

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第266回

平成27年8月28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266回 議事録

1. 日時

平成27年8月28日(火) 13:30～14:36

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

櫻田 道夫 原子力規制部長

森田 深 安全規制管理官(地震・津波安全対策担当)

大浅田 薫 安全規制調整官

内藤 浩行 安全規制調整官

御田 俊一郎 安全規制調整官

岩田 順一 安全規制管理官(地震・津波安全対策担当) 補佐

竹野 直人 安全審査官

田上 雅彦 安全審査官

野田 智輝 安全審査官

佐口 浩一郎 安全審査官

呉 長江 主任技術研究調査官

小林 源裕 技術研究調査官

東京電力株式会社

川村 慎一 原子力設備管理部長

谷 智之 原子力設備管理部 土木調査担当部長

金戸 俊道 原子力設備管理部 土木調査グループ マネージャー

水谷 浩之 原子力設備管理部 地震グループ マネージャー

引間 和人	原子力設備管理部	地震グループ	スペシャリスト
宮坂 英志	原子力設備管理部	地震グループ	チームリーダー
佐多 将樹	原子力設備管理部	地震グループ	
藤岡 將利	原子力設備管理部	地震グループ	
小林 照明	原子力設備管理部	安全強化プロジェクト管理グループ	マネージャー

4. 議題

- (1) 地震について
- (2) その他

5. 配付資料

資料1 柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 敷地における地震波の増幅特性
コメント回答

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266回会合を開催します。

本日は、事業者から地下構造評価について説明していただく予定ですので、担当である私、石渡が出席しております。

では、本日の会合の進め方等について、事務局から説明をお願いいたします。

○森田管理官 原子力規制庁の森田でございます。

本日の審査会合の進め方は、案件としては、東京電力株式会社の柏崎刈羽原子力発電所の6号炉・7号炉であります。敷地における地震波の増幅特性についての説明資料が1点用意されております。

私からは以上です。

○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。

東京電力から、柏崎刈羽原子力発電所の敷地における地震波の増幅特性について、説明をお願いいたします。

○東京電力（水谷） 東京電力の水谷でございます。

本日は、敷地における地震波の増幅特性について、コメント回答ということで、前回7月3日の審査会合においていただきましたコメントの回答を中心に御説明をさせていただきますと思います。

資料のまず1ページめくっていただきまして、1ページ目を御覧いただきますと、こちらに前回の審議の中でいただいたコメントを大きく7項目に分類させていただいてございます。この7項目のコメントへの回答について御説明させていただきたいと思います。

まず、一つ目のコメントです。この柏崎刈羽原子力発電所の解放基盤表面の設定について、前回御説明した内容につきまして、根拠・考え方を追記することというコメントをいただいております。

こちらにつきましては、9ページ目になります。こちら下には、発電所の各号機の設定された基準地震動の入力位置ということで、右側の表にはその数値をまとめてございます。あと、鉛直アレイというのがそれぞれ1号機の脇と5号機の脇に記載されておまして、基準地震動の評価位置ということでそれぞれの深さを記載してございますが、この左上の箱書きについて若干コメントをいただいた観点から整理して内容を追記しておりますので御説明いたします。

まず、この設定に当たりましては、発電所の地下について、ボーリング調査等の結果によりまして、S波速度が700m/s以上の地層が、それぞれこの1号機～4号機側の荒浜側、そして5号機～7号機側の大湊側について、それぞれ概ね水平に分布しているということを確認した上で解放基盤表面を設定してございます。

二つ目の四角になりますが、まず、荒浜側、大湊側のそれぞれの地震動評価におきましては、観測記録を重視するという観点からも、この解放基盤表面以深の地下構造による増幅特性というのを地震観測記録をもとに適切に反映するために、その地震観測を行っています鉛直アレイ観測点付近の号機を代表しまして、荒浜側では代表号機として1号機、そのちょうど700m/s以上になるT. M. S. L. -284m、そして、大湊側では5号機の700m/s以上の地層が表れますT. M. S. L. -134mと、それぞれの位置に評価の基準となります位置を設定いたしまして、その位置で基準地震動を策定しているということになります。それが、これは荒浜側、左側では赤い線で、点線で示してある深さ、そして、大湊側では青い点線で表してある深さになります。

そして、次の四角になりますが、一方、各建屋を初めとします施設の耐震安全性評価におきましては、それぞれ号機が建っています場所ごとに表層の地盤特性が若干異なります

ので、その各地点の解放基盤以浅の地下構造による増幅特性といったものを適切に反映するために、それぞれの施設の直下で実施してございますPS検層結果等を重視しまして、その各号機の評価の際に、その基準地震動を入力する、その際にS波速度が700m/s以上となる深度をそれぞれ設定いたしまして、その深度に解放基盤表面を設定しているということで、このように各号機それぞれ異なる数値となっているということです。ただ、最初にも申しましたように、その700m/s以上の層というのが概ね水平にそれぞれのサイドで分布しているということです。

あと、一番最後の四角になりますが、中越沖地震の各号機の観測記録から推定された解放基盤表面の地震動というのは、前回もお示ししましたが、荒浜側及び大湊側でそれぞれ概ね等しいということを確認して設定しているという次第でございます。

以上がまず1点目のコメントに対する御回答になります。

続きまして、2点目のコメントの回答になりますが、前回御説明した中で、荒浜側、大湊側のそれぞれの鉛直アレイ観測点のはぎとり解析を行った内容について御説明した際のパラメータの中に密度というパラメータがございましたが、この設定値について整理することというコメントをいただいております。

こちらにつきましては、11ページをお願いします。これがそれぞれの鉛直アレイ観測点の概要になっておりまして、1号機側、5号機側それぞれこのように4点及び5点の深さに地震計を埋設してございますが、それぞれの観測点において、はぎとり解析というのを行っているということで、次の12ページ。

