

第4回 地震・津波に関する意見聴取会

議事録

日 時：平成23年11月8日（火）17：00～19：30

場 所：経済産業省別館9階 各省庁共用944会議室

出席者： 主 査 高田 毅士
委 員 阿部 信太郎
杉山 雄一
遠田 晋次
西川 孝夫
藤原 広行
古村 孝志
山本 博文

<敬称略・五十音順>

○高田主査 それでは、定刻より少し早いですけれども、皆さんおそろいですので、第4回「地震・津波に関する意見聴取会」を開催させていただきます。

まず、議事に入る前に保安院から配付資料の確認をお願いします。

○木下安全審査官 本日は、御多用中にもかかわらず、御出席いただきましてありがとうございます。

それでは、早速でございますけれども、配付資料の確認をさせていただきます。

まず、座席表、委員名簿、本日の議事次第に配付資料を書いてございますので、これに沿って確認をさせていただきます。

地震・津波4-1、地震・津波に関する意見聴取会コメント

地震・津波4-2（地震・津波1-5-1）、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の原子力発電所における強震動シミュレーションについて

地震・津波4-3、日本原子力発電株式会社東海第二発電所における平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震観測記録のはざとり解析について

地震・津波4-4、東北電力株式会社東通原子力発電所敷地の地質・地質構造

地震・津波4-5、原子力施設の耐震安全性評価に係る新たな科学的・技術的知見等の継続的な収集結果に関する報告について

いつものことですが、テーブル席だけでございますけれども、机上資料を御用意しております。各事業者の方から御報告いただいているものをファイルに入れて御用意しております。

資料は以上でございます。

○高田主査 ありがとうございます。

資料の不備等は大丈夫でしょうか。何かありましたら保安院の方にお申し付けいただければと思います。

それでは、議事の方に入らせていただきます。

始めに、地震・津波4-1、意見聴取会コメントについて保安院の方から説明をお願いいたします。

○木下安全審査官 それでは、地震・津波4-1、コメントリストで御説明させていただきます。

前回からコメントリストを御紹介させていただいておりますけれども、今回、前回のものから変わったところにつきまして下線を引かせていただいております。そちらを中心に御説明させていただきたいと思っております。

まず、1枚目は福島第一、福島第二、女川、東海第二共通にいただいているコメントでございます。

この中で、No.3の部分でございますけれども、前回お示ししたコメントリストで言葉が適切でないという御意見がございましたので、指摘事項のところの下線を引いてございますが、今回の地震については「基準地震動Ssを想定した時の震源モデルと異なったが」と

という言い方を省略した形で書いておりましたので、適切な表現とさせていただきました。こちらにつきましては、本日御用意しております4-3の資料で回答させていただきたいと思っております。本日御用意しているのは東海第二発電所のものございまして、それ以外の福島第一、第二、女川につきましては現在検討中ということでございます。

3ページ、福島第一、第二原子力発電所に限ったコメントをまとめたものでございます。No.3とNo.4については前回第3回で御説明する予定でございましたけれども、時間の都合もございまして説明できなかったものでございます。こちらについては次回の第5回で説明をさせていただきたいと考えております。No.3、No.4いずれも次回ということで考えております。

次のページ、同じく福島第一、第二原子力発電所の関係でございしますが、こちらでもNo.6、No.7も前回、時間の都合で説明できなかったということで、次回に御説明させていただきたいと考えてございます。

前回、JNESの方からクロスチェックの資料を御説明いただいたところで幾つか御意見をいただいておりますので、御紹介させていただきます。

No.8「福島第一の敷地内における痕跡高の再現結果は、2号機、3号機の周辺の一部において計算値が小さいものが見られる。おそらく沿岸の防波堤や遡上地形モデルの影響が考えられる」という御意見をいただいております。こちらにつきましては、前回の質疑応答において御指摘のとおり、一部の地点については計算値が小さいものもあるということで、御指摘いただいた要因の可能性は考えられるということで回答をさせていただいております。

No.9「福島第一、第二の津波高の相違に関する分析では、S01波形、S02波形だけでなく、W10波形の影響も考えられる」という御意見をいただいております。こちらについても前回御説明した際に、資料の方でお示ししておりますとおりW10の影響は大きい。ただ、程度自体はS02に比べると小さいということで、回答をさせていただいたということでございます。

