

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9回

令和4年2月18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9回 議事録

1. 日時

令和4年2月18日（金） 10：30～13：54

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
岩田 順一 安全管理調査官
永井 悟 主任安全審査官
谷 尚幸 主任安全審査官
大井 剛志 安全審査専門職
呉 長江 地震・津波政策研究官
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
藤岡 将利 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

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

山崎 敏彦 建設部 次長
中西 龍二 建設部 施設技術課 技術副主幹
瀬下 和芳 建設部 建設課 技術副主幹
富永 昌宏 建設部 施設技術課
永富 英記 研究炉加速器技術部 次長

【質疑応答者】

桐田 史生 建設部 建設課 主査
細田 俊明 研究炉加速器技術部 JRR-3管理課 技術副主幹
上石 瑛伍 研究炉加速器技術部 JRR-3管理課 主査

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) 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所（JRR-3）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
- (3) その他

5. 配付資料

- 資料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2 原子力科学研究所（JRR-3）
基準地震動に対する標準応答スペクトルの影響検討
（コメント回答資料）

6. 議事録

○石渡委員 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可否に係る会合第9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、本日の会合ですが、昨年4月に規制に取り入れた標準応答スペクトルについて既許可の基準地震動の変更が不要かどうかを判断する会合です。

本日は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6・7号機、それと日本原子力研究開発機構原子力科学研究所（JRR-3）、これの二つについて審議を行います。

なお、午前中は柏崎刈羽原子力発電所6・7号機、午後からはJRR-3と分けて行いたいと思います。

資料のほうは、最初の東京電力ホールディングス株式会社が1点、午後のJRR-3が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。

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結果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。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

それでは、資料1のほうを用いまして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御説明させていただきます。

おめくりいただきまして、1ページ目に前回会合でいただきましたコメントを整理してございますので、こちらのリストの順に御説明させていただきたいと思います。

まず、1点目でございます。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、選定における考え方やしきい値の設定の考え方を説明することということでございまして、21ページをお願いいたします。こちらでは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してございます。

ターゲットにつきましては、敷地で多く得られている観測記録の中から、なるべくばらつきが小さくなるように観測記録群を選定して用いてございまして、次のような絞り込みを行って選定をしているということでございまして、まず、震央距離についてでございますが、こちらは敷地周辺の伝播特性が記録に適切に含まれているものということで、敷地から震央距離100km以内の地震を用いてございます。

それから、地震規模については、まずは記録の精度を確保するために小さい地震を除いてM4.5以上としまして、一方で、大きい地震のほうにつきましては、M6.0を超える地震では断層面の大きさが数km四方となりまして、震源の破壊伝播の影響が無視できなくなるということを踏まえまして、M6.0以下の地震を用いてございます。

また、地震規模が大きい地震と小さい地震を組み合わせると、ばらつきが大きくなるということもございましたので、複数の地震を集める中では地震規模の差を0.5以内といたしました。

見かけ入射角につきましては、これは大きくなるほどPS-P時間が長くなりまして、レシーバー関数の特徴を把握しやすくなるということでございますけれども、大きくなりすぎますと、今度は見かけの入射角と、それから実際に地震波が深部から潜り込んで伝播する入射角とでは乖離が大きくなってきますので、こういった点も踏まえまして、かつ、敷地で多く記録が得られている範囲というのを考慮しまして、 60° ～ 80° の地震を用いてございます。

また、理論値を計算する際には見かけ入射角が 10° 程度変わるとP波部H/Vスペクトル比とレシーバー関数の形状に違いが生じるということを踏まえまして、複数の地震を集める中では見かけ入射角の差を 10° 以内といたしました。

それから、発生位置につきましては、これもなるべく同じ伝播経路の記録をスタッキングして用いるという観点から、概ね等しい発生位置の地震群を選定して用いたいというふうに考えまして、複数の地震を集める中ではP波部の検討に用いる地震では、震央距離の差及びそれぞれ震央間の距離を3km以内といたしました。コーダ部の検討に用いる地震についても、P波部と伝播経路を整合させるために、P波部と同様の領域で発生した地震を用いているということでございます。

以上が選定の考え方でございます。

それから、28ページ以降でお示ししておりますターゲットに用いる観測記録の代表性の確認では、条件①、②、③という形で対象とする地震を段階的に絞り込んだ場合の検討も行ってございましたので、次の29ページになりますけれども、その際のしきい値の考え方につきましても改めて詳細に整理をしております。考え方としては、今ほど御説明したものと同様でございます。

選定の考え方については以上でございます。

続いて、2点目のコメントでございまして、P波部H/Vスペクトル比及びレシーバー関数

について、ターゲットに用いた地震とは異なる傾向にある観測記録に対する分析を示すことということでございまして、34ページをお願いいたします。

前回いただきました御指摘を踏まえまして、ターゲットに用いた地震と全観測記録を見たときで異なる傾向にある観測記録について整理をいたしてございます。

まず、P波部H/Vスペクトル比ですが、こちらは荒浜、大湊共通でございまして、2Hz～3Hzの間に見られるピークの周波数にやや違いが見られるということでございます。

一方、レシーバー関数につきましては、これは荒浜、大湊で確認すべき点がそれぞれございまして、荒浜側では1秒以降に見られる四つのピークのうち、1.2秒付近に見られているピークについては、これはターゲットに用いた地震ではフラットな形状になっていて、明瞭なピークとして見えていないということでございます。

一方、大湊側につきましては、1秒付近に見られるピークの時間にやや違いが見られるという点と、それから0.6秒付近や1.5秒付近に明瞭なピークが見られるなど、全観測記録の中にはターゲットとは傾向が異なる地震が存在するという点で、その要因につきまして分析を行ってございます。

分析は、理論値のパラメータスタディと観測記録の整理に対して検討を行ってございます。まず、理論値の入射角を変化させた場合に、どの程度の変化が生じるかという確認を行いまして、次に観測記録の到来方向別の整理を行いまして、到来方向による違いについても確認を行っているものでございます。

35ページをお願いいたします。まず、荒浜側につきましては、理論値の入射角を変化させた場合の検討をお示ししてございまして、入射角は45°～85°まで変化させて検討いたしました。

P波部H/Vにつきましては、入射角を変化させますと、2Hz～3Hzのピークの周波数が変化するという点を確認してございます。

また、レシーバー関数につきましては、0.6秒～0.7秒付近のピークの時間、これは入射角を変化させても変化しませんけれども、1秒以降に見られるピークの時間は、入射角を変化させると変わってくるということを確認してございます。

また、1.2秒付近のピークでございまして、これは入射角が70°程度ではフラットな形状となっておりますが、入射角を変化させるとピークとして見られるようになるということをごちかも確認をしてございます。

したがって、荒浜側の全観測記録とターゲットで見られた違いにつきましては、こ

れは入射角を変化させた場合に生じる傾向と整合しておりますので、主に入射角の影響により生じているものというふうに考えてございます。

次に、36ページをお願いいたします。こちらは観測記録につきまして到来方向により整理を行っております。

既許可で行いました観測記録の分析と同様に、方位角を 30° ごとに分割しまして、各領域での記録をスタッキングして比較をしてございます。

P波部H/Vにつきましては2Hz～3Hzの間にピークが見られる特徴は、これは到来方向によらず変わらないということを確認してございます。

また、レシーバー関数につきましては、0.6秒～0.7秒付近のピークの時間、これは到来方向によらず変わりませんで、1秒以降に四つのピークが見られるという特徴も、これも到来方向によらず変わらないということを確認してございます。

1.2秒付近のピークにつきましては、領域によって振幅が小さかったり、明瞭に見られなかったりという違いはございますけれども、その出現時間は変わらないということ、これも確認しているということでございまして、したがって、荒浜側につきましては、到来方向によって特徴が大きく異なる傾向は見られないということを確認してございます。