その際の、こちら、はぎとり解析をしたときのパラメータ、左側の表にございますが、このS波速度を同定するような解析を行った際に、固定のパラメータとして、層厚ですとか、あと、この密度という数字ですね、これは固定パラメータとして扱っているんですが、この密度の数値について、その根拠について説明するようにというコメントをいただいております。こちら一応、注記として、これ1号機側、5号機側それぞれの鉛直アレイ観測点について、それぞれその近傍の1号機もしくは5号機の炉心周辺におけるボーリングによる設定値を参照しているということで御説明しておりますが、詳細は14ページをお願いします。

こちら、こういった調査結果の値を参照しているのかという例になりますが、こちらはまず1号機の例になります。左上にございます図が、こちら1号機の周辺で、その地盤の物性等を調査した場所のリストになります。真ん中に、この赤い四角でお示ししているのがちょうど1号機の原子炉建屋が建っている場所になりますが、そこを中心に大体四、五十m

ぐらいのグリッドで、かなり細かくサンプルをとって、さまざまな調査をしていると。

下に凡例がございまして、若干ちょっと小さくて見にくくて恐縮なんです、小さい●がボーリングの調査です。あと、○が一軸の圧縮試験、△が三軸の圧縮試験といったもの。あと、「安」という漢字で書いてある部分については、安田層に関する試験を行っているような穴というふうに、こちらに記載してございます。それらの調査結果の数値をまとめたのが下の表でございまして、左側から西山層、あと安田層の、これ上部層、下部層という表記になってございます。あと番神砂層ということで、赤の四角枠で表記させていただいたものが、こちらがいわゆる先ほど御指摘いただいた密度の値になっておりまして、こちらの設定値をそのまま今回はぎとりの解析に用いているということになります。

右側にお示ししているのが1号機、5号機、これ、深さごとにそのサンプルの値、ここでは西山層以下の密度の調査結果の分布をお示しして、あとは、その設定した値というのが、この黒い実線で書いてございますが、ある程度、当然、調査結果ですのでばらつきがありますが、それを概ね平均にしたような数値を最終的に採用して、パラメータを設定されています。こちらの1号機、5号機のそれぞれ炉心周辺の調査結果の数値、こちら従前の設置許可の際に申請させていただいた数値ですが、これらをもとに先ほどの地盤モデルの密度のパラメータというのを採用しているということです。

あと、これらの数値につきましては、それ以外にもさまざまな位置でいろいろこういった番神砂層、安田層、あと西山層といった、そういった各層についていろいろサンプルをとって調査というのも別途行っていますが、概ね同じような数値になっているということも確認しているということをつけ加えさせていただきます。

以上が2点目のコメントに対する回答になります。

そして、3点目になりますが、2次元地下構造モデルを作成する際に、バランス断面法による検討を行って、主に向斜部の構造というのを推定してございますが、そのバランス断面法による検討において、詳細なデータを追記することという御指摘いただいております。こちらについては、114ページ以降になります。

次のページをお願いします。121ページを御覧ください。こちら、右上に反射法の断面、解釈断面がございまして、このうち、ちょうどこの真殿坂向斜に相当する部分で一部ちょっと反射面が見えていないようなところがあって、こういったところをバランス断面法によって補完して地下構造モデルを作成しているということ、前回もこちら御説明してございます。

次のページ、お願いします。この、そもそもバランス断面法のもととなるような初期モデルというのは、ある程度反射がきれいに見えているところの情報をもとに作成していると。あと、バランス断面法を用いるに当たって、すべり面等を設定していますが、その根拠として、この下高町のボーリングのところにある「Fault Zone」という表記を見て、また、反射断面で、Pタフより上層の部分は褶曲が激しいと。ただ、Sタフより下層は比較的平坦となっているといったことから、PタフとSタフの間にすべり面を設定しているという御説明をさせていただきます。

まず、このFault Zoneという表記について、どういったものなのかという御指摘もございましたが、次のページ、お願いします。この下高町というボーリングですが、こちら、いわゆる資源系の調査で掘られたボーリングということで、こちら文献を確認してみますと、こちらにあるような3編にこの下高町というところが文献の中に表されているということなのですが、いずれの文献においてもちょっと、どうしてもこのFault Zoneというところに関する詳細な記述はないということで、これらの文献対象とした調査ではちょっとこのFault Zoneというのが具体的にどういったものなのかというのとはわからなかったということになります。ただ、何らかのそういう破碎部みたいなものが調査結果で確認されているということは確かであろうということで、今回、そのすべり面の設定の根拠の一つとさせていただいているということになります。

そして、次のページになりますが、こちらも前回審査会合でお示しした、バランス断面法の手順でございますが、まず、具体的にすべり面等がわかりにくかったということで、今回は不連続面とか書いてありますが、この赤い太い線で設定したすべり面というのを書かせていただいております。

あとは、何がバランスしているのかということで、このように水色でここではある程度、滑らせる前後の面積が同じになっているというのがわかるように一部ちょっと着色をさせていただきます。この上が一つ目のすべりの設定ですが、変形前の地層は平行を仮定しまして、不連続面において上盤側を東方向に2km変位させることで、こちらの右側、まず一つ目、高町背斜というのをまず再現しているということです。そして、下半分になりますが、2回目の操作ですが、変形域の西側に、今度はこちらの赤い線でお示ししてございますが、新たな不連続面を設定しまして、上盤側を東に、今度は0.8km変位させるということで、ちょうど今度はこの後谷背斜及び真殿坂向斜というのが結果的にこのバランス断面法で再現できたということです。この2度目の操作では、ちょうどこの緑色に塗ってあるところ、