次のページは、同じくクロスチェックの方でコメントをいただいた件です。

No.10「強震動の発生メカニズムの分析結果と整合をとっているとのことであるが、強震動の分析でも分岐断層を考慮しているのか。分岐断層の考慮の前提は何か」という御意見をいただいております。こちらについても前回の質疑応答の方で回答させていただいておりますけれども、分岐断層については考慮していない。ただ、プレート境界地震による津波水位に及ぼす主な要因の1つとして、分岐断層を取り上げて検討しているんですけれども、分岐断層を考慮したところで、すべり量的には若干小さくなったのですが、60mオーダーであったということで回答させていただいております。

次のNo.11も第3回にて御説明する予定でございましたが、時間の都合でできませんでしたので、また次回、御説明をさせていただきたいと考えてございます。

その次は女川原子力発電所関係のコメントをまとめたものでございます。

こちらについても、No.1、No.2につきましては、第3回で御説明する予定でございまし

たけれども、時間の都合でできませんでしたので、これも次回、御説明させていただきたいと考えてございます。

次のページ、東海第二発電所につきましては特に変更はございません。

最後のページでございますけれども、前回、耐震バックチェックの再開ということで御説明をさせていただいておりまして、コメントをいただいている点についてまとめてございます。

No. 1は総論ということで御指摘いただいておりますけれども「安全性確保という点で、耐震バックチェックやストレステスト、アクシデントマネジメント対策などさまざまな議論があると思うが、関係の整理をお願いしたい」という御指摘をいただいております。こちらにつきましては趣旨を踏まえまして、適宜説明をさせていただきたいと考えてございます。

No. 2は想定津波高さの評価ということで「確率論的安全評価手法の導入において、津波の想定に当たってはローカルな視点により津波ハザードを検証するプロセスを入れ込んでほしい」という御指摘をいただいております。こちらにつきましては、今回の地震を踏まえまして検討してございます。次回以降、御議論いただきたいということで考えております。

No. 3は同じく想定津波高さの評価でございますけれども「この意見聴取会では考え得る最大津波を評価することとし、考え得る最大津波を超えた場合については、別の場で検討されるという理解でよいか」という御意見をいただいております。こちらにつきましては、基本的にはそのとおりであると考えてございまして、想定津波の高さの考え方については現在、検討しているところでございます。こちらも次回以降、御議論いただくように準備をしておるところでございます。

No. 4、こちらも想定津波高さの評価でございますけれども「これまでの耐震バックチェックでは、中間評価において地震随伴事象である津波の評価は行ってこなかったが、必ずしも津波のモデルと地震のモデルが連動するわけではない。今後は地震モデルに縛られることなく、津波の評価を進めるべき」という御指摘をいただいております。こちらも趣旨を踏まえまして、適宜対応していきたいと考えてございます。

No. 5は今回の地震に伴い検討が必要となった事象ということで、浜岡の関係でございますけれども「中央防災会議では、東南海・南海地震について新モデルを検討している。途中の議論でも良いので情報提供してほしい」という御指摘をいただいております。こちらにつきましても中央防災会議の議論も踏まえまして、適宜対応させていただきたいと考えてございます。

No. 6はバックチェックで未解決とされている事象ということで、若狭地域の天正津波の件で御指摘いただいております。痕跡調査をやっていただくということで御紹介していただきましたけれども、調査自体がかなり時間、前回お示しした資料では1年ぐらいかかるということを書いてございましたが、1年もかけて評価を出すということではなくて、中間的

にも報告をしていただきたいという御指摘をいただいております。こちらにつきましては、前回も口頭では御説明させていただいておりますけれども、天正年間に限って言えば、それほど深いところでも確認はできるということで、それほど時間はかからないのではないかと考えてございます。途中の段階でも報告ということは検討して対応させていただきたいと考えてございます。

コメントリストについては以上でございます。

○高田主査 どうもありがとうございました。

前回の意見聴取会のコメントが大分反映されておりますけれども、皆様の方から御質問等ございますでしょうか。発言の際はマイクを使っていただければと思います。よろしくお願いいたします。

○藤原委員 第3回に出席できなかったんですけれども、バックチェックの再開についてのコメントをここで申し上げることができなかったのですが、基本的な考え方として、メールでは小林室長にお送りしたんですけれども、これまでのバックチェックを行うに当たって基本として考える地震を選定して、それに基づいて評価をした後に不確かさ考慮して、全体をまとめるという方法論が使われていた。