続いて、37ページでございまして、一方、こちらは大湊側でございまして、まずは入射角を変化させた場合の確認を行ってございます。

傾向は荒浜側と同様でございまして、P波部H/Vスペクトル比の2Hz～3Hzの間に見られるピークとレシーバー関数の1秒付近に見られるピーク、これは入射角を変化させると違いが生じるということを確認してございます。

しかしながら、全観測記録のレシーバー関数の一部に見られた0.6秒付近のピークについては、これは入射角を変化させても生じないということございまして、入射角以外の影響を受けているものというふうに考えられます。

続いて、38ページでございまして、観測記録を到来方向により整理してございまして、P波部H/Vにつきましては2Hz～3Hzの間にピークが見られる特徴は、これは到来方向によらず変わらないということを確認してございまして、一方、レシーバー関数のほうにつきましては、領域h～k、下の四つになりますけれども、これらでは1秒付近に大きなピークが見られるというのに対しまして、領域b～cがついてはございますけれども、こちらでは0.6秒付近と1.5秒付近に大きなピークが見られまして、大湊側では到来方向によりまして特にレシーバー関数の特徴が異なる傾向が見られているということございまして。

この点につきまして39ページ以降、大湊側では、到来方向によってレシーバー関数の特徴が異なる傾向が見られましたので、その違いが同定される地下構造モデルに与える影響ということについてさらなる分析を実施してございます。

レシーバー関数が異なる要因といたしましては、褶曲構造の影響ということになりますけれども、上部寺泊層と下部寺泊層の境界面には、ちょうど直下付近において高低差がございまして、到来方向によって波が伝播してくる伝播経路上の層境界の深さが異なることによって、ここの境界面で生成されるPS変換波の差異によってレシーバー関数の性状が変化しているのではないかと考えられます。

一方、その上の椎谷層と上部寺泊層の境界面についても、ここにも高低差はあるのですが、ここはPS検層結果からS波速度に明瞭な差は認められませんが、同定した地下構造モデルでも両者のS波速度には大きな差がないということでございます。

これらの影響を確認するためということで、到来方向によって伝播経路上の上部寺泊層と下部寺泊層の境界面深さが変化するというのを、これを1次元地下構造モデルに反映させた場合というのを仮定いたしまして、その仮定をしたモデル計算を行ったということでございます。その深さについては、お示ししている2次元地下構造モデルを参考に、標高を-1,500m~-2,000mの範囲で変化をさせて検討を行ってございます。

P波部H/Vとレシーバー関数への影響を確認するとともに、仮定しました1次元地下構造モデルの伝達関数に与える影響についても併せて確認を行っているということでございます。

荒浜側については、到来方向によりレシーバー関数の特徴が大きく異なるという傾向は見られなかったというのは、先ほど御説明したとおりでございまして、それが2次元断面の地質構造で大きな高低差がないということと対応しているというのは、これは別途確認をしてございます。

続いて、40ページをお願いいたします。こちらから結果をお示ししてございますけれども、境界面の深さを変化させますと、レシーバー関数の1秒付近に見られるピークの出現時間、こちらが前後に大きく変化することが確認されてございます。また、P波部H/Vの2Hz~3Hzの間に見られるピークの形状も変化することが確認されました。

特に、境界面の深さを浅くしたケース、こちらではレシーバー関数のピークの出現時間が早くなりまして、これは領域b~cから到来する波で見られた0.6秒付近のピークの出現時間に近づく傾向でございまして、

これらのことから、上部寺泊層と下部寺泊層の境界面の深さが波の到来方向によって変化することによって、観測されたレシーバー関数に比較的大きなばらつきが生じた可能性が考えられるということでございます。

一方、これらのケースにおきます地震基盤相当から解放基盤表面までの仮定したモデルの理論伝達関数は確認しますと、これはほぼ同じでございますして、この境界深さの設定が増幅特定に与える影響はほとんどないということを確認してございます。このことは既許可で観測記録の分析を行っておりますけれども、大湊側では褶曲構造による到来方向による特異な増幅特性が見られないといったこととも整合しているというふうに考えてございます。

次の41ページをお願いいたします。こちらには実施しましたパラメータスタディの全結果を観測記録と大深度モデルの理論値との比較ということでお示しをしております。

P波部H/Vの2Hz～3Hzの間のピークの周波数の違いですとか、レシーバー関数の0.6秒付近や1秒付近のピークの時間の違いについては、入射角に加えまして境界面の深さが到来方向により変化することの影響を考慮したパラメータスタディによりまして、定性的な傾向としては再現ができているものというふうに考えてございます。

次の42ページをお願いいたします。こちらではこの特徴が異なるレシーバー関数に対して、もう一方、フォワードで試行錯誤的にモデルの検討を行いまして、地盤増幅特性の影響をもう少し定量的に確認するというこのことを試みました。

検討につきましては、逆解析により同定した地下構造モデル、大深度モデルのほうを基にしまして、レシーバー関数の特徴が異なっていて、かつ、観測記録を整理した際のばらつきが領域の中で小さかった領域cのレシーバー関数を対象としまして、これと整合するモデルを検討したというものでございます。

検討については、まず、層圧につきましては、パラメータスタディの結果を踏まえまして2次元地下構造モデルを参考に検討をしまして、併せて速度についても逆解析を行った際の探索範囲を基に検討を加えているというものでございます。

減衰については、変更を行ってございません。

こういった条件で試行錯誤的に検討したモデルの設定がお示ししている左下になりまして、その場合のレシーバー関数の再現の状況を右側にお示ししているというものでございます。

特徴として見られていた0.6秒付近と1.5秒付近のピーク、これを再現しまして、P波部

H/Vについても概ね再現できているというふうに考えてございます。

この場合にこのモデルの地震基盤相当から解放基盤表面までの伝達関数を確認しますと、これはもとの大深度モデルによるものとほぼ同じということ、こちらを確認できているということ、到来方向による増幅特性の影響がないということ、よりもう一方定量的に確認をすることができたというふうに考えてございます。

続いて、43ページで、ここまでの検討を整理したものでございます。

荒浜側では、入射角を変化させた場合に生じる傾向と整合しているということで、主に入射角の影響により違いが生じるものというふうに考えられまして、到来方向により特徴が大きく異なる傾向は見られなかったということです。

大湊側につきましては、入射角を変化させた場合に生じる傾向だけでは、これは説明できないということで、入射角以外にも影響を受けて違いが生じているものと考えまして、到来方向により特徴が異なる傾向が見られました。

到来方向による影響につきましては、上部寺泊層と下部寺泊層の境界面の深さを変化させたパラメータスタディを行いまして、観測記録に見られた特徴を定性的に再現することができてございます。一方で、境界面の深さの変化が地下構造モデルの増幅特性に与える影響は、これはほとんどないということ、併せて確認してございまして、また、ターゲットと異なる特徴を再現するモデルを試行錯誤的に設定して検討しました結果、こちらも到来方向による増幅特性への影響がないことを確認してございます。

以上の分析を踏まえまして、逆解析のターゲットに用いる観測記録の代表性ということに関しては、改めて考察を行いまして、まず、入射角によりまして観測記録に違いが生じるということについては、これは入射角が類似する地震群をターゲットに用いることで、敷地の地下構造を代表すると見なすことができるモデルを同定できるものというふうに考えられます。入射角が異なる地震群により観測記録をスタッキングしてターゲットとして用いた場合には、抽出すべきピークが明瞭でなくなることによりまして、敷地の地下構造の特徴が適切に反映されない可能性があるというふうに考えてございます。

次に、到来方向によりまして観測記録に違いが生じるということにつきましては、これは同じ到来方向の地震群をターゲットに用いた上で、特徴の異なる到来方向の地震群に対する分析ですとか、ほかの調査との検証を加えまして、敷地の地下構造を代表すると見なすことができるモデルを同定できるものというふうに考えまして、モデルを同定できるものとしては、特徴の異なる観測記録を踏まえたパラメータスタディと、それから試行錯誤

