

標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う

設置変更許可申請等の要否に係る会合

第8回

令和3年12月3日（金）

原子力規制委員会

標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う設置変更許可申請等の要否に係る会合

第8回 議事録

1. 日時

令和3年12月3日（金） 13：30～14：59

2. 場所

原子力規制委員会 13F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

佐口 浩一郎 主任安全審査官

谷 尚幸 主任安全審査官

田島 礼子 技術研究調査官

東京電力ホールディングス株式会社

山本 正之 原子力設備管理部長

引間 和人 原子力設備管理部 スペシャリスト

小林 和禎 原子力設備管理部 建築総括担当部長

武田 智吉 原子力設備管理部 土木総括担当部長

杉本 良介 原子力設備管理部 原子力耐震技術センター地震グループマネージャー

井下 亮 原子力設備管理部 原子力耐震技術センター地震グループ副長

藤岡 將利 原子力設備管理部 原子力耐震技術センター地震グループ

4. 議題

（1）東京電力ホールディングス（株）柏崎刈羽原子力発電所の標準応答スペクトルの

規制への取り入れに伴う基準地震動への影響について

(2) その他

5. 配付資料

資料1-1 柏崎刈羽原子力発電所における標準応答スペクトルに基づく評価について

資料1-2 柏崎刈羽原子力発電所における基準地震動の変更が不要であることを説明する文書の提出について

6. 議事録

○石渡委員 それでは、定刻になりましたので、ただいまから標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う設置変更許可申請等の要否に係る会合、第8回会合を開催します。

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。

本日の会合につきましては、事業者からの要望により、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策を講じつつ、対面形式での会合を行います。

議題ですが、東京電力ホールディングス株式会社柏崎刈羽原子力発電所について、標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴い、基準地震動の変更が不要であるかどうかについて審議を行うものです。資料は2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。

東京電力ホールディングス株式会社から、柏崎刈羽原子力発電所の評価内容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。

はい、どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力ホールディングス、杉本でございます。

それでは、資料1-1、柏崎刈羽原子力発電所における標準応答スペクトルに基づく評価についてと、こちらのほうを用いまして、御説明をさせていただきます。

それから、資料1-2のほうには、前回会合と同様に、5月18日に御提出をさせていただいております報告書を御準備いたしてございますので、こちらは適宜御参照いただければと

いうふうに思います。

まず、前回会合においていただきましたコメントのほうになります。こちらは資料1-1の1ページ目に整理をさせていただいてございます。こちらに、コメントを1～9番まで番号をつけさせていただいてございまして、それらに対応する御回答のページには、ページの右上にコメントの番号をお示しさせていただいているということになってございます。

それで、まず、御説明に入る前に1点、すみません、資料1-1の12ページを御覧いただきたいと思います。前回の会合の際には、既許可に置いている留萌地震の地盤物性補正に用いておりました地下構造モデル、こちらを「留萌モデル」というふうに称して御説明をさせていただいてございましたけれども、その際に、もともとはこちらはSGFに用いていたモデルということございまして、それに対する呼び方がふさわしくないのではないかといった御指摘もいただきましたところでございます。その点、御指摘のとおりでございましたので、今回は、こちらは「SGFモデル」と修正させていただきまして、整理をさせていただいてございます。したがって、前回の会合の資料では「留萌モデル」としていたものを今回は「SGFモデル」といった形で称しておりまして、これらは同じモデルであるということで御理解をいただければと思います。

ページの右上のほうに、前回資料の「一部修正」といった形で記載をしておりますページにつきましては、多くがこのネーミングの修正を反映したページということになってございます。

すみません。それでは、内容の説明のほうに入らせていただきたいと思います。1ページのコメント番号の順に御説明を進めさせていただきたいと思います。

まず1点目ございまして、地下構造モデルの逆解析のターゲットとして用いた地震についてということでございます。

こちらは18ページをお願いいたします。こちらで逆解析のターゲットに用いた地震の選定の考え方について整理をさせていただいてございます。ここでは、採用しました梅田・小林（2010）の手法に基づきまして、なるべくばらつきの少ない観測記録群、これらをターゲットを用いたいと。それにフィットする解を同定することで、より精度の高いモデルを設定することが可能になるということございまして、地震規模、震央距離、見かけ入射角が類似しております、同じ場所でまとまって発生した地震群ということで、下の図表にお示ししているような地震を対象として選定をいたしまして、逆解析を行っているということでございます。

それで、これらが敷地の観測記録を代表したものになっているかという観点で、今回の追加の検討を行いましたのが、22ページ以降ということでございます。

22ページでは、敷地で得られた多くの観測記録から、今回のターゲットに用いた記録に絞り込んでいったときに、P波部H/Vスペクトル比、レシーバー関数、それからコーダ部H/Vスペクトル比といった、ターゲットに用いたものがそれぞれどうなっているかということを検討したフローをお示ししてございまして、対象としました地震のリストは、次の23ページにお示しをしております。

結果につきましては、24ページ以降にお示しをしておりますけれども、検討条件①の全部の記録を使った場合から、③の今回のターゲットに用いた地震に絞り込んだ場合まで、グレーで対象とした全地震を描いておりまして、その平均を黒の線で描いているといったものでございます。

まず、黒の線同士を比較していただきますと、各条件で平均値の特徴には大きな違いはないということございまして、③として、ターゲットに選定した地震は、敷地の観測記録の全体的な傾向と整合したものであるということを確認いたしてございます。

それから、赤の線が今回同定した地下構造モデルの理論値ということになりますが、赤の線と黒の線を比較していただきますと、各条件での観測記録の平均値のピークなどの特徴を適切に捉えたものとなってございますので、同定したモデルにつきましても、観測記録の全体的な傾向、こちらを反映した逆解析が適切に実施できているということを確認したということでございます。

続きまして、2点目のコメントのほうに移らせていただきます。最初のページに戻っていただきまして、コメントNo.2でございまして、大深度地震観測記録の伝達関数に関する検証の部分ということございまして、平均値を用いることや地震数が少ないことへの考え方を示すことと、あと、スムージングの条件、こちらについてはそろえて示すことということございまして、30ページのほう、お願いいたします。

30ページが、今回の大深度地震観測記録を用いた検証に使用した地震のリストということになりまして、荒浜側では12地震、大湊側では3地震を用いているということでございます。これらの観測記録全てにつきまして、大深度観測点と、その一つ上の深度の観測点、こちらの伝達関数を確認したものが31ページになります。

こちらのグレーの線が、それぞれの観測記録の伝達関数を全て描いたものになりますが、こちらを見ますと、各地震で有意なばらつきはございまして、伝達関数は安定している

ということを確認してございます。ばらつきが小さいということを確認した上で、これらから観測記録の特徴的な山・谷を抽出するということをごさいますして、検証には、こちらの中から全地震の平均値、この図では黒の破線でお示しをしておりますが、こちらを用いているということをごさいます。

ここで、大湊側で3地震というのは、検討としては地震数が少ないのではないかといた御指摘もいただいておりますので、地震数の影響ということで確認したのが、次の32ページになります。

荒浜側のほうでは12地震を検討に用いておりますので、この12地震、これ全部を用いた場合と、それから大湊側で対象としている3地震だけに絞った場合、これは荒浜側の中で地震数を変えた検討を行いまして、それぞれ伝達関数の平均値を算出しております。

その結果が下の絵のほうになりますけれども、黒の破線が12地震の場合、それから青の破線が3地震の場合ということで、重ねてお示しをしておりますけれども、両者は概ね一致してございまして、地震数の影響は小さいということを確認できておりますことから、3地震で評価をしております大湊側のほうの伝達関数、こちらについても妥当なものであるというふうに考えているということをごさいます。

続きまして、33ページ、お願いいたします。こちらが観測とモデルの理論値の比較を大深度モデルとSGFモデルでそれぞれお示しをさせていただいたものになりますけれども、ここで、前は観測と理論とで波形処理のスージングの方法が異なっていたということで、今回、その条件をそろえまして、改めてお示しをさせていただいているものでございます。御説明としては変わってございませんで、大深度モデルのほうSGFモデルよりも観測値と整合していることを確認できているということをごさいます。