この面積が同じようになっているというのが御確認いただけるかと思えます。

この操作によって、反射法によって得られている椎谷層上面ですとか、あと上部寺泊層上面の形状と整合した結果が得られたということで、具体的には、先ほどの反射法で明瞭な反射断面が得られていない、ちょうど向斜の直下の部分、ここの構造をこの結果から引用しているという形になってございます。

続きまして、四つ目のコメントになりますが、反射法地震探査やバランス断面法による結果というのが最終的に設定した2次元地下構造モデルに適切に反映されているということとを説明しなさいというコメントをいただいております。

こちらにつきましては、今回、129ページになります。こちらに今回新たに、こちら、まず地表の赤い線というのが、これは反射法探査等を実施した測線を落としてございます。これ敷地周辺の測線をその下に投影する形で、それを南側、こちらの右上の図でいいます緑色の矢印の方向から見た形で、疑似的に3次元のように図示してみたのがこちらの図になります。ちょっとこちらだと非常にわかりにくいんですが、いずれにせよ、この赤い線が反射法の探査で行われた測線で、その下に、いわゆる解釈の反射断面図が投影してございます。こちらには緑色で椎谷層の上面と、あと、青色で上部寺泊層上面に当たるところに線をさらに追記しているという状態です。この中に2次元地下構造モデルの断面をグレーで図示してございますが、大湊側のモデル断面と荒浜側モデルの断面を図示しています。こちらの中に設定した2次元地下構造のモデルが、これらの反射法の結果とどう適合しているかというのを次のページから御説明したいと思えます。

まず、この反射法地震探査結果から敷地周辺に存在している高町背斜、あと真殿坂向斜及び後谷背斜の特徴を整理してございます。具体的には、まず一番左側は、ML08-1測線とML08-2測線ほかをお示ししてございますが、ある程度広域のところで見ますと、この椎谷層上面等の膨らみ等から、後谷背斜の位置、あと高町背斜の位置、後谷背斜の位置といったものが確認できるということで、具体的には高町背斜と後谷背斜は若干、走向が異なっているということ。あと、高町背斜については、軸方向についてはあまり傾斜が確認されない、もしくは標高の差がほとんどないということです。あと、後谷背斜については、一方、この南西方向にプランジしているというような傾向が、この反射法の結果から確認できるということです。

一方、真ん中の図については、今度は敷地近傍の反射法探査の結果を投影してございますが、こちらですと今度は真殿坂向斜です、ちょうど椎谷層が一番沈み込んでいるところ

で確認できるんですが、真殿坂向斜の走向は、先ほど確認した後谷背斜の走向と概ね等しいと。あとは、真殿坂向斜も後谷背斜と同様に、やはりこちらの南西方向、若干海に向かうような方向にプランジしているということが確認できたということです。

最終的に、地下構造モデル、先ほどお示ししたものをこちらに図示してございますが、こちらに地下構造モデルで設定してます椎谷層の上面を図示してございますが、それぞれ深さ等を見ますと、反射断面に見られるそういう大局的な特徴というのが、しっかりこの2次元地下構造モデルに反映されているということが確認できるかと思えます。

また、次のページに参りまして、今度こちら地質調査のほうの資料でも御説明してます、こちら椎谷層上面の深度分布の図になります。こちらの深度分布の図から敷地周辺に存在します先ほどの高町背斜、真殿坂向斜及び後谷背斜の特徴というのを整理してございます。先ほど推定した地下構造モデルでちょうど設定している背斜・向斜の位置がこちらの赤の太線でちょうど図示してあるところになります、概ねこの椎谷層上面の背斜・向斜の軸と概ねある程度整合性がとれる位置に設定されているということがまず御確認いただけるかと思えます。

こちらでも同様に、高町背斜と真殿坂向斜、後谷背斜というのは、軸の方向が異なっているということ。あとは、この地下構造モデルを設定している範囲においては、後谷背斜と真殿坂向斜というのがこちらの南西方向にプランジしているのに対しまして、高町背斜、ちょうどこの設定している2断面のところでは、ほぼ標高が等しいということで、先ほど傾斜がないというような表現もいたしましたが、少なくともこの2モデル設定しているところでは、ほとんど同じところの標高にちょうどこの背斜軸が断面として表れているということについて矛盾がない設定になっているということが確認できます。

次のページ、お願いします。今度は、この椎谷層と上部寺泊層上面の深度分布につきまして、直接この反射法地震探査結果と2次元地下構造モデルの対応を確認するというところで、今度、右上の図にありますように、若干、南南西の方向から、この2次元地下構造モデルの断面上に、それぞれここに図示しました測線でいう椎谷層上面と上部寺泊層上面のちょうど反射面です、解釈した反射面を落とし込んだ形で図に記載してございます。

このように見通しますと、まずこちらは、高町背斜側を見てございますが、高町背斜側につきましては、各測線の調査結果と、この薄い緑色と薄い紫色で示しました2次元地下構造モデルで設定しました線というのが、ほぼしっかり重なっているということが確認できるかと思えます。ですから、高町背斜につきましては、しっかり地下構造モデルに反映

されているというふうに確認できます。

一方、今度は海側です、後谷背斜と真殿坂向斜について、それぞれ反射法の見えている反射面とこの地下構造モデルでの設定している層の面がどれぐらい一致しているかを確認したんですが、上側が荒浜側のモデル断面、下側が大湊側モデルの断面になりますが、それぞれ緑色の椎谷層上面と紫色の上部寺泊層上面、それぞれ薄く描いてございます2次元地下構造モデルの設定とほぼ整合するような位置にちゃんと乗っているということが御確認できるかと思えます。こういったことから、それぞれの構造というのが適切に地下構造モデルに反映されているということがこちらの図からもおわかりいただけるのではないかと思います。

