

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7回

令和3年11月26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7回 議事録

1. 日時

令和3年11月26日（金） 13：30～13：54

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

内藤 浩行 安全規制調整官

熊谷 和宣 管理官補佐

佐口 浩一郎 主任安全審査官

田島 礼子 技術研究調査官

中国電力株式会社

阿比留 哲生 電源事業本部 部長（電源建築）

秋山 将光 電源事業本部 マネージャー（安全審査建築）

井上 恵介 電源事業本部 副長（安全審査建築）

倉野 悟 電源事業本部 担当副長（安全審査建築）

栗栖 侑己 電源事業本部（安全審査建築）

高橋 駿介 電源事業本部（安全審査建築）

4. 議題

(1) 中国電力（株）島根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 島根原子力発電所2号炉の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要否にかかわる会合、第7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。

○内藤調整官 事務局の内藤です。

本日の会合ですけれども、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策への対応を踏まえま
して、テレビ会議システムを用いて会合を実施しております。

本日の審議内容ですけれども、1件でございまして、本年の4月26日付けで規制委員会
から事業者に出した指示文書に基づいて、中国電力から島根2号炉について提出されま
した、基準地震動の変更が不要であることを説明する文書の内容について、審議を行うも
のであります。資料は1点になります。

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。中国電力から島根原子力発電所2号炉の評価内容について、
説明をお願いします。

ご発言、ご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ご発言、ご説
明ください。

どうぞ。

○中国電力（阿比留） 中国電力の阿比留でございます。

本日は、震源を特定せず考慮する地震動に関する標準応答スペクトルについて、申請不
要の資料を提出させていただいておりますけれども、その資料の説明をさせていただきます。
説明は井上が行います。よろしく願いいたします。

○石渡委員 どうぞ。

○中国電力（井上） 中国電力の井上でございます。

それでは、ご説明いたします。

まず、画面を共有させていただきます。資料のほう、共有できているでしょうか。

○石渡委員 大丈夫です。どうぞ。

○中国電力（井上） それでは、資料1-1、島根原子力発電所2号炉の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、ご説明いたします。

1ページをお願いいたします。

こちら、目次を記載しておりまして、こちらの構成で説明させていただきます。資料の後半25ページ目以降でございますが、参考資料としまして、新規制基準適合性審査の会合資料の抜粋、また、本年9月21日に提出いたしました島根2号の基準地震動の変更が不要であることを説明する文書を添付してございます。

2ページをお願いいたします。

こちら、検討方針を記載しておりまして、上のほうに標準応答スペクトルの概要を記載しております。許可基準解釈におきまして、標準応答スペクトルは震源近傍の多数の地震動記録に基づいて策定した地震基盤相当面における標準的な応答スペクトルとしまして、右側に記載されているスペクトルが示されておりまして、その地震基盤相当面につきましては、地震基盤からの地盤増幅率が小さく、地震動としては地震基盤面と同等とみなすことができる地盤の解放面で、せん断波速度 $V_s=2,200\text{m/s}$ 以上の地層と定義されております。それに対しまして、左下、島根原子力発電所の解放基盤表面のせん断波速度につきましては $V_s=1,520\text{m/s}$ ということで、硬質な岩盤ではございますが、解釈で定義されている $2,200\text{m/s}$ と比較すると、少し小さい値となっております。それを踏まえまして、右側、検討方針を記載しております。まず、標準応答スペクトルに対しましては、地震基盤相当面から解放基盤表面までの地盤増幅特性を考慮した上で、基準地震動 $S_s\text{-D}$ と比較して影響を確認いたします。そこで考慮する地盤増幅特性につきましては基準地震動 $S_s\text{-D}$ を地下構造モデルを介して地震基盤相当面まで引き戻し、その引き戻し波と解放基盤表面で設定した基準地震動 $S_s\text{-D}$ との応答スペクトル比を求め、標準応答スペクトルに乗じることで考慮すると、こういった方針で検討を行います。

3ページをお願いいたします。

こちら、地盤増幅特性の考慮について具体的な検討内容を記載しております。まず、検討に用いる地下構造モデルを左側に示しておりますが、こちらは島根の既許可申請で地震動評価に用いている地下構造モデルでございまして、現行の基準地震動はこちらのモデルに基づいて作成しております。こちらの設定方法等の詳細につきましては、参考資料のほ

