原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第932回

令和2年12月18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932回　議事録

１．日時

令和２年１２月１８日（金）１３：３０～１５：１７

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）

小山田　巧　　安全規制調整官

内藤　浩行　　安全規制調整官

熊谷　和宣　　管理官補佐

佐藤　秀幸　　主任安全審査官

佐口　浩一郎　主任安全審査官

海田　孝明　　主任安全審査官

電源開発株式会社

杉山　弘泰　　取締役副社長執行役員

伴　　一彦　　原子力事業本部　原子力技術部　部長

坂本　大輔　　原子力事業本部　原子力技術部　主管技師長

中村　智　　原子力事業本部　原子力技術部　原子力土木室　上席課長

平原　謙司　　原子力事業本部　原子力技術部　原子力建築室　主管技師

【質疑対応者】

髙岡　一章　　原子力事業本部　原子力技術部　部長

五月女　敦　　原子力事業本部　原子力技術部　原子力土木室　主管技師

九州電力株式会社

大坪　武弘　　執行役員　テクニカルソリューション統括本部　土木建築本部長

赤司　二郎　　テクニカルソリューション統括本部　土木建築本部　部長
（原子力土木建築）

中村　竹弥　　原子力発電本部　原子燃料計画グループ長

今林　達雄　　テクニカルソリューション統括本部　土木建築本部　原子力グループ長

川内　一徳　　テクニカルソリューション統括本部　土木建築本部　原子力グループ
副長

伊藤　耀　　テクニカルソリューション統括本部　土木建築本部　原子力グループ

【質疑対応者】

長友　広道　　原子力発電本部　原子燃料計画グループ　課長

八木　努　　原子力発電本部　原子力工事グループ　副長

平原　大輔　　原子力発電本部　原子力工事グループ

４．議題

（１）電源開発（株）大間原子力発電所の地下構造評価について

（２）九州電力（株）玄海原子力発電所３号炉及び４号炉の使用済燃料乾式貯蔵施設に係る敷地の地質・地質構造並びに基礎地盤及び周辺斜面の安定性について

（３）その他

５．配付資料

資料１－１　　大間原子力発電所 地下構造の評価について（コメント回答 その２）

資料１－２　　大間原子力発電所 地下構造の評価について（コメント回答 その２）
（補足説明資料）

資料２－１　　玄海原子力発電所３号炉及び４号炉 基礎地盤及び周辺斜面の安定性
について（使用済燃料乾式貯蔵施設）【コメントリスト】

資料２－２　　玄海原子力発電所３号炉及び４号炉 基礎地盤及び周辺斜面の安定性
について（使用済燃料乾式貯蔵施設）

資料２－３　　玄海原子力発電所３号炉及び４号炉 地盤（敷地の地質・地質構造）
について（使用済燃料乾式貯蔵施設）

机上配付資料　大間原子力発電所 地下構造の評価について（コメント回答 その２）
（地震観測記録データ集）

６．議事録

○石渡委員　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932回会合を開催します。

本日は、事業者から、地下構造、地下構造評価、それから、敷地の地質・地質構造並びに基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価につきまして、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会合を行います。

それでは、本日の審査会合ですが、案件は2件ございます。1件目は、電源開発株式会社大間原子力発電所の地下構造評価についてです。それのコメント回答です。資料は補足説明資料、併せて2点ございます。2件目は、九州電力株式会社玄海原子力発電所3号炉及び4号炉の使用済燃料乾式貯蔵施設についてです。内容は、いずれもコメント回答ですが、敷地の地質・地質構造と基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価についてです。資料は、合計3点ございます。

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。

電源開発から大間原子力発電所の地下構造の評価について、説明をお願いします。

御発言、御説明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、御説明ください。

どうぞ。

○電源開発（杉山）　電源開発、杉山でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

本日の審査会合で御審議いただきます事項は、大間原子力発電所の地下構造の評価についてのコメント回答でございます。具体的な内容につきましては、担当者より御説明させていただきます。どうぞよろしくお願い申し上げます。

○石渡委員　どうぞ。

○電源開発（伴）　電源開発の伴でございます。よろしくお願いいたします。

それでは、本日の説明内容につきまして、私のほうから簡単に御説明させていただきます。

まず、お手元に配付させていただいています資料1-1、大間原子力発電所地下構造評価について（コメント回答その2）の1ページめくっていただきまして、ローマ数字のｉを御覧ください。

ここに記載されている５つの指摘事項は、今年1月の前回審査会合で出されたもので、一番上にありますS3-11は、大間地点の特徴的な浅部地下構造が地震動に与える影響を確認するための二次元、三次元の地下構造モデルを用いた解析に関するものです。

それから、その下のS3-12ですが、こちらは、地震動の策定方針を確認するために、基盤の地震動というのを我々は評価していますけど、その評価する位置の考え方の整理に関するものです。

それから、それ以外の３つですね、S3-13～15ですが、こちらのほうは、大間地点の地震観測記録の特徴の要因等を確認するというような指摘事項となっています。

本日は、これらの指摘事項を一括回答させていただきます。私どもも、本件の審査が収束できますように、分かりやすい説明と建設的な質疑に心がけますので、よろしくお願いいたします。

それでは、本日の資料1-1と1-2の2冊になりますが、内容を担当から説明させていただきます。

先ほどのコメント回答ですが、まず、S3-11ですね。地下構造モデルを用いた解析についての回答の説明は原子力土木室の課長の中村から、それから、S3-12以降ですね、残りのS3-15までについては、原子力建設室の主管技師の平原から、それぞれ説明させていただきます。

説明時間は、全体で40分程度を予定しておりますので、よろしくお願いいたします。

それでは、説明をお願いします。

○石渡委員　どうぞ。

○電源開発（中村）　電源開発の中村です。

同じく資料1-1、本編資料のローマ数字ⅱページを御覧ください。

このページは、今回の説明骨子について示したものです。冒頭の3行に示します大間原

子力発電所の地下構造について、地質調査及び地球物理学的調査、地下構造モデルを用いた解析、観測記録による地下構造評価を行うことにより、水平成層仮定が成り立つことを確認した上で、一次元地下構造モデルを作成したという資料全体の骨子については、前回、第822回審査会合での説明内容と変更ございません。

また、コメント回答の骨子として、それぞれのコメント回答の概要をここに示しておりますが、詳細については、資料に沿って順に説明いたします。

それでは、2-54ページを御覧ください。ここでは、地下構造モデルを用いた解析による検討項目について、説明いたします。

フロー左側は、前回の審査会合で説明した内容となりますが、各種探査・観測データから三次元地下構造モデルを作成した上で、炉心を通る南北、東西方向断面についての深部の二次元不整形FEMモデルを作成し、解析による検討を行っております。その結果の詳細については、本日は割愛しますが、敷地及び敷地近傍の深部の地下構造について、敷地の解放基盤表面における地震動に影響を及ぼすような不整形はないと考えられるという説明を前回の審査会合でさせていただいております。

本日の説明では、コメントS3-11にて、浅部の地下構造が地震動に与える影響を確認することが求められていますので、これに対し、フローの右側に示すように、深部の二次元不整形FEMモデルに浅部の構造を加えた二次元FEMモデルを今回新たに作成し、解析による検討を行いました。さらに、三次元的な検討として、三次元差分法モデルによる解析を行い、二次元FEMモデルによる検討との整合性の確認を行いました。

続いて、2-129ページに移ります。二次元FEMモデルによる検討については、フローの左側に示しますように、深部の地下構造の影響検討と同様に、中心周期1秒及び0.2秒のリッカー波を入力した解析を実施しました。一方、右のフロー図に示す三次元差分法モデルによる確認については、詳細については後ほど説明いたしますが、既往の研究事例での検討実績等を考慮した上で、中心周期1秒のリッカー波を入力波とした解析を実施し、二次元FEMモデルによる検討結果との整合性を確認いたしました。

続いて、1ページ飛ばして、2-131ページを御覧ください。解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデル及び水平成層モデル並びに入力波については、四角の枠内に示すとおり設定いたしました。ここで、解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデルは、解放基盤表面以深の二次元FEMモデル（深部モデル）に対し、解放基盤表面以浅の構造（浅部モデル）を加えて作成しております。

続いて、2-132ページにプラント南北方向のX-X´断面、2-133ページにプラント東西方向のY-Y´断面を示します。

2-132ページを御覧ください。解放基盤表面以浅の浅部モデルについては、敷地内のボーリング調査等の結果に基づき、作成いたしました。また、解放基盤表面以深の深部モデルの一部については、浅部モデルとの構造の連続性を考慮し、図中Aの浅部モデルとの境界付近の大間層及び図中Bのデイサイト下方の玄武岩の一部について、敷地内のボーリング調査結果に基づき、見直しを行いました。

