

第13回女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討会

日 時 平成29年11月1日（水曜日）

午後1時30分から

場 所 パレス宮城野 2階 はぎの間

1. 開 会

○司会 それでは、ただいまから第12回女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討会を開催いたします。

2. あいさつ

○司会 開会に当たりまして、宮城県環境生活部の後藤部長から挨拶がございます。

○環境生活部長 環境生活部長の後藤でございます。

本日は、皆様には大変お忙しい中、第13回女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討会にご出席をいただきまして、まことにありがとうございます。

本検討会につきましては、原子力規制委員会の審査を踏まえまして、女川原子力発電所2号機に係る「震災後の施設の健全性」及び「新規規制基準に適合することにより向上する安全性」という2点につきまして、その視点について各構成員の方々の専門的見地に基づきご確認をいただくため、平成26年11月に第1回目を開催し、これまで12回の会議、それから1回の現地視察をしていただいたところでございます。

原子力規制委員会による女川原子力発電所2号機の審査状況につきましては、ご承知のことかと思っておりますけれども、原子力発電所の耐震設計において基準とする地震動である基準値地震動について、8月の会合でおおむね妥当と評価されてございます。本日の検討会におきまして、東北電力からご説明をいただき、委員の皆様にご確認をいただきたいというふうに考えてございます。

皆様には、それぞれの専門分野に係る知見に基づく忌憚のないご意見を賜りたいというふうに考えておりますので、よろしくお願いを申し上げまして、簡単ではございますが開会に当たりましてのご挨拶とさせていただきます。

本日はよろしくお願いを申し上げます。

○司会 それでは、本検討会の開催要綱第4条の規定に基づき、座長の若林先生に議事の進行をお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

○座長（若林） 議事に入る前に、本日検討する論点項目につきまして、事務局から説明をお願いいたします。

○事務局 原子力安全対策課、阿部と申します。着座にてご説明申し上げます。

それでは、本日、検討を予定しております論点項目についてご説明いたします。

A4判の資料-1、それからA3判の資料-1（別添）をごらん願います。

初めに、A4判の資料－1につきましては論点項目を、A3判の資料－1（別添）には委員の皆様方からいただきましたご意見、ご質問を取りまとめております。この資料－1（別添）には、検討会でいただきました質問につきましても関連質問として追加しております。また、その質問は、第何回目の検討会で出されたのかを質問の末尾に括弧書きでお示ししておりますので、参考にしていただければと思います。

本日検討を予定しております論点項目とご質問、ご意見への対応につきましては、資料－1の網かけ部分、それから資料－1（別添）、3／4ページ目、3枚目になりますけれども、赤い枠で囲った部分となりますので、ご確認をお願いいたします。

検討予定の論点は、適合性審査申請のうち（1）地震の基準地震動及び（2）津波の基準津波について検討をお願いしたいと考えております。このうち基準津波につきましては、前回の会議の中でいただいたご質問に加え、会議終了後に寄せられたご質問についてご回答することとしております。また、多くの視点からご意見をいただき、より議論を深めるため、本日ご欠席の委員に対しては事前に送付した資料をご確認の上、コメントをいただくようお願いしてございます。

事務局からの説明は以上でございます。

○座長 委員の皆様よろしいでしょうか。鈴木先生、お願いします。

○鈴木委員 小さな質問ですが、A3の3ページ目でございますね。そこで第13回のところに説明済みとか丸がついていますけれども、これはよろしいんですか。本日が13回ですよ。

○事務局 事務局からご説明申し上げます。

説明済み、または説明完了予定ということで丸をつけさせていただいておりますので、ご了承いただきたいと思っております。

○鈴木委員 いや、それはいいんですけれども、各委員、今村委員から長谷川委員まで委員の名前が入っているのは、説明、本日の会議でもうご発言が予定されているということですか。

○事務局 これは前回、基準津波の際のご議論いただいたときに、それぞれのこちらに記載の委員、それから一番下の長谷川委員におかれましては、議論終了後、ご質問等いただいておりますので、そちらをつけ加えさせていただきまして、本日、東北電力より説明があるということでございます。

○鈴木委員 そうですか。言っていらっしゃることはわかりますけれども、そうであれば第12回のほうに丸をつければいいかなと、ただそれだけです。以上です。

○事務局 ありがとうございます。

○座長 よろしいでしょうか。

それでは、早速議事に入らせていただきます。

3. 議 事

(1) 各論点の説明・検討

「新規制基準適合性審査申請」

・ (1) 地震（基準地震動）

○座長 それでは、(1) 各論点の説明・検討のうち、(1) 地震につきまして、東北電力から説明をお願いいたします。

○東北電力株式会社 東北電力の樋口と申します。

それでは、基準地震動につきましてご説明をさせていただきます。

まず、最初でございますが、商業機密または防護上の観点から公開できない内容が一部ございますので、委員の方々にはそのページを別配付とさせていただいておりますので、あらかじめご了解いただけたらと思います。

それでは、早速説明に入ります。

めくっていただきまして1ページです。本日の説明内容でございます。全部で4つございまして、基準地震動に係る基本事項ということで、規制側からの要求事項を簡単にまとめてございます。2つ目は、女川発電所の敷地周辺における地震の特徴を簡単にお話しします。本題は3番目でございます。発電所における基準地震動の検討内容ということで、ここのボリュームが相当長くなってございます。あと最後に、適合性審査の対応結果をつけ加えます。

なお、基準地震動の年超過確率の参照というのが審査事項にあるんですが、それは今、審査中でございます。今後の適合性審査後に改めて説明させていただきます。

お時間の都合もありまして、一部省略や駆け足になるところはご了解いただけたらと思います。

今お話しした内容をざっと目次にしますと、2ページになりますが、最後に参考というところが74ページ以降にあります。地震とかそういった関係の専門の先生以外の委員の方もいらっしゃると思いますので、概念図みたいなものもつけ加えさせていただきました。必要に応じてご参考にしていただけたらと思います。

それでは早速、基準地震動に係る基本事項ということで、3ページ目からお話しします。

4ページから6ページに関しましては、前回の津波の審議のときにもご説明した内容ですので、ここは駆け足でポイントだけにさせていただきます。

エッセンスとしては5ページ目になるんですが、5ページの赤い枠が②のところがございます。地震・津波というところがあります。共通要因の故障をもたらす自然現象に当たりまして、これに関しては規制要求としては大幅な引き上げをするということでございます。具体的には、地震・津波の評価の厳格化ということを言われております。それを図柄にしたのが6ページでございます、実際、地震の評価の厳格化というのはどういうものなのかということで、7ページ目に移ります。

7ページ目は、敷地地盤の振動特性というところがございます。これはどういうことかと申しますと、2007年の新潟県中越沖地震時に東京電力の柏崎・刈羽原子力発電所で大きな記録がとれたということでございます。そういった経験をもとに、規制要求として新たに明確化されたということでございます。この地下構造により地震動が増幅される原因があるかどうかというのが、各サイトで厳しい審査を受けるということでございます。

それはどういったことだったかというのが8ページにあります。これは東京電力さんのホームページから持ってきたものですので簡単にお話ししますが、基準地震動が450ガルだったものに対して1,000ガル以上の記録がとれたということで、1号機から4号機側では想定6倍、5号機から7号機側では想定3倍だったということです。

その主要な要因としましては、古い褶曲構造による増幅でありますとか、地下深部の不整形と、そういった地盤の特性に非常に寄与されたことによって増幅があったということと言われています。女川もこういうことがあるのかないのかが1つのポイントになります。

次に9ページになります。

きょうのお話は基準地震動ですが、全体の流れではどういう位置になるかというのが①番、手順のところを書いてあります。まず、地質調査など全体の調査をしまして、その調査結果を踏まえた上で耐震設計に用いる地震動を策定する、これが今回の基準地震動に当たりまして、今日の説明の内容になります。本日の検討会の中では、その次の段階の施設の耐震安全性の影響といいますか、そこでの評価というものにも踏み込む部分があるかと思いますが、今日この赤い点線の枠についてご説明ということでございまして、耐震設計に関しましては次回以降ご説明させていただくということになるかと思っております。

基準地震動の定義ということが②番に書いてございます。これは全ての施設ということではなくて、安全上、重要な施設の耐震安全性を確保するということに関してでございます。それ

の基準となる地震動ということでございまして、それは最新の科学的・技術知見を踏まえて、敷地や敷地周辺の調査を十分にして地震学的な見地から想定するというところでございます。

具体的にそれはどういうふうにするのかということが審査ガイドに示されていて、それが10ページになります。これは審査ガイドの文言をただ羅列しているだけなので、ちょっとわかりにくいということで、それを概略にしたのが次ページ、11ページにフロー図がありますので、そちらで簡単にご説明いたします。

上から、まず検討用地震の選定、どういった地震があるかを調べて、その中で評価をして、基準地震動の策定という、真ん中ほどの二重四角になっているところに来るわけでございます。今回はここまで来たということでご説明させていただくということで、赤い点線の枠が本日の説明内容ということです。一番下に地震ハザードというものがありますが、これは今、審査中ということでございますので、別途ということでございます。

この基準地震動の策定というのは、全体的には大きく2つの流れがございます。真ん中ほどに青い四角であります、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」と、もう一つ黄色といますかオレンジのところがございますが、「震源を特定せず策定する地震動」ということで、これは全国一律にするものでございます。こういった2つのストーリーがございまして、地震動を設定するということです。

もう一つポイントになるのが、右側のところに矢印がありまして、不確かさの考慮というがあります。今回の新規制基準といますか適合性審査の中でポイントになるのは、この不確かさの考慮です。やはり3.11地震の反省等を踏まえて、何が足りなかったかというところは不確かさですよと。あらかじめ与えられたデータをそのまま持ってくるのではなくて、いろいろばらつき等を考えて、この辺、十分余裕を持って設計上考えるということが審査のポイントとされました。ということで、ここの不確かさの考慮というところを今日は中心にお話することになろうかと思っております。

敷地ごとに震源を特定して作成する地震動というのは、サイトごとにオリジナリティを持って設定するわけですが、そのポイントみたいなものを13ページにまとめております。女川発電所の敷地周辺の地震の特徴ですが、左上の地震発生様式のイメージ図で①がプレート間地震、これがメジャーな地震で3.11地震に相当します。2番目が海洋プレート内地震ということで、これは3.11地震の最大余震の4月7日の地震に対応します。③番、内陸地殻内地震ということで、これは活断層による地震ということで、これは余り宮城県では経験が少ないですが、最近ですと熊本地震でありますとか、あとは阪神・淡路大震災を起こした兵庫県南部

地震、こういったものが有名かと思えます。こういった3つの地震動を考えるんですが、どんなに調査してもわからないということで、震源を特定せず策定する地震動というのも全国一律に考えるということです。ですが、皆様方のご経験でも何となくわかるかとは思いますが、宮城県の場合は、右側に図が描いてありますけれども、ちょっとわかりづらい不鮮明な図で申しわけございませんが、過去に何回もM7クラスの宮城県沖での地震を経験しております。今回の3.11地震はそれを包含するように全体が割れるように起きたということでございまして、基本的に宮城県は、牡鹿半島、女川サイトにおきましては海の地震、①番、②番の地震が支配的といえますか、影響が大きいということは直感的におわかりいただけるかと思えます。

それで、基準地震動を策定するといえますけれども、まずゴールから見ていただいたほうがわかりやすいかと思えます。ちょっと飛ばしまして、結論からお話しします。結論は65ページと66ページになります。65ページが基準地震動の策定結果の応答スペクトルというものを示したもので、66ページが加速度時刻歴波形というものでございます。最終的に仕上がるのはこの66ページの加速度時刻歴波形ですが、これの大小関係といえますか、影響程度、別の見方をするとということで、応答スペクトルというものがございます。

66ページに描いてあるものは、上から数えますと7つあります。最終的に女川で設定した基準地震動はこの7波ということでございまして、真ん中に水平方向と鉛直方向ということで2方向のものを考えます。

時刻歴波形の見方を簡単にお話ししますと、 $S_s - D1$ という一番上の行を見ていただきます。そうしますと、縦軸というのはここでは加速度を示しております。目盛りとしては最大1,000というところを指しています。横軸が継続時間です。揺れが続いている時間ということで、この $S_s - D1$ に関しては138秒になります。これは最大 640 cm/s^2 と書いてありまして、それが大体ここでは18秒から19秒あたりのところで最大値が出ているということでございます。

ちなみに $S_s - D2$ の最大1,000ガルというものを出しているものに関しましては、継続時間で言うと22秒から23秒付近で最大1,000ガルを出しているということでございます。継続時間は72秒です。そうしますと、これで大小関係を見るといってもなかなかわからないということで、これを応答スペクトルという表現に変えます。それが65ページのほうですが、この応答スペクトルの見方をご説明しますが、この縦軸は速度になっています。ということで、これが地震動の影響度合い、地震の強さになります。横軸が周期ということで、これは固有周期というものの話になってくるのですが、ある周期を持ったものがどの程度揺れる

かというのを見るということでございます。応答スペクトルがわからないとなかなか先に進まないということで、ちょっとだけ応答スペクトルの解説を付け加えます。それが77ページに飛んでいただきまして、78ページ以降も振動に関する簡単な補足説明をしておりますが、かいつまんで言うと77ページのものになります。

これは左側に3行あります。一番下に入力地震動という書き方になっていますが、これが今回、私たちが設定する基準地震動に値します。基準地震動で何をするかといいますと、真ん中の構造物、施設に入力をする、これが物に入ったときにどういう揺れ方をするかというのを確認するわけです。そうしますと、その構造物は揺れるわけです。揺れた結果、応答した波形というものが一番上の応答波形になるということです。真ん中の構造物には固有周期というものがあまして、物には硬さ、重さ、形状、そういったいろいろな要素がございまして、それによって固有周期というものが各々あります。そういったもので固有周期1から4というに記されていますが、地震動の持つ振動特性と共振するところが大きく揺れているということでございます。その結果を右側に持って行って応答スペクトルという図に一まとめにしたのが、今回、私たちが示している65ページの図になるということでございます。ちょっと急いでしゃべっていますので、わかりづらいところは大変恐縮ですが、簡単に言うとそういうことでございます。