コメントNo.2のほうは以上でございまして、続いてコメントNo.3でございませが、モデルの妥当性について、解放基盤表面までの浅部と、それから地震基盤相当までの深部について、それぞれ示すことということでございまして、まずは地震観測を行っている深さの範囲、解放基盤表面までの浅部について確認をしたというものが36ページになります。

先ほどは大深度観測点とその一つ上の観測点の部分ということで、こちらの図では、一番下の段をお示ししたものでございませけれども、そこから解放基盤表面までのより浅い部分、こちらに関しましても、同様に観測記録の伝達関数とモデルの理論値の比較を確認いたしてございませ。いずれの区間におきましても、観測記録とよく整合しているということをごさいますので、こちらについては、大深度観測点から解放基盤表面までのモデル

の妥当性が確認できているということでございます。

続きまして、地震基盤相当からの深い部分についての妥当性の確認でございますが、こちらは次のコメントとも関係いたしますので、コメントのほうに一旦戻っていただきまして、コメントのNo.4でございますけれども、既許可への影響がないかを確認するために、今回の地下構造モデルを用いて、地震動レベルの確認を目的とした統計的グリーン関数法による評価を実施した結果について示すことということでございまして、こちらは38ページ以降をお願いいたします。

こちらは既許可の審査におきまして基準地震動の評価に用いた経験的グリーン関数法の妥当性を確認するというを目的に、中越地震と中越沖地震のシミュレーション解析を統計的グリーン関数法（SGF）でもやっているということでございましたので、それと同じことを今回のモデルを用いて行った場合の確認をしてございます。この検討を行うことで、併せまして地震基盤からの深い部分も含めたモデルの確認も行っているといった位置づけでございます。

39ページからが、SGFの評価結果をお示ししてございます。

39ページが中越地震のほうになりまして、こちらは観測記録が得られている大湊側をお示ししてございます。

既許可でやりました検討は、青が基準地震動の評価に用いましたEGFの手法による結果ですので、これと観測記録（黒の破線）と、それから紫のSGFの結果を比較いたしまして、青の妥当性が確認できるかどうかということを行ってございます。今回は、そこに今回の大深度モデルを用いた場合の赤の線を追加いたしてございまして、青に対して、黒の破線と赤を見たときに、同じことが言えるかどうかということを確認してございます。

同様に、40ページと41ページには、中越沖地震の荒浜側と大湊側の結果をそれぞれお示ししてございます。

結果をまとめましたのが、42ページのほうになります。

まず、既許可の際、何を確認していったかということでございまして、荒浜側では、こちらは中越沖地震のみということになりますが、SGFでは、褶曲構造の影響が反映できていないので、観測記録の地震動レベルまでは表現できていないものの、補正係数を考慮する前のEGFとSGFの地震動レベルが概ね同程度となることを確認してございました。

一方、大湊側につきましては、こちらは二つの地震がございまして、それらにつきまして、観測とEGFとSGFが概ね同程度の地震動レベルとなっていることを確認してござい

した。

これらが今回の赤の結果でも同様に言えるかという確認を行ってございます。まず、今回の大深度モデルとSGFモデルを比べたときでございますが、これはSGFモデルのほうが大きい傾向にございまして、これは全体的な傾向でございます。ただ、ここでは既許可への影響の確認という観点でございますので、EGFに対して（青に対して）赤のレベルが同程度か、またはEGF、観測とSGFを見比べて概ね同程度かということを見る必要がございまして、これは赤の結果でも既許可で確認していた傾向と同様になっているということの問題なく確認できているというものでございます。

したがって、今回のモデルを設定することで、既許可の妥当性検証に何らかの影響があるかということに関しましては、影響がないということを確認しているということでございます。

また、下の段に②ということに記載をしてございますけれども、そのような形で、EGFの結果や観測記録ともトータルで見比べまして、概ね同程度の地震動レベルとなるということを確認できてございますので、今回の大深度モデルが地震基盤から解放基盤表面までのモデル化という観点でも、大きな問題はないものというふうに考えられるということでございます。

以上のモデルの妥当性確認をまとめましたのが、44ページのほうになります。こちらは、ここまでの検討を整理させていただいたものになってございまして、前回会合で御説明させていただいた箇所も含めて全体整理をさせていただきます。

まず、中段の左側になりますけれども、まずは解放基盤表面～大深度地震観測点までについてということございまして、こちらは、まずPS検層結果と速度構造が整合しているということを確認した上で、モデルの伝達関数の理論値が観測記録の伝達関数と整合していることを確認いたしました。

一方、右側になりますけれども、解放基盤表面～地震基盤までのモデル全体、こちらに対しましては、反射法地震探査結果等に基づく2次元地下構造モデルとも速度構造が深部まで整合しているということを確認した上で、SGFによるシミュレーション解析も行いまして、観測記録またはEGFの結果と概ね同程度の地震動レベルとなるということも確認をいたしてございます。

以上によりまして、今回設定しました地下構造モデルは、現時点における最新の大深度地震観測記録との整合が良好でありまして、また、地質調査結果とも整合する1次元地下

構造モデルであるというふうに考えてございます。

なお、従来のSGFモデル、こちらにつきましては、統計的グリーン関数法によるシミュレーション解析結果が適切であったということは、これはもともとしっかりと確認ができておりましたので、解放基盤表面における地震動レベルの確認を目的とした統計的グリーン関数法によるシミュレーション解析に用いるという使用目的におきましては、これは適切なモデルであったというふうに考えているところでございます。

それで、今ほどお示ししましたSGFの結果につきましては、今回のモデルよりもSGFモデルのほうが大きい傾向ということもございましたので、こちらは標準応答スペクトルに適用した場合の地震動レベルの妥当性ということについては別途検証を行ってございますので、これは後ほど御説明をさせていただきます。

以上がコメント3、4に関しての御説明でございます。

続きまして、コメントのNo. 5に移らせていただきますけれども、標準応答スペクトルの評価にあたり、褶曲構造を踏まえた上で、1次元地下構造モデルを用いることの妥当性・代表性を示すことということでございまして、こちらはいろいろな検討にわたる部分ではございますけれども、当社としての考え方を45ページにまとめてございますので、そちらを御覧いただければというふうに思います。

まず、荒浜側で褶曲構造によりどういう影響があるかということにつきましては、これは既許可で検討を行ってございますので、そちらを整理させていただきました。

大きく2点でございまして、まず、敷地の南西方向から到来する地震波、これに対しましては、荒浜側のほうが大湊側に比べて大きく増幅する傾向があるということ。一方、そのほかの方向から到来する地震波については、これは荒浜側と大湊側で概ね等しい増幅特性となっていて、特異な増幅はないということ、これは観測記録を用いた検討を行う。荒浜側と大湊側にそれぞれございます鉛直アレイの記録を用いた検討、それから敷地全体の地表に地震計を設置しました水平アレイの記録を用いた検討、こちらから確認をした上で、さらに2次元のモデルを用いた解析的検討からも同様の確認を行っているというものでございます。

したがって、敷地の南西側の一部の特定の領域で発生する地震を除きましては、褶曲構造による特異な増幅は認められないということ、これは確認をしてございますので、特異な増幅がなければ、1次元地下構造モデルによりまして増幅特性を反映することが可能であるということでございますので、これを採用しているものでございます。

また、敷地の南西側の一部の特定の領域で発生する地震による増幅特性の影響、こちらにつきましては、既許可の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」のほうの評価において適切に反映をしてございます。具体的には、F-B断層による地震のほうになりますけれども、これはこの領域を含む地震でございまして、「震源を特定せず策定する地震動」の地震規模を上回るM7.0の震源を敷地近傍で考慮しているというものでございますので、震源を「特定して」と「特定せず」の評価の連続性についても、十分に考慮できているものであるというふうに考えてございます。

その上でということでございますけれども、この敷地の南西側の一部の特定の領域で、「震源を特定せず策定する地震動」が発生することを考慮した場合と、このときの標準応答スペクトルへの影響ということにつきましては、この領域の増幅特性を含む中越沖地震の観測記録に基づきまして、荒浜側の増幅特性を考慮した場合に、どういった評価になるかということ念のために、こちらは補足検討として確認をさせていただきました。この結果につきましては、最後に御説明をさせていただきたいというふうに考えてございます。

No.5につきましては以上でございまして、続いてコメントNo.6のほうに移らせていただきます。標準応答スペクトルの評価にあたり、今回の地下構造モデルと既許可の地下構造モデルを用いる場合の差異について示すことということで、こちらは52ページをお願いいたします。