以上が四つ目のコメントに対する回答になります。

続きまして、5番目のコメントに対する御回答になりますが、5番目は、前回審査会合で水平アレイ観測地点の1次元地下構造モデルというのをお示ししておりまして、その際は、荒浜側、1号機側を通る、先ほどの2次元地下構造モデルのちょうど断面に相当するAシリーズ、あと、5号機側の断面に相当するBシリーズというようなものの評価結果をお示したんですが、それ以外にDシリーズという観測点がございましたが、そういったものについて1次元地下構造モデルを評価することということで、その評価結果を本日お示したいと思えます。

134ページです。こちらに今御説明しましたように、前回審査会合では、この赤い線で示しましたところにありますAシリーズ、あと、こちら側の青い線で示しましたBシリーズを中心に御説明しましたが、それ以外のところにあるグレーの点ですね、こういったところについても1次元の地下構造モデルというのが評価できましたので、その結果をお示します。

次のページに、これ前回も御説明してますが、この1次元地下構造モデルの評価については、P波部のH/Vスペクトル比、あとレシーバー関数、あとコーダ部ですね、長周期のところを確認するためにコーダ部のH/Vスペクトルをジョイントインバージョンして、各観測点の1次元地下構造モデルを評価してございます。

次のページをお願いします。こちら同定に用いた対象地震、こちらも全部お示したところでございます。

今回新たに評価したのは、146ページ、お願いします。このページから、今回追加で評価結果が出ましたDシリーズの逆解析結果をお示ししてございます。左上にその観測点D11、

D12、D21、D22というふうにお示ししてございますが、それぞれのこちらが解析結果で求めた1次元の地下構造モデルになります。その下には、同定の結果、観測と理論のそれぞれ結果の比較がお示ししてございます。こちらAシリーズ、Bシリーズ同様に、それなりにかなり精度よく求まっているというのが御確認いただけるかと思えます。次のページにD32～D82の4観測点の評価結果、これらにつきましても、かなり精度よく1次元地下構造モデルが求まっているということですね。次のページに参りまして、D81、D42、D31、D52という観測点、これらも精度よく1次元地下構造モデルが求まっていると。で、D51、D92、DA2、あとD72と。もう1ページ、最後のD61というのは、こちらのページに載っています。いずれの観測点においても精度よく観測記録を再現できるような1次元地下構造モデルというのが最終的に求まっていることが御確認いただけるかと思えます。

次のページから、推定された1次元地下構造モデルを反射断面に投影すると、Aシリーズ、Bシリーズでも評価を実施してございますが、こちらDシリーズをさらに新たに反射断面に投影した図になります。こちらDシリーズ中心に並べてございまして、これはちょうど椎谷層上面に当たるところを黄色のところを示してますが、概ね1次元地下構造モデル、そういう2次元的な影響が反映されていないという中では、それなりに整合よく求まっているということがこちらで御確認いただけるかと思えます。

次の152ページが、こちらにもDシリーズを追加して載せてございます。概ね反射断面と調和的かなと。あと一部、反射断面と若干乖離しているところがございまして、こういったところは、やはり1次元を仮定して解析しているということで、そういう2次元的なそういう影響が、結果的にそういうところで違いとなって出てしまっているのではないかとというふうに推定をさらにしてございます。

次に、こちらA・B中心に御説明した内容ですので飛ばさせていただきます。

以上が5番目のコメントに対する回答になります。

続きまして、6番目としまして、水平アレイを用いて推定した、今御説明したような1次元地下構造モデル等について、Dシリーズもあわせて敷地全面のある程度傾向が確認できましたので、それについて、特に浅部について、増幅特性について整理してございますので、そちらをお示ししてございます。

158ページになります。こちら前回お示したAシリーズ、Bシリーズ、あと今回新たにお示したDシリーズ、それぞれにつきまして、各地点の求めた1次元地下構造モデルの解放基盤相当の位置～地表までの理論伝達関数というのをそれぞれ評価して図に載せてご

ございます。まず、このページが主にAシリーズとDシリーズの一部、荒浜側の評価結果をお示ししてございます。概ね長周期側は、若干2倍を超えるところもありますが、2倍におさまるようなところで、短周期側で若干2倍を超えるような増幅が見られているというところですが、概ね似たような傾向が確認できます。

次のページに参りまして、こちら大湊側、Bシリーズと、あと残りのDシリーズの評価結果になりますが、こちらも概ね似たような傾向が見えるということで、こちらはちょっとまとめて整理しましたのが次のページ、160ページになります。

ここでは荒浜側と大湊側、あとは炉のあるところから見て山側ですね、これを陸側と表現してますが、緑色のエリアというふうに三つのエリアに分類して重ね描いてみました。この特徴なんです、荒浜側、大湊側につきましては、大体この周期0.1秒～0.2秒の間ぐらいにピークが認められまして、それらの伝達関数の傾向に顕著な差はないのではないかとこのように考えてございます。

こちら解放基盤以深におきましては、褶曲による影響で荒浜と大湊というのはそれぞれ増幅特性に差が確認されているということはここまで御説明してきていますが、解放基盤以浅については、両者の増幅特性についてはあまり顕著な差はないんじゃないかということをごちらのグラフを比較して考えてございます。

あと、一番右の陸側ですが、こちら荒浜側や大湊側に比べますと、長周期側、大体0.5秒ぐらいのところに緩やかなピークというのが認められるんですが、これは陸側と申しておりますが、こちら、どちらかというともともと砂丘になっておりまして、そういったところで標高が高くて砂の部分の表層が厚いということで、より長周期側にピークが確認されているということだと思います。いずれにせよ、ほぼ同じエリアの観測点については似たような傾向が見られているということです。ですから、こういった以上の特徴を踏まえまして、施設の評価においては、各施設近傍でのボーリング調査等を用いまして、解放基盤以浅のこういった特性というのを適切に反映して評価を実施しているというふうに考えてございます。

