

総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会  
耐震・構造設計小委員会地震・津波、地質・地盤合同WG  
第9回Bサブグループ会合 議事録  
(案)

○日 時：平成20年12月19日（金） 14:30～16:42

○場 所：経済産業省別館10階1020会議室

○議 題

- (1) 新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性評価（中間報告）について（泊、女川、川内他）
- (2) その他

○出席委員（順不同）

翠川三郎、今泉俊文、岩渕洋、岩下和義、藤原広行

○武長審査官 定刻になりましたので、ただいまから、総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 耐震・構造設計小委員会 自身・津波、地質・地盤合同ワーキングの第9回Bサブグループ会合を開催させていただきたいと思います。

まず定足数の確認をさせていただきます。

当サブグループの定足数は、委員9名に対しまして過半数でございますので5名となっております。なお、ただいまの出席委員は5名でございますので定足数を満たしております。

それでは、翠川主査に以降の議事進行をお願いしたいと存じます。

よろしく願いいたします。

○翠川主査 それでは、議事に入る前に事務局から配付資料の確認をお願いいたします。

○武長審査官 はい。それでは、お手元の資料を確認させていただきます。

まず座席表がございます。次に委員名簿でございます。本日の議事次第でございます。議事次第には、本日の配付資料一覧を記載してございます。

次に資料の確認をさせていただきます。合同B9-1として、合同Bサブ会合のコメントの整理でございます。

続きまして、本日は、女川、泊と川内を資料としては用意させていただいております、女川をまず議論させていただきたいと思っております。合同B9-2-1として、女川の原子力発電所S sの策定概要というものがございます。合同B9-2-2として、女川の基準地震動S sの策定に係る補足説明資料がございます。なお、傍聴の方にはお配りしてございませんが、A3判の紙でB9-2-2の8ページをA3に拡大したものが1枚ございます。更に、合同B9-2-3として、基準地震動S sの策定について概要というものがございます。本日は、説明はB9-2-2を中心にさせていただきたいと考えております。こちらは参考までにと位置付けで御理解いただきたいと思います。

続きまして、合同B9-3でございます。北海道電力株式会社泊発電所基準地震動S sの策定についてコメント回答でございます。

更に、合同B9-4-1が川内原子力発電所の活断層評価に関するコメント回答資料でございます。合同B9-4-2は、川内原子力発電所基準地震動S sの策定についての補足説明資料でございます。合同B9-4-3は、川内原子力発電所基準地震動S sの策定についての概要でございます。

以上でございます。

○翠川主査 ありがとうございます。

資料に不備などがございましたら、事務局にお申し付けいただければと思います。

それでは、議事に入りますが、事務局より、前回議事録の確認をお願いいたします。

○武長審査官 失礼いたしました。先ほどの資料確認のときに、前回議事録と机上資料の説明を省いておりました。申し訳ございません。机上資料として、耐震設計審査指針がございます。それから、バックチェック中間報告書等の本体等につきましては、事務局の方

で用意しております。申し訳ございませんでした。

前回の議事録でございます。合同B-9-5として、先日、前回の11月21日の第8回合同Bサブグループの議事録ですが、事前に各先生方に確認をさせていただいております。本日配付しております、後日、ホームページへの公開手続きに入りたいと思っております。以上でございます。

○翠川主査 よろしいでしょうか。

それでは、次の議題に入りたいと思います。続いての議題は、本会合におけるコメントの整理でございます。合同B9-1の資料について、事務局より御説明をお願いいたします。

○武長審査官 合同B9-1でございます。全部で1ページから16ページまでございます。こちらは、前回第8回会合までに会合をさせていただきまして、そちらにおけるコメントを整理したもので、北から泊、南は川内まで並べてございます。

変更点を申し上げます。まず泊発電所について、第8回というものを4ページに記載させていただいております。4ページの上から3つ目のもの、下から3つ目にありますが、「震源を特定せず策定する地震動の地震動レベルの確認において、地震基盤で評価しているものは、その旨を示した方が良い。」というものでございます。こちらは、今回、コメント回答として説明がでございます。

続きまして、6ページについて若干補足させていただきます。横浜断層につきましては、第6回の本Bサブ会合において議論させていただいたところですが、これについては、6ページの右の方に書いている、関係する会議体を合同で行う会議体で現在審議させていただいているところで、その旨を別途記載してあります。

続いて、女川です。8ページの上から4つ目のコメントとして、地質・地質構造について記載させていただいております、こちらは次回以降に説明を予定しております。

それから、9、10ページにわたり、基準地震動S<sub>s</sub>について、審議のポイントを並べたものがあります。前回、一応説明はさせていただいたのですが、本日、10ページにあるとおり、設定のプロセスを含めて詳しく説明させていただきたいと思っております。

玄海は特にないと思います。

川内につきましては、15ページにコメント回答の資料を用意しております。

雑駁で申し訳ありませんが、合同B9-1については以上でございます。ありがとうございました。

○翠川主査 ありがとうございます。

それでは、ただいま御説明いただきました資料について、お気づきの点がございませうか。よろしいでしょうか。

ありがとうございました。

それでは、次の議題に入りたいと思います。

次の議題は、女川原子力発電所の基準地震動S<sub>s</sub>の策定についてということで、資料が

合同B9-2-1、2-2、2-3の3種類ございます。これについて東北電力株式会社より説明をお願いいたします。

○東北電力（笹川） 前回ワーキングのときに説明させていただきましたけれども、私どもの説明に不備がございまして、議事進行を含めて大変御迷惑をおかけしましたことをおわび申し上げます。本日、ここに改めて説明の機会をいただきました。今回、丁寧な説明に努めたいと存じますので、委員の先生方、是非御指導のほどをよろしくお願いしたいと思っております。

それでは、説明に移らせていただきます。

○東北電力（広谷） それでは、資料に基づいて説明させていただきます。

資料ですけれども、先ほど事務局からお話がありましたように、合同B9-2-1、A3の資料になっております。こちらでは、女川の基準地震動Ssの策定の概要並びに本日も主に御説明する内容について、概略を最初に説明させていただきたいと思っております。

説明は、合同B9-2-2の資料を中心に説明させていただきたいと思っております。あと、合同B9-2-3は、前回の資料を再度持ってきたものですが、前回は不備な点がありましたので、そうしたものを一部修正して今回またお持ちしたというものでございます。

それでは、A3の資料、合同B9-2-1に基づいて、今回御説明する内容並びに基準地震動Ss策定の概要について御説明させていただきます。

女川原子力発電所については、プレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震、大きく3つの地震に分けられますが、前回、それに基づいて基準地震動Ssの策定について御説明させていただいております。特に女川原子力発電所では観測記録がたくさん取れていることもあり、そうしたところに関する検討等、あと、地震ハザードに関する検討等を中心に今回は御説明させていただきたいと思っております。

今回の説明内容として、フローに従って番号を振っております。まず第1点目として、プレート間地震として検討用地震として挙げております連動型想定宮城県沖地震の不確かさケースについて、特にその中でアスペリティの応力降下量のばらつきを考慮したケースを今回は評価しておりますけれども、そこについての説明を詳しくさせていただきたいと思っております。

2点目は、評価手法に関する説明です。女川では、2005年の地震、2003年の地震の観測記録が取れていますので、プレート間地震については2005年の記録の検討に基づいた評価、断層モデルについても2005年の記録を踏まえた評価について、説明②、説明③という形で説明を予定しております。2003年につきましては、同じく応答スペクトルに基づく手法について説明④、断層モデルに基づいた手法ということで説明⑤という形で予定しております。この説明番号ですが、後ほどの合同B9-2-2の資料では、これに該当する番号が資料の右下に振っておりますので、対比して御覧いただければよろしいかと思っております。

説明内容として、内陸地殻内地震についての不確かさケースについても、前回御説明し

ておりますが、再度御説明したいと思っております。

説明⑦として、震源を特定せず策定する地震動について、一部追加検討も実施しております。そうした内容も含めて再度御説明させていただきたいと考えております。

説明⑧として、その結果策定された基準地震動の概要を説明させていただきます。

最後になりますが、地震ハザードに関する検討、超過確率の検討について、特にシナリオ地震の固有地震のばらつきの検討を中心に詳しく御説明させていただきたいと思っております。

続きまして、A3の資料の2枚目を御覧いただきたいと思います。女川原子力発電所については、2005年8月16日の宮城県沖の地震のときに基準地震動、当時のS2を一部の周期帯において超えたこともあり、保安院から、その要因分析の検討をとという要求があり、それについて報告させていただいております。そのときに報告した内容と今回の耐震バックチェックにおける評価との関係を簡単にフロー図で1枚にまとめたものでございます。

黄色く色を塗ったものが2005年の地震の対応のときに御報告させていただいた内容で、2005年のときはプレート間地震で基準地震動S2を超えたということでしたので、そのプレート間地震の評価を重点的に行っております。また、2003年の地震のときも女川原子力発電所はスクラムしているわけですが、海洋プレート内地震についても短周期が卓越する地震という特徴がありましたので、当時、併せて海洋プレート内地震についても評価しております。いずれも当時の指針が改訂前でしたので、基本的には旧指針に基づいた評価という位置付けで行っております。

今回の耐震バックチェックについてもこのときの検討がベースになっており、例えばプレート間地震の不確かさケースのところを見ていただきますと、基本ケース及びケース2からケース6については、当時の検討結果をそのまま採用しております。ケース7として、後ほどまた詳しく説明しますが、アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮したケースを追加で考慮したという状況でございます。また、プレート間地震の評価方法につきましては、当時は主に断層モデルを用いた手法を中心に御説明させていただいておりますけれども、今回は、Noda et al.の方法を補正した距離減衰式についても後ほど詳しく説明しますが、そうしたものも新たに評価しております。

沈み込んだ海洋プレート内地震についても、当時は応答スペクトルに基づく手法の評価だけでした。ただ、特に応答スペクトルに基づく手法にしても、当時、2003年の宮城県沖の地震の敷地における観測記録を距離減衰式を用いて補正する方法という形で行ってまいりました。具体的には、M7.1の地震の観測記録を、司・翠川式、翠川・大竹式といった距離減衰式を用いて仮に敷地の近傍直下に持ってきた場合はどういった地震動になるかといった検討を行っております。今回は、こちらについては観測記録の分析を行い、応答スペクトルに基づく手法で算定するというもので、こちらについても後ほどまた詳しく御説明させていただきたいと思っております。

