

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第998回

令和3年8月27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998回 議事録

1. 日時

令和3年8月27日(木) 13:30～14:45

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

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)

岩田 順一 安全管理調査官

三井 勝仁 上席安全審査官

佐藤 秀幸 主任安全審査官

電源開発株式会社

杉山 弘泰 取締役副社長執行役員

高岡 一章 原子力事業本部 原子力技術部 部長

伴 一彦 原子力事業本部 原子力技術部 部長補佐

坂本 大輔 原子力事業本部 原子力技術部 主管技師長

安田 徳相 原子力事業本部 原子力技術部 原子力建築室(地震・地震動)

総括マネージャー

森 勇太 原子力事業本部 原子力技術部 原子力建築室 主任

【質疑対応者】

生沼 哲 原子力事業本部 原子力技術部 原子力建築室長

川真田 桂 原子力事業本部 原子力技術部 原子力土木室長代理

4. 議題

- (1) 電源開発（株）大間原子力発電所の地震動評価について
- (2) その他

5. 配付資料

資料1-1 大間原子力発電所 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について
(海洋プレート内地震)

資料1-2 大間原子力発電所 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について
(海洋プレート内地震) (補足説明資料)

6. 議事録

○石渡委員 定刻になりましたので、ただいまから原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合、第998回会合を開催します。

本日は、事業者から、地震動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、石渡が出席をしております。

それでは、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します。

○大浅田管理官 事務局の大浅田です。

本日の審査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。また、引き続き一般傍聴の受付は行っておりませんので、動画配信のほうを御利用ください。

本日の審査案件ですが、1件ございまして、電源開発（株）大間原子力発電所を対象に審査を行います。

内容は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち、海洋プレート内地震についてです。

資料は、合計2点ございます。

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。

電源開発から、大間原子力発電所の地震動評価について、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。

○電源開発（杉山） 電源開発の杉山でございます。

本日は、本年6月11日に引き続きまして、地震動につきましての第2回目の審査会合となります。

御審議いただきます内容は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち、海洋プレート内地震についてでございます。

具体的な内容につきましては、担当者より御説明させていただきます。どうぞよろしくお願ひ申し上げます。

○電源開発（坂本） 電源開発、坂本です。

前回の審査会合では、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の概要版での御説明でしたので、今回は海洋プレート内地震に係る検討の詳細について御説明する、初回の審査会合になります。

それでは、資料の確認をいたします。

資料が二つございまして、資料1-1は敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の海洋プレート内地震の震動評価に関する本編資料になります。

もう一つ、資料1-2。こちらは補足説明資料になります。

前回の審査会合においても御説明いたしましたが、2014年の12月設置変更許可申請以降、大分時間がたっておりますので、申請後に得られた知見、あるいは先行審査を踏まえた変更点がございまして。なので、資料1-1の冒頭部分に変更内容と変更理由を記載してございます。

主な変更点につきましては、想定地震の断層パラメータの設定方法、それと検討用地震の選定方法になります。

また、申請後の知見等を踏まえまして、検討用地震の地震規模の不確かさを見直してございます。

これらの変更の結果、想定浦河沖スラブ内地震に代わりまして、敷地下方の想定スラブ内地震、これが検討用地震となっております。

詳細につきましては、この後御説明いたします。

また、前回の審議会合で御説明した設置変更許可申請書の添付書類6、これの記載の誤りに関しまして、該当する記載がある場合には該当ページの左下に該当する誤りの項目を

記載してございます。

それでは、資料1-1と資料1-2を続けて、担当の森のほうから御説明いたします。よろしく申し上げます。

○石渡委員 どうぞ。

○電源開発（森） 電源開発の森です。よろしく申し上げます。

それでは、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち、海洋プレート内地震について御説明します。

資料1-1の1ページを御覧ください。

本資料では、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち、敷地周辺の地震発生状況及び海洋プレート内地震について、検討結果を示しています。

2ページを御覧ください。

申請後に得られた知見の反映や先行サイトの審査を踏まえた主な変更点を示しています。

申請時はNodaの方法に対して、サイト内の地震観測記録により、メカニズムごとに補正する方法により、想定浦河沖スラブ内地震及び想定十勝沖スラブ内地震を検討用地震として選定していましたが、強震動予測レシピの策定等を踏まえ、検討用地震の候補の設定及び選定方法について再検討し、片岡ほかの方法により、敷地下方の想定スラブ内地震及び想定十勝沖スラブ内地震を検討用地震として選定しています。

3ページを御覧ください。

先ほど示した変更の理由について、整理しています。

想定地震の断層パラメータの設定について、申請時は海洋プレート内地震の断層パラメータの設定について標準的な手法がなかったことから、短周期レベルの不確かさも含め、既往の大地震の断層パラメータ評価に関する論文に基づき設定していました。

その後、2016年に地震本部より海洋プレート内地震の強震動予測レシピが策定され、断層パラメータの標準的な評価手法が提案されました。

これを踏まえ、今回の説明では、基本ケースと不確かさケースの設定の考え方を明確にすることとし、基本ケースは、地震規模や既往最大規模を考慮し、短周期レベルは、強震動予測レシピに基づき設定しています。

論文で評価されている既往の大地震の短周期レベルについては、短周期レベルの不確かさとして設定しています。

4ページを御覧ください。

検討用地震の選定方法について、申請時はNodaの方法に対して、観測記録に基づく補正係数を考慮して、検討用地震を選定していました。

補正係数の設定では、海洋プレート内地震のメカニズムと発生場所に関連があることから、想定地震ごとに補正係数を設定していました。

DC型、DE型等のメカニズムごとに補正係数を設定するため、メカニズムによる違いを考慮できる反面、記録数が1~2記録程度と少なく、個別の地震の特徴の影響を強く受けた補正係数になっている可能性は否定できませんが、海洋プレート内地震の特徴を反映できる手法として採用していました。