こちらは、先ほど御説明いたしましたSGFのほうの結果では、SGFモデルのほうが今回採用したモデルよりも大きい傾向にあったということも踏まえまして、標準応答スペクトルに用いた場合の地震動レベルの検証を行ってございます。今回採用した地下構造モデルによる評価の妥当性・代表性を確認するために、複数の方法によりまして、敷地の地盤増幅特性を考慮して地震動レベルの比較、検証を行いました。

比較には、SGFモデルを用いた場合、それから標準応答スペクトルの策定において地盤物性補正に採用されてございますNoda et al. (2002)による地盤増幅率の経験式、こちらを用いた場合の二つを考慮して比較を行っているものでございます。

検証につきましては、52ページの下に、模式図的にお示しをしておりますけれども、敷地周辺のKiK-net観測点の地中記録、こちらを用いまして、それを標準応答スペクトルが策定されました手順、こちらに倣いまして、同様の考え方で地盤物性補正と震源距離補正を行いまして、敷地の地震基盤相当まで持ってくるということをやっております。これに対して、それぞれの方法によりまして、敷地の地盤増幅特性を考慮しまして、解放基

盤表面まで引き上げると。そこで、敷地で得られた観測記録がございますので、観測記録の地震動レベルとの整合性を確認するという事で、検証を行っているものでございます。

53ページには、検証に用いました地震と、それからKiK-net観測点をお示ししてございます。

対象としました地震は、標準応答スペクトルの策定に採用された89地震、こちらの中から、敷地周辺で発生しまして敷地で観測記録が得られている主な地震ということで、三つの地震を用いてございます。

また、記録を用いたKiK-net観測点につきましては、標準応答スペクトルの策定に採用された震央距離30km以内の震源近傍の観測点。あと、そこに加える形で、今回、敷地との震源距離の補正を行ってございますので、この影響をなるべく抑えるという観点から、敷地と震源距離が同程度となる観測点を追加してございまして、全部で5観測点を対象としているということでございます。

これらの観測点の地中観測点深さでの V_s につきましては、780~1,540m/sということで、極端に軟らかいですとか硬いですとか、そういった観測点ではないということを確認した上で用いているということでございます。

54ページ以降に結果をお示ししてございます。

こちらの図につきましては、増幅特性を考慮した方法ごとに整理をしてございまして、一番上の段が今回採用した地下構造モデルを用いた結果、こちらが赤ですね、その下二つが検証のための比較ケースとなりまして、中段の緑がNoda et al. (2002)の地盤増幅率を用いた場合、それから一番下の紫がSGFモデルを用いた場合でございます。

それぞれ図の中の黒線が観測記録の剥ぎ取り波でございまして、こちらを物差しとして用いているということでございます。これに対して、各観測点の記録から、敷地の解放基盤表面まで持ってきたものが、それぞれの色つきの細い線になってございまして、それらの平均を取ったものが、色つきの太い線ということになってございます。

これを地震ごとで荒浜側、大湊側ということで、以降のページにお示しをしているものでございます。

比較検証の考え方につきましては、この結果のページの左側に文章とポンチ絵で記載をしておりますけれども、各KiK-net観測点の記録による結果、これ、複数持ってきておりますので、幅がありまして、その幅と、それから、それらの平均値、こちらの両方を見まして、その幅の中に敷地で得られた観測記録が入ってくるような地震動レベルになって

いるのかどうかという観点で確認を行ってございます。

また、今回の検討につきましては、地中の観測記録を2倍することで露頭波とみなすというような簡易的な手法を用いてございますので、確認の対象とする周期帯としましては、表層地盤の影響の除去が近似できていると考えられます短周期側に着目するというところで行ったというものでございます。

結果につきましては、5ページほどありますので、そちらをまとめましたのが59ページでございます。

まず、今回採用した地下構造モデルについてですが、こちらは評価結果の平均値が敷地で得られた観測記録を概ね上回っているということで、かつ各評価結果の幅の中に敷地で得られた観測記録が概ね含まれる傾向であるということを確認いたしました。したがって、この方法で評価した場合の地震動レベルとしては、観測記録と概ね整合しているということを検証することができたというふうに考えてございます。

一方、比較として検討したケースのほうですが、まず、Noda et al. (2002) の地盤増幅率を用いた場合、こちらについては、こちらにも平均値が敷地の観測記録を概ね上回っていて、評価結果の幅の中に敷地の観測記録が概ね含まれる傾向ということございまして、こちらは別の方法を用いた場合でも、観測記録と概ね整合するというところを検証することができましたし、今回採用した地下構造モデルによる評価結果と標準応答スペクトルの策定に用いられた方法を用いた場合と、同程度になるということも確認ができているというものでございます。

一方で、SGFモデルを用いた場合ですけれども、こちらについては、平均値と各評価結果の幅のどちらについても、敷地で得られた観測記録からは乖離する傾向を確認いたしてございます。したがって、この方法を用いた場合の地震動レベルといたしましては、観測記録とは整合しておらず、過大評価となる傾向が顕著であるということを確認しているものでございます。

以上を踏まえますと、一番下でございますけれども、標準応答スペクトルの評価に用いるモデルとしましては、今回採用した地下構造モデルについては、観測記録の地震動レベルと概ね整合してございますので、これを採用することは妥当であるというふうに考えるということでございます。

一方、SGFモデルについては、観測記録の地震動レベルと整合せず、過大評価となる傾向が顕著でありますので、これを採用することは適切ではないというふうに考えるという

ものでございます。

この理由につきましては、柏崎刈羽は地震基盤が深いサイトでございます、SGFモデルは、統計的グリーン関数法に用いる観点から、高周波遮断周波数、 f_{max} と呼ばれるものですが、こちらの影響も踏まえたモデルになっているという部分がございます。ですので、これをそのまま標準応答スペクトルの評価に適用すると、このような影響が出てしまうということで、適用するのは難しいということだと考えてございます。

それを次のページで模式的に整理をさせていただきますので、60ページを御覧いただければと思います。

ここまでの検証を踏まえ、標準応答スペクトルを解放基盤表面まで引き上げてくる評価と、統計的グリーン関数法による地震動評価は、それぞれの目的に応じて妥当性を検証した適切なモデルを用いて評価する必要があるというのが、当社としての考え方でございます。

先ほど申し上げた f_{max} の影響という点では、右側のほうになりますけれども、SGFで地震基盤のところで波を合成する際には、既にこの段階で地盤の影響まで含めて、 f_{max} のパラメータによりまして短周期成分を軽減させた波、これを地震基盤の段階で扱っているということでございまして、これを地下構造モデルに入力しているということでございます。

一方、今回の標準応答スペクトルについては、左側でございますけれども、多数の観測記録に基づき策定された応答スペクトルに適合させた波をモデルに入力するというわけでございますので、短周期側についても、しっかりと成分を持ってございますので、まず、入力として扱う波の特性が異なっているということでございます。また、柏崎刈羽の場合は、入力する位置、地震基盤相当ですとか、地震基盤は深くなっておりますので、モデルで扱う距離が長くなるというところで、どうしてもその影響が大きく出てくるということだというふうに考えてございます。

そういったところで、具体的に減衰の値の設定につきましてはですが、今回採用した地下構造モデルでは、観測記録に基づきまして最適化された同定結果の値、こちらを用いているということでございますけれども、SGFモデルのほうでは、SGFによる地震動評価に最適な減衰の値、こちらを全層一律の値で設定をして用いているという違いがございまして、こういった目的に応じた考え方の違い、こちらによりまして、結果にも違いが生じているものというふうに考えてございます。

したがって、繰り返しになりますけれども、やはりそれぞれの目的に応じた適切なモデ

ル、こちらを設定した上で、もちろん妥当性検証をしっかりとした上で、それぞれの評価に用いるべきだろうというふうに考えているというものでございます。

この設定の違いを踏まえますと、ここまでの検討でお示しをさせていただきましたけれども、左側、今回設定した標準応答スペクトルの評価に採用したモデルでSGFの評価を行った場合、これは従来よりも小さい結果になる傾向があったということ。それから、反対に、右側のSGFモデルで、これを標準応答スペクトルに用いようということで地震動レベルの検証を行った場合には、観測記録と整合しなくて、過大評価になっていったと。そういう傾向があったということは、これらは整合した傾向だったんだろうというふうに考えているというものでございます。