また、炉心位置の水平成層モデルは、ページ右側の図に示すとおりですが、コメントS3-11で、炉心位置の水平成層モデルのS波速度、密度及びQ値を明記することとありますので、これに対する回答について、補足説明資料に示しました。併せて、今回の浅部の構造を含む二次元FEMモデルの地盤物性値についても補足説明資料に記載しましたので、これらについて説明いたします。

それでは、資料番号1-2、補足説明資料の2-38ページを御覧ください。補足説明資料2-38ページは、浅部の地下構造の影響検討に用いた解放基盤表面以浅の構造を含む水平成層モデルについて、表に密度、S波速度、減衰定数を数値で示しております。

また、一つ前のページ、2-37ページには、深部の地下構造の影響検討に用いた水平成層モデルを示しています。

2-38ページのモデルは、2-37ページのモデルに対し、T.P.-260m以浅、浅部の速度層①～⑤を加えたモデルとなっております。

続いて、二次元FEMモデルの地盤物性の詳細について、同じく補足説明資料の2-43ページ、2-44ページを御覧ください。2-43ページの表に、解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデルの地盤物性を示します。それぞれの値の根拠については、表の右側の※1～※3に記載しております。ここで、表中の速度層区分の①～⑭、北①～北⑤は2-44ページの二次元FEMモデルの図中に番号を記載していますので、参照ください。

それでは、本編の説明に戻ります。本編資料に戻りまして、2-134ページを御覧ください。2-134ページからは、浅部の構造を含む二次元FEMモデルのスナップショットを示します。2-134～2-143ページは中心周期1秒のスナップショット、2-144～153ページは中心周期0.2秒のスナップショットになります。いずれのケースにおいても、炉心位置に到達する直達波の波面に乱れはなく、地震波の集中により振幅が過大になる傾向は認められません。

続いて、2-154ページを御覧ください。2-154ページは、浅部を含む二次元FEMモデルにおける検討での解放基盤表面の設定深さT.P.-260mにおける応答波形の分析での評価範囲を示します。右の図のとおり、重要な安全機能を有する施設の設置範囲を考慮して、青線で示す評価範囲を設定いたしました。

続いて、2-155ページからは、T.P.-260mにおける応答波形の分析です。2-155ページ～2-164ページは中心周期1秒のリッカー波での解析結果、2-165ページ～2-174ページは中心周期0.2秒のリッカー波での解析結果です。いずれの周期、入射角においても、解放基盤表面の設定深さにおける各評価点の最大応答値は安定しております。

続いて、2-175ページは、中心周期1秒のリッカー波を入力した検討での炉心位置におけるT.P.-260mでの応答波形について、二次元FEMモデルと水平成層モデルを重ね書きにより比較したものです。各ケースについて、二次元FEMモデルと水平成層モデルの応答波形の最大振幅は概ね同程度、もしくは、水平成層モデル鉛直入射のほうが大きく、位相も概ね整合しております。

続いて、2-176ページは、中心周期0.2秒のリッカー波での解析結果です。二次元FEMモデルと水平成層モデルの応答波形は概ね同程度で、位相も概ね整合しております。以上のことから、浅部の地下構造が敷地の解放基盤表面の設定深さにおける地震動に与える影響はないものと考えられます。

続いて、2-177ページは、浅部を含む二次元FEMモデルにおける検討での原子炉建屋の支持地盤に近い位置、T.P.-7.5mにおける応答波形の評価範囲を示します。右の図のとおり、先ほどと同様に、青で示す評価範囲を設定いたしました。また、X-X´断面については、原子炉建屋設置エリアと緊急時対策棟設置エリアで分けて評価しています。

続いて、2-178ページからは、T.P.-7.5mにおける応答波形の分析について示しております。

2-178ページ～2-187ページは中心周期1秒、2-188ページから2-197ページは中心周期0.2秒のリッカー波での解析結果です。いずれの周期、入射角においても、原子炉建屋設置エリア及び緊急時対策棟設置エリアともに、T.P.-7.5mにおける各評価点の最大応答値は安定しております。

続いて、2-198ページに移ります。2-198ページは中心周期1秒のリッカー波、2-199ページは中心周期0.2秒のリッカー波でのT.P.-7.5mでの応答波形について、二次元FEMモデルと水平成層モデルを重ね書きにより比較したものです。いずれの検討ケースにおいても、

二次元FEMモデルと水平成層モデルの主要動部の応答波形は概ね整合していることから、浅部の地下構造が原子炉建屋の支持地盤に近い位置における地震動に及ぼす影響はないものと考えられます。

続いて、2-200ページは、浅部の地下構造の影響検討のうち、ここまで説明した二次元FEMモデルによる検討のまとめとなります。これまでの説明のとおり、中段のキャプションに示すような結果になりまして、これらの検討結果から、下段のキャプションに示しますように、大間層内のせん断速度のコントラストや敷地北側のデイサイト等、解放基盤表面より浅部の地下構造が解放基盤表面の設定深さにおける地震動及び原子炉建屋の支持地盤に近い位置における地震動に及ぼす影響はないものと考えられます。

続いて、2-201ページからは、浅部の地下構造の影響検討のうち、三次元差分法モデルによる確認について、説明いたします。

1ページ飛ばして、2-203ページを御覧ください。今回の検討では、ここまで説明した二次元FEMモデルを用いた解析による説明の補足という位置づけで、三次元差分法モデルによる解析を実施し、二次元FEMモデル及び水平成層モデルでの解析結果との整合性を確認しました。この三次元差分法モデルによる解析では、中心周期1秒のリッカー波を用いました。

ここで、三次元差分法解析で用いた周波数範囲の説明については、補足説明資料の2-39～2-41ページを御覧ください。まず、補足説明資料2-39ページは、検討項目と解析に用いたリッカー波の中心周期の関係を整理した表を示しています。先ほど説明した二次元FEMモデルによる検討については、中心周期1秒及び0.2秒のリッカー波を入力波とした解析を実施しました。一方、三次元差分法モデルによる検討については、既往の研究事例での検討実績等を考慮の上、中心周期1秒のリッカー波を入力波とした解析を実施し、二次元FEMモデルによる検討結果との整合性を確認しております。

この三次元差分法モデルを用いた既往の研究事例での検討実績等については、2-40ページを御覧ください。浅部及び深部地盤の両方を含めた三次元差分法による既往の研究での検討実績について、表にまとめました。ここに、地震調査研究推進本部を含みます四つの検討事例をまとめておりますが、いずれの検討においても、浅部・深部地盤を対象とした解析事例は1Hz～2Hz程度よりも低周波数側の範囲に限られています。また、文献等による知見も資料内の2.にまとめておりますが、高周波数側となる場合は、テイラー展開による離散化誤差が大きくなるとされております。

以上の研究事例、文献等による知見から、浅部・深部地盤を対象とした三次元差分法モデルによる解析は、1Hz～2Hz程度よりも低周波数側の範囲で実施されていることが分かりました。

なお、このページで示した文献のうち、一例として、地震調査研究推進本部での三次元差分法での検討の概要について、次のページ、2-41ページを御覧ください。地震調査研究推進本部では、地震動ハザードを評価するために作成した関東地方の浅部・深部統合地盤構造モデルについて、モデル作成に用いたデータや具体的な作業手法が説明されています。ここに示しますように、浅部と深部を含む三次元差分法モデルによる解析として、周期1秒以上の長周期帯域での差分法を用いた地震動の再現計算が行われています。

それでは、本編の説明に戻ります。本編資料2-204ページを御覧ください。2-204ページでは、三次元差分法モデルによる解析の内容について、説明いたします。

三次元差分法モデルは、ジョイントインバージョン解析で得られた三次元地下構造モデルから解放基盤表面以深を切り出したものに対し、解放基盤表面以浅の構造を加えて作成いたしました。入力波は、先ほど説明したとおり、中心周期1秒のSV波のリッカー波としています。

続いて、2-205ページに進みます。三次元差分法モデルの解析範囲として、図に示しますプラント南北方向1,100m×東西方向600mの範囲を設定いたしました。

続いて、解析結果の説明に移ります。2-206ページからは、解放基盤表面の設定深さ、T.P.-260mにおける応答波形について、二次元FEMモデルの結果との比較について、説明いたします。

評価範囲は、二次元FEMモデルでの検討と同様に設定いたしました。その評価結果を2-207ページ以降に示します。2-207ページ、2-208ページは、評価点での最大応答値の傾向について、二次元FEMモデルによる解析結果と三次元差分法モデルによる解析結果を重ね書きで比較した図です。三次元差分法と二次元FEMの結果が整合的となっております。このことから、三次元差分法モデルによる解放基盤表面の設定深さにおける最大応答値の評価は、重要な安全機能を有する施設の設置範囲において安定しているとした二次元FEMモデルでの評価と整合的であると言えます。