2003年のときは断層モデルを用いた検討は実施していませんでしたが、このたびは、統計的グリーン関数法による検討を実施しており、それについても中間報告書に盛り込んで

おります。

あと、最終的な地震動ですが、当時は基準地震動  $S_s$  という呼び方ではなくて安全確認地震動、女川の安全性を確認するための地震動という形で策定しておりました。その地震動については、全く同じものを基準地震動  $S_s - D$  としております。最大加速度が 580 ガルの地震動という形になっております。

更に今回、耐震バックチェックにおいては、更に2つの基準地震動  $S_s$  を追加しております。一つは、上の基準地震動  $S_s - F$  と書いてあります。こちらは、先ほど来あります連動型想定宮城県沖地震のアスペリティの応力降下量の不確かさを考慮したケースを新たに基準地震動  $S_s - F$  として追加しているものです。更にもう一つ、一番下になりますが、基準地震動  $S_s - B$  と名付けております。こちらは、震源を特定せず策定する地震動を基準地震動  $S_s - B$  としておまして、3本の地震動を基準地震動  $S_s$  として定めております。そうした点が 2005 年の報告との違いになります。

それでは、続きまして、合同 B 9 - 2 - 2 の資料に基づいて御説明させていただきます。プロジェクターも用意してありますので、併せてこちらの画面も御覧になっていただきたいと思えます。

( P P )

説明内容は、連動型想定宮城県沖地震、海洋プレート内地震、以下、こうしたメニューで順次御説明させていただきます。

( P P )

まず1点目は、連動型想定宮城県沖地震のアスペリティの応力降下量の不確かさについて御説明させていただきます。

連動型想定宮城県沖地震の基本ケースについては、壇ほかの断層パラメータを用いておりますけれども、壇ほかのモデルは、1978年宮城県沖地震の観測記録を踏まえて構築された地震本部の A 1 断層の震源モデルを踏まえており、そもそも宮城県沖のプレート間地震の地域性が考慮されているものです。そうした位置付けのモデルではありますが、更に、我々は今回、耐震バックチェックにおいては、アスペリティの応力降下量の不確かさをこれに加えて不確かさの一つとして考慮しております。考慮に当たっては、ばらつきという観点から、内陸地殻内地震の知見、入倉・三宅(2001)の知見を参考として考慮しております。

以下、もう少し詳しく御説明します。

( P P )

4 ページの図は、地震調査研究推進本部の 1978 年宮城県沖地震のデータをもとに想定した A 1 断層のモデルです。

( P P )

このモデルについては、地震調査研究推進本部では観測記録を用いた検討によってアスペリティの位置、その他断層モデル諸元を決めており、観測記録との整合性を踏まえた上

で断層モデルを最終的に策定しているというものです。

例えば、今、新潟県中越沖地震で柏崎原子力発電所でもいろいろ検討なさっておりますが、同じような検討が当時なされて、宮城県沖の特性を踏まえたモデルという形で策定されているものと御理解いただければよろしいかと思えます。

( P P )

地震調査研究推進本部では、そのほかに連動型想定宮城県沖地震についても検討しておりますが、特に沖合のアスペリティ等については地震本部では特に決めていません。これについては、壇ほか 2005 年の方で地震調査研究推進本部も踏まえてアスペリティ位置とスケーリング則を満たすようにモデルを最終的につくっております、女川の検討ではこれを用いております。

最終的には、壇ほかのものは連動型想定宮城県沖地震の基本ケースをMw8.2 という形で採用しております。

( P P )

こちらが最終的に壇ほかの文献から抜粋したものです。特徴としては、A 1 断層、いわゆる宮城県沖地震のところにアスペリティがスケーリング則を満たすように3つほど置いてありまして、特にA 1 断層の中のA bアスペリティの応力降下量が 72.6MPa という形で、ここが非常に大きく敷地に対して効いてくるような形で設定されております。

( P P )

これを踏まえて、連動型想定宮城県沖地震の不確かさケースについて検討した内容をお示ししております。図が小さいので、お手元にはA 3判の資料にしたものも併せて配付させていただいておりますので、こちらについても御参照願います。基本ケースについては壇ほかを採用しておりますけれども、それに対して基本ケース2という形で破壊開始点の位置を変えたケース、ケース3として、女川に最も近いA 1断層内のA aアスペリティ、この位置を少し敷地側に寄せたケースを検討しております。これは後ほど 2005 年の断層モデル計算等に関するモデルもお示ししますが、アスペリティ位置との関係等も考慮して敷地側に少し寄せたケースも計算したという位置づけのものでございます。

ケース4はそれに対して破壊開始点を変えたもの、更にケース5は沖合のB断層のアスペリティ位置を変えたものです。こちらについては、Igarashi et al(2003)のG P Sデータに基づくカップリングの状況なども考慮し、アスペリティ位置を変更したケースも計算しております。

ケース6は、その更に破壊開始点を変えたものでございます。

これらケース6までについては、2005年当時の報告書に記載させていただいたものですが、更に今回はケース7としてアスペリティの応力降下量の不確かさを考慮したものでございます。

( P P )

合同B 9-2-2の資料に戻っていただきまして、9ページですが、今の関係を表にし

て整理したものがこちらになります。ケース7については、入倉・三宅(2001)の知見を参考としてアスペリティの応力降下量の不確かさを考慮したものでございます。

(P P)

その内容について、次のスライドですが、先ほど来申し上げておりますように、地震本部のA1断層の評価は、宮城県沖地震1978年の観測記録と対応したものです。壇ほかもそれに基づいて策定しております。そうしたことから、壇ほかは宮城県沖の地域性が既に考慮されているものです。新潟県中越沖地震で言えば、例えば短周期レベル1.5倍という特徴が言われておりますけれども、そうしたものが既にこの地域性として考慮されていると理解しております。ただ、それに更に応力降下量についてはばらつくこともあるだろうということで、更に上乘せる形で考慮したものです。ばらつきを考慮するに当たって、一つの目安として、入倉・三宅(2001)の内陸地殻内地震に関するばらつきを参考にして、基本ケースのアスペリティ面積を1.34倍小さくし、その分、アスペリティの応力降下量を1.34倍上げたという検討をしております。

(P P)

そうしたモデルが、例えば2005年宮城県沖の地震と横並びで見た場合にどういった位置付けになるかを示したものがこの図になります。2005年の地震のときは、2つのアスペリティが左側の図にあります。2つのアスペリティを想定しております。右側が沖合のAbアスペリティということで89.8MPa、陸側に近い方が約38.9MPaという値です。それに対して連動型のA1断層のこれらの位置にほぼ該当するところにA1断層のAbアスペリティがありますが、こちらについてはもともとは連動型想定宮城県沖地震では72.6MPaというもの。あとは、陸側のAaアスペリティは29.0MPaとなっておりますけれども、1.34倍することによって、これらが97.3、38.9となっております。そうしたことで、2005年の宮城県沖地震のアスペリティの応力降下量と同程度以上の大きさになっております。

そもそもAbアスペリティと2005年の宮城県沖地震のアスペリティの面積の大きさが3倍ほど違いますので、ここまで全部上げてやる必要はあるのかという議論もあるかと思いますが、今回は安全側の評価という形で、これを上回るものという形で最終的には設定がなされております。

ちなみに、後ほど2003年の海洋プレート内の地震の断層モデルについても御説明しますが、そちらについては応力降下量が105MPa程度の設定になっておりますが、最終的にはそれに迫るような応力降下量を設定しております。

(P P)

続きまして、これに基づいた地震動評価について御説明させていただきます。

2005年の宮城県沖の地震を踏まえた応答スペクトルに基づく手法については、宮城県沖近海に発生するプレート間地震は短周期が卓越する傾向があります。そうした傾向に関して、2005年の地震で強震記録が取れておりますので、この強震記録との適合性を評価を行

い、最終的に連動型想定宮城県沖地震の地震動評価を実施しております。

( P P )

こちらは、2005年の報告書にも記載しておりますけれども、距離減衰式 Noda et al.(2002)に基づく応答スペクトルと、敷地で観測された観測記録がどのような関係になっているか、残差を表現したものです。女川原子力発電所のほかに、参考として東通原子力発電所、当社の敷地で観測された地震動並びに東京電力の福島サイトで観測された地震動についても検討結果を記載させていただいております。

これは、応答スペクトル比になるので縦軸が比、横軸が周期になっております。ほぼ1に近い場合、福島サイトの場合はほぼ1に近い結果になっておりますが、これは Noda et al. と傾向がほぼ同じになっていることをあらわしております。それに対して女川原子力発電所の方は短周期で、図の左側の方で乖離が大きいという特徴があります。それに対して東通原子力発電所は、逆に1よりかなり小さい傾向がありますので、例えば東通と女川の平均的なプレート間地震の傾向を比較すると、短周期では、同じマグニチュードと震源距離がある地震でも10倍ぐらい平均的には応答が違うような周期点も出てくるという結果をあらわしております。

( P P )

そうした地震動を評価するために、これまで観測された地震動について分析を行っております。今、スライドに示しているものが検討に使った10地震です。マグニチュードが5.3以上の地震、震央距離も70~80km程度の地震で、比較的女川に近いところで起きた地震に基づいて評価を実施しております。

右の方に、短周期レベルとか地震モーメントと書いてありますが、それについては後ほどまた詳しく御説明させていただきます。

( P P )

こちらは、先ほどと同じように Noda et al.との残差を示したものです。先ほどの10地震について、検討に用いた地震動の記録の特徴という形で示したもので、やはり女川の場合、特に水平動などはそうですが、短周期側が強い傾向があることがおわかりになるかと思えます。

( P P )

これに基づきまして地震動評価を行うわけですが、具体的には、Noda et al.の評価式に残差を考慮する形をとるわけですが、通常、Noda et al.に残差を考慮するときは、単純平均的なものを使うのが一般的ですが、今回は、2005年の宮城県沖地震の観測地震の中でも短周期レベルが大きいとか、個々の地震の短周期レベルのばらつきが非常に大きいということもあり、より適合性を上げるために、こうした個々の地震の短周期レベル(A)の大きさに応じて残差の大きさも嵩上げする手法を採用しております。こうした評価はほかでは実施していませんので、ある意味、東北電力のオリジナルの評価になるかと思えます。

