_s との比較をして個別案に選定されるのか、されないのか、そういう観点の確認をしてほしいという御指摘だと理解したんですけれども、我々の理解で正しいでしょうか。

○石渡委員 佐口さん。

○佐口審査官 規制庁、佐口です。

もちろん、我々もこれを全てに対してやれと言っているわけではなくて、あくまでも、これ、基準地震動として選定されるものであるならという、まずは条件は一つあります。逆に言うと、基準地震動に選定されなくて、先ほど申しあげましたけれども、ほかのプレート間地震なりにこれは包絡されるものであれば、当然そこまではする必要もないですし、そういったところで一つコメントをさせていただいておりますけれども、いずれにしても、今後、その辺りも含めてきちんと示していただきたいと思いますので、よろしく願いいたします。

○石渡委員 よろしいでしょうか、どうぞ。

○中部電力（成田） 了解いたしました。基準地震動の S_s の策定の審査のタイミングで、

そのような形で計算させていただいて、Ssに選ばれるかどうかというものを御確認いただければと思います。

○佐口審査官 佐口です。

基準地震動選定の際とは言わず、もしその前に、例えば一番簡単な形だったら、今ある応答スペクトルなりを全部重ね描いて、その中のうちに、例えば今回、小断層にも増幅を掛けたようなものを示していただければ、実は基準地震動策定まで行かなくても示せるかなとは思いますが、その示し方についてはお任せしますので、その辺りも含めてよろしくお願いいたします。

○石渡委員 よろしいでしょうか。

どうぞ。

○中部電力（成田） 了解いたしました。

○石渡委員 ほかにございますか。菅谷さん。

○菅谷技術研究調査官 規制庁の菅谷です。

私のほうから大きく2点コメントをさせていただきます。

まず1点目、応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果についてです。資料2の67ページをお願いします。ありがとうございます。前回会合で応答スペクトルに基づく手法による地震動評価において、実際に観測された記録の応答スペクトルと、Noda et al.による応答スペクトルとの比と、あと、用いる増幅係数との関係、ここで用いる増幅係数というのは、今画面に映っていますけれども、このページ中段の右側の赤字で記載されておりますけれども、この両者の関係、具体的には、用いる増幅係数が保守的になっているか否かということについて整理して説明するとともに、用いる水平動の応答スペクトル比において、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果のNS方向とEW方向の平均を用いることの妥当性について説明するよう、こちらから求めておりました。

これに対して三つの地震タイプの各検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性が反映された観測記録は得られていないんですけれども、今回合資資料では、資料2の61ページ～69ページにかけて、2009年駿河湾の地震の観測記録から算出したNoda et al.による応答スペクトルとの比と比較を行うとともに、90ページ、112ページ、128ページ～130ページにかけて評価に用いる水平動の増幅係数についてもNS成分及びEW成分それぞれの増幅係数が示されました。

これらのことから、これから申し上げる2点、当方のほうで確認できました。69ページ

をお願いします。ありがとうございます。まず1点目、海洋プレート内地震の検討用地震において、事業者による評価結果と2009年駿河湾の地震の観測記録から算出したNoda et al. (2002)による応答スペクトルとの比を用いた地震動レベルが同程度であるということを確認できました。

続いて2点目、90ページをお願いします。90ページのほうは、各検討用地震それぞれの断層モデルを用いた手法による地震動評価結果のNS成分とEW成分の増幅係数が同程度であるということを確認できました。今このページは、内陸地殻内地震についてですけれども、112ページにプレート間地震、128ページ～130ページにかけて海洋プレート内地震の結果が示されておりまして、それぞれ確認できました。

以上のことから、応答スペクトルに基づく手法による地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価への敷地で観測された増幅特性の反映方法について理解いたしました。

