

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
Bサブグループ連絡会 議事録

日 時：平成 2 1 年 5 月 2 9 日（金） 17:30～19:53

場 所：経済産業省別館 5 階 5 2 6 共用会議室

議 事

- (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（女川、玄海、川内）
- (2) その他

出席委員（順不同）

翠川主査、高田委員、藤原委員、溝上委員

小林統括 定刻を少し過ぎましたけれども、開会の前に事務局より御連絡がございます。本日の合同Bサブグループ会合でございますけれども、当初出席を予定されておりました委員が急遽欠席となってしまったために、本日出席の委員数が、合同Bサブグループ成立のための定足数5名を満たさなくなってしまったものですから、本日御出席をいただいております委員の皆様、傍聴の皆様には誠に申し訳ございません。今回は正式な合同Bサブグループ会合としては成立しませんけれども、合同Bサブグループ連絡会として会合を開催したいと思います。

したがって、本日の資料については、いつもどおりコメントをいただきたいと思っています。本日の議事進行については、合同Bサブグループと同様に翠川先生にお願いをしたいと思っています。翠川先生、よろしくをお願いします。

翠川主査 それでは、ただいまより「合同Bサブグループ連絡会」を開催いたします。まず、事務局から配付資料の確認をお願いいたします。

小林統括 お手元の資料を確認させていただきます。まず座席表が1枚ございます。次に委員名簿、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がございますので、これに沿って資料の確認をさせていただきます。

合同B17-1-1は第4～16回会合におけるコメントの整理でございます。

合同B17-1-2は泊の前面海域の断層について、これは岩淵委員からのコメントをまとめたものでございます。

合同B17-2は東北電力の女川原子力発電所の地震ハザードの見直しという資料でございます。

合同B17-3-1は川内原子力発電所の基準地震動Ssの策定に関する補足説明資料でございます。

合同B17-3-2は川内原子力発電所1号機の耐震安全性評価の、評価の中間とりまとめでございます。

合同B17-3-3は川内原子力発電所の合同Bサブグループにおける審議状況についてでございます。

合同B17-3-4は九州電力の玄海原子力発電所3号機の耐震安全性評価の中間とりまとめでございます。

合同B17-3-5でございますけれども、玄海原子力発電所のBサブグループにおける審議状況について。

合同B17-4は前回第16回の議事録でございます。

机上資料でございますけれども、フラットファイルを机上資料2としてございます。これは発電所、原子力施設に関する耐震設計審査指針等をつづったものを置いてございます。

ドッチファイルでございますけれども、玄海原子力発電所と川内原子力発電所のこれまでの審議資料一覧でございます。

それから、各所から提出されましたバックチェックの中間報告書及び最終報告書の本体等につきましては、事務局の方で用意してございます。

配付資料、机上資料の確認は以上でございます。

翠川主査 ありがとうございます。資料に不備などございましたら、事務局へお申し付けいただければと思います。

引き続きまして事務局より、第 16 回合同 B サブグループの議事録についての確認をお願いいたします。

小林統括 4 月 14 日に開催しました第 16 回合同 B サブグループの議事録につきましては、先ほどの配付資料の最後の合同 B 17 - 4 として配付させていただいております。これにつきましては事前に案を合同 B サブグループ委員に配付させていただき、既に公開しておりますが、本日資料として配付させていただいております。

以上でございます。

翠川主査 それでは、最初の議題に入りたいと思います。最初の案件は合同 B サブグループ等におけるコメントの整理ということで、合同 B 17 - 1 - 1 及び 17 - 1 - 2 の資料について、事務局より説明をお願いいたします。

鹿内審査官 それでは、合同 B 17 - 1 - 1 及び 17 - 1 - 2 の資料について、御説明いたします。

16 回合同 B サブグループにつきましては、発電炉の審議については主に泊の前面海域について審議を行わせていただきました。そのコメントについては、合同 B 17 - 1 - 1 については 3 ページ、また、前回御出席いただけなかった岩淵委員から、別途泊前面海域の断層についてコメントをいただいておりますので、それにつきましては合同 B 17 - 1 - 2 の資料に記載しております。合同 B 17 - 1 - 2 の方には、前回審議の泊前面海域の図面を付けております。

合同 B 17 - 1 - 1 の 3 ページでございます。前回 16 回でご意見をいただいた箇所です。3 ページの下の方、海域の「その他（泊発電所敷地前面海域の断層について）」という部分でございます。「【第 16 回】短い断層がたくさんある印象があるが、1 / 20 万の海底地形図の上に断層を記載した上で、地形との関係も考慮して整理すること。活動性の有無を判断する際には、地質構造と直行している測線で整理すること」「寿都海底谷の断層について、評価結果では短い断層が複数分布しているような印象であるが、雁行しているのか、繋がっているのか、全体像がわかるように表示すること」。

また、最後ですが、海底地形の断層区分については「層、層の形成年代について、後期更新世及び中期更新世と漠然と記載すると人により年代解釈が異なることから、絶対年代等がわかるものがあれば示して欲しい、また、底質の解釈等、新しい知見があれば、それらを踏まえて検討すること」というコメントをいただきました。これにつきましては、北海道電力の方から次回以降説明する予定としております。

合同 B 17 - 1 - 2、別途、岩淵委員からコメントをいただいた部分ですが「岩内堆北方の断層について、音波探査記録の解釈は問題なく、北方の F_D - 1 断層との間の測線で断層が認められないと判断されるが、岩内堆北方の断層のような比較的短い断層の延長方向に同センスの断層が認められることから、仮に一括評価した結果を確認してはどうか」「寿都海底谷の断層については、活動性を評価しているものの他に、これとは連続せず周辺に単独で認められる変形等についても

確認し、(全体像を)整理した方が良いのではないか」というコメントをいただいております。

泊のコメント整理については、以上のとおりです。

また、今日の案件は女川のハザードと九州関係の報告書でございます。それに関するコメントを見ていきます。合同B17-1-1の14ページでございますが、地震ハザード女川につきましては第12回で「上限を設けた検討は理解できる。しかしながら、高頻度で発生する宮城県沖地震については十分な検討が必要と考える。上限を震度だけで考えるというのもそれでよいのか疑問である。例えば加速度による検討を行ってはどうか。その上で、地震ハザードの今後の発展のために課題をまとめてみると良い」。また、その下ですが「震度の距離減衰式自体にばらつきがあるのではないか。その上で東北電力の求めたばらつきとどのような関係になるのか整理が必要ではないか」というコメントをいただいております、今回の案件で説明をする予定としております。

ハザードは以上です。

最後でございますが、18ページをお開きください。これは保安院の九州関係の中間とりまとめ案についてのコメントです。「合同B16-5」というところで、記載内容でございますが「敷地の地盤が水平成層であることについては、記載の必要性も含めて検討すること」「中越沖地震を踏まえて不確かさを考慮しSsを見直した記述が判りにくいので、判り易く記述すること」というのと、23ページは15回でいただいたコメントですが、保安院中間とりまとめ案について全般として「模擬地震波の振幅包絡線の設定におけるマグニチュードと等価震源距離の考え方についての記述を加えること」「1997年鹿児島県北西部地震の地震観測記録に基づく検討を踏まえたパラメータ設定の考え方について記述を加えること」「応力降下量の不確かさの考え方について、分かりやすく記述すること」。この点について、今回説明予定としております。

コメント整理については、以上でございます。

翠川主査 ありがとうございます。ただいまの説明につきまして、お気づきの点はございませんでしょうか。特にございませんか。よろしいでしょうか。

ありがとうございます。それでは、先ほど御説明にあった岩淵委員からのコメントの合同B17-1-2につきましては、北海道電力に今後のBサブグループにて説明をしていただくよう、事務局より要請をお願いしたいと思います。よろしく願いいたします。

鹿内審査官 承知しました。

翠川主査 それでは、続いての案件でございますが、女川原子力発電所基準地震動Ssの策定に係る補足説明資料、地震ハザードの見直しということで、合同B17-2の資料につきまして東北電力より説明をお願いいたします。

東北電力(広谷) 東北電力の広谷です。合同B17-2の資料に基づきまして、女川原子力発電所の地震ハザードの評価につきまして、今回は「(地震ハザードの見直し)」という形で御説明をさせていただきたいと思っております。

(P P)

女川原子力発電所の地震ハザードの評価につきましては、第8、9回に中間報告書に記載した概要につきまして御説明させていただいております。その後、いただいたコメントも踏まえまし

て、第 12 回でも追加の検討等について御説明させていただいております。

ここに記載していますようなコメントをいただいております、固有地震のばらつきとして私どもは $\sigma = 0.11$ という御説明をいたしましたけれども、そういった考え方などについて詳しく説明していただきたいというコメント。あと 3 番と 5 番ですが、 $\sigma = 0.11$ の検討に用いている震度の距離減衰式自体にばらつきが含まれているので、その点についてこういった関係になるのか整理を求められてございます。

そのほか例えば 2 番目ですけれども、非常に短い周期で繰り返し発生するプレート間地震のハザード評価については、発生間隔の長い地震とは違った観点の評価も必要ではないかという御指摘、それから、上限を設けた検討を前回 12 回で御説明させていただいておりますが、それに関するコメント等をいただいております、今回こういったものにつきまして回答を含めながら、最終的な地震ハザードの見直しという形で御説明させていただきたいと思っております。

(P P)

目次、説明内容でございますけれども、1 ~ 4 につきまして今まで実施した内容の再整理を踏まえまして、研究のレベルも踏まえまして、私どもの現状のハザードの再評価した内容について、まず 1 ~ 4 について御説明させていただきたいと思っております。

その後 5 としまして、私どもは前回震度分布から求めた平均的な宮城県沖地震のばらつきを、 $\sigma = 0.26$ という御説明をしておりますけれども、それに関しまして、ばらつきについては非常に難しい課題ではあるのですが、今はでき得る範囲でばらつきに関しまして追加検討もやってございますので、それについて御説明させていただきたいと思っております。

最後に 6 ですけれども、やはり宮城県沖地震の評価につきましては非常に検討課題が難しいものがございまして、今後我々が取り組んでいくべき検討課題という形でまとめさせていただいております。

(P P)

これまで評価しました宮城県沖地震のばらつきの位置づけ等につきまして、少し整理しておりますので御説明させていただきたいと思っております。

中間報告書ではまず 1 番右端の「固有地震のばらつき」を算定したものに基づく地震ハザード評価を行っております。一方、一番左端には距離減衰式、後でまた御説明しますけれども、短周期レベルをパラメータに取り込んだ距離減衰式を今回評価しておりますが、そういったばらつき検討等も行っております。

ばらつきにつきましては、当然中小地震によるばらつき、サイトを固定した場合、固定しない場合、震源が非常に類似しているか、類似していないかという形によって、おのずとばらつきが変わってくるわけでございますけれども、私どもが今まで説明してきました位置づけ的には、 $\sigma = 0.11$ と申しますのは固有地震の中でも、特に類似した宮城県沖地震 3 地震に限定して求めたものが $\sigma = 0.11$ だったというものでございます。

それに対しまして、第 12 回に御説明させていただきましたのは、宮城県沖地震を類似の 3 地震に限定することなく、広く 1 つの地震のタイプという形でくくりまして、その中から 7 地震を

ピックアップして、宮城県沖地震のばらつきがどういったものになるかというのを検討させていただいております。その値が $\sigma = 0.26$ という値になってございます。あと、中小地震による観測記録による σ は、0.35 からで長周期がばらついたりしますけれども、そういった値が得られているということになります。