( P P )

短周期レベルですが、一般的に短周期レベルについては、 $M_0$ 、地震モーメントの3分の1乗との比例関係があるとの知見があります。短周期レベルの大小関係が $M_0$ に比べてこの地震がどの程度大きいかというものについては、地震モーメントの3分の1乗で割った値を相対的な乖離の指標として、これを回帰式の一つの指標として取り込むことによって回帰・検討を行っております。R S P Lというのは我々が名付けておりますが、相対的短周期レベルということで、**Relative Short Period Level** という指標を使っております。

( P P )

この資料は少し教科書的な内容になって恐縮ですが、短周期レベルの説明です。同じように震源スペクトルを示したものですが、左側が縦軸を変位にした場合です。 $\omega$ 周波数より右が斜め $45^\circ$ に下がっていくような一定の加速度のところですが、ここが短周期レベルになるかと思えます。女川では、個々の地震のタイプが比較的ばらつく特徴があるということです。

右側の図は縦軸を加速度振幅に直したものですので、加速度が一定のレベル、そうしたものが短周期レベルの定義になります。

( P P )

先ほどの10地震のR S P L (相対的短周期レベル)を求めるには、今の短周期レベルと、そのほかに地震モーメントが必要になりますが、地震モーメントについては防災科研のF-netの値が公開されていますので、基本的にはこの値を使っております。古い地震等については、一部ないものもあるので、そうしたものについては、ハーバード大学が公開している値を用いております。

短周期レベルの算定は、女川で観測された記録並びに敷地周辺のK i K-net20観測点の地表の観測記録を用いて算定しております。

( P P )

こちらは算定例を示しております。各記録についてスペクトルインバージョンをまず行っております。こちらでも教科書的になって恐縮ですが、下の方にスペクトルインバージョンの概念図を記載しております。観測記録からサイト特性、伝播経路特性を取り除いて震源スペクトルを求めたものになります。21観測点について求めたものを平均化し、平均化したものから短周期レベル、縦軸の加速度振幅が一定レベルの値を読み取るということをしております。

算定結果は、先ほど14ページの表に示しておりますけれども、そちらに記載してございます。

( P P )

通常、残差を求めるときは平均化しますが、今回はR S P Lを一つの指標として残差を求めております。式は、こちらにありますように、 $S_T(T)$ に対する補正項 $R(T)$ に対して、R S P Lに $a(T)$ を掛けるという形で、 $a(T)$ とその残りの $c(T)$ を回帰スペクトルで求めるという方法を採用しております。回帰スペクトルを最小二乗法によっ

て回帰を行っております。

$a(T)$ 、 $c(T)$  が得られますと、最終的には R S P L の値、あとは Noda et al. ではマグニチュードと等価震源距離を与えて地震動を算定しますが、その 3 つの諸元を与えるプレート間地震の地震動が評価できるという式になってまいります。

( P P )

こちらは、回帰した回帰結果です。左上が、R S P L に係る係数の  $a(T)$  の回帰結果です。横軸が周期で、縦軸が係数になります。

右側は、 $C_H(T)$  で、水平動に関する残りの係数です。

下は、 $C_V(T)$  という形で、鉛直動にかかわる残りの係数になります。

( P P )

こうして得られた回帰結果を用いて、続いて地震動のシミュレーションを行っております。こちらは 2005 年の地震動の諸元で、マグニチュード 7.2、等価震源距離 60.8km、R S P L  $1.32 \times 10^{18}$  というものを与えた場合に距離減衰式から算定されるものが赤い実線になります。併せて岩盤上部の解放基盤相当で観測された観測記録のはざとり波を併せて書いてありますけれども、それとのシミュレーション結果を、左側が水平方向、右側が鉛直方向という形で示しております。両者はよく整合していると我々は考えております。

( P P )

こうした 2005 年宮城県沖の地震の再現性を確認した上で、最終的に連動型想定宮城県沖地震の応答スペクトルを算定したものがこちらになります。基本ケースは、Mw 8.2、等価震源距離 100.1km、R S P L が  $6.0 \times 10^{17}$  という形で与えております。

あと、先ほど、ケース 7 としてアスペリティの応力降下量の不確かさを考慮したケースを不確かさとして見ておりますけれども、それについても併せて計算しております。青い方が基本ケースで、赤い方が応力降下量の不確かさを考慮したケースという算定結果になっております。

基準地震動  $S_s - D$  を併せ書きしておりますけれども、 $S_s - D$  はこれらを包絡している結果となっております。

( P P )

25 ページからは、断層モデルを用いた手法による評価になります。

こちらにつきましては、2005 年の報告書に記載している評価と全く同じものです。

( P P )

断層モデルについては、2005 年当時にこうしたモデルを組んで地震動の計算を行っております。この 2005 年当時のモデルでは、背景領域は考慮していない、アスペリティだけを評価したモデルという形でシミュレーションを行っております。

( P P )

統計的グリーン関数法を用いてシミュレーションを行っておりますが、結果がこちらになります。赤が統計的グリーン関数法で計算した結果、それに岩盤でののはざとり波を併せ

書きしております、こちらについても両者は十分に整合したものと考えております。

( P P )

適合性を確認した上で、断層モデルによる計算、連動型想定宮城県沖地震を実施した結果が 28 ページの資料になります。28 ページには、基本ケースのほかにアスペリティの応力降下量の不確かさを考慮したケースという形で2つ書いております。また、併せ書きとして、参考に  $S_s - D$  を書いておりますが、ケース7、応力降下量の不確かさを考慮したケースは、一部、 $S_s - D$  を超えるような周期帯があるような結果になっております。

( P P )

こちらは、参考に、応答スペクトルに基づく手法、先ほどの R S P L を使った手法と断層モデル解析による手法の算定結果の比較をしたものです。ケース7、アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮したケースについて比較しておりますけれども、青と赤の算定結果はよく整合しているものと思っております。

以上が、連動型想定宮城県沖地震に関する不確かさのケース並びに地震動の評価に関して行った検討結果についての御説明となります。

( P P )

続いて、説明4として、海洋プレート内地震について御説明いたします。

海洋プレート内地震は、2003年5月26日の地震は宮城県沖で発生した地震で、女川原子力発電所はスクラムしておりますが、こちらは短周期が卓越している地震で、通常の Noda et al. の手法では評価できないので補正係数を考慮した地震動評価を実施しております。

( P P )

こちらは、2003年の海洋プレート内地震の位置等を示したものです。女川原子力発電所の北方、震央距離にして約 48km のところで発生した地震で、震源深さが約 72km という深く潜り込んだプレート内部で発生した地震です。上面で発生したダウンディップコンプレッション型の地震とされております。この地震については、モホ面の下まで、マントル内までも破壊が生じやすいような特徴がもともとあった地域、そうしたところで起きた地震という特徴が指摘されております。

( P P )

そうしたことを踏まえ、実際に起きた 2003年の宮城県沖の地震を基本ケースに定めております。基本ケースは敷地で観測記録が取れているので、その地震動を示しているものが 32 ページになり、こうした大きさの地震が観測されております。

( P P )

不確かさケースの考慮ですが、迫田ほか(2004)では基本的には特異な場所で起こった、マントルの中でも破壊が生じやすいような位置で起こったという見解が示されており、敷地周辺ではそうしたところがあるかということになると、そうした特別なところは見当たらないわけですが、不確かさの考慮のケースとして、海洋プレート内地震についてはあま

り観測記録も多くないことを考慮して敷地の真下に持ってきたケースを不確かさケースとして考慮しております。

地震動評価につきましては、Noda et al.と2003年地震の観測記録の応答スペクトル比から補正係数を算出しております。敷地では、ほかにも海洋プレート内地震の観測記録がありますが、今回評価する地震が基本的にM7.1の同じ地震ということですので、この地震による各地の観測記録から残差をとった方が、評価上よりよいだろうという形で、今回は、敷地及び周辺のKiK-net7地点の解放基盤表面相当におけるはぎとり波から残差を算定した評価を用いております。

( P P )

こちらが算定結果になります。敷地周辺7地点における残差を示しております。赤い線が平均になりますが、こちらをNoda et al.の手法に対する残差という形で採用しております。左側が水平方向、右側が鉛直方向です。

( P P )

この残差を用いて敷地で観測された記録と応答スペクトルに基づく手法で評価した結果を比較したものが35ページの資料になります。緑色と青色が岩盤でののはぎとり波です。それに対して赤色が補正係数を考慮した応答スペクトルになります。水平、鉛直ともほぼ整合したものになっていると評価しております。

( P P )

これに基づいて敷地下方に持ってきた場合の評価結果がこちらになります。左が水平、右が鉛直という形で、参考に基準地震動 $S_s-D$ も示しており、これよりは下回ったものとなっております。

( P P )

次は、2003年の地震について断層モデルを用いた手法です。こちらは2005年の報告書には載っていませんで、今回新たに評価したものでございます。

( P P )

断層モデルのシミュレーション解析に当たっては、浅野ほか(2004)が論文でこの地震動に対する評価を出しておりますので、そのモデルを採用させていただいております。この図にありますように、「強震動生成領域」という表現がありますが、3つの位置に評価されておりまして、その他A-A断面図が模式図で示してありますが、上が垂直に対して途中から $69^\circ$ に少し曲がっていくようなモデルが設定されております。

( P P )

このモデルを使って敷地の観測記録のシミュレーションを実施しております。

こちらが浅野ほかによるモデルの諸元になります。先ほども少し申し上げましたが、応力降下量としては105MPaという値が考慮されております。

( P P )

こちらがシミュレーション結果になります。シミュレーションについては、統計的グリ

ーン関数法を用いております。赤が算定結果で、緑と青が観測記録です。赤の算定結果は、NS方向に比べ緑のEW方向が大きい結果になっておりますけれども、EW方向と短周期についてはよく整合した結果になっていると思います。鉛直方向についてもよく整合した結果になっているかと思ひます。

( P P )

整合性を確認した上で女川原子力発電所に浅野ほかのモデルを持ってきた場合の地震動の計算を行ったものが 41 ページの図になります。算定結果の参考に S s - D も併せ書きしておりますけれども、やはり非常に短周期が大きいような結果になっております。

( P P )