続いて、2-209ページは、炉心におけるT.P.-260mでの応答波形について、二次元FEMモデルと水平成層モデルの結果に三次元差分法モデルの結果を重ね書きした図です。各モデルの主要動部の応答波形の最大振幅は概ね同程度であり、位相も概ね整合しております。

続いて、2-210ページからは、原子炉建屋の支持地盤に近い位置、T.P.-7.5mでの応答波形について、二次元FEMモデルの結果との比較について、説明いたします。

続いて、2-211ページ、2-212ページに移ります。三次元差分法モデルによるT.P.-7.5mにおける最大応答値の評価についても、先ほどと同様に、二次元FEMモデルでの評価と整合的であると言えます。

続いて、2-213ページは、炉心におけるT.P.-7.5mでの応答波形について、重ね書きに記した図です。この標高についても、各モデルの応答波形は概ね整合しております。

2-214ページでは、三次元差分法モデルにおける確認のまとめとなります。ここまでの説明内容から、下段のキャプションに示しますとおり、三次元差分法モデルによる検討と解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデルによる検討は整合的であることが確認できました。

続いて、2-215ページは、浅部の地下構造の影響検討のまとめとなります。中段のキャプションに示します二次元FEMモデルによる検討結果及び三次元差分法モデルによる整合性の確認結果を受けまして、下段のキャプションに示すように、大間層内のせん断速度のコントラストや敷地北側のデイサイト等、解放基盤表面より浅部の地下構造が解放基盤表面の設定深さにおける地震動及び原子炉建屋の支持地盤に近い位置における地震動の及ぼす影響はないものと考えられます。

続いて、1ページ飛ばして、2-217ページに移ります。地下構造モデルを用いた解析による検討のまとめとなります。

一つ目の項目、三次元地下構造モデルの作成、二つ目の項目、深部の地下構造の影響検討については、前回の審査会合で説明したとおりの内容です。今回、コメントS3-11の回答として、ここに示します三つ目の項目、浅部の地下構造の影響検討を行いまして、先ほど、2-215ページで説明した結論を記載しております。

続いて、1ページ飛ばして、2-219ページを御覧ください。このページは、2章、地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価のまとめとなります。最終的な2章のまとめとしては、下のキャプションに示すとおりとなりまして、前回の審査会合で説明した結論から変更ございません。

ここまで、コメントS3-11に対する回答と併せて、2章の説明を行いました。

ここで、説明者を交代いたします。

○電源開発（平原）　電源開発、平原です。

続きまして、本編資料第3章のページ3-19を御覧ください。このページより、コメントS3-13のうち、基盤位置の基準化スペクトルの山谷の要因についての回答となります。前回審査会合において、図2に示すように、Vsが700m/s以上となる基盤位置の基準化スペクトルによる山谷が見られることについて、コメントをいただいております。

図2を御覧いただきますと、グレーの線で示す地表における地震波の到来方向による基準化スペクトルの変動の評価結果と同様に、カラーの線で示す基盤位置での評価においても、地震波の到来方向の違いによる変動は小さい結果となっています。

また、図1に示すとおり、上段の地表では、No.23観測点のように、高振動数側で振幅比が10以上となる観測点が見られますが、下段の基盤位置では、いずれの観測点においても、高振動数側の振幅比が2程度以下で、平均的には1程度に小さくなっています。

ここで、コメントいただいているとおり、3Hz付近が谷に、5Hz及び9Hz付近が山になる傾向が見られることから、この要因について、次のページにおいて考察しています。

ページ3-20を御覧ください。基準化スペクトルの山谷の要因分析として、検討対象観測点ごとに、基準化スペクトルと地下構造モデルから算定されるはぎとり伝達関数を比較しています。図を御覧いただきますと、基盤位置の基準化スペクトルに共通して見られる3Hz付近の谷、5Hz及び9Hz付近の山は、主に基準観測点であるNo.15観測点のはぎとり伝達関数の周期特性が反映されており、基準化すなわち比を取ることで、より強調されているものと考えられます。

なお、基盤位置の基準化スペクトルの算定に用いた地下構造モデルにつきましては、補足説明資料ページ3-10に示しておりますので、御参照ください。

続きまして、本編、ページ3-21を御覧ください。基盤位置における基準化スペクトルの評価のまとめとして、検討対象観測点の基盤位置における基準化スペクトルは、いずれの観測点においても、振幅比は平均的には1程度で同様であること、地震波の到来方向の違いによる変動が小さいことから、敷地の地下構造には、地震動に影響を及ぼすような不整形はないと考えております。

また、本検討におきましては、コメントS3-15の地震計設置位置、T.P.-207.5m位置での評価についても、併せて回答させていただきます。

少し戻りまして、ページ3-19を御覧ください。図2の右側のNo.23/No.15に示すとおり、左側のVs≧700m/sとなる基盤位置、T.P.-230mにおける評価と右側の地震計設置位置T.P.-207.5mにおける評価は、ほぼ同様の傾向となっております。

続きまして、ちょっと飛びますけれども、ページ5-23を御覧ください。このページには、Noda et al.(2002)の手法による地震動を指標とした検討について、地震計設置位置、T.P.-207.5mでの検討結果を示しております。前のページの基盤の地震動を評価する位置、T.P.-230mでの評価検討結果と同様の傾向となっています。

ページ5-24を御覧ください。到来方向別の平均値の比較におきましても、同様の結果となっております。

続きまして、戻りまして、ページ3-22を御覧ください。このページより、コメントS3-13のうち、南側の観測点において、高振動数側が持ち上がる傾向が見られる要因についての回答となります。

検討項目は記載のとおりでございまして、内容としては、1.に記載のとおり、基準化スペクトルの高振動数側が持ち上がる傾向が見られる南側の観測点は、表土、ここでは、第四系または盛土と定義しておりますけれども、この表土の層厚が比較的厚い観測点であることから、表土に着目して考察しています。

まず、1.地盤との関連性の整理につきまして、ページ3-23を御覧ください。ページ3-23では、高振動数側の持ち上がり傾向について、基準化スペクトルの最大値が5以上の観測点と5未満の観測点に分けて示しています。

ページ3-24を御覧ください。図を御覧いただきますと、赤丸で示す最大値が5以上の観測点は、主に敷地の南側に分布しています。これらの赤丸の高振動数側で持ち上がる傾向が顕著な観測点は、凡例に記載していますとおり、原地形の第四系の上に盛土を行った箇所、もしくは、原地形からの改変が小さく、第四系が比較的厚い箇所となっており、また、図中の各観測点の横の括弧内で示す表土の厚さを見ていただきますと、表土の厚さが約3m～約6mとなっています。一方、高振動数側で持ち上がる傾向が顕著ではない青い丸で示す観測点は、表土の厚さが切土等により約3m以下しかない箇所となっています。表土の層厚につきましては、補足説明資料、ページ3-11に示しておりますので、御参照ください。

以上のとおり、基準化スペクトルの高振動数側が持ち上がる傾向は、表土の厚さとの関連性が認められますので、次のページにおきまして、表土の卓越振動数付近の帯域と基準化スペクトルが持ち上がる傾向の見られる振動数帯との対応について確認しています。

本編資料のページ3-25を御覧ください。厚さ3m～6m程度の表土の卓越振動数は、グラフに薄い赤色で示している範囲の5～10Hz付近にあり、この帯域と基準化スペクトルの高振動数側の持ち上がり傾向の見られる振動数帯が対応しています。また、1Hz付近から徐々

に持ち上がる傾向が見られる観測点があることにつきましては、ページ3-19～ページ3-21に示すように、基盤位置、Vsが≧700m/sの位置における基準化スペクトルが1程度であること、それから、ページ2-41に示すように、敷地の地下構造は概ね水平成層であるものの、敷地南側では火山砕屑岩（風化部）が比較的厚く分布していることを踏まえますと、表土だけではなく、基盤位置より浅い地盤のうち、主に火山砕屑岩（風化部）以浅の影響が考えられます。

ページ3-26はまとめとなっております。

続きまして、ページ3-35を御覧ください。このページより、コメントS3-14の異なる深度の応答スペクトル比の周期1秒～2秒付近の増幅特性の要因についての回答となります。この検討につきましては、地盤モデルから算定される理論増幅率に基づく検討を行った上で、この理論と観測事実との整合性を確認しています。