今回の震災を受けて、地震学的にはいろいろ知見が足りなかったというところが多く反省が挙がっている状況の中で、これまでのさまざまな地震学的知見に基づいて最初に設定された地震の基本モデルというものが、本当に妥当であったのかどうかというそもそものところについてどのように今後見直すか。あるいはもうこれでよしとするか、そこについての議論があってよいのではないかと思っているところです。

○高田主査 いかがでしょうか。

○小林耐震安全審査室長 前回のものを個別に先生方に説明すればよかったのですが、説明できずに申し訳ありません。

前回も少し私の方から申し上げたのですが、今回、バックチェックの再開に当たって、特に明らかに海溝型地震について津波が大きくなった点とか、そういったところが明らかになっている部分があるんですけれども、それについては早急に対応しなければいけないということで、バックチェックの中で特にその部分だけを抜き出して評価していこうというのが趣旨でございます。

今、藤原委員がおっしゃった地震動についても個別に、例えば浜岡サイトであれば、当然、3連動、4連動になれば地震動も影響があるということで、見直さなければならないと考えておまして、そのほかのサイトについては、どこまで見直したらいいかということもあるんですけれども、ある程度の知見が出てきた段階で反映すべきかどうかといったところは議論していただきたいということで、今回はとりあえず明らかにわかっている事象、明らかに影響が大きいものを最初に評価していきたいという考えから、前回、御説明を申し上げた次第でございます。

○高田主査 藤原委員、よろしいでしょうか。

東日本大震災の地震については、総括が地震学の分野でも十分できていない、これからというところが相当あるかと思うんですけれども、わかっているところ、わかっていないところとたくさんあるわけで、現時点でできる範囲内ということになるのかなと聞いておりました。

いかがでしょうか。

私の方からですけれども、一番最後のページですが、これは前回のコメントがすべて反映されていると思いますけれども、2番目のところで「ローカルな視点により」と書いてあるんですが、これはどういう意味だったのか。これは神田委員が言われたのかな。「ローカルな視点により」という意味がよくわかりにくいのですが。

○小林耐震安全審査室長 言葉は別にして、津波ハザードを用いて検証してほしいということなので、私どもとしては5回以降、御議論いただきたいと思っています。

ローカルという言葉は、多分、神田先生だと思うんですけれども、私どもとしてはハザードを検証するプロセスは検討していきたいと考えています。

○高田主査 そう修正いただけるとありがたいと思います。

ほかはいかがでしょうか。遠田委員、どうぞ。

○遠田委員 下の指摘事項の内容がよく思い出せないのですが、考え得る最大津波を評価することとし、考え得る最大津波を超えた場合については、また別の場所で検討されるという、その辺がよくわからないのですけれども、どういうコメントがあったのでしょうか。御教示いただければ。

○小林耐震安全審査室長 要するに一番最大のものを考えるべきだと。ただ、その中でも超えることも考えなければいけないのではないかな。その場合には別の場、これは例えばシビアアクシデントとか、そういった対策の中で検討されるという理解でいいのですかということで、基本的にはそのとおりだと思います。ただ、先ほど想定津波高さのところで申し上げましたように、次回以降、御議論いただく際にその辺も併せてどういう対策が必要かといったものも含めて、この場でも御紹介なりをしていきたいと考えてございます。

○高田主査 これについては恐らく、残余のリスクという考え方が津波については適用できると思うんです。その辺りまで十分な議論ができていないと思いますけれども、そういう形で検討されるのではないかなと思いますが、まだ方針は決まっておりません。

ほかはいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、このコメントリストについては、先ほどのコメントの修正ということで、また何かありましたら御意見をいただければと思います。どうもありがとうございました。

それでは、次の資料ですけれども、地震・津波4-2、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の原子力発電所における強震動シミュレーションについてということで、保安院から説明をお願いいたします。