次のページも参考になりますが、応答スペクトルに基づく手法と、先ほどの統計的グリーン関数法による地震動評価の結果を併せ書きしたものです。両手法ともよく整合したものであることがおわかりになるかと思ひます。

以上までが海洋プレート内地震に関する検討結果の御説明です。

( P P )

続きまして、内陸地殻内の地震について、こちらは基本的に前回と同様の説明内容になります。

( P P )

内陸地殻内地震については、敷地周辺では太平洋側に F - 6 断層 ~ F - 9 断層があり、それを連続したものを基本ケースとして地震動評価しております。これが最も敷地に与える影響が大きいということで、これについて断層モデル計算を行っております。

( P P )

断層モデル計算に当たっては、地震発生層を考慮する必要がありますけれども、敷地周辺の微小地震の地震分布、これは図示しているエリア内を取っていますが、このエリア内には、2003 年 7 月 26 日に宮城県北部の地震が発生しておりますので、その地震が起きる前の状態の微小地震から D 10、D 90 を算定しております。算定すると、D 10 が約 6 km、D 90 が約 14km という形になり、それを踏まえた上で最終的には上端深さを 3 km、下端深さを約 15km に設定して断層モデル計算を行っております。

( P P )

こちらに示しているものは、内陸地殻内地震 F - 6 断層 ~ F - 9 断層の不確かさケースになります。まず地質調査結果から断層の傾斜角は 90° ないし高角と評価されております。一方、東北地方においては、基本的には断層は東西圧縮を受けているので逆断層が卓越することを踏まえ、基本ケースとしては、断層傾斜角を 60° の逆断層という形で評価しております。また、アスペリティについては、それぞれ地表に出ている F - 6 断層 ~ F - 9 断層の中心に置くことも考えられますが、最終的には敷地寄りに設定したものを基本ケースの形にしております。また、破壊開始点も敷地に向かって破壊が進むように、一番沖合側にモデルを設定して基本ケースとしております。

その基本ケースに対して、ケース2として断層傾斜角を45°まで振って確認した検討を行っております。

また、ケース3として、先ほど地震発生層の下側の深さを15kmと設定しておりましたが、更に3km程度余裕を見たケースも検討を実施しております。

あと、参考1、参考2に記載しておりますが、参考1は地震発生層の深さと断層の傾斜角の両方を仮に不確かさを見た場合ということで計算した結果です。最初、中間報告書にはこのケースを記載しておりましたので、参考としてこちらの計算結果も後ほど記載しております。

更に、新潟県中越沖地震の反映として、アスペリティの応力降下量を強震動予測のレシピの1.5倍にしたケースについても、基本ケースに1.5倍したモデルを参考2として計算してございます。

( P P )

算定結果がこちらになります。少し小さくて恐縮です。応答スペクトルに基づく手法、断層モデルに基づく手法、いずれも一緒に記載してある基準地震のS<sub>s</sub>-Dよりは下回る結果になっております。

以上が内陸地殻内地震に関する御説明です。

( P P )

続きまして、震源を特定せず策定する地震動についても前回御説明しておりますので、前回から2点ほど追加検討している点を中心に御説明させていただきます。

震源を特定せず策定する地震動については、加藤ほか(2004)の地震動を採用しております。その概要を書いたものです。

( P P )

こちらは、先ほど提示しておりますが、地震発生層D10とD90を素直に、仮に地震発生とした場合に算定される地震動の大きさはM6.2程度になります。

( P P )

これは、地震調査研究推進本部の方で、敷地のエリアについてどのような評価をしているかということですが、女川原子力発電所につきましては、領域としてはM6.7が最大という形で評価されております。ただ、そもそもこの領域内にそうしたM6.7の地震があるわけではなく、北に隣接する、1947年11月4日の留萌西方沖の地震と共通という形で評価されたものとなっております。

( P P )

では、女川を含む領域には実際にどのような地震があるかを調べますと、黄色く塗ったところが該当します。これらの地震の最大規模はM6.5となっております。

( P P )

こちらは今回追加した検討結果をお持ちしたものです。敷地周辺の震源をあらかじめ特定しにくい地震の地域性を考慮するために、背景地震の年超過確率を算定したものです。

右側はJNESのもので、原子力安全基盤機構で算定したのですが、敷地においては $10^{-5}$ から $10^{-6}$ 程度の大きさになっているものです。

左側2つが水平、鉛直について当社で算定した結果です。前回、ここで貼りつけていた算定結果が、違ったものを貼りつけておりました、今回、修正しております。

併せて、2つのケースについて記載しております。一つは、背景領域の最大のマグニチュードをM7.2にした場合と、M6.8にした場合、M7.2にした場合を実線で、M6.8にした場合を破線で示しております。いずれの最大にしても、震源を特定せず策定する450ガルの地震動については、 $10^{-4}$ から $10^{-5}$ の大きさになっていることがおわかりなるかと思えます。

(P P)

こちらにつきましても前回から追加した検討になります。加藤ほかでは、「震源と活断層とを関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震」として、1997年3月26日の鹿児島県北西部の地震、同じく5月13日の地震、それと長野県西部地震などが挙げられています。こちらにつきまして、これについては岩盤上で観測記録があるわけですが、それを仮に敷地の下方3km程度まで近づけた場合にどういった大きさになるかということを加藤ほかのスペクトルと比較したものがこの図になります。

いずれにしても、敷地の「震源を特定せず策定する地震動」を上回らない結果となっております。

(P P)

以上の「震源を特定せず策定する地震動」についてまとめたものがこの表になります。敷地においては観測記録そのものは得られていませんが、敷地周辺の震源を事前に特定できない地震の地域性の検討、また、国内の観測記録による検討などから、女川におきましては、加藤ほかで設定している「震源を特定せず策定する地震動」のレベルは十分に妥当なものだと考えております。

以上が「震源を特定せず策定する地震動」です。

(P P)

次に、以上に関して策定した基準地震動 $S_s$ について、再度御説明させていただきます。

先ほど来御説明しておりますように、 $S_s$ については3本設定しております、 $S_s-D$ 、 $S_s-F$ 、 $S_s-B$ の3本になります。 $S_s-D$ と $S_s-B$ は設定スペクトルになるので時刻歴波形は一様乱数の位相特性を持つ正弦波の重ね合わせで作成しております。 $S_s-F$ は、連動型想定宮城県沖地震のアスペリティの応力降下量の不確かさを考慮したケースの断層モデル計算結果を採用しております。

(P P)

こちらがスペクトルの関係になります。応答スペクトルに基づく手法で説明してきたものと、 $S_s-D$ 、 $S_s-B$ の関係を記載したものです。 $S_s-D$ は対象となる地震の応答スペクトルをすべて包絡したのになっております。また、 $S_s-B$ は、一部長周期

側において  $S_s - D$  を超えており、こうしたことからこれを一つの基準地震動  $S_s$  として扱っております。

( P P )

こちらは、連動型想定宮城県沖地震、そのほかの海洋プレート内、 $F - 6$  断層～ $F - 9$  断層の断層モデルの計算結果を併せ書きしておりますけれども、ほぼ全部の周期帯において、連動型想定宮城県沖地震のアスペリティの応力降下量の不確かさを考慮したケースが上回っておりますので、こちらを  $S_s - F$  として選定しているというものでございます。

( P P )

こちらが波形になりますけれども、Noda et al. に基づく経時的変化を用いて策定した模擬地震波になります。最大加速度は、 $S_s - D$  が 580 ガル、 $S_s - B$  が 450 ガルです。

( P P )

こちらが連動型宮城県沖地震の加速度波形になりまして、最大加速度が 445 ガルになっております。

( P P )

最後になりますが、想定宮城県沖地震を考慮した地震ハザードの評価について御説明いたします。

地震ハザードについては、宮城県沖に発生する地震の影響が確定論的にも敷地に与える影響が大きいわけですが、更に確率論で評価する場合は、宮城県沖の地震発生確率が非常に高いこともあり、敷地に与える影響が一番大きな評価になってきております。

一方、宮城県沖地震については研究が進んでおり、観測記録も豊富ですので、過去の固有地震、観測記録を用いた評価が可能になります。地震ハザードの評価に当たっては、宮城県沖地震を特定震源として評価し、発生シナリオを考慮した評価としております。地震動については、観測記録に基づいて作成した距離減衰式、先ほどの  $R S P L$  を用いて残差を評価した式ですが、それを用いて、また、そのばらつきについては、過去に発生した固有地震の震度分布による検討を評価しております。

以下、これらについて詳しく説明させていただきます。

( P P )

宮城県沖に発生する地震のロジックツリーですが、大きく2つに分けて評価しております。一つが、高い確率で発生されている、いわゆる次の想定宮城県沖地震に関するロジックツリー、こちらについては特定震源の形で評価しております。もう一つが、そうしたシナリオ地震とは違う、領域的にどこにでも起こり得る可能性がある地震という形で背景領域的に考慮した領域震源という2つのもので構成して評価しております。特定震源については地震発生ケースについて後ほど御説明しますが、想定されるケースをロジックツリーを組んで評価し、それぞれの発生確率もロジックツリーで評価しまして、地震動評価はプレート間地震に適用する距離減衰式を適用した評価としております。

背景領域については、近海の領域と遠海の領域に分け、これは地震調査研究推進本部の

領域震源に分けて評価しております。近海の領域では M7.2 を最大とした評価、遠海の領域では M7.5 を最大とした評価という形で評価を実施しております。

( P P )

こちらは、宮城県沖地震の特定地震のシナリオ地震の分岐を説明したものです。宮城県沖地震については、2005 年に M7.2 の地震が起きておりますが、それが今後想定される宮城県沖地震に対してどういった位置付けになるかということでいろいろな見解が出ております。例えば地震調査研究推進本部では、2005 年 8 月 17 日に発表しておりますが、2005 年の地震は想定している宮城県沖地震ではないという見解を示しております。そうしたことも踏まえ、まずロジックツリーの一つとして、2005 年に地震が発生したことは、今後発生する想定宮城県沖地震に対する影響を与えないという評価、要は、地震調査研究推進本部がもともと想定していた分岐を、ここの表に書いておりますが、そちらを考慮した評価のロジックツリーの一つ考慮しております。

