

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3回

令和3年7月2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3回 議事録

1. 日時

令和3年7月2日（金） 10：30～10：59

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

岩田 順一 安全管理調査官

三井 勝仁 上席安全審査官

永井 悟 主任安全審査官

呉 長江 統括技術研究調査官

東北電力 株式会社

羽島 明満 執行役員 発電・販売カンパニー土木建築部長

広谷 浄 発電・販売カンパニー土木建築部 部長

樋口 雅之 発電・販売カンパニー土木建築部 副部長

福士 知司 発電・販売カンパニー土木建築部 課長

熊谷 周治 発電・販売カンパニー土木建築部 原子力建築Gr 主査

河上 晃 原子力本部原子力部 副部長

4. 議題

(1) 東北電力（株）女川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 女川原子力発電所2号炉 基準地震動に対する標準応答スペクトルの影響検討

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3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。

○岩田調査官 事務局の岩田でございます。

本日の会合につきましては、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策への対策を踏まえまして、テレビ会議システムを用いて、会合を実施いたします。また、東京都の不要不急の外出自粛要請も踏まえまして、一般傍聴の受け付けは行ってございませんので、動画配信を御利用ください。

それでは、本日の議題でございますけれども、本年4月26日付で原子力規制委員会から原子力事業者に発出した指示文書に基づきまして、本年5月20日付で東北電力株式会社より提出された女川原子力発電所2号炉の基準地震動の変更が不要であることを説明する文書について、審議を行います。資料は1点でございます。

事務局からは以上でございます。

○石渡委員 よろしければ、このように進めたいと思います。

それでは、議事に入ります。

東北電力から女川原子力発電所の2号炉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。

○東北電力（羽鳥） 東北電力の羽鳥です。

4月の基準改正に伴いまして、震源を特定せず策定する地震動の標準応答スペクトルの影響につきまして、女川発電所の基準地震動の変更が不要である説明文書を5月20日に原子力規制委員会に提出しております。本日はその内容について御説明いたします。

担当の樋口から説明いたします。よろしく願いいたします。

○東北電力（樋口） 東北電力の樋口です。

それでは、資料1について御説明をさせていただきます。

めくっていただきまして、目次になります。本資料の巻末に参考資料をつけてございますが、設置変更許可申請書及び適合性審査での会合資料、及び5月20日に提出しましたSs変更の文書ということで、それを添付してございますが、説明は割愛させていただきます、必要に応じて使うということにさせていただきますと思います。

では、2ページ目ということで、1.検討方針ということですが、上の四角に今回基準の改正に伴いまして定められた標準応答スペクトルの概要が書いてございます。Vs=2.2km/s以上というところに設定されたということでございますが、2ページ目の左下に書いてありますとおり、女川2号の解放基盤表面はVs1.5km/sということでございまして、ここの地盤の差というところを考慮していくということになります。

右下に検討方針が書いてございますが、地盤補正というものが必要になるわけでございますが、標準応答スペクトルのスペクトル形状というところを踏まえた上で基準地震動Ss-D1というものをを用いて、SGFの地下構造モデルを使いまして、応答スペクトル比という観点で検討したということでございます。

詳細につきましては3ページ、4ページ目のほうに移らせていただきます。今ほどお話ししたところの3ページ目の・・・（音声途切れる）・・・概要図が書いてございます。Ssというところは0.P.-8.6mのVs1.5kmのところがございますが、ここの波を地震基盤相当面のVs2.2km/s以上の下まで下降計算してあげると、引き戻し計算してあげるということです。

二つの波ができて、その二つの応答スペクトルというものがありますから、その応答スペクトル比を用いまして地震基盤に設定された標準応答スペクトルに乗算してあげるということによりまして、解放基盤表面同士でSsと比較できるということで、今回検討したということでございます。

ここに用いました地盤モデルというものが4ページ目のほうに書いてございます。・・・（音声途切れる）・・・ございまして、これは女川のSsの断層モデル手法で用いているものと同じものでございます。青い線が解放基盤表面、赤い線が地震基盤ということで、この層厚が34.2mということで非常に薄いということと、あと硬岩サイトでさほど大きなインピーダンスもないというようなところもございまして、非常に地盤増幅率としてはあまりないだろうということが想定されるわけですが、結果としてどういう内容になったかと申しますと、5ページ目になります。