○小畑安全審査官 それでは、地震・津波4-2の資料を説明させていただきます。

この資料は、9月30日に開催された第1回地震・津波に関する意見聴取会で提出した資

料ですが、時間の関係で説明できなかったものの改定版ということで、1か月以上経っているということもありまして、一部加筆した資料になっております。

1 ページ「はじめに」というところですが、前回第3回で津波に関して、今回の4サイトの共通のモデルを設定して、津波の影響評価を1つの波源で評価したというのが御記憶にあるかと思いますが、それと同様のことを地震動でもやってみたものということで、具体的には、1 ページに書いてありますように釜江先生を始めとした、この資料では「釜江・川辺モデル」という呼び方をしている強震動を評価する震源モデル、「入倉・倉橋モデル」という入倉先生を中心に御提案されている震源モデルがありますので、それによる強震動シミュレーション解析ということで、従来の原子力発電所で断層モデルで行っている基準地震動Ssの評価に当たって用いている手法を同様の手法を使って、女川、福島第一、第二、東海第二のシミュレーションを行ったものということです。

2 ページ、3 ページは省略します。

4 ページに今回のシミュレーション解析の趣旨を書いております。左側の震源モデルというのが、先ほど紹介しました釜江・川辺モデルと入倉・倉橋モデル、2つの震源モデルを使って原子力発電所の観測記録を使った、いわゆる経験的グリーン関数法に基づく地震動評価ということでシミュレーション解析を行って、今後に向けた課題の抽出ということで、1つは先ほどの質疑にもあったかと思いますが、想定する検討用地震として各サイトでSsを評価するに当たって設定している検討用地震との対応、断層モデルのアスペリティ評価ですとか不確かさの評価、そういったものをそれぞれ分析して、併せて今回とれた地震観測記録からはざっと解析を行って、Ssの比較評価、Ssの妥当性等を分析するものです。

今日はこの後、4-3の資料で東海第二発電所でほかの2つのサイトに先行して若干分析した結果がありますので、それの方でこのフローに基づいて今後に向けた課題の抽出というところをごらんいただければと思います。

6 ページは釜江・川辺モデルということで、ここで検討を行いますのは、文章のところにありますように、KiK-netの観測記録を用いて、経験的グリーン関数法によるモデル化ということで、右の方に図に強震動生成域ということで、宮城県沖、岩手県南部沖、福島県沖、茨城県沖等の5か所に強震動生成域ということで、Asp 1～5までを設定したモデルで実際の地震動を評価するシミュレーションをKiK-netの記録と比較を行っております。

釜江先生のところでは、経験的グリーン関数法では、そこにあります2つの要素地震を選定して、それぞれ検討しております。

ちょっと見づらいのですが、図の陸地の部分にそれぞれ青の字で表示された地点があるかと思いますが、これがいわゆるKiK-netの観測のポイントで、その記録を用いているということで、これについては10ページをお開けいただけますでしょうか。

10ページがちょっとわかりやすく書き加えたもので、10ページの右の図をごらんいただきますと、先ほど紹介しました要素地震のAというのが下の南の方に、東海第二発電所の位置を示した上のところに星印でGreen Functionということで書かれている、これが要素

地震Aの震源に当たるところです。要素地震Bにつきましては、Asp2の中にある緑の星印のところですよ。11年3月10日、前日に起こったマグニチュード6.4の地震を要素地震に選定しているということです。

7ページに実際の釜江先生が提案されているモデルのAspの位置及び深さ、面積を記しております。これは論文からそのまま引用させていただいたものです。

併せて8ページ、9ページとKiK-netの観測点のシミュレーション解析結果ということで、これも先生が記されているものをここに記載しておりますが、それぞれのサイトで縦方向に加速度・速度・変位、横方向にNS・EW・UDということで、それぞれセットになったものをここでは4サイト、次のページで3サイト、計7サイトで比較しております。重ね書きされておりますので、黒い線が観測記録そのもので、赤が今回合成した波形ということですけれども、論文からのそのままの引用ですので、重なり具合をごらんいただければと思います。

こういった検討例を参考にしながら、これから原子力発電所の4サイトで同じような解析を行っているというのが、次の11ページから紹介されているものです。

11ページが東海第二発電所の加速度・速度・変位時刻歴波形、こちらは事業者の方で解析しておりますので、観測された記録と解析で得られたものをそれぞれ黒い線と青い線で表示しております。観測波形の方が黒い線。加速波形をごらんいただきますと、ほぼ包絡線をシミュレーションできているのではないかと思いますけれども、速度波形、変位波形については参考までにごらんいただくという形にしたいと思います。