その後、海洋プレート内地震の強震動予測レシピが策定され、断層パラメータの標準的な設定が可能となりました。

これを踏まえ、距離減衰式のパラメータに短周期レベルが組み込まれており、強震動予測レシピに対する想定地震の短周期レベルの倍率を考慮した適切な相対比較が可能である片岡ほかの方法で検討用地震の選定を行うこととしました。

なお、片岡ほかの方法による地震動評価の大小関係と強震動予測レシピに基づく断層モデルによる地震動評価の大小関係は、同傾向を示すことを確認しています。

5ページを御覧ください。

今回説明における検討用地震の選定方法及び検討用地震の地震動評価方法について、考え方を示しています。

検討用地震の選定では、候補地震に対して相対比較により敷地への影響が大きい地震を選定します。

基本ケースとして設定する強震動予測レシピによる標準的な短周期レベルに対して、DC型、DE型等の地震タイプごとに想定する短周期レベルに違いがあることから、これを考慮した相対評価が可能な評価手法として、片岡ほかの方法を用いています。

一方、検討用地震の地震動評価では、選定した地震について、短周期から長周期にかけて水平動及び鉛直動の地震動評価を実施します。

片岡ほかは、周期0.1秒までの水平動のみ評価可能な手法であることから、検討用地震の地震動評価においては解放基盤表面における水平動及び鉛直動が評価でき、周期0.02秒~5秒まで連続した評価が可能な手法として、Nodaの方法を用いています。

6ページを御覧ください。

海洋プレート内地震の地震動評価フローを示しています。

まず、敷地周辺の発生状況を確認し、海洋プレート内地震の国内外の知見を整理しています。

次に、検討用地震の選定として、東北日本弧及び千島弧それぞれに検討ケースを設定し、全ての検討ケースに対して片岡ほかの方法により敷地への影響を比較し、検討用地震を選定しています。

その結果、フローの黄色四角で示す2地震が選定され、東北日本弧の二重深発地震面の上面の地震である「敷地下方の想定スラブ内地震」と、千島弧の沖合のやや浅い地震である「想定十勝沖スラブ内地震」を検討用地震として、最後に地震動評価を実施しています。8ページを御覧ください。

ここから、敷地周辺の地震発生状況について示しています。

地震発生状況について、下北先行サイトと共通する部分があり、説明は少し飛ばさせていただきます。13ページを御覧ください。

敷地周辺の主な被害地震を示しており、このうち主要な海洋プレート内地震を赤丸で示していますが、敷地から200kmよりも遠い位置で発生しています。

15ページを御覧ください。

M-△図に示すように、敷地における揺れが震度5弱程度以上となる地震は、海洋プレート内地震では認められていません。

16ページを御覧ください。

ここから、海洋プレート内地震の知見の整理について、御説明します。

17ページを御覧ください。

海洋プレート内地震の知見の整理の方針について、示します。

世界の海洋プレート内地震の特徴の整理から始まり、東北日本弧と千島弧の特徴及び海洋プレート内で発生する地震のタイプと特徴について整理し、最後に東北日本弧と千島弧の海洋プレート内地震の発生状況について、整理しています。

18ページから、まず、世界の海洋プレート内地震の特徴について、知見を整理しています。

21ページを御覧ください。

こちらにまとめを示しており、東北日本弧は世界の主な沈み込み帯のうち、浅くて規模の大きな海洋プレート内地震が知られていない地域に分類されています。

一方、千島弧は、世界の主な沈み込み帯のうち、浅くて規模の大きな地震が発生してい

る地域に分類されます。

世界の沈み込んだ海洋プレート内の浅い地震のうち最大規模の地震は、千島弧で発生した1994年北海道東方沖地震となっています。

次に、22ページから東北日本弧と千島弧の海洋プレート内地震の特徴について整理しており、25ページを御覧ください。

海洋プレート内の応力中立面の位置について、図の赤矢印にあるように、東北日本弧では海洋プレート上面から約21kmの深さの二重深発地震面の中央付近に位置していますが、千島弧では海洋プレート上面から約9kmの深さに位置しており、千島弧のプレート上面のDC型の地震が発生する領域は薄くなっています。

28ページを御覧ください。

海洋性マントルで発生する地震の応力降下量について検討されています。

海洋性マントル内で発生した地震の応力降下量の中央値は、東北日本弧より千島弧のほうが大きい傾向となっており、海洋性マントル内の応力状態は東北日本弧と千島弧で異なると考えられます。

29ページを御覧ください。

東北日本弧と千島弧の海洋プレート内地震の特徴の整理についてまとめていまして、地震活動について、東北日本弧では二重深発地震面の上面で発生するDC型の地震が優勢である一方、千島弧では下面で発生するDE型の地震が優勢である違いが見られます。

また、海洋プレートのテクトニクス的な特徴については、東北日本弧に対して千島弧のほうが応力中立面が浅いこと。

また、二重深発地震が発生した規模の大きな地震の断層面は、応力中立面を超えておらず、応力中立面の位置の違いも踏まえると、千島弧のほうがDE型の地震の発生領域が厚く、規模の大きな地震が発生する可能性が考えられること。

さらに、海洋性マントル内で発生する地震の応力降下量は、千島弧の方が大きい傾向があるという違いが挙げられます。

30ページを御覧ください。

ここから、海洋プレート内で発生する地震のタイプと特徴について、整理しています。

海洋プレート内で発生する地震として、沈み込む海洋プレート内の地震（アウターライズ地震）と、沈み込んだ海洋プレート内の地震（二重深発地震面の上面の地震、下面の地震及び沖合のやや浅い地震）の4つの地震タイプが挙げられます。