的に設定したモデルによる検証によりまして、増幅特性には影響しないことを確認しまして、さらに、PS検層結果ですとか、2次元地下構造モデルの速度構造との整合も検証しているというものでございます。

以上、したがいまして、今回同定した地下構造モデルにつきましては、荒浜側、大湊側ともに、標準応答スペクトルの評価に用いる上で、敷地の増幅特性を代表すると見なすことができる1次元地下構造モデルであるというふうに、我々として考えているものでございます。

ターゲットの部分につきましては、以上でございまして、続いて三つ目のコメントに移りまして、コーダ部H/Vスペクトル比について、逆解析では1次ピーク周波数を重視してフィッティングさせていることの考え方を説明することということでございまして、45ページのほうをお願いいたします。こちらに考え方を整理してございます。

地下構造モデルの逆解析におきましては、表面波であるコーダ部はP波部よりも、より低周波側を参照できるということで、深部の速度構造を拘束できるという利点がございまずので、ターゲットとして用いているということでございます。

本検討でやっていることといたしましては、コーダ部は低周波側の1次ピーク周波数のみをフィッティングすることで深部の速度構造を拘束しまして、それ以浅の構造は実体波であるP波部の再現を重視して地下構造モデルを推定しているということでございます。

本検討と同様の考え方によりまして、1次ピーク周波数のみをフィッティングさせている知見としましては、梅田ほか(2018)というものがございまして、左下にございまずとおり、コーダ部H/Vスペクトル比については、1次ピークの周波数のみを合わせることにしまして、振幅については逆解析の対象とはしてございませぬ。KiK-net益城の地震基盤までの地下構造モデルを推定しまして、その妥当性が確認されているというものでございます。

また、今回の逆解析におきましては、1次モードまで考慮した理論値、こちらを用いてございまずが、5次モードまで考慮した理論値との比較も行いました結果、5次モードの影響は大きくないということも確認を併せてしてございまず。本検討ではコーダ部は1次ピーク周波数をフィッティングさせて用いているということでございまして、その1次ピーク周波数につきましては、1次モードまで考慮した理論値と5次モードまで考慮した理論値で変化しないということも確認してございまずので、したがって、逆解析の結果にこちらが影響しないということも確認しているということでございます。

こちらも以上、コーダ部の考え方につきましては、1次ピーク周波数のみをフィッティ

ングすることで深部の速度構造を拘束しまして、それ以浅は実体波であるP波部をより再現するという事で、適切な地下構造モデルが評価できているものと考えているという事でございます。

地下構造モデルの逆解析に係るコメントにつきましては、御説明は以上でございまして。

続いて、4点目のコメントでございます。地下構造モデルの妥当性に関して、荒浜側の水平方向の伝達関数については、モデルの理論値が大深度観測点から標高-400mの区間で観測記録を下回る傾向にあることに対する要因の分析を示すこととございまして、59ページをお願いいたします。

ここでは一部の区間においては理論値が観測記録を下回る傾向があるものの、モデル全体の増幅特性としては過小評価とはなっていないことを確認することを目的として、地震基盤から解放基盤表面までを含む浅部までに区間を拡大しまして、伝達関数の比較というのを検討してございます。

検討の手順といたしましては、荒浜側及び大湊側の大深度地震観測記録と、その一つ上、標高-300m~-400mの深部の観測記録、こちらの計4点を使いまして、地震基盤波の推定というのを行いまして、地震基盤波を基準としまして解放基盤表面以浅の観測記録との伝達関数を算定いたしております。

これと地下構造モデルによる理論伝達関数との比較を行いまして、モデルの妥当性を検証したというものでございます。

対象とした地震につきましては、荒浜側、大湊側で共通して大深度地震観測記録が得られている3地震を用いてございます。

続いて、60ページをお願いいたします。こちらに結果をお示ししてございますが、御指摘のございました荒浜側の大深度観測点から推定した地震基盤波を用いた場合について、左から2番目になりますけれども、こちらを用いた場合には、荒浜側及び大湊側ともに、モデルの理論伝達関数が観測記録の伝達関数をやや下回る傾向にあるということで、荒浜側の大深度地震観測点付近の一部の区間については、モデルのほうを観測記録よりもやや大きめの傾向となっていることが要因として考えられます。

一方で、荒浜側の大深度観測点以外のほかの3観測点から推定しました地震基盤波を用いた場合には、これは荒浜側、大湊側ともに、モデルの理論伝達関数と観測記録の伝達関数はよく整合することが確認できてございます。

したがいまして、地震基盤から解放基盤表面までのモデル全体としましては、モデルの理論伝達関数と観測記録の伝達関数はよく整合してございますので、荒浜側の大深度モデルが過小評価になっているものではないというように考えてございます。

次の61ページのほうに、荒浜側について各区間に分割しまして詳細に確認しましたものをお示ししてございます。

前回御指摘いただきましたのは、下から2段目の標高-1,017m～標高-400mの区間でモデルが観測を下回っているのではないかとということでございましたが、今回、地震基盤までの検討を追加いたしました結果、その下の地震基盤から標高-1,017mまでの区間におきましては、これは反対にモデルが観測を上回るような傾向にございまして、先ほど申し上げましたとおり、大深度観測点の標高-1,017m付近では、モデルのほうやや大きめになっていることが考えられるということでございます。

ただ、モデル全体で見ますと、一番上の段に先ほどと同じものをお示ししてございますけれども、よく一致しているということでございますので、モデル全体としましては、荒浜側も大湊側も深部から観測記録と整合するモデルとすることができているものというふうに考えてございます。

続きまして、五つ目のコメントでございまして、地下構造モデルの妥当性に関しまして、既往の知見を確認・整理しまして、設定したモデルとの比較検討を示すこと。特に、深部の地下構造モデルに関して参考となる知見を確認し、説明性を向上させることということでございまして、63ページをお願いいたします。

こちらで検証に用いました既往の知見及び既許可における検討を整理してございます。

まず、速度構造に関してでございますが、こちらは既許可におきまして微動アレイ観測、それから敷地内で実施している水平アレイ地震観測、これらに基づいて地下構造モデルの検討を行ってございますので、これらとの比較を行いまして、整合性を確認することによって妥当性を検証してございます。

詳細につきましては、次の64ページに微動アレイ観測の位相速度との比較、それから、65ページに微動アレイ観測及び水平アレイ観測に基づく速度構造との比較をお示ししてございます。いずれも既往の調査・検討と概ね整合しているということを確認しているものでございます。

また、63ページのほう、すみません、戻っていただきまして、減衰構造のほうにつきましては、まず、速度構造と同様に既許可で検討いたしました水平アレイ観測点の地下構造

モデルのQ値との比較を行ってございます。

そのほかに、既往の知見を参照いたしまして今回のモデルにおきます地震基盤以浅のQ値、それから地震基盤のQ値ということで分けまして、それぞれ地盤特性、伝播経路特性のQ値との比較を行いまして、その対応関係を確認することによって妥当性を検証しているということでございます。

詳細は66ページにお示ししてありますので、御覧いただきまして、左側のこれは既許可で検討いたしました水平アレイ観測地点のQ値との比較、それから右側は武村ほか(1993)によります岩盤のQ値との比較ということでございまして、いずれも今回のモデルの設定が既往の知見のQ値の幅の中に含まれる関係にあるということを確認してございます。

次の67ページでは、佐藤ほか(2006)によります、こちらも岩盤の、こちらは減衰定数で整理されてございますけれども、こちらも同様の関係であることを確認してございます。

続いて、68ページです。さらに深部の知見ということでございまして、伝播経路特性のQ値に関する知見を参照いたしまして、その際にモデルの地震基盤のQ値については伝播経路特性のQ値と比較をしまして、既往の知見の幅の中に含まれる関係にあることの確認を行ってございます。

一方、それ以浅につきましては、伝播のQ値とは直接比較できませんけれども、より浅く速度の小さい層ほどQ値は小さくなる傾向にございますので、伝播のQ値の下限との対応、下限と同等、もしくはそれより小さいQ値となりまして、この下限値と対応した関係にあるかということの確認を行ってございます。