そうしましたら、本題といいますか、本来の流れのほうに戻らせていただきます。

こういった基準地震動を決めるわけですが、先ほど新潟県中越沖地震の話をしましたように、敷地の地盤がちゃんとしているかというのはまず前提条件として確認しましょうということをやります。それが14ページからになります。

次の15ページにその内容が書いてありますが、これまた前提条件なんです、基準地震動はどういったところで設定するのかという地盤上の条件があります。それが、基準地震動が一番上に書いてありますが、解放基盤表面における地震動で策定するというふうになります。解放基盤表面というのは聞き慣れない言葉ですが、どういうことかという、仮想的に設定する自由表面、要は上に何も載っていないということで、著しい高低差がなくほぼ水平で、相当な広がりを持っているという表面でございます。おおむねせん断波速度が $V_s = 700 \text{ m/s}$ 以上の硬質地盤というふうになっています。これが定義でございまして、これに対して、女川の発電所の敷地はどうかと申しますと、女川発電所の敷地周辺は、中生界ジュラ系の砂岩、頁岩等が広く分布、これは1億年以上前の地盤ですが、こういったもので、著しい風化も見られず、 V_s というところは、700に対して1,500 m/s 以上の岩盤でございますということで

ございます。この解放基盤表面というのが主要な建屋、原子炉建屋等の設置する岩盤とほぼほぼ同じレベルになっているということでございます。

上に地盤がないというものをイメージで示したものが真ん中にある地盤の図でございまして、いろいろ地震観測等をやっている上においては、上に地表の地盤が載っているわけですが、解析的に上に載っている上部地盤というのを取り払ってといいますか、私たちは「はぎとる」というのですが、はぎとりをして解放基盤表面相当の位置での地震動というものを計算すると、それをもって基準地震動策定または比較をするということをやっております。

じゃ、そういった自由地盤というところ、解放基盤表面の地震動というのをどういったところで検討しているのかと、元ネタとなっている観測はどこなのかということでございます。それが16ページになります。敷地における地震観測がこのように配置されています。これが別添で示している、済みません、防護上の観点から公開できない部分の写真でございまして、資料を見ていただけるとよろしいかと思っております。

左下に配置図がございまして、一番上にB地点：自由地盤というのがございます。ここで代表して観測していると。ここではO. P. - 8. 6 m、地表からですと27 mほど下に行ったところでまず地震観測をし、それまた120 mほど下に行ったところにまた深部地盤で観測をしているというところでございます。そのほか1号機、2号機、3号機、原子炉建屋の地下で観測をしているということでございます。こういった鉛直方向、要は深さ方向のものと、あと各原子炉建屋、大体300 mから500 mくらい離れているんですが、こういった各地点の水平方向の観測記録を比較しながら、地盤が良いか悪いかを確認しているということを女川はやっているということになります。

その内容の前に17ページ、解放基盤というのはおおむね水平成層、変に不整形になっていないということでございまして、速度構造というもので見ます。速度構造 $V_s 1.5 \text{ km/s}$ というところですね、先ほどご説明しましたが、それが大体第3速度層というところに値しまして、その下が $V_s 2.2 \text{ km/s}$ 、その下が $V_s 2.5 \text{ km/s}$ というふうに、徐々に軟らかくなるという形になりますが、その $V_s 1.5 \text{ km/s}$ というところがおおむね水平に広がっているということを確認しているということでございます。

こういった地盤に関してとれている観測記録を、18ページです。これは1980年から2013年までの約34年間に敷地で観測された約1,200地震をプロットしたものでございます。今現在は約3,000観測しております。女川の場合といたしますか、牡鹿半島といたしますか宮城県の場合は良くも悪くも地震観測記録がたくさんあるということでございまして、分

析をする意味では、たくさん観測記録があることが統計的に有意に検討できるというメリットもございます。

1, 200の地震を15度区分で全体24方位に分けまして、いろいろな方向から来る地震を比べてどうなのかというのを見てあげましょうということをやっています。それが19ページです。19ページ、3行あります。一番上が自由地盤というところ、真ん中が2号機の原子炉建屋のところ、一番下が3号機ということで、左側が水平方向の観測記録、右側が鉛直、上下動の揺れの記録になります。こういったものを見てみますと、赤い線が平均的なもの、黒い線が全体の24方位のものです。どれも同じような傾向で、違ったばらつきはないことを確認しています。大きくずれている黒い線もまま見られますが、これは西側のほうとか北側のほうとか南のほうで地震の数が非常に少ないところも一部ございまして、そこではまだ統計的にうまくデータが出ていないというところがあって、ちょっと飛び跳ねているところもありますが、全体傾向はよく模擬できているのかなと、平均的な傾向とばらつきはないだろうというふうに見てございます。

20ページでございます。20ページに関しましては水平方向で見えています。一番上が深いところ、O. P. - 128. 4mでの比較、真ん中の行が浅部ということで、浅いところでの地震観測記録の比較ということで、自由地盤分の2号炉、3号炉、自由地盤分の1号炉、2号炉、3号炉というところで、その比をとって見ておりますが、ほぼほぼ1に等しい。一部、窪み等ありますが、これは原子炉建屋の地下にありますので、そういった建屋の固有周期に影響されている部分は若干見られるというふうな理解ができるという振動特性になっています。

こういった、鉛直で見ても水平で見ても特段、変なところはないということございまして、観測記録が非常にわかりやすい証明記録ということで、これをもって、柏崎のようなことは女川では考えにくいというふうな結論をもって評価をいただいたところでございます。

これは地震観測記録をベースにしております。地震観測記録に関しましてもやはり誤差がありますよねという話があります。観測記録に関しましては、メンテナンスをやっている、おおむね1%以内の精度を保っているというのを普段から確認しながらやっているということでございます。

次が21ページからでございます。敷地ごとに震源を特定して策定する地震動ということで、その総括的なものが22ページにフロー図としてまとめています。震源を特定するというのに関しましては、先ほど申し上げましたように全体で3つの流れがあります。プレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震ということで、その中から結論的には、プレート間地震

は3. 1 1の地震、海洋プレート内地震は4月7日の地震、内陸地殻内地震はF-6～F-9断層または仙台湾の断層群による地震というのが最も影響がある地震というふうに選定して、これに基づいて基準地震動を考えていくという内容になっておるということでございます。

ただ、この内陸地殻内に関しましては、影響力が非常に小さいことを後でご説明しますので、ちょっと簡略化した説明にさせていただきたいと思います。

では、まずプレート間地震からになります。どんどん細かく話が入っていきます。

24ページにプレート間地震の全体のフローがあります。先ほどから同じような感じでお話しているんですが、調査をして、過去にどんな地震が起きたかを調べ、その中で3. 1 1地震が一番大きいということがわかったと。その流れもいろいろあるんですが、そこは今日省略しております。

3. 1 1地震を選んで、ここがポイントになりますが、不確かさをどう考慮するのかということで、地震規模、強震動生成域、短周期レベル、破壊開始点、ここが強震動計算する上で大事なパラメータになりまして、ここをどう考えるかというのが審査のポイントであり、基準地震動作成の大事なところでございます。

このところについてこれから詳細な説明をしますが、まず25ページ。ちょっとここは前段で、直接は関係ないんですが、今日お話しするのは強震動という基準地震動の話と、2つ目に津波の話があります。津波も、基本的に地震を起因にして津波が起きるということで、その話はどうしても混乱してしまうところがありますので、強震動と津波って何がどう違うのかというのを今の知見でまとめたのが25ページです。これは何が書いてあるかということ、3. 1 1地震の特徴としては強震動生成域、揺れが大きく発生させる場所ということと、すべりの大きい領域、たくさんのすべり量があるとそこから津波が発生するというところで、津波に影響を与えるというところがありますが、そこはちょっと違いますと。陸寄りのほうが強震動、強い揺れを生む場所があつて、沖合のほうでは津波を起こす大きなすべり領域があるということが言われている。ここは別物なので、ここはすみ分けて考えていましょうということで、それは3. 1 1の地震だけではなく、スマトラ地震やチリ地震でも同じような傾向が見て取れるというようなことが研究報告されているということでございます。これの理論的な話はあるかとは思いますが、今日はそこまで深い話とはしないで強震動のところの的を絞ってお話しします。

26ページです。まず、3. 1 1の地震はマグニチュード9ということは皆さん誰でもわかるような話なんですが、じゃ本当に9というのは強震動としてどうなのかということとをまとめているのが26ページです。強震動の実力という感じでしょうか。左側に3. 1 1の断層面

が赤い四角で書いてあります。そこの西側に東日本の地震観測ポイントがあります。この地震観測ポイントがたくさん色使いしてありますが、これを再プロットしたのが真ん中の図です。縦軸が計測震度、横軸が震源距離ということで、断層面から離れてると右側に行くし、断層面に近いと左側に来るというようなことで、赤い線と緑の線と青い線があって、これが距離減衰式という一般的な地震の検討する式でございます。そうしますと、マグニチュード8.2なりマグニチュード8.3でこういった強震動の計算式を用いますと、観測記録と合いがいいということが言われております。なので、マグニチュード9で計算してしまうとまったく観測記録とは合いが悪くなるというのが右側のほうに、司さんの報告であったりするところがございます。

実力マグニチュード8.2なり8.3と言われても、それはどういうことなのかというところをもうちょっとひもといてみます。27ページです。27ページは、諸井ほか(2013)というものです。これはモデル図が左側にあります。このモデルはどのようなものかと申しますと、3.11地震の発生前の事前情報に基づき設定した断層モデルでして、3.11地震のモデルではないんですが、あらかじめこういった連動するという前提を踏めばこういったモデルは組めましたねというものでございます。このモデルをベースに、女川発電所でとれた観測記録との比較をしてシミュレーションができるかどうかというのをやってみたというものです。真ん中に応答スペクトル図がございますが、評価結果が赤、3.11地震の実際の観測記録が青です。ほぼほぼ短周期が、周期0.5秒程度まではとても合いがいいです。長周期側では、シミュレーション結果、計算結果のほうが大き目になって、やや保守的な評価かなというふうな形で見えています。でも実際0.5秒までの短周期側、非常に合いがいいということで、これをベースに検討してくということがまず女川のスタートになっています。

それで、ここにはSMGA、強震動生成域というのがモデル上5つあるのが左の図でわかるかと思いますが、これの影響評価を確認したのが29、30ページです。29ページ、30ページに行っていただきますと、女川原子力発電所の赤い三角のところの間近にSMGA2というのがあります。これが宮城県沖の強震動生成域ですが、ここから出るものと、ほか青や緑や水色、ピンクから出てくるものの応答スペクトル、そこから出てくる強震動のスペクトルを分けて示したものが真ん中の水平方向の応答スペクトル図、右側が鉛直方向の応答スペクトルです。黒がこの5つのSMGAから来た地震動を足し算した、総合したものでございます。全体の黒と赤い線がほぼほぼラップするのが見てとれるかと思いますが、ということで、女川で全体の地震動を模擬しようとするれば、赤のSMGA2というところから来る地震動をターゲットに

して検討すれば、ほぼほぼ全体の地震動を模擬してしまうということでございます。

なぜこんなことになるのかというところのもう一つの見方を示したのが30ページです。断面が幅200キロ、長さ500キロというようなすごく広大な広いところから来る地震動でございますので、やはり時間差が生まれるということでございます。30ページは、その時刻歴波形を示したもので、一番上に全体を示した波形がありますが、上から3行目のところにSMGA2（宮城県沖）というのがありまして、それがほぼほぼ全体のところを言いあらわして、そのほかの領域のやつは時間が何秒か、10秒、20秒ずれてやってくるということで、波の重なりが起きづらい。また、遠くから来るので、波自体が減衰してくるというような特徴があって、実際、こういった傾向があらわれているということでございます。

ということで、マグニチュード9と言われても、それはどんどん外側に広がっていただけあって、実際の強震動の影響としては、そのマグニチュードは実質8.2相当レベルであるということでございます。

次、31ページになります。じゃその強震動生成域、SMGAと呼ぶものがどこにあるのかということでございます。31ページの左側が1978年の、多くの方々が経験している宮城県沖地震の場所です。ここと、2005年にも宮城県沖の地震M7.2というが起きまして、これもほぼほぼ同じところで起きたと言われております。また、それらの強震動のほかに、過去には1936年とか、もっと繰り返し宮城県沖で起きていまして、それらの歴史地震なんかと3.11の地震が起きたSMGAの位置をプロットしたものが右側でございまして、ほぼほぼ同じ位置になっているということが確認されているということは内閣府で報告されております。

じゃ、そのSMGAは、過去に起きた地震のところが繰り返さずれているわけだから、そこに設定することが基本ですねということはわかるわけですが、それで不確かさはいいのかということで、32ページです。

32ページの真ん中のところの図を見てもらうとわかるんですが、基本ケースとの比較というのがありまして、諸井ほかで設定したSMGA2の設定値は当初基本では青いところですが、それをプレートの沈み込みに伴ってぎりぎりまでプレート間地震が発生するような領域まで持ってきて、サイトに最も近くなるような位置はどこかというのを物理的な面、距離的な面から探ったのがこの赤い位置でございます。どんどん近くはなってくるんですが、プレートというのは沈み込んでいくので、また深さ方向にも離れていくということになりまして、基本ケースでは71.2キロですが、実際、赤いところに持ってきてみても62.5キロということで、