図が4枚ありまして、上段と下段がありますが、左側が水平、右側が鉛直ということで、

下のトリパタイトで見ますと、地震基盤相当面の緑の評価結果に対して①番の基準地震動 S_s -D1が解放基盤ということで、①/②ということでは比を取ってあげましたものが上段の応答スペクトル比になりまして、赤い線になります。ほぼほぼ1という形でございます、凹凸がありましても数%程度のものということでございまして、想定されるような、あまり増幅率のないということが確認できたということでございます。

この5ページに示しました応答スペクトル比を用いまして、地震基盤にあります標準応答スペクトルに乗算した結果が6ページになります。6ページで黒い線が S_s -D1、赤い線が標準応答スペクトルの解放基盤面で評価したものであるということで、 S_s が包絡できている、 S_s に包絡できているということが確認できます。

これをデジタル値で確認したものが7ページになりまして、9ポイント、標準応答スペクトルで定められたコントロールポイントを基にデジタル値で示したものが以下のようになっているということでございます。ここでも包絡が確認できているということでございます。

以上の内容をもちまして、8ページ目がまとめでございますが、地盤の補正を今回の応答スペクトル比という考え方でいまして、 S_s -D1に標準応答スペクトルが包絡されることを確認したということで、 S_s の変更は不要ということで考えたものでございます。

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。

はい、三井さん。

○三井審査官 原子力規制庁の三井です。

御説明ありがとうございます。

私のほうからは、一応確認ということで、資料の3ページをお願いします。3ページのほうで、今回ですね、評価の方針ということで標準応答スペクトルの地震基盤相当面から解放基盤までの地盤補正として、解放基盤面で策定された基準地震動の S_s -D1と地下構造モデルによります地震基盤相当面ということでせん断波速度 V_s が2.2km/sの上面での S_s -D1の引き戻し波との応答スペクトル比を算出したしまして、その応答スペクトル比を今回の標準応答スペクトルに乗ずるということで、その乗じたものを解放基盤面の S_s -D1と比較をするという手法で評価をしたということになっておりまして、その結果が6ページのほうに示してありますとおり、算定された応答スペクトルが S_s -D1の応答スペクトルに全ての

周期帯で包絡がされるということをもちまして、基準地震動の変更が、必要がないと評価をしていることについては確認をさせていただきました。

あと、資料のほうの4ページなんですけども、4ページのほうでは、こちらは既に許可を受けている中で設定されている地下構造モデルを用いて地震波の伝播特性を反映している手法であるということを確認をさせていただきました。

これまでの確認内容、今申し上げた確認内容を踏まえまして、幾つか確認をさせていただきたいと思います。

すみません、また3ページのほうに戻っていただきまして、今回、3ページじゃなくて2ページがいいかな、すみません、2ページをお願いします。

2ページの中の下半分の検討方針の中で、地盤補正をしますというような台詞が記載がございますけども、この地盤補正というのは新規制基準との適合性という観点で確認するんですけども、解釈別記2の中で特性せずの地震動の応答スペクトルの設定について要求されている内容であります、解放基盤までの地震波の伝播特性を必要に応じて反映する、というような要求事項がございますけども、この要求事項を踏まえた地盤補正ということで理解してよろしいかの確認をお願いします。

○石渡委員 いかがですか。どうぞ。

○東北電力（樋口） 東北電力の樋口です。

今、三井さんがおっしゃられたとおりというふうに認識してございまして、今回の、用いた4ページにございますSGFの地下構造モデルということのものを使って適切に評価できているものと。またはそこで応答スペクトル比を用いるということの前提におきまして、34mという薄い地盤または硬岩であること。また、結果としてこういったものの効き方というものも結果として5ページにあるように応答スペクトル比としては非常に小さいもの。こういったことを踏まえれば、今回やった手順というものは、いい成果なんだろうと思っております。