次の61ページには、参考といたしまして、より具体的に、この比較ケースにより標準応答スペクトルを検討した場合に、どのような差異が生じるかというのを確認して、お示しをしております。

傾向としましては、先ほどの検証のところで御説明させていただきましたものと同じでございます。採用した地下構造モデルによる応答スペクトルは、短周期側を見ますと、Noda et al. (2002) の地盤増幅率を用いた場合の応答スペクトルと概ね同程度の地震動レベルとなっておりますし、また、これも参考としてお示しを、比較としてお示しをしておりますけれども、既許可の「震源を特定せず策定する地震動」でございます留萌の地震を考慮した地震動、こちらと比較をいたしましても、地震動レベルとしては大きな差がないということを確認しております。

一方で、SGFモデルによる応答スペクトルは、先ほどお示ししました検証と同じく、こちらは短周期側が地震動レベルが異なるということでございます。まさに先ほどの検証でお示したとおり、短周期側については、これは観測記録の地震動レベルと整合せずに、過大評価となる傾向が顕著でございましたので、こちらについては、標準応答スペクトルへの敷地の地盤増幅特性への反映としては、適切ではないというふうに考えているものでございます。

62ページには、これまでの検討を整理する形で、次のページですね、今回採用した地下構造モデルとSGFモデルの差異についてまとめさせていただいております。このページでは、特に新たな検討を行っているわけではございませんので、ここまでの検討を再整理しているというものでございますけれども、モデルの設定条件と検証については、それぞれ評価対象が違うので、異なっている部分があるということでございます。最終的に、

今回の標準応答スペクトルに用いる場合の検証、こちらを行った結果、今回採用したモデルを用いることが妥当であると確認をしたということでございます。

そのような点におきましては、やはり今回、観測記録をよく再現するモデルという観点で、従来よりも観測記録を用いた検証ができる範囲というのが、左下の絵になりますけれども、現在は、大深度地震観測を開始いたしまして、より深くまで検証できる範囲というのが広がってございます。そのデータを基に検証できるようになったということがやはり大きいと考えてございます。

記録を用いて確認をしてみますと、右側になりますけれども、実際に大深度の記録が得られている区間、こちらもさきにお示しをしておりますけれども、こちらにおきまして、二つのモデルを使ったときに、これくらいの差が出てくるということも把握ができてございますので、観測記録との整合度合いということにつきましても、この記録に基づいて確認ができていますということでございます。

コメントのNo.6に関しましては、以上でございます。

続きまして、コメントのNo.7に移らせていただきまして、既許可の基準地震動 S_s が標準応答スペクトルの評価結果を包絡している関係について、資料に説明を追記し、考え方を示すことということで、こちらは69ページをお願いいたします。

まずは、こちらは前回の会合で私のほうから口頭で御説明をさせていただきました内容を、資料のほうに反映させていただいてございます。ちょっと記載もなく、口頭だったので、ちょっと伝わりにくかった部分もございましたかと思っておりますけれども、改めて記載してございます。

柏崎の基準地震動につきましては、F-B断層による S_s-1 は主に短周期側、それから長岡平野西縁断層による S_s-3 は主に長周期側に大きな成分を持つという特徴がございます。これらの周期帯に着目して、既許可の基準地震動と今回評価した標準応答スペクトルの評価結果の包絡関係を確認しているということでございます。

その結果、赤の評価結果は、短周期側では水平・鉛直ともに S_s-1 に包絡をされること、それから、長周期側では水平・鉛直ともに S_s-3 に包絡されることを確認してございます。これら二つの S_s で、全周期帯にわたりまして切れ目なく、水平・鉛直ともに同じ S_s で包絡されるということを確認してございます。

これは荒浜側、大湊側共通で確認をしております、こちらを69～72ページまで共通で記載してございます。

そういった整理をした上で、73ページ以降が、今回、さらに検討を追加させていただきました部分になります。

今ほど申し上げたような包絡の関係を踏まえまして、既許可の基準地震動の変更は不要であると考えているわけでございますけれども、施設の耐震設計並びに敷地地盤及び周辺斜面の安定性評価への影響がないと言えるかどうかという観点から確認を行ってございます。確認については、応答スペクトルと時刻歴波形の両方について行っているものでございます。

まず、応答スペクトルのほうについてでございますが、短周期側で標準応答スペクトルを包絡しております S_s-1 のほうに着目をいたしまして、さらに詳細に関係を見ていきますと、水平方向については、これは長周期側まで含めて全ての周期帯で上回ってございまして、鉛直方向の周期約1.7秒以上の長周期側だけが包絡し切れていないという状況でございます。次のページで、改めてスペクトルの図でお示しをさせていただきますけれども、そういった関係がございまして、これは荒浜・大湊側同様でございますので、したがって、こちらを踏まえて、鉛直方向の長周期側の周期帯での包絡の状況と、施設や地盤の固有周期の関係について、これは網羅的に整理を行いまして、耐震設計と安定性評価への影響がないことの確認を行ったというものでございます。

こちらは大湊側を代表として行ってございまして、「なお」ということで、※で記載をさせていただきますけれども、荒浜側については、こちらは S_s-3 が短周期側まで含めまして全ての周期帯で水平・鉛直ともに標準応答スペクトルを一つの波で上回っているというところもございまして、ここの確認については、大湊側でお示しをさせていただいたというものでございます。

それから、時刻歴波形のほうにつきましては、主要動の継続時間と、それからCAV値を用いまして、 S_s-1 、 S_s-3 の二つと、標準応答スペクトルの時刻歴波形の比較を行ってございます。

それぞれの評価結果、74ページのほうにスペクトルの包絡の関係と固有周期をお示ししてございます。

先ほど申し上げましたとおり、水平方向は、赤の評価結果に対しまして、青の S_s-1 が全周期帯で、これは上回っているということでございます。一方、鉛直方向につきましては、これも青の S_s-1 がほとんど上回っている状況ではございますが、約1.7秒以上の長周期側、こちらについては、ちょうど青と赤が重なるような大小関係となつてございまして、この

周期帯では、完全に包絡されていないということになります。

これに対して、まずは原子炉を「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」ための主要な施設でございます。これらの固有周期につきましては、水平方向では0.5秒程度以下、それから鉛直方向では0.3秒程度以下の短周期側にあるということを確認してございますので、こちらは S_s-1 で包絡される周期帯にあるということでございます。

次に、長周期側の影響が考えられる施設としましては、まず主排気筒でございますけれども、こちらの固有周期は、水平方向では長手の構造になりますので、1秒程度の長周期側にありますけれども、鉛直方向では、これは密な構造ということもございまして、非常に短周期側にあるということもございまして、長周期側には来ないということを確認してございます。

同様に、長周期のものとして、使用済燃料プールのスロッシングも考えられますけれども、こちらの固有周期については、水平方向の影響が支配的であるということで、水平方向に対して定義をされてございまして、こちらは鉛直方向の影響は受けないということもでございます。

それから、地盤の固有周期につきましても、こちらは、ややちょっと幅を持った形ということではありますが、水平方向では1秒前後、それから鉛直方向では0.5～0.6秒前後ということで、こちらについては、水平・鉛直の同時入力を行って評価をいたしますので、そういったものについては、その解析条件において、それぞれ水平及び鉛直方向の固有周期を確認したというものでございます。

以上を含めまして、全体に対して網羅的な確認を行ってございます。行った結果といたしまして、周期約1.7秒以上の長周期側に鉛直方向の固有周期を有する施設は存在しないということも網羅的に確認をいたしましたものでございます。したがって、耐震設計並びに地盤の安定性評価におきましては、 S_s-1 、こちらを用いるほうが、標準応答スペクトルを用いるよりも保守的な評価になるということも確認してございます。

次に、75ページのほうになりますけれども、こちらは時刻歴波形の観点での確認でございますが、主要動の継続時間とCAV値（累積絶対速度）になりますけれども、こちらでも地震動が構造物等に与える影響を確認するための指標といたしまして比較を行いました。

結果としましては、 S_s-1 と S_s-3 のほうが標準応答スペクトルよりも主要動の継続時間は長くて、CAV値は大きな値となるということも確認いたしてございます。