約8.7キロ近くはなるということではございますが、そんな極端には近くにならないということではございます。こういった不確かさは今回の審査の中でやってくださいということで、追加検討になっているというところでございます。

今までお話ししたのをかいつまんでまとめたのが33ページでございます。33ページに今お話しした内容が一番上のところにありまして、それをもって基本ケースというのを設定しました。M9よりも規模が大きくなっても強震動は変わらないということで、マグニチュードは9のままにしています。宮城県沖の強震動生成域は過去の地震の発生位置を基本に設定するということです。

お時間の都合もありますので、強震動生成域の応力降下量というのは細かくは話さないことに今しているんですけども、地域特性としては標準の1.4倍ということを確認して、それを設定していくということでございます。

不確かさケースということでございまして、今ほどお話ししたように、SMGAは物理的に近くなると過去に起きた地震のところで繰り返し起きているというのが基本ではあるけれども、絶対そうかと言われればそういうことではないということで、最大に近づけたことをやってみようということ。

あと、説明は省略してございますが、応力降下量（短周期レベル）というものも、3.11の地震で起きたレベルだけではなくて各種研究成果、または内閣府が南海トラフ地震のモデルでやっているものなんかも横目で見まして、その最大に値するところまで持ってきてまいしょうということで、標準の1.6倍、基本ケースの1.14倍に当たりますが、そこまで大きくするというのもやっております。そういったものの不確かさケースを重畳させるということで、34ページになります。今お話しした基本ケースに、応力降下量を上げたものを不確かさケース1、さらにSMGAの位置をサイトに近づけるということをしたのが不確かさケース2、それを重畳させているということでございます。

あと、破壊の伝播というところも非常に影響があるんですが、その破壊の開始点につきましては、もともと敷地に向かってくるような位置だと、予め厳しい関係だということで、見込み済み、最も厳しい形になっているということでございます。

35ページにその結果が出ています。基本ケースという、不確かさケースともほぼほぼ同じレベルにはなっておりますが、でっこみ、引っ込み、部分的には大きなところ、小さなところでできているという結果になってございます。ただ、観測記録を一部表現できない周期帯中にはあるということでございまして、別途、応答スペクトルに基づく地震動評価ということで、

36 ページです。

36 ページは、観測記録を包絡するように赤い線を引いております。この赤い線を引くことによって観測記録全てに裕度を持ってやろうということです。ちなみに、原子炉建屋重要施設ですが、その固有周期は約0.2秒でございます、そこで観測記録、水平方向では38 cm/s、そこに対してこの包絡系は50 cm/sということで、約3割増しのここには裕度を持たせているということで、そういった観測記録を包絡するというような見方もして、トータル的には設計上、配慮しようということでございます。

プレート間地震は以上でございます、今度は海洋プレート内地震です。

海洋プレート内地震は、38 ページに全体のフロー図がありまして、これはプレート間地震でお話しした内容とほぼほぼ一緒でございます。不確かさの反映も同じようなポイントになっています。これは4月7日の地震を選定しているということです。

39 ページ。とはいえ、海洋プレート内地震はプレート間地震と何が違うかと申しますと、非常に経験が少ないということです。プレート間地震は宮城県沖で過去に何回も発生していることを学習して、ある程度の対応は可能と、設計上もある程度は見ているでしょうということです。プレート内地震は経験数が少なく、どういった地震を想定するかというのは非常に難しいということで、従来は東北地方のレベル感でやればいいでしょうというようなことでしたが、今は世界に目を向けて、また北海道に目を向けるということで、いろいろなプレートの沈み込みのタイプなんかを考えてやるのですが、今回は世界でも最大レベルの北海道で起きた地震なんかも、東北地方で仮に起きたらばということを採用してみましようということで検討したのが39 ページです。

プレート内地震はいろいろなタイプがございます、4月7日のタイプの地震は、平面図・断面図で見ているところの赤いところ、赤い字とか線で描いてありますが、そのほかに北海道東方沖合のやや浅い地震でありますとか、あと津波地震が起きますアウターライズ地震とかいろいろなパターンがあります。こういったものを複数考えてみて、東北地方で起きたらばという結果をまず評価してみました。それが40 ページになります。40 ページは、今5つのタイプに分けた地震を比較した結果、この赤い線が非常に有意に大きいということでございます。この赤い線は4月7日型の地震でございます。4月7日の地震、これをM7.5まで拡幅したもののなんです、これをサイトにとっては一番影響が大きいと考えて、これに基づいていろいろ考えていきたいと思いますという検討の地震です。

41 ページです。一番肝心なのは、4月7日の地震はマグニチュード7.2だったと思いま

す。7. 2をどのぐらいの地震の大きさにしたらいいのか。もう一回7. 2が起きるといことはやはり設計上、配慮が足りな過ぎる。やっぱり余裕を考えれば、地震規模を大きくしようということをもまず考えたらどういうことになるかということですね。

41ページには、ここに色使いがございまして、これは東北大の Nakajima さんのトモグラフィという、地震波から追っていったプレートの構造でございまして、この色使いのところのものはプレートを上から投影した図でございまして、左側が南、右側が北ということで90度逆転しているんですが、真ん中に黒い線がありまして、これがプレートの境界面、あと点線がその下にありまして、ここは地殻とマントルを分けている線でございまして、赤い丸が4月7日の余震でございまして、この4月7日の余震というのがほぼ緑色の低速度層に値するところで発生しているということございまして、この緑色の低速度層というところが北側、BC側のほうにも広がっているように見える。そうすると、4月7日の地震はM7. 2でしたけれども、これは割れ止まったといいますか、もうちょっと北側に伸びて発生する可能性は否定できないというふうな見方をここではしております。そういったことで、北海道の地震なんかも参考しますと、沈み込んだ地震の過去最大というのは釧路沖地震のM7. 5というものがございまして、そういう意味では北側にM7. 5ぐらいまで地震規模が大きくなったらどうかということを考えてみましょうということございまして、ちなみに、東北地方の最大規模はM7. 3ということになります。

42ページにその不確かさの考え方を多々入れておりますが、あらかじめ不確かさを考慮というのが、地震規模、短周期レベル、破壊開始点ということございまして、断層の位置やSMGAの位置というものを不確かさとしていろいろ考慮しているということございまして、それを43ページ、44ページで説明します。

43ページ、44ページにあります、43ページに4月7日地震のモデルをつくっています。それを面積2. 3倍に北側に拡張したのが4. 7型地震のM7. 5の基本ケースと言われるもので、これをまずベースにします。これをベースに、SMGAのマントル内を全て敷地に近づけたものを不確かさケース1、あと断層位置が仮に海洋地殻に入ったらばということをやったのが不確かさケース2、あとSMGAを3つから2つにしたらばというところをやったのが不確かさケース3ということございまして、こういったものを計算してやっております。

あと、不確かさケース2というところでは、海洋性マントルが海洋地殻に入ることがありまして、物性の違いがあるということがありまして、45ページに書いてありますが、プレートの構造を見て、物質の特性、剛性率等を踏まえて、応力降下量等計算は詳細にやらせて

いただいたということです。今ほどお話しした内容をかいつまんで整理したものが46ページになります。

結果をお話しします。結果、47ページが4月7日の地震のシミュレーションということになります。黒い線が観測記録、赤い線が計算結果、シミュレーションになります。短周期側が非常に大きい、長周期側もちょっと大き目に出ていて、長周期側が大き目に出ているということは、設計上はいいんですが、このところまた今後の宿題に捉えています。

今お話しした基本ケースから不確かさケース1から3までを全部比較したのが48ページになります。海洋性地殻内で発生した不確かさ2という緑色の線は、長周期側でやや大きい目なところもありますが、短周期側におきましては基本ケース、不確かさケース1と3というところが非常に大きいというような結果になってございます。

次に、内陸地殻内地震になります。内陸地殻内地震は余り影響がないので、済みません、かいつまんでのお話になります。フロー図は50ページになります。調査はどういうことをしているかというのが51ページ、52ページになります。陸域は51ページですが、2003年に宮城県北部地震、今では宮城県中部地震と言っているんですが、こういった地震が近くで発生しているので、結構詳細な検討をやっているということです。

また、52ページは、海域でもボーリングをやっているということです。100メートル弱だったと思いますが、そのレベルでやっていたことを報告しています。また、海上音波探査なんかをやりまして、断層の認定を精度よく検討しているということです。

53ページです。断層としてはどこが一番影響があるのかということで、最も影響が大きいのはF-6～F-9断層ということで、震源として考慮する活断層の図が左側にありますが、赤い三角の女川発電所の南東側にF-～F-9断層とあります。これが長さ23.7キロということでございます。この断層が最も影響のあるうちのひとつということで、その結果が54ページになります。こういったものを考えているんですが、今、海の地震側でお話しした内容がほぼ50cm/sを超えるようなレベルだったんですが、それよりも十分小さいということを理解していただければよろしいかと思います。

ついでですが、55ページです。これは参考検討ということですが、3.11の地震の特徴点はどういうことかと、その反省はということになるのですが、やはり連動したということだと思います。三陸沖なり茨城県沖、福島県沖、全部連動したというところが僕らが今まで考えていなかった世界。そうすると、こういう活断層が連動したらどうなるのかということを考えてたときに、最大、こういった北上から仙台湾にかけてのひずみ集中帯というのがあるんですが、

ここの192キロという断層が一度に動いたらどうなるかというような検討もさせてもらっていると。ただ、後段でご説明するS sに比較すると十分小さいことを確認していますということもここに書かせていただいております。

あと、震源を特定せず策定する地震動ということですが、これもちょっとポイントを絞ってご説明します。57ページです。審査で求められているのは全部で16地震あります。震源近傍で観測記録を持っているものを調べてこういった16地震の影響を確認するという事です。大きく2つの列ありまして、Mw 6.5以上、岩手・宮城内陸地震と鳥取県西部地震。Mw 6.5以上は地表に何らかの痕跡があると、痕跡はあるんだけど、痕跡が短かったり少なかったりするので、ここまでの地震規模は想定できないと。Mw 6.5未満は地表に顔を出さないの、これは全国どこでも起きてもおかしくないということですが。

そういったことで、鳥取県西部は西側の横ずれ断層で、あまり東日本では考えないということですが、岩手・宮城内陸地震は同じ県内で、どういうことかということが58ページです。岩手・宮城内陸地震に関しましては、皆さんもご存じのとおり非常に火山地帯、上部に軟岩や火山岩、堆積岩が厚く分布しているところで、新第三紀以降のカルデラ構造というものがあって、なかなか地表に顔を出しにくい、調査しにくい断層だと、そういったところということですが。ただ、女川のところは古生代から中生代の堆積岩が広く分布して、約1億年前に形成された地盤であって、そういったところと比較するには値しない地震ということで評価をして、これは考慮しないことにしております。

59ページは留萌の地震ということで、これは全国一律、各サイトで評価しているものでございます。これは留萌は稚内と旭川の大体間くらいのところで発生した地震ですが、この地震を電力中央研究所の調査結果に基づいて、震源を特定せず策定する地震動としてチョイスすることにしたということになります。最大加速度は620ガルです。

こういったことをベースに、61ページがプレート間地震の地震動設定、62ページの海洋プレート内地震SMGAマントル内、63ページが海洋プレート内はSMGA地殻内、64ページが内陸地殻内ということで、今までお話した評価結果を包絡するように、またはその断層モデルそのものを採用するような形でS sを選定したというようなプロセスはここには書いてございます。その結果をまとめたのが65ページ、66ページということで、これが結論でございます。

今までご説明が足りなかったですが、震源を特定せず策定する地震動、留萌の地震はどういったものかというのを全体比較で見いただくと、65ページです。緑色の線があります。加

速度は620ガルと非常に小さいですが、周期0.5秒のところではびよんと頭を出しているというような形で、こういった影響があるということで採用してございます。

最後に、審査での対応結果ということで、67ページからになります。審査でのコメントの重立ったもの、 S_s を変えることに至ったものは68ページに書いてございますが、その結論的なところをお話しします。

飛びまして、70ページのほうが、最初、申請時は2波だったものが、合計7波になったということでございます。根拠になるところが71、72、73ページでして、ここをご説明します。

71ページ、これはプレート間地震のものでございまして、3.11型です。従来はここに書いてある水平方向、鉛直方向の赤い線を S_s にしようとしていたんですが、やはり今まで女川として設計上の配慮ということで、もっと裕度を持って設定しなさいということで、長周期側をフラットとして裕度を考慮しました。また、鉛直動は水平度の3分の2まで、実際の観測記録は2分の1相当ですが、そこまで上げるようにということで、審査ガイド上は問題ないんですが、設計上の配慮として上げましょうということをしております。

また、同じプレート間の地震に基づく S_s -D1の継続時間を72ページに書いてあります。結論だけお話ししますと、従来は地震動の継続時間というものを98.8秒にしていたんですが、それを137.9秒にするということで、継続時間を約39秒長くしているということでございます。

最後、73ページになります。今まで見ていただいている応答スペクトル図は縦軸が速度でしたが、これは加速度になっております。従来、今回示した一番外側にある黒い線が S_s -D2というものでございますが、その下に赤い線があります。赤い線が申請時の S_s -2というものです。その申請時の S_s -2を若干短周期側、周期0.04秒あたりで緑の線が通っています。緑色の線は、不確かさの検討の中で追加した計算結果でございまして、当初の S_s -2を超えた断層モデル波というものがありますので、これも追加でやりましょうということで、これも S_s -F3ということで追加設定したと。それだけではなく、 S_s -2をさらに包絡するようにこの断層モデル波、緑色のものを包絡するように、応答スペクトルの形状も変えたというのが S_s -2から S_s -D2の変更ポイントでございます。