37ページを御覧ください。

海洋プレート内で発生する地震のタイプと特徴について、まとめを示しています。

沈み込む海洋プレート内地震のアウトライズ地震は、海溝軸の外側で発生する地震であり、敷地から海溝軸までの距離は約330kmと遠い位置関係となっています。

沈み込んだ海洋プレート内地震のうち、二重深発地震面の上面の地震及び下面の地震は、アウトライズで生じた断層の再活動で生じる地震であると考えられます。

沈み込んだ海洋プレート内地震のうち沖合のやや浅い地震は、海溝軸から海洋プレート上面深さが約20kmまでの領域で発生する地震であると考えられます。

38ページを御覧ください。

ここから、東北日本弧と千島弧の海洋プレート内地震の発生状況について、説明します。

左の震央分布図及び右の表に示すように、各タイプの地震の発生が認められますが、敷地に近い青森県の東方沖及び東北日本弧と千島弧の会合部付近では、M7以上の規模の大きな地震は発生していません。

41ページを御覧ください。

東北日本弧と千島弧の海洋プレート内地震の発生状況について、内容をまとめています。

42ページ、43ページに、これまでの知見をまとめて整理していきまして、43ページを御覧ください。

東北日本弧と千島弧の海洋プレート内地震の地震タイプごとの特徴について整理していますが、海洋プレート内で発生する地震には4つの地震タイプがあり、それぞれ発生状況やテクトニクスの特徴が異なります。

45ページを御覧ください。

ここから、検討用地震の選定について、御説明します。

46ページを御覧ください。

検討用地震の選定方針について、説明します。

海洋プレート内地震の検討について、審査ガイドでは、地震の規模や震源領域の適切な設定に加え、特にスラブ内地震については、アスペリティの応力降下量（短周期レベル）を適切に設定する旨、記載されています。

47ページを御覧ください。

検討用地震の選定に当たっては、東北日本弧と千島弧それぞれについて、4つの地震タイプのうち、敷地への影響が大きいと考えられる地震タイプを検討用地震の候補とし、審

査ガイドの記載を踏まえ、地震規模、断層位置、短周期レベルに着目して検討ケースを設定しています。

設定に当たり、地震タイプごとに既往最大の規模の地震の特徴を考慮し、強振動予測レシピを踏まえ基本ケースを設定し、地震動への影響が特に大きいと考えられる地震規模及び短周期レベルについて不確かさを設定しています。

検討用地震の選定では、基本ケース及び不確かさケースの全ケースを相対比較できる方法として、片岡ほかの方法を用いています。

ただし、片岡ほかの方法は、対象とする周期が0.1秒～5秒であり、0.1秒以下の周期帯については評価対象外であるため、これを補うために片岡ほかによる地震動の最大加速度の距離減衰式により算定した地震動の最大加速度を参照しています。

なお、Nodaの方法では、短周期レベルがパラメータに組み込まれておらず、全ケースの相対比較は困難ですが、短周期レベルの差を便宜的に考慮した比較を実施しており、後ほど補足説明資料で説明します。

48ページを御覧ください。

検討用地震の選定フローを示します。

検討用地震の候補とする各地震タイプについて、①で過去の最大規模の地震を確認し、②地震規模、③断層位置、④短周期レベルを設定し、⑤で検討ケースを設定しています。選定した検討ケースについて、片岡ほかの方法により検討用地震を選定します。

49ページを御覧ください。

片岡ほかの方法は、右側の式にあるように、地震規模、断層位置に加え、短周期レベルをパラメータとする距離減衰式であり、不確かさケースを含めた全ケースを相対比較できる方法となっています。

50ページを御覧ください。

まず、東北日本弧に想定する海洋プレート内地震について、説明します。

東北日本弧では、発生領域が遠いアウターライズ地震を除く二重深発地震面の上面の地震、下面の地震、沖合のやや浅い地震について、検討用地震の候補としています。

各地震タイプの設定に当たり、考慮する最大規模の地震は表に示すとおりです。

51ページを御覧ください。

二重深発地震面の上面の地震について、説明します。

最大規模の地震として、2021年福島県沖の地震が発生しています。

また、52ページを御覧ください。

同じMw7.1の規模で知見がより得られている地震として、2011年4月7日宮城県沖の地震が発生しています。

53ページを御覧ください。

地震規模について、基本ケースではこれらの地震の規模Mw7.1を設定します。

また、下図に示すように、Nakajima et al.では、2011年4月7日宮城県沖の地震の余震域のさらに北側にも低速度域が示されており、この領域を含む断層面としてMw7.4の規模が考えられます。

青森県の東方沖でこのMw7.4の規模の地震が発生するものと考え、不確かさとしてMw7.4の規模を考慮します。

56ページを御覧ください。

短周期レベルについて、敷地周辺では規模の大きな地震が発生しておらず、短周期レベルに関する知見が得られていないことを踏まえ、基本ケースは強震動予測レシピによる標準的な値としています。

不確かさが2011年4月7日宮城県沖の地震の短周期レベルを踏まえ、強震動予測レシピの1.5倍を考慮しています。

57ページを御覧ください。

東北日本弧の二重深発地震面の上面の地震として、考慮する検討ケースを示しています。断層位置は、海洋性マントルから応力中立面までの領域のうち、敷地に近い位置に海洋プレートに対して60°の傾斜角の断層面を設定しています。