(P P)

今回は、先ほどの固有地震のばらつき $\sigma = 0.11$ と申しますのは、やはり固有地震自体が 3 地震とサンプルとしては非常に少ないので、今回はやはり宮城県沖地震を 1 つの地震像、複数の固有地震として地震ハザード評価を行いまして、中間報告書で示した固有地震として評価した地震ハザードの算定結果との比較を前回は行ったわけですが、今回は複数の固有地震として地震ハザードの再評価を行いまして、その結果を女川原子力発電所の地震ハザードに反映させたいと考えてございます。

それを踏まえまして、背景領域の地震のタイプについても一部ロジックツリーを見直していきたいと思っております。

(P P)

こちらは宮城県沖地震でこれから評価する概要を記載したものです。右上の方に宮城県沖地震の特徴が書いてございますけれども、御存じのとおり約 40 年周期で発生し、過去の地震の震度分布が観測記録として存在している、また、過去の宮城県沖地震は震度がおおむね類似しているという特徴がございます。

そういったことを踏まえまして、宮城県沖地震を 1 つの地震像にとらえ、震度分布に基づく平均的地震像、以下「標準地震」という言葉で我々は呼ばさせていただきますが、その標準地震とばらつきを算定していくということをやっていきます。

その宮城県沖地震の平均的地震像のばらつきの評価を算定したものに基きまして、さらに、地震動自体は当社が女川で観測しました地震観測記録に基づき宮城県の短周期が卓越する地域的傾向をとらえました距離減衰式を使って、地震動の評価をしていくということをやっております。

(P P)

こちらにつきましては、第 12 回でも御説明させていただきましたけれども、標準地震の地震像とばらつきについて算定した概要を再度記載したものでございます。今回の対象としましては、地震調査研究推進本部でいわゆる宮城県沖地震としてとらえております、1 ~ 6 の 6 つの地震の震度分布について検討しております。

あと、7 の 2005 年 8 月 16 日の地震につきましても、アスペリティ位置が、一部 1978 年 6 月 12 日の宮城県沖地震のアスペリティと同じ位置で破壊が起きたと示されている見解もありますので、この地震も含めまして合計 7 地震の震度分布を用いまして、平均的地震像とばらつきを求めてございます。

(P P)

こちらは算定フローになります。これも第 12 回で御説明しました内容になりますけれども、

初期モデルの仮定は何でもいいのですが、ここではA 1断層のM7.6を仮定しますが、それを設定しまして、神田・武村の震度の距離減衰式を用いまして各地の震度を推定いたします。ここに記載しているような震度の式を用いてございます。

実際に宮城県沖で発生した地震の観測地点の震度と、初期モデルの地震との震度の乖離を算定しまして、各地震で初期モデル地震からの乖離の平均を算定します。宮城県沖に発生した7地震それぞれの初期モデル地震からの乖離が求まるということです。

7地震の初期モデル地震からの乖離の平均を算定しまして、それを平均的な地震像という形にございます。最終的にはばらつきになりますけれども、その平均からの各地震のばらつきを算定することになります。

具体的な算定結果は右の表にあります。例えば平均的な地震像に比べまして、一番大きなものはやはり1の運動型のモデルになっています1793年の地震になります。小さいものと1835年の地震が比較的小さいものになっているということです。

それをもう少し詳しく図示したものが、9ページに記載してございます。

(P P)

これは過去の7地震の震度につきましては同一の距離減衰特性を用いますけれども、標準地震につきましては、過去の地震の距離減衰の特性の平均から求めたものとなります。赤い点線が初期モデルの地震の距離減衰特性になりますが、それに対しまして各地の震度がどう分布しているか、その平均をとることによって線が青の方に移動していく。その乖離を平均特性として見ているというものでございます。

(P P)

結局こういう算定をやっていることになると、当然距離減衰式のばらつきとかいろいろあるのですが、最終的に私どもが見ていますのは、各地の震度を最終的に平均化するという操作をやっておりますので、サイト特性とか伝播特定といったものにつきましては相殺されまして、最終的にどこの違いを見ているかと申しますと、地震の震源特性の違いのばらつきを見ているというものに該当することをやっているかと思えます。

どの地震がどのくらいのマグニチュードであったか、マグニチュードに代表されるような震源特性を、最終的にはどの程度の違いがあったかを見ていることに相当すると考えてございます。

(P P)

11ページですけれども、先ほどの操作をやりまして、宮城県沖に発生した7つの地震を1つ地震像とみなし、標準地震のマグニチュードと等価震源距離及びそのばらつきを求めております。

具体的には先ほど申しましたが、地震規模につきましてはM7.5、等価震源距離につきましては約62kmになります。

一方、相対的短周期レベル、私どもが使っております距離減衰式に短周期レベルへの大きさを与えてやる必要がございますけれども、こちらにつきましては後ほど御説明させていただきますが、敷地で観測されました距離減衰式を策定するに当たりまして使った地震データの平均値をここでは使用してございます。相対的短周期レベルR S P Lとしまして 4.48×10^{17} という値を使っ

てございます。あと、地震動のばらつきは $\sigma = 0.26$ を求めてございます。

具体的に標準地震の応答スペクトルにつきましては右側に書いてございますけれども、短周期で大体 310 ガル程度、長周期につきましては連動型宮城県沖地震との規模の違いなども出てきますので、スペクトル形状を一部かさ上げするなどして、標準地震の応答スペクトルを求めてございます。

(P P)

ここからは前回までに何回か御説明したのですけれども、宮城県沖の短周期が卓越するという距離減衰式を採用しておりますが、それにつきまして、今まで説明した資料につきまして概略をもう一回御説明させていただきたいと思えます。

宮城県沖地震につきましては短周期が卓越する、特に 2005 年に大きな記録がとれておりますけれども、こういったものをきちんとシミュレーションできる応答スペクトル法を採用する必要があるとございますので、観測記録に基づいた距離減衰式の策定を行ってございます。

(P P)

こちらは女川地点の特徴を示しておりますけれども、女川地点の宮城県近海で発生する地震につきましては、非常に短周期が卓越。これは Noda et al に対する単純残差を示しておりますが、非常に短周期が卓越しまして、長周期側はそんな特別な傾向があるわけではありませんけれども、短周期側は卓越するということです。

(P P)

これは距離減衰式の策定に用いましたサイトで観測されました 10 地震です。基本的には宮城県の近海で起きた 10 地震をピックアップしまして、それぞれ短周期レベルを求めまして、その値を使いまして残差を回帰したということでございます。

(P P)

こちらは回帰に使用しましたデータの残差を示してございます。

(P P)

左側が横軸に M_0 、縦軸に短周期レベルを書いたものですが、こういった地震を使って回帰式をやっております。先ほど標準地震の相対的短周期レベルにつきましては、このデータに基づいて平均的な値をとったものでございます。

(P P)

具体的な回帰は、これも前回等で御説明しておりますけれども、水平成分につきましては R S P L に $a(T)$ という係数を設けまして、その値によって応答スペクトルの残差を求めるというものにしております。右下の方に算定結果のばらつきを示してございますが、短周期側は 0.35 程度に収束しておりますけれども、長周期側は地震の数も少ないこともありまして、ちょっとまだばらついているという傾向の式になってございます。

(P P)

これが具体的に 2005 年宮城県沖の地震に、この距離減衰式を当てはめた場合の算定結果と観測記録を比較したものでございます。青と緑の観測記録に対しまして、赤い線が距離減衰式に基

づいた算定結果になってございます。両者はよく整合していると考えてございます。

(P P)

こちらは同じ距離減衰式と統計的グリーン関数法で、連動型想定宮城県沖地震について適合の比較をしたものですが、この図からも両者はよく整合しているものと考えてございます。この式を使いまして、地震動の計算をやってございます。

(P P)

ここからロジックツリーの見直しですが、大きく分けまして3点、基本的考え方として見直しを行ってございます。

標準地震のばらつきにつきましては、大地震の震度分布による検討から求めた $\sigma = 0.26$ というものを私どもは用いたいと思っております。ただ、そのほかに既往の中小地震による検討によるばらつき $\sigma = 0.35$ も、分岐して考慮したいと思います。

これは例えば Strasser et al の検討では、マグニチュードの増加に伴いばらつきが減少する傾向にあるといったことが指摘されておりますけれども、やはり大地震から直接求めるばらつきは、中小地震から求めるばらつきに比べて小さいものになると考えられますが、 $\sigma = 0.26$ という震度分布から求めたばらつきにつきましては、物理量との関係が一部不明確な部分があることも考慮しまして、分岐としまして中小地震による検討結果も考慮したいと思います。

地震動の算定に用いる距離減衰式の周期特性や、そのばらつきの傾向を考慮しまして、短周期と長周期のばらつきの値を変えるということも、今回やってございます。こちらについては、また後ほど詳しく御説明いたします。

宮城県沖地震につきましては、領域震源、背景領域の地震も評価しておりますので、そちらにつきましても中小地震から求めたばらつきを考慮したいと考えております。

(P P)

具体的にロジックツリーに反映する地震動のばらつきですが、震源分布から求めました $\sigma = 0.26$ につきましては、先ほども申しましたように、大地震の震源特性を反映したものだということです。今回の評価は女川というサイトを固定しての地震動の評価ですので、やはりばらつきは一番影響が大きな震源特性の影響が支配的だと考えます。そういったことで、伝播特性やサイト特性に起因するばらつきは小さいものと仮定しまして、 $\sigma = 0.26$ という値を採用したいと思います。

一方、中小地震によるばらつきですが、既往の知見によるばらつきとしまして $\sigma = 0.35$ というのがあります。これは森川ほか(2006)に記載してありますが、震源域と観測点を特定した場合には、最大加速度のばらつきは $\sigma = 0.35$ とされております。そのうち地震内のばらつきは $\sigma = 0.27$ 程度であって、震源が特定できる場合にはこの程度まで低減できる可能性が示されている。そういった文献に基づきまして、 $\sigma = 0.26$ と $\sigma = 0.35$ と1対1の重みづけで評価したいと思います。長周期につきましては、次で $\sigma = 0.45$ という値を用いたいと思います。

(P P)

長周期側のばらつきですが、先ほど私どもがサイトで観測された地震の傾向とか、使う

距離減衰式のばらつきについての傾向を説明しましたが、短周期につきましては非常に卓越する傾向がありますけれども、長周期側につきましては宮城県沖地震は特に著しい地域性というのは認められない。一方、地震動の評価に用いている減衰式の短周期のばらつきにつきましては、右下の図にありますように非常に小さく、収束傾向にある。長周期に関しましては地震数が少ないこともあって、一般の距離減衰式のばらつきと同等以上となっております。

そういった特徴を踏まえますと、長周期側まで小さなばらつき、0.26 とか 0.35 を用いることは過小評価の可能性がありますので、池浦・野田ほかに用いられています文献で $\alpha = 0.45$ という値が提案されておりますけれども、その値を採用したいと考えております。

具体的にはスペクトルの卓越傾向、左側の下の図でいきますと、大体周期 0.6 秒辺りから Noda et al と同じような傾向が示してございますので、そこを目安にばらつきの値を組み替えております。

(P P)

ここからは上限に関する御説明です。前は震度分布による上限の地震動の打ち切りという形で御説明させていただきましたけれども、初心に帰りまして今こういった研究が世の中でされていて、こういったレベルにあるかというのをレビューしておりますので、まずそれについて御説明させていただきたいと思っております。