駆け足で済みませんでした。説明は以上でございます。

○座長 ありがとうございます。

初めに、この件につきまして、欠席の先生から何かコメントがありましたら、事務局からお

願います。

○事務局 欠席の先生からは特にコメントはいただいておりません。

以上でございます。

○座長 それでは、委員の先生方、何か質問等がありましたらご発言をいただきたいと思えます。源栄先生。

○源栄委員 応答スペクトルと波形が出ているわけですが、この後、耐震性能を評価するときに、継続時間の影響を考慮するものと考慮しないものをきちんと論じる必要がありますよね。応答スペクトルだけで言ったら、時間の繰り返しの効果が入ってきます。その辺がきちんとつながるようなストーリー展開になっているんでしょうね。今度の耐震性評価のときにぜひ矛盾のないようお願いいたします。

それと、3. 1.1と今評価したやつの1秒以上の差が検討中だとかという表現をしているんですが、この辺はわかっているんですかということですね。

○座長 ご回答をお願いします。

○東北電力株式会社 それでは、ご回答させていただきます。

まず、継続時間の件でございますが、先生のおっしゃるとおりで、今回のポイントは、基準地震動は、女川の場合は当初580ガル、今回最大1,000ガルということで非常に上がりましたということでございますので、施設に関しましても、従来、弾性設計でできたものが今回、非線形領域も当然入ってくる。そういった意味では、継続時間も非常に大事になってくるということが先生の頭にあるのかなと思います。それで、それに関しましては、今後の耐震設計の中でそれを考慮してご説明していくということは当然かと思っておりますので、次回以降、それを踏まえた説明をさせていただきます。

次、2点目ですが、まず長周期側のほうが合っていないということは2つあると思います。プレート間の地震は27ページでございますが、これに関しましては、3次元の地盤構造でございますとか海側の地盤構造を理論的な解析でやって、長周期側を合わせられないかというようなものも内部では検討させていただきましたが、まだここを合わせられるほどの精度のいいモデルがつくっていないということでございます。

○源栄委員 このままで十分だということですね。

○東北電力株式会社 やはり海域のこれだけの大きな領域を女川で記録をちゃんとシミュレートできるようなモデルづくりというのは今後の課題だというふうに考えています。ただ、27ページのモデル図を見ていただきますと、論文を見ていただくとわかるんですが、女川の発電所

の下に福島第1と東海第2と、福島県と茨城県のところに三角マークがあります。南側のサイトの記録もシミュレートできるようなモデルをつくっております。福島サイトと茨城サイトは長周期の場合は比較的いいんです。女川だけがなぜか観測記録が非常に小さくなっていて、ここのモデルづくりがまだ発展途上だというのが私たちの今の技術のレベルであるということでもあります。

次が、もう一つ長周期が合わないというのが4月7日の地震のシミュレーションなんですが、これに関しては47ページになります。47ページですが、これはプレート内で短時間に割れた地震なので、ライズタイムというのが非常に難しいというふうに考えています。ちょっと専門的な話になってしまって申しわけないのですが、すべりの時間が一律なライズタイムでやったりするんですが、なかなかここをうまく表現できなくて、この辺の調整を幾つかやってみたのですが、今の断層モデルの計算手法ではここをうまくシミュレートできるようなパラメータの設定が今できていないということだというふうに思っています。

○源栄委員 あともう一つだけ、これは大事なことで、いわゆるアルペリティのストレスドロップ、短周期の応答量を決める、これにいろいろな係数倍、1.4とか1.1とか。東北沖の場合とかフィリピン海プレートなんかになってくるとこの係数がまた下がってくるので、そういうもので数値で幾らでも簡単にいじられたんじゃないかというので、この妥当性に対する解説というのはきちんとしておかなければいけないんじゃないかということで、この辺、常に大事になってくるので、ぜひ明快な説明をいただければと思います。

○座長 はい、どうぞ。

○東北電力株式会社 今日は説明をお時間の都合上、省略してしましまして申しわけございませんでした。補足説明資料を準備しておりましたので、補足説明資料の19ページを。先生、済みません、パワーポイントの画面のほうで大変恐縮ですが、手元にはお配りしておりません。この1.4倍とかですが、短周期レベル応力降下量の検討を3.11地震に関しまして、いろいろな先生方がやられたもので比較として示しております。ポイントになるのが宮城県沖のSMGAということで、それは下表のところにSMGA1、もしくは一番右側の諸井ほかだけSMGA2ですが、そこを見ていただくと、左側から20.4メガパスカル、16メガパスカル、23.9メガパスカル、39.77メガパスカル、諸井ほかは24.6メガパスカルということで、右から2つ目の佐藤智美さんの2012年のモデルが39.77ということで最大規模。ただ、面積を見ますと45×45ということで、諸井ほかは50×50ということで、面積も踏まえるとほぼほぼいいのですが、面積を50×50の諸井ほかのままにし、佐藤（201

2) の39.77相当のものまで膨らますということで、面積プラス応力降下量、両方とも大きいどりをするというを設計上考えてみたということです。物理的にはおかしい話ですが、やはり最大値を考えるとという意味合いにおいては、そういう組み合わせをまず一つの考え方のベースにしたものというのが1点です。

2点目が21ページです。済みません、補足説明資料でお手元になくて申しわけないんですが、21ページ、これが南海トラフの巨大地震の内閣府で2012年に出したモデルです。黄色いところがポイントになりまして、本当は、源栄先生のお考えですと東北地方は東北地方、宮城県は宮城県沖で考えるべきだということになります。実際3.11で起きたものがやはり最大レベルだというふうに考えておりますので、それ以上を考えるとときには他の地域を参考にしないだろうという設計的な考え方をしました。そういった意味では、南海域のものを2.12×10の2乗ということで、それ相当のものを考える上では標準の1.6倍くらいにしたほうがほぼほぼ合うということで、こういったことから割増係数を自分たちなりに編み出したといえますか、設計上、こういうレベル下で考えたということでございます。

以上、資料がなくて、申しわけございませんでした。

○座長 よろしいですか。

それでは、岩崎先生、お願いします。

○岩崎委員 30ページを見させていただくと、いろいろな場所での地震波が重ね合っているということで、これは地震が起こる伝搬はどこがスタートで、どういうふうに伝搬したという過程を置いている、その辺はどうなっているのでしょうか。

○座長 お願いします。

○東北電力株式会社 それでは30ページをご説明します。済みません、説明をはしょってしまって申しわけございませんでした。丁寧に説明します。

30ページのモデルというのは29ページを見ていただくとよろしいかと思います。29ページの前に、大変申しわけないのですが、27ページのほうがわかりやすいです。27ページの左側のモデル図で、SMGA3というところがあります。それは女川の沖合の方向といえますか日本海溝に近いところにあります。ここがまず破壊の開始点です。ここは3.11の地震の震央位置、震源位置になります。女川から約120キロ離れたところです。ここから同心円状に割れていって、各SMGAのところに星があると思います。SMGA1が一番南東端、SMGA2は東端、ここには同心円状に割れていって、星印のところにとどり着いたらSMGAがまた同心円状に割れていくというような計算をしております。なので、SMGA3から

割れが同心円状に進んでいって、一番最初にほかのSMGAにたどり着いたところからまた割れ始めていくというような計算をしております。

- 岩崎委員 それで、今回はこの順番ということを観測された結果を整理して出ているんでしょうけれども、こうなる順番の必然性というか、ほかから割れて、違う順番で割れてくるということだってあり得るんじゃないかと思うんですけども、その辺についてはどうお考えですか。
- 東北電力株式会社 まず1点。私たちは、1つの地震像を考えるわけで、まず破壊開始点は1個です。そこから順々に破壊のすべりがつながって次の断層面に刺激を与えていますから、その割れの影響を与えて広がっていくという物事の考え方をします。

今の先生のお話は、まるきり別の地震が2つあって、誘発されて起きる地震が連続して起きたらばというような考えになるかと思ひまして、今回私たちが地震像を考えている上ではそういうものをまず基本的には考えていないというのが実態でございます。

仮に考えたらどうかということになるかと思ひますが、今お話しした宮城県沖に関しましてはSMGA 2、この赤い領域が全てを支配していて、ほかの地震のものを見てもらうと振幅が非常に小さいわけでございます。小さい振幅が仮に同じタイミングで来たとしても影響は非常に小さいものだろうというふうには思っております。

- 岩崎委員 いや、それで順番、結局SMGAの3が最初に割れて、G2に次に来ていると。それがためにこういう波の揺れになっているわけで、長時間、100秒過ぎてからはほとんどほかのほうから来ているわけですね。連動とおっしゃるかもしれないけれども、そういう順番が例えば、極端に茨城県沖からスタートして順番に来たら、一番強震動の部分がもうちょっと時間がずれてくる、女川にとってはね、ということもあるんじゃないんですか。それならスペクトルは違ってこないんですかという。

- 東北電力株式会社 そうしましたら、29ページのところを見ていただくと良いのですが、今、先生がおっしゃったような事象が起きた場合にどういうふうな違いがあるのかというと、地震動に関しましては、短周期は遠いところから来ると減衰してしまいます。ただし、長周期に関しては、確かに重なり方が違ってくるかと思ひます。そういった意味では、29ページの真ん中の水平方向の黒い線と赤い線の違いが、先生がおっしゃったような話でございまして、0.5秒から長周期側に関しましては黒い線のほうが優位に、大きいかと思ひます。多分これは各領域の波が重なってこういうふうになっていることも考えられます。

- 岩崎委員 だから、長周期が合わないということはモデルができていないと、要するに場所がずれていると。順番が逆、要するにきちっと再現できないということは、場所的な効果、減衰

の効果、特に長周期の部分が再現できていないということになるんじゃないかと思うんだけど、それはどうなんですか。

○東北電力株式会社 繰り返しの説明になって申しわけないですが、27ページになります。

27ページが観測記録とこのモデルとの比較です。赤い線が計算結果で、3.11の記録は青い線。基本的に観測記録というのが事実でございまして、この青い線を赤い線が大きく上回っていることは保守的な評価と考えております。

○岩崎委員 いやいや、要するに基準地震動を設定するときに、観測結果が正しいという論理を持ち出されるといかんですよ。モデルがいいかどうかという議論をしなければいけないのに3.11が正しいという議論をされて、それはたまたま今回のケースで3.11の事象が起きただけで、逆に今言ったように順番が違うのかもしれない、何か違う事象が起こったときに、長周期の部分は再現できていない。3.11でさえ再現できていないのに、このモデルで予測されているのが正しいという理由はないんじゃないですかというところになっちゃうんだと思うんですよ。

○東北電力株式会社 済みません、続けてご説明しますけれども、先ほど来、源栄先生も気にされていて、ここは技術的にどうなのかというようなご指摘もいただいたと思います。ここは非常に広い範囲をやっていて、沖合側のモデルをつくるということが技術的にまだ未発達で、幾つかトライは自社でもしておりますが、まだ完成度がいまいちだということで合わせきれていないということです。3.11の記録も合わせ切れていないという中で、まずモデルでこういった長周期側が大きく出ている。観測記録よりは大きいというのは、まず一つ保守的であるということは確認した。じゃ設計上、ここの長周期をどう考えるかという点に関しましては、最後にお話ししたことになりますが、今先生がおっしゃったことは結局、審査のポイントになっていますが、71ページになります。

71ページが、私たちは観測記録をベースに、それを包絡するように面積全体をエネルギーとして考えて、そこに裕度を持たせるという考えでございましたが、やはり長周期に関してはまだ未解明な部分なのでここに十分な裕度を持たせることという指摘を受けて、それを水平、フラットにして、設計上、配慮することにしたという経緯でございます。

○岩崎委員 わかりました。そういう話になっているわけね。国の審査では、長周期の不明解さは承知の上でフラットにすることで保守性を担保したというふうに理解していいと。

○東北電力株式会社 私たちがそこに設計裕度を求めることは大事ですねというコメントをいただいております。

○岩崎委員 いや、だから国の審査はもうほぼ終わっているのに、どういう理解を国がしているのかというのはどなたにお聞きすればいいんですか、この場で。どういうふうに国が理解したのかというのは。東北電力の方から聞いてもしようがないでしょう。東北電力はこう理解しましたと言われてもしようがないので、国の審査ではこの後、長周期のモデルが不明解な部分はまだある部分については、これを平らにすることで十分な保守性があるというふうに考えている理由は何ですか。そこをお聞きしたい。平らにすることだけが保守性を持っているとおっしゃるのならば、その辺がよくわからない。ここで聞くのは、電力さんの説明を聞いても、国がそれでオッケーしたからいいというんだったら、宮城県の人がオッケーしなかったらということになるわけじゃないですか。国の人からどうやったらその辺の意見が聞けるの。パブコメを出したって多分、ほとんど返事は返ってこないと思うんだよね。県の人はそのようなのを聞けるんですか。ちょっと聞いてもらえますか。これは非常に重要なところで、基準地震動を設定するときの保守性が特に時間が長いほう、秒単位のところのフラット化で十分だと考えている理由を聞いてもらえませんか。電力さんはいいですよ。私もそうだと思います。フラットにするのが多分精いっぱいだと思うんですけども、それを国がどう理解しているかと。要するに宮城県の女川発電所は国がオッケーを出しているのであれば、国がどういう根拠でオッケーを出したかを県は聞いてもらわないと、その辺どういう審査をしたのかということが全然見えてこないですよ。国の審査する人が出てきてほしいくらいですよ。だって、そうでしょう。宮城県でプラントを動かすのに、動かさせてくださいと国が言ってくるのが当たり前じゃないですか。電力さんはいいですよ、立場が明確だから。国の立場が全然わからない。宮城県はただ福島事故を待っているということですか。ということになるので、やめますけれども、ちょっと聞いてもらえますか。