詳細は69ページ以降になりますけれども、69ページには、天池ほか(2006)による全国の知見、それから70ページと71ページにつきましては、敷地周辺における知見ということでお示ししてございますけれども、いずれの知見との比較におきましても、モデルの地震基盤のQ値は既往の知見の伝播のQ値の幅の中に含まれる関係にあること。それから、モデルの地震基盤より浅い部分のQ値は、既往の知見の伝播のQ値の下限値と対応した関係にあるということが確認できてございます。

以上確認いたしましたとおり、既往の知見との比較によりましても、深部まで含めて、今回の大深度モデルの妥当性を検証しているということでございます。

続いて、六つ目のコメントでございます。地下構造モデルの妥当性に関して、大湊側の統計的グリーン関数法によるシミュレーション結果については、中越地震と中越沖地震で観測記録との大小関係が異なることに対する分析を示すことということでございまして、

78ページをお願いいたします。

前回の会合でいただきました御指摘を踏まえまして、大湊側のSGFによるシミュレーション結果と観測記録の大小関係を改めてこちらに整理してございます。

まず、SGFモデルを用いた場合の結果につきましては、中越地震では観測記録よりも大きめの傾向、中越沖地震では観測記録とよく整合していたということでございまして、これを今回の大深度モデルを用いました場合には、全体にSGFモデルのほうが大深度モデルよりも結果が大きい傾向ということでございましたので、その結果、観測記録との対応という観点では、中越地震では観測記録よりまだやや大きめの傾向ということでございましたが、中越沖地震では観測記録よりやや小さめの傾向になっているということでございます。

これらを踏まえまして、2点分析を行ってございます。

まず、1点目ですが、もともと中越地震のSGFによる結果が観測よりも大きめの傾向ということがございましたので、どこでそのような差が出ているのかと。それが地下構造モデルの妥当性に影響があるのかということで確認を行ってございます。

それから、もう1点、大深度モデルによる中越沖の結果は観測記録よりやや小さめということで、過小なのではないかということもございまして、これについての確認を行いました。

この要因につきましては、地下構造モデルですとか、伝播経路特性のQ値ですとか、 f_{\max} ですとか、複数の可能性が考えられるところではございますけれども、ここでは短周期側で観測記録よりも小さめの傾向が見られたということ踏まえまして、 f_{\max} による短周期側の補正の影響についての確認を行ってございます。

この目的といたしましては、 f_{\max} に含まれます震源及び地盤等の影響を仮に考慮しない場合の計算を行いまして、その結果が観測記録に対して過小とはならないことで、大深度モデルの増幅特性が過小評価になっているものではないことを確認するひとつの検討になるものと考えたということでございます。

79ページ、お願いいたします。まずは中越地震でSGFが観測記録より大きめの傾向となることの分析ということで、SGFの結果と観測記録との差異を詳細に確認いたしましたところ、SGFの結果は、SGFモデル及び大深度モデル両方ともに紫の三角でお示ししております0.1秒～0.3秒程度の周期帯において観測記録とEGFの結果とやや乖離をしております、大きくなっているということでございます。このことがこの周期帯よりも短周期側の

応答スペクトルのレベルを持ち上げるような影響を与えているということでございまして、これによりまして、全体的に応答スペクトルが観測記録よりも大きめの傾向となったものというふうに考えてございます。

したがいまして、中越地震のシミュレーションにおきましては一部の周期帯でSGFの結果が観測記録よりもやや大きくなっているということでございますけれども、特定の領域からの増幅などの影響によって、中越地震と中越沖地震でSGFの結果と観測記録の大小関係にも違いが生じているものではないかということでございますので、地下構造モデルの妥当性の確認という観点では、中越地震のSGFの結果が観測記録よりも大きめの傾向となっていることの影響はないものというふうに分析をしております。

次に80ページでございますけれども、中越沖地震におきましては、真ん中の①の結果のほうで観測記録よりもやや小さめの傾向が見られたということで、 f_{max} に含まれる震源及び地盤等の影響を仮に考慮しない場合の計算を行いまして、②の結果と観測記録を比較いたしました。

②の結果が観測記録に対して過小とはならないことで、大深度モデルの増幅特性が過小評価となっているものではないことを確認するひとつの検討となるものというふうに考えたということでございます。

続いて、81ページをお願いいたします。こちらは結果でございまして、まず、中越沖地震についてでございますが、仮に f_{max} を考慮しない場合を検討した結果を、これまでお示ししました結果に加える形で点線でお示ししておりますが、大深度モデルでの結果が赤の点線でございますけれども、そちらを御覧いただきますと、特に観測記録より小さめの傾向が見られておりましたUD方向、こちらを含めまして観測記録に対して過小とはならないということを確認いたしてございます。

同様に82ページには、中越地震のほうにつきましても、同じように仮に f_{max} を考慮しない場合の検討をした結果をお示ししてございます。

こちら結果は同様でございまして、観測記録に対して過小とはならないことを確認してございます。

また、 f_{max} を考慮しない場合の検討を行った結果につきましても、いずれも短周期側では観測記録より大きな傾向にございまして、中越地震と中越沖地震で同様の傾向にあるということも確認しているものでございます。

SGFに関しては以上でございまして。

続いて、七つ目のコメントでございます。はぎとり地盤モデルについて、解放基盤表面のS波速度が保守的に設定されていることを確認するために、大深度モデルのS波速度を用いた場合のはぎとり波を算定して示すことということでございまして、123ページをお願いいたします。

はぎとり地盤モデルの標高-250m以深につきまして、2ケースの検討を行ってございます。一つ目としましては、今回の大深度モデルの逆解析で同定の対象としました深さが標高-250m以深としてございましたので、それ以深を大深度モデルの $V_s=997\text{m/s}$ のほうに置き換えたケース、それから、もう1点、二つ目としまして、このモデルとしましては解放基盤表面から地震基盤までの地下構造モデルとして設定している大深度モデルとの連続性を踏まえまして、解放基盤の標高-284m以深をこの大深度モデルの $V_s=997\text{m/s}$ の層に置き換えたケースということで検討してございます。

結果は下にお示ししてございますけれども、黒が元のはぎとり地盤モデルのケース、それから、赤が今回確認を行いました検討ケースということでございますけれども、いずれのケースでも、はぎとり波の応答スペクトルはほぼ変わりませんで、元のはぎとり地盤モデルのほうが大深度モデルの層に置き換えた場合を僅かに上回るということを確認できてございますので、はぎとり波の評価としては保守的な評価となることを確認したものでございます。

最後に、コメントへの回答ではございませんが、前回会合より追加で1点、検討を加えてございますので、127ページのほうをお願いいたします。

補足の4ということでございまして、ここではこれまで評価でお示ししておりました一様乱数の位相とは別の時刻歴波形を作成しまして、追加の検討を行ってございます。異なる方向による時刻歴波形ということで、観測記録の位相を用いて時刻歴波形を作成いたしまして、具体的には、柏崎におきましては中越沖地震の観測記録がございまして、これにも基づきまして標準応答スペクトルに適合する波形を作成して、解放基盤表面での応答スペクトルの評価を行っているということでございます。

評価結果は次の128ページ以降でお示しをしておりますけれども、結果は元の結果、一様乱数の位相を用いた時刻歴波形による結果とほぼ変わらないということを確認してございます。

また、既許可の基準地震動に包絡される関係につきましても、これも元の評価結果と全く変化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。

御説明につきましては、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、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。

谷さん。

○谷審査官 原子力規制庁、地震・津波審査部門の谷です。説明、ありがとうございます。

私のほうからは地下構造モデルの妥当性ということでコメントさせていただきます。

柏崎刈羽のサイトというのが15ページですね、既許可申請時には経験的グリーン関数法を用いて敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の断層モデル法の評価を行っているということで、その評価には1次元地下構造モデルを要さなかったといった経緯があります。