一方、2005 年宮城県沖地震は、地震本部で想定している宮城県沖地震ではないが予兆ではあるということも考えられますので、そうした場合は、敷地に一番近い側の断層である A 1 断層の一部が破壊したということであれば、これとの組み合わせは起きにくいだろうということも考えられますので、それを分岐として考慮したロジックツリーも②として考慮しております。

( P P )

更に、東北大学の海野先生ほか(2007)は、1978 年型の地震というものは 1933 年、1936 年、1937 年の 3 つのアスペリティが同時に活動したものではないかと。2005 年は、そのうち一部のアスペリティを破壊したものではないかという見解も出しております。この見解を踏まえ、2005 年地震は、1936 年型の分割タイプの一部で、次は残っている 2 つのアスペリティが 1 回、2 回として活動することを考慮するというシナリオも考慮しております。こちらについては、最終的には M7.4 と M7.1 もしくは M7.5 といった地震が沖合で発生するというもので、こちらをロジックツリーの分岐③として扱っております。

( P P )

こうしたシナリオ地震について地震動評価を行うわけですが、シナリオ地震の地震動評価とそのばらつきの評価については、神田先生ほか(2006)年に検討した結果がございます。神田ほか(2006)では、シナリオ地震の地震動評価として、アスペリティ位置、そうしたものをシナリオに沿った評価が可能な信頼性の高い手法として断層モデル解析をもって地震動の評価を行い、更に、それから算定される各地の震度と実際の震度分布との比較からばらつきを検討して確率論的評価への反映を試みているという研究がございます。

これに準じて、女川の評価においては、まずシナリオ地震の地震動の評価としては、観測記録に基づき策定した距離減衰式、先ほどの R S P L を用いて残差を評価した式を採用しまして、また、そのばらつきについては、シナリオ地震から求まる各地の震度分布と過去に宮城県沖で発生した 3 つの固有地震と呼ばれる地震、その震度分布を比較することに

よりばらつきについて評価しております。

( P P )

ここで神田先生の研究を少し御説明させていただきたいと思います。

神田先生の研究では、断層パラメータの推定幅の検討を実施しております。これは、宮城県沖地震のシナリオ地震、固有地震を評価するために、十勝沖地震、1952年と2003年の地震が同じ固有地震と考えまして、これに関する断層モデルによるパラメータ推定幅の検討を実施しております。具体的なパラメータとしては、短周期レベルに着目した検討を行っております。検討手法としては、2003年十勝沖地震に関する断層モデルを基本とし、その断層モデルの短周期レベルの値を変動させた複数の断層モデルを設定しまして、それで各地の震度を経験的グリーン関数法によって震度を算定しています。それと、算定された算定震度と観測された震度分布との比較から、どの短周期レベルが一番再現誤差がよいのかという検討を行っているものでございます。

( P P )

67 ページにその位置を示しておりますけれども、2003年の十勝沖地震の断層モデルを用いて、1952年と2003年の震度分布との対比を行っております。基本モデルから短周期レベルをいろいろ変化させるわけですが、その場合、短周期レベルが5%の変動の場合が最もよく合うという結論を得ております。

( P P )

こちらのスライドは今回の資料にはなくて前回の資料に含まれているものを用いております。宮城県沖で発生した1861年、1897年、1978年の3つの地震が震度インバージョンによりまして、固有地震と考えられるという神田・武村ほかによる検討結果でございます。この震度分布の検討を行うことによりばらつきの評価を行っております。

( P P )

こちらは、神田・武村が震度インバージョンを行うに当たって使っている震度を算定する距離減衰式です。 $I_r$  は相対震度で、各地の相対的な揺れやすさを示すパラメータです。ローカルな地盤の影響なども考慮した上で各地の震度を算定する式という形で与えられているものです。

( P P )

この式を用いて、A1断層にある各地の震度をまず算定してみました。算定結果が一番左側に書いているものです。これらの地点について計算しておりますが、この各地の震度に対して、実際に1861年の地震、1897年の地震、1978年の地震の震度分布がどうであったかを書いたものが真ん中の表になります。これについては、先ほどの $I_r$ による補正を既に取り込んだものになっております。

この2つについて比較していくわけですが、震度は対数評価になるのでそれを加速度レベル、自然数に直すために翠川ほか(1999)によって加速度に換算し、そこからそれぞれの比をとっております。最終的に平均すると1.21になりますが、それに対する相互間の比を

見たものが最後の 0.94、1.11、0.95 という値になります。これがばらつきになりますので、各地震の加速度比の揺れ幅を地震間のばらつきとして対数正規分布の  $\pm 1\sigma$  と仮定して地震動のばらつき  $\beta$  を算定しております。

( P P )

こちらは、その A 1 断層を基準値として、自然対数として対数正規分布に従うと仮定して、最終的に 3 地震のばらつきの大きいものを、この式に基づいて  $\beta = 0.11$  というばらつきを算定したというものでございます。

( P P )

こちらは、最終的に神田ほかとの比較という形で再整理させていただいたものですが、神田先生ほかの評価と我々の検討では、神田先生は断層モデルに基づく手法ですが、我々は観測記録との整合性を踏まえた距離減衰式を基にするということです。ばらつきの評価手法自体については震度分布を評価対象とした検討という形です。ばらつきの評価としては、神田先生は短周期レベルで 5% 程度の再現誤差としております。我々の評価としては、各地の加速度の比較より、 $\beta = 0.11$  という評価をしております。

( P P )

一方、領域震源についても短周期が卓越する傾向がありますので、こちらについても領域震源、いわゆるシナリオが決定できない地震については、先ほどの R S P L を用いた距離減衰式を採用するわけですが、シナリオが策定できない地震ですので当然ばらつきが大きくなりますので、こちらについては距離減衰式を求めたときのばらつき、 $\beta = 0.35$  が求まっておりますが、こちらをそのまま採用しました。

( P P )

そのほか、内陸地殻内で発生する地震（特定震源）、領域震源、その他海洋プレート内で発生する地震につきましてもロジックツリーを組んで評価しております。特にそれぞれの地震についてサイトで記録が観測されておりますので、サイトの補正式、残差についてもロジックツリーとして評価しております。

( P P )

こちらが各領域に使用したサイトの補正係数です。左側が内陸地殻内地震、真ん中が宮城県沖遠海の地震です。こちらの方に行くとはほぼ Noda et al.(2002) と同じような傾向になってきます。あと、先ほど出てきました海洋プレート内地震です。短周期で 10 倍近いような大きさになりますが、そうしたものを考慮した評価としております。

( P P )

こちらが最終的な地震ハザードの算定結果になります。一見して特徴的な点は、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  が非常に接近している特徴があるかと思えます。こちらにつきましては、非常に高い確率で発生する宮城県沖地震の影響が大きい、一方、そのばらつきを絞っていることもあって 3 つとも非常に接近した計算結果になっております。

厳密に見ると、 $10^{-5}$  になると少し水平方向のスペクトル形状が変わってきておりますの

で、この領域になりますと想定宮城県沖地震の影響よりも、ほかの背景領域の地震の影響が出てくるという結果になっております。

以上、長時間で恐縮でしたが、女川原子力発電所の基準地震動  $S_s$  の策定に係る補足説明でございます。

以上です。

○翠川主査 ありがとうございます。

それでは、ただいま説明いただきました資料について、御質問、御意見を申し上げます。

○藤原委員 幾つかあります。まず、1.34 倍の根拠ということで前回質問させていただいて、非常に丁寧な資料をつくっていただいたので根拠はよくわかりましたが、この 1.34 倍の意味、ここの宮城県沖地震の応力降下量に対して、もう既にここはいろいろな研究の実績や実際の記録があって、平均的な応力降下量よりもかなり高い値を示す地域であるということ、その知見は取り込まれたモデルがはじめから使われていると。更にそれに 1.34 倍をかけて安全側の評価をするということですが、この 1.34 倍ということの意味です。ここで使われている式は、もっと一般的な地震から得られたばらつきの値で、その程度のばらつきをまだ持っていると考えられて  $1\sigma$  程度上乗せしているのか、この 1.34 は上限ぐらいで、何かの根拠だけれども、このくらい考えていれば十分だという判断があったのか、その辺りをまずお聞かせいただければと思います。

○東北電力（広谷） 厳密にどの程度のばらつき、地域性が考慮されているにもかかわらず更にどの程度上乗せするかということは、確かに非常に難しい問題だと思っております。我々もどこまで考慮したらいいのか非常に悩ましいところでした。内陸地殻内で入倉・三宅のばらつきという知見があるので、仮にそれを掛けた結果がどの程度になっているかということも踏まえて考慮した場合、先ほど御説明しましたように、100MPa に近いような値になっているという結果も踏まえて、結果的にこの程度のばらつきを考慮しておけば十分ではないかということで、正直なところ、そういう判断でございます。どこまで考慮すべきかということは、確かに難しい問題かと思っております。

○藤原委員 なぜこういう御質問をしたかということ、最後の⑨のところではばらつきの評価がありましたね。そこでは、もっと小さなばらつきを与えているということで、この 1.34 倍のばらつきというのは、この地域の応力降下量のばらつきとは認識されていないから、⑨の解析結果をここにお示しいただいているのかなと。

この 1.34 倍の意味と、後ろで示されたすごく小さなばらつきとの整合性とかをうまく説明しないと、資料の中に自己矛盾が生じてしまうという感じがします。

○東北電力（広谷） 応力降下量的には 1.34 倍していますが、面積的には、そこで小さくするという形にしていますので、最終的に短周期レベルという観点からすると、1.16 倍程度になります。

一方、確率論で評価した  $\beta$  については 0.11 と評価しておりますが、大体両方とも算定結果的にはそう大きな乖離がないような応答スペクトル上は評価になっております。

○藤原委員 完全に理解できたわけではないのですが、恐らく、応力降下量のばらつきは、そのまま短周期レベルやいろいろなところに効いてくるので、そのばらつきが反映されやすいパラメータかとは認識していたところです。

あと、説明⑨のところは、やはり固有規模の地震が同じような形で繰り返す、それが幾つかのアスペリティの集合体として繰り返すというところからこうした値を導かれていると思いますが、自然現象として、あるいは、観測した記録などを見ても、本当にここまで小さいのかなという懸念があります。ここまで言いすぎる必要があるのかなと。年超過確率が  $10^{-4}$  とか  $10^{-5}$  というのは、1万年に1回とかのレベルで、宮城県沖地震というものは30~40年ぐらいの周期で繰り返すことを考えると、例えば1万年に1回ということであれば、250回に1回の地震という、ものすごく稀な地震に対しての値で、200回を超える地震がこの枠内で起こり続けるというモデル自体が、私は自然現象として違和感を覚えます。