それと、もう1点だけ聞かせてください。その次の72ページで、継続時間が138秒に延ばされているというのは、これの根拠は何ですか。

○座長 よろしいですか。

○東北電力株式会社 それでは、継続時間を延ばした点に関しましてご説明をいたします。これも急いで大分はしょってしまいまして申しわけございませんでした。

○岩崎委員 いや、延ばした理由じゃない。138と決めた理由。

○東北電力株式会社 はい。138秒とした理由は、72ページの左下の表に書いてあるとおりでございます。継続時間を決めるのはマグニチュードと呼ばれる地震の規模と等価震源距離、サイトとその震源がどのくらい離れているかという、この2つのパラメータに基づいて継続時

間を決めるという式がありまして、それで138秒になってございます。

○岩崎委員　そこで8.3という前提で計算されているわけですね、マグニチュードが。だから、る説明されて、一番最初に8.3がいいんだよという説明されたんだけど、それは一方的な解釈で、予防線を張っていらっしゃると思うんですけども、例えばマグニチュード9.0にしたら時間ももっと長くなるでしょう、当然のことながら。違うんですか。継続時間138にする理由が等価距離と時間の掛け算だと思うのね。そうすると8.3をキープするような設定にしていると。じゃ8.3の根拠はどこにあるんですか。

○東北電力株式会社　今回のここの説明は省いてしまっていたので。

ちょっと手持ちの資料だけで、口頭だけで非常に申しわけございません。ここの8.3を用いたのは、神田ほかの検討結果で、震度インバージョンというのをやっけていまして、実際に計測震度に値するところが強震動と非常に近いのですが、その計測震度を用いて検討した結果、これがマグニチュード8.3相当の地震の規模だったというふうなものが出ています。それに基づいて8.3ということを設定してやっています。結果、8.3を用いて計算すると継続時間が約138秒になったということでございます。

138秒に関しましては、3.11の観測記録の主要動等を眺めましてもこの期間で十分な設定になっているというのを確認しているということでございます。

○岩崎委員　それでまた30ページに戻って、全体の時間を見ると130秒ぐらいになっているわけね。一番上のところは130ぐらいまで揺れていると。よく合いますねと。だから何か逆な気がするんだよね。8.3というのも。

○長谷川委員　ちょっといいですか。私、素人であれなんですけど、マグニチュードよりも等価震源距離が効いてくるんじゃないですか。遠いから、当然長くなってくるんじゃないですか。間違っているかな、ある程度直感ですが。

○東北電力株式会社　ご説明しますと、主要動と呼ばれる一番大きな揺れが続く時間はマグニチュードの大きさに決まりまして、全体の継続時間は、今、長谷川先生がおっしゃられましたように震源距離が遠いほど時間が長くなるというような、そういう計算式になっております（構成員からの声あり）そうです。138秒というのは、震源距離というもの（構成員からの声あり）はい、両方でございます。

○岩崎委員　もうやめますけれども、この8.3というのは、ある理論をもとに、よく合う3.11と余り矛盾がないという数字ということで主張されているんだけど、これが8.3でなくて8.4だとか8.5だという設定はできないんですか。保守性を例えば入れるというこ

とで、要するに8. 3で設定されている138秒のこの揺れのものが保守的であるということはどういう、時間的に保守的であるという設定には何が利いているのですか、時間的に。大きさじゃなくて震源。

○東北電力株式会社 主要動を決めるのが、先ほどから繰り返しご説明しています宮城県沖のS MGA 2という赤いところでほぼほぼ決まるわけでございます。そのほかの領域が割れて敷地に近づく際には揺れは非常に小さなものになります。揺れは小さなものになりますが、先ほど長谷川先生がおっしゃったように、遠いところから来ますので、小さな揺れが長く続くという現象は確かにあるかもしれませんが、小さな揺れが長く続いても実際問題、施設の影響というのは小さいだろうというふうに考えております。

○岩崎委員 「小さいだろう」でしょう。だって長い時間繰り返し揺れられて、中の施設が短時間よりも長時間同じにゆっくり揺れられたら違ってくるんじゃないですか。その辺はだから、要するに保守的であると。設定されている根拠はわかりましたと。3. 11なのかもしれない、とにかく地震学的には国の専門家もご満足なんでしょうけれども、宮城県の我々からしたらこの地震動の設定が保守的であると、そういうことをお聞きしたいんで2点お聞きしているわけです。先ほどの長周期のところと直に関係するマグニチュード8. 3の設定はいいんですかということをお聞きに思ったので、何か十分お答えいただけないような気がするんですけど、ちょっと納得いきませんが、時間もあるので。

私はこれで終わりにします。

○座長 事務局、お願いいたします。

○事務局 先ほどの岩崎委員からの国へ県として聞くべきだというご質問に対しましては、我々のほうで長周期の保守的な部分は、水平フラットの部分の審査の状況を確認させていただきまして、確認の後に検討会等で報告等をさせていただきたいというふうに考えてございますので、よろしくお願いいたします。

○座長 よろしいですか。はい。今、岩崎委員からの質問があったように、保守性についてもうちょっとわかりやすく説明するようになっていただけますかね。宮城県の住民の方々がわかるようなご姿勢だというふうなことの説明というふうにお願ひできればと思います。

○東北電力株式会社 これ以上はあれですが、1点、継続時間が長くなるということは、物理的に考えると、先生もちょっとおっしゃっていましたが、長い周期が少しずつは重なります。実際に重要な施設に関しましては、そこまでのものは基本的に必要なくて、そういった長周期はどちらかというと津波に関係するような領域であって、それは耐震性というよりは耐津

波性というところでの議論になっていくかなというふうには認識しております。

○座長 そういうところも含めまして。

じゃ、兼本先生、お願いします。

○兼本委員 今回の議論にちょっと絡んで最初に聞きたいと思っていたのが、私自身、耐震、地盤の基準地震動の専門家じゃないので、技術的な質問ではなくて単純に思った疑問が、岩崎先生のおっしゃったように、規制庁と電気事業者で説明をした上で、こういうふうに保守的な方向に改善しなさいという経過を説明いただいたんですけども、その両方でどういう議論で、ないしはどういう理由で保守性のところになったかという経緯がここに書いていないので議論がかみ合わない。私自身はどちらが妥当かという評価する技術的な知見は持っていないんですけども、両方の議論・主張を聞いて、両者がちゃんと評価をしているかどうかというのは我々評価できると思うので、今の説明を聞いても多分混乱すると思いますので、それを今後、心がけてもらうのかぜひ教えてほしい。それは長周期の問題ですし、結果的にこのプラントにそんなに影響を与えないという気はしていたんですが、審査のやり方で大事なところかなというところでコメント差し上げたいなと思います。

もう一つはクロスチェックですね。今回非常に精緻な解析をされていますけれども、いろいろな学会なり規制庁なりでその説明を聞いて、いい悪いという判断だけではなくて、いろいろな要素ごとにクロスチェックはしているんだろうと思うんですが、その全体の体系がわからないので、今度、我々の説明だけでいくと、電力会社のきょう説明を受けたものが全部正しいということだけで理解しないといけないんですね。その辺をどれが正しいということではなくて、どういう体制でこれを評価し直したかというのはぜひ今後教えてほしいという。

もう一つついでに、これは従来からの話だと思いますが、非常に精緻な解析してあるんですが、これは今後新しい知見が出てきたらその都度見直すというのが新規基準と理解しているんですけども、新しい知見は規制庁から出るのか、事業者がトリガーになるのかだけは教えてほしいなど。2本です。

○座長 それでは、ご回答をお願いします。

○東北電力株式会社 原子力の平川と申します。

今後の政府としましてどうなるかということだと思いますけれども、まず今の時点で一番新しい知見で審査を見ているというのが現状で当然のことですけれども、今後の知見をどうするかということだと思います。

今後は、今議論されている制度上は、定期的に発電所の安全性を確認するという、これから

手続をすることになっております。その時点で、事業者が集めた新しく盛り込むべき知見というものは、我々からこういう知見があって、それはうちのサイトに盛り込むべきだということで今回の検証と申しますか、確認の中に盛り込んでいきましょうという報告を定期的にしていくこととなりますので、報告書中には、多分その間のいろいろな知見が出てくることだと思いますけれども、今後は規制庁さんのほうでその知見に対して直ちに何がしか話をすべきだということになれば、その時点で即、何がしか指示文書が出るということになるかと思えますけれども、そこまでのものでなければ、我々の定期的な安全性確認の中で織り込んでくださいという形になるかと思えます。

○兼本委員 定期的といったら10年とかですね。

○東北電力株式会社 はい、そうです。

○兼本委員 わかりました。

○座長 鈴木先生、お願いします。

○鈴木委員 鈴木でございます。

先ほどの岩崎先生のご質問のことについては、私、全く同感で、ぜひその辺ははっきりさせていただきたいなというふうに思います。

私の質問はちょっと別なんですけど、地震学の最近の知見を含めた相当幅広いものを取り入れられて、多面的にモデルの位置を変えてやっつけていってらっしゃるということについては高く評価をしたいと思うし、非常によくやっつけていってらっしゃるなというふうに思うんです。

ただ、私は機械屋ですので、構造の今度は応答側から言うと、できたらぜひお願いしたいと思うのは、さっき源栄先生も触れられた応答スペクトルの話ですが、ご説明の中で応答スペクトルをどうやってつくるかと、そういうのはあったんですが、一番基本的に、小さく書いてあるからわかりません、これはダンピングを5%でやったものを全部比較していらっしゃいますよね。このことについて私はどうこうということじゃなく、5%というのは一定の基準値としていろいろ検討されているということで、それはそれでいいと思うんですが、ただ、これだけ入力側、つまり地震の現象側で細かく検討されているとすれば、それから先ほどから出ている不確かさとか保安側とか安全側だとかという質問をするとすると、応答スペクトルだけは5%に完璧に固定して、全部それで比較しているというのは、私としてはもう少し検討してほしいと思います。その理由は、建築サイドでは5%というのは一定の基準としてずっと使われているというのがよくわかりますが、実は原子力サイトの中にも5%より減衰の低いものが結構あります。例えば建屋の中の機器系はかなり剛に設計されておりますけれども、それ以外のもの

のについてはかなり柔軟というか、耐震上問題はないとしてもダンピングが例えば2%とか、もしくは場合によっては1%ぐらいのものもあるかもしれません。その辺の応答スペクトルの揺らぎが一体どうなっているのかという検討を全くしていないというのはいかがなものかなど。

それでお願いなんです、そんな全般的にやる必要はありません。どこかポイントを、条件を限定されて、ダンピングが違った場合の不確かさ、その辺をぜひ検討していただければありがたいなと思うんですが、そういう議論は今まで余り出なかったんですか。ダンピング5%だけで絶対いいということについてのちょっとしたコメントです。よろしくお願いします。

○座長 お願いします。

○東北電力株式会社 原子力の平川でございます。

先生ご存じのとおり、設備それぞれで見ますと、必ずしもダンピングといえますか減衰率は5%だけではありません。ただ、現状は、一応地震動そのものの議論をするときにはまず建屋がどう揺れるかが最初の入力になりますので、まず5%で固定しているというやり方だと思います。ただし、我々としましては、当然設備に関しては先生がおっしゃっている1%のものが（「1%はないと思いますが」の声あり）結構、J E A Gなんかの基準上では1%、2%、2.5%、いろいろございます。社内的には、地震動を決めるためには、それぞれの設備の減衰率ごとにどういった地震といえますか、応答スペクトルになるかというのは当然チェックしておりますので、その中身については把握しております。

あと、手続的にはどうなるかということになるかと思えますけれども、現状、設置許可の段階では、まずは地震動そのものの設定と、あとそれに対します耐震設計をどのようにするかと、方針のところがございますけれども、この後の工事計画認可申請といった手続がございます。いろいろな地震動を受けまして各建屋がどう揺れるかというデータを出していくわけですが、その中には減衰率を5%だけではなくて、評価の対象になる設備ごとに1%なり2%なり2.5%なりのスペクトルをつくりまして、それに対して評価をしていくということになりますので、そのデータも工事計画認可の書類で出しています。これまでも出しておりますけれども、そういったことになりますので、そういった段階では非常に皆さんにもわかる形にはなろうかと思えますけれども、現状ではまずは地震動そのものをどう設定するかという議論でしたので、そういった意味では他の減衰率にしたときにどうかというのは直接ちょっと今の審議では見えない形にはなっております。

○鈴木委員 おっしゃっていることは了解しますが、とにかく入力側について非常にばらつきとか大変な検討をされている割には、それを比較する基準として応答スペクトルを使っているわ

けで、その応答スペクトルが5%にフィックスされているというのはやや物足りない、もう少しその辺については何かあっていいのではないかなという意見ですけれども、今のご質問の、今後の中でそういうことが生かされてくるのであれば私は結構だと思います。ありがとうございました。

○座長 そのほか。栗田先生、お願いいたします。

○栗田委員 私の質問は何かというと、資料-1の別添のところの岩崎先生の質問、つまり、「過去に想定した地震を上回る地震が発生した理由について確認してもらいたい」ことです。要は1995年、兵庫県南部地震以降、地震については記録を塗りかえられて、常に最新の、最新の知見となってきている。そして、現段階で最新の知見を取り入れて今回の地震動の設定になった。じゃ今後10年間、先ほど言ったように、これを上回る地震が起こらないということではなくて、また起こるかもしれない。それに対して建屋の余裕はどのくらいあるのか、それが一番大事だと思いますね。あと鈴木先生からでた質問の機器ですね。建屋と機器のそれぞれについて、今設定した地震動を大きくしたら、どう大きくするかは知らないけれども、どのくらいの余裕があるかを示していただきたいと思っています。