58ページを御覧ください。

次に、東北日本弧の二重深発地震面の下面の地震の設定について、説明します。

最大規模の地震として、2008年岩手県沿岸北部の地震が発生しています。

59ページを御覧ください。

地震規模について、基本ケースでは、当該地震の規模Mw6.8を設定します。

また、東北日本弧の二重深発地震面の上面と下面の応力場はおおむね同じ厚さであり、同じ規模の地震が発生し得ると考えられることから、不確かさとして上面の地震と同規模のMw7.4を考慮します。

61ページを御覧ください。

短周期レベルについて、基本ケースは強震動予測レシピによる標準的な値を設定します。

不確かさとしては、2008年岩手県沿岸北部の地震の短周期レベルを踏まえ、強震動予測レシピの1.6倍を考慮します。

62ページを御覧ください。

東北日本弧の二重深発地震面の下面の地震として考慮する検討ケースを示しています。断層位置は、応力中立面より下部のうち、敷地に近い位置に海洋プレートに対して60°の傾斜角の断層面を設定しています。

63ページを御覧ください。

東北日本弧の最後として、沖合のやや浅い地震について説明します。

最大規模の地震として、2012年三陸沖の地震が発生しています。

64ページを御覧ください。

地震規模について、基本ケースでは当該地震の規模Mw7.3を設定します。

不確かさとして、東北日本弧と千島弧では応力状態が異なると考えられますが、保守的に東北日本弧でも1994年北海道東方沖地震のような浅い領域で応力中立面を超えるような地震が発生し得るとして、Mw8.3の規模を考慮します。

66ページを御覧ください。

短周期レベルについて、基本ケースは強震動予測レシピに基づき設定します。

不確かさとして、保守的に同じ東北日本弧の想定する二重深発地震面の上面の地震と同様に、強震動予測レシピの1.5倍を考慮します。

67ページを御覧ください。

東北日本弧の沖合のやや浅い地震として、考慮する検討ケースを示しています。

断層位置は、海洋プレート上面深さ20kmの等深線に対応する位置に、基本ケースは海洋プレートに対して60°の傾斜角の断層面を。

不確かさケースは、1994年北海道東方沖地震の特徴を踏まえ、後述する3.3.2項に示す断層面と同じものを設定しています。

68ページを御覧ください。

ここから次に、千島弧に想定する海洋プレート内地震の設定について、説明します。

考慮する各地震タイプについて、最大規模の地震を表に示します。

千島弧の二重深発地震面の上面の地震について、応力中立面の位置が海洋プレート上面から約9kmと薄く、DC型として発生し得る地震規模は小さいため、敷地への影響は小さいと考えられることから、検討用地震の候補から除きました。

また、発生領域が遠いアウターライズ地震についても候補地震から除き、二重深発地震面の下面の地震と沖合のやや浅い地震を検討用地震の候補地震としています。

69ページを御覧ください。

まず、千島弧の二重深発地震面の下面の地震の設定について、説明します。

最大規模の地震として、1993年釧路沖地震で発生しています。

70ページを御覧ください。

地震規模について、基本ケースは当該地震の規模Mw7.6を設定します。

基本ケースを超える規模を示唆する知見は得られていないことから、規模の不確かさは考慮していません。

72ページを御覧ください。

短周期レベルについて、基本ケースは強震動予測レシピに基づき設定します。

不確かさとして、1993年釧路沖地震の短周期レベルを踏まえ、強震動予測レシピの2.1倍を考慮します。

73ページを御覧ください。

千島弧の二重深発地震面の下面の地震として考慮する検討用ケースを示しています。

断層位置は、千島弧西端の敷地に近い位置に傾斜角 0° の断層面を設定しています。

74ページを御覧ください。

次に、千島弧の沖合のやや浅い地震動の設定について、説明します。

最大規模の地震として、1994年北海道東方沖地震が発生しています。

75ページを御覧ください。

地震規模について、基本ケースは当該地震の規模Mw8.3を設定します。

不確かさについて、基本ケースを超える規模を示唆する知見が得られていないことから、考慮していません。

77ページを御覧ください。

短周期レベルについて、基本ケースは強震動予測レシピに基づき設定します。

不確かさとして、1994年北海道東方沖地震の短周期レベルを踏まえ、強震動予測レシピの2倍を考慮します。

78ページを御覧ください。

千島弧の沖合のやや浅い地震として、考慮する検討ケースを示しています。

断層位置は千島弧の西端の敷地に近い位置に傾斜角 75° の断層面を設定しています。

79ページを御覧ください。

設定した検討用地震の候補の全ケースについて、諸元を示しています。

80ページを御覧ください。

東北日本弧及び千島弧の検討を踏まえ、設定した検討用地震の候補について、片岡ほかの方法により、敷地への影響を比較しました。

設定した検討用地震の候補の全ケースについて、片岡の方法による応答スペクトルの比較を左の図に示しています。

周期0.7秒より短周期側では、ピンク色で示す東北日本弧の二重深発地震面の上面の地震が、周期0.7秒以降では、紫色で示す千島弧の沖合のやや浅い地震が敷地への影響が大きい結果となっています。

また、応答スペクトルへのごく短周期に対応する最大加速度について中央の表に示していますが、設定した全ケースのうち東北日本弧の二重深発地震面の上面の地震が148Galで最大となっていることも踏まえ、東北日本弧の二重深発地震面への上面の地震及び千島弧の沖合のやや浅い地震を検討用地震として選定しています。

81ページを御覧ください。

検討用地震の選定のまとめを示しており、東北日本弧の二重深発地震面の上面の地震である「敷地下方の想定スラブ内地震」と、千島弧の沖合のやや浅い地震である「想定十勝沖スラブ内地震」を検討用地震として選定しています。

83ページを御覧ください。

ここから、検討用地震のうち、敷地下方の想定スラブ内地震の地震動評価について、説明します。

84ページを御覧ください。

敷地下方の想定スラブ内地震の基本ケースの震源モデルは、2021年福島県沖の地震及び2011年4月7日宮城県沖の地震を踏まえ、強震動予測レシピに基づき設定しており、Mw7.1の規模を想定しています。