本当にそこまで言わないとだめなのかなというところが、もう少し違った観点からここは説明した方が、無理がないのではないかという印象があります。

○東北電力（広谷） おっしゃる趣旨はわかりますが、難しいですね。

○翠川主査 今のことに関連して、最初の御質問で、不確かさをどう考えるかということがありました。ここでは、地域性を既に考えているので、例えば今までの1.5倍とかいう数字は地域性もある程度含まれた形で不確かさが評価されているので、地域性を評価した場合には、多分それほど大きなものを考えなくてもいいだろうという主張をされていると思います。ただ、じゃ、そのときにどのぐらいの大きさをとったらいのかというのは、なかなか資料がないので、とりあえず、この入倉・三宅の内陸地殻内の地震のものを使ったというような御説明だったと思いますが、その辺の考え方が伝わってこないんですよ。

例えば、9-2-1のA3の資料がありますね。この不確かさケースで、ここではケース7として1.34倍としているわけですから、この1.34倍というものを強く主張されているように見えるわけです。逆に、今度は、内陸地殻内地震のときには、参考2として1.5倍と書いてあります。これは、1.5倍については何か主張されていないですよ。

今の御説明を聞くと、逆のように思えます。例えば、内陸地殻内地震のF-6からF-9についてはここでの観測記録がないわけですから、これについての地域性がまだよくわかっていないので、今言われている1.5倍を使うというのは、そう変なことではない。だから、逆にこれはケース4とか、もっと上のランクだし。逆に、そういう御主張をされればですよ、私はそうしろと言っているわけではなくて、例えば宮城県沖の地域性を考えたときのばらつきがよくわからないので、参考としてやったということを主張されるのであればまだわかるかなと思いますが、その辺、どう主張されたいのか、どうお考えなのか、その考えが伝わらない。

それから、そう考えると、今度は、なぜ沈み込んだ海洋プレート内については不確かさの考えが何もこのブロックには書かれていないですね。よくよく見ると、結局、プレート

内地震の方は破壊開始点だけを変えているということではないですか。その辺の考え方が、そちらはどうお考えになっていて、どうしたいのかが伝わってこないで、先ほどの御質問もその辺から出てきているのではないかと思います。

○東北電力（広谷） まず、プレート間地震につきますアスペリティの応力降下量の不確かさにつきましては、先生から御指摘があったとおり、我々は地域性が既に考慮されているモデルに対して更に安全を見るべきかどうかというところで考えておりました、確かに、どこまで見たらいいかということは一つの難しい問題だと考えております。

ただ、一つ気になっていることは、2005年でアスペリティの面積が小さいとはいえ90MPaに近いような値が観測されたことも踏まえたと、それに近いような計算についても、安全側の計算としては一つ持っておく必要があるのかなということも踏まえて最終的に設定したものです。例えば、位置付け的には、そう積極的にここまで上げる必要があるのかという議論になると非常に難しいところがありますので、そうした意味では参考的なものになるのかなと思います。

逆に、内陸地殻内地震の1.5倍については、確かに我々の評価があくまでも標準的なレシピに基づいた検討しかしていませんので、本来であれば、そこには十分な知見がないので1.5倍というのは、柏崎の知見を踏まえればやる必要があるのかなと思っております。ただ、今回、参考として書かせていただいたのは、敷地周辺で柏崎のような形態で起きたような地震があるかということ、そうしたものもないことを踏まえて、とりあえず今回は参考という形で記載させていただきましたけれども、今後、この辺につきましては位置付けを更に明確にして見直したような形で最終的な報告としては取りまとめさせていただきたいと思っております。

3点目の海洋プレート内地震につきましては、こちらに示しますように（資料 B9-2-2の31ページ参照）、迫田ほかによりますと、2003年の地震は、海洋プレートのモホ面の更に下のマントルまで微小地震が事前に発生していたような特殊なところで起きたという知見があります。女川原子力発電所のもっと近いところにそうした特徴があるところがあるかと申しますと、そうしたことは指摘されていません。ということで、本来であればそこまで考える必要はないかと思いますが、海洋プレート内地震についてはまだまだ今後研究する課題もあるということも踏まえて、破壊開始点を変えたということではなくて、強震動生成領域自体を敷地の真下に持ってきたという検討を行って地震動を算定しているものでございます。

○翠川主査 わかりました。その辺りの不確かさの考え方が、それぞれの地震によって違うわけですね。その辺をきちんと説明できる資料をつくっていただくとわかりやすいと思います。

○藤原委員 中越沖地震のときは1.5倍した値が既に起きて、実際に観測された値だからそれを採用して、応力降下量のばらつきは考えないという発想だったわけですね。今回は、こちらは更に安全側を考えた。その位置付けを明確にしておかないと、場所によって、

あるところは考えない、あるところは考えるということで、ここは余裕を持って考えられていることはいいと思いますが、1.34 倍の位置付けをうまく、これが本当にばらつきとして与えるのではない与え方の方が説明が通りやすい。本当にこれを超える確率はすごく少ないからこの値にしましたとか、そうした方が良いでしょうと思います。

特に何もわからないわけではなくて、アスペリティがある程度同定されていて、そうしたものが組み合わせは違うにしても起こり続けて、とんでもなく外れた地震は起こらないのではないのかというモデルの想定の下で予測がなされて、ここでは詳細な資料が出されているのですけれども、その辺りの説明をうまく使って、1.34 倍がばらつきの  $1\sigma$  から出てきたということであれば、あとの固有規模の地震のばらつきの説明と相矛盾する説明になりかねないので、個々の検討についてはほかのサイトと比べると極めて詳細な資料が出されているという印象がありますが、詳細にしたがために、逆に説明が難しくなっているところもあるような気がします。特にばらつきとか、発生確率が高いところでの年超過確率の考え方、ここもほかの活断層とか、発生確率が低い地震に対しての年超過確率の考え方と本当に同じにしているののだろうかという気がします。ここをうまく整理しないと、無理がありすぎるような気がします。

○翠川主査 ほかにはいかがでしょうか。

それでは、細かいこととお伺いしますが、資料の 21 ページに、敷地の記録を使って距離減衰式の策定をされていて、きめ細かいことをなさっています。ここで、 $a(T)$  というのは、本来、1 になるようなものですよ。そうではないですか。R S P L は補正係数ですから、 $a(T)$  は 1 になるのかなと思うと、次のページで、得られた値は 0.5 前後になっていますが、この辺の物理的な説明はどのようにされますか。

○東北電力（広谷） 検討させていただいてから回答させていただきたいと思います。

○翠川主査 それと、先ほど藤原委員がハザード解析のことを質問されていましたが、確かに、この 0.11 というのはかなり小さい値で、その根拠が 69 ページですか。これの震度分布で、それぞれの地震の震度分布を、これはどのように作成されたものですか。福島だと 1861 年は 3.75 と、小数点 2 けたまで出ていますが、こんな震度が歴史地震の震度でどうやって出るのかなと思いました。

○東北電力（広谷） こちらにつきましては、神田・武村の方で、こちらの式にある  $I_r$  という値、相対震度と申しまして、震度については地盤条件とかローカルな影響で少し違うわけですが、神田・武村では、そうしたローカルな影響について、最近の地震で細かい検討を行っておりまして、それに基づいて歴史地震の震度も補正しました。現在観測されている地震で地域の揺れを評価した上で、その分を歴史地震の震度を補正して行ったという位置付けになります。

○翠川主査 要するに、例えば宇佐美先生が書いたような震度分布図があるわけですね。それを使っているわけですね。だけど、それがどのくらいの精度があるもので、どのくらいのゆらぎがあって、ここで言うことがどういう精度を持った数字なのかということと、

それと、1978年は神田・武村の距離減衰式から算定したということですが、距離減衰式は、御覧のようにこんなにばらばらしたもので、これに対するゆらぎもあるわけですね。そうすると、ここに書いてある震度の値は確定値ではなくて、これもある程度不確実性を持った確率値なので、これからまた更にばらつきを出したものは何を意味するのかということが、私には短時間で理解できなかつたのですが。

○東北電力（広谷） その辺につきましても、次回、もう一度考えを整理して御説明させていただきます。

○翠川主査 もう1点。72ページに、領域震源についてばらつきを0.35としたわけですが、これはそこに正直に書いてあるように、このように線を引けば引けますが、私なら、こう線は引かないです。例えば0.45とか。やはり原子力発電施設にとって重要な周期を考えると、0.2秒から0.5秒ということを考えると、ここからこの線は引けませんよね。これも、どうしてこの線を引いたのか。なぜなのか、私には余り理解できないので御説明いただくしかないかと思えます。いずれにしても、先ほど藤原委員がおっしゃったように、通常使われているものよりも小さなばらつきを使っていますから、それを使うからにはかなり論理的にきちんと御説明いただかないと難しいのではないかと思えます。

○東北電力（広谷） 0.35を採用したものにつきましては、ここでは確かに短周期側にしか整合していませんが、もともと非常に短周期側が宮城県沖地震の場合は大きいという傾向がありますので、そこが一番適切にあらわされているという観点からこの値を持ってきたという位置付けで採用しておりました。

ただ、確かに御指摘いただいたとおり、重要な周期帯など、そうしたことも考えると、これでいいのかということがあるかと思えます。確かに難しい問題かと思えます。

○翠川主査 では、それは次回以降にまた御検討いただきたいと思えます。

ほかに御意見、御質問はいかがでしょうか。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。

それでは、ただいまいただきました御意見、御質問等を反映した形で次回以降のサブグループ会合での御説明をお願いしたいと存じます。

次の議題に移ります。

次の議題は、泊発電所基準地震動 $S_s$ の策定についてのコメント回答でございます。資料は、合同B9-3となっております。

北海道電力株式会社より説明をお願いいたします。

○北海道電力（佐伯） それでは、合同B9-3の資料に基づいて御説明させていただきます。

1ページをお開きいただきまして、「コメント内容」でございます。「震源を特定せず策定する地震動」に関してコメントが3件、大きく分けて2種類のコメントをいただいております。