○座長 お願いいたします。

○東北電力株式会社 原子力の平川であります。

了解いたしました。先ほど申しましたとおり、今回、許認可の手続の中では、まず地震動の設定と、その後、次の段階で建屋の状況を確認して、その次でまた建屋の中にある機器の確認という順番で作業は流れるということになりますので、最終的に恐らく先生がおっしゃっているような建屋がどうなるかという話と、その中の機器がどれだけまだ余裕があるのかという話は段階としてはまた次になりますけれども、いずれ先ほど申しましたとおり工事計画認可という段階では当然その数字を出しますし、どのくらいの力が入っているかという数字を出します。それに対しまして、今、考えている請負者はどういうふうに考えて評価手法を使っているかというのも比較できるように提示をしますけれども、恐らく多分ですけれども、今後、設置許可段階でも、そこら辺、基本設計の方針の説明のところ、我々としましては従来使ってこなかった手法も使いたいとかいろいろな説明を今からしていきますので、その段階で評価になりますけれども、それを使ったときにはこれくらいになりますという説明を当然していくことになりますので、その中で多分ご説明ができるんじゃないかなというふうに考えております。

○座長 よろしいでしょうか。

じゃ、首藤先生、お願いいたします。

○首藤委員 多分すごく専門的なことを随分わかりやすくご説明いただいたのかなというふうに思っております、素人ながら、大分いろいろなことを考えて起こり得そうなことを今のわかる範囲で考えられたということは十分理解できたのかなというふうに思います。

ただ、普通の技術屋さんでない人間だとすると、先ほどから出ている保守性とか余裕とかということが技術的な説明では多分なかなかわかりにくい、というところがあって、こういう言い方がもしできるのならしていただきたいなと思うんです。東日本のときに千年に1回の地震・津波でしたというふうなお話があったと思うんですが、今回設定された基準地震動よりも影響が大きい地震が起こる可能性は、例えば何年に1回とかそういうのを言っていただくことはできますか、という質問です。

○座長 お願いします。

○東北電力株式会社 平川でございます。

1 ページを開いていただきますと、一番最初にお断りさせていただいた中で、基準地震動、年超過確率については今審査中で、また後で説明させていただきます。今回の審査の中で言うと、基準地震動は当然何がしか設定いたします。ただ、その基準地震動を上回る可能性はないのかどうかというのを確率論的に評価して、それを参考として見ますということになっております。ですので、そちらの審査が進んでくれば、今回我々が設定した基準地震動なるものが、確率論的に例えば1万年に1度の地震なのか10万年に1度の地震なのかというところが見えてきますし、逆にそれを上回る地震がもし起こるとしたら、それはどのぐらいの可能性なんだろうかということも評価として出てくることとなりますので、それを見ていただくと、多分先生のご質問にお答えできるのではないかなというふうに考えております。

○首藤委員 ありがとうございます。

○座長 長谷川先生、お願いします。

○長谷川委員 今、首藤先生のおっしゃったことに関連するんですけども、結局は、例えば千年に1回とか10万年に1回とか、3.11の以前のとき、例えば千年に1回起こったことがあったのに保安院段階で知らせなかったんですね（今はそういうことはありませんけれども）。口の悪い言い方をすると、確率論的にはアメリカなんかですと10のマイナス5乗（10万年に1回）がスタンダードなんですね。10のマイナス5乗なのに、千年に1回というのは10のマイナス3乗なんですね。それを、私の後知恵で保安院の取り組みを知らないものから、福島委員会なんかでも津波の全然検討もしなかったのに、何の不思議も感じなかった。そういうことが今はもうないと思うんです。ただ、平井さんがおっしゃったように、やっぱり

確率論的な取り組みというのは非常に大事で、新聞報道によれば近いうちにA B C Dに分けるとか何とかということに取り組むという報道で、何年か以内に進めるということでもありますので、その前段階的な情報でも何かデータがないと、やっぱり首藤先生でなくても私も実際問題としてどうなんだと思います。今までのところは確かにいいとカバーしていると思われる。それはそれで全てなのかなという疑問も当然湧いてくるんです。

それから、確率論（の考え方が規制に取り入れられる）というのはかなりはっきりしてくると思うんです。もちろん確率論的な取り扱いに問題がないわけじゃないんです。だけど、それを一步一步バージョンアップしていくしか私はないと思うんです。ですから、そこらのところを率直にわかる範囲内で、今度のときにあるんだと説明予定となっていますから、そこをもう少し県民の懸念というものを頭に入れて説明を期待したい。本来は専門委員が少しウォッチしていなければいけないでしょうけれども、なかなか力が及ばないのも実情です。そこを電力さんのほうでできるだけフォローしていただきたい。我々も確率論的な問題点をよく理解する努力しますが、それから県のほうでも規制庁に問い合わせるなり（質すなり）して、国民・県民に知らしめるという努力を求めたいと思うんです。一般論では私素人なものですから、ただ、その確率論の基本的な本質的な観点を抜けて細かいことを言われても困るのが現状です。

○座長 そのほかご質問ございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、時間も早いんですけれども、地震についての本日の議論を終了したいと思います。

ここで10分間休憩をとりたいと思います。3時半から再開をしたいと思います。よろしくお願いたします。

〔休 憩〕

○座長 それでは、議事を再開いたします。

・（2）津波（基準津波）

○座長 次は（1）各論点の説明・検討のうち（2）津波につきまして、東北電力株式会社から説明をお願いいたします。

○東北電力株式会社 東北電力の土木建築部の平田でございます。

資料－3、自然現象等のうち（2）津波：基準津波に関する関連質問へのご回答についてご説明させていただきます。本ご説明は、お手元の資料－1別添の3ページ、意見No.51のどこ

ろに7つ関連質問がございますが、こちらについてのご説明になります。

それでは、1ページをごらんください。

本日のご説明内容でございます。津波関係では、これまで第2回、第6回、それから前回の第12回検討会にてご説明させていただきました。本日は下の枠で囲んだ部分で、第12回検討会でいただきました質問事項についてご説明させていただきます。

2ページの目次をごらんください。

前回いただきましたご質問の内容をこれら6項目に整理いたしましてご説明させていただきます。

それでは、順次ご説明させていただきます。

3ページをごらんください。

まず、第1章の不確かさの考慮についてでございます。前回検討会におきまして、上の青い枠ですが、「『不確かさ』の考慮の検討にあたり、どのようなロジックでその手法を選択したのか」とのご質問をいただきました。

津波高さに影響を与え得る津波波源特性、こちらは波源の位置とか走向、地震の破壊開始点や破壊伝播速度などがありますが、それから計算誤差というものは“不確かさ”として多くのケースの数値シミュレーション、パラメータスタディを実施して考慮しております。これらはいずれも確定論的な検討に含まれるものでございます。

前回検討会では、下にありますようなスライドがございました。その中の左下の図のように長方形のモデル、いわゆる矩形断層モデル、あるいはその右の不均質モデルといった基準断層モデルをまず設定します。その後、右上のほうの赤い枠で囲みましたパラメータを変化させて数値シミュレーションを行う部分、こちらが実は不確かさの考慮に該当しておりまして、土木学会による考え方や手法を参考として検討してございます。

それでは3.11型、それから津波地震、海洋プレート内地震といった各タイプの津波評価におきまして、不確かさの考慮をどのように行ったかについて順次ご説明いたします。

4ページをごらんください。

ここから3.11型の地震に伴う津波、こちらが10ページほど続くのですが、ここに前回お示ししました評価フローを再掲しております。このフローの中で不確かさを考慮している部分は大きく2カ所ございます。1つは、①の破壊伝播特性に関する不確かさとして破壊開始点、破壊伝播速度の不確かさを考慮していることと。それから②として、プレート境界面というのは確定しているものですので、断層モデル全体の位置としては固定するのですが、大すべり域、

超大すべり域、これらの位置の不確かさを考慮しております。なお、②の位置の不確かさについては、評価フロー上では保守的な基準断層モデルを設定するプロセスの中で考慮しております、青いバーの基準断層モデルの設定の中に組み込んでございます。

5ページをごらんください。

前回の検討会では、不確かさに関してもう1点、「審査における主な指摘事項について、最も厳しい位置となっていることは確認することとあるが、最も厳しいものであることをどのように確認したのか示すこと」とのご質問をいただいております。こちらが前のページで、②の超大すべり域、超大すべり域の不確かさの考慮に該当するものとなります。

基準断層モデルの設定に当たりまして、次に起こる3.11型の地震は、2011年に発生した3.11地震と同様の破壊形態で発生するとは限りません。これを踏まえて、発電所の津波高さに与える影響が大きい宮城県沖の破壊位置に場所的な揺らぎが存在する可能性を考慮しまして、大すべり域、超大すべり域の位置を検討してございます。具体的には、南北約10キロメートルの単位で移動させた検討を実施しております。

下のフロー図の赤い破線で囲んだ部分でございますが、申請時は断層の長さ500キロ、これの約10%の50キロで超大すべり域を移動させて検討したのですが、審査のコメントを踏まえまして、断層長さの約2%、10キロメートル単位でより詳細に超大すべり域を移動させて検討してございます。その具体的な内容と結果として6ページをごらんください。

左の広域の津波特性を考慮した特性化モデルでご説明いたしますが、これは基準断層モデル①というもののベースとなったものですが、10キロメートル単位で移動させた数値シミュレーションの結果が上の表のとおりでございます。移動距離を横軸、それから敷地前面での水位上昇量を縦軸にしてプロットしたものが下のグラフでございまして、赤くマーキングいたしました北へ約30キロのケース、こちらでピークを捉えているというものでございます。この位置で基準断層モデル①として設定したということでございます。

同じように、右の宮城県沖の超大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルについても同様な検討をしてございます。

7ページをごらんください。

先ほどの4ページで、①の破壊伝播特性に関する不確かさについてご説明いたしましたが、それに関する詳細でございます。各種の特性化モデルを対象に破壊開始点、破壊伝播速度、それからライズタイムという3つのパラメータの不確かさが発電所の津波高さに与える影響を定量的に把握してございます。検討内容を表にしておりますが、パラメータが3つありますので、

どれか2つを固定して一つだけ変化させるという検討を実施しているということでございます。

なお、ライズタイムは、先ほど基準地震動の説明の中でもありましたが、※1に注釈があります。すべり破壊を生じる際の破壊開始から破壊終了までの時間のことでございます。

8ページをごらんください。

破壊伝播特性の検討を行う際の比較方法ですが、水位上昇側については、下の中央部の地図のように敷地前面、これが南北方向ですが、ここにおける最大水位上昇量をその上のグラフで比較いたします。それから水位下降側については、対象が取水口になりますので、右のほうの地図のように取水口前面における最大水位下降量をグラフで比較いたします。

それでは、各パラメータの比較ですが、9ページをごらんください。

まず、破壊開始点を変化させるとどう変わるかという影響検討結果ですが、下の図で水位上昇側、表の上のほうです。水位上昇側では、基本ケースの赤い線に対しまして水位が大きく上昇する破壊開始点が存在します。それから水位下降側、下段ですが、基本ケースの赤い線に対して水位が大きく下降する破壊開始点がございませう。

10ページをごらんください

次に、破壊伝播速度を変化させた場合ですが、下の表の水位上昇側の欄です。こちらでは赤い線の基本ケースに対して水位が上昇するケースが存在しますが、その上昇量は黒い波線で示しておりますが、これは前の9ページの破壊開始点のグラフを持ってきたものです。これと比較しますと、破壊開始点の不確かさの影響よりは小さくなっております。一方で下降側では、右のほうの宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルでは、破壊開始点は不確かさの影響よりも大きくなってございませう。このため、後でご説明しますが、この破壊伝播速度というものも不確かさとして追加して考慮することといたしました。

11ページをお願いいたします。

次に、ライズタイムの影響ですが、まず、水位プロットです。水位上昇側、下降側とも、このグラフで見ていただくように、破壊開始点の影響よりもどちらも小さいという結果となっております。

続いて、ライズタイムの影響のもう一つですが、12ページをお願いします。

取水口前面の水位時刻歴波形で比較しますと、下に表がありますが、各ケースの取水口の敷高を下回る継続時間、これが基本ケースよりも短くなっております。ということは影響が小さいということで、11ページ、12ページを考えますと、ライズタイムによる影響が小さいという結果でございませう。

これらのまとめとして、13ページをお願いします。

このように定量的に検討した結果、破壊開始点の不確かさが発電所の津波高さに与える影響と比較して、水位上昇側が破壊伝播速度とライズタイムの不確かさの影響は小さいですが、水位下降側につきましては破壊伝播速度の不確かさの影響が大きいと、そういうモデルもあるということを確認いたしました。この結果を踏まえて、原子力規制委員会の津波の審査では、下のフローの朱書きしている部分で、破壊伝播特性に関する不確かさに破壊伝播速度の不確かさを追加することといたしました。

以上が3. 1.1型地震の不確かさの考慮についてでございます。続いて、津波地震の不確かさです。14ページをお願いします。

津波地震につきましては、評価手法が体系化されております土木学会（2002）という文献、こちらを参考として評価しております。下にフローがありますが、不確かさの考慮としては、波源位置及び走向を変動させた概略パラメータスタディ、以降パラスタと略させていただきますが、これを実施して、各評価位置で水位上昇量及び水位下降量が最大となるケースについて、傾斜角及びすべり角を変動させた詳細パラスタを実施いたしました。

15ページをごらんください。

その具体的内容ですが、5ページのご質問で、最も厳しい位置の確認についてのご質問をまた再掲しておりますが、こちらにも関係いたします。

位置の変動範囲については、発電所で最も影響の大きい波源位置を評価するために、発電所の津波高さに与える影響が大きい波と思われる範囲を対象として10キロメートル単位で移動させております。こちらは申請時は20キロでしたが、より詳細に10キロ単位で検討したというものです。それから、走向傾斜角、すべり角の変動範囲、これらについては、土木学会（2002）の手法を参考に設定しているということでございます。