以上をまとめまして、76ページに整理をさせていただいてございますが、 S_s-1 は標準応

答スペクトルに対して水平方向では全ての周期帯で上回ってございまして、鉛直方向についても、周期約1.7秒以上の長周期側の周期帯を除いては上回っているということでございまして、鉛直方向についても、その包絡の状況を踏まえて、施設及び地盤の固有周期との関係について整理をいたしまして、耐震設計並びに地盤安定性評価の観点から確認を行ってございます。

網羅的に確認を行いました結果、周期約1.7秒以上の長周期側に鉛直方向の固有周期を有するような施設は存在しないということを確認してございます。したがって、耐震設計並びに地盤安定性評価においては、 S_s-1 を用いるほうが、標準応答スペクトルを用いるよりも保守的な評価となるということが確認できてございます。

なお、この周期1.7秒以上の長周期側の周期帯に対しましては、 S_s-3 のほう、こちらは水平及び鉛直方向ともに標準応答スペクトルを上回ってございますので、この周期帯の成分を持った、より厳しい波というのは、既に S_s-3 のほうでもしっかりと考慮されているということを、もちろん併せて確認をしているものでございます。

また、時刻歴波形の観点からも、 S_s-1 と S_s-3 のほうが主要動の継続時間は長く、CAV値は大きな値となるということを確認してございまして、以上を踏まえまして、標準応答スペクトルに対しては、既許可の S_s-1 と、それから S_s-3 を考慮することで、耐震設計並びに地盤安定性評価上の問題はないというふうに判断をいたしているものでございます。

コメントのNo.7については、以上でございます。

続きまして、コメントのNo.8でございます。既許可への影響がないかを確認するためということでございまして、留萌の地震の評価に対する確認につきましては、大湊側だけでなく、荒浜側の考え方も含めて資料に説明を追記するというので、78ページをお願いいたします。

こちらは前回資料の一部修正と申しますか、しっかりと御説明をし直させていただいているものでございます。

まず大湊側についてでございますけれども、これにつきましては、 S_s-8 の評価におきまして、SGFモデルを用いて地盤物性との相違による影響を考慮してございまして、今回採用した地下構造モデルを用いた場合でも、既許可に変更が生じないことを確認してお示しをするというものでございます。

既許可では、佐藤ほか（2013）に不確かさを考慮した基盤地震動を用いまして、これに敷地の地盤物性を考慮する際にSGFを用いてございました。ただし、これをそのまま基準

地震動としているわけではございませんで、さらに保守性を上乘せした形でSs-8を策定してございましたので、今回の大深度モデルを用いた場合でも、Ss-8が既許可と変わらずに、敷地の地盤物性を考慮した結果に対して、さらに保守性を上乘せしたものになるということをお示しさせていただくというものです。

結果は次の79ページになりまして、最大値の関係を左側の図に、それから応答スペクトルの比較を右側にお示しをしております。

最大値のほうで申し上げますと、既許可ではSGFモデルを用いました結果の水平方向で643Gal、これに対して上乘せをしまして、650GalでSs-8を策定していたところ、今回の大深度モデルでは598Galとなりまして、Ss-8がこれに対して上乘せしたものであるという関係は変わらない、さらに上乘せの部分が大きくなったものであるということを確認しております。

スペクトルのほうで見ていただきましても、鉛直方向のほうが見やすいかと思えますけれども、既許可では、紫の破線のSGFモデルの結果に上乘せする形で黒のSs-8を策定してございまして、今回の大深度モデルを用いた場合には、赤となりまして、若干下に下がると。これに対して、黒のSs-8が全周期帯において保守性を上乘せした形になっているということを確認しております。したがって、既許可Ss-8には、これは何ら変更がないということでございます。

次に80ページで、こちらは荒浜側についてでございますけれども、こちらは2点確認を行ってございまして、いずれも既許可への影響はないということを確認しております。

まず1点目でございますけれども、既許可では、荒浜側の地下構造モデルにおいては、解放基盤表面以深の層は $V_s=1,110\text{m/s}$ でございまして、これが港町観測点の基盤層の $V_s=938\text{m/s}$ を上回ることから、地盤物性の補正は必要ないものと考えられるという整理を行ってございます。こちらについては、今回採用したモデルにつきましても、 $V_s=997$ でございまして、938を上回るということを確認しておりますので、既許可への影響等はございません。

2点目でございますけれども、そのような整理を行った上で、荒浜側の震源を特定せず策定する地震動と、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の比較を行うところでございますけれども、こちらについては敷地の地盤物性による補正は必要ないと考えられるものの、保守的に大湊側の評価結果ですね、これは先ほど御説明をいたしましたSs-8になりますけれども、これは $V_s=730\text{m/s}$ での地盤物性補正を考慮しているものでございますが、

こちらを用いて比較を行ってございまして、最終的には震源を特定して策定する地震動のほうで代表させるという結論としてございました。したがって、先ほど御説明させていただきまして、大湊側のSs-8、こちらには何ら変更ございませんので、この点に関しましても既許可への影響はないということを確認しているものでございます。

コメントのNo.8については以上でございます。

最後に、コメントのNo.9でございます。こちらも同様に既許可への影響がないことを確認するというので、今回の地下構造モデルを設定することにより、荒浜側のはざとり波への影響がないかをお示しするというのでございまして、81ページをお願いいたします。

まず、モデルの設定の流れになりますけれども、これは既許可でも今回でも全く同様でございまして。地表の観測記録をターゲットといたしました逆解析によりまして、地表から地震基盤までのモデルの同定を行いました上で、解放基盤から地震基盤までのモデルとして設定をしているということでございます。このときに、同定の対象とした深さは鉛直アレイ地震計設置位置の標高-250m以深といたしまして、その同定結果に基づいて、解放基盤から地震基盤までのモデルを設定するというのでございまして。この考え方については、既許可と今回で全く同様ということでございます。こちらが解放基盤より下のモデルの設定のお話でございまして、一方、解放基盤より上のはざとりモデルにつきましては、次の82ページをお願いいたします。

こちらが地表から解放基盤までのはざとり解析のモデルになりますけれども、こちらは鉛直アレイ観測記録による伝達関数に対して逆解析を行いまして、地表から解放基盤までのモデルを設定しているというものでございます。荒浜側の解放基盤表面付近につきましては、PS検層、こちらの結果によりまして、標高-230m～-295mまで、これらが同じ速度の層が連続しているということを確認しました上で、解放基盤表面の標高-284mの位置ではざとり波を評価しているということでございます。したがって、はざとり波につきましては前のページで御説明をさせていただいております、解放基盤より下の地震基盤までのモデルと、こちらのほうには影響を受けていないということでございますので、はざとり波に関して既許可への影響はないということで整理をさせていただいております。

コメントのNo.9については以上でございました、あと最後にすみません、一つ、83ページ以降のコメントNo.5に関連するところで、すみません、一つ残っているところでございまして、敷地の南西側で発生する地震による荒浜側の増幅特性の影響を考慮した場合の評価ということで御説明をさせていただきます。こちらは、敷地の南西側の一部の特

定の領域で、震源を特定せず策定する地震動が発生することを考えた場合に、標準応答スペクトルの影響を確認しておくという観点から確認ということで検討を実施したものでございまして、ここでは既許可で行いました中越沖地震の解放基盤波についての分析を踏まえまして、中越沖地震の解放基盤波に基づいて、荒浜側と大湊側の応答スペクトル比、下の図にございますけれども、こちらを乗じることによりまして、敷地の南西側で発生する地震による荒浜側の増幅特性の影響を考慮するという検討を実施いたしてございます。

結果が、次の84ページのほうが疑似速度応答スペクトルで、85ページには同じものを加速度応答スペクトルのほうでお示しをしております。先ほどの御説明もありますので、85ページのほうで御覧をいただきまして、上乘せをして評価をした結果ですね、これも元の評価と同様に短周期側ではSs-1のほうで、それから長周期側ではSs-3のほうで包絡されているということが確認できてございます。

荒浜側の増幅につきましては、その比較をしてございますSs-1が、これがまさに中越沖地震の影響を踏まえまして、褶曲構造の影響を踏まえて、荒浜側で大きな基準地震動となるような評価を行って策定をしているというものでございますので、同じように褶曲構造による増幅を考慮しましても、Ss-1がもともと大きいのですので、基本的にそれを下回ることが確認できてございます。