そこで、東京電力は標準応答スペクトルの検討に当たって解放基盤表面への地震波の伝播特性を1次元地下構造モデルを用いて評価できるとして、標準応答スペクトルの検討のためのそのために最新のデータも活用して新たな地下構造モデルを設定しているといったこれまでの説明です。

だから、これまで2回、会合を行っていますけど、これまでの審議内容としては、この新しい地下構造モデルが標準応答スペクトルの検討に限ったものであるということを前提として、特に地震基盤相当面から解放基盤までの地下構造モデルの妥当性が十分に示しているのかといったこと、そういったことを確認してきました。

それで、今回の説明を踏まえて、地下構造モデルの妥当性に関して設定方法についてということと、設定したモデルの妥当性、そういった内容、あと、既許可評価との関係についてということで説明がありましたので、こちらの判断を順にコメントしていきたいと思っています。

地下構造モデル作成に用いた手順、手法についてなんですけど、1ページのコメントです。前回の会合では、No.1から3にコメントしていますけれども、同定解析、逆解析に用いる地震観測記録の選定について、あるいは同定解析の考え方が適切であるのかといったことを説明するようにコメントしたものです。

それで、これに対して、先ほど説明がありましたけど、21ページだとか29ページに同定解析に用いる地震観測記録について具体的な抽出条件と、その理由といった考え方が説明されています。

また、同定解析に用いる観測記録と全体の観測記録で幾つか傾向が違うところが認められていたということについて説明が行われていて、その要因についても地震波の入射角や

到来方向についての分析が行われているということです。

例えば、39ページ、40ページなのですが、大湊側のレシーバー関数として選定した記録と全体の観測記録として特徴が違うもの、この理由は到来方向別に特徴の差異が生じていて、それが3次元的な地質構造によるものであると。ただ、この3次元的な地質構造、地質境界の深度を変えたとしても、そういった差異があったとしても、1次元地下構造モデルでは伝達関数自体は変わらないといった説明かと思います。

こういった分析が確認できて、地盤同定に用いる観測記録の選定というのは妥当であると考えています。

あとは45ページに、コーダ部のH/Vスペクトル比のフィッティングの考え方、これについても詳しく説明が行われています。高次モードの考慮をしても影響がないといった説明も確認しました。

こういった今回の説明により、新しい地下構造モデルの設定は、手法も妥当ですし、ターゲットとして選定した観測記録も説明性がある。よって、適正な手順で地下構造モデルを設定していると考えています。

続いては、では設定した地下構造モデルが妥当なのかどうなのかということなんですけど、また、1ページに戻っていただいて、前回会合でコメント4からコメント6のような説明を求めています。

これは主に観測記録とモデルを使った計算で差異が生じているようなところについて、少し深掘りした分析、説明といったことを求めているような内容になっています。

コメント4では、観測記録の伝達関数とモデルの理論値の差異があることについての分析です。

コメント6については、観測記録と地震動シミュレーションの差異についての分析を求めたものです。

先ほど、詳しく説明がありましたけれども、コメントに対しての要因の分析、考察というのが行われていると。観測記録との差異というものが説明できているということを確認しました。

あとはコメント5なんですけど、これは既往の知見との対応ということで、既往の知見を整理されている、63ページ以降、こういった既往の知見も整理した上で、速度構造、減衰構造が既往の知見や調査結果と整合的であるといった説明も確認いたしました。こういった確認によって、新しく構築した地下構造モデルというのは、一つ目は速度構造につい

ては観測記録との整合性があるということ、二つ目は大深度観測記録を含めた地震観測記録の伝達関数を説明するのに妥当な地下構造モデルになっているということ、三つ目は深部まで含めた地盤の減衰構造については既往知見などと概ね整合的であると言えるということ。ということが確認できましたので、これらのことから、標準応答スペクトルの評価に用いるのに妥当な地下構造モデルが設定されているというふうに考えています。

続いてですけれども、これは前回会合で確認していることではありませんけれども、新しい地下構造モデルを設定したこと、設定したことに関わる部分の既許可評価への影響というのが確認していて、そういった説明も、前回の会合でもありました。新しい地下構造モデルが設定されたこと自体によって、既許可の評価結果が変わるようなものではないといったことが確認できました。

具体的に言うと次の3点ですけど、一つ目は117ページ以降、大湊側で設定している基準地震動Ss-8、これは2004年留萌支庁南部地震を考慮した地震動なんですけれども、新しい地下構造モデルを使っても、最終の評価結果へは影響がないこと。こういったことが確認できました。荒浜側についても、影響がないといった説明が行われています。

あとは、二つ目は73ページ以降、既許可申請では経験的グリーン関数法で評価している地震動について、そのレベル感を統計的グリーン関数法で確認しているということについてなんですけど、それを新しい地下構造モデルでも統計的グリーン関数法で計算した結果というのが示されていると。既許可申請で説明していたことと傾向が同様であるということが示されています。

最後なんですけど、今回の地下構造モデルというのは、121ページからですね、荒浜側の解放基盤表面で既許可のはざとりモデルと速度値が異なっていることについて、はざとり波への影響がないのかという点についても、影響がないことが確認できました。

123ページでは、先ほど説明がありましたけど、具体的な比較結果も提示されているといったことで確認しました。

それで、先ほどからのコメント内容なんですけれども、今回設定した地下構造モデルは、妥当な地下構造モデルであると。そして、地下構造モデルが設定されたこと自体により、既許可評価の内容が変わるようなものではありません。ですから、今回設定した地下構造モデルを用いれば、標準応答スペクトルの解放基盤表面までの伝播特性を考慮した応答スペクトルを評価できるということ。その評価結果と既許可の基準地震動との比較を行うことで、基準地震動の変更の可否を判断できるということは理解いたしました。

私のコメントは以上なのですが、説明が分かりましたというコメントなので、特に回答は不要です。

○石渡委員 特に、回答は不要ということです。

ほかにございますか。

どうぞ。内藤さん。

○内藤調整官 規制庁、調整官の内藤です。

今、谷のほうから、解放基盤表面の地震動を作るための地下構造モデルということの妥当性については理解をしましたということをコメントしましたが、私のほうからは、じゃあ、その地下構造モデルを使った上で、解放基盤表面での比較の部分について少しコメントしたいと思います。

まずは、解放基盤表面における応答スペクトルというのを算定するということについてですけれども、今回、東京電力は、一様乱数位相による正弦波の兼ね合わせによる作成した時刻歴波形を、これを地震基盤相当面で作成をした上で、解放基盤表面まで上げるという形をやっております。ここの部分につきましては、87ページ——開かなくても結構ですけれども——というところで、Nodaの方法とか、SI比、その他もろもろ、それをもって作ったSI比等を比較して、満足しているということを確認しているという形ですので、解放基盤表面としてのものについては、適切な手順で行われているということは確認しました。

加えまして、先ほどの説明では、追加でやりましたということで御説明がありましたけれども、複数の波で比較をするという観点から、観測記録の位相を用いた時刻歴波形というものについても、きちんと作成をして、これも基準をというか、考え方、SI比等が満足しているような形で作成しているというのは確認ができましたので、ここの部分については、適切な手順を踏んでいるということが確認できたというふうに考えています。

それを踏まえた、それで作られた解放基盤表面での地震動と基準地震動との比較ということですが、まずは荒浜側についてですけれども、これは109ページですかね。荒浜側については、これは地盤増幅特性を考慮した解放基盤表面における標準応答スペクトルの評価結果、これは赤で描いてあります。ここには描いていないですが、擬似応答スペクトル、129ページのほうが分かりやすいですね。ここには一様乱数で作ったものと観測記録で作ったもの、両方描いております。実線と点線で、赤線で描いてありますけれども、これらについて、水平・鉛直方向ともに既許可の基準地震動Ss-3、この図ではグリーンで引いているものになりますけれども、これで包絡されているということについては確認