以上が津波地震の不確かさの考慮のほうでございます。

16ページをお願いします。

続いて、海洋プレート内地震についての不確かさの考慮方法ですが、先ほどの津波地震と同様に、評価手法が体系化されております土木学会の手法を参考として評価しています。

下の評価フローのとおり、波源位置及び走向を変動させた概略パラスタを実施して、各評価位置で上昇・下降量が最大となるケース、これを抽出してその後、傾斜角及び断層上縁深さを變動させた詳細パラスタを実施いたしました。先ほどの津波地震はプレート間地震の一種です、こちらと違うところは、位置と走向の不確かさの中で、南北方向だけではなくて東西方向の位

置・走向の不確かさも考慮したこと、また、それから傾斜角についても、西落ち傾斜だけ申請時はやっていたんですが、東落ち傾斜もあるのでないかということで両方考慮したということでございます。

17ページをお願いします。

こちらは海洋プレート内の詳細ですが、南北方向の位置の不確かさの考慮方法です。ほぼ先ほどの津波地震と同様で、10キロ単位で動かしているということでございます。

18ページをお願いします。

前のページは南北方向でしたが、今度は東西方向の不確かさです。東西方向の不確かさを考慮する際の地震規模ですけれども、1つ目の黒い四角にありますように、地震調査研究推進本部の評価を踏まえますと、海溝よりも西側のほうが地震規模は8.6よりは小さいと考えられますが、この津波評価においては保守性を考慮しまして、東西方向の不確かさを考慮する際もMwは8.6で一定としています。それから2つ目の黒四角、東西方向の位置の不確かさについては、東西100キロの範囲を10キロメートル単位で変動させています。ほか、記載のとおりでございます。

19ページをごらんください。

詳細パラメータスタディのほうですが、下の表のとおりでございまして、傾斜角と断層上縁深さというパラメータを変動させております。前段の先ほどの概略パラメータスタディのほうで、東西方向の位置の不確かさというものを追加しましたので、朱書きしております海溝から西側における断層上縁深さという不確かさもここで追加になってございます。

以上、不確かさの考慮方法についてご説明をいたしました。

20ページをお願いします。

第2章でございますが、津波地震の地震規模についてでございます。前回の検討会で「『津波地震』の地震規模(Mw)を申請時の8.3から8.5に見直したことが津波評価にどの程度影響するのか定量的に明示すること」とのご質問をいただいております。

津波地震については、申請時はこの上の段の明治三陸地震津波の再現モデル、こちらがMw 8.28ですが、これをベースとしてMw 8.3の基準断層モデルを設定しておりました。しかし、原子力規制委員会の審査を受ける過程で、より保守性を確保することが必要と判断しまして、下の段にありますようにMw 8.5に見直しました。右のほうに津波の痕跡高と計算値の比較図がグラフでありますけれども、計算値の黒い線の右のほうに青い小さい枠がありますが、この辺の破線で囲んだあたりが発電所の位置になります。8.5のモデルは8.3よりも

大きな計算結果になっていることがわかると思います。

ちょっと話はそれますが、右のグラフにあるような津波痕跡ですね、こういうものはこの検討では左のほうに表がありますように、伊木、松尾などの文献を参照しているのですが、東北大学さんで過去の文献情報も含めた津波痕跡データベースが整備されておりまして、我々としては、そういった情報も参考にしながら検討を進めております。

お話を戻しまして、このようにMwを8.3から8.5へ見直しておりまして、その定量的な比較ですが、まずは8.3の結果について21ページと22ページ、上下見開きになると思いますが、そちらをごらんください。

上のほうが概略パラスタの結果、そして下の22ページが詳細パラスタの結果でありまして、もう一回めくっていただくと8.5の結果があります。数値でいきますとわかりにくいのですが、おおむね8.5のほうが数値的に大きくなっているということでありまして、22ページ、24ページで両方ですが、青いハッチングをかけたところ、これが決定ケースというふうになっています。

25ページをごらんください。

これは図で比較してみたものですが、上が8.3、下が8.5です。数値はいずれも8.5のほうが大きいのですが、傾向としては左の図、上下を見ていただきますと、左上の敷地の北側のほうで最大が出ている、それから右側の波形図を見ますと上下、大体形は似ている、しかし8.5のほうがピーク、最大値が大きいといったような傾向が見て取れると思います。

26ページをごらんください。

水位の比較を数値などでしてみたものですが、敷地前面や取水口前面などの各位置における水位上昇が最大ケースの一覧を表でお示ししています。そして地震で沈下するような場合、その沈下量を加算した相対的な津波水位でお示ししてございます。また、これらの数値だけではわかりにくいと思ひまして、左下にグラフで表現いたしました。8.3が黄色い線、8.5が緑色の線になります。それから津波地震について8.3から8.5に見直したことで、敷地前面では約2mぐらい水位が高くなっております。しかしMwを見直しましてもグラフの赤い線、これが3.11型の地震になりますが、これは基準津波を決定しているものです。こちらよりは低い結果になるということを確認してございます。

津波地震の地震規模のご説明については以上でございます。

それでは、27ページをお願いします。

続きまして、第3章防潮堤工事についてでございます。前回の検討会におきまして「基準津

波を設定する前から防潮堤工事を進めているが、『結果ありき』の評価となっていないことを説明すること」とのご質問をいただいております。

文章、4点ほどありますが、まず1点目です。3. 11地震以降、当社では3. 11地震や南海トラフなどの最新知見を取り入れまして自主的に津波評価を実施し、発電所敷地前面に到達する津波の最大遡上水位をO. P. + 23. 1mと評価しました。これを踏まえつつ、より安全性を高めて地域の皆様にご安心いただくため、防潮堤かさ上げ工事を開始いたしました。こちらについては、右にありますように、平成25年5月でしたがプレス公表をしております。2点目で、その後の新規制基準、これを踏まえて津波評価を実施したこと。それから3点目、審査を経まして、基準津波についてはおおむね妥当という評価をいただいたことを書いてあります。4点目ですが、防潮堤工事は継続中でございますけれども、新たな知見の反映等により追加工事が必要となった場合には適切に対応するというと考えておりまして、このように防潮堤は新規制基準の制定以前から自主的に工事を進めているものでございますが、決して「結果ありき」ということではなくて、今後も審査は続きますので、追加工事が必要な場合には適切に対応してまいります。

以上が防潮堤工事についてございます。

28ページをごらんください。

第4章としまして、津波シミュレーションの計算精度についてでございます。前回検討会の関連質問としまして、「津波数値計算の結果として4桁の数値が示されているが、計算誤差、精度はどの程度か。4桁の有効数字を示すことが出来るのか」とのご質問でありました。

不確かさを考慮する際のパラメータスタディにおきましては、各ケース間の比較が必要でございます。そのため小数点第2桁、場合によっては第3桁になりますが、ここまで表示して比較をしてございます。数値計算に含まれる誤差というものも踏まえますと、小数点2桁までの精度はないと考えられます。そのため最終的な基準津波の評価といたしましては0. 1m単位で切り上げて評価してございます。下に、21ページにありました表の一部を再掲してございますが、例えば赤で囲んだ部分で比較しよういたしますと、数値的にはわずかな差ですので、ケース間の比較のためには2桁まで見て比較しているということでございます。

続きまして、29ページをごらんください。

小数点第2桁ほどの計算精度はないという数値シミュレーションですが、どういったことで妥当性を確認しているかということについてございまして、原子力発電所における津波予測計算ではこの前段で、このページにありますように既往津波の再現解析を行っています。再現

解析においては、土木学会の再現性の目安、こちらが右下のほうに書いてありますが、こういうのを満足することで妥当性並びに断層モデルの妥当性を確認してございます。

下の図で3. 11地震による津波の再現モデルを左の図のように設定して数値シミュレーションを行って、右の図の赤い丸、こちらが痕跡高になりますが、これらをどの程度再現できるかということを確認します。そして下の表でKと κ の数値がありますが、土木学会の再現性の目安を満足するということを確認しているということでございます。

30ページをごらんください。

津波シミュレーションにおける誤差等の考慮について、土木学会ではここに枠で囲みましたように述べられておりまして、前半の部分は省略して、後半の文章のそのまた後半の部分ですが、断層モデルの諸条件、つまり「断層パラメータを合理的範囲内で変化させた数値計算を多数実施し、その結果得られる想定津波群の中から、評価地点における影響が最も大きい津波を設計想定津波として選定することにより、上記①～③を考慮した設計津波水位を得ることができる」というふうにしています。これを踏まえて当社では、下の囲みのように、適切な計算条件ですとか計算結果の確認を行ったり、その他、シミュレーションの妥当性については、痕跡データが多数存在する津波によって確認していますということでございます。

4章については以上でございます、31ページをお願いします。

次に、第5章ですが、港湾構造物による津波水位への影響についてでございます。

前回検討会の関連質問として、「最大水位上昇量は、港湾内の防波堤などの構造物によって変化していると思われる。これら構造物は、考えている津波（地震）によって損傷を受けることはないのか」とのご質問をいただきました。

下のほうに前回検討会のデータ集の12ページを再掲してございますが、基準津波の評価においては、防波堤ありの条件に統一しております。ただし、このページのように、防波堤がないとした場合に津波水位にどう影響するかを確認してございます。なお、港湾内の構造物が地震によって損傷を受けることを想定して、耐津波設計において、これは今後ご説明予定ですが、こちらにおいては、設計の基本となる入力津波の算定の際に防波堤の損傷を考慮した地形モデルによる数値シミュレーションを説明する予定でございます。

32ページをごらんください。

最後の第6章ですが、年超過確率についてでございます。前回検討会のご質問として、「津波ハザード曲線はどのような考えから導かれたのか、またその意味するところは何かなどもう少しわかりやすく説明いただきたい。特に横軸の津波水位は中央値を示すものであり、その

値を超える確率であることなどをよく説明していただきたい」とのご質問がありました。

前回、下にお示ししましたスライドで、基準津波というのは、ちょっとおさらいですが、発電所の位置ジャストのところじゃなくて沖合の10キロの点で定義をいたしますということ。それから基準津波を超える確率は10のマイナス6乗から7乗という確率であるということをお前回ご説明しましたが、今回、超過確率を参照する意味合いについて少々補足させていただきます。

33ページですが、確率論的津波評価を行う背景としまして、こちら記載がありますが、確率論的な評価は3.11の以前から検討されておりました。3.11に伴う1F事故の教訓から、新規制基準では、設計を超える津波に対する耐性確保のため確率論的津波リスク評価を行うこととされております。こちらが津波PRAというものでございます。この津波PRAの基礎データとなるものが津波ハザード曲線でございます。下線を引いた「設定を超えた津波」が発生する確率を把握するために基準津波の年超過確率を参照しているというものでございます。

34ページをごらんください。

また、ご質問の続きとして「基準津波の策定は、確定論的に行われること、ただし津波波源特性や計算誤差は、“不確かさ”として考慮されることなどもはっきり分かるように示すこと」とのご指摘がありました。こちらについては、先ほど第1章などのほうでご説明したとおりでございます。

また、下のほうの最後の質問で「津波ハザード曲線に“全体（算術平均ハザード）”との凡例があるが、文字通り解釈すれば、津波地震など各津波のハザード曲線の算術平均を“全体”として示しているように誤解する。意味するところは、各タイプの地震による津波の算術平均ハザード曲線を求め、それらの総和を、“基準津波”のハザード曲線とするのではないか」というご指摘がありました。こちらについてはご指摘のとおりでございまして、各タイプの津波の算術平均ハザード、これが右の図の色つきの線でございますが、これらの総和が黒い線、基準津波の津波ハザード曲線でございます。今後ご説明する際には、気をつけるようにいたします。

次のページに参考として示しておりますが、これは今の色つきの各津波ごとの津波ハザード曲線を実際に求めるときのやり方をご説明したものでありまして、こちらは参考にしていただきたいと思っております。

以上、前回検討会のご質問についてのご説明でございます。

以上でございます。

○座長 ありがとうございます。

初めに、この点につきまして、欠席の先生から何かコメントがありましたら、事務局からご報告をお願いします。

○事務局 はい。今回ご欠席の先生からのコメントはなかったことを報告させていただきます。

○座長 はい。それでは先生方、何か質問等がありましたらご発言をいただきたいと思います。今村先生、お願いいたします。

○今村委員 まず、私のほうから今回の説明に対してコメントさせていただきます。まず、それぞれの質問に対して大変丁寧にご説明はいただいたと思います。ただし、非常に専門的な内容ですのでこれで十分かどうか、それぞれの質問した先生方から再度確認をいただきたいと思っています。

これを全て理解するためには、津波についてのかかなり専門的な知識がバックにあってのご説明であるかと思えます。実はそのためにも、例えば一番冒頭に、30ページとか33ページのような、今回の評価の中で、誤差とか不確実性というものが全体でこういう構成であって、不確実というのは波源に関して考慮しているとか、また、今回はシナリオを対象とした確定論的なもので、一方、確率モデルというのはこういうときに必要で、こういうふうにご利用するのだという前段の説明があったほうがよかったと思います。もちろん今回はそれぞれの質問に対して答えていただいたのでこの順番になるということは理解できますけれども、全体の基準津波の考えというところをご説明するときには、しっかり基本のコンセプトのご説明が最初にあって、個々の細かな検討事項がそれ以降にあったほうがよろしいかなと思います。

まずは全体のコメントです。

○座長 何かお答えはありますでしょうか。

○東北電力株式会社 東北電力の平田でございます。

ご指摘の件、全体のコンセプトをはっきりさせてから各論の詳細の細かい話を進めるほうがわかりやすいということは、そのとおりだと思いますので、今後そのような形で進めてまいりたいと思います。ありがとうございます。