ページ3-36を御覧ください。表1に示す検討に用いた地震基盤から地表までの地盤モデルは、浅部及び深部ともに、第5章に示す最適化地盤モデルに基づき、設定しています。この地盤モデルから算定される地震計位置間の理論増幅率の比、T.P.-7.5m/T.P.-207.5mを図1に示しています。緑線で示すとおり、上段のS波増幅率の周期約1.7秒、下段のP波増幅率の周期約0.6秒にピークがあり、この位置は赤線で示す地震基盤からT.P.-207.5m位置までの理論増幅率の谷の位置と整合しています。また、図2に示すこの周期での深さ方向の理論増幅率分布を見てみますと、S波及びP波増幅率ともに、T.P.-207.5m位置付近で小さくなっており、浅部に向かって漸増傾向を示しています。

以上のことから、T.P.-207.5m位置が地盤応答の節になる周期で、応答スペクトル比の分母であるT.P.-207.5m位置の観測記録の応答スペクトルに谷が生じていることにより、応答スペクトル比が2程度に増幅しているものと考えられます。

ページ3-37を御覧ください。このページでは、今申し上げました地盤モデルから算定される理論増幅率の周期特性と観測記録の応答スペクトルの周期特性との比較により、理論と観測事実との整合性を確認しています。一番下の図に赤線で示す観測記録の応答スペクトル比、T.P.-7.5m/T.P.-207.5mの平均を見ますと、水平動の周期約1秒～約2秒、鉛直動の周期約0.5秒～約1秒にコメントいただきましたピークが見られます。

上から2段目の図に赤線で示すT.P.-207.5m位置の観測記録の平均応答スペクトルを見ますと、一番下の図の赤線で示す平均応答スペクトル比のピークの位置と同じ周期帯に谷が見られることから、一番下の図の赤線で示す平均応答スペクトル比にピークが見られるこ

とについては、地盤の影響が考えられます。

なお、2段目の図に赤線で示すT.P.-207.5m位置の観測記録の平均応答スペクトルについて、谷の位置が少し見づらいため、3段目に縦軸を線形にして示しています。

以上のとおり、前ページに示す地盤モデルから算定される理論増幅率比のピークの位置、S波では約1.7秒、P波では約0.6秒は、観測記録の応答スペクトル比の平均において、ピークが見られる周期帯とよい対応を示しており、理論と観測事実は整合的となっています。

なお、領域ごとの評価につきましては、補足説明資料、ページ3-19～3-22に示しておりますので、御参照ください。

本編資料のページ3-38のまとめを御覧ください。下の枠に記載のとおり、異なる深度の応答スペクトル比が周期1秒～2秒付近で2程度になっているのは、応答スペクトル比の分母であるT.P.-207.5m位置が地盤応答の節になる周期で、この位置の観測記録の応答スペクトルに谷が生じていることが要因であると考えております。

続きまして、ページ3-52の3.4、観測記録による地下構造評価のまとめを御覧ください。下の枠のまとめの記載につきまして、今回、検討結果を踏まえましても、前回の御説明から変更はございません。

続きまして、第4章のページ4-3を御覧ください。第2章と第3章におきまして、ともに敷地において水平成層仮定が成り立つことが確認され、整合的な結果が得られている旨、記載の充実化を図っています。

続きまして、第5章のページ5-2を御覧ください。コメントS3-12の基盤の地震動を評価する位置の設定に関するコメントの回答に当たりまして、このページに示すフロー図右側の5.1節を解放基盤表面における地震動評価の方針に係る検討としまして、記載の充実化を図っています。

コメント回答の内容としましては、解放基盤表面を設定した位置と基盤の地震動を評価する位置との関係を示した上で、基盤の地震動を評価する位置で評価した地震動を解放基盤表面における地震動として適用する考え方及び地下構造モデルの設定の考え方も含めて、解放基盤表面における地震動評価方針を示しています。

ページ5-3を御覧ください。こちらに、解放基盤表面における地震動評価の方針を記載しておりますが、これをフローにしたものを次のページ5-4に示しておりますので、こちらを御覧いただきながら、説明させていただきます。また、参考としまして、ページ5-5に模式図を示しておりますので、併せて御参考ください。

それでは、ページ5-4のフロー図を御覧ください。一番上のところに敷地地盤の振動特性について記載しています。敷地の地下構造は、地質調査及び地球物理学的調査、地下構造モデルを用いた解析、観測記録による地下構造評価の結果から、水平成層仮定が成り立つとみなせることから、一次元地下構造モデルによる地震動評価が可能と判断しています。これを踏まえまして、左側の重要な安全機能を有する施設における地震動評価の流れにありますように、解放基盤表面の位置をほぼ水平で相当な広がりを有し、風化が認められない大間層において、重要な安全機能を有する施設の基礎地盤で概ねVs≧700m/sとなるT.P.-260m位置に定め、基準地震動をこの位置における地震動として策定します。また、設計用入力地震動は、この解放基盤表面における基準地震動に基づき、解放基盤表面以浅の地下構造モデル、すなわち設計用地盤モデルを用いて算定します。

ここで、どのように地下構造モデルを設定し、解放基盤表面における地震動評価を行うのが適切かという観点での検討の流れを右側に示しています。最初に、地震動評価用の一次元地下構造モデルは、地震波の伝播特性を適切に評価するために、地震観測記録に基づき、作成することとしておりますので、地震観測記録の得られた鉛直アレイ地震観測地点において最適化を行うこととしています。

次に、解放基盤表面における地震動を適切に評価できる位置として、どの位置が適切かということを検討しているのが、その下の赤枠で囲っているところになります。まず、規制基準等の要求事項及び敷地の地質構造を踏まえた検討として、中央上段の水色の枠の検討を行っています。

詳細につきましては、ページ5-6に示しておりますので、ページ5-6を御覧ください。ページ5-6では、重要な安全機能を有する施設である原子炉建屋設置位置と鉛直アレイ地震観測地点との地質構造及び速度構造の関係を示しています。繰り返しになりますが、解放基盤表面T.P.-260mは、敷地全体で概ね水平に分布する地層の大間層にあります。原子炉建屋設置位置におきましては、解放基盤表面はVs=900m/s程度となる酸性凝灰岩層の表面付近、下図の白破線の位置に設定しており、この層は鉛直アレイ地震観測地点付近へ緩やかに傾斜しています。このような地下構造を踏まえますと、鉛直アレイ地震観測地点において解放基盤表面以深の地下構造による増幅特性を反映し、解放基盤表面の地震動を適切に評価できる位置としては、原子炉建屋付近の基礎地盤と同様に、大間層中においてVs=900m/s程度となるT.P.-230m位置の酸性凝灰岩層、Vs=860m/sとなる位置と考えています。

なお、規制基準等における要求事項との関係の詳細につきましては、補足説明資料のページ5-2からページ5-4に示しておりますので、御参照ください。

それでは、本編資料、少し戻りましてページ5-4を御覧ください。次に、右側のフローの薄緑色の枠のところで、原子炉建屋設置位置の解放基盤表面(T.P.-260m)と鉛直アレイ地震観測地点における基盤の地震動を評価する位置(T.P.-230m)の地震基盤からの増幅特性が整合的であることの確認を行っています。詳細につきましてはページ5-7に示しておりますので、ページ5-7を御覧ください。

ページ5-7では、キャプションの一番上に記載しておりますとおり、原子炉建屋設置位置における解放基盤表面(T.P.-260m)と鉛直アレイ地震観測地点における基盤の地震動を評価する位置(T.P.-230m)の地震基盤からの増幅特性が整合的であることについて、地下構造モデルを用いて確認しています。原子炉建屋設置位置の深部地下構造モデルは、表1及び図1に示しておりまして、ページ2-61に示す三次元地下構造モデルから切り出した原子炉建屋設置位置の一次元地下構造モデルとしています。また、鉛直アレイ地震観測地点の深部地下構造モデルは、表2及び図1に示しておりまして、当該位置において作成した地震動評価に用いる深部地下構造モデルとしています。

一番右の図2に示すとおり、黒線の鉛直アレイ地震観測地点のT.P.-230m位置における増幅特性は、赤線の原子炉建屋設置位置の解放基盤表面(T.P.-260m)における増幅特性と整合的となっています。ここで、右下※3に記載のとおり、原子炉建屋設置位置の解放基盤表面(T.P.-260m)と鉛直アレイ地震観測地点のT.P.-260m位置の地盤増幅率の比較について、補足説明資料に示していますので、補足説明資料のページ5-5を御覧ください。

補足説明資料、ページ5-5の検討につきましては、キャプション一つ目のポチに記載のとおり、仮に鉛直アレイ地震観測地点における基盤の地震動を評価する位置をT.P.-260mとした場合の増幅特性について確認し、原子炉建屋設置位置の解放基盤表面(T.P.-260m)における増幅特性との比較を行っています。