1点目としては、敷地周辺で発生する地震の最大規模の根拠について説明性を高めるこ

ととのコメント。それから、それに関連して、敷地周辺で発生する地震の最大規模について検討の範囲を広げるなども一つの方法ではないかとのアドバイスをいただいております。2点目として、「震源を特定せず策定する地震動」の地震動レベルの確認において、地震基盤で評価していることを明示していませんでしたので、その旨を示した方がよいとのコメントをいただいております。

その回答の概要が下に書いてあります。1つ目につきましては、参考資料2として今回追加して示しておりますけれども、地震発生層厚さの検討において検討の範囲を変えた検討、それから、敷地周辺の温度構造について検討を行いまして、敷地周辺で発生する地震の最大規模が概ね妥当であることを確認しております。こちらは後ほど御説明させていただきます。

2点目ですけれども、「震源を特定せず策定する地震動」の記載に当たりまして、地震動の定義位置を記載しております。こちらは5ページですけれども、(2)の下から6行目、「なお」以降です。「震源を特定せず策定する地震動」は、加藤ほかにおける地震基盤相当のレベルに変換したものを示していると記載させていただきました。また、これと併せまして、上の(1)の3段落目にも、敷地における地盤物性 ( $V_s = 1.4\text{km/s}$ ) を考慮して、Noda et al.の方法に従って定めた地盤増幅率を用いて評価しているという形で記載させていただきます。

戻っていただきまして、資料の御説明をさせていただきたいと思っております。

今回、追加した参考資料2を除いた前半部分については、前回説明させていただいた資料と内容としてはほとんど変わっておりません。1として、「震源を特定せず策定する地震動」、それから、加藤ほかについて記載しております。

3ページの2番ですが、敷地周辺における「震源と活断層を関連付けることが困難な内陸地殻内地震」の規模についてということで、(1)で、過去に発生した地震についての検討、(2)として地震発生層から推定される地震規模という形で記載してございます。これらのことから、敷地周辺における「震源と活断層を関連付けることが困難な内陸地殻内地震」の規模は、M6.0~M6.4程度と考えておりますということを前回は御説明させていただきました。

続きまして、5ページの3番です。「震源を特定せず策定する地震動」の設定として、(1)で設定方法について記載しております。(2)として、設定した地震動レベルの確認ということで超過確率を求めておりまして、年超過確率は  $10^{-5}$  から  $10^{-6}$  程度であるということでございます。

参考資料2の説明をさせていただきたいと思っております。後ろの5枚が該当しますが、ページの下の方に「参2-1」と書いてある資料でございます。

参考資料2として、敷地周辺における「震源と活断層を関連付けることが困難な内陸地殻内地震」の規模についての追加検討をさせていただいております。敷地周辺における「震源と活断層を関連付けることが困難な内陸地殻内地震」の規模としては、先ほど示しまし

たように、M6.4 程度と考えられますけれども、敷地周辺の地震活動が活発ではないことを踏まえ、地震発生層厚さ、敷地周辺の温度構造について検討を行ったものでございます。

(1) として、敷地から半径 30km、参考の 2-2 の第 1 図の範囲ですが、この範囲の地震データに基づく D10、D90 の評価。それから、(2) として、敷地を含む領域震源区分、垣見ほかの領域 8 C の北部、参考 2-4 の資料の第 4 図、こちらの範囲の地震データに基づく D10、D90 評価の検討を行っております。D10 を地震発生層上端深さ、D90 を地震発生層下端深さとする、地震発生層の厚さはそれぞれ 6.5km、9.2km と推定されまして、これらによる地震の規模は、その傾斜角を 60° とすると、M5.9 及び M6.3 に相当するというものでございます。(1) の半径 30km の方の結果については、数も少ないことがあると思いますが、やや小さめの値を示しておりますが、(2) の結果については、前回お示しました M6.4 とほぼ同等であることから、敷地周辺で発生する地震の最大規模の M6.4 は概ね妥当と考えております。

また、敷地周辺の温度構造については、参考の 2-6 のページの第 7 図に示しますように、大久保による敷地周辺のキュリー点深度が積丹半島の付け根の辺りですが、キュリー点深度は 7~10km 程度。それから、次の 2-7 ページの第 8 図に示しますように、大久保ほかによる敷地周辺の 500°C の等温面深度が 5~10km 程度、それから、参考 2-8 のページの第 9 図に示しますように、西田・橋本における敷地周辺のソリダス温度に達する深度が 10km 程度とされておりまして、これらの知見は、敷地周辺の地震発生層の厚さが比較的薄いことを示唆しているものと考えております。また、これらの深度については、D10、D90 から求められる地震発生層の下端と調和的であると考えております。

以上のことから、敷地周辺で発生する地震の最大規模 M6.4 は概ね妥当と考えております。加藤ほかにおける「震源を事前に特定できない地震による地震動」による応答スペクトルは、これを上回る M6.8 の規模の地震を検討対象に加えておりますので、泊発電所における「震源を特定せず策定する地震動」は妥当なものと考えております。

説明は以上でございます。

○翠川主査 ありがとうございます。

それでは、ただいま説明がありました資料について、御質問、御意見をお願いいたします。

これは藤原委員がコメントされたのではないかと思います。

○藤原委員 そうですね。バックグラウンドの地震の最大マグニチュードをいくつにするのかという根拠で、ここは結局、前回の資料とほぼ同じ回答と承りまして、そうお考えなのだということ、そう判断されたとは私は理解しました。少し小さいので大丈夫なのかという印象もないわけではないですが、明確なコメントは、今はできません。

○翠川主査 追加で資料を御準備いただいても、判断がなかなか難しいということでしょうか。

○藤原委員 前回に対してこの資料を追加されたということで、もう一度追加資料を要求

しても多分同じことかなという気がします。実際にバックグラウンドの地震活動について何か本当に知見があるわけでもないということなので、あとは、どう判断するかということだと思います。

それから、サイエンティックな観点から申し上げることは、もう余りないのかなと思います。ただ、全体としては、もう少し大きめのバックグラウンドの地震のマグニチュードを想定する方向に流れているような気がするので、そういう中での判断としてこれが適切かどうかということを考えていただいた方がいいかなとは思っています。

○翠川主査 何かコメントがありますか。

○北海道電力（斎藤） 確かに御指摘のように、絶対値のお話となるとデータも少ないので難しいということで、我々も温度構造についても補完的に載せたつもりではございます。

あと、結論といえますか、「震源を特定せず」へのスペクトルは、今回我々は加藤ほかを使っておりますが、それが M6.8 相当を持っているということで、我々のサイトにとっての「震源を特定せず」のレベル感としてはこれで妥当ではないかという結論を持っております。

○翠川主査 それでは、ほかに御意見ございませんか。

それでは、どうもありがとうございました。

続いての議題は、川内原子力発電所に係る、まずコメント回答ということで、資料が合同 B 9 - 4 - 1 です。これについて九州電力株式会社より説明をお願いいたします。

○九州電力（西嶋） 九州電力でございます。第 8 回サブワーキンググループで川内原子力発電所の敷地前面海域の地質についてコメントがございましたので、本日はその回答をさせていただきます。

まず 1 ページを御覧ください。前回のサブワーキングでは、ここに記載しておりますとおり、F - B 断層周辺に見られる海底面付近などに存在する凹地状の地形の成因及びその分布について再整理・再検討するよう岩渕委員からコメントが出ております。

4 ページを御覧ください。前回のサブワーキングで説明し、コメントをいただいた資料を再掲しております。当社は、3,600 ショット付近などに位置する凹地状の地形は、潮流による岩質の差を反映した差別浸食あるいは表層部付近の地滑り的な地形と判断されると説明しておりました。この解釈・評価に対して岩渕委員から、潮流で浸食されるのは水深 20~30m くらいだと思ふ、その水深に海水面を戻すと、本海域は湾の奥になってしまう。潮流での浸食地形というのは妥当かどうかは方向で見えると思うので、ある程度それがわかるような形で示してほしいなどとコメントがございました。

岩渕先生の御発言は、当社としても十分に理解しております。今回、F - B 断層近辺に加え、もう少し広い範囲において各測線の断面を再整理し、凹地の分布を地形図に落としてみました。本日は、その検討結果及び評価の見直しについて御報告させていただきます。

次に 5 ページでございます。ここでは、右上の平面図に記した 25、26、27 測線の断面を示しております。凹地状の地形は、平面図に紫色の円でマークしております。それぞれ

の測線において形状の違いはあるものの、凹地状の地形が認められております。

6 ページでございます。先ほどのページより更に北側の3断面を示します。この断面においても、前ページ同様、凹地状の地形が認められます。

7 ページでございます。F-B断層より東側、すなわち甑海峡の中央部付近でも同様の地形が認められないか確認してみました。平面図に記した南北測線である107、106、105の断面を示します。これらの測線においても、形状の違いはありますが、凹地状の地形が確認されました。

8 ページでございます。甑海峡の更に東側の断面を示します。ここでも前ページ同様に凹地状の地形が確認されました。

次に9ページでございます。ここでは、各断面で確認された凹地状の地形を平面図に紫色の円でマークしてみました。その結果、凹地状の地形は、陸棚外縁を取り囲むように分布する傾向であることが確認できました。

10 ページでございます。既往文献との対比について説明させていただきます。甑海峡においてこのような凹地状の特異地形についての文献は、岩淵・向山(2006)が存在いたします。この文献によりますと、吹上浜沖の陸棚外縁に沿って断続的に分布する溝状の凹地が認められ、斜面の走向方向に細長く伸びていること、それぞれが閉じた凹地となっていること、これらが一致するのは入戸火砕流堆積物の二次堆積物からなる地域であることより、「海底地滑りの初期に頭部に形成された陥没帯であると判断できる」とされております。今回、音波探査記録により認められた陸棚外縁部に断続的に分布する凹地状の地形は、この論文による凹地と類似していると言えます。

11 ページの結論でございます。前回のワーキングのときには、この凹地の構造は、潮流による岩質の差を反映した差別浸食、あるいは、表層部付近の地滑り的な地形と判断されると当社としてはしておりましたが、今回、本地形は、岩淵・向山(2006)が指摘している構造と比較的類似していることなどから、この凹地の地形は「海底地滑りの初期に頭部に形成された陥没帯」と推定されると考えております。