以上が6番目のコメント回答です。

最後、7番目のコメントへの回答になりますが、地下構造モデルを設定した根拠、あとは、それを最終的には地震動評価へどう反映していくのかと、そういった反映事項というのをしっかり整理して記載することというコメントをいただいておりますので、まず、地下構造モデル、設定した根拠等について、198ページにまずまとめてございます。

敷地における地下構造を踏まえて、さまざまな検討、ここまで御説明したような検討を実施して、2次元地下構造モデルにより敷地における地震波の増幅特性というのを概ね再現できるということを確認してございます。具体的には、その調査結果というの、2次元地下構造モデルを作成しまして、パラメータスタディ、あとは中越沖地震のシミュレーション解析ですとか、あと水平アレイ等によります1次元地下構造のモデルとの比較、先ほども御説明しましたが、そういったものを実施しまして、作成した2次元地下構造モデル、下にお示ししてありますような荒浜側、大湊側のそれぞれのモデルの妥当性というのを検証してございます。また、到来方向別の増幅特性について解析的検討を実施して、南西から到来する地震波について、真殿坂向斜軸上で増幅されるというような傾向を確認しております、観測記録に見られる傾向がしっかり再現できるということも確認しているということです。

このように地震観測記録の分析ですとか、あと解析的検討から敷地における地震波の増幅特性をしっかりとこのように把握した上で、最終的に敷地においては地震動評価にそういう適用できるような地震観測記録が得られておりますので、そういった影響というのをしっかり反映できる、経験的グリーン関数法を用いて地震動評価を実施するというのが最終的な方針になってございます。

そして、1ページ飛びまして、200ページにそういった基準地震動の反映事項、具体的に記載してございます。上の箱書き、1、2、3とございますが、もう一度ここまでの分析をまとめた内容ですが、1、2は、地震観測記録を分析した結果として、海域で発生した地震は、耐専スペクトルと比較して大きくて、陸域で発生した地震というのは、一方、耐専スペクトルと比較して小さいような傾向がある。あと、②番として、敷地南西で発生した地震については、1号機周辺において顕著に増幅する傾向が認められると。

それに続いて、2番ということで、真ん中の箱書きになりますが、調査結果等からの地下構造の把握ということで、①番は、敷地周辺の地下構造は、深部に傾斜が認められるということ。そして、②番ということで、敷地近傍の地下構造は、西山層以下の褶曲構造、これによって特徴づけられるということを確認して、3番として、解析的検討ということで、海域から到来する地震波が深部構造の影響により増幅される傾向にあるということ、3次元の地下構造モデルを用いた解析によって確認しています。あとは、先ほど来お示ししてあります2次元の地下構造モデル等を用いました解析によりまして、②番、敷地の南西から到来する地震波というのは、敷地近傍の褶曲構造の影響により、特に荒浜側は大湊側よ

り大きな増幅特性を示すと、こういった事項というのを把握してございます。

そして、左下の黄色で強調しました箱の中です、4番ということで、こちらに地震動評価への最終的な反映事項ということで、まず、とにかく基本は、そういった地下構造の影響を含んでいる地震観測記録、これに基づいて地震動評価を実施するんだということをまず上に書いてございます。そして、下に赤丸でポチを五つほど書いてございます。こちら読ませていただきますが、まず、海域と陸域、それぞれの活断層に分類して評価を実施ということです。そして、海域の活断層による地震については、さらに荒浜側と大湊側でそれぞれ地震動の特性、異なりますので、荒浜側と大湊側、それぞれで基準地震動を策定すると。また、荒浜側では顕著な増幅が確認される1号機地点において基準地震動を策定すると。そして、三つ目ですが、応答スペクトルに基づく地震動評価では、海域の地震と陸域の地震に分類いたしまして、それぞれ観測記録に基づく補正係数というのを考慮することで、その地下構造の影響を適切に評価すると。あと次の赤丸ですが、断層モデルによる地震動評価では、経験的グリーン関数法を用いまして、海域と陸域の地震動特性というのをしっかり反映したような適切な要素地震というのを採用すると。そして、あと最後のポチですが、施設の耐震安全性評価を実施する際には、前回もお示ししたような、こちら右の図に敷地内の水平アレイの観測記録に基づいて、敷地南西側から到来する地震波が増幅する傾向というのを色でお示ししてございますが、こういったような傾向というのを把握するために、各施設ですね、評価対象となる施設の設置位置における、しっかりこういう増幅特性というのを参照いたしまして、荒浜側もしくは大湊側で策定したそれぞれ適切なものというのを最終的に採用して、評価を実施するというようなことをこちらに記載させていただいてございます。

御説明、以上になります。

○石渡委員 ありがとうございます。

それでは、質疑に入ります。コメントのある方は挙手をして、名前をおっしゃってから発言してください。どなたからでもどうぞ。

どうぞ、野田さん。

○野田審査官 原子力規制庁地震・津波担当の野田です。

御説明ありがとうございます。私のほうからは、はぎとり解析に用いる地下構造モデルのパラメータのうち、密度についてコメントをさせていただければと思います。

資料のほうは、14ページ、お願いします。こちらでは、紙面の真ん中に1号機、右側に5

号機ということで、密度の設定値でありますとか、そのバックデータとして測定値のほうを示していただいておりますが、1号機、5号機それぞれ地表に近い番神砂層でありますとか古安田層につきましては、設定値のほうは記載していただいておりますが、そのバックデータとなる測定値のほうはプロットされておられませんので、この設定の根拠を確認して御説明いただきたいのと。