第1点目、これについては理解できましたというコメントですので、2点目のほうに続けさせていただきます。

2点目は、内陸地殻内地震とプレート間地震との連動を考慮した地震動評価についてです。207ページをお願いします。ありがとうございます。前回会合では、令和2年2月の第841回審査会合においてコメントしました御前崎海脚西部の断層帯の断層傾斜角の不確かさを考慮した断層モデルによる強震動予測レシピ(2017)に基づく検討、これは面積比22%で平均応力降下量3.1MPaになりますけれども、この検討について、内陸地殻内地震単体の比較段階では棄却せずに、プレート間地震との連動を考慮した地震動評価まで示すことを求めておりました。

これに対して、210ページをお願いします。今回会合資料では、207ページ～210ページにかけて内陸地殻内地震とプレート間地震との連動を考慮した地震動評価まで示した上で、従来モデルによる地震動評価結果との比較を行い、両者の地震動レベルは同程度となっていることが示されまして、採用している震源モデルの妥当性を確認することができました。

2点目につきましても確認できましたというコメントですので、特段回答の必要はございません。

私のほうからは以上です。

○石渡委員 特に回答の必要はないということですが、何か中部電力のほうからございますか。よろしいですか。

ほかにございますか。内藤さん。

○内藤調整官 規制庁調整官、内藤です。

本日、今日の説明していただいた内容については、地震動の顕著な増幅を考慮する場合の地震動評価に係るこれまでコメントしたものに対する回答ということでした。先ほど佐口とか菅谷のほうからコメントがあったように、手法としては大体どういうことをやられているのかというのは理解できたというふうには考えております。

一方で、佐口からコメントがあったように、ちょっとどういう形で扱うのかというのはよく整理をいただきたいとありましたけれども、これ、地震動の顕著な増幅を考慮する地震動という形で、もともとなんでここ増幅するのかという話については、かなり前に、当初、地下構造のところで、駿河湾の地震がきっかけでというところから入って、広域的にどういう調査をやって、増幅要因があるのか、ないのかということと、近傍でもってやって増幅要因があるのか、ないのかということ調査した上で、今、ここの資料にも入っていますけれども、近傍のところで低速度域があるので、それが要因だということを考えた上で、それだけでいいのかどうかということも含めて分析をして、ここでやりますという流れがあった上で、増幅をする手法をどうしようかという話で議論が進んできているんですけども、今の資料構成だと、近くにS波の低速度域があるということが前提の資料になっちゃっていますので、特定しての地震動を議論するときには、もうちょっとそこだけを考慮するだけでいいのかということも含めて、きちんと資料の中には入れるようにしていただきたいというふうに思います。

だから、顕著な増幅を考慮することとなった経緯、これは駿河湾の地震ですけれども、経緯とか、増幅の要因について検討するために行った調査、これは近傍だけじゃなくて海域も含めてかなりの範囲の音波測線なりを使って、影響があるところがあるのか、ないのかということをやられているということで、それに基づいて分析をどうやられて、顕著な増幅を生じる、今議論になっている領域、低速度層の認識でいいんだというところに至るまでの検討も含めてきちんと資料に入れていただきたいと。

先ほども佐口からコメントがあったように、海洋プレート内、スラブ内のものについてどう扱うのかというところがありましたけれども、そこも基準地震動のところでという話もありましたけれども、まずは内陸地殻内としてどういうふうに設定をするのかということもありますので、その部分についても含めた上で資料としていただきたいと。

特に、これは、今回は顕著な増幅のある部分ということで、増幅のない部分については既に概ね妥当な評価という形で1回終わっていますけれども、内陸地殻内地震というか、

じゃない、ごめんなさい。敷地ごとに震源を特定して策定する地震動という形で資料上、ワンパッケージにして増幅がないものと、増幅があるもの、なんで増幅がないところと、増幅があるところを別々に設定しなきゃいけないのかということも含めて、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動というワンパッケージの形で資料を一まとめにさせていただいて、先ほどのコメントの海洋プレート内のところの増幅をどうするのかということも含めて、会合で説明を、次回以降、いただきたいと思うんですけども、そこはどうお考えでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。