うにつけておりますが、このモデルにつきましては2号炉が設置されている地盤と3号炉が設置されている地盤、それぞれの地盤を踏まえまして、敷地全体の地震動を安全側に考慮できるモデルとして設定しております。この地下構造モデルにおいて、まず、地震基盤相当面をどこにするかというのを二つ目の四角のところに記載しております。地震基盤相当面は解釈におきまして $V_s=2,200\text{m/s}$ 以上と定義されていることから、島根原子力発電所の地震動評価に用いる地下構造モデルにおいて $V_s=2,200\text{m/s}$ 以上となり、またそれ以深の層も $V_s=2,200\text{m/s}$ 以上となるレベル、表の中の青線で示しておりますが、標高-955m、 V_s で言いますと $2,730\text{m/s}$ 、こちらのレベルを地震基盤相当面に設定しております。一方、解放基盤表面につきましては、標高-10m、 $V_s=1,520\text{m/s}$ のレベルになりまして、そのレベルを表で赤線で記載しております。地盤増幅特性として用いる応答スペクトル比につきましては、この解放基盤表面で定義された基準地震動 S_s-D 、赤色で記載しているものと、それを地震基盤相当面に引き戻した波、青色で記載しているものをそれぞれの応答スペクトル比を取って算出いたします。

4ページをお願いいたします。

こちら、先ほどの方法で算出した応答スペクトル比を記載しております。左が水平方向、右が鉛直方向の図になりますが、この応答スペクトル比を地震基盤相当面で定義された標準応答スペクトルに乗じることで地盤増幅特性を考慮いたします。

5ページをお願いいたします。

応答スペクトル比を考慮した結果と、基準地震動の比較になります。赤線が標準応答スペクトルに地盤増幅特性として先ほどの応答スペクトル比を考慮したもの、黒線が基準地震動 S_s-D になりまして、左が水平方向、右が鉛直方向の図になります。図に示しますとおり、赤線の地盤増幅特性を考慮した標準応答スペクトルは、全周期帯におきまして黒線の基準地震動 S_s-D に包絡されることを確認いたしました。

6ページをお願いいたします。

こちら、先ほどの図のデジタル値をお示ししております。左側に示している周期は標準応答スペクトルのコントロールポイントになりまして S_s-D のところ赤字になっておりますところは、線形補間した値になっております。標準応答スペクトルは基準地震動 S_s-D に包絡されるということを、こちらで数値でもって確認しているというものでございます。

以上が標準応答スペクトルの影響検討の結果になります。

7ページお願いいたします。

こちらからは、先ほどご説明した検討内容の妥当性確認の内容になりまして、先ほどはSs-Dを用いて応答スペクトル比を算定しましたが、妥当性確認としましては、Ss-D以外の地震波を用いまして、二つの検討を行っております。まず一つ目といたしまして、Ss-D以外の基準地震動による応答スペクトル比の検討ということで、島根原子力発電所の基準地震動は全部で5種類ございますので、それらのSs-D以外の基準地震動で応答スペクトル比を算定した際に、先ほどのSs-Dを用いた結果と同程度となるかという確認をいたします。二つ目ですけれども、地震観測記録による応答スペクトル比の検討ということで、こちらは基準地震動ではなく、サイトで得られた地震観測記録を用いまして応答スペクトル比を算定した場合、先ほどの結果と同程度となるかという確認を行います。

8ページをお願いいたします。

こちら、まず一つ目の検討、Ss-D以外の基準地震動を用いた検討でございますが、こちらに島根原子力発電所の基準地震動を全てをお示ししておりますが、Ss-D以外の赤で囲った基準地震動Ss-F1、Ss-F2、Ss-N1、Ss-N2について検討を行います。

9ページをお願いいたします。

検討の方法でございますが、こちらは先ほどのSs-Dを用いた場合と同様になりまして、地震動評価に用いる地下構造モデルを用いまして、解放基盤表面で策定された基準地震動を地震基盤相当面に引き戻しまして、応答スペクトル比を算定いたします。

10ページをお願いいたします。

こちら、算定した応答スペクトル比になります。最初に検討したSs-Dを用いた場合の結果も含めまして、全ての基準地震動による結果を色を分けて記載しております。Ss-D以外の基準地震動を用いた応答スペクトル比を算定しても先ほどのSs-Dを用いた応答スペクトル比と同程度であることを確認いたしました。