あと、本日の御説明の中で、ここでは1号機と5号機を例示として挙げていただいておりますが、敷地内の他の地点での調査結果でも同じような値が出ているということでもありますので、それもあわせて御提示いただければと思いますが、いかがでしょうか。

○東京電力（水谷） 東京電力、水谷です。

今、コメントいただきましたように、こちら、どういったデータから求まっているのかというのが、浅い部分ですね、ちょっとわかりにくくなっているということ。あと、先ほど口頭で御説明したんですが、ほかの調査でも似たようなデータというのがしっかり確認できているということについて、今後、改めてお示ししたいと思っておりますので、よろしくお願ひします。

○野田審査官 よろしくお願ひします。

私からは以上でございます。

○石渡委員 今の14ページなんですけどね、この左下の表にいろいろ具体的な数値データが出てるんですけども、この中の下のほうの自然状態と書いてあるところ、間隙比というのが書いてありますが、これはどういう数字なんでしょうか。

○東京電力（水谷） 東京電力の水谷でございます。

今、手元に、こちら表をお示ししたんですが、このパラメータが具体的にどういったものをお示ししているのか、ちょっと調べてまたこちら御説明させていただければと思います。

○石渡委員 そうですか。まあ、大体、出す以上は一応理解した上で出していただきたいと思ひます。今の点も含めて、次回きちんと説明をお願ひします。

それでは、ほかにございますか。

どうぞ、田上さん。

○田上審査官 地震・津波担当チーム員の田上です。

127ページ、お願ひします。地下構造モデルの作成という形で、これはもう最終的な地下構造モデルの荒浜側を示していただいておりますが、このモデルを検討するとき、

その前の説明にありましたように、ボーリング孔での地下構造の確認、層境界の確認を行っているはずですので、例えばこの荒浜側の断面でしたら、S孔というのが大体ボーリングの柱状図の位置の投影という形で表せると思いますし、下高町というボーリングについてもかなり深いところまで直接確認された情報がございます。

ですから、ちょっと1点お願いなんですけど、この荒浜側及び次のページの大湊側につきまして、そういった柱状図ですね、ボーリングで直接確認された柱状図をそれぞれ投影していただいて、今見せていただいている構造というものに大差ないか、矛盾ないかというのがわかるような形で図示していただけたらと思うんですが、いかがでしょうか。

○東京電力（水谷） 東京電力の水谷でございます。

今コメントいただいた点につきまして、今回は反射法の結果と照らし合わせるような形中心でお示ししまして、そういった資料というのがあまりない。122ページには、ちょっと若干別の図では、図上ではあるんですが、下高町の一応ボーリング結果などは載っているんですが、直接2次元地下構造モデルと比較した図が今回ございませんので、こちらでも改めてお示しさせていただきたいと思います。

○田上審査官 よろしくお願いたします。

もう1点、お願いします。133ページ、バランス断面法の参照という形でこの図の右の真ん中にこういった部分について、それを参照して反映したというお話でした。それで、ヒアリングでもお聞きしたんですが、このバランス断面法自体は、この二つ表してもらっております荒浜側というものと大湊側、こういった点線で表してもらっている、そのちょうど中間ぐらいのところを想定してバランス断面法をつくっていただいたという御説明でした。

それで、お聞きしたいのは、ここの部分を反映したということですが、こうやって見てみますと、この両方の面それぞれ、全く同じじゃなくて差があるわけですね。そういった部分をどういう考え方でもって線を引かれたかというのを確認させていただきたいんですが、いかがでしょうか。

○東京電力（水谷） 東京電力の水谷でございます。

こちらにつきましては、今お話ありましたように、こちらの、ちょうど先ほど反射断面が見えていないところについては、このバランス断面法の結果を参照しているんですが、まず、今お話ありましたように、ちょうどこの大湊側と荒浜側の断面のモデルの中間のところをバランス断面法を実施してございまして、その結果をそれぞれのモデルに投射する

際に、先ほど大きな傾向として確認しました、大湊側がこちら側で荒浜側がこちらですので、後谷背斜の位置というか、後谷背斜については南西側にプランジしていて、一方、この高町背斜のちょうど軸部のところはほぼ標高が同じというところをそれぞれまず、先ほど基本としてまず考えまして、それぞれを、その軸の方向については、そういった事実を反映しながら、ちょうどこの部分というのをそれぞれの断面に投影するようにしているということになります。

あと、この形状については、結果的に反射断面があまり得られていないので、バランス断面法で推定しているにしても、あまり精度がそれほどあるかといえば、微妙なところである。直接にこういうふうに断面と対比して確認できるような情報がございませんので、これについては、前回お示ししましたように、ここの、じゃあ形状が変わった場合にどうなのかという感度解析を実施しまして、その傾向に大きな差がないということは別途確認しているということは、前回もお示ししたとおりでございます。

○田上審査官 わかりました。ありがとうございます。

私からは以上です。

○石渡委員 ほかにございますか。

内藤さん。

○内藤調査官 地震・津波担当の調査官の内藤です。

私のほうからは、結果のところちょっと確認をしたいというか、どういう形で今後やるのかというのを確認したいんですけれども。まず200ページですかね。今回検討した結果として地震波の増幅特性、解放基盤以深のところの増幅特性と、あとは、解放基盤以浅の地表までの部分の増幅特性と、2種類、増幅特性がありますということの結果ということで示していただいているんですけども、これ200ページの右下の図を見ていただくと、荒浜側と大湊側と大きく分けられるんですけども、増幅特性としては、大湊側のコタロのちょっと西側ぐらいまでは増幅があるという形になっていると。あとは、これ出しているところというのは、この白抜きになっていますけれども、観測点に基づいて出しているという状況と認識しています。