例えば Strasser (2009) では以下のようなことが指摘されてございます。地震ハザードに対して地震動のばらつきは大きな影響を与えます。過去 40 年間に提案された経験的距離減衰式を見ると、データベースが増え、更にさまざまなパラメータが付加されているにもかかわらず、ばらつきは余り低減されてきていない。

一方、地震動のばらつきは一般的には偶然的な不確かさと見なされておりますが、想定しているモデルの不確かさの影響などが含まれるということです。地震動のばらつきは回帰に用いるデータの精査及び地震動モデルの精度向上により低減できる可能性がある。

地震動のばらつきに関する知見が発展していないこと、地震ハザードの影響が明らかなことから、地震動打ち切りの可能性も検討されている。これは Boomer 等になります。打ち切りの方法につきましては、地震動の振幅による場合と対数正規分布の裾野による場合がありますが、そのレベルを決めるのは非常に困難で、将来に向けた地震動のばらつきの本質の理解と算定の取組みが必要とされているということで、やはりばらつきの評価は難しいのですけれども、同じように上限につきましても非常に今、盛んに研究がされている最中として、非常に難しい問題だと言われております。

(P P)

一方、これは地震ハザードの算定に当たりまして、地震調査研究推進本部や、我々は日本原子力学会に基づきまして算定しておりますけれども、こういった扱いをされているかをここでまとめております。

下の方の日本原子力学会の表示に基づいて我々はやっておりますけれども、日本原子力学会ではばらつきの大きさは対数標準偏差で与えるのですが、実際の現象として対数正規分布が成立す

る範囲は有限と考えられるので、打ち切り範囲を設定するという形で、標準的にはまず打ち切りを設けなさいということが、日本原子力学会に記載されております。

具体的にどういった値で打ち切るかというのは、日本原子力学会には明確には書いてございませんけれども、例えば標準偏差の3倍などを設けるという形で、3 の打ち切りといったものが附属書の方には記載されてございます。

地震調査研究推進本部の例ですけれども、全国を概観した地震動予測地図では3 で打ち切ったという検討例がございます。こちらにつきましては、全国を対象とした確率論的地震動予測地図作成手法の検討で、各地で得られた観測記録について検討がなされております。

(P P)

これがその図ですけれども、これを見ますと観測記録に関しましては ± 3 を超えるデータ、赤色の部分が3 に相当しますが、それを超えるようなデータも存在するのが確認されますけれども、対象とする確率レベルが比較的高いことを勘案しまして、 ± 3 の範囲を超えるデータを統計的な異常値と見なして、対数正規分布を打ち切ることとするといったことが、地震調査研究推進本部の方ではやられております。

(P P)

今回、ロジックツリーの見直しに当たりまして、前回我々が震度分布の検討等から2 という話をいたしました、やはり地震動の上限打ち切りにつきましては現在、研究が行われている段階で難しい課題であること。あとは地震本部や日本原子力学会では、3 が用いられている例があることを踏まえまして、今回ロジックツリーの反映という形では、3 を採用するように変更させていただきたいと思っております。

(P P)

以上を踏まえまして見直しましたロジックツリーにつきまして記載しているのが、27 ページになります。一番上が特定震源、宮城県沖地震の標準地震に対するロジックツリーになりまして、地震発生ケースが標準地震 M7.5, $X_{eq}=62\text{km}$ 、地震動評価はサイトで観測された記録に基づいた距離減衰式、ばらつきは短周期が 0.35 と 0.26 の 1 対 1 の分岐、長周期は 0.45、打ち切りについては 3 という形で評価したいと思っております。

そのほか背景領域としましては M7.2 の地震を考慮しておりますけれども、そちらのばらつきとしましては 0.35 と 0.45 を 1 対 1 で分岐を設けまして、3 で打ち切るという形にしています。

原子力学会標準には、やはり打ち切りを設けなさいというのがありますので、ほかの領域につきましても 3 の打ち切りを反映しております。

(P P)

こちらは内陸地殻内の地震ですけれども、こちらにつきましても打ち切り 3 を設けたということ、地震動評価につきましては、こちらの方は Noda et al の耐専スペクトルを使ってありますが、1 対 1 の分岐としまして内陸補正式も考慮してございます。これは領域震源につきましては、ばらつきは従来どおり 0.5 まで考慮したようなものにしてございます。海洋プレート内の地震につきましても打ち切り 3 を考慮してございます。

(P P)

宮城県沖の遠い方の地震と海洋プレート内地震につきましては、サイトの補正を採用するというを書いてございました。これが実際に採用しています補正係数でして、左側が宮城県沖の遠い方で起きる地震ですけれども、こちらにつきましてはほぼ耐専スペクトルと同じような傾向になっておりますが、こういった補正式を使っております。こちらについては 28 地震ぐらいから求めた補正式になります。

一方、右側は海洋プレート内地震で、こちらは非常に短周期が卓越することが知られておりまして、確定論のときの評価において、実は 2003 年 5 月 26 日の地震のシミュレーション等やっておりますけれども、各地で得られた観測記録から求めた残差を少しデザイン化したものを、補正係数として採用してございます。

(P P)

算定した結果が 30 ページに記載しておりまして、基準地震動の年超過確率の水平方向ですが、記載してございます。緑色の線が 10^{-3} 、青が 10^{-4} 、赤が 10^{-5} です。合わせて基準地震動 $S_s - D$ 、私どもは $S_s - D$ のほかに震源を特定せずの $S_s - B$ とか、断層モデル計算結果といろいろありますけれども、ここでは代表的なものとして $S_s - D$ を比較として記載してございますが、算定されたハザードとの関係を見ますと、短周期側につきましては年超過確率で申しますとほぼ 10^{-3} レベルになってございます。0.1 秒から長周期側になりますと少し一部 10^{-5} にかかるようなところもございまして、おおむね $10^{-3} \sim 10^{-4}$ の間に入っているというような、非常に高確率で発生するような特徴が出ている算定結果になってございます。

もう一つの特徴としまして、 $10^{-3} \sim 10^{-5}$ の間が非常に狭いと言いますか、幅がないような算定結果になっておりますけれども、こちらにつきましてはやはりこちらも高確率で発生するため、 10^{-3} とか 10^{-4} の一様ハザードスペクトルが非常に押し上げられているという傾向が出ているかと思えます。

(P P)

こちらは鉛直動になります。鉛直動は大きさ的には 10^{-3} よりも 10^{-4} に近いような感じになりますけれども、そういった結果になっております。

一部 10^{-5} の赤の算定結果で、周期が 0.1 ~ 0.2 秒付近で不自然な感じを受ける印象になりますけれども、これは後ほどまた寄与率について御説明いたしますが、ちょうどここで効いてくる地震として、海洋プレート内地震が 10^{-5} で非常に効いてきまして、その補正係数の影響でちょっと特殊なスペクトル形状になっているということでございます。

(P P)

こちらが水平動の寄与率になります。代表的なロジックツリーを用いて算定しておりますので、あくまで概算値という形で見ていただければと思えます。

黒い実線が全体合計になりますけれども、それにほぼ一致するように 10^{-4} 程度ぐらいまでは青い線が一致しておりますが、これが宮城県沖地震に相当します。 10^{-5} レベル辺りから 10^{-6} にかけて、ほかの地震の寄与率も出てくるという特徴になってございます。

宮城県沖地震の頭打ちを設けておりますが、地震動として大体最大で 900 ガル程度の頭打ちになっているという傾向になります。

(P P)

こちらは同じように鉛直動を書いておりますけれども、先ほど御説明しましたように 10^{-5} レベルになりますと、青い宮城県沖よりも緑の海洋プレート内地震、スラブ内地震が効いてきますので、その辺で形状が変わってきているということでございます。

(P P)

以上が見直しました地震ハザードの概要ですけれども、ここからは私どもは宮城県沖地震の震度分布から、 $\mu = 0.26$ というのを求めておりますが、それがどういった位置づけになるのかということに関しまして、少し追加検討をやってございますので、それについて御説明させていただきたいと思っております。

大きく分けまして、検討内容は 2 つやってございます。1 つは断層モデルの解析手法を用いまして、どういったばらつきになるのかというのを検討しまして、それが震度分布から求めたばらつきと、どういった関係になるかというのを比較してみました。

もう一つは震度から求めたばらつき評価法ですけれども、宮城県沖以外の地震、具体的には茨城県沖の地震を今回は対象にしましたが、そういったことから求まるものと、どういった関係になるのかを比較することによって、位置づけについて少し考察してございます。

(P P)

まず、断層モデルによる検討について御説明させていただきたいと思っております。断層モデルによる地震ハザードの検討につきましては、原子力安全基盤機構さん等でいろいろ検討した例がございますので、それを参考に今回は検討させていただきました。

原子力安全基盤機構と我々の今回の検討の違いをまとめたのがこの表になります。J N E S さんでやっているのは、断層のモデルを用いた地震ハザードの直接的な算定という目的でやっておりまして、宮城県沖地震につきましては個々の地震について、それぞれの地震動とそのばらつきを評価して、最終的にそれで地震ハザードを求めたという検討になってございます。

私どもは今回ばらつきについて、それも標準地震としてのばらつきという観点での検討になりますので、対象とする地震につきましては標準地震のばらつきの検討としまして 3 地震選定して、全体としてのばらつきを評価することをやってございます。具体的には A 1 断層、連動型、2005 年の宮城県沖地震の 3 地震につきまして検討してございます。地震動の評価手法は、いずれも統計的グリーン関数法を用いた検討になってございます。

(P P)

こちら原子力安全基盤機構の検討と、我々の今回の検討の考慮したパラメータの違いについて少し整理したものですけれども、原子力安全基盤機構さんでは例えば短周期レベルについては $\pm 5\%$ の変動を設けたような検討でございます。今回、私どもの検討は標準地震に対するばらつきという形で評価しておりますので、各地震の断層モデルの短周期レベルの違いが考慮されておりますので、短周期レベルの違いはそのまま考慮したような検討にしてございます。

原子力安全基盤機構さんでは f_{max} 、経時特性、初期位相といったものを変動させておりますけれども、私どもの検討では、今回は初期位相についてはばらつきとして考慮しておりますが、 f_{max} と経時特性については 2005 年のシミュレーション解析で、観測記録とおおむね整合していることを確認しておりますので、今回の検討ではこれに関するばらつきという形では、検討については省略させていただきます。

要素断層内での地震波の発生位置ですけれども、これは次のページに改めてしますが、破壊の不均質性を考慮したことに相当するかと思いますけれども、それを乱数により設定した検討を、JNES さんと同じような形でさせていただきます。

アスペリティの位置につきましては、JNES さんもこれを動かすといった検討をしておりません。私どもも今回そういったものはしていないのですけれども、宮城県沖地震につきましてはサイトとプレートの沈み込みの関係から、あまりアスペリティの位置につきましてはそんなに大きな影響がないというのを確認しておりますので、それにつきましては次事項で説明いたします。

(P P)

こちらは原子力安全基盤機構さんの例ですけれども、不確かさの 1 つとしまして各要素の破壊位置を、乱数を与えることによって変えておりまして、破壊の不均質性を考慮しているという検討の例でございます。

(P P)

こちらは先ほどのアスペリティ位置の影響という話ですけれども、先ほど申しましたように、太平洋プレートが敷地に近づくにつれて深くなっていきます。ちょうど敷地の真下ですと大体 60km ぐらいになってくるのですが、そういった位置関係になりますので、プレートのどこにアスペリティがあっても、敷地からの相対的距離という意味ではあまり変わってこないと言いますか、60km 程度が最短距離になるという特徴がございます。