先ほどと同じようにSs-1との比較を詳細に確認いたしますと、これも先ほどと全く同様でございますけれども、水平方向は全周期帯で包絡をされていると。鉛直方向については、周期約2秒以上の長周期側のみ上回る部分があるということでございますので、これも先ほどと同様に固有周期との関係をこちらについても確認をいたしてございますけれども、この2秒以上の周期帯に鉛直方向の固有周期を有するような施設は存在しないということを確認をいたしてございますので、加えて、もちろんこの長周期側の周期帯に対してはSs-3が水平、鉛直ともに包絡していると、これも同様に確認できているものでございますので、したがって、このような荒浜側の増幅を考慮した場合でも、既許可の基準地震動に包絡されるというところまで、しっかりと確認をいたしているというものでございます。

御説明のほうは、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。はい、どうぞ、佐口さん。

○佐口審査官 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1-1の10ページのほう、お願いできますでしょうか。ありがとうございます。

前回の繰り返しというわけではないんですけども、今回標準応答スペクトル、こういったものに基づく評価ですね、これの評価に当たって、既許可以降で新たに、この一番下にありますように構築した1次元地下構造モデルというものをを用いて評価をするということで、今日少し60ページ辺りで結構強調されたというか、御説明していただいたと思うんですけども、その評価に当たっては、やっぱり目的に応じて、その用いる地下構造というのを、ある意味使い分けるといいますかね、そういうことが重要だという御説明だったと思います。今回こうやって新たに地下構造モデルを構築して、それによって評価を行うのですから、その地下構造モデルの妥当性ですね、これを確認できるように資料を提示をしてくださいということを幾つかコメントをさせていただいています。

それについても今日、御説明をいただいているところなんですけれども、さらに、じゃあ既許可で今回、前回、留萌モデル、今回SGFモデルと呼び方を変えられたところなんですけれども、それでこの標準応答スペクトルを評価したら、今回新たに設定したモデルとどれぐらい違うのかということも、ちょっと示してくださいといった結果が61ページですかね、今回示していただいたと。ありがとうございます。ここでいう既許可のSGFモデルというのが、これ紫になるんですかね。今回、評価している地下構造モデルというのは赤の線で。これを見ると、1割、2割とか、そういった大差ないよねというわけじゃなくて、それなりに差異が認められると。ただ、目的によって地下構造を変える必要も重要だというところ、御説明あったと思いますし、でも、やっぱりこれだけちょっと差があまりないよねということも言えない中では、やっぱりちゃんと今回構築した地下構造モデルの妥当性というのは非常に重要になってくるわけで、そういった意味でも、まだちょっと幾つか今日、その妥当性について示していただいていますけれども、十分に説明がなされていないところも、やっぱりまだ見受けられますので、そういう点についてはもうちょっと説明性を上げていただくということを目的に、場合によってはちょっと分析も必要になるかなとは思いますが、そういうことについて改めてちょっとコメントをさせていただきたいと思います。

当然、今後この地下構造モデルの妥当性がちゃんと示されたということは必要になってくるわけなんですけども、あくまでも現時点の、この評価ですね。それが妥当じゃないという、地下構造モデルが妥当じゃなくて、もうちょっとやっぱり地下構造の変更が必要になるというようなことになれば、当然評価結果というものも変わってきますので、あくま

でも今の、現時点での評価に対して、幾つか地下構造モデルの妥当性以外のコメントについても今日、回答というのか、説明されましたので、それについても少しコメントをさせていただきたいと思います。

まず私のほうからは、地下構造モデルの妥当性のうち、前回のコメントでいうと1ページにまとめていただいたんですけれども、No.1ですとか、2とかに関係してくると思うんですけれども、今、地下構造モデルの逆解析のターゲットに用いた地震について、もう少しだけ確認と、それからコメントをさせていただければと思います。

18ページ、お願いできますか。ありがとうございます。今日の御説明で、やっぱり目的に応じて地下構造モデル、ちゃんと精度のよい地下構造モデルを造って、それで評価をすることが大事なんですよという御説明もあったんですけれども、まさに前回コメントをしたということは、今この標準応答スペクトルなんですけれども、特定せず策定する地震動という目的から、前は今用いている地震が、ここにあるように中越地震の余震がほとんどであって、言ってしまうと、これ震源を特定している地震だけを用いて、本当にその地下構造を求めていいのかという形で、ちゃんとじゃあほかのも見た上で、今三つでいいんですよという代表性というものをちゃんと示してくださいというところで、今日、じゃあ選定をどうしているのかというのが22ページですかね、22ページで示されて、これを、23ページ、これは映さなくていいですけど、次の23ページに得られた記録というのは、これ数えると大体83ぐらい地震があって、それで検討条件を幾つかいって上から流れていくと、最終的には三つとか四つの地震しか残ってこない。じゃあ、そういう条件、途中で、上からいくと、例えば、敷地周辺の地震で距離がどれぐらいあってとか、あと入射角がどうかいろいろ条件があるんですけれども、やっぱりこのサイトというのは、当然敷地周辺というのは褶曲構造があるというのが条件なんですけど、そういう条件の中で、この震央位置に偏りのある少ない地震というものを使って、それだけで本当に同定されているということについて、ちゃんとここでやはり、この観測記録の選定の考え方、例えば、閾値が幾つ、例えば、検討条件①だと、これ見かけの入射角ですかね、60度～80度という、じゃあ何で60度～80度でいいのとか、そういった閾値って幾つか示されていると思うんですね。検討条件②では、ごめんなさい、これP波のH/Vスペクトル比とか、レシーバー関数の検討のところですね、左側の。そうすると、地震規模が同程度の地震群とか、そういう、じゃあ何でこの地震規模が同じぐらいじゃなければいけないのかとかですね、そういった、もう少しこの閾値をどういうふうな考え方で設定しているのかというのを、もう少し今、何

か数字は書かれていますけど、ちょっとその考え方が、何かその前に一義的にというお話はあったと思うんですけども、18ページですかね、18ページでばらつきの少ない観測記録群をターゲットで用いるということで、一義的に決められるというところがあるという説明もあったんですけども、でもやっぱりこれって当然ながら同じようなところで発生した地震だけを選んで使うのであれば、それは当然ながらばらつきも少ないでしょうし、それから同じような解が、地下構造のモデルとして出てくるとは思います。

もうちょっと、じゃあ詳しく見てみましょうということで、その後24ページで、これは例えば、荒浜側で、検討条件①、②、③ありますが、それぞれどうかというので示していただいて、ここには平均値の特徴に大きな違いはないとされていて、当然、なので閾値の観測記録の全体的な傾向と整合したものであるということを確認しましたよと書かれているんですけども、じゃあもうちょっと細かく見ていきますと、例えば、あくまでも例えばなんですけど、この24ページの真ん中のレシーバー関数でいうと、一番左の検討条件①というのがあると思うんですけども、赤の線というのが今、最終的に検討条件③で同定に使って、最終的な解で得られたもの。黒線が、当然この検討条件①の全部を使ったところの平均値になると思います。当然たくさんの記録を使って、こういうことを当然やるわけなんですけど、スタッキングと呼ばれるものなんですけども、こういった形でたくさんデータを持ち寄ることで、その特徴を浮き上がらせるというような目的で見ると、1秒以上ですね、多分四つ大きな山があると思います。それが同じぐらいの振幅になっているんですけど、これが赤だと三つしかないわけなんです。そういった違い、言ってみれば赤線って、この1秒よりちょっと長いところで、上に山の部分が消えてなくなっちゃっているという、こういうのが、じゃあレシーバー関数を求めるときにどう影響してくるのか。つまり、これはPSP時間の話になりますので、この時間が1個消えるということがどういうことなのか、それが地震によって、何で出たり出なかったりするのとか、例えば、それが、いや地下構造としては実は同じなんだけれども入射角が違って、この辺は出たり出なかったりするんです、時間が遅れたり早まったりとか、そういう話だったらまだ分かるんですけど、特にそういう分析もされていないわけですし、逆に言うと、そういう話ではなくて、やっぱり地下構造として何かちょっと違って、それもやっぱり地震の起こった位置によって、つまり到来方向によって地下構造が何か同定するときは違うものが出てきちゃうんだよとか、そういう話だと、また本当にじゃあ今の地下構造で代表と言えるのという話にもなります。