説明は以上です。

○石渡委員 三井さん。

○三井審査官 原子力規制庁の三井です。

私が先ほど申し上げた新規制基準の規定に基づいた評価であるということは確認をさせていただきました。

次の確認として、今回、繰り返しになりますけども、Ss-D1を解放基盤表面から地震基

盤相当面まで引き戻して、その引き戻したものと解放基盤表面との応答スペクトル比を算出した上で標準応答スペクトルに乗じて解放基盤上で比較をするというような手法を取られていますけども、もう一つ考えられる手法としては応答スペクトル自体の模擬地震波を地震基盤相当面に入力した場合に、その場合に得られます解放基盤表面での模擬地震波から求められる応答スペクトルと基準地震動の応答スペクトルとを比較すると。単純に言えば標準応答スペクトルを解放基盤表面まで持ち上げて、基準地震動と比較するというような手法も考えられますけども、こちらの手法を採用しなかった理由というのは何かございますでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。どうぞ。

○東北電力（樋口） 東北電力の樋口でございます。

基本的には今回既往の S_s に包絡できるということがまず基本、あと先ほど申しましたように、女川の今回の地盤というものを考えた場合、また、この層厚というものを考えた場合、非常に応答スペクトル比または増幅率が非常に小さいものということを前提に今回の方法を選択しているということがまず基本にあります。

また、社内での内部計算ではございますが、今ほど三井さんがおっしゃられたとおりに地震基盤相当面で標準応答スペクトルがあって、そこで模擬波をつかって上昇計算させて解放基盤で見るといことも実際やってございまして、結果があまり変わらないと、ほぼ同じ評価になるということを確認した上で今回の簡便的な方法を用いさせていただいたというところでございます。

以上です。

○石渡委員 永井さん。

○永井審査官 規制庁の永井です。

先ほど三井のほうからあった点に関して、今の回答である程度理解はできるところで、女川のサイトのほうは計算すべき層厚はそれほどないというのと、先ほどおっしゃったように増幅率が大したことはないというので一定の理解はできるところではございますが、今おっしゃったように標準応答スペクトルの模擬地震波をつかって出してあるのであれば、そういうものも含めて出していただいて、今回出している S_s -D1に基づく評価というのがある意味代表性があることを御説明いただきたいと思います。

その理由には当然模擬地震波をつくるので、応答スペクトルと完全に一致する地震波ではないということで、ある程度ばらつきが当然それで応答スペクトル比にも生じている可

能性は否定はできないと思います。そのような点から言えば、資料6ページ、よろしいでしょうかね。これで見ると鉛直のほうが顕著なんですけども、この0.02秒～0.05秒のところというのがかなり近接していて、ちょっと波形を変えたらもしかしたら超えるんじゃないかという懸念もございます。そのような点からほかの解析結果も示していただいて、これが代表的であるということを説明をいただきたいと思います。

そのほかには、直接載っている図面ですと30ページがよろしいですかね。ありがとうございます。30ページのほうに示されているとおり、Ss-D2、D3という海洋プレート内に基づく応答スペクトル手法の基準地震動もございますので、こちらについても応答スペクトル比を算出するような流れで計算していただいて、今の応答スペクトルと比較していただいて、今回の評価の妥当性、代表性というのを示していただければと思いますが、いかがでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。どうぞ。

○東北電力（樋口） 東北電力の樋口でございます。

コメントの趣旨は理解しました。今回の応答スペクトル比を用いた手法というのは、簡便法というふうに私どもは理解しています。何が簡便なのかと話しますと、先ほどから三井さんやら永井さんからお話しされているように、本来は標準応答スペクトル、地震基盤のところでは模擬波をつくって、それを計算させて確認するというのがまず基本なんですけど、そこが割愛されていると、省略されていると。その代わりに解放基盤で設定されているSs-D1という波を代用して使っているというところが簡便法のところかと思えます。