(P P)

具体的に例えば敷地前面海域に左の図にありますように、等価震源距離がどうなるかというのを具体的に計算してみますと、右の棒グラフのような形になりまして、大体 60km ぐらいになるという形ですので、位置による違いというのは影響は小さいという形で、今回の検討からは除外させていただきます。

(P P)

今回は先ほど申しましたように、標準地震に対するばらつきという形になりますので、3 地震について断層モデルの計算をさせていただきます。この 3 地震につきましてはおおむね震度分布の検討では端、中央、端に相当するような 3 地震という形でピックアップしております。先ほど申したようなばらつきを与えまして、最大加速度、速度応答スペクトルの S I 値のばらつきがどの程度になるかというものを検討させていただきます。

(P P)

これは使った断層モデルです。

(P P)

これは算定結果の一例です。長周期側の緑色の 2005 年の宮城沖の地震につきましては、背景領域が考慮されていない断層モデルも使っているということで、長周期側はちょっと精度が悪いのですが、短周期側なんかを見ますとばらつきは $= 0.26 +$ の幅の中に、ほぼ収まっているような傾向が見てとれるかと思えます。

(P P)

これは最大加速度につきまして、3 地震がどの程度ばらつくかというのを見たものでして、ばらつきを算定しますと 0.18 という値になります。地震数が 3 地震しかとっておりませんので、単純に比較することはできませんけれども、0.26 という値よりは小さいものになっているということです。

(P P)

こちらは S I 値です。先ほどロジックツリーで 0.6 秒でばらつきの値を変えているということをお説明しておりますけれども、それも踏まえまして S I につきましては 0.6 秒までの値でとっておりまして、 \quad につきましては 0.19 という値になっており、0.26 よりも小さい値になってございます。

(P P)

今 7 地震について 0.26 という震度分布の値が求まっていますので、仮にあと 4 地震、これが中央付近にもう少し位置していることを仮定して算定した場合、どうなるかというのを仮に計算したものでして、中央値が増えますと若干ばらつきが減りまして、0.17 とか 0.18 という値になります。こういった断層モデルの計算から見ましても、短周期成分につきましておおむね震度分布から求めたばらつき評価結果と、整合しているのではないかと考えてございます。

(P P)

これは J N E S さんとの検討結果の比較を参考に記載しておりますけれども、J N E S さんの方では小さくなるような検討ケースもたくさん含まれておりますので、ばらつきという意味では J N E S さんの方が幅広になっておりますが、これは両者をよく比較していただきますと、我々の計算結果の方が、ほぼ J N E S さんの上限の方に相当するようなものになっていますので、そういった意味からすると、下側が足りないというものはありますけれども、過小な評価には少なくともなっていないのかなと思っております。

(P P)

次は震度からばらつきを求める手法の傾向ということで、茨城県沖の 4 地震について検討した例をお説明いたします。

こちらは地震本部において、特に 1965、1982、2008 年の 3 地震については、固有地震と評価されているものでございます。

(P P)

マグニチュードは 6.7 ~ 7.0 の 4 地震につきまして、震度のばらつきを求めて見ております。

(P P)

距離減衰式につきましては、2008 年の地震の計測震度に基づいて求め、先ほどの宮城沖と同じ

ように、中央値からどのくらいばらつくかというのを検討してございます。

(P P)

こちらが算定結果になりまして、1～4までの地震によるばらつきは0.34という形になります。特に固有地震と言われてます2～4の地震から求めたばらつきは0.25となっております。固有地震につきましては0.25という形で、宮城県沖地震の0.26とたまたまかもしれませんが、同様の値となっております。更に、固有地震以外を与えますと0.34という形で、一般的な距離減衰式のばらつきに近づく傾向にあるということです。

(P P)

震度のばらつきは震源特性のばらつきを求めているわけですが、それを地震動で置き換えた場合、どのくらいそのばらつきが寄与しているかを試算してみました。具体的には水戸、銚子、いわき、といった特定地点を3地点程度選びましてマグニチュード、こちらの方は比較的新しい地震ですので、それなりに精度がよく求まっていますので、それから求められる地震動が、どのくらいばらつくかというのを計算してみます。そうしますと0.18～0.24という値になります。

先ほど震度分布から求めたばらつきが0.34ということもありますので、0.34が大きいということになりますと、震源特性によるばらつきを表わしているのですけれども、地震規模と震源位置であらわされる要因以外の影響も、多少含まれていることが示唆されるのかなと考えてございます。

(P P)

震度から求めたばらつきは、今、申しましたように茨城県沖と宮城県沖地震のばらつきは、おおむね整合したような結果になっている。固有地震以外の地震を加えると、ばらつきが大きくなる傾向も確認できております。震度分布から求めたばらつきは、震源特性によるばらつきを表わしているが、地震規模と震源位置で表わされる要因以外の影響も含まれているという特徴があるかと思っております。

(P P)

以上が私どもが検討した内容ですけれども、高確率で起きます地帯の地震ハザードの評価につきましては、弊社としましては非常に難しい問題でして、今回いろいろワーキングでも御指摘いただいておりますが、今後取り組む課題等について最後、整理しましたので御紹介いたします。

やはり課題としましては、固有地震のばらつきの適切な評価という一言に尽きるかと思えます。どうしても高確率で発生する地震を対象にしたハザードは、ばらつきと上限によって非常に大きく左右されます。研究ではマグニチュードの増加に伴い、ばらつきは減少する傾向にあることが指摘されてはいるのですけれども、直接確認できるような十分な大地震の時刻歴波形等は、まだ得られていないといった現状にあるかと思えます。

固有地震につきましては、例えば釜石沖の繰り返し地震なんか知られておりますけれども、5年周期程度で繰り返し発生する地震です。相関性の高い記録が得られることもあります。ただ、そういったときでないというときもあるようですので、固有地震の適切なばらつき評価につきましては、今後も高度化に取り組んでいく必要があると認識してございます。

(P P)

そういった中にありまして、具体的に我々が今後も継続して実施していく主要項目という形で3点記載させていただきました。1点目はやはり観測記録というのが非常に重要になりますので、敷地の観測記録による地震動のばらつきの検討を今後も継続して蓄積を図り、検討して実施していくというのが非常に大切だと思っております。

2番目としまして、震度分布から求めるばらつき算定と申しますのは、ある意味当社独自にトライしている内容になりますので、こちらにつきましては手法の高度化と適用性等について、検討を実施していく必要があるかと思えます。

例えば今回の検討で、社内的には内陸地殻内地震に対する適用性等についても若干検討したのですが、内陸地殻内地震になりますと非常にばらついて、全然値が求まらないといった傾向も出てきたりしますので、その辺についても深掘りしていく必要があるのかなと思っております。

3点目としまして断層モデルの手法の知見の収集・評価ですけれども、特にJNESさん等では断層モデルを用いた手法の高度化、検討をやっておりますが、やはりその中でパラメータの設定方法が、今後高度化を図る必要があるところと指摘されておりますので、そういった知見も踏まえながら、宮城県沖地震の評価に反映していく必要があるかと思っております。

(P P)

最後ですけれども、これは訂正とお詫びですが、第12回で御説明いたしました資料に一部間違いがございました。標準地震の算定に当たりM7.5とすべきところをM7.6として算定した結果を記載しておりましたので、こちらについては訂正させていただきたいと思えます。

長くなって申し訳ございませんでしたけれども、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。ただいまの御説明につきまして、御質問、御意見を願いたいと思えます。

私の方から幾つかお伺いしたいのですが、27ページでロジックツリーを見直されて、以前のものに比べるとかなりわかりやすくなったと思うのですが、1つは例えば近海の領域について、ばらつきを0.35と0.45にしているのですが、例えば宮城県沖地震の特定震源だと長周期は一律に0.45にしていますね。だから、ここも長周期については一律に0.45にして、短周期を0.35と0.45のツリーにした方が自然なのではないかなと感じたのですが、その辺のお考えと、もう一つは確認なのですが、例えば遠海の領域とか、次のページもありますが、Nodaの式をそのまま使ったときはばらつきが0.5で、サイト補正をすると0.45と0.40にするというツリーの根拠が、以前にお伺いしたのかもしれないけれども、ちょっとそれを再確認させていただきたいのですが。

東北電力(広谷) まず1点目の近海の領域につきましてのばらつきの評価ですけれども、御指摘のとおりここは短周期0.35、長周期0.45という形の方が、整合性という意味ではよかったかなと思っております。ただ、近海につきましては背景領域という形で先ほど御説明しましたように、少し影響度合いがそんなに大きくないというところがありますので、こちらにつきまして

は両方を計算した結果が、どの程度効いてくるかというのを計算してみて、次回以降にお示しさせていただきますと思います。

東北電力（福士） 2番目の質問ですけれども、Noda et al を使う場合には0.50のばらつき、サイト補正式を使う場合には0.45、0.40という御指摘ですけれども、Noda et al の場合には不特定多数の地震、不特定多数のサイトということで0.50という値が既に文献で得られておりますので、その値をそのまま使ったということでございます。

サイト補正を使った場合には、サイトの観測記録を用いて限定的に決めたというサイト補正式になりますので、サイトを固定した場合の既往の知見である0.45、0.40というのを使わせていただきました。

翠川主査 既往の知見は逆に言うと何で2つあるのですか。0.45というのが池浦・野田の論文が何かで出ていましたね。0.4というのは何ですか。

東北電力（福士） 池浦・野田ほかの論文で0.4～0.45という知見が得られておりますので、その幅を両方とったということでございます。

翠川主査 高田委員、どうぞ。

高田委員 いろいろ説明していただいて、多分消化不良になっていて全然わかっていないのですけれども、まず6ページに標準地震という概念を出されたのですが、標準地震は初めて聞くのですけれども、この考え方というのは過去にこういう研究があるのでしょうか。

東北電力（広谷） 過去にこういった研究、言葉があるかということ、そういったわけではなくて、我々が呼称したということで新しく定義したということでございます。

高田委員 8ページのところに、いろいろばらつきの検討を震度分布を使って、宮城県沖地震の標準地震と言われるものに対してばらつきを算定されているんですけども、まずお聞きしたいのは左側の算定フローのところ、既往の震度の予測式を使って観測点分だけ観測記録と併せて誤差 P_{\perp} を出しているわけですね。このときに観測地点というのは何ポイントぐらいあるのでしょうか。観測点が多くなると、ばらつきの意味合いも変わってくるのかなと思ってお聞きするわけです。

それから、右側の表に移りまして、各地震に対してトータルの予測誤差みたいなものが、震度差という形で出てくるのですけれども、それを7個の地震の震度誤差の平均をとられているということですね。ここで得られた0.26は地震間のばらつきということになるわけですね。この辺りのばらつきの解釈が私の頭の中で混乱しておりまして、よく理解できていないのですけれども、もう少し説明をお願いいただきたい。

東北電力（澤邊） 回答させていただきます。まず観測地点の数なのですけれども、7地震合計で1,229地点となっておりますが、新しい地震と古い地震と混ぜ合わせてありますので、各地震によって地点数は違いまして、重複している地点もあるのですけれども、新しい地点に関しては数が多くなっているという傾向にはございます。

もう一つの7地震から求めていることに関してなんですけれども、こちらは1つの地震ごとに平均をとりまして、地震ごとの距離減衰特性というものを求めまして、これがおのおのの7地震