どうぞ。

○中部電力（成田） 中部電力の成田でございます。

まず、地下構造のところ、もともと御指摘のように、今回の資料は前回の報告内容を少し割愛しておりまして、敷地近傍、低速度層に着目をしたところからスタートしております。

一方、おっしゃるように、地震基盤の影響がないのかとか、より広域の影響というものも当然、地下構造の審査の中では御説明させていただいて、そういった辺りもスクリーンアウトした上で、今回の低速度層に至っております。そういった資料をこういった地下構造側の資料も含めて入れさせていただくという点は了解いたしました。

もう一つ、震源を特定して策定する地震動という観点でスラブ内、プレート間、内陸、統合して説明してはどうかという御指摘なんですけど、それは、イコール、特定せずを除いたSsの審査ということで我々は今理解しておりまして、今、先ほどの佐口さんのスラブ内地震の背景をちょっとオンした場合の地震動評価がSsになるか、ならないかという観点も当然、D波、デザイン波だけの比較ではなくて、ほかの個別波との大小関係で議論させていただく必要がございますので、我々としては、特定して策定する地震動としてのフルパッケージ、それはもう個別波としてこういったものを想定していますということも含めた説明資料ということで理解したんですけども、そのような理解でよろしいでしょうか。

○石渡委員 内藤さん。

○内藤調整官 規制庁、内藤です。

そうですね。Ssは、成田さんが言われたように、特定せずやらなきゃいけないんですけども、まだ特定せずの議論をしていない段階ですので、まずは特定してということでスラブ内、内陸地殻内、海洋プレート内と、それを重畳させ、重畳というか、同時発生を検

討した場合と、いろいろな検討をされていますけれども、それぞれについて増幅ありとなしの両方についてワンパッケージという形で御提示いただきたいと。そうすると、先ほど議論があったように、プレート内が選ばれるのか、選ばれないのかというところもきちんと議論できると思いますので、そういった形でお願いしたいという、そういう趣旨でございます。

○石渡委員 よろしいでしょうか。

どうぞ。

○中部電力（中川） 中部電力の中川です。

御趣旨は分かりましたけれども、ちょっと先ほど成田が申し上げたことの少し繰り返しになるのかもしれないですけれども、全体としては、やっぱりSsという観点でのパッケージング、特定せずは除くとして、特定するもののSs的な観点ということかと思っておりますので、特定せずの前にそれをやはりパッケージとして出すということをしなればいけないということでしょうか。

○石渡委員 大浅田さん。

○大浅田管理官 管理官の大浅田ですけど、ちょっと、若干、取り違えられていると思うんですけど、どの波を選ぶかというところをちょっと我々は聞きたいわけではなくて、敷地ごとの震源を特定して策定する地震動として、ワンパッケージの形で評価結果までを見せてもらえればいいと思っていまして、それで、特に浜岡原子力発電所の場合は、非常に長い間、地震動の議論をしてきているので、ちょっとこの断面で一度地震動評価を敷地ごとに震源を特定して策定する地震動評価の資料をちょっとワンパッケージにして我々の中でもう一度精査をしたいと、そういう意味なんです。

したがって、どの波を選ぶかというところについては、別にそれは要求しているものじゃありませんし、それはSsの段階でしたいと思っておりますので、分かりますかね。

○石渡委員 よろしいですか。

どうぞ。

○中部電力（中川） 中部電力の中川でございます。

御趣旨は分かりました。要は、今までの私どものやってきたことの考え方とか、そういったものを地震のタイプ三つ、それから増幅する、増幅しない、その二つのケース、そういったものを全部コンパイルして、言ってみれば、そう新しいことがあるわけではないけれども、これまで私どもとして提示してきたものがかなり長期間にわたっているんで、そ