一番右の図2に示すとおり、鉛直アレイ地震観測地点における基盤の地震動を評価する位置を仮にT.P.-260mとした場合の増幅特性は、原子炉建屋設置位置の解放基盤表面(T.P.-260m)における増幅特性と整合しない結果となっています。

以上のことから、鉛直アレイ地震観測地点における解放基盤表面の地震動を適切に評価できる位置としては、T.P.-230m位置が、より適切であると考えられます。

本編資料に戻りまして、ページ5-4を御覧ください。以上の検討結果を踏まえまして、

右側の赤枠で囲っているフローの一番下に記載しているとおり、鉛直アレイ地震観測地点における解放基盤表面の地震動を適切に評価できる位置として、T.P.-230m位置を基盤の地震動を評価する位置としています。

また、中央下段のピンクの枠のところに記載しているとおり、原子炉建屋設置位置の解放基盤表面(T.P.-260m)と鉛直アレイ地震観測地点における基盤の地震動を評価する位置(T.P.-230m)の地震基盤からの増幅特性が整合的であることから、基盤の地震動を評価する位置(T.P.-230m)で評価した地震動を解放基盤表面における地震動として適用することとしています。

次に、右側のフローの赤枠の下のところで、基盤の地震動を評価する位置を境に浅部と深部の一次元地下構造モデルを作成した上で、基盤の地震動を評価する位置における地震動評価を行うこととしています。地下構造モデルの具体的な取扱いとしましては、記載のとおり、3点、記載しております。

続きまして、補足説明資料、ページ5-35を御覧ください。コメントS3-12につきましては、ここに示す吉田ほか(2005)の知見を踏まえた検討の模式図についても御指摘をいただいています。右側の分割モデルに基盤の地震動を評価する位置を記載するとともに、左側の一体モデルの注釈として、一体モデルによる検討においては、分割モデルによる検討における浅部と深部のモデルを接続したとの記載を追記してございます。

最後に、本編資料第6章のページ6-2を御覧ください。全体のまとめのフロー図につきまして、左側の第2章と第3章の評価結果が整合的であることと、右側の第5章の一番上のところに解放基盤表面における地震動評価の方針のまとめを追記しております。

説明は以上でございます。

○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、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、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。

本編の資料1-1の2-41、お願いいたします。ありがとうございます。前回の会合で私のほうから、こういった地質断面図で、今、御社が解放基盤面として設定しているT.P.-260m程度、この辺りの、地層としては大間層にあるんですけれども、同じ大間層であってもせん断波速度、つまりS波速度ですね、これにコントラストがあって不均質も見られるということと、あと、ここに示されている一番右の下辺りにデイサイトというのがあって、

敷地にこういったデイサイトの貫入というのも確認できるということから、解放基盤表面より浅いところの構造というのが地震動に与える影響について、あるのか、ないのかということについて検討していただきたいということをコメントさせていただきました。

具体的には、浅部も含めた三次元地下構造モデルを作成して、この三次元モデルと、あとは、それまでやっている水平成層モデルというものにリッカー波とか、そういったものを入力した場合の最大振幅、これが解放基盤表面と、あとは原子炉建屋の支持地盤に近いところ、こういった部分でもきちんと示していただいて、敷地及び敷地近傍は概ね水平成層構造であると、本当にそういった評価をしていいのかどうかということをきちんと示してくださいということを求めていました。

今回、それに対して、資料の1-1の2-129ページ以降でですかね、これは現状の実務で用いられているような手法なんですけれども、こういった方法でジョイントインバージョン解析で得られた三次元地下構造モデル、これから切り出した深部の二次元のFEMモデルに解放基盤表面以浅の構造モデル、こういったものも加えた上で二次元の不整形FEMモデルを作成して、こういったモデルにリッカー波を入力波として解析を実施していると。

その結果が、2-200、お願いできますか。ありがとうございます。その結果、ここの真ん中の箱書きにありますように、大きく３つ、スナップショットによる分析とか、それから解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の分析、同じように原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の分析ということで、それぞれ炉心位置付近に到達する直達波が、波面に乱れもなくて、地震波の集中による振幅が過大に大きくなるような傾向も認められないとか。あとは、こういった重要な施設の設置範囲での最大応答値を見ると、全体的に安定をしているとか。

あとは、二次元のFEMモデルと、それから水平成層モデルの応答波形、これも主要動部の最大振幅というのは概ね同等であって、あと、位相も概ね整合しているというような結果が今回示されたと。同様に、三次元による検討についても2-203ページ以降でされていて、こういった検討がきちんと示していただいたかなと思っています。

したがって、今、ここで一番最後に書かれていますように、解放基盤表面より浅部の地下構造が解放基盤表面における地震動、これに及ぼす影響というのはなくて、また、同時に、こういった浅部の地下構造というのが原子炉建屋の支持地盤に近い位置における地震動、これにも及ぼす影響もないと評価していることについては、概ね理解をいたしました。

また、あと、炉心位置付近の水平成層モデル、これについて、前回ではS波速度構造で

すとか密度ですとか、それから減衰、これもちゃんと資料に示してくださいということも求めていまして、それについては、本日、御説明にもありましたけれども、補足説明資料のほうにきちんと明記されているということも併せて確認できました。

したがって、以上のことから、最後、まとめとして2-219ページに書かれていますけれども、地質調査及び地球物理学的調査結果、それから地下構造モデルを用いた解析による検討結果から、敷地及び敷地近傍で概ね水平成層構造であるということと、敷地の解放基盤表面における地震動に影響を及ぼすような不整形はないということで、水平成層が成り立つということについては概ね理解をさせていただきました。

あくまでも、これは「なお」なんですけれども、その検討の中で、例えば、2-191ページをお願いできますか。ありがとうございます。繰り返しになりますけれども、「なお」なんですけれども、解放基盤表面において特異な増幅が見られないということまでは当然理解はしましたけれども、ちょっと、これ、一例なんですけれども、原子炉建屋の支持地盤に近い位置、T.P.-7.5mなんですけれども、この応答波形の分析ですね、これは、において、ここで見ると若干、原子炉建屋位置といいますかね、この部分であくまでもこれは最大応答値の平均値に対する比なんですけれども、これがほかのところよりちょっと大きくなっているという部分も見られるんですけれども。

これは、地下構造の部分ではなくて、もうちょっと先の入力地震動というところで若干関係してくるのかもしれないんですけれども、こういった、若干ですけれども、炉心位置で少し大きくなっているというところについて、入力地震動の評価に当たって、どういった形で取り扱うのかという方針だけを聞かせていただければと思うんですけど、いかがでしょうか。

○石渡委員　いかがですか。

どうぞ。

○電源開発（中村）　電源開発の中村です。

2-191ページを見ていただければと思います。先ほど御指摘を受けました2-191ページ、あと2-192ページなんかは、この右側の絵ですね、一番右側の絵の下側の絵なんですけれども、原子炉建屋設置エリアの絵ですけれども、最大応答値の平均値に対する比が若干、炉心位置辺りで大きくなっているように見えるということになっています。

これは、評価範囲の平均に対する比になっておりまして、実際、炉心位置の水平成層モデルとの応答値の比較というのを、2-199ページ、お願いできますでしょうか、やってお

りますけれども、先ほどの2-191ページ、-30°の入射角、あと2-192ページ、-45°の入射角というのが、199ページの上から2段目の絵の真ん中と一番右になりますけれども、こういったところ、炉心で比較していますけれども、二次元FEMモデルと水平成層モデルの鉛直入射の比が応答値がほぼほぼ同じになっているというところを鑑みますと、2-191ページに戻っていただくと、基本的には、原子炉建屋設置位置及び建屋の設置位置辺りで、若干、この絵では盛り上がっているように見えるんですけど、ここが概ね水平成層モデルと同じような値で、周りのほう、特に北側のほうですね、5,200のあたりで小さくなる傾向が見られるというような、そういった解釈にしております。

ですので、こういった変動が若干、デイサイトなど浅部の地下構造が原子炉建屋の設置地盤の地震動の位置、T.P.-7.5に影響を及ぼしているんじゃないかという話はあるかもしれませんけれども、北側のほうで若干、下がり傾向に影響を及ぼすというふうな理解になっていますので、そういったところの解釈で、炉心位置とか、そういったところの評価においては、水平成層モデルで評価して差し支えないというふうに我々は考えていると、そういったところでございます。

以上です。

○石渡委員　佐口さん。

○佐口審査官　規制庁、佐口です。

一応、そういった形、ちゃんと波形と整合させた上で考えて、そういう評価になっていると。つまり、今も御説明がありましたけど、この炉心位置というのが、決して地震動がすごく大きくなっているわけではなくて、これがほぼほぼ一次元でやっているものと同じで、むしろ、ほかのところが少しちょっと下がっているのかなと、そういう理解をさせていただきました。お考え方については、今、確認できましたので。