の平均をとることによって、震源特性のばらつきを表わしていることにしてございますので、その一つひとつの距離減衰特性については地点と伝播経路の違いは消えておりまして、震源特性を表わしているものを平均したので、そのばらつきを表わしていると考えてございます。

高田委員 それでいいのですかね。何かよくわからないのですけれども、それぞれの地震はマグニチュードの違うもので、それで観測記録があって、観測記録と先ほどの予測式を使って各地点の予測の震度差を出す。それを1つの地震で仮に800ポイントあると、800ポイントでトータルの予測誤差を出したものが、この表の例えば1番目ですと1793年のM8.2程度の地震に対して、観測値と予測値でトータルで+0.25というものが出ているということですね。そういうことでしたか。

東北電力(澤邊) 観測された震度の方から震度差というものを求めておりまして、各地震に関しましては地震規模というものは使っておりませんで、初期モデル地震を求めるときにだけ地震の規模と等価震源距離を使いまして震度を推定してございます。それに対しまして観測された震度との差を求めたものが震度差と表現してございます。

高田委員 余り時間をとって。私は十分まだ理解できてないです。

翠川主査 これは一種の地震内誤差と地震間誤差に区別すれば、地震間誤差ということですね。

東北電力(澤邊) 震源特性のばらつきで評価してございますので、地震間誤差ということで問題ないと考えてございます。

翠川主査 ほかにいかがでしょうか。

藤原委員 いろいろ説明していただいて、それぞれそれなりに検討されていると理解しているのですけれども、例えばシミュレーションとの比較で、比較すべきシミュレーションの位置づけとかも、個々やっていることの意味はそこそこ理解できるのですが、例えばここで40ケースの計算をして、ばらつきを検討したらこのぐらいになった。例えば42ページだと長周期側でばらつきが大きくて、短周期側では割とばらつきが小さいとか、こういう定性的なことはよくわかるのですけれども、やはり絶対値を議論しようとしたときに、このシミュレーションの値がどれだけ意味があるのかというのは、ちょっと説得力に欠けるかなという気はしました。

あと、追加の検討で茨城県沖の20年周期ぐらいの繰り返し地震なのですけれども、4地震なのですが、1と2というのは1組で3番、4番に相当するのではないのか。あそこも幾つかのアスペリティが同時に壊れるとか、ばらばらに壊れるとか、そういうことで61年と65年を別々の地震として扱ってよいのか。

こういうのは追加検討、参考検討で余りここに深入りしてもしょうがないのだと思うのですけれども、2008年と1982年はそれぞれ独立した1つずつの地震だとして、1961年と1965年を別々の地震として考えるのは、ばらつきを大きくする方向に行ってしまうのではないのかなという気がしたのです。この追加検討の位置づけで、どれだけ説明を補強するか、どのぐらい使うかにもよるかと思うのですけれども、若干これでいいのかなという気はしました。

これもまた前に戻ってしまうのですけれども、0.26の根拠。震度分布から求めたばらつきは、震源特性のばらつきとしてマグニチュードというか、震源の大きさに対するばらつきだと思うの

ですが、位置的なパラメータのばらつきとか、そういったものとの関連づけがよく見えなくて、どちらかと言うとばらつきの最低値、一番下限値を抑えるということで、それよりも逆に小さくはならないけれども、0.26よりは大きくしなければいけないことを示唆しているばらつきなのかなと。

今の場合はロジックツリーで 0.26 と 0.35 を 2 つ合わせて、両方に重みを半分ずつということで、それはそれでいいのかなという気がしたのですけれども、こういった平均像を求めて出てきた震度分布で、たくさんの観測点で得られたものを平均化して得たばらつきの位置づけというのをどうとらえるのかというのは、各点ごとに見るとやはりマグニチュードが一定していなくて、地震間でばらついていて、更に破壊の伝播とかそういった細かなことで、ある 1 点の観測地で見たら位置的な破壊の違いとかを考慮して、もう少し各点でばらつく。でも震源を取り囲む全体で平均化すると、そういったものが消えてばらつきが小さくなる。

そういうことになっている可能性があるので、どちらかと言うと下限値を抑える解析になるのではないかという気がしたので、0.26 だけを 1 本で評価すると、やはりどちらかと言うとこの方法論だとばらつきは小さめに置き過ぎる感じがするので、0.35 のもう一本分岐を設けてやっているのは、今回はそれが割と適切なのではないかという印象は受けました。

以上です。

東北電力（広谷） まず 1 点目の 42 ページの断層モデルは 2 ケースあるのですけれども、この中でちょっと説明を今回省略しているところに、2005 年の宮城県沖の地震につきましてはシミュレーション解析をやってございまして、特に短周期側につきましてはよく合うことを確認しております。長周期側につきましては断層モデルに背景領域を考慮していないこともありまして、ちょっと過小評価になっておりますので、そこについてはばらつきを検討するにはふさわしくないのかと思っています。ただ、私どもは今、分岐としまして最終的には 0.6 秒程度までばらつきをしぼった検討をしておりますので、そこまでの精度に関しましては一定の検討になっているのかなと思っています。

2 点目の茨城沖ですけれども、これは茨城沖を取り上げた理由としましては大きく 2 つありまして、固有地震という指摘がなされているというのが 1 つと、もう一つは近年の地震ですので、地震諸元がそれなりに過去の歴史地震に比べて、非常に精度がよく決まっているものだと理解してございます。3 地震と 4 地震両方検討したと申しますのは、まず固有地震として見なさない場合、固有地震ではなくて、あくまで 4 地震それぞれの震度分布から求まるばらつきが、どう求まるかというのを求めたのが 0.34 という形になります。

それに対しまして、先ほど申しましたように震源位置がそれなりに精度がありますので、そこから計算される地震動のばらつきが、距離減衰式はばらつきを考慮しない中央値の計算結果ですけれども、それが例えば 0.24 とか 0.22 という形になるということになります。そうしますと、震度分布から求めたばらつきの方が 0.34 という形になりますので、若干大きくなっている。そうしますと震度分布に基づくばらつきといいますのは、震源特性によるばらつきとは理解しておりますけれども、単純にマグニチュードとか地震の位置といったもの以外のばらつきも、ある程

度含んでいる可能性があるのではないかと解釈しております。

ただ、御指摘のとおりこれは非常に限られた検討しかやってございませんので、この辺につきましては、ほかの地震に関しましても引き続き検討をして、確認をしていく必要があるかと思っております。

翠川主査 溝上委員、どうぞ。

溝上委員 宮城県沖地震の地震像の評価をなさっておりますが、中に出てくる用語に固有地震とか複数の固有地震、平均的、標準的という言葉、それぞれ恐らく若干ニュアンスが違うのだらうと思いますけれども、宮城県沖地震の地震像を系統的に見る場合の1つのベースは、やはりアスペリティに戻したいと思います。

最大のM8クラスというのは複数のアスペリティA～Dと、Eまであったかどうかわかりませんが、それが全部同時に破壊される。最近の7.2という小さいものは、そのアスペリティのごく一部が破壊されたもの。大きく大局的に見ますと陸側と海側ということになりますが、最大の地震は陸と海のプレート境界のアスペリティが全体を破壊する。そうすると、宮城県沖地震の平均的地震像というものはどこに軸足を置くかということ、一番小さいものの単位で我々が今まで経験した7.2という最近のもの、それから、歴史的に見た歴史地震としては8クラスの陸側と海側が全部ある。その間に7.4クラス前後の地震が幾つかあって、それも恐らく複数のアスペリティを持っている。その震源域、アスペリティの位置というものはだんだん検討がつき始めている。

そうすると、そういう期待される全体の最大級の地震像と、ここでお使いになっている平均的あるいは標準的というもの、一番頻度の多いものをまず据え置いて、そして最大クラスで壊れた場合には、どのくらいの長周期が含まれるか。それから、最小で一番沿岸に近い場合に、どのくらいのプレート境界の性質は極端に違ふとすると、どのくらい短周期が出るかどうかとか、そういう何か実際的な地震像の実像というものに肉薄するようなものをベースに、形式論ではなくて、物理的な地震のイメージをベースにすると、だれにでもわかると思うのです。何がわからないかということも、そうするとわかる。

ところが形式論が先にあって、そこに当てはめていくと、どうも頭がだんだん混乱してきて用語がいっぱい出てくる。それから、係数の評価が統計処理ですから幾らでも出てくる。だから、そこは私の感じとしては、恐らく東北電力の検討の中に従前から含まれていると思うのですけれども、もう既にその中に検討されているものをベースにアスペリティ、本当の実像、宮城県沖のプレート境界の破壊領域の最大の全体像というものを据え置いて、現実に被害を起こす最小単位というものが最近起きていますから、そういうイメージでまとめると、非常に姿形がそれこそ実像というか、地震像というのは人間像と同じようにまとまりやすいのではないかなというのが1つ。

茨城県沖の場合は、これは確かに固有地震という話があります。20年おきに大体起きるとか、1983年で次のがまだ起きていないのですけれども、あそこはプレート境界が特殊な性質を持っておりまして、群発性のものがベースにかぶっていますね。だからしょっちゅう地震が起きます。その中に最大級M7.0ぐらいのものがあつて、これを固有地震に近いものであろうと見なしているわけです。

ところが、実際はかなり群発性の地震の破壊の性質が大分違いますので、宮城県沖地震と茨城県沖地震を対比する場合には、その地震の発生のプレート境界の性質の違いをまず申し述べた上で比較を行うというので、宮城県沖地震の話に茨城県沖の話を組み込む場合には、そのところを押さえておかないと、後々いろいろ厄介な問題が出てこないかなと、私はそういう気がいたしました。

翠川主査 今回の御指摘は 41 ページに断層面が 3 つあって、これに関連したお話ですね。

溝上委員 そうですね。この筋の話で、例えば組み合わせがどうということ積み上げていくと言いましょか、どれとどれが因縁が深い、恐らくこの幾つかのアスペリティ、ここに出てくる断層は、お互いにプレート境界ということでは同じなんですけれども、これとこれは連動確率がどのくらい高い。起きるとすれば何年のものがこれとこれだというふうにして、積み木というか、レンガ積みのイメージがつかれるのです。つくろうとしているわけです。ですから、東北電力としてもそういう学会の趨勢を受けて、こういう場合にはということになれば、話は非常に共通性が高くなる。だから、ランダムにとってしまうと、幾らでも例が出てきて話の理解がなかなか難しくなる気がします。

宮城県沖の場合は、非常に典型的にそういうイメージが一番早く将来的には構築されるという、それを真似てまた他の地域でそういうことを試みるという手順に進みつつあると思うので、何かその辺の考慮をいただければ。

ですから、この 41 ページの筋の話は非常によくわかる。この発展的な検討は非常にいいのではないかと。これから軸足が外れてくると、非常にあらゆる部分が入ってきてよくわからなくなるような、そんな感じがちょっとしましたので、41 ページの断層モデルを軸あるいはアスペリティを軸にして話がまとまると、みんな結構興味を持つのではないかと気がしました。

翠川主査 多分、今後の課題も含めた御指摘かと思えますけれども、いかがですか。

東北電力（広谷） 確率的に求めた範囲が定性的にこういった位置づけになるかについて、もう少しきちんと理解をした方がいいという御指摘と理解しております。例えば我々は宮城県沖地震の上限が、今回の計算でいきますと約 900 ガルぐらいという形になりますので、例えば具体的にそういった地震動を与えるモデルというのは、どんなイメージになるのかなんていうのも、少し仮定が入った形にはなりますが、そういったものを参考に検討させていただければと思います。