以上で説明を終わらせていただきます。

○翠川主査 ありがとうございます。

それでは、ただいま御説明いただきました資料について、御質問、御意見をよろしくお願いたします。

○岩淵委員 私が指摘したことに答えていただきましてありがとうございました。思っていたことと違うような成因でしたが、最後の11ページを見ると、滑り面に相当するものは見えないというか、もともとこれは全体が見えないけれども、こういう解釈も成り立つのかなと今思っています。それ以上のコメントはないのですが、この回答は、私としては了解いたしました。

○翠川主査 どうぞ。

○今泉委員 9ページの図で、凹地状の形が楕円形で示されていますね。これは、そうい

う方向に凹地しているという方向も表現されているわけですね。

○九州電力（西嶋） 方向も加味して書いております。細長く陥没しているところと急峻に陥没しているところがありますので、それが小さな丸で記してあるものが結構急峻な凹地です。

○今泉委員 そうすると、例えば斜面の傾斜に対して直交する方向に軸が伸びているところもありますね。

○九州電力（西嶋） これは、岩渕先生の論文によりますと、埋積された海底谷の可能性があります。等深線に直交している凹地になりますけれども。

○今泉委員 海底谷が埋積されているとは、どういうことですか。

○九州電力（西嶋） 埋積された跡といいますか。

○今泉委員 埋積されているなら凹地になるわけがないですね。これは、こういう方向に、その下に谷が入っていたということですか。

○九州電力（西嶋） そうです。

○今泉委員 そうすると、いろいろな成因があるということですね。滑っている部分もあるし、地滑りの頭の部分で開き始めた部分もあるし、かつての流れを表現していたり、そういうことですね。

○九州電力（西嶋） はい。そういうことです。ですから、ここにすべて示しているものが、例えば地滑りの頭部にできたものでもありません。

○今泉委員 つまり構造的なものではなくて、いずれも表面の局所的なものであるということですね。わかりました。

○翠川主査 ほかにいかがでしょうか。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。

最後の議題の川内原子力発電所の基準地震動の策定についてですが、予定の時間を超過しておりますので、資料全体を御説明いただくのではなくて、基準地震動のところの「震源を特定せず策定する地震動」のところだけまず御説明いただいて御意見をいただくことにさせていただきたいと思えます。

資料は、合同B9-4-2でございます。九州電力株式会社から御説明をお願いいたします。

○九州電力（赤司） はい、承知いたしました。

九州電力の赤司でございます。お手元の資料、合同B9-4-2の15ページからが、「震源を特定せず策定する地震動」の説明部分になります。ここから4ページにわたって記載させていただいておりますので、その部分について御説明させていただきます。

耐震設計審査指針では、「震源を特定せず策定する地震動」は、「震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震」について得られた震源近傍における観測記録によることが求められておりますが、加藤ほかの知見におきましては、震源近傍で得られた種々の観測記録を収集し、詳細な地質学的調査によっても震源を事前に特定できない地震

の地震動レベルが設定されております。そのことから指針にも合致していることを踏まえまして、「特定せず策定する地震動」につきましては、加藤ほかの知見に基づいて設定することとしております。

なお、加藤ほかの知見に基づいて設定するに当たりましては、地域性に関する検討として、①地震発生層の検討、②震源をあらかじめ特定しにくい地震（歴史地震）の検討、③観測記録に関する検討を実施しまして、更には、応答スペクトルの妥当性の確認として、地震ハザード評価との比較も行っております。

以降、順次、その内容について御説明させていただきます。

まず、資料の左中ほどにあります「地震発生層から想定される地震規模の算定」についてです。地震発生層については、この資料の前のほうに記載してありますが、上端を3km、下端を15kmとして設定しており、そこまでいっぱい広がる断層幅と、それに等しい断層の長さ12kmを持つ震源断層を仮定して、その面積から地震規模を算定すると、ここに示しましたとおり、マグニチュードの規模としては6.4という結果となっております。

続きまして、②の「地震調査委員会(2006)による『震源を予め特定しにくい地震』」について整理しております。この地震調査委員会の知見によりますと、敷地周辺の「震源を予め特定しにくい地震」の最大マグニチュードは、1914年の桜島地震の7.1となっております。この地震については、同じ地震調査委員会の知見の中で火山性地震の可能性も指摘されているとされておまして、それも踏まえると、この地震はこの場所に事前に特定することが可能であると考えられますので、この地震を除いて整理した結果、敷地周辺における「震源と活断層とを関連付けることが困難な過去の地震」の最大規模としては、1997年3月に発生した鹿児島県北西部地震のM6.6という規模になりました。

この①と②の2つの検討から、敷地周辺における「震源と活断層とを関連付けることが困難な過去の地震」の最大規模としてはM6.6程度と考えられまして、この規模は加藤ほかの知見で考慮されている最大マグニチュード以下になっていることを確認しております。

続いて16ページに進みまして、こちらでは、観測記録に関する検討として、震源と活断層とを関連付けることが困難な過去に発生した地震の観測記録について、加藤ほかの知見に示されている1997年鹿児島県北西部地震での鶴田ダムでの観測記録とともに、この地震時においては、当社川内原子力発電所でも記録が得られておりますので、その観測記録も参照した上で整理しております。

加藤ほかの知見による応答スペクトル、左側の図で申しますと黒の太い線になりますけれども、これと、これらの観測記録を重ね合わせたものがこの左側の図になります。いずれの記録、当社の観測記録も含めて加藤ほかの知見による応答スペクトルに包絡されることが確認されております。

右側の図を御覧いただきますと、参考として、これらの各記録についてAbrahamsonらの距離減衰式に従って地震発生層上端深さ(3km)まで距離補正した結果についても示しております。この図では、更に参考になりますが、震源近傍の記録ではないものの、加藤ほ

かの知見でも示されております 1984 年長野県西部地震の観測記録についても同様に距離補正したものを示しております。この結果においても、いずれの応答スペクトルも加藤ほかの知見による応答スペクトルに包絡されることが確認できております。

続いて 17 ページでは、加藤ほかの知見による応答スペクトルについて、一つは原子力安全基盤機構による年超過確率とともに、もう一つは原子力学会の方法に従って算定した年超過確率との比較を行ったものです。それぞれ赤から青線になるに従って  $10^{-3}$  から  $10^{-6}$  のハザードスペクトルになっておりますが、これに対して黒の実線、「震源を特定せず策定する地震動」として当社が設定したレベルは、概ね  $10^{-4}$  から  $10^{-6}$  程度の超過確率となっていることが確認できております。

以上を踏まえまして、18 ページはまとめでございます。「震源を特定せず策定する地震動」としては、地域的な確認も踏まえまして加藤ほかによる知見によることとして、それに敷地における地盤物性、 $V_s$  で 1.5km、 $V_p$  で 3.2km を考慮した上で、この図に示します応答スペクトルを設定してございます。

「特定せず策定する地震動」については以上でございます。

○翠川主査 ありがとうございます。

ただいまの御説明につきまして、御質問、御意見、いかがでしょうか。

○藤原委員 どうもありがとうございます。一応根拠はわかりました。

あと、ここの基準地震動を策定するところは今日は時間がなくて説明いただけなかったのですが、策定において、結果として、一番影響を与えた地震動というのは、「震源を特定せず策定する地震動」のレベルになるのでしょうか。ほかの地震になるのか。どれが一番の決定打になっているのかということの説明してください。

○九州電力（赤司） お手元の資料の 19 ページを御覧いただけますか。図が小さくて恐縮です。左上の図に、策定した基準地震動  $S_s$  の黒線と、その他の評価結果について重ねて書いてあります。結果として、当社が策定した基準地震動  $S_s - 1$  に最も近接しているのは「震源を特定せず策定する地震動」の規模になっております。ただし、この  $S_s - 1$  と呼ばれる基準地震動を策定するに当たりましては、それぞれの評価結果とともに旧耐震指針で策定していました基準地震動  $S_2$  のレベルも包絡するように、考慮を重ねて設定しております。

○藤原委員 恐らくそうだろうと思ひまして、ここのパラメータ設定が動くといろいろ説明に困るかと思ひます。ですので、**M6.6** 程度として、あとは、こういう検討をされて最終的に決められたもので大丈夫なのか。これが例えば **M6.7** とか **M6.8** でも大丈夫なのかどうか。もう **M6.6** とされるということであれば、それで特に何か明確な知見があってコメントできる状況ではないのですが、そうした余裕度とかそうしたところがどのくらいなのか少し気になった次第です。

○九州電力（赤司） 余裕度という形での申し上げ方はなかなか難しいのですが、「特定せず策定する地震動」の規模も、ある程度上回って包絡するような基準地震動のレベルを設

定しておりますので、今後いろいろな議論、検討の中でまた整理していければと考えております。

○翠川主査 ほかにいかがでしょうか。

私から確認させていただきたいのですが、17 ページにハザードスペクトルを比較されていますが、原子力学会の方法による評価というのは、九州電力の方でも原子力学会の方法でおやりになったハザードスペクトルということですか。

○九州電力（赤司） そうです。

○翠川主査 何か少し違いますか。同じですか。

○九州電力（赤司） 例えば、後半の 20 ページに書いておりますハザードスペクトルは、特定震源モデルも考慮して設定しておりますハザードスペクトルですが、17 ページの方は、領域震源モデルのみでの算定結果と重ねているものでございます。

○翠川主査 わかりました。そうすると、バックグラウンドの地震だけを考えた計算ということですね。

○九州電力（赤司） そうです。

○翠川主査 ほかにいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

本日は時間がなくて、これを全部御説明いただくと到底 5 時には終わらないものですから、説明が中途半端になって申し訳ありませんけれども、また改めて「震源を特定して策定する地震動」についても御説明いただいて、それを含めてまた御意見をいただきたいということで、本日はこのようなことで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。

それでは、本日の審議を終了したいと思います。

最後に事務局から今後の予定についてお願いいたします。

○武長審査官 ありがとうございました。本日の資料につきましては、いつものとおり当方から郵送させていただきますので、机上に置いたままで結構でございます。

次回第 10 会合は、来週、12 月 26 日、10 時から 12 時 30 分の予定でございます。別館 10 階の 1028 会議室において開催したいと思っております。よろしくお願いいたします。

○翠川主査 よろしくお願いいたします。

どうもありがとうございました。