○座長 それでは、そのほか。兼本先生、お願いいたします。

○兼本委員 非常に精緻な内容で、技術的には理解は十分し切れていないと思うんですが、さっきと同じ趣旨で少しだけ質問させていただきたいんですが、例えば15ページです。パラメータサーベイで、20キロの範囲、位置を移動して申請したものを、審査コメントで10キロに変更したというところの審査のやりとり。

それから同じくほかのところにも、18ページ、地震調査研究推進本部の評価を踏まえて10キロ単位で移動させましたと、こういう表現があるんですけども、このコメントに添ってパラメータを変えてどの程度精度が上がったというか、意味がある分解能だったのか。それから10キロで移動させるのであれば、50キロまでというのを例えば70キロとか90キロまでふやしたほうがよかったんでしょうかという技術的な根拠がもしあるのであれば説明をいただきたいなど。

もう1点は、この答えを聞いてから。

○座長 ご説明をお願いいたします。

○東北電力株式会社 東北電力の平田でございます。

例えば15ページで、20キロから10キロに変更したときのまさに審査のやりとりと申しますか、それが集約されたのが「最も厳しい位置となっていることを確認すること」と。いわゆる最も保守的な評価になっているのかという一番影響のあるものを探しているかという趣旨の……

○兼本委員 とうか、20キロを10キロにして新しい知見が得られたのでしょうかという。

○東北電力株式会社 10キロ単位で検討した結果、10キロ単位の位置の移動で決まったケースがございます。ですので、やった結果、わずかな差ではあるんですが、もっと高いところを見つけることができたというふうに考えています。

前回の検討会では各津波のパラメータスタディ結果をある程度お示ししていたんですが、その中を見ますと、そういう審査コメントを踏まえて検討した結果、新たな高い津波のケースが見つかったというのがわかると思います。

○兼本委員 意味のあるサーバイであったというのは、実は審査する側がどれぐらいの技術とか根拠を持って要求しているかというのは我々わからないところですね、さっきの議論もそうですけれども。ですから保守的にやってみてよと。結局、事業者のほうは言われたわけで、それはそれを説得できるような根拠をどこから持ってきて、10キロ必要だと思ってやったんだろうと思うんですけども、その辺の経緯が、規制する側が根拠を持って10キロにしろと言っているのか、それはさっきの18ページの土木学会の根拠というのはあるわけですけども、これは多分事業者のほうの知識でやっているんだと思うんですけども、規制する側がどの程度根拠を持って要求しているのか、それとも保守的に慎重にやっているのかというところは我々やっぱり知りたいので、その辺の説明はお願いしたいと。

今の10キロはやる価値があったということで理解をしまして、もう一つは、クロスチェッ

クの話もいろいろな学会の知識を使って精度よく、例えば29ページでよく再現されていると、津波の高さですね。これは非常に大事なことだと思うんですが、こういう結果というのは規制庁には説明しているんでしょうけれども、学会みたいな第三者の場で、こういう方法論でこれぐらいの精度ですよというのは説明されているんでしょうか。

○東北電力株式会社 東北電力の平田でございます。

審査を受ける中で、我々検討した結果というのは、まだその後、動く可能性もあるということで、一応一連の審査が終わった後に取りまとめて、外に発信すべき新たな知見が得られたなと思うのがあれば出していきたいと思っています。

例えば29ページのモデル、こちらはベースの知見が一つありまして、ここでは記載していませんが、杉野ほか(2013)あるいは(2014)という知見があるんですけれども、そういう知見のモデルの作り方を参考にしているものです。ですので、我々オリジナルの部分というのがどれだけあるかというのはもうちょっと考えないといけないんですが、オリジナルな部分で何か発信できるものがあれば今後やっていきたいと思っています。

○兼本委員 学会でオリジナルのことだけ発表する必要はないと思うので、第三者の目でぜひ評価してもらってほしいなというところなので、お願いしておきます。

もう1点だけ。31ページの損傷したときの影響評価。これと関係ないんですけれども、先日、福島の第2サイトの防災訓練を見てきまして、長谷川先生も行かれましたか。行かれていない。要は地震が来た後、短時間、運転員とか事業者だけで対応できるような訓練をしましょうということで、がれきを取り除いたり電源を接続したりという訓練をやられていまして、なかなか興味深く拝見させていただいたんですが、モーターの取り替えとかもやっているんですけれども、同時にやっぱりたどたどしいというか、専門ではないのでがれきの撤去も何回も間違えながら、最終的に何とか除けるんですけれども、事業者にとってもそういう経験をするのはいいことだし、プロほど上手じゃないにしても、起こった後の処置ですね、そういう話はこの場では多分余り聞く機会はないと思うんですね。1Fの事故のときもちょうど油のタンカーが入っていて、それが来たときにタンカー自身はすぐにケーブルを切断して逃げたというのを東北大の先生の講演で、これをグッドプラクティスと聞くんですが、そういった起こった後の対応も一度、仮想的な話で結構なんですけれども、どんなふうに行っているかというのがあれば含めて聞かせていただくと、もうちょっと安心できるんじゃないかなと思いますので、もし何かやっていることがあれば紹介していただければと思います。

○座長 回答をお願いします。

○東北電力株式会社 東北電力、原子力の平川でございます。

今、先生がおっしゃっていたのは、恐らくですがけれども、今回の規制基準の中ではデザインベースでいろいろなものを設計評価しなければいけないということと、重大事故対象施設ということで、実際事故がもう起こってしまったという前提で、それをいかに影響が少ない状態にとどめることができるかどうかという二本立ての規制基準になっています。重大事故なんかのときには、我々当然今までのような固定の設備も用意しますけれども、可搬的な、今おっしゃったがれき撤去のためのブルドーザみたいなものですとか、仮にモーターを取り替えるとなればそれを運搬するための車両、取り替えるためのモーターなり資材なりを保管している場所、そういったものをまた別に整備するというのを、女川としてはまだ途中ですがけれども、今後審査の中で説明していくことになります。多分サイトもそれを当然説明しておられます。その中で、物の準備も当然のことですがけれども、それを十分使いこなすことができるかどうかというところも審査の中で問われておまして、それに対して我々どういった訓練をやっていますとか、例えば目標、1時間でできるようにという設定をした作業内容に対して、訓練だと大体どれぐらいできていますというような説明をしていくことになりますので、そういった審査資料が出そろったところが多分一番いいのかと思いますけれども、我々としてどういったものを準備して、どういった訓練をして、それを使ってどういうことをやろうと考えているかというところをご説明できるかと思います。

○兼本委員 論点に入っていたどうかわからなかったので、念のため質問させていただきました。

○座長 そのほかご質問は。はい、首藤先生。

○首藤委員 今の兼本先生の最初のご質問と関連すると思うんですがけれども、不確かさの考慮のところで、例えば当初、位置の移動を20キロ単位でやっていらしたものを、審査のコメントによってより細かくするようになったとか、先ほどの地震のほうでもちょっと思っていたのですが、申請時から変わった、審査によってもっと保守的にしなさいとかというコメントを受けて変わったというところが、素人的に言うと、大変失礼なんですけど逆に心配になるというか、どうして最初から10キロをやらなかったんでしょうという気持ちになってしまうんですね。私が質問で不確かさを考えるロジックを教えていただきたいと言ったのはまさに、例えばこれを20キロにしたのは、当初こういう考え方があったからですとか、逆に先ほど兼本先生がおっしゃったように、10キロにしたのはどういうふうに変えたからですとか、これでおおむね不確かさの考慮が技術的根拠を持ってほぼできているねというためのロジックとして、どうしてこの動かし方を決めたんですかというところを知りたかったんですがけれども、

それって何か基準があってやられたものではないのでしょうか。

○座長 回答をお願いします。

○東北電力株式会社 東北電力の平田でございます。

15ページを見ていただきたいんですが、ほかの津波のタイプも一緒なんですが、赤い破線の枠があるんですが、申請時、断層長さの約10%で、20キロメートルで位置を移動とかしていたんです。こちらの10%、約10分の1というのは、土木学会（2002）という評価手法の中で位置の不確かさを見るときは断層モデルの長さの約10分の1程度以下で動かせばいいと、正確な文言は忘れたんですが、そうなっていて、実際我々使っている断層の長さが200数十キロでしたので、それなら20キロでやっておけばいいのではないかと考えていました。それが海洋プレート内も一緒です。あと3.11型もやっぱり500キロの10分の1というと50キロだなということで動かしていたということで、考え方のロジックはそこまでなんです。審査を受ける中で、10キロで動かしたというものなんですね。これはやはり最初からやっておけばよかったのではないかとわれればそのとおりでして、大体の評価手法、どうしても体系化されている中では長さの10分の1、20キロでよいと我々は思っていたわけです。審査を受ける中でさまざまな細かいやりとりがあったんですけども、やはりそこを20キロで大丈夫なのかと問われると、やってみないとわからないというのがありまして、そのアンサーとして10キロでやってみたということであります。

今の原子力規制委員会の新規制基準の中には、科学的想像力を発揮しなさいというところがありまして、それはまさに基準ではないけれども、科学的想像力を発揮せよの範疇に入っていて、この10キロでやれという基準ももちろんありませんし、やはり科学的想像力を事業者として発揮させる中での結果であろうと思っております。

○首藤委員 ありがとうございます。多分最初の「10%」には学会の基準としてはっきりしたものがあって、そこから先は、もう少しやってみようという形でやることになったということはいくつもありました。きっと、細かくやればやるほど出てくるものがあったりするので、それをどのあたりにおさめるかというのが工学的判断かなというふうに私も理解できます。多分ご説明のときに、申請時に20キロなら20キロを選んだ理由というのをちゃんとはっきり言っていたかとわかりやすいのかなというふうに思いました。ありがとうございます。

○座長 長谷川先生、お願いします。

○長谷川委員 これも首藤先生の質問に絡むんですけども、この私、素人で考えると、パラメータ、例えば南北に移動させるのを、20キロ・メートル単位から、最も厳しい10キロ・メ

ートル単位ですとある。その意味は、そこに例えば海底の特異な構造があるとか、津波の伝播が変わってくるんだとか、あるいはどこか北のほうに行ったら海岸線の構造とか何かが違うんだと、そういうことを考えないで単にパラメータを振っておられるように思ってしまうんですね。だから、何かその心が伝わってこないんですよ。何か言われたから細かくやったというふうに思うのは失礼かと思うんです。もし規制庁がそういうことを言わないなら、想像力を働かすのは規制庁なんですよ、本当は。ちゃんと捉えた上でこうするんだということを言ってくれないと、何か出来の悪い学生の、こんなことになる。ですから、そういうことはないと思うんですけれども、もう少し伝わるようにしていただかないと、これは何をやっているんだと。ちょっと今村先生お願いします。素人なので失礼なことをわからずに言っているんじゃないかと。

○座長　じゃ今村先生。

○今村委員　例えば6ページを見ていただきたいと思います。資料のほうで、これもパラスタの結果の一つでございまして、上のほうは表で各結果を数値で示しています。これだけの判断だと、10キロで変化したことがわからないと思うのです。しかし、下のほうでプロットしていただいていますよね。これは10キロの連続的な数値の結果で、このときには赤で囲ったところがピークとして確認できます。しかし、これを一つずつ除いていただくと実はピークが見えないはずなんですね。このように見ると、ここで確認できたわけです。そういうことで根拠を多分判断したと思うのですけれども、その説明がなかったのはちょっと残念ですけれども。

○座長　東北電力から補足で説明をお願いいたします。

○東北電力株式会社　東北電力の羽鳥でございます。

今ほどの不確かさのアプローチの仕方でございますけれども、先生方のご意見のとおりで、やみくもに何でもとにかく幾何学的に機械的にやっているわけではございませんので、例えば4ページをごらんいただきまして、ここに評価フローというものがございます。赤のバーをつけた1番、想定波源域及び地震規模の設定、この設定のところからさまざまな知見、地震の知見だとかいろいろな理学的・工学的な知見を全部整理しまして、それから次の青のバーの基準となるようなモデルはどんなものだろうかと絞り込んでいきます。絞り込んだ上で、これより北に、これより南に、これより東に、そういったものは現実的にはあり得ないというようなところまで基本をまず設定しまして、その後、ここに記載してあります黄色とかオレンジで、この部分がひよっとしたら割れる、この部分がどうすべるか絞り込んだ上で、そこから先が想像力を発揮させて、どこまで子細にパラスタをやっていくかといったところに絞り込んで、最後

に6ページで、今村先生からもコメントございましたけれども、理屈をつけて絞り込みをやった上で一番厳しいところを探していくというものでございます。

そういったプロセスを説明の中でちょっと省略してしましまして申しわけございません。そういったアプローチでやってございます。

○今村委員 恐らくそれが冒頭に説明があって細かなご紹介があれば、全体理解ができると思います。

あとは、もっと大切なのは、長谷川先生がおっしゃったピークが例えばここで確認できた。そのある程度の根拠がやはり確認できないと、またさらに違うピークが出る可能性もないことはない。そこの確認ですよね。

○長谷川委員 一般的な質問なんです。素人の。

○座長 ありがとうございます。

そのほかご質問ございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、皆さんからの貴重なご意見ありがとうございます。

議事の(1)を終了させていただきたいと思います。

もし本日の説明をお聞きになって改めてご質問等がございましたら、事務局までご提出いただければというふうに思います。

(2) その他

○座長 次に、(2)その他ですが、事務局から何かございますでしょうか。

○事務局 特にございません。

○座長 それでは、特にないようでしたら、本日の議事を終了させていただきたいと思えます。

4. 閉 会

○司会 若林先生、ありがとうございました。それから皆様方からの貴重なご意見、大変ありがとうございました。

それでは、これをもちまして第13回女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討会を終了させていただきます。

本日はお疲れさまでした。