翠川主査 私なりに今の溝上委員の御指摘を理解すると、やはり地震の発生モデルみたいなのを考えて、ではどのくらい発生の様式がばらつくのかとか、物理的なモデルに立った上でばらつきを今後考えて、物理的な解釈みたいなもの、そういったことをお考えになった方が、説明性が高くなるのではないかと御指摘のようにも。

溝上委員 座長のおっしゃるとおりで、物理的なイメージに戻ればわからないことはわからないというのが出ますし、将来の発展にもつながりますし、整理するとき整理しやすい。つまり、論理の段取りを地震像の自然の姿にのっとって考えるから、無理にあるものを作為的にそこへ持ってくるという軋轢と言いましょか、プレッシャーが薄まる。その薄まった分だけのエネルギーが具体的な問題への考慮、解析に向けられ得る。でき上がったものはわかりやすいというむし

る非常にいい点があって、実際に解析なさっている方は頭を悩める原因として、そういうことが薄まると非常にやっている自身が苦しむ。自然体でいくと比較的本質に楽に到達できる。そんな感じなのです。

東北電力（広谷） 非常に大切な課題だと思います。非常に難しい問題でもございますので、我々も今後そういった点に留意して取り組んでいきたいと思っております。

翠川主査 高田委員、どうぞ。

高田委員 話がまとまってきたので余りあれですけれども、私が前々回にばらつきの議論を少しして、今日回答を期待していたのですが、震度の本来提案されたばらつきの予測式がありますけれども、あれの平均的な特性を使って各地の震度を求めて、それでどうだという議論を展開されているのですが、それ自身が実際はデータとしてばらつくわけですね。そうしますと、そのばらつきがここでは考慮されていないので、それについてどうなのかなというのに関しては、多分お答えをまだいただけていないように思うのですが、それについて何かありますか。

東北電力（澤邊） データとしては確かにばらついているものもございますけれども、近年の検討としまして茨城沖の方でも検討してございまして、こちらの下の2つの図になるのですが、2008年の地震について震度階で求めたものと、計測震度で求めたものの2つがございすけれども、こちらの2つの地震のデータベースのばらつきはいろいろあると思うのですが、こちらを用いまして同じような傾向を示してございまして、左側の2008年の震度階から求めたものに関しましては、青い線を実際は記載してございすけれども、ほとんど重なってございすので、どちらを用いても同じような傾向は示せていると考えてございす。

東北電力（広谷） もう一つ、そういったそれぞれの式のばらつきがありますけれども、最終的には平均化するという形で操作しておりますので、最終的に見ているのはあくまで震源特性のばらつきに相当するものしか、結局は見えていないという形になるのかなと。そういった意味でちょっと御説明したつもりでございました。

溝上委員 震度のばらつきでこれまでいろんな議論が世間に出てきたのは、浜岡の場合もそうだったので、サイトです。例えば浜岡ですと敷地周辺あるいはいろいろ見ていると、実際にシミュレーションしたときにも結構地盤が出て、非常に大きい震度7ぐらいのところと、震度5強ぐらいのが接しているのです。トータルとして見ると、それが大きなばらつきに見えますが、震度のばらつきが出ているのは実は川筋とか安定地盤、柔らかい地層というものが現実の地図の上には出ていて、歴史地震としての地震の再調査をやると、やはりそういう沖積エリアとかそういうところが2階級ぐらい高い。すぐ隣がほんと大きくばらついて小さいということがあられるわけです。

それこそが今後のサイトの安全性の非常に重要なところで、どのくらいばらついているかというと、実はそういうばらつきがもともと大きい地域は繰り返す地震で、いつもばらつきが大きいのです。安定した地域が広く、大体6弱ぐらいで広がる場所もありますけれども、震度のばらつきのもともとの原因は、地盤特性というのが一番大きいということが防災上は前から言われていて、これがやはり背景にどう入っているかということがないと、ぱっと直線を引かれても、ば

らつきの評価がどこに帰結するのかわからないということがあります。

ちょっと今日の話聞きまして、このくらいばらつきがあるということはよくわかりましたが、その原因がどこにあるのか、この程度は非常に合理的なのか、あるいは観測点の数の違いとか、歴史的に過去の地震もさかのぼりますと、当然震度のばらつきは際限なく、今の我々が観測を持っている最近の地震とは、ちょっと離れたようなものが出たっておかしくはない。あるいは小さくなっていてもおかしくない。だから、地盤という現実のものに戻る何かがつながっていないと、こういう議論はどう行くのかなという気がしたのです。これでもいいのかもしれませんが、私はそう思っております。

翠川主査 どうぞ。

東北電力（広谷） 私どもの検討を、例えば今、先生がおっしゃったような特定の固定の地点の震度がどのくらいばらつくかといった検討ではなくて、複数の地点を持ってきて、当然それぞれの地点の特色によって震度がばらついてくるのですけれども、それを全部平均化するという操作を行うことによりまして、地点個別の影響によるばらつきというものを相殺してしまいまして、最終的には震源特性、極端に言うともグニチュードとかそういったものが、どの程度の値に評価されるかということを見ていると理解していただければと思います。

溝上委員 逆方向ですね。

翠川主査 多分今まで3人の委員の方から出ている質問は、例えば観測点の数もそれぞれの地震で違うし、観測点の場所だって完全に一致しているわけでもないし、あとは例えば震度の精度といったものも、古い地震から新しい地震まであってやはり違うので、完全にこれが地震間誤差で、これが地震内誤差ですということを分離できるわけではなくて、何となく地震間誤差のようなものを抽出したのだというお話なので、それがどのくらい正しいのかということで、多分質問をされているのではないかと。

そういう意味で藤原委員は最低限、少なくともこれよりは大きいだらうという、レベルをつかんだような位置づけではないかという御意見もありましたし、その辺りはこういう解析で結局出てきたものが何なのかということ、より明確に説明していただけると、多分今までの皆さんの質問は消えると思うのです。これはなかなか難しい問題だと思います。

東北電力（広谷） 説明のまずいところもありますので、考え方をもう一度整理した形で御説明させていただきたいと思っております。ただ、今、翠川先生がおっしゃいましたように、やはりきちんと全部が割り切れるような理解ではなくて、多分にあいまいなところを含んでいるような値になっているというのは、我々も理解しておりまして、そういったこともありまして、 $\sigma = 0.35$ という分岐を設けているということもあります。考え方につきましては次回、また少し整理をして御説明させていただきたいと思っております。

翠川主査 藤原委員、どうぞ。

藤原委員 非常に難しいことがわかっているので、今すぐに解決ということではないですが、先ほど溝上先生もおっしゃられたように、ここの地点というのは非常に特徴的で、宮城沖地震には多分、幾つかの集合としてあるアスペリティの組み合わせで繰り返し起きていて、そこ

にばらつきが生じる要因というのは、アスペリティの組み合わせが変わることだと思うのです。

距離減衰式とかを使ってばらつきを評価するというのは、これはしようがなく、本来我々が本当に知りたいばらつきというのはある特定サイトで、その周辺で繰り返している地震がちょっとずつ顔つきが変わって起こるから、それによって起こる揺れのばらつきを押さえたいわけですけれども、それを別の間接的なところで代用するということを距離減衰式ではやってきた。

ただ、宮城県沖地震の場合は物理的にそこで起こる地震像というのがだんだんわかってきていて、アスペリティが1つではなくて幾つかあって、その組み合わせが時々変わりながら大きくなったり小さくなったり、沖合まで合わせてすごく大きな領域になる、M8クラスにもなる。だから、そこを何か分解して1個だけのアスペリティを繰り返される時は多分ばらつきは小さいのですけれども、それが2つ組み合わせられると幾つかの組み合わせによってばらつきも変わる。この辺りはシミュレーションとかで地震像を明確にしながら、ここで断層モデルの検討でばらつきをやられているのを、もう少しこの地震像に対してこういうモデルというのを、幾つか可能性のあるアスペリティの組み合わせモデルみたいなものをつくって、それで範囲を押さえると明確になってくる。

これは短期的にというよりは少し中長期的に、こういったばらつきを押さえる非常に明確なモデルができそうな地域なので、是非ともそういう方向でやっていただけると今後につながるかなという印象を持ちました。

翠川主査 ということで、今後の検討の方向について御意見をいただいたということで、ほかにいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

どうもありがとうございました。ただいまございました意見、要望、質問等を踏まえて、次回以降のBサブグループ会合での御説明をお願いいたしたいと思います。

それでは、次の案件に移らせていただきます。次は川内原子力発電所、玄海原子力発電所の中間とりまとめ（案）でございます。まず九州電力から川内原子力発電所の基準地震動Ssの策定に関する補足説明をしていただいた後、続けて事務局より川内原子力発電所、玄海原子力発電所の中間とりまとめ（案）について説明をしていただきます。質疑につきましては最後にまとめてお願いをしたいと思います。よろしく願いいたします。

九州電力（赤司）九州電力の赤司でございます。資料合同B17-3-1によりまして、川内原子力発電所の基準地震動Ssの策定に関します補足説明をさせていただきます。

（ P P ）

1 ページ目に簡単に本日の御説明内容を記載させていただいております。

1 項目目につきましては、これはワーキングの場ではなく、保安院事務局さんに審査をいただいている過程でいただきましたコメントに関する御説明としまして、断層傾斜角の不確かさを考慮した場合の地震動評価について御説明させていただきます。続いて3月に開催されました第15回の本合同Bサブワーキングで、保安院さんの中間とりまとめの御説明の際に、高田先生からいただいております模擬地震波の振幅包絡線の設定に関する御質問に関しまして、若干の補足

をさせていただきます。

最後3項目目につきましては、以前の本ワーキングで御説明させていただいておりました資料の誤記の訂正でございます。

(P P)

それでは早速、まず第一点目の御説明に入らせていただきます。2ページ目につきましては、そもそも川内での傾斜角をどう考えていたかについての御説明でございますが、まず左の図は九州地方で発生いたしました浅い地震の発震機構解を示しておりますけれども、南九州地方、特に敷地周辺におきましてはピンク色で示されております、横ずれのタイプの地震が大半を占めておりました、更に右側の図でF-A断層やF-C断層をごらんいただきますと、横ずれの設定といたしました場合、破壊が敷地に真っすぐ向かってくるような方向になるということで、保守的な設定となるであろうということから、地震動評価上はまず横ずれで評価をしようということといたしまして、基本的には90度の設定を考えたものでございます。

なお、右側の絵では、当社地質調査結果によります状態をイメージとして示させていただいておりますけれども、当社地質調査結果によりますと、この検討用地震として選定いたしました3つの活断層は、いずれも敷地から遠くなる方向、南の方に傾斜を持っております。

これを先ほど申しました地震動評価上90度の横ずれと設定することは、敷地にとってより立ってきますので、断層面が近くなる設定となりまして、結果保守的な設定となるということで、これも併せまして横ずれ90度の設定といたしまして、これを傾斜させるとなると、地質調査結果を踏まえてより敷地から遠くなる方向に寝かせることとなりますので、傾斜角の不確かさの考慮は行わないことにしていたものでございます。

さはさりながら、今般保安院さんからのコメントもちょうだいいたしまして、やはり評価結果については確認しておくべきであろうということも踏まえまして評価を行い、結果確認を行ったものでございます。

(P P)