できました。

次が大湊側になります。大湊側、これは131ページですかね。大湊側についてなんですけれども、解放基盤表面における標準応答スペクトルの結果というのは、赤の実線と赤の点線で描かれていますけれども、これと青で描かれているSs-1というもののとの比較で、ちょっと我々としては考えています。これを比較していきますと、水平方向の全周期帯、左側ですね、全周期帯と、鉛直方向、右側の図ですけれども、これの大体周期約1.7秒以下のところまでは基準地震動Ss-1、青い線のもので包絡されているということは確認できました。

じゃあ、この1.7秒から先の部分はということなんですけれども、ここは基準地震動Ss-1、レベル感としては、そんなに変わらないですけれども、Ss-1には包絡はされていないという形になります。

ただし、一方で、これは114ページですね。ここに既許可施設の固有周期というものも含めて大湊側のものが描いてございますけれども、この1.7秒、鉛直方向の周期約1.7秒以上については、この周期帯の地震動で影響を受ける既許可設備はないということが説明されていて、そういうことであるということは理解をしました。したがって、既許可施設への影響の観点からは、標準応答スペクトルを基準地震動として追加する必要はないということについては理解をしました。

ここで、もう一度、再確認だけはしておきたいんですけれども、この114ページのところで、このUD（鉛直方向）、約1.7秒から長周期側には規制対象の施設は存在しないことを確認したというふうに書いてありますけど、これは事実としてそうであるということだけはちょっと確認したいんですけど、よろしいですか。

○石渡委員　いかがでしょうか。

どうぞ。

○東京電力（杉本）　東京電力、杉本でございます。

御指摘のとおりでございます。これ、1.7秒以上の鉛直方向の長周期側というところに対して、網羅的に確認を行いまして、規制対象の施設はないということを確認してございます。

以上でございます。

○石渡委員　内藤さん。

○内藤調整官　規制庁、内藤です。

ありがとうございます。分かりました。

ですので、荒浜側、大湊側、それぞれのものについて確認をした結果として、既許可施設、既許可、もう既に下ろしている、設置許可を下ろしている施設の影響の観点からは、基準地震動の変更が不要であるとした評価結果については理解をしました。

ただし、103ページを開いていただきたいんですけども、東京電力の説明として、このページで書いてあるんですけども、全周期帯にわたって、応答スペクトルの最大値、いわゆる包絡スペクトルを下回ることを確認したという形で、比較をして、問題がないという形の、不要であるという判断に使っているんですけども、ここは我々としては「うん」とは言えないということだけは言っておきます。

というのは、Ss-1というのはF-B断層を考慮した地震動、Ss-3というのが長岡平野西縁断層を考慮した地震であって、全く違う断層を念頭に置いた地震動を、それを包絡するからいいんですということは、全然違う波を包絡することについて、設置許可上で、それを包絡した形で皆さんSsを決められているわけでも何でもないので、包絡しているからいいんですということについては、我々としては、それを判断根拠にはできないということについては申し伝えたいと思います。よろしいでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

御指摘の趣旨は承知いたしました。ここは、まずは一番最初に書いた趣旨としましては、この包絡スペクトルに対して、ちょっとでも上回るような周期があれば、もう、すぐSsに追加しなければいけないということは我々も認識していますので、まずはその確認を行って、それは下回っていると。その上で、各Ssとの比較を行ったという流れで記載をさせていただいているところではございますが、今、御指摘いただいた点については、承知をいたしました。

以上でございます。

○石渡委員 内藤さん。

○内藤調整官 規制庁、内藤です。

私からは以上になります。

○石渡委員 今の点は、これはちょっと文章を改めていただくという必要があるということですかね。

内藤さん。

○内藤調整官　ここで、こういう書き方はしていますが、先ほど後ろのページのところで、確認できているということについてはきちんと書かれていますので、直さなければ我々として「うん」と言えないということではないとは考えていますので、そういう扱いでいいかとは思っております。

○石渡委員　ただ、できればやはり誤解は避けたほうがよろしいので、この部分についても、先ほどの趣旨に従ったような文章にさせていただいたほうがよろしいというふうに思いますが、いかがですか。

東京電力さん、どうぞ。

○東京電力（杉本）　東京電力、杉本でございます。

承知いたしました。ここの部分の記載については、改めて提出をさせていただきたいというふうに考えています。

以上です。

○石渡委員　ほかにございますか。

内藤さん。

○内藤調整官　では、東京電力から資料を修正、このページについては修正するということですので、結論としては、先ほどの結論を使っているということですので、事務的に確認をして、確認した内容についてホームページに掲載するという形でよろしいでしょうか。

○石渡委員　私としては、そういうやり方で結構ですけれども。

○内藤調整官　規制庁、内藤です。

では、そういう形で東京電力から修正したものを受け取って、事務局のほうで確認をして、問題がないということを確認した上で、ホームページのほうに掲載をするという形にしたいと思います。

○石渡委員　ほかにございますか。

どうぞ、東京電力。

○東京電力（杉本）　東京電力、杉本でございます。

今の御指摘いただきました点は承知いたしましたので、速やかに修正しまして、提出をさせていただきたいと思います。

以上でございます。

○石渡委員　ほかにございますか。よろしいですか。

今までのコメントについて、東京電力のほうから何かございますか。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

今までの御審議いただいた内容については、承知をいたしました。特に発言はございません。

○石渡委員 それでは、ほかになれば、この辺にしたいと思いますが、よろしいですか。

どうもありがとうございました。

東京電力の柏崎刈羽発電所の標準応答スペクトルの取り入れに関することについて、今日は審議を行ったわけですが、荒浜側につきましては、地盤増幅特性を考慮した解放基盤表面における標準応答スペクトルの評価結果が、水平・鉛直方向、両方とも既許可の基準地震動 S_s-3 の応答スペクトルに包絡されているということを確認しました。

それから、大湊側についてですけれども、これは今問題になったところですが、解放基盤表面における標準応答スペクトルの評価結果が、水平方向の全周期帯及び鉛直方向の周期約1.7秒以下（短周期側）では、基準地震動 S_s-1 に包絡されているということを確認しました。鉛直方向の周期約1.7秒以上では、長周期側ですね、基準地震動 S_s-1 に僅かに包絡されていませんが、この周期帯の地震動で影響を受ける既許可の施設はないということを確認いたしました。

このため、既許可施設への影響の観点からは、標準応答スペクトルに基づく評価結果を基準地震動として追加する必要はないと考えます。したがって、柏崎刈羽原子力発電所については、既許可の基準地震動の変更は不要であるというふうに考えます。

ところで、特重施設の審査が今進んでおりますけれども、これについて何かございますか。

内藤さん。

○内藤調整官 規制庁、内藤です。

今、石渡委員から、既許可のものについては変更が不要であるということの判断をいただきましたけれども、今、申請、既許可以降の新たに造る施設として、6・7号の特重の申請が出てきて、審査を行っている状況にありますので、特重施設において、この標準応答スペクトルに基づいた地震動を基準地震動の中でどう扱うのかということについては、今、継続して行っております審査会合の場で、東京電力としての考え方を整理した上で、説明いただいた上で、その扱いをどうするのかということを確認していきたいというふうに考えます。

○石渡委員 よろしいでしょうか。特重施設について。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

御指摘については承知いたしましたので、対応させていただきたいと思えます。

以上でございます。

○石渡委員 一般論として、今後、新たに建設するような施設がある場合は、その特性に応じて新たに基準地震動を策定する必要がある場合もあるということは、一般論としては、どこの発電所でもそのようになっているというふうに私は理解しております。