11ページをお願いいたします。

こちら、先ほどの応答スペクトル比を考慮した結果と、基準地震動Ss-Dの比較になります。Ss-D以外の各基準地震動による応答スペクトル比を用いて、標準応答スペクトルに地盤増幅特性を考慮しても、全て全周期帯において基準地震動Ss-Dに包絡されることを確認いたしました。

12ページをお願いいたします。

こちら、先ほどの応答スペクトル図を縦軸加速度で記載した図になります。

以上が一つ目のSs-D以外の基準地震動による応答スペクトル比の検討になります。

13ページをお願いいたします。

こちらからがもう一つの検討、地震観測記録を用いた応答スペクトル比の検討の内容になります。島根原子力発電所では、2015年の7月から敷地内の大深度ボーリング孔で地震観測を実施しております。地震基盤相当面と同程度の岩盤中（標高-500m、 $V_s=2,190\text{m/s}$ ）のところで、地震観測記録が得られております。左の配置図を示しております。3号の西側、オレンジ色でお示ししているところで観測を実施しております。その右側に二つ、地下構造モデルをお示ししておりますが、オレンジ色の破線で囲ったものが大深度ボーリング位置での調査結果、右側の青色の破線で囲ったものが地震動評価に用いる地下構造モデルになります。この右側の地震動評価に用いる地下構造モデルの少し深いところ、オレンジ色の実線で囲ったところの物性値につきましては、この大深度ボーリング孔の調査結果を持ってきたというものになってございます。この大深度ボーリング孔で得られた地震観測記録をこちらのモデルを用いまして地震基盤相当面から解放基盤表面の応答スペクトル比を算出いたします。

14ページをお願いいたします。

こちら、大深度地点（標高-500m）で観測された主な地震ということで、M4.0以上、震央距離100km以内で観測された地震をお示ししております。左に震央位置図を示しておりますが、大きく分けて三つのエリア、鳥取県中部、島根県西部、広島県北部の地震の地震観測記録が得られております。

15ページお願いいたします。

地震観測記録の最大加速度をこちらの表の右側に示しております。標高-500mのところで最大加速度は8ガル程度となっております。これらのうち、応答スペクトル比の検討に用いる地震としましては、マグニチュードと、それから最大加速度の大きい二つの地震No.5の2016年鳥取県中部の地震とNo.15、2018年島根県西部の地震を選定いたしました。

16ページをお願いいたします。

16ページと次の17ページに検討対象とした地震の地震観測記録をお示ししております。16ページにはNo.5の2016年鳥取県中部の地震の観測記録、上に加速度波形、左からNS、EW、UD成分、下に応答スペクトル図、左が水平方向、右が鉛直方向という形で記載をしております。

17ページお願いいたします。

こちらがもう一つのNo.15、2018年島根県西部の地震の観測記録になります。

18ページお願いいたします。

こちら、地震観測記録による応答スペクトル比の検討方法を記載しております。左に地下構造モデルを記載しております。大震度の地震計が設置されているのがこちら標高-500m、表の緑色で示しているレベルでございます。まず、①として記載しておりますが、この標高-500mのところの地震観測記録を地震基盤相当面、青色で記載しているレベルに引き戻します。次に、②としまして、引き戻した青色の波を解放基盤表面、赤色のところまで引き上げまして、赤色と青色の応答スペクトル比を算出いたします。

19ページをお願いいたします。

こちら、検討対象とした二つの地震で応答スペクトル比を算出した結果になります。こちら最初検討した S_s-D を用いた結果も含めて記載しております。赤線が S_s-D を用いた応答スペクトル比、青線と緑色の線が地震観測記録による応答スペクトル比でございます。観測記録を用いて応答スペクトル比を算定しましても基準地震動 S_s-D による応答スペクトル比と同程度となることを確認いたしました。

20ページをお願いいたします。

先ほどの応答スペクトル比を考慮した結果と基準地震動 S_s-D の比較になります。観測記録による応答スペクトル比を用いて標準応答スペクトルに地盤増幅特性を考慮しても全周期帯で基準地震動 S_s-D に包絡されることを確認いたしました。