3ページ目にまいります、こちらは3つの検討用地震についての傾斜角の不確かさを考慮した、地震動評価のケースについて示しているものでございます。断層の傾斜角につきましては、先ほどの調査結果も踏まえまして、敷地から遠くなる方向に60度の設定としてございますが、資料上はちょっと説明が足りてございませんで、申し訳ございませんけれども、この60度につきましては、1つは強震動予測レシピで高角という傾斜の範囲として、90~60度という幅が示されているということ。それから、敷地から若干離れてはございますけれども、九州内布田川・日奈久断層の地震調査委員会の評価では、60度という傾斜が設定されていることを踏まえ、更には地質調査結果とも整合的であることを確認した上で、60度という設定としたものでございます。

なお、本評価におきましては、アスペリティ位置は敷地に最も近くなるような位置に置きまして、破壊開始点は破壊が敷地に向かうような位置に設定してございます。

(P P)

4ページ目は地震動評価のモデルの図を示してございます。ちょっとごちゃごちゃして恐縮で

はございますけれども、それぞれのモデル図で薄く点線で示しておりますのが、設定した断層面を真上から見た場合のイメージでございまして、マス目状の図で示しておりますものが断層面そのもののモデル図でございます。

真ん中のF - A断層のモデル図をごらんいただきますと、この画面で申しますと、下側の方向に傾斜させて設定している関係上、2つのセグメントが重なる部分が出まして、モデルとしましては、台形状の断層面を組み合わせたようなモデルとなっております。

(P P)

5～6ページ目につきましては、断層モデルのパラメータを示しているものでございまして、ちょっと細くなりますので詳細は割愛させていただきます、早速7ページ目の評価結果について御説明させていただきます。

(P P)

7ページは応答スペクトルに基づく手法による評価結果でございます。左が水平方向、右が上下方向を示しております、図中の青線が五反田川断層、赤線がF - A断層、緑線がF - C断層による地震の評価結果を示しております。なお、左側の水平方向をごらんいただきますと、五反田川断層とF - A断層及びF - C断層の評価結果の傾向が異なってございますけれども、これは敷地との位置関係からF - A及びF - C断層でNFRD効果を考慮しているためでございます。このページの応答スペクトルによる評価結果から、断層傾斜角を考慮した場合におきましても、評価結果は基準地震動 S_s に包絡されることを確認してございます。

(P P)

8ページ目は断層モデルを用いた手法による評価結果でございます。この断層モデルでの評価は、これまで本ワーキングで御説明させていただきましたその他のケースの評価と同様に、経験的グリーン関数法と、理論解法によるハイブリット合成法で評価を行ってございます。

図中の青色系の線が五反田川断層による地震、赤色系がF - A断層、緑色系がF - C断層による地震の評価結果を示しておりますが、特に赤色系のF - A断層の評価結果をごらんいただきますと、破壊開始点の違いによる評価結果の違いが、特に長周期領域で明瞭に出でございますが、4ページのF - A断層のモデルの図をごらんいただきますと、破壊開始点 というものは断層面の下の方から、要は背景領域の端から壊しておりますので、破壊が下から上に上がってくるようなイメージ。これに対しまして破壊開始点 はアスペリティの端部から破壊させておりますので、破壊が横に向かうようなイメージとなっております。結果、波の重なり方の関係上、破壊がどちらかと言うと敷地から逃げるような方向に向かいます破壊開始点の方が小さめの評価結果となっていると考えてございます。

以上で、このページの断層モデルによる評価結果からも、傾斜角を考慮した場合におきましても評価結果は基準地震動 S_s に包絡されることを確認してございます。

(P P)

9ページ目は模擬地震波の振幅包絡線の設定に関する補足でございます。こちらは川内での御説明時にいただいております質問ではございますけれども、併せて玄海につきましても示させ

ていただいております。

当社で策定しております基準地震動 $S_s - 1$ は、選定した検討用地震についての応答スペクトルによる評価結果を踏まえて策定しているというものでございますので、模擬地震波の振幅包絡線の設定に当たりましては、その検討用地震の諸元を参照するという考え方をとってございます。

具体的には左下の図表にも示してございますけれども、各検討用地震のマグニチュードは不確かさを考慮した大きいケースで $M7$ 程度となっておりまして、敷地からの距離といたしましては $10 \sim 20\text{km}$ 程度の範囲で、非常に近いところに位置しているという状況でございますので、 $M7$ 程度の非常に敷地から近い位置での地震で、基準地震動 $S_s - 1$ が設定されているという特徴を表わすことを考えまして $M7.0$ 、等価震源距離 $X_{e q}$ といたしましては 10km という値を用いまして、J E A G に従って右下のような振幅包絡線を設定したというものでございます。

(P P)

最後に $10 \sim 12$ ページにつきましては、以前の本ワーキングで御説明させていただきました資料の誤記の訂正でございます。資料名としましては合同 $B10 - 3 - 2$ という資料でございますが、各ページ左側が訂正前、右側が訂正後でございます。いずれも応力降下量の不確かさを考慮した場合の断層パラメータ表の短周期レベルの欄が、不確かさを考慮する前の数値のままとなっていたものでございます。

なお、この件につきましては資料作成時の単純な転記のミスでございまして、地震動評価結果自体は誤りはないというは確認してございます。これは訂正させていただきますとともに、お詫びを申し上げます。申し訳ございませんでした。

当社からの説明は以上でございます。

一ノ宮審査官 続きまして、合同 $B17 - 3 - 2$ の資料でございます。川内原子力発電所 1 号機の評価の中間とりまとめということで、保安院から説明させていただきたいと思っております。

こちらにつきましては 3 月 31 日に一度御説明をさせていただきまして、以降の修正点につきまして紹介させていただければと思っております。

1 ページ目でございます。こちらの目次の欄を見ていただきたいと思いますのですが、3 . (1) の下に片括弧が並んでございますけれども、こちら 3) ~ 5) の部分でございます。まず今回は辻の堂断層の活動性を御紹介しまして、その後辻の堂と F - E 断層の連続性の 2 本で説明させていただいたのですが、わかりやすさを追求いたしまして、辻の堂断層の御説明、次に F - E 断層の活動性、そして、それらを踏まえて辻の堂断層と F - E 断層の連続性ということで、3 本の柱にして書き分けてございます。

また、その後の 9) ~ 11) につきましても、F - A、F - B、その連続性ということで、それぞれ断層の活動性について紹介させていただいた後に、連続性といった構成に直したということでございます。ただ、内容につきましては紹介をさせていただいておりますので、大きな変更等についてはございません。

続いての変更点について説明させていただきます。表現の適正化やそういった細かな誤記、訂正の内容については割愛させていただきます。

7ページでございます。こちらにつきまして中段から下に とございますけれども、笠山周辺断層群の説明をさせていただいたときに、断層群の説明をする際、 のところでございますが、実際には北東側の海域、陸域にそういった断層群があるという説明をするに当たって、南西側の延長海域という言葉が入ってございまして、こちらにつきまして誤記訂正ということで、訂正をさせていただければと思っております。

8ページ目でございます。4)で前は辻の堂断層とF-E断層の連続性について書いてございましたが、F-E断層の活動性ということで1本にさせていただいております。また、8ページ目の下5行程度でございますけれども、一部表現としておかしい部分がございます。「北側のB₁₋₁層下部を落とす」云々と書いてございまして、こちらにつきましてはわかりやすさを求めまして、一部その文章を削りまして「E層と厚い堆積層(A層~D₁層)とを境する北落ちの断層であるとしている」と書き直させていただいております。

また、九州電力による海上音波探査により、s15測線につきましてはF-E断層の真ん中にあります測線でございますけれども、「E層を一方向的に北側に低下させ、北側に堆積盆を形成する断層であること、また、B₁₋₁層下部まで累積的な変位・変形が認められることから、九州電力は、本断層を耐震設計上考慮することとしている」とさせていただいております。

評価長さ等については、こちらは独立させたということもございまして、約9kmということで測線名等についても記載させていただいております。評価の内容については、変更はございません。

9ページの真ん中の5)も、最終的に辻の堂断層とF-E断層の連続性ということで、項を呼び起させていただいてございまして「九州電力は辻の堂断層は概ねNE-SW走向であり、古第三紀の上甌島層群(E層)内に認められる断層であり、地形、地質構造的にも上下方向の累積的な変位が認められないとしており、また、F-E断層はE-W走向であり、海上音波探査等から、E層と厚い堆積層(A層~D₁層)とを境する北落ちの断層であることから、両断層はそれぞれ走向及び構造が異なるため、連続性はない」ということで、前回の文章から詳しく書かせていただいております。

11ページ目でございますが、こちらにつきましては「F-A断層の活動性」ということで表題を直させていただいております。

12ページでございますけれども、こちらF-B断層だけの評価ということで、独立をさせていただいております。こちらの内容につきましても、12ページの下部にございますが、断層長さは15kmと評価するという部分について、書き直しをさせていただいております。

10)でございますが、前はF-BとF-Aの連続性について書いていたこともございまして、真ん中の方に取消し線で書いてございますけれども、こちらにつきましては地震動評価について書いてございましたが、こちらは今回あくまでも地震動評価の項に書くという整理をさせていただきましたので、こちらからは削除させていただきまして、後半の方に書かせていただいております。

12ページの一番下でございます。「F-A断層及びF-B断層との連続性」ということで記載

を改めて書かせていただいております。こちらの評価につきましては13ページ目の10行目程度のところでございますけれども「F - A断層およびF - B断層の活断層とした区間では、C層上面が断層に向かって傾斜する等顕著な変形がみられるものの、F - B断層の活断層としていない区間は、C層上面がほぼ平坦に分布する等から、両断層は連続しない」ということで評価をさせていただきます。

13ページ目の下の方でございますが、F - AとF - Bは先ほど連続はしないという評価をしたけれども、連動する場合についてはそういった震源モデルを作成し、地震動評価を行うとしているという書きぶりを書かせていただきまして、こちらにつきましては23ページの3.2(2)に記述するというのを、ここで読ませていただいております。真ん中にあります取消し線につきましては、構成を変えたための削除の線となっております。

20ページ目でございますけれども、F - AとF - Cというところは全角から半角に変えたりしたときに、アンダーラインが残っていたということで、こちらは内容の変更ではございません。

21ページ目でございますが、こちらは藤原先生から御指摘をいただきまして、最終的に応力降下量の1.5倍という内容につきまして、川内原子力発電所に当たりましては、内容が他のサイトと比べて少し違うので、そこはきちんと詳細に書くべきであろうということもございましたので、文章を修正させていただきます。

「また、三宅ほか(1999)に基づいてアスペリティの実効応力など震源パラメータを設定し、1997年鹿児島県北西部地震における敷地での観測記録に係る検討を実施した結果、そのパラメータ設定により敷地での観測記録を概ね再現できること、そのパラメータ設定から算出される短周期レベルは既往の経験式よりも保守的な設定となることから、各アスペリティの平均応力降下量及びアスペリティの実効応力は、この1997年鹿児島県北西部地震における敷地での観測記録に基づく検討により得られた値を用いて設定し、その他のパラメータは檀ほか(2002)に基づき設定したとしている」という書きぶりにさせていただきます。最終的に22ページの3行目「アスペリティの応力降下量の不確かさについては、2007年新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、短周期レベルに関する既往の経験式の1.5倍相当となる値を考慮している」とつなげさせていただきました。