あと、最後なんですけど、これは、あくまでも先行サイト等の審査でも念のために確認をさせていただいているんですけれども、このサイト、解放基盤表面というのが-260mというので、やや深いと。あくまでも原子炉建屋だけでいいますと-7.5mという形で、非常に建屋等の設置位置に対して解放基盤の表面が深いということもありますので、一応、これは基準地震動を策定後、ちょっと先の話になりますけど、これも、この基準地震動に基づく建屋基礎下レベルでの地震動というのを確認させていただきたいと思いますので、それは基準地震動策定後に示していただきたいと思いますけれども、よろしいでしょうか。

○石渡委員　いかがですか。

どうぞ。

○電源開発（平原）　入力地震動の評価につきましては、また別途、改めて御説明させていただきたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

○石渡委員　佐口さん。

○佐口審査官　規制庁、佐口です。

では、よろしくお願いいたします。

私からは以上です。

○石渡委員　ほかに、ございますか。

佐藤さん。

○佐藤審査官　規制庁の佐藤でございます。

私からもいくつかコメントをさせていただきます。

ページめくっていただきまして、3-23、24をお願いいたします。私からは、まず、地震波の到来方向別の増幅特性の検討ということで、まず初めに基準化スペクトルにより検討というふうなところをコメントいたします。

3-23、24、これを御覧いただいて、前回の審査会合で指摘しましたように、これは各観測点における方位グループごとの平均基準化スペクトルの変動の評価というのがあるんですけれども、これを見ますと、№1とか7、8、9、13、18、23とか、基準観測点15より南方の南側の観測点に共通して高周波数側が大きくなっていると。これは、敷地内、これだけ狭い領域でも増幅特性に違いが見られるので、その要因について説明してくださいと、こういう指摘をしておりました。

今日の御説明ですけれども、要因分析の結果、3-24とか25ページですかね、要因分析の結果が書かれてございまして、高振動数側で持ち上がる傾向が顕著な観測点というのは、表土、これは第四系または盛土ということで、この表土の厚さが約3mから6mであると。原地形の第四系の上に盛土を行ったところ、もしくは原地形からの改変が小さく、第四系が比較的厚い箇所であるというふうにして、この3-25ページですね、厚さ3～6m程度の表土の卓越振動数付近の帯域は、基準化スペクトルの高振動数側が顕著に持ち上がる傾向が見られる振動数帯に対応しているということ。

それから、1Hz付近から徐々に持ち上がる傾向が見られるというのは、敷地の地下構造は概ね水平成層であるものの、敷地の南側では火山砕屑岩、これは風化部が比較的厚く分布していることを踏まえると、表土だけじゃなく、基盤位置より浅い地盤のうち、主に火

山砕屑岩風化部以浅の影響であるというふうにおっしゃられていることにつきましては、概ね理解をするところでございます。

それから、もう一つ、地震波の到来方向別の増幅の検討というところでございますけれども、3-34ページをお願いいたします。これは、前回の審査会合で異なる深度の応答スペクトル比の検討ということで、T.P.-207.5mと、それから-7.5mの観測記録の加速度応答スペクトル比を求めて、地震波の到来方向による応答スペクトル比の変動に係る検討結果というふうなものが示されましたけれども、右側のスペクトル比を御覧いただくと大体1Hzないし2Hzぐらいで応答スペクトル比が2倍程度になっていると。こういうふうに見えると。したがって、この要因についても説明してくださいというふうなこと。

それから、スペクトル比は増幅特性が評価できないので、T.P.-207.5mと-7.5mのそれぞれの深さにおけるスペクトルも示してくださいと、こういう指摘をさせていただいていました。今日の御説明ですと、3-36ページをお願いいたします。地震計位置間の理論増幅率の比において、S波の周期、約1.7秒、それからP波の周期、約0.6秒にピークがあって、この位置は地震基盤からT.P.-207.5m位置までの理論増幅率の谷の位置と整合していること。また、この周期での深さ方向の理論増幅率の分布において、S波及びP波の増幅率とともにですね、増幅率とともに-207.5m位置付近で小さくなっていると。浅部に向かって増加傾向を示すと。

こういったことから、-207.5m位置が地盤の応答の節になるんだと。節になる周期なんだと。それで、応答スペクトル比の分母である-207.5m位置の観測記録の応答スペクトルに谷ができていることによって、この応答スペクトル比が2倍程度に増幅しているというふうな説明についても、概ね理解するところでございます。

それから、今度は、今日の説明で一番重要なところでございました解放基盤表面の設定の考え方についてでございますけれども、資料でいきますと5-6ですかね。5-5ページのほうがよろしいですかね。模式的には分かりやすいかなと思いますけれども、前回は基盤の地震動を評価する位置、これがT.P.-230m、ここで策定した地震動を解放基盤表面、T.P.-260mへ入力するというふうな考え方を説明されていましたけれども、そこのところがまだクリアではなかったので、再度、もう一回、説明をしてくださいというふうな指摘をしていたところでございました。

今日の御説明ですと、5-7ページをお願いいたします。この図2というのが非常に重要だったというふうに理解をしてございまして、これを見ますと、原子炉建屋設置位置におけ

る解放基盤表面及び鉛直アレイ地震観測地点における基盤の地震動を評価する位置の地盤増幅率の比較が示されており、この図を見ますと、鉛直アレイ地震観測地点のT.P.-230m位置における増幅特性というのは、原子炉建屋設置位置の解放基盤表面、T.P.-260mにおける増幅特性と整合的であると。したがって、鉛直アレイの地震観測地点における基盤の地震動を評価する位置で評価した地震動を解放基盤表面における地震動として適用するというふうなことについては、概ね理解をいたしました。

それから、前回、構造モデル、地下構造のモデルのところには触れませんでしたけれども、例えば、5-19には浅部地下構造モデル、それから5-40には深部の地下構造モデル、失礼、5-39に深部のモデル、それから5-40にはハイブリッドに使う地下構造モデル、こういうのが示されてございますけれども、こういった地下構造のモデル化に当たりましても、PS検層結果、それから地震観測記録を用いた解析、及び文献における知見等から、地震波速度、それから減衰定数を適切に設定するとともに、観測記録との整合を確認しているというふうなことから、これらのモデルは適切に設定されているというふうなことも確認をさせていただきました。

以上、私からのコメントでございます。特段、回答は必要ございません。

○石渡委員　特段、回答は必要ないということですが、何かコメントはありますか、事業者側から。よろしいですか。

ほかに、ございますか。特にないですか。

大体、この課題については、こんなところですかね。事業者側から特になければ、この辺で終わりにしたいと思いますが。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。

大間原子力発電所の地下構造の評価につきましては、概ね妥当な検討がなされたというふうに評価をいたします。今後は、地震動評価について説明をしてください。

それでは、電源開発については以上にいたします。電源開発から九州電力に接続先の切替えをお願いいたします。

2時45分を目処に再開したいと思いますので、よろしくお願いします。

（休憩　電源開発退室　九州電力入室）

○石渡委員　それでは、再開したいと思います。

次は、九州電力から玄海原子力発電所3号炉及び4号炉、使用済燃料乾式貯蔵施設に係る基礎地盤及び周辺斜面の安定性について、説明をお願いします。御発言、御説明の際は挙

手をしていただいて、お名前をおっしゃってから御発言、御説明ください。

どうぞ。

○九州電力（川内）　九州電力の川内と申します。よろしくお願いいたします。

それでは、まず、資料の確認のほうからさせていただきます。前回審査会合で基礎地盤及び周辺斜面の安定性につきましてコメントをいただいておりますので、資料3冊を用いまして御説明いたします。まず、資料2-1ですけれども、よろしいでしょうか、資料2-1がコメントリスト、資料2-2が基礎地盤及び周辺斜面の安定性についてということで、使用済燃料乾式貯蔵施設に係る資料、資料2-3が地盤に係る使用済燃料乾式貯蔵施設の資料となっております。

それでは、説明させていただいてもよろしいでしょうか。

○石渡委員　どうぞ。

○九州電力（川内）　それでは、資料2-1のほうをお願いいたします。

前回の審査会合で4点のコメントをいただいておりますので、資料2-2を用いまして、1点ずつコメントの回答をさせていただきます。

まず、資料2-2の23ページのほうをお願いいたします。

前回コメントで対象施設周辺の盛土の分布も踏まえ、評価対象断面選定の妥当性を説明することというコメントをいただいております。

資料2-2の23ページになりますが、中央にちょっとマスキングしておりますけれども、施設周辺の盛土・表土の等層厚線図を示しております。対象施設を赤で示しておりまして、施設周辺の盛土・表土の厚さを黄色の色ほど厚い分布ということで示させていただいておりますが、対象施設設置位置付近の盛土・表土は、厚い箇所で14～16m程度であるということを把握しております。