じゃあ何でSs-D1を今回用いたかというのと、やはり応答スペクトルの形状、見ていただきますと、6ページのところになりますけれども、この黒いSs-D1というのと標準応答スペクトルの赤い線というのは非常に相似といいますか、同じような形体の形状になっているということで、標準応答スペクトルのところでは模擬波をつくるというものをこのSs-D1の波を用いても概ね代用は利くだろうという、こういった形状等を踏まえてSs-D1でやって応答スペクトル比を用いたというようなプロセスを私どもは考えています。

今回いただいたコメントを踏まえまして、私どもとしてはこのSs-D1の波一つでやってもこうだという話に対して複数の見方、複数の波をもって確認をされて精度を確認したいという目的かというふうに理解しますので、標準応答スペクトルの地震基盤での模擬波というのを作成しまして、それを解放基盤まで上げまして、要は精査といいますか簡便法じゃなくて精度を・・・（音声途切れる）・・・アプローチを比較することによって評価結果

に変わりがあるのかないのかというのを御説明させていただきたいというふうに思いますが、いかがでしょうか。

○石渡委員 永井さん。

○永井審査官 規制庁の永井です。

すみません、先ほど精度と言った後から一瞬音声途切れてしまったので、何とおっしゃったのか分かんないんですが、もう一度説明していただけますかね。

○石渡委員 はい。もう一度お願いします。

○東北電力（樋口） はい。東北電力の樋口です。

すみません、どこまでお話が。最後だけでいいですか。

○石渡委員 はい。

○東北電力（樋口） じゃあ結論的なところを申しますけども、地震基盤で設定された標準応答スペクトルのところで模擬波をつくって上昇を計算させて解放基盤で比較してあげる。これがやっぱり厳密解、精度が高いもの、基準に基づく方法かと思しますので、そのスタンダードなやり方と今回の簡便法というもののものを比較して評価結果に関係あるかないかというのを再度御説明させていただきたいというふうに思いますが、いかがでしょうか。

○石渡委員 永井さん。

○永井審査官 規制庁の永井です。

了解しました。そのような形で説明をしていただければと思います。

我々としてはこの5ページの結果でもそれなりによいのかなというところはあるんですけども、あくまでこれは計算の一例、簡便法とはいえ計算の一例にすぎないので、これが代表的なものとしていいのかというところをほかのものと比較して示していただければと思います。

その際に、6ページのほうをもう一度お願いできますかね。Ss-D1との比較の上ではこのように短周期側が近接しているところがございますので、御社の場合はほかに二つ応答スペクトルとしての基準地震動のSs-D2、D3というのもあるので、そちらもこちらに重ね書きしていただいた上で比較検討結果というのを示していただければと思います。

その点についてはいかがでしょうか。

○石渡委員 どうぞ。

○東北電力（樋口） 東北電力の樋口です。

先ほど申しましたように、精緻解といいますか、標準応答スペクトルに基づいた模擬波をつくって検討するというスタンダードなやり方のほうにおきましてやりました結果をSs-D1ないしSs-D2、ほかのSsともちょっと比較してみたいというふうに思います。

以上です。

○石渡委員 永井さん。

○永井審査官 規制庁の永井です。

よろしく願いいたします。

あと、これは御社のサイトだからこそできることかもしれないんですけども、東北電力女川というのは非常に地震の記録が豊富で、既許可の際も3,000近い地震観測記録を出していただいて地下構造の評価をしていただいたというところもありますので、その実記録を使って応答スペクトル比、5ページで示されているような応答スペクトル比を出すこともできないことではないと思いますので、そういうものも一つ検討に加えていただくと非常に説得力が上がると思いますか、説明性の向上になるかと思いますので、その点もし可能であれば検討していただければと思います。

そのようなものを踏まえて判断材料としてそろえていただいたところで、標準応答スペクトルの取り入れに関しては改めて確認させていただきたいと思いますが、いかがでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。どうぞ。