傾斜角が海洋プレート上面に対して60°の断層面を海洋性マントル内の敷地に近い位置に設定し、SMGAは敷地に寄せた位置として、断層上端に設定しています。

85ページに、設定した基本ケースの震源モデルを示しています。

86ページを御覧ください。

考慮する不確かさについて、整理しています。

表中、黄色で示すように、「認識論的不確かさ」として、地震規模、断層位置及び短周期レベルについて考慮しています。

87ページを御覧ください。

設定した検討ケースを示しています。各ケースの設定は表に示すとおりです。

断層位置の不確かさとして、右下の断層の断面位置図に示すように、断層上端を海洋性地殻上端として考慮しています。

88ページを御覧ください。

断層パラメータは、強震動予測レシピに基づき設定しています。設定した断層パラメータは、89ページに示しています。

91ページを御覧ください。

地震動の評価方針について、説明します。

検討用地震の選定では、全ケースの相対比較により敷地への影響を確認して選定しています。そのため、全ケースの相対比較に有効な片岡ほかの方法を用いしましたが、応答スペクトルの対象周期は0.1秒～5秒となっています。

検討用地震の地震動評価では、より短周期の周期0.02秒～5秒まで連続した水平動と鉛直動の応答スペクトル評価が必要であることから、それらの評価が可能なNodaの方法を用いて地震動評価を行います。

なお、Nodaの方法で評価する際には、敷地で得られた海洋プレート内地震の観測記録とNodaの応答スペクトル比残差を踏まえた補正係数を考慮します。

断層モデルを用いた手法による地震動評価手法については、要素地震に適した地震が発生していないことから、統計的グリーン関数法による地震動評価を実施しています。

92ページを御覧ください。

Nodaによる方法で考慮する補正係数について説明します。

敷地で記録が得られた海洋プレート内地震のうち、Nodaの適合範囲内の地震について、Nodaによる評価とT.P. -230mにおけるはざとり波の残差を計算しています。

計算した残差を右下の図に示していますが、海洋プレート内地震の4つの地震タイプで分けるほどの記録数がないことを踏まえ、補正係数は観測記録の残差の平均値を参考に、3倍を設定しています。

94ページを御覧ください。

ここから、地震動評価結果を示します。

応答スペクトルに基づく地震動として、Nodaの方法による評価結果を示しています。

なお、片岡ほかによる評価も実施しており、こちらは補足説明資料5章に示しています。95ページを御覧ください。

ここから106ページまで、断層モデルを用いた手法による評価結果、応答スペクトル、加速度時刻歴波形、速度時刻歴波形を示しており、107ページには、全ケースの応答スペクトルを示しています。

108ページを御覧ください。

ここから、検討用地震のうち、想定十勝沖スラブ内地震の地震動評価について、説明します。

109ページを御覧ください。

想定十勝沖スラブ内地震の基本ケースの震源モデルは、1994年北海道東方沖地震を踏まえ、強震動予測レシピに基づき設定しており、Mw8.3の規模を想定しています。

傾斜角75°の断層面を千島弧西端の敷地に近い位置に設定し、SMGAは断層中央に等間隔に配置したものを平行移動して、敷地に寄せた位置に設定しています。

110ページに、設定した基本ケースの震源モデルを示しています。

111ページを御覧ください。

考慮する不確かさについて、整理しています。

表中、黄色で示すように、認識論的不確かさとして、地震規模及び短周期レベルについて考慮しています。

112ページを御覧ください。

設定した検討ケースを示しています。各ケースの設定は、表に示すとおりです。

地震規模の不確かさケースでは、Mw8.4の考慮に伴い、断層長さが長くなり、SMGAの間隔も合わせて広げた配置が考えられますが、SMGA位置は基本ケースに対応する位置に設定しています。

113ページを御覧ください。

断層パラメータは、強震動予測レシピに基づき設定しています。設定した断層パラメータは114ページに示しています。

パラメータのうち短周期レベルについて、第983回審査会合資料2-1の誤り②に該当し、適切な設定であることの確認は、後ほど補足説明資料でまとめて説明します。

116ページを御覧ください。

地震動の評価方針について、説明します。

応答スペクトルに基づく地震動評価として、敷地下方の想定スラブ内地震と同様に、Nodaの方法による評価を実施しています。

断層モデルを用いた手法による地震動評価については、要素地震として用いることができる記録が得られていることから、経験的グリーン関数法による地震動評価を実施しています。

117ページを御覧ください。

要素地震は、左の図に示すように、想定する断層面に近い位置で発生した地震を選定しています。

要素地震の地震モーメントはF-netの値を設定しており、コーナー周波数は震源周辺の観測記録を用いて推定しています。

右下の図に示すように、震源パラメータに基づく理論震源スペクトルは、観測記録とよく整合するものとなっています。

要素地震のはざとり波については、118ページに示しています。

119ページを御覧ください。

応答スペクトルに基づく地震動評価について、Nodaの方法による評価結果を示しています。

120ページを御覧ください。

ここから125ページまで、断層モデルを用いた手法による評価結果を示しており、126ページには、全ケースの応答スペクトルを示しています。

128ページを御覧ください。

海洋プレート内地震の地震動評価のまとめとして、応答スペクトルに基づく地震動評価結果を128ページに。断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を129ページに示しています。

以上で、海洋プレート内地震の本編資料に関する説明を終わります。

続きまして、資料1-2を御覧ください。補足説明資料について、説明します。

7ページを御覧ください。

2021年2月13日に福島県沖で発生したMw7.1の地震について、5月21日時点の知見を整理しています。このうち、特に短周期レベルに着目した検討について、説明します。