そうすると、いろいろな機器置くことになりますので、そうしたときに、観測点がない場所についても、そこをどういう増幅特性があり得るのかというところを、慎重な判断を行って、どちらの地震動を採用するのかということをよく考えなきゃいけないということになってくると思います。その部分については、採用する地震動というのは、観測点が

ないところについてどう採用するのかというのはよく留意して、考え方を示した上で採用地震動の、採用する理由というところをきちんと明確にしていっていただければというふうに一つ考えています。

もう一つが、浅部のほうですけれども、これが160ページですかね。ここの部分って、入力地震動をつくるのところのところ非常に使っていることになるんですけれども、じゃあ、増幅の影響をどう反映するのかというところって、これ設計方針になると思うんですよ。その部分をどういう形で記載をしていくのかという、申請書とか添付とかあるというところもありますけれども、今後の話になりますけれども、その部分については、今回示していただいた結果をどういう形で設計方針なりに記載をしていくのかというところについては、よく検討いただいておりますので、よろしくお願いいたします。

私からは以上です。

○石渡委員 今の点、いかがですか。2点あったと思うんですが。

どうぞ。

○東京電力（水谷） 東京電力の水谷でございます。

まず、200ページの深い、いわゆる解放基盤までの評価についてということで、先ほど方針のところでもお示ししましたように、やはりこの1号機周辺というのは、特に南西からの地震について増幅するような傾向があるということで、この大きく荒浜側、それほどでもない場所もあるんですが、基本的にはこの1号機の地震動を反映するような形で策定すると。あとは、そういった傾向が見られない大湊側ということで、二つに分けて評価するというところをお示ししたんですが。

例えば、こういう微妙に点と点の間だとか、そういったところをどうするのかという多分コメントだったのかと思いますが、こういう水平アレイの記録がどうなっているか以外にも、例えばボーリングの、それなりに重要な施設であれば、近傍に例えばボーリングの調査結果があったりとか、そういったものもあると思いますので、そういったことも総合的に判断しながら、多分その施設によって、またいろいろその方針というのをしっかり御説明しなくてはならないと思いますので、そういったことをしっかりと反映した上で判断して御説明していきたいと思っております。

あと、160ページの、今度浅部ですね、解放基盤より浅いところの件ですが、こちらまとめて、大きく見て荒浜側と大湊側ではあまりそんなに傾向に差はないと。しかも若干ピークがあったりするところも、ちょっとこちら解析で見ますと、ほとんどごく表層の部分

の影響でピークが出ていて、その影響を取り除くとほぼフラットな、それぞれですね、似たような傾向になることはある程度確認できていますので、概ねその表層の部分というのは、あまりそういう、場所によった大きな特徴、違いというのはないのかなというふうには考えていますが、ただ当然、表層、先ほど、一番最初の解放基盤の位置が違う話のところでも御説明したんですが、当然、その場所場所によって微妙にプロファイル違いますので、そういったものをちゃんと考慮に入れた上で、つまり解放基盤以浅の地下構造による増幅特性というのを適切に反映した、そういう例えば地盤モデル等をつくって、ちゃんと建屋等の施設の評価も実施するというのを、こちら御説明させていただいたということとです。

一方こちらの、やっぱり山寄りのところについては、逆にその表層の影響である程度0.5秒とか、そういったところに緩やかな山が見えているというのも事実ですので、こういったことも考慮に入れて、もし地表に設置するようなものがあるならば、そういったものを考慮に入れて、しっかりと反映すると。いずれにせよ、この解放基盤以浅については、その施設なりの評価のところでもしっかりと適切に地震動を反映しているということをお示ししていきたいというふうに考えてございます。

○内藤調査官 地震・津波担当、内藤です。

浅部のほうというか、解放基盤以浅のところのほうなんですけれども、当然、ここに書いてある形で反映していただくという形なんですけれども、気になっているのは、可搬型の設備とか、そういったものを貯蔵しておく場所とかいろいろあるかと思うんですけれども、そういったところで転倒しないとか、そういった評価というのを今後、設備側のほうでやっていく形にはなると思うんですけれども。そうすると、こういう形のものをきちんと反映しますというところが設計方針になるので、だからそのところはしっかりと、この部分では反映しますということは言っていますけれども、先ほども言ったように、今後の、最後のというか、審査結果ではどうなるかまだわからないところありますけれども、これ明らかに設計方針になってきますので、その部分の記載というところをしっかりとやっていただければと思います。

○東京電力（川村） 東京電力の川村でございます。

その点につきましては、設備側の評価、特に可搬設備の常置場所における評価には、考慮事項は反映していきたいというふうに考えています。

○内藤調査官 ありがとうございます。よろしく申し上げます。

○石渡委員 ほかにございますか。

櫻田部長。

○櫻田部長 規制庁、櫻田です。

今の内藤のコメントと似てるんですけども、ちょっと確認というか教えてほしいんですけど、9ページに解放基盤表面の設定というのがあって、ここでも荒浜側と大湊側って違いますよね。それから、その地震増幅特性の話もあって、地下構造モデルの話もあって。随所に荒浜側、大湊側という言い方が出てくるんですけど、これはいずれの解放基盤表面の深さとか地震増幅特性の考え方とか、どっちを使うというときのその場所というのは、皆さんの頭の中では、荒浜側といったらここというのが、いずれのパラメータというか特性を考えるとときにも、同じものを考えるということになるんですか。

荒浜側というところの位置ですと、この位置というのは、どの深さで考えるのかわからないんですけども、この位置というのがあって、その位置の解放基盤表面の深さは、どこでも同じように、例えば荒浜側となっているところについては何mというふうに決めるという、そういう、その場所ありきで考えるのか、それとも、その解放基盤表面の荒浜側という場所と、それから、地震特性で言っている荒浜側という場所は、実はちょっと微妙に違うんですということなのか、その辺がちょっとよくわからないんですけど。