それで、ちょっと同じ観点で25ページ、次、大湊側ですけども、大湊側でもこれ同じような傾向ですよ。レシーバー関数の一番左の検討条件①と見ると、これちょっとなかなか分かりづらいんですけど、やっぱり本当にピークの山谷って、数としてはさっきの荒浜側に比べれば同じぐらい、山の数は同じになっていますけど、ピークの位置としては時間的にちょっとずれたりしていると。もうちょっと検討条件②とか、もう少し数を減らしてみると、実はこれ結構、特徴的なピークがあって、例えば、時間でいうと0.5秒から0.6秒ぐらいのところに山があったり、あと1.5秒前後のところですね、赤い線とか黒い線って平均で見ると、ちょっと1.5秒より遅くなっているんですけど、むしろ一番ピークとなっている、山が高いところというのは1.5秒より短くなっていたりとか、若干そういった傾向が違うというのが幾つかあるんで、それが多分一つや二つとかじゃなくて、それなりの数を持って存在していると。なので、本当に今のこの、じゃあ最終的に残った三つとか四つだけで、検討条件③だけで、本当に地下構造を同定してしまっているのかとか。多分これ減衰とかの話になると思うんですけど、じゃあここで一番上のP波部分のH/Vスペクトル比というのを見てやると、どうも検討条件①とか②だと、一時と言っていいのかどうか分からないんですけど、一番周波数の低い、大体2Hzから3Hzぐらいに黒線ではピークがあるんですけど、それに対して、この赤線というのももうちょっとだけ高周波数にずれているという、何かちょっと特徴が違うかなという細かいところを見ていくと、そういうところもあると。

あと最後に、一番下のコーダ部のH/Vスペクトル比ですね。これも、もともとはこのコーダ部のH/Vスペクトル比というのを引用しているのは、梅田・小林（2010）という文献で、これを用いると、さらにこの上の二つだけを用いたものプラスアルファとして、より精度の良いものが求められるという期待があるというところで、御社は今回トライしたというところもあると思うんですけども、そうするとピークの周波数自体は、1次ですね、いいと思うんですけど、これちょっと条件として21ページのところの一番下に表面波の1次モードを考慮した理論値をフィッティングという形でされていて、ごめんなさい、そこ戻っていただかなくてもよかったんですけど、その25ページでいうところの、じゃあ今度、0.1Hz、2Hz以上の山谷が当然あるんですけど、ここって、じゃあ御社は重要視されていなくて、あくまでもこれは面談でもちょっと確認をさせていただきましたけど、この0.1秒付近のピーク、要は1次ピークというのを最重要視しているので、それより高い周波数のところはほとんど見ていないような状態ですということを確認させていただいたんですけ

ど。

そうすると、実はコーダ部のH/Vスペクトル比って、あんまり追加した意味もそんなになくて、レシーバー関数だけで十分じゃないかという気もしてきて、そうすると、やっぱり0.2Hz以上のところも、なぜ合わせなくていいんだという、当然、そういう疑問があって、1次モードだけ考慮していますという話ですけど、この梅田・小林(2010)というのは、当然、高次モードまで考慮されていくというところもあるので、この辺りは少し今、幾つか言いましたけれども、特にレシーバー関数だったか、P波のH/Vのスペクトル比のピークがちょっとずれるところ、その地震群というのはどういうものかとか、そういったものをちょっと切り分けるというのか分析して、こういう地震なんですよというのを、まず示していただいて、その影響は例えば入射角による見かけ、見かけの入射角による違いなのか、それとも、例えば到来方向みたいな地域が、発生している場所が違うからそうなのかなというところをきちんと分析をしていただきたいと。

それと、プラスアルファ、先ほどのちょっと合っていないよといった部分というのは、本当にこのままでいいのか、さらなる検討が必要なのかどうかというのは御検討いただきたいんですけど、ちょっと幾つか申し上げましたけど、よろしいですかね。

○石渡委員 いかがでしょうか。

○東京電力(杉本) 東京電力、杉本でございます。

御指摘は承知いたしました。まさに最後おっしゃっていただいたようなところだと思いますけれども、何が原因で少しばらつきといたしますか、多くの記録を見たときに、こういう違いが出ているかというところの地震の分析については、きちんと整理をして確認をしたいというふうに考えます。

○石渡委員 佐口さん。

○佐口審査官 佐口です。

もちろんそういった分析を通して、今のこのモデルが本当に柏崎の1次元地下構造モデルというものを代表できるんだよというところをきちんと御説明いただければと思いますので、よろしく願いいたします。

私からは以上です。

○石渡委員 ほかにございますか。どうぞ、田島さん。

○田島技術研究調査官 規制庁の田島です。

私からは、資料の佐口さんが説明した後の27ページから36ページの4.4節、地下構造モ

デルの妥当性の検証の部分についてコメントをさせていただきます。

この部分の資料では、地下構造モデルの妥当性の検証として、27、28ページとかですと、PS検層結果や2次元の地下構造モデルと比較した場合に、大深度モデルというののほうが従来のSGFモデルよりも速度構造が整合的であるという説明がまずありました。

また、30ページから36ページのところでは、追加していただいて、浅部までの鉛直アレイの記録も含めて観測記録を用いた伝達関数との比較を行っていて、大深度モデルのほうがSGFモデルよりも観測と整合しているとの説明がありました。

あとは加えて、ちょっと話は変わるんですが、31、32ページでは、大湊側では3地震の記録のみを使って検証しているんですが、問題ないというような説明もありました。この4.4節の説明につきまして、ちょっと検証が十分であるのかを確認するために、もう少し詳細な確認ですとか、必要に応じて分析というのを求めます。

大きく分けて二つあるんですけども、一つ目は、33ページをお願いします。33ページについてなんですが、こちらの33ページの図で、左上の荒浜側の特に水平動の伝達関数については、黒破線の観測に対して赤の大深度モデルであっても観測との対応関係が、ほかの鉛直方向とか下の大湊側の場合と比べて、ちょっと合いが良好ではなくて、計算のほうが過小評価、赤の線のほうが過小評価になる傾向がありますので、その要因というのを分析していただきたいというのが一つ目です。

もう一つが、妥当性検証全般に関してという感じなんですけれども、ほかにもサイト近傍で現地の調査の結果ですとか、あと、既往の知見から既にQ値ですとか、あと、地盤増幅特性などがあるかもしれませんので、その辺りについても追加で確認して比較検討などしていただくことを求めます。

その際に、特により深い地下構造モデルの説明については、既往知見の参考になるデータを示すなどして説明性を向上させていただきたいと考えています。

以上です。

○石渡委員　いかがですか。はい、どうぞ。

○東京電力（杉本）　東京電力、杉本です。

御指摘は、承知いたしました。要因分析と、それから既往知見等の追加での整理、こちら対応をいたしたいと思います。承知いたしました。

○石渡委員　田島さん、よろしいですか。ほかにございますか。はい、谷さん。

○谷審査官　規制庁地震・津波審査部門の谷です。

私のほうからは、コメント4に関連する内容として、既許可評価への影響確認といった資料をつけていただいていることについてコメントします。38ページをお願いします。

既許可の評価で、2007年新潟県中越沖地震と2004年の中越地震、これについて観測記録と経験的グリーン関数法の評価結果、統計的グリーン関数法の評価結果の関係を整理して、経験的グリーン関数法の評価結果の妥当性を確認してきたと、既許可の評価でそういったことがされていたと。

それに加えて今回の説明としては、39ページ、お願いします。統計的グリーン関数法に大深度モデルによる評価も追加して、既許可での傾向と同様となることを説明して、既許可の経験的グリーン関数法の評価の妥当性についての影響がないということを説明しているわけです。

その結果が42ページに書かれていまして、この42ページのうち①既許可への影響の確認という点ですけれども、これは大深度モデルを踏まえても既許可評価に影響がないと。つまり、経験的グリーン関数法を用いた評価が妥当であると説明していること自体には異論はありません。これについてはいいと思っています。

ただ、2番目の地下構造モデルの妥当性の確認、この内容については分析というか、考察を行っていただきたい点がありまして、今からちょっとコメントいたします。

39ページをお願いします。大湊側の評価です。これは2004年の中越地震、ここでは観測記録が黒の破線ですね。観測記録と比べて大深度モデルの統計的グリーン関数法の評価、それが赤ですけど、こういった評価のほうが観測記録と比べて全体としては大きめな傾向になっているということです。