対象施設に対してX断面、Y断面で評価いたしますが、これらの評価断面につきましては、盛土・表土の厚い箇所を通るということから、当評価対象断面で盛土・表土の影響を考慮したすべり安全率の評価が可能であるというふうに判断しております。

1点目のコメントにつきましては、以上となります。

続きまして、2点目のコメントの回答ですけれども、26ページをお願いいたします。

2点目のコメントですが、周辺斜面については、小規模な斜面の取扱いについて明記することというコメントをいただいております。

こちら、資料2-2の26ページですけれども、上の評価の箱書きの1ポツ目を追記しており

まして、周辺斜面選定に当たりましては、「宅地防災マニュアルの解説」を参考に、水平面とのなす角度が30度以上、または、斜面高さが5m以上のいずれかに該当する斜面を抽出することとしておりまして、この斜面の選定基準を一部に追加しております。

結果としまして、対象施設の周辺には、図で示します、斜面①～③が存在しますが、対象施設に対しては、十分な離隔があると判断できるため、評価対象斜面とすべき斜面は存在しないと評価しております。

また、128ページのほうをお願いいたします。ちょっと飛びますが、参考資料の128ページのほうに、スクリーニングアウトした斜面につきまして、小規模な斜面の取扱いということで記載しております。

実際には、四つの斜面を選定しておりますが、斜面④施設の東側の斜面につきましては、水平面とのなす角度が30度未満、かつ斜面高さが5m未満であることから、周辺斜面ではないと判断しまして、先ほどの斜面①～③を周辺斜面として抽出し、評価しているという流れになっております。

以上が2点目のコメントの回答でございます。

続きまして、3点目のコメントについて回答いたします。資料2-2の29ページのほうをお願いいたします。

こちらのコメントですが、評価対象施設におきまして、既許可と同じ物性値を解析に用いることの妥当性を説明することというコメントでございます。

29ページから検討結果について御説明いたします。

対象施設設置位置付近の地質におきましては、発電用原子炉設置位置付近と同様の佐世保層群を基盤とした地質で構成されています。

対象施設設置位置付近では、地質調査時にボーリングコアを用いた岩石試験（密度試験・一軸圧縮強度試験）及びPS検層を実施しております。

今回、密度試験・一軸圧縮強度試験及びPS検層について、発電用原子炉施設設置位置付近の試験結果と比較検討しまして、同等の物性値を有する場合、発電用原子炉施設設置位置付近で用いた解析用物性値を適用することとして検討しております。

31ページをお願いいたします。31ページは、対象施設設置位置付近における岩石試験実施孔を図に示しております。青四角が試験実施孔となっております。

32ページをお願いいたします。こちら表で示しておりますけれども、密度の結果及び一軸圧縮強度試験の結果につきまして、岩種・岩級ごとにデータを並べております。赤丸が

発電用原子炉設置位置付近のデータの平均値で、上下にひげを書いていますけど、こちらが±1σの値、幅となっております。青三角が今回の対象施設設置位置付近のデータとなっております。こちらの密度、一軸圧縮強度試験のデータと比べまして、概ね同等の値を示しておりますので、対象施設設置位置付近における岩石の密度及び一軸圧縮強度は、発電用原子炉設置位置付近と概ね同等であるというふうに評価しております。

また、33ページをお願いいたします。こちらは、対象施設設置位置付近におけるPS検層の実施孔の場所を赤点で示しておりまして、青四角でデータ取得位置を示しております。

34ページをお願いいたします。こちらP波、S波ごとに岩種・岩級ごとにデータを並べているものでございます。こちらの平均値等を比べまして、対象施設設置位置のP波速度、S波速度は、発電用原子炉設置位置付近との岩盤とお概ね同等であるというふうに判断しております。

次に、35ページをお願いいたします。こちらは、炉から今回の対象施設までの速度構造を示した図となっておりますが、原子炉建屋設置標高(EL.-15m)以深におきまして、対象施設設置位置付近の速度構造はVs=約1.5～1.7km/sであり、発電用原子炉設置位置付近ではVs=約1.3～1.8km/sということで、敷地全体としても速度構造に大きな差異は認められない状況となっております。

以上から、対象施設設置位置付近の岩盤は、発電用原子炉設置位置付近の岩盤と概ね同等の物性を有するということから、対象施設設置位置付近の解析用物性値は、発電用原子炉設置位置付近で用いた解析用物性値を適用することとしております。

以上を踏まえまして、36ページ、こちら既許可と同じ解析用物性値一覧になりますけれども、こちらを用いて、基礎地盤の安定性に関わる解析を行っております。

以上が3点目の回答となります。

続きまして、4点目のコメントの回答ですが、まず資料2-2の18ページのほうをお願いいたします。

こちらは、対象施設設置位置付近の鉛直岩盤分類図になりますけれども、4点目のコメントなんですけれども、硬質な玄武岩が佐世保層群の上部に分布することから、玄武岩下底のすべりの影響を検討することというコメントをいただいております。

こちら18ページのほうがYs、Y断面になっておりまして、施設のこの図面でいきますと、右側、東側及び左側のほうに、佐世保の岩級がちょっと落ちていまして、その上に硬質の玄武岩が青い着色になりますけれども、載っているという状況で、こちらの影響につきま

して検討しております。

64ページのほうをお願いいたします。こちら玄武岩の下底面におけるすべり安全率を検討した結果になりますが、施設向かって右側の玄武岩につきましては、Ss-1で安全率2.7、施設向かって左側の玄武岩についても検討していまして、安全率2.6、玄武岩の下底から建屋底面を通りまして、左側の玄武岩に抜けるというすべりも考慮しておりますが、こちらがSs-4の地震動で安全率3.6というものが最小となっておりまして、いずれもすべり安全率1.5を満足しておりますので、すべらない結果というふうになってございます。

以上がコメントの回答でございまして、そのほか、参考資料のほうを一部充実させておりますので、ちょっと例として御紹介いたします。

99ページをお願いいたします。こちら参考資料のほうに解析用物性値一覧に関わるバックデータを載せておりまして、99ページのほうですが、埋戻土の強度特性の試験箇所や試験時のデータ、こういったものを載せております。そのほか埋戻土関係では、密度や静的変形特性、動的変形特性のアップデータを充実させております。

また、144ページのほうをお願いいたします。こちらにつきましては、マンメイドロックの強度特性及び評価の考え方ということで、1枚追加しておりますけれども、すべり線の検討ですとか、支持力の検討では、マンメイドロック下端の岩盤をすべりとして通すといったことや、支持力においては、マンメイドロック下端の岩盤の支持力、接地圧と支持力を比較しておりますけれども、こちらにつきましては、マンメイドロックと岩盤の強度を比較しておりまして、マンメイドロックが十分硬いことから、マンメイドロック下端の岩盤を通すといったような評価をしているという、ちょっと補足の説明を追加しております。

資料2-2につきましては、以上になりまして、続きまして、資料2-3のほうをお願いいたします。

こちら資料2-3のほうですけれども、前回審査会合では、地質の関係の資料としては、3冊で御説明しているんですけれども、このうち、使用済燃料乾式貯蔵施設に係る地盤の資料につきまして、ちょっとコメントをいただいておりましたので、資料を適正化しております。

資料2-3の48ページをお願いいたします。こちら施設直下で確認されます、露頭する可能性があります f -161断層の顕微鏡の写真でございますけれども、前回コメントでこの上の開放ポーラーにつきまして、オレンジの線の破砕帯に玢岩が接触している写真になりま

すけれども、この玢岩の班晶鉱物、切られている様子があるということで、写真右側のほうに玢岩の班晶鉱物というキャプションを入れておりましたけれども、空隙等見られるということで、左側のほうにも資料の説明の補足ということで、玢岩の班晶鉱物の注意書きのほうを入れさせていただいております。

資料2-3の前回からの修正につきましては、以上です。

全体として御説明は以上になります。

○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、熊谷さん。

○熊谷補佐　原子力規制庁の熊谷です。

私からは、兼用キャスクの周辺施設である使用済燃料乾式貯蔵建屋の地盤の支持について確認をしたいと思います。

資料2-2の5ページをお願いいたします。こちらで設置許可基準規則の要求事項として整理していただいていますけども、設置許可基準規則の解釈別記4、第3条第1項というところで、一番上のところでは、第4条第2項の規定により算定する地震力（乾式キャスクにあっては、基準地震動による地震力を含む）が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する設計であることを要求していますと。