○東北電力（広谷） 東北電力、広谷です。

・ ・ （音声途切れる） ・ ・ の深掘りだという……。

○石渡委員 すみません、今ちょっと聞こえなかったもので、初めからもう一度お願いします。

○東北電力（広谷） はい。今、永井さんからの御指摘は、その応答スペクトル比にしまして観測記録を使った深掘り検討という御趣旨かと思っておりますけども、先ほど樋口が説明しましたように、応答スペクトル比を使える大前提としましては、やはり今回求めようとしています標準応答スペクトルとなるべく形が似たような波を使ったスペクトル比を取らないと、なかなか厳密解に近いような結果には得られないというふうに我々は理解しています。

応答スペクトルと申しますのは計算しようとする点の長周期側の成分の影響を受けてまいりますので、やはり形状が異なると結果が結構ばらついて、必ずしも精緻な解が求めら

れないというふうに思っています。

ですので、なかなかその観測記録の応答スペクトル比を適用して検討するというのは、ある意味、応答スペクトル比という観点での計算に対してはあまり適切ではないんじゃないかなと思っています。

ただ、やはり御指摘にありますように、女川の場合、例えば東北地方太平洋沖地震とか非常に多くの観測記録がございますので、例えばそういった記録の位相を使って模擬波をつくった場合に、標準応答スペクトルに適合するような模擬波を使った場合にどういう結果になるかなというのは社内的にも少し計算してみたりしておりますので、そういった観点からの御説明という形でさせていただければなと思っていますけれども、いかがでしょうか。

○石渡委員 永井さん。

○永井審査官 規制庁の永井です。

そのような解析も確かに一つの考え方としてはあるとは思いますが、そこは御社で考えていただければと思いますが、あくまで先ほど最初に言ったSs-D2の話とか標準応答スペクトルに基づく話よりちょっと一段低い参考的な位置づけとして思っておりますので、そこはそこまで、最初に言いました標準応答スペクトルの模擬地震波を作成するという話とか、Ss-D2やD3の波を利用してというところとは位置づけはちょっと下がるものだと思います。御理解いただければと思いますが、いかがでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。

○東北電力（広谷） 東北電力、広谷です。

御趣旨につきましては理解しましたので、社内検討した上でヒアリングにまた提出・・・
(音声途切れる)・・・

○石渡委員 すみません。ちょっと音声途切れましたので、もう一度お願いします。

○東北電力（広谷） 東北電力、広谷です。

コメントの御趣旨は理解いたしましたので、少し社内検討した上で、ヒアリングでまず御説明させていただきたいと思います。

以上です。

○石渡委員 永井さん。

○永井審査官 規制庁の永井です。

よろしく願いいたします。

観測記録を直接使うというのは実際の地盤のモデル化する前のちゃんとした何というか本当の応答というのも見えたりするかもしれないので、そういう意味では、ある意味、位置づけとしては重要なデータを示唆するものだと思いますので、そのあたりは御社のどういう位置づけにするかは検討していただいて、示していただければと思います。

私からは以上です。

○石渡委員 ほかにございますか。大体よろしいですか。

東北電力のほうからは何かございますか。

○東北電力（羽鳥） 特にございません。いただいたコメントで資料を作成して、また御説明いたします。

以上です。

○石渡委員 ちょっとこの会合では音声途切れることが何回かありましたので、もう少し別の機会にちゃんと通信が確保できるように、ちょっとテストを行っていただきたいと思うんですが、よろしいでしょうか。

○東北電力（羽鳥） はい。今後きちっと確認した上で対応させていただきます。

○石渡委員 よろしくお願ひします。

先ほど永井のほうからありましたように、実際の観測記録で深さが違うところで地震を観測したその実際の深いところから浅いところまでの違いというものを例として示していただくというのは、ちょうど例えば資料の12ページのところに地震計が設置してあるこの場所と深さの図がございますけども、これがちょうど今回Vsが2.2kmになるその深さと一致しているように見えますので、そういう意味でも、ぜひ参考として示していただきたいというふうに思いますので、よろしくお願ひします。

特にほかになければこの辺にしますが、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。

女川原子力発電所2号炉につきましては、本日の議論を踏まえて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の変更の要否について、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。

○岩田調査官 事務局の岩田です。

次回の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

会合につきましては、来週7月9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ございます。

○石渡委員 それでは、以上をもちまして、第3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。