○東京電力（水谷） 東京電力の水谷です。

先ほどの9ページでもうちょっと御説明が、若干わかりにくかったかと思うんですが、今お話ありましたように荒浜側と大湊側、大きく分けて、少なくともそれぞれ共通する地震動の特性というのは確認できているということがここまで御説明したところなんですけど、じゃあ具体的に例えば解放基盤表面を、こちら荒浜側だったらこの284mという地震動評価したところで一律で考えるのかというと、そうではなくて、さらに、例えばこの1号機～4号機まで違う深さがこちらに記載してございますが、その施設の評価に当たっては、再度、まさに直下のボーリングの調査結果等を見まして、やはりこの700m/s以上になる層というのをまずしっかり把握しまして、そこを4号機だったら例えばここの位置ということで設定しまして、そこにしっかり入力するというので、各号機ごとに基準地震動を入力する位置というのを微妙にしっかり変えているというのを、こちらのちょっと図で御説明したんですが。

ですから、まず荒浜側といったときには、まず大きな地震動特性としては、当然、大湊側に比べて南西側から大きくなるというような、そういうような傾向をしっかりと反映した

地震動を使うと。その使う地震動をじゃあどこで入力するのかというところについては、さらにちゃんとしっかり調査した、その施設の直下の地盤の情報というのを忠実に反映して、その深度に基準地震動というのを入力するというような考え方で耐震安全性の評価を実施しているというのがこちらの図の御説明になります。

○櫻田部長 わかりました。そうすると、だから今ここでは、その解放基盤表面の深さの絵が出てますけども、この議論をするときには、それぞれデータがあるところはその深さを使うということで、さっきの内藤の話にもありましたけれども、必ずしもデータがあるところ以外のところに、地震動を評価しなければならない設備が今後出てくるわけなので、その場合にはまた、さっきちょっと話もありましたけれども、そのほかのところの地点でとられているデータも加味しながら、どういう値をとるかということを考えていくと、こういう方針になるという理解でよろしいのでしょうかね。

○東京電力（水谷） 東京電力の水谷です。

基本的にはおっしゃられたように、特に重要な施設などについては、その設置位置において、また新たにボーリングで調査しまして、しっかり解放基盤と考えるべき深さというのを、解放基盤というか、その基準地震動を入力すべき深さというのをしっかり調査した上に、その深度に入力して、しっかりとそこから上の地盤の特性というのを反映するような評価を実施するというようなことを実施してございます。

あとは、例えば1号機の、例えば原子炉建屋の近傍であれば、この1号機の設定をそのまま借りてくるとか、4号機のそばでは4号機の設定を借りてくるといようなこともしてありますが、その際もしっかり、本当にそれでいいのかということとしてはしっかりその施設ごとにお示しして設定しているということになります。

以上です。

○櫻田部長 わかりました。解放基盤表面はそれでわかるんですけど、増幅特性によって荒浜側、大湊側を少し違う地震動を採用しますという話があるわけですけども、そのところについては、先ほど内藤が言ったように、200ページの図とか、もっと大きな図が71ページにありますけれども、こういう図、その他のデータを使って実際の設備の場所に用いる地震動はどっちの地震動を使うのかということ、その場その場で考えていくという、そういう考え方だということよろしいですか。

○東京電力（水谷） 東京電力の水谷でございます。

おっしゃられるとおりに、こういったデータ等をしっかり反映して、その都度、採用す

る地震動というのを、当然その耐震安全重要度等にもよるわけですが、そういったものをしっかり参照して、適切な地震動を選ぶということになると思います。

○櫻田部長 わかりました。ここから先は地震動評価の話に多分なると思うんで、この場がふさわしいかどうかちょっとわからないんですけども、いずれにしてもそこの考え方は耐震設計評価のところを審査する場でよく話を聞きたいと思いますし、物によっては、何か境界がきちんと描けるのかどうかわかりませんが、そこにまたがるものとか、ずっと何かつながっているトレンチがあったりするときはどうするのかとか、防潮堤どうするのかとかいろいろあると思うので、その辺りはよく整理をして、その審査のときに説明するようにお願いします。

○東京電力（水谷） はい、了解いたしました。

○石渡委員 ほかにございますでしょうか。

森田さん。

○森田管理官 規制庁の森田でございますが。

前回の7月の会合でも申し上げたと思うんですけども、やっぱり実際の観測記録、実地震の記録からロジックを組み立てておられるので、これは今後の定期安全レビューという話を申し上げたいと思うんですけど。これ観測がずっと運用期間中は続くと思いますので、そこで新しい増幅の特性に気づかれた場合には、その知見をまた上書きしていただくといいこととはテイクノートしておいていただければと思いますので、よろしく願います。

○東京電力（水谷） 東京電力の水谷でございます。

了解いたしました。また敷地における地震観測等の充実というのも都度継続して取り組んでございますので、そういう機会にも、またいろいろそういう観測記録等を御紹介できればというふうに考えてございます。

以上です。

○石渡委員 ほかにございますか。よろしいでしょうか。

それでは、どうもありがとうございました。

柏崎刈羽原子力発電所の敷地における地震波の増幅特性ということにつきましては、今日の御説明で概ね理解ができたんじゃないかというふうに思います。ただし、本日あったコメントについては、やはりこれは引き続き対応していただくようお願いいたします。

この地震波の増幅特性に関する評価結果を踏まえて、今後、地震動評価について審議を

していきたいというふうに思います。

以上で本日の議事を終了します。

最後に、事務局から事務連絡をお願いします。

○森田管理官 原子力規制庁の森田でございます。

次回の会合は9月4日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す。

○石渡委員 それでは、特に何もなければ、以上をもちまして、第266回審査会合を閉会いたします。