一方で、41ページ、これが中越沖地震の同じようにして比べたものですね。観測記録に比べて今回の赤線、大深度モデルというのが若干小さめな傾向になっていると、この傾向、特に鉛直度では小さめな傾向ということが見てとれます。

二つの地震の間で、シミュレーションと観測記録の対応の状況は少し違うのかなと思っています。この結果についてですが、大湊側については特定の領域からの増幅がないというふうに、これまで説明を受けてきているんですけど、この結果だけを見ると、これまでの説明と少し整合していないようにも見えるわけです。

この違いが出ていることについて、その要因を分析していただきたい。特に鉛直度が小さめになっているということなど分析して説明を加えていただきたいと。その上で、先ほど佐口、田島のほうからコメントがありました、そういったコメントも踏まえて、今回設

定した地下構造モデルで評価することの妥当性というのを示していただきたいというのが1点目のコメントですけど、よろしいでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。はい、どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本です。

御指摘の点については承知をいたしました。地下構造モデルの妥当性全体の御説明というところだと思いますので、こういった点の分析も加えまして、御説明をさせていただくようにしたいと思います。承知いたしました。

○石渡委員 谷さん、よろしいですか。はい、どうぞ。

○谷審査官 よろしくお願ひします。

続いてですけれども、83ページをお願いします。これは、荒浜側での南西側の一部の特定の領域からの増幅の評価ということで、今回、説明を加えていただいています。これはコメントの5に関連する内容ですね。荒浜側の評価については、敷地の南西側の一部の特定の領域で発生する地震による増幅特性の影響について、考慮した場合の標準応答スペクトルへの影響を確認する観点から、こういった評価を念のために実施したといったような説明がされています。

この方法としては、83ページ、先ほども説明がありましたね、中越沖地震の解放基盤波に基づく荒浜側と大湊側の応答スペクトル比をそれが算定されていて、その比を大湊側で評価された解放基盤表面の標準応答スペクトルに乗じて評価するといったことをして、この手法、この方法について荒浜側の増幅を考慮した場合の評価としては、適切なものだと考えています。

この評価の方法としては、問題ないということは、地下構造モデルの妥当性、先ほどコメントしましたけれども、こういったコメントに対して十分に説明がされる必要はあるんですけども、大湊側の現在の標準応答スペクトルの評価が妥当だとすると、荒浜側における一部特定の領域からの増幅特性を考慮した場合の評価として、84ページだとか85ページの内容になってきて、既許可の S_s との関係としては評価対象施設がある周期帯、この周期帯では S_s-1 に包絡されていると説明しているということについては確認できました。これはコメントです。

続けてコメントをいたします。81ページをお願いします。これは、コメントのNo.9のコメントに対しての地下構造の変更による、はぎとりへの影響の確認ということで、今回、説明いただいています。

今回、81ページでは、はぎとり地盤モデルと地下構造モデルSGFモデルであったり、大深度モデルとの関係というのが説明されています。

続いて、82ページをお願いします。これがはぎとり地盤モデルの説明なんですけれども、この説明によると、-250mから-284mの間のモデルというのは、SGFに用いている地下構造モデルとでは、速度値は解放基盤表面の位置での速度構造としては、違うものを使っていると。

それについては、PS検層の結果も確認した上で、速度構造を設定していると。つまり、既許可でも、そもそもこの $V_s=1,110\text{m/s}$ というのは使っていないと。今回ももともと使っていないので、今回、その値が変わったとしても、このはぎとりに影響が出るようなものではないといった説明ですね。

加えて、ここで下の※のところに書かれていますけれども、こういったモデルのほうが保守的な設定となっているんだといったことが説明されています。

こういった考え自体は理解できます。理解できるんですけど、ちょっとこの保守的な評価になっているということについて、分かりやすさの観点から両者を比べられるような、はぎとりのモデルで算定したはぎとり波と、この解放基盤表面の大深度モデルの速度を入力したもので計算したもの、これがどういった違いなのかといったことも実際に算定して示していただきたいと。これ、考えは問題ないと思っているんですけど、その違いがどのようなものなのかを確認しておきたいということでお願いしたいんですけど、よろしいでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。はい、どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

御指摘は承知しましたので、そういった影響検討も行いまして、お示しをしたいと思います。

○石渡委員 谷さん。

○谷審査官 谷です。よろしくお願いたします。

コメントは以上になるんですけど、最後に今後のスケジュールというのを確認したいんですけど、今回の会合、この標準応答スペクトルの規制の取り入れに伴う基準地震動の変更の可否に関しての会合というのは、今回、2回目の会合になります。もともとの会合の趣旨としては、規則・解釈の一部改正に伴って設置変更許可申請の可否を判断するといった目的でやっています。

そういった趣旨でやっていますので、この審議が長期化することというのは、会合の趣旨と合わなくなってくるということで、それで検討を早く進めていただきたいということなんですけれども、そこで確認なんですけど、この会合を今の回答するコメントを3回目の会合を実施するとして、例えば今日から1か月程度の間で検討を進めて、来年1月に説明するなどの、そういったスケジュール感での対応はできないでしょうかという確認なんですけど、どうでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。はい、どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本です。

スケジュール感については、承知をいたしました。一方で、今のコメントをいただきまして、少し全体を見て考えているところがございますが、やはりターゲット等を用いたところの分析、そこについては少しお時間もかかるのではないかというふうには考えているところがございますけれども、なるべく早く対応をいたしまして、1月に間に合わせるような形で検討を進めていきたいというふうに考えます。

以上でございます。

○石渡委員 谷さん。

○谷審査官 規制庁、谷です。

じゃあ、目標としては1月に一度、説明をしていただくような検討を進めると。検討に当たって、なかなか先ほどの時間がかかるような内容も含まれているという話でしたけど、それで、もしもっと時間がかかるというんだったら、その都度、伝えていただけたらと思いますけど、今のところは1月に説明を聞くということで承知しました。

私のほうから以上です。

○石渡委員 ほかにございますか。大浅田さん。

○大浅田管理官 管理官の大浅田ですけれど。

今日、いろいろと指摘をさせていただいたんですけど、東京電力からの回答というのが、ある意味、御指摘のとおりですと、持ち帰って検討しますということしかなくて、せっかく対面で要望されて来られたんだったら、やっぱり社内で当然ながら事前に議論とかして、この評価結果というのを持ってきているんだから、これについてはこう考えますとか、そういったことをきちんと説明していただきたいし、次回は制度の趣旨から鑑みて、次回で我々としては一定の結論を出したいと思っているんですけど、その際にも、だから、ある意味、同じレシーバー関数とか、スペクトル比を見た図形を見て、こちらが見てこういう

点で整合性がないんじゃないかというところについては、何か御指摘のとおりですと言われても、それは困るんで、当然ながらそっちの中にも専門家、スペシャリストがおられて、同じ図形を見られているんだから、何といたしますかね、もうちょっときちんと社内で議論して、駄目だったら駄目でも、私はいいと思っているんですよ。

説明できるんだったら説明できるというところをきちんと詰めて、次回は持ってきていただきたいと思いますし、我々としてはあんまりこれを引き延ばしたくないので、次回で一定の結論を出したいので、その場で答えられなかったら、それはそれで駄目だというふうな形で思ってもらう必要があるんで、その点はせっかく山本部長も来られているので、よろしいでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。

○東京電力（山本） 東京電力、山本でございます。

ただいまの御指摘、次回にはしっかり議論できるように準備いたします。

○石渡委員 大浅田さん、よろしいですか。

○大浅田管理官 はい、よろしく申し上げます。

○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。

柏崎刈羽原子力発電所につきましては、標準応答スペクトルの規制の取り入れに伴う基準地震動の変更の可否について、これは引き続き確認をしていくことといたします。

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。

○大浅田管理官 事務局の大浅田です。

標準応答スペクトルへの規制への取り入れに伴う設置変更許可申請等の可否に係る次回会合につきましては、事業者の準備状況を踏まえた上で設定させていただきます。

事務局から以上でございます。

○石渡委員 それでは、以上をもちまして、第8回標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う設置変更許可申請などの可否に係る会合を閉会いたします。