11ページを御覧ください。

司（2021）では、同じMw7.1である2021年福島県沖の地震及び2011年4月7日宮城県沖の地震について、観測記録と司・翠川による予測値の比較が示されています。

その結果を見ると、2021年福島県沖の地震は、2011年4月7日宮城県沖の地震ほど、短周期が卓越しなかった可能性が考えられます。

12ページを御覧ください。

大野（2021）では、同じく2021年福島県沖の地震と2011年4月7日宮城県沖の地震について、最大加速度と最大速度の比を示しています。

この比の比較から、2021年福島県沖の地震は、2011年4月7日宮城県沖の地震ほど短周期が卓越しなかった可能性が考えられます。

以上の検討結果を踏まえ、2021年福島県沖の地震の短周期レベルは、2011年4月7日宮城県沖の地震と同程度以下であると考えています。

13ページを御覧ください。

検討用地震の選定について、Nodaの方法では短周期レベルを直接比較できませんが、短周期レベルの不確かさについて便宜的に考慮して、周期0.02秒～5秒について、比較しました。

14ページを御覧ください。

Nodaの方法では、短周期レベルは評価式のパラメータに組み込まれていませんが、ここでは短周期レベルの補正として、長周期側が過大評価になると考えられるものの、強震動予測レシピに対する短周期レベルの倍率を全周期帯に一律に適用して、相対比較を実施しました。

15ページを御覧ください。

検討用地震の候補の検討ケース諸元を示しています。

16ページを御覧ください。

Nodaの方法による比較結果を示しています。

応答スペクトルの比較により、周期0.2秒以下において東北日本弧の二重深発地震面の上面の地震の影響が、おおむね大きい結果が得られました。

また、周期0.2秒より長周期側では、千島弧の沖合のやや浅い地震の影響が大きい結果となっており、Nodaの方法による便宜的な比較でも、検討用地震の選定結果は変わらないことを確認しました。

22ページを御覧ください。

想定十勝沖スラブ内地震について、観測記録の加速度レベルが小さいことから、ノイズレベルに対するシグナルの振幅を確認しています。

23ページを御覧ください。

シグナル部及びノイズに相当するフーリエスペクトルについて、各成分を示しております。

黒線で示すシグナル部は、灰色線で示すノイズレベルに対して30Hz付近まで十分な振幅を有していることを確認しました。

27ページを御覧ください。

経験的グリーン関数法EGFで地震動評価を実施している想定十勝沖スラブ内地震について、統計的グリーン関数法SGFによる評価を実施し、比較しました。

統計的グリーン関数法に用いる地盤モデル等について、28ページに示しています。

29ページを御覧ください。

EGFとSGFによる評価結果の比較を示します。

赤線で示すEGFによる結果は、青線で示すSGFによる結果とおおむね同程度であることを確認しました。ただし、鉛直成分の周期0.5秒付近について、EGFのほうがやや大きめとなっております。これについて検討しています。

30ページを御覧ください。

ここでは、要素地震の観測記録とはぎとり波の鉛直成分の応答スペクトルを比較しています。

観測記録の応答スペクトルを見ると、周期0.5秒付近にピークのようなものが見られますが、赤線で示すはぎとり波では、このピークがほかの周期帯と比較して、さらに顕著になっています。

31ページを御覧ください。

右図に示す鉛直成分のはぎとりの伝達関数を確認すると、周期0.5秒付近に1次のピークが見られ、その振幅は大きなものとなっています。

これより、要素地震がはぎとり解析によって観測記録の周期0.5秒付近のピークがさらに増幅された結果、EGFによる鉛直成分はSGFに比して周期0.5秒付近が卓越し、両者に差が生じたと考えられます。

32ページを御覧ください。

想定浦河沖スラブ内地震について、設置変更許可申請時に検討用地震としていたことを

踏まえ、断層モデルを用いた手法においても地震動評価を実施し、検討用地震と比較しています。

設定した断層面を33ページに示しています。

36ページを御覧ください。

敷地への影響が大きいケースとして、敷地下方の想定スラブ内地震では、地震規模の不確かさケースと短周期レベルの不確かさケース。

想定十勝沖スラブ内地震では、短周期レベルの不確かさケース。

想定浦河沖スラブ内地震では、短周期レベルの不確かさケースについて、地震動評価結果を比較しました。

左側の図に、片岡ほかによる比較。右側の図に、統計的グリーン関数法による比較を示しています。

想定浦河沖スラブ内地震は、片岡ほかの方法による評価と同様に、検討用地震と比べて敷地に与える影響は小さいことを確認しました。

37ページを御覧ください。

設置変更許可申請書添付書類六「5.地震」における記載の誤りについて、今回検討において適切に設定していることを確認しています。

38ページを御覧ください。

設定したQ値について、確認をしています。

海洋プレート内地震の地震動評価に用いるQ値は、川瀬・松尾に基づき設定しており、震源相当位置に対応する領域の値を用いていることを確認しました。

38ページには、想定十勝沖スラブ内地震について。39ページには、想定浦河沖スラブ内地震について、確認結果を示しています。

40ページを御覧ください。

アスペリティの短周期レベルの設定について、確認しています。

想定十勝沖スラブ内地震のパラメータは、強震動予測レシピに基づき設定しており、設定環境としては関係式及び算定値が適切であることを確認しました。

以上で、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち、海洋プレート内地震についての説明を終わります。