れを一度取りまとめて提示をするということかと理解しました。

そういう意味では、特に物すごく新しい計算をするとか、一部そういうものもあるのかもしれないですけども、ほとんどのものは、もう全部これまでに提示をしてきたものの総ざらいというふうな認識かと思えますので、それについては可及的速やかに提示をさせていただきたいと思えます。

○石渡委員 大浅田さん。

○大浅田管理官 地震ごととおっしゃったけど、冒頭言っているように、地下構造も必ず入れてということで、増幅の背景になりますのでね。地下構造も入れた形でワンパッケージにしてもらえればいいと思います。そこは、あと、本文資料と参考資料というか、データ集みたいなのはある程度分けてもらっても結構ですので、何せちょっと繰り返になりますけど、非常に浜岡の場合、長期にわたって地震動評価を議論しているの、我々もやっぱり区切りのいいタイミングで精査をして、本当に抜け落ちがあるのか、ないのかということも含めて、もう一度見たいと思っているので、そういう意味では、ワンパッケージにして地下構造、内陸、地殻内、海洋プレート内、プレート間、あと、組合せ、そして、増幅があるケースというふうな形で資料を一気通貫でチェックをしたいと思っていますので、そういうものを用意してもらえればいいです。お願いいたします。

○石渡委員 よろしいでしょうか。

どうぞ。

○中部電力（中川） 中川でございます。

承知いたしました。言ってみれば、特定せずの S_s のレベルの話というか、個々の話は別にして、ロジック立てみたいなのは、もう最終的な総括を私どもとして取りまとめるという観点で、そういう意識でしっかりとした説明資料を早急に提示させていただきたいと思えます。

○石渡委員 よろしいですか。ほかにございますか。

ここに「敷地における地震動の増幅特性について」という御社の資料がありますが、この日付が、これ、第1回の会合だと思えますけれども、これに関する、増幅に関する、平成26年8月1日の資料でございます、2014年ですね。これは、私が着任するより前の資料でございます。そういうことで、これ、この増幅の問題というのはもう7年越しでやっているわけですし、やはりこの辺で、大分、地震に関する審査が進んできましたので、今、管理官のほうからありましたように、まとめた資料を一度出していただいて、こちらとし

でも抜けがないかとか、そういうところをチェックさせていただきたいと、そういう趣旨でございますので、よろしくお願いいたします。よろしいですね。

それでは、どうもありがとうございました。

浜岡原子力発電所の地震動評価につきましては、先ほど事務局からもありましたように、敷地における地震動の増幅特性も含めた形で敷地ごとに震源を特定して策定する地震動として資料を一まとめにして、今後、審査会合において御説明をお願いいたします。

どうぞ。

○中部電力（中川） 承知いたしました。

本日は御審議いただきましてありがとうございます。先ほど申し上げましたように、早急に取りまとめるようにいたします。

また、敷地内の地質とか、それからプレート間地震の津波評価のコメント回答も、私ども、並行して御審議をいただいておりますけれども、その審査会合資料の事実確認のヒアリング自体をもうお願いしておりますので、内容の御確認をいただきました後、審査会合でこの二つの地質、それから津波についてももしっかり御説明をさせていただきたいと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

○石渡委員 内藤さん。

○内藤調整官 規制庁調整官、内藤です。

ヒアリングの申込みが来ているのは認識しておりますので、我々の作業の中でヒアリングできるところを設定をさせていただいて、中身を確認させていただいた上で、会合で議論させていただければというふうに思っています。

○石渡委員 それでは、よろしいですね。

以上で本日の議事を終了いたします。

最後に事務局から事務連絡をお願いします。

○大浅田管理官 事務局の大浅田です。

原子力発電所の地震等に関する次回会合につきましては、来週2月5日の金曜日の開催を予定しております。詳細は追って連絡させていただきます。

事務局からは以上でございます。

○石渡委員 以上をもちまして第940回審査会合を閉会いたします。