21ページをお願いいたします。

こちらは、先ほどの図を縦軸加速度として記載した図になります。

以上が観測記録を用いた場合の応答スペクトル比の検討内容になります。

22ページをお願いいたします。

こちら、まとめでございます。島根原子力発電所2号炉につきまして、新たに策定された標準応答スペクトルと基準地震動を比較しました。検討方法といたしましては、標準応答スペクトルは $V_s=2, 200\text{m/s}$ 以上の地震基盤相当面で定義されているのに対しまして、島根サイトの解放基盤表面は $V_s=1, 520\text{m/s}$ であるということ踏まえまして、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地盤増幅特性を考慮した上で、基準地震動 S_s-D と比較いたしました。その地盤増幅特性の考慮方法につきましては、解放基盤表面で策定された S_s-D を地震基盤相当面 $V_s=2, 730\text{m/s}$ のところへ引き戻して、応答スペクトル比を算出しまして、それを標準応答スペクトルに乗ずるという形で検討を行いました。その結果、標準応答スペクトルは全周期帯で S_s-D に包絡されることを確認いた

しました。

また、その妥当性確認といたしまして、二つの検討、 S_s -D以外の基準地震動を用いた場合と、サイトの地震観測記録を用いた場合で応答スペクトル比を算出したしまして、 S_s -Dを用いた場合と同程度となることを確認いたしました。

また、さらにそれを標準応答スペクトルに考慮しても全周期帯で基準地震動 S_s -Dに包絡されるということを確認いたしました。

以上の検討の結果から、島根原子力発電所2号炉につきましては、基準地震動の変更は不要という判断をいたしました。

23ページをお願いいたします。

こちらには、今回検討した全ての標準応答スペクトルの評価結果と基準地震動 S_s -Dの比較を記載しております。

23ページが、こちらトリパタイトの図になります。

続いて、24ページをお願いいたします。

24ページが先ほどの図を縦軸加速度として記載した応答スペクトルの重ね書きの図になります。

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。

ご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ご発言ください。どなたからでもどうぞ。

○熊谷補佐 原子炉規制庁の熊谷です。ご説明ありがとうございました。

今のお話、説明の中でもありましたけれども、3ページをお願いいたします。こちらの中で島根について説明がありましたけれども、標準応答スペクトルの地震基盤相当面、それから解放基盤表面までの地盤増幅特性、こちらの考慮の方法としましては、解放基盤表面で策定された基準地震動 S_s -D、これと既許可で設定されている地下構造モデル、これを用いた地震基盤相当面、これはS波速度の毎秒2,730mのところ、こちらの上面で基準地震動 S_s -Dの引き戻し波、こちらとの応答スペクトル比を標準応答スペクトルに乗ずることによりまして、解放基盤表面での地盤増幅特性を考慮した標準応答スペクトルを算定していると。この算定した標準応答スペクトルについて、5ページで比較されていますけれども、この5ページでは、この標準応答スペクトルは水平方向、鉛直方向ともにこの基準地震動 S_s -Dに包絡されているということが示されています。また、これとともに、今度 S_s -D以外

の基準地震動による応答スペクトル比の検討ですとか、あとは地震観測記録によるような応答スペクトル比の検討行われていまして、それが10ページ、19ページ等に示されていますけれども、結果としまして、そのいずれにおいても基準地震動の S_s-D を用いた応答スペクトル比と同程度であるということを確認しています。これらの結果を示されています、最後、23ページのほうでまとめとしても示されていますけれども、23ページご覧いただければと思いますが、こちらで、標準応答スペクトルに各検討での応答スペクトル比を用いて、地盤増幅特性を地震動考慮したもの、これらと基準地震動 S_s-D との比較がされていますが、全てのものにおいて、水平方向と鉛直方向ともに、基準地震動 S_s-D に包絡されているということを確認しています。これらのことから島根原子力発電所の2号炉の基準地震動の変更が不要であるというようなことを確認をしています。

私からは以上でございます。

○石渡委員 特に返答は必要ないですね。

ほかにごありますか。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。

島根原子力発電所2号炉につきましては、地盤増幅特性を考慮した標準応答スペクトルが、既許可の基準地震動 S_s-D の応答スペクトルに水平方向、鉛直方向ともに包絡されていることから、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。

○内藤調整官 事務局、内藤です。

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12月3日金曜日の開催を予定をしております。詳細は追って連絡を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7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します。