○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。

佐藤さん。

○佐藤安全審査官 規制庁、佐藤です。御説明をありがとうございました。

私からは、検討用地震の選定について、幾つか確認、コメントをしたいというふうに思っています。

資料1-1、本編資料のほうなんですけど、ページでいきますと42ページ、43ページをお願いいたします。

ここで検討用地震の候補として、過去の被害地震、それから海洋プレート内地震に関する知見の整理によりまして、東北日本弧と、それから千島弧について、二重深発地震面の上面の地震、二重深発地震面の下面の地震、沖合のやや浅い地震及びアウターライズ地震の、これら6つのタイプの地震を検討対象地震の候補として選定しているというふうに思うんですけども、まず確認ですが、その理解でよろしいですか。

○石渡委員 いかがでしょうか。

どうぞ。

○電源開発（森） 電源開発の森です。

そのとおりでございます。

○石渡委員 佐藤さん。

○佐藤安全審査官 規制庁、佐藤です。

その前提でということですけども、これらの6つのタイプの地震から、片岡ほか（2006）によって検討用地震を選定しているというふうなことで、ページでいきますと79ページ、80ページですかね。80ページがいいと思いますけども、というのがこの80ページの結果になります。

検討用地震の選定に当たっては、6つのタイプの地震について、それぞれ基本ケース、それから規模の不確かさケース及び短周期レベルの不確かさケースを設定した上で、それらの相対的な比較を行い、敷地に対する影響が最も大きい地震を検討用地震として選定すると。要はこういう方針に基づいて、結局のところ、ここに記載がありますけども、想定十勝沖スラブ内地震、それから敷地下方の想定スラブ内地震、この2つを検討用地震として選定しているというふうなことになっています。

それで、確認ですけども、確認コメントなんですけどもね、片岡ほか（2006）による検討用地震によって選定しているんですけども、今般のように敷地への影響度合いを相対的な比

較を行うという観点からは、先行サイトでも採用していますNoda et al. (2002)でも十分ではないのかなというふうに考えるわけです。

また、それから、片岡ほか（2006）というのは、対象とする周期が0.1秒～5秒であるため、0.02秒～5秒までの周期帯を連続して評価できるNoda et al. (2002)にも用いる必要があるのかなというふうに思います。

したがって、参考資料2にもNodaの結果がありますけども、それを本編資料に移していただいて、片岡ほかの結果と併記していただくというふうなことにしてみてもいいかなというふうに思っていますけども、この点いかがでしょうか。

○石渡委員　いかがですか。

どうぞ。

○電源開発（森）　電源開発の森です。

距離減衰式にパラメータが組み込まれている片岡ほかを適していると思い、今の説明構成にしておりますが、今の佐藤さんの御指摘を踏まえまして、Nodaの方法にある評価も併記して示したいと思います。

○石渡委員　佐藤さん。

○佐藤安全審査官　規制庁、佐藤です。

その点、よろしく申し上げます。

あと一つ、マイナーコメントですけども、これは資料構成の問題かもしれませんが、本編資料の50ページなんですけども、少し戻ります。

アウターライズの地震ということで、今、敷地から海溝軸までは約330km以上遠くというふうにここで書いていて、地震動による敷地への影響は小さいと考えられることから、検討用地震の候補から除いたとして、記載がございます。

除外した根拠が、補足説明資料1-2になりますけども、18ページに示されております。

この根拠となっている補足説明資料1-2の18ページなんですけども、除外したというのであれば、この根拠データも本編資料に移していただいて、3. 検討用地震の選定に挿入していただいたほうがおさまりがいいのかなというふうな気がしますので、構成上の問題ですけども、そのほうがいいかなというふうに思いますので、御対応いただければなというふうに思っていますが、その点いかがでしょうか。

○石渡委員　いかがですか。

どうぞ。

○電源開発（森） 電源開発の森です。

ただいまの御指摘、拝承いたしました。

○石渡委員 佐藤さん。

○佐藤安全審査官 規制庁、佐藤です。

私からは以上でございます。

○石渡委員 ほかにございますか。

三井さん。

○三井審査官 規制庁の三井です。

私のほうから、選定された検討用地震に関する地震動評価につきまして、確認した内容についてコメントを差し上げたいと思います。

まず、本年の2月13日に発生をいたしました福島県沖の地震に関してなんですけども、この地震に対してF-netの値から求めた地震モーメントというものがございますけども、そちらが資料の89ページに敷地下方の想定スラブ内地震の断層パラメータについての一覧表があるかと思っておりますけども、この中で地震モーメントとして、先ほどの2月13日の地震を踏まえた設定がなされていると。震源パラメータを見直しているということは確認をさせていただきました。

あと、この地震に関しまして、資料の1-2のほうの11ページ、12ページのほうに分析が示されておりまして、このページの結論として、例えば11ページのほうでは、ちょっと11ページを出していただいてよろしいですか。すみません。

こちらのほうの結論としては、この2月13日の地震につきましては、2011年4月7日の宮城県沖の地震ほど短周期が卓越しなかった可能性が考えられるというような分析がなされております。

この2月13日の地震につきましては、今後各学協会などにおきまして、研究成果が今後出てくるというふうに想定をしておりますので、この地震の研究成果につきましては、引き続き情報収集をお願いしたいと思います。

1点目は以上になります。

○石渡委員 よろしいでしょうか。

どうぞ。

○電源開発（森） 電源開発の森です。

引き続き、知見の収集に努めたいと思います。

○石渡委員 三井さん。

○三井審査官 じゃあ、その点、よろしくをお願いします。

あと、検討用地震として選定されました、まず敷地下方の想定スラブ内地震の地震動評価についてなんですけども、まず、資料の1-1のほうの84ページのほうで、こちらのほうで基本ケースとしてこのような方針で地震動評価をしましたというようなことで記載がされておりまして、まずはそのレシピのスラブ内地震の特性化震源モデルに基づいてパラメータを設定しているということと、あとは東北日本弧の二重深発地震面の上面の地震であります、先ほど申し上げた2月13日の地震と、2011年の4月7日の宮城県沖の地震の特徴を踏まえて、震源モデルを設定していると。これらを考慮して、基本モデルを設定しましたということは確認をさせていただきました。