特に、ほかに今言っておくべきことがなければ、この辺にいたしますが。

それでは、東京電力については以上といたします。

ここで一旦休憩といたします。再開は1時半、13時30分といたします。

休憩します。

（休憩 東京電力退室 日本原子力研究開発機構入室）

○石渡委員 午後の部を再開いたします。日本原子力研究開発機構から、原子力科学研究所（JRR-3）の評価結果について説明をお願いいたします。

どうぞ。

○日本原子力研究開発機構（山崎） 原子力機構、建設部の山崎です。本日はよろしくお願ひします。

本日は、前回いただいたコメントの趣旨を踏まえまして、JRR-3の地震基盤相当面を既許可の地盤構造モデルで $V_s=2,200\text{m/s}$ 以上である $V_s=2,500\text{m/s}$ とした地震動評価、それから、乱數位相による検討に加えまして、実位相による検討を実施いたしまして、既許可の S_s-D に包絡されることを御説明いたします。

説明は、担当の富永からいたします。

○日本原子力研究開発機構（富永） 建設部の富永と申します。

それでは、資料2、基準地震動に対する標準応答スペクトルの影響検討について御説明させていただきます。

それでは、1ページ目を御覧ください。

今回御説明させていただく内容といたしましては、本編資料の1、2、3、4及び補足資料の1、3について御説明させていただきます。なお、補足資料の2については、過去の審査資料の抜粋でございますので、これについては、説明は省略させていただきます。

それでは、2ページ目を御覧ください。

会合におけるコメントでございますけれども、二つコメントをいただきまして、まず、No.1のコメント内容といたしましては、「地震基盤相当面は $V_s=2,000\text{m/s}$ として実施した地震動評価は、規則の解釈の $V_s=2,200\text{m/s}$ 以上と異なっており見直すこと。」とありますので、我々といたしましては、原子力科学研究所（JRR-3）は、既許可の S_s に包絡されることを確認するため、評価は既許可の内容（地盤構造モデル）に基づき実施いたします。地震基盤相当面の設定についても、G.L.-0.997km位置（ $V_s=2,500\text{m/s}$ ）として地震動評価を実施し、標準応答スペクトルを考慮した地震動が既許可の S_s に包絡されることを確認いたしました。これについては、資料の4ページ～12ページにて御説明させていただきます。

次に、コメント内容No.2でございますけれども、「複数の模擬地震波を作成して応答スペクトルへの影響を確認すること。」とございますので、これについては、模擬波の作成については、「乱数位相による検討」に加えて「実位相による検討」を実施させていただきました。「実位相による検討」にあたっては、敷地地盤の振動特性に起因する位相特性を考慮するため、敷地近傍で発生した地震により得られた敷地観測記録を用いて模擬地震波を作成し、地震動評価を実施いたします。

それでは、4ページ目、御覧ください。

4ページ目でございますけれども、新たに制定された標準応答スペクトルを考慮した地震動と基準地震動 S_s-D との比較を行います。

これを踏まえまして、JRR-3の検討方針といたしましては、標準応答スペクトルに対し、地震基盤相当面から解放基盤表面までの伝播特性を解放基盤表面の応答スペクトルに反映させるとともに、設定された応答スペクトルと基準地震動 S_s-D とを比較し影響を確認いたします。また、地震基盤相当面については、既許可の地盤構造モデルのG.L.-0.997km位置に設定いたしまして、解放基盤表面の地震動を評価いたします。

それでは、7ページ目を御覧ください。

7ページ目については、2021年9月3日の審査会合における再掲でございますけれども、簡単に検討の流れについて御説明をさせていただきます。

まず、検討の流れといたしましては、①で地盤構造モデルの設定、②で地震基盤相当面における標準応答スペクトルに基づく模擬地震波の作成、次に解放基盤表面における地震動を算出し、現行の基準地震動 S_s-D との比較を実施させていただきます。

次に、8ページ目を御覧ください。

8ページ目でございますけれども、地盤構造モデルの設定について御説明させていただきますが、標準応答スペクトルが2,200m/s以上の地層で設定された応答スペクトルでございますので、既許可の地盤構造モデルのG.L.-0.997km位置を地震基盤相当面に設定させていただきます。

図の説明をさせていただきますと、地盤構造モデルがございますが、第6層上面に地震基盤相当面を設定し、第2層の表面に解放基盤表面を設定させていただきました。

次のページ、9ページ目を御覧ください。

地震基盤相当面における標準応答スペクトルに基づく模擬波の作成でございますけれども、模擬地震波は、乱数の位相を持つ正弦波の重ね合わせによって作成するものとし、振幅包絡線の経時的変化については、Noda et al. (2002)の方法に基づき、下記に示す形状とさせていただきます。

また、模擬地震波を見直し、標準応答スペクトルに対する適合度を向上させておりまして、これについては、補足資料1にて御説明させていただきます。

次のページ、10ページ目を御覧ください。

作成した模擬地震波についてですが、目標とする応答スペクトル値に対する模擬地震波の応答スペクトル値の比（応答スペクトル比）が全周期帯で0.85以上、また、応答スペクトル強さの比（SI比）が1.0以上であることを確認させていただきまして、よって、作成した模擬地震波は、日本電気協会に示される適合度の条件を満足していることを確認させていただきました。

次のページ、11ページ目を御覧ください。

ここでは、解放基盤表面における地震動を算出させていただきまして、解放基盤表面における標準応答スペクトルを考慮した地震動の加速度波形を以下に示させていただきます。水平成分の最大加速度は801Gal、鉛直成分の最大加速度は604Galの波形となっております。

次のページ、12ページ目を御覧ください。

解放基盤表面における地震動の比較、基準地震動S_s-Dとの比較ではございますけれども、解放基盤表面における標準応答スペクトルを考慮した地震動と基準地震動S_s-Dを比較しますと、全周期帯で基準地震動S_s-Dに包絡されることを確認させていただきました。

図の説明をいたしますと、基準地震動S_s-Dが黒線、赤線が標準応答スペクトルを考慮した地震動となっております。また、短周期側0.02秒～0.1秒付近の拡大図についても記

載させていただきました。

次のページ、13ページ目を御覧ください。

実位相による検討の検討概要でございますけれども、検討目的といたしましては、地震基盤相当面から解放基盤表面において、地震波の伝播特性には、ばらつきや差異があることが否定できないため、「乱数位相による検討」の他に「実位相による検討」を実施し、基準地震動 S_s -Dとの比較を行います。

検討方法といたしましては、地震観測記録の位相特性には敷地地盤の振動特性に起因する特徴が反映されており、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」を踏まえまして、地震基盤相当面における地震動の位相特性を用いて、解放基盤表面における標準応答スペクトルを考慮した地震動を評価いたします。地震観測記録の位相については、浅部+深部地盤構造モデルを用いて、敷地の解放基盤表面位置の地震観測記録を地震基盤相当面に引き戻した地震観測記録の位相特性を用います。

図の説明をいたしますと、まず、JRR-3の地震観測位置がございます。G.L.-360m位置にですけれども、地震計がございまして、こちらで得られた地震観測記録を地震基盤相当面まで引き戻すということを行います。

次のページ、14ページ目を御覧ください。

実位相による検討における地震観測記録の選定でございますけれども、標準応答スペクトルの作成にあたっては、震源近傍の M_w 5.0~6.6の内陸地殻内地震を対象とされております。

加えて、敷地周辺で発生した M_w 5.0~6.6の内陸地殻内地震について見ますと、茨城県北部（震央距離が約30km）となっております。

それらを考慮いたしまして、今回、JRR-3における実位相による検討においては、敷地近傍の振動特性に起因する特徴を適切に反映させることが必要であると考えまして、内陸地殻内地震のうち、敷地に最も近い位置で発生した観測記録（2011年7月16日（ M_w 3.5, 震源距離14km）とし、この地震観測記録の位相特性を模擬地震波に反映させることといたします。

観測記録の御説明でありますけれども、表に書かれている地震観測記録については、JRR-3から震央距離（約10km）の範囲で、かつ深さ0~20kmの地震観測記録を列挙させていただいております。

左側に震央分布図がございますけれども、黒色のポツがJRR-3でございまして、点線で

囲まれている地震が、No. 1～No. 5の地震観測記録となつてございます。このうち、一番震源距離が近いNo. 1の地震観測記録を、地震観測記録の位相特性を模擬地震波に反映させることといたします。