22ページ目の5、6行目ぐらいでしょうか。「Stirling et al.(2002)の知見により」と書いてございますけれども、こちらにつきましては九州電力の川内、そして後ほど説明します玄海もそうなんですけど、断層モデルを評価する際に当たっての不確かさを考慮した震源モデルの中に、断層長さ及び震源断層の広がりを考慮したときに20kmモデルというものを作成し、評価をさせていただきます。それにつきまして27ページ以降に書いてございます。断層モデル図の下にあります表の中には諸元等書いてあるのですが、本文なかったこともありましたので、追記をさせていただきます。

「Stirling et al.(2002)の知見により、地表断層長さが小さくなくても震源断層長さは約20km付近に漸近することから、断層長さを20kmと設定し、その震源断層面についても地表トレースを含む範囲内で敷地に近づく方向に設定しているとしている」ということで、安全側の評価も実

施しておりますので、記入をさせていただいております。

22 ページ目の後半のアンダーラインが引いてある部分ですが、こちらにつきましては先ほど九州電力から説明がございましたけれども、保安院の方から断層傾斜角の不確かさの考慮をするように指示をさせていただきます。安全側も考慮しまして 90 度の断層モデル評価をしていましたが、念のため角度をふることもお願いしまして、先ほど御説明がありましたが、その点について記入をさせていただいております。

このアンダーラインの最後の方を読ませていただきますけれども「検討の結果、九州電力は、地質構造上、敷地に近づく北傾斜の断層は考えられないことから、南傾斜 60° を考慮したとしており、結果として、基準地震動 S_s に包絡されることが確認された」ということで追記をさせていただきます。

23 ページ目の 10 行目ぐらいのところに「また」とございまして「前述の五反田川断層における場合と同様に」という文章を、わかりやすさのために追記をさせていただいております。更に、その下にございます先ほどの Stirling という文献を利用したことにつきましても、下から 10 行目程度のところに「五反田川断層による地震の震源モデルと同様に、断層長さの不確かさを考慮して 20km と設定し」云々という形で、不確かさの考慮について補強させていただいております。

23 ページ目の下の 5、6 行目でございしますが、こちらは F - A、F - B 断層の連続をしないものの、念のために連動の地震動評価を実施したということを書きました。その結果、応答スペクトル及び断層モデルの両方は先ほど御説明がありましたけれども、その結果、基準地震動 S_s に包絡されるということに記載させていただいております。

24 ページ目は、それらの九州電力からの報告に対しまして、合同 B サブワーキングとしましては、念のために 60 度評価をしたことについて、基準地震動 S_s に包絡されたということを書きまして、F - A と F - B の連動を考慮した地震動評価についても、 S_s に包絡されることが確認されたという書きぶりを追加させていただいております。

以降 25 ページにつきましても、これまで行いました九州電力の評価についての評価が、妥当であるという書きぶりをさせていただいております。

30 ページ目でございます。こちらにつきましても、応答スペクトルの手法の部分に F - A と F - B の連動につきまして記入させていただいております。また、 S_s に包絡されることを確認したという文言を追記させていただいております。

32 ページ目でございますが、上部に「また」という文章がございます。こちらにつきましては、合同 B サブの事務局の方から九州電力に現在指示をさせていただきます。こちらにつきまして説明させていただきますと「1997 年鹿児島県北西部地震について、余震分布を用いた地震動評価を検討するように九州電力に説明を求めた」とさせていただきます。こちらにつきましては事務局による九州電力からの確認を求めてございますので、審査した結果も踏まえて次回以降に御報告をさせていただきたいと思っています。また、改めて九州電力からも説明をしていただこうと思っております。

以上、これらの審議も踏まえまして、検討結果ということで 32 ページ目にアンダーラインで書いたところについて追加をさせていただきます。これは断層傾斜角の不確かさを考慮したこと、短周期レベルの 1.5 倍相当となるという件、F - A、F - B 断層が一連で活動する件について、S s に包絡されていることについて追記をさせていただいております。

川内につきましての変更点は、以上でございます。

玄海原子力発電所がございまして、こちらにつきまして修正点は川内ほど多くはございません。3 ページ目でございますけれども、こちらは転記ミスがございまして、城山南断層と竹木場断層につきましては、それぞれ活動性等について記載をしているのにもかかわらず、3 ポツ目に関連性という言葉がずっと残っておりました。こちらにつきましては削除させていただけたらと思っております。

同じように Stirling に基づきまして、20km を不確かさに採用したという点の修正と、最後に 24 ページ目でございます。こちらは藤原先生、翠川主査から御指摘がございまして、玄海原子力発電所におきましては、最終的に基準地震動につきましては S s - 1、S s - 2、S s - 3 の 3 本あります。そういったところで、そもそも応答スペクトルにつきましてはもともと 500 であったところが、傾斜角の不確かさを考慮することによって 540 ガルになり、更に断層モデルでも策定しておりました S s - 2 及び S s - 3 につきましては、それらにつきましても断層傾斜角等の不確かさを考慮すると、それでもまた大きくなったということで、最終的に最大加速度を 500 ガルから 540 ガルにし、一方 S s - 2、S s - 3 についても、断層傾斜角の不確かさを考慮したものを再設定したというプロセスがわかるような書きぶりに、24 ページは変更をさせていただいております。

変更点につきましては、以上でございます。

翠川主査 どうもありがとうございました。それでは、今 3 種類の御説明がございました。これについて御質問、御意見をお願いしたいと思います。藤原委員、どうぞ。

藤原委員 言葉の意味の確認なのですが、川内の 32 ページで上の 3 行のところの下線部「また」のところで「余震分布を用いた地震動評価を検討するように」と書いてある。これは具体的に何を意味しているのですか。

一ノ宮審査官 少し言葉足らずで申し訳ございません。鹿児島県北西部地震、3 月と 5 月にありました 2 地震でございますけれども、余震分布のデータがございまして、それらを使いまして断層モデルを設定いたしました。そして実際に評価をしまして、最終的には何を求めるかと言いますと、設定されました基準地震動 S s に対してどの程度のレベルになるのかということ、こちら特有のサイトでございますので確認をしてみたいということで、事務局より九州電力に指示をさせていただきます。これにつきましては次回以降、説明があると認識させていただきます。

藤原委員 これはもう既に多分論文とかでは、こういった地震の解析を行って、断層面とかを定めた例などもあろうかと思うのですが、ここはもう一回新たにそれを再検討して、適切な断層面を設定するというのをやろうとしているのですか。

一ノ宮審査官 そうです。三宅ほかでも十分に検討されておりますけれども、あれは震源モデ

ルというか、アスペリティを設定した断層モデルによる評価をされているのですが、ここは余震分布を使いまして新たに断層面をつくりまして、そして評価をしてみようというところでございます。

翠川主査 高田委員、どうぞ。

高田委員 私が質問しました模擬地震波の振幅包絡線の件ですけれども、九電さんの資料の9ページに、M大体7相当で距離が10kmぐらいでやるということ、それを用いたのだという説明で、それなら何も質問する必要はなかったなと思ったのですが、よくよく考えてみたら保安院さんの川内の資料35ページに、Ssの応答スペクトルを決めるときに、いろんなシナリオの考え方、断層、地震に基づく応答スペクトルの包絡という形で、基準地震動Ss-1_Hというのをつくっているわけです。これを見ますと、実は震源を特定せず策定する地震動というのが一番大きめに出ていて、それにもらみながら包絡の応答スペクトルをつくっているわけです。

そうしますと、震源を特性せず策定する地震動の場合、Mをどう考えるのか、距離をどう考えるのかという質問をきくと私はしたと思うのです。そこまで言っていなかったかもしれないですけれども。そうすると、それに関して何かやはりコメントをいただきたいなと思うのです。

結果的に応答スペクトルで地震力の質点系ですけれども、大きさは保障されているわけですから、模擬地震波形においても一定の安全側を見たというか、そんな言い方になるのかもしれませんが、その辺りの震源を特定せずのものに対するMとをどう考えるのかということもないと、やはり答えになっていないのかなと思います。

九州電力(赤司) 今の御質問に関しまして、口頭ベースで恐縮ではございますけれども、御指摘のとおり当社川内及び玄海も傾向としてはそうなのですが、基準地震動Ssの応答スペクトルに対しまして、特定せずのスペクトルに非常に近接したような状況になっておりますので、ではそれをとらえてどう考えるかということであるかと思っておりますけれども、先生のおっしゃるとおり、特定せずのMと距離をどう考えるかということは、非常に難しいところではあるとは思いますが、1つございますのは、例えば他社さんの状況などを見ておりますと、特定せず策定する地震動におきましてはM6.8程度、距離にして10km程度で定義されているパターンが比較的多いということがございます。

これは以前、大間さんの安全審査の中での議論の中で公開されている資料として、今、手元にございませんで口頭で非常に恐縮ではあるのですけれども、その中でやや震源が特定されなかった地震についての振幅包絡線を重ね描いて、どの程度の形状になるのかということが示されておりまして、当社は参考までに実は以前それと見比べてみたことがあるのですが、それとも整合するような形状とはなっております、それで定義するのかどうかという議論は非常に難しいところがあるかと思っておりますけれども、できましたら一度その辺を整理してお話をさせていただければと考えております。

高田委員 それで結構だと思います。

翠川主査 ほかいかがでしょうか。

ちょっと確認させていただきますけれども、この不確かさを考慮したということで、傾斜角を

遠くなるようにしましたが、結局断層幅は広がったのでモーメントは少し大きくなっているわけですね。

九州電力（赤司） はい。

翠川主査 だけれども、遠くなっているということで、結果的には 90 度の場合よりは小さくなっているのですか。

九州電力（赤司） 今回その 90 度の結果と重ねて示させていただいておりませんので、わかりにくかったかと思えますけれども、当社で確認したところ、先生のおっしゃるとおり 90 度のパターンよりも、例えば F - A 断層、五反田川断層等は小さくなっておりまして、F - C 断層につきましては敷地に真っすぐ向かってくるような位置関係になっておりますので、むしろ幅が大きくなって地震モーメントが大きくなった分、若干ちょっと大きくなっていますが、ほとんど同等でございますけれども、そういう傾向がございました。

翠川主査 ではやっていただいてよかったということですね。わかりました。

高田委員 物すごく細かいことなのですが、審査課の資料の 37 ページですが、正しさを期してということで「基準地震動 S s の超過確率の参照」の 2 番目のパラグラフ「九州電力は」のところなのですが「解放基盤表面での地震動の最大加速度と 1 年間にそれを超える地震動が発生する確率（以下『年超過確率』という。）の関係」ですけれども、実際にやっていることは応答スペクトルですね。

そういうことで、これだと P G A、地動の最大加速度になってしまいますので、加速度応答スペクトル値と 1 年間にそれを超える応答スペクトルが発生する確率という形で、応答スペクトルというキーワードを入れておいてください。もう一つの資料も同じだと思います。

一ノ宮審査官 修正をさせていただきます。

翠川主査 ほかに御意見ございませんでしょうか。よろしいでしょうか。

どうもありがとうございました。ただいま各委員からございました御意見、要望、質問等を踏まえて、次回以降の合同 B サブグループ会合での御説明をお願いしたいと思います。

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をお願いいたします。

小林統括 本日は連絡会という形になってまいりまして、誠に申し訳ございませんでした。本日の資料につきましては、当方から郵送させていただきます。机の上に置いたままで結構でございます。

次回でございますけれども、これについては別途調整させていただきますので、また各委員に御連絡させていただきたいと思えます。ありがとうございました。

翠川主査 どうもありがとうございました。本日はこれで終了させていただきます。