次に86ページなんですけども、こちらのほうではその基本ケースに対しまして、今度は不確かさケースの検討ということなんですけども、こちらの86ページのほうで認識論的不確かさと偶然的な不確かさについて、地域性を考慮した上で項目を選定いたしまして、地震規模と断層位置と短周期レベルにつきまして、不確かさを考慮するという事は確認をさせていただきました。

以上、検討された基本ケースと不確かさケースにつきまして、91ページですかね。のほうで、地震動の評価方針ということが示されておりまして、応答スペクトル法につきましては、サイト補正を考慮した上でNoda et al.の方法を採用しておりまして、断層モデル法につきましては、要素地震に適した観測記録が得られていないということをもちまして、統計的グリーン関数法によって地震動評価が行われておりまして、その結果、94ページ以降に、94ページは応答スペクトルの地震動評価の結果なんですけども、これ以降で応答スペクトル法と断層モデル法のそれぞれについて、応答スペクトル図と時刻歴波形が適切に示されているということは確認をさせていただきました。

次に、もう一つの検討用地震であります想定十勝沖スラブ内地震についてなんですけども、こちらでも評価方針が109ページのほうに示してございまして、こちらでも先ほどの基本ケースの考え方と同様に、レシピのスラブ内地震の考え方に基づいてパラメータを設定しているということと、あとは同様のメカニズムで発生した1994年の北海道東方沖地震の特徴を踏まえた震源モデル設定がなされているということで、この考え方に基づいて基本ケースが設定されているということは確認をさせていただきました。

基本ケースに対しまして、今度不確かさケースなんですけども、こちらでも先ほどと同様

に、111ページのほうで不確かさケースの検討が示されておりまして、こちらも地域性に基づいて検討した結果、地震規模と短周期レベルについて考慮した評価がなされているということを確認させていただきました。

以上、検討された基本ケースと不確かさケースについて、地震動評価については方針が116ページのほうに示してございまして、応答スペクトル法につきましては、先ほどと同様に補正を考慮したNoda et al.の方法によりまして評価が行われておりまして、断層モデル法につきましては、これは先ほどとはちょっと違っていて、観測記録が得られていると。適切な観測記録が得られているということで、経験的グリーン関数法を用いて評価を行っているということと、あとは選定された要素地震が適切かどうかというところにつきましては、次の117ページのほうに、こちらのほうで理論震源スペクトルが地震観測記録と整合しますというような評価がなされておりまして、要素地震として適切であることを確認した上で評価が行われているということを確認いたしまして、最終的な評価結果といたしましては、119ページから始まる最終結果が示されておりまして、こちら、応答スペクトル法の結果が119ページなんですけども、これ以降、断層モデル法に基づく評価結果も含めて適切になされているということは確認をさせていただきました。

確認した内容のコメントですので、特段の回答は不要です。

私からは以上になります。

○石渡委員 特段の回答は不要とのことですが、何かございますか。よろしいでしょうか。ほかにございますか。大体よろしいですかね。

この資料の世界のプレート内地震のまとめをしたところが、19ページですね。本資料の19ページにあって、ここに幾つかの世界で起きた大きなプレート内地震、海洋プレート内地震のリストがあります。

これは表記の問題なんですけども、マックオリー島北部と書いてあるんですね、最初の。これ、普通はマッコリーないしマコーリーと書くのが普通だと思うんですよね。

これは、いわゆるマコーリー島とは違う島なんですか。いかがですか。

どうぞ。

○電源開発（森） 電源開発の森です。

英語表記をちょっとカタカナにするときに、マックオリーとなってしまうんですが、バヌアツより南のマッコリーとなっています。すみません。失礼しました。訂正します。

○石渡委員 普通に世界地図なんかに書いてある一般的な表記に倣っていただきたいと思

います。

ほかにございますかね。

さっきの117ページの三井のほうからコメントがあった最後のところなんですけども、これは要素地震というのがここに出ているんですけども、この要素地震のメカニズム解というのは、ここに書いてある断層の走向傾斜からすると、ちょっと似ても似つかないようなものだと思うんですけども、これは特にそういう断層の走向傾斜は考えずに、その辺で起きた地震ということでこれを使っているということですか。ちょっと教えてください。どうぞ。

○電源開発（森） 電源開発の森です。

御指摘のとおり、走向と類似した地震を要素地震とするのが一番理想的であると考えているんですけども、そのような地震が残念ながらなかったことから、この当該地震を要素地震としています。

補足説明資料のほうに、統計的グリーン関数法と比較した図が資料1-2の20ページのほうに示していますけれども、統計的にグリーン関数法の評価と比較しても整合的であるというところから、メカニズムの違いによる影響は大きくないというふうに考えています。以上です。

○石渡委員 分かりました。

ほかに特になければ、今日はこの辺にしたいと思いますが、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。

大間原子力発電所の基準地震動の策定のうち、海洋プレート内地震の地震動評価につきましては、これでおおむね妥当な検討がなされたものというふうに評価をします。

ただし、本日指摘があった記載の適正化などの点につきましては、震源を特定して策定する地震動のまとめの資料に反映をしていただくようお願いいたします。

よろしいでしょうか。

それでは、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。

原子力発電所の地震等に関する次回会合につきましては、来週9月2日の木曜日に、特定重大事故等を対象にした非公開の会合。3日金曜日に、通常どおりの公開の会合をそれぞれ予定しております。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998回審査会合を閉会いたします。