これは結果としましては、Cクラスに適用される静的地震力に対する地盤の支持を求めているというものになりますけれども、今度はこの65ページをお願いいたします。

こちらで今回、九州電力の説明資料のところでは、この65ページのところで、解釈別記4に基づく静的地震力についての設計方針に関しての記載自体はありませんけれども、一方で、基準地震動による地震力に対する支持性能についての説明がここで行われていると、示されているということでございます。

こういったことで、九州電力は御説明をいただいているんですけども、使用済燃料乾式貯蔵建屋の地盤の支持について、この解釈別記4の要求に従って静的地震力についても考慮するような設計方針としているのかどうか、そういったところについて御説明をお願いいたします。確認をしたいと思います。

○石渡委員　いかがでしょうか。

○九州電力（赤司）　よろしいでしょうか。

○石渡委員　どうぞ。

○九州電力（赤司）　九州電力の赤司でございます。

今、御指摘いただきましたところ、基準の要求といたしまして、Cクラスのところの静的地震力に対しての支持性能の確認ということも、当社、当然認識しているところでございます。それも含めて、支持性能を有するという方針で確認を行っているものでございます。

以上でございます。

○石渡委員　熊谷さん。

○熊谷補佐　規制庁の熊谷です。

もちろん、やはりそういったことはきちんとされているということだと思いますので、そういった設計方針について確認することができました。

ありがとうございました。

○石渡委員　以上ですか。

ほかにございますか。

海田さん。

○海田審査官　原子力規制庁の海田です。

私のほうからは、今日説明のあったコメント回答、四つほどコメント回答ということでありましたので、その点も含めて、ちょっと全体についてコメントをさせていただきたいと思います。

まず、資料2-1のコメントリストでいきますと、1ページしかないんですが、1ページのS5というコメント、最初のコメントですね。まず、地盤の支持に関するところからということで、S5、盛土の分布も踏まえて、対象断面の選定の妥当性の説明をすることということに前回コメントしました。盛土の影響等についてちゃんと考慮されているのかという趣旨だということなんですけれども、これについては、先ほど説明はありましたけれども、資料2-2の23ページをお願いします。

画面では出てないですけども、一応ここの図を見て、ちゃんとここの対象施設というのが、盛土・表土の厚いところを通るというところでY、Xも切られているということで、その辺の考慮がなされているという位置関係にあるということは、今回この資料によって確認することができました。

コメントS5につきましては、そのとおりで、資料2-1のコメントの次の一つ飛ばして、S7、これも地盤の支持に関係するものでして、S7ということで、既許可と同じ物性値を用

いることの妥当性について確認をしてほしいということで、今回これも資料が追加されて示されたと。

29ページですけれども申し訳ない。29ページですけれども……。

○内藤調整官　規制庁の内藤ですけれども、九電さん、九電のほうで多分使われてないマイクが入っていると思いますので、それをちょっと切った上で進めたいと思いますけど、よろしいですか。

○九州電力（川内）　申し訳ございません。切ります。

○海田審査官　よろしいですか。

じゃあ、今ほどの物性値の関係で、S7で既許可と同じ物性値を今回使うということで、その辺の対応、その辺の妥当性についての検討ということで追加されたのが29ページで、密度試験と一軸圧縮強度試験とPS検層の試験の結果を比較したという図表が、次の31ページ以降、35ページにかけて御説明が追加されたということで、この辺りも確かにこれを見る限り、両者同等な物性値であるということが確認できました。この点につきましては、以上です。

あともう一個、地盤の支持の観点でいきますと、先ほどのコメントリストの最後のすべり線の選定、S8というところだと思うんですが、玄武岩が上に載っていると。それの下面のすべりの影響を検討することということで、これも今回の資料に追加されまして、結果のほうでいきますと、資料2-2の64ページですか。先ほどもお示しいただいたんですけれども、64ページのこの5、6、7という断面を追加して検討されまして、これにつきましても、1.5を上回るということを確認されたということで、適切に検討がされたということに確認できました。

地盤の支持につきましては、例えば今回まとめということで、74ページにまとめが記載されてあります。これが全て地盤の支持、変形のまとめが書いて、斜面もまとめがあるんですけれども、ここの二つ目の丸で、安定性の評価の結果、すべり線のすべり安全率が1.5を上回るということと、基礎底面の接地圧が極限支持力を下回ることということは、適切に検討されているということで確認をできました。

併せて、斜面の安定のほうのところで、コメントリスト2-1のほうでいきますと、S6ですが、小規模な斜面があるので、これはどう取り扱われているのかという観点での指摘でしたが、これは2-2の26ページで、これも先ほど御説明がありましたが、これ斜面の抽出する条件というのが1ポツ目のが追記されまして、その辺の位置づけが明確になったとい

うことが確認できて、結果、いずれの斜面も抽出されたものというのは、この建物から、対象施設からは相当の離隔距離があるということで、評価対象とすべき斜面はないということも確認できました。

ということで、先ほどの74ページにまとめのところの一番下の丸、対象施設が設置される地点周辺には、評価対象となる斜面が存在しないという評価につきましても、この確認できましたと。

併せて、今回コメント回答はなかったんですけれども、このページでいきますと、地盤の変形に関しては、もう前回までの説明によりまして、二つ目の丸でいきますと、チェックマークの最後、基礎底面の傾斜2,000分の1とか、その下、不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響はないと。あと地殻変動による傾斜の影響についても、基礎底面の傾斜が2,000分の1以下であるということにつきましても、評価されているということにつきましても、これは確認できました。

つきましては、あと、それとここに一番上に将来活動する可能性のある断層等は存在しないという点につきましては、これは資料2-3の説明かと思いますが、これは既に前回までの会合でもう概ね分かったと、了解したということでお伝えしておりますが、今画面に出ています、資料2-3の43ページに、そこの玢岩の班晶鉱物を指し示す、ちょっとページがずれましたけれども、48ページに、玢岩の班晶鉱物の矢印が追加されまして、この辺りも資料が分かりやすく適正化されたということは、確認できました。

ということで、先ほどの資料2-2の74ページのまとめに書いてある内容、これにつきましては、ここの内容につきまして、今までの御説明で全て確認できたということをお伝えいたします。

以上です。

○石渡委員　特に回答は必要ないということですか。

○海田審査官　はい、特にありません。

○石渡委員　九州電力のほうから、今の指摘について何か回答なり、コメントなりありますか。特になければ。

○九州電力（川内）　九州電力の川内です。

特にございません。

○石渡委員　それで、ちょっと実はコメントの文書でS8、今、最後に指摘したところですけれども、この佐世保層群の上部に分布するとなっているんですよね、玄武岩が。これは

地質学的に言うと、これはおかしいので、こっちが間違えたのかもしれませんけれども、これは上位に直してください。位という字ですね。部、上部ではなくて、上位にしてください。

ほかに特になければ。

どうぞ、内藤さん。

○内藤調整官　規制庁、調整官の内藤です。

すみません。最初に熊谷のほうから確認させていただいた件について、もうちょっと確認させていただきたいんですけれども、支持力については、資料の説明上は、Ssによる動解析の結果を示しているという形で、Cクラスに対しても支持力が十分あることを確認をする方針であるということは確認したんですけど、資料に書いてないのは、Cクラスだと水平が1.0Ciで、鉛直が0.3Ciなので、これは今示している動解析による動荷重よりも小さいので、あえて示してないという、そういう理解をしておけばよろしいですか。

○九州電力（赤司）　九州電力の赤司でございます。

今、内藤調整官からお話しいただいたとおりでございます。このCクラスの地震力につきましては、Ssの地震力にもう包絡されますので、Ssの地震力での確認をもってお示ししているというものでございます。

以上です。

○石渡委員　どうぞ。

○内藤調整官　規制庁、内藤です。

分かりました。ありがとうございます。

○石渡委員　ほかにございますか。

大体よろしいですかね。

それでは、どうもありがとうございました。

玄海原子力発電所3号炉及び4号炉の使用済燃料乾式貯蔵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は、これでおおむね妥当な検討がなされたものと評価をいたします。

これで、地震等に関する審査会合において、今後、審議すべき論点はないというふうに考えます。

今後、これまでの審議内容を申請書に反映していただくようにお願いをいたします。

よろしいでしょうか。

○九州電力（川内）　九州電力の川内です。

これまでの内容を申請書に反映させていただきます。

○石渡委員　それでは、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25日、金曜日は予定してございません。それ以降の審査会合につきましては、事業者の準備状況等を踏まえた上で設定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　それでは、以上をもちまして、第932回審査会合を閉会いたします。