次のページ、15ページ目を御覧ください。

解放基盤表面位置における地震観測記録でございますけれども、こちらの加速度波形をそれぞれ水平成分と鉛直成分、記載させていただいております。

次のページ、16ページ目を御覧ください。

浅部+深部地盤構造モデルを用いて、とありますけれども、この地盤構造モデルを用いて、解放基盤表面で得られた地震観測記録を地震基盤相当面に引き戻して、地震基盤相当面における地震動を算出いたします。

17ページ目を御覧ください。

地震基盤相当面における地震観測記録でありますけれども、こちらの波形を記載させていただいております。

次のページ、18ページ目を御覧ください。

実位相における検討の模擬波の作成結果でありますけれども、模擬地震波は、地震基盤相当面における地震観測記録（2011年7月16日）の位相特性を用いて作成させていただきまして、水平成分と鉛直成分の加速度波形を記載させていただいております。

19ページ目を御覧ください。

作成した模擬地震波についてですが、乱数位相による検討でも御説明をさせていただいた適合度の条件を満足することを確認させていただきました。

次のページ、20ページ目を御覧ください。

解放基盤表面における地震動でございますけれども、実位相における加速度波形について記載させていただいております。水平成分は806Gal、鉛直成分は603Galの波形となっております。

21ページ目を御覧ください。

解放基盤表面における地震動の比較でございますけれども、既許可の基準地震動Ss-Dと解放基盤表面における標準応答スペクトルを考慮した地震動の応答スペクトルを記載させていただいております。

黒線が基準地震動、赤線が乱数位相による検討で検討した応答スペクトル、青色の線は実位相による検討で算出した応答スペクトルとなっております。

短周期側の拡大図についても、0.02秒～0.05秒の拡大図についても記載させていただいておまして、これらの水平成分と鉛直成分の結果を見ますと、標準応答スペクトルを考慮した地震動は、全周期帯で基準地震動 S_s -Dに包絡されることを確認させていただきました。

次のページ、22ページ目を御覧ください。

まとめでございますけれども、JRR-3については、新たに規定された標準応答スペクトルを考慮した地震動と既許可の基準地震動 S_s -Dとを比較いたしました。

標準応答スペクトルはせん断波速度 $V_s=2,200\text{m/s}$ 以上の地震基盤相当面で定義されておりまして、JRR-3の地震基盤相当面は、既許可の地盤構造モデルのG.L. - 0.997kmに設定いたしました。

地震基盤相当面から解放基盤表面までの地震波の伝播特性を解放基盤表面における標準応答スペクトルを考慮した地震動に反映させました。

評価内容といたしましては、「乱数位相による検討」と「実位相による検討」を実施させていただきまして、この結果を踏まえますと、解放基盤表面における標準応答スペクトルを考慮した地震動は、基準地震動 S_s -Dに包絡されることを確認いたしました。

よって、基準地震動の変更は不要であると判断させていただきました。

本編資料の説明については以上です。

次に、補足資料1について御説明させていただきますので、25ページ目を御覧ください。

標準応答スペクトルに対する模擬地震波の応答スペクトル比でありますけれども、「乱数位相による検討」における模擬地震波について、耐震評価に関係する短周期側の応答スペクトル比の適合度を向上させるため、模擬地震波を見直いたしました。

資料については、51ページ目を御覧ください。

こちらでは、基準地震動 S_s -Dとの比較（加速度応答スペクトル）でございますけれども、頁21ページ目の応答スペクトルを加速度応答スペクトルとした図となっております。

資料2の御説明は以上となります。

○石渡委員 補足資料の説明も、これで全部ですね。

○日本原子力研究開発機構（富永） はい。

○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、大井さん。

○大井専門職 原子力規制庁の大井です。

御説明ありがとうございました。

私のほうからのコメントですが、2ページをお願いいたします。前回会合におけるコメントがまとめられておりますが、No.1に関する地震基盤相当面の見直しについて、及びNo.2である複数の手法による地震動評価による応答スペクトルへの影響を確認することとということに対して、大きく2点の観点においてコメントをさせていただきます。

まず、1点目の地震基盤相当面の見直しに関してですが、これは前回の会合において事業者は既許可の地盤モデルを用いてせん断波速度 ($V_s=2,000\text{m/s}$) の層上面に地震基盤相当面を設定し、地震動評価を実施していました。これに対して、地震基盤相当面というのは、規則解釈において $V_s=2,200\text{m/s}$ 以上の地層と定義されていることから、地震基盤相当面を見直した上で、改めて地震動評価を実施するようというふうに求めておりました。

それに対して、事業者の今日の回答ですけど、8ページをお願いいたします。8ページにおいて、既許可の地盤構造モデルが表で示されていますが、この層番号で言うと6番の $V_s=2,500\text{m/s}$ の層上面である G. L. -0.997km 位置に地震基盤相当面を見直しており、この地震基盤相当面の設定というのは、規則解釈の定義である $V_s=2,200\text{m/s}$ 以上の地層を満足しているということを確認しました。

一つ目の地震基盤相当面の設定につきましては、以上でして、確認したという内容ですので、引き続き、二つ目の複数の手法による地震動評価につきましては、コメントに移らせていただきます。

資料は、もう一度2ページに戻っていただけますでしょうか。2ページの右下の回答概要のところになりますが、事業者は、今回、「乱数位相による検討」に加えて、実観測記録を整理して「実位相による検討」を実施してきております。

まず、乱数位相による検討につきましては、10ページをお願いいたします。今回、乱数位相を持つ正弦波の重ね合わせによって作成する模擬地震波というのは、前回会合から見直されているものの、10ページにありますように、応答スペクトル値の比だったり、SI比というのが日本電気協会(2015)での適合度を満足した模擬地震波であること、並びに地震動評価についても、その模擬地震波を地震基盤相当面に入力して、解放基盤表面まで引き上げるという手法で地震動を評価していること。これを確認できました。

続きまして、実位相による検討についてですが、資料の13ページをお願いいたします。資料の13ページから、実位相による検討ですが、こちらも前回の会合での指摘を踏まえて、事業者は、この検討目的というところですが、目的として、複数の手法により模擬地震波

の伝播特性にばらつきや差異がないこと、これを確認することを目的、そして地震動評価を行っていること。これをまず確認しました。

続いて、14ページは、その際、位相として用いた地震記録の選定についてですが、事業者は、敷地近傍の内陸地殻内地震の記録を整理した上で、3ポツに明記されていますが、敷地地盤の振動特性に起因する特徴を適切に反映させることが必要と考えた上で、敷地に最も近い地震記録、ここでは表のNo.1ですが、2011年7月16日の内陸地殻内地震を選定していることをまず確認しました。

その後、15ページ以降が、実位相の記録の位相特性を用いて作成する模擬地震波の手法が書かれていて――20ページをお願いします――この実位相による検討については、乱数位相の検討と同様に、地盤の伝播特性を考慮した地震動評価を実施していること。これも確認できました。

最終的に、21ページになりますが、乱数位相による検討及び実位相による検討の解放基盤表面における応答スペクトルの結果というのが、基準地震動 S_s-D の水平方向及び鉛直方向ともに、全周期帯で包絡されていること。これも、こちらとしても確認できたということです。

以上により、JRR-3の基準地震動というのは変更は不要であるという――22ページですが――事業者の考えというのも確認できました。

私からは以上となります。

○石渡委員 確認ができましたというコメントなので、特にないかとは思いますが、何かJRR-3、JAEAのほうからございますか。特によろしいですか。

ほかに何かございますか。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。

原子力科学研究所（JRR-3）につきましては、標準応答スペクトルを考慮した地震動を評価した結果が基準地震動 S_s-D の水平・鉛直方向ともに全周期帯で包絡されているということから、既許可の基準地震動の変更は不要であると考えます。

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会合につきましては、本日で全ての審議が終了しましたので、今日の会合をもちまして終了とい

たします。

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9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等の要否に係る会合を閉会いたします。