12ページが記録の応答スペクトルということで、上の方には釜江先生たちがやられたKiK-netの代表点、茨城県の十王の観測点の観測記録と解析の結果を0.1秒から10秒までの間ということで比較した図が載っておりますが、その下に東海第二発電所で今回、シミュレーション解析をやったものの比較ということで、これも黒が観測記録で、青が合成波形ということで記しております。

これは縦軸がログスケールで、0.1~1,000ということで、 10^4 のオーダーで記載されております。これは一応、論文に合わせてこういう評価を行っておりますけれども、ログスケールのうま味というか妙なんではなかろうか、縦軸をどんどん増やしていけば2つの線は重なり始めるような絵になっているので、次の4-3の資料ではこういったところをもう少し分析してみた結果を御報告できると思います。

申し忘れましたが、下の東海第二発電所については、GR01というE.L. -372m、解放基盤表面が東海第二発電所ではE.L. -370mですので、ほぼ、解放基盤面に相当する部分の地中波E+Fでここでは表記しております。東海第二については、ほぼおおむね再現したようなモデルになっているというのがごらんいただけるかと思います。

13ページ、シミュレーションを行った応答スペクトルを用いて、それぞれ釜石先生たちがアスペリティとして設定している5つの強震動生成域から伝わってくる地震動の強さの影響を、それぞれのアスペリティごとに分解して評価したもので、東海第二発電所につい

では、例えばNSの図をごらんいただきますとオレンジの線、ASP5という、東海第二発電所に一番近いアスペリティから発せられた地震波が、0.5秒よりも短周期側では主たる影響があつて、長周期側になりますと逆に遠方のASP1～3による波の影響が大きくなっているというのが、この図ですと水色と緑と青の線で御確認いただけるかと思います。

14ページからが福島第一原子力発電所と第二発電所のシミュレーションの例です。こちらは、福島第一原子力発電所の自由地盤のGS4という観測点、これは0. P-200mと記載されておりますが、このサイトでは解放基盤表面が0. P-196mですので、これも解放基盤表面のレベルに近いところの地中波の観測結果と合成波の比較です。こちらにつきましてもほぼ加速度波形の包絡形というのは近似できているのではないかと思います。

15ページが福島第二原子力発電所の例です。こちらは、解放基盤表面が記載されておりますが、0. P-168mということで、0. P200に比べると少し浅いところですが、ここでの地中記録を観測記録と合成されたシミュレーション結果とを比較しております。

同様に16ページにKiK-netの福島第一、第二に近い川俣の地点と、第一発電所、第二発電所の応答スペクトルを観測値と解析値ということで比較しておりますが、これもログスケールなので、実際の個々の周波数といいますか、周期の応答で見ますと3倍ぐらい違っているところもあるんですけれども、ほぼ応答スペクトルを再現したものになっているかと思います。

同様に17ページが、それぞれのアスペリティによる影響ということで分析しておりますけれども、こちらのサイトでは特にどのアスペリティによるものかということではなくて、ほぼ影響は同等だと思いますけれども、強いて言いますと、ASP5の影響が短周期側では支配的になっていることがおわかりいただけると思います。

18ページからが女川原子力発電所の同様の検討結果で、こちらでは自由地盤の観測点0. P. -8.6mと書いてありますが、こちらがちょうど解放基盤表面に相当するところです。こちらの観測波形と改正された合成波形を示しておりますけれども、こちらでは2つのピークを持っている地震動の伝わり方というのが、ほぼ再現される形になっている。

19ページが同様の応答スペクトルで比較したもので、上が宮城県の志津川の観測点、KiK-netでやられたもので、下が女川原子力発電所の観測値と解析値の比較ですが、これをごらんになっていただきますと、青いシミュレーション解析結果は、観測記録よりもNS・EWとも小さめの評価になっております。これは先ほど紹介した3サイトに比べて小さ目の評価になっておりますので、こういったものが各サイトで今後、分析されていくものだと思います。

申し遅れましたが、女川につきましてはASP1とASP2が支配的だということで、この合成波形、解析結果はASP1とASP2のみを考慮した結果ということでごらんいただければと思います。

20ページからが入倉先生のモデルを用いた強震動シミュレーションということです。

22ページに入倉・倉橋モデルの震源パラメータとアスペリティ、こちらでは強震動生成

域という表現を使っております。SMGAという記号で1～5までが記されております。これも同様にシミュレーションを行っております。

こちらの方では、KiK-netとK-netの結果を使った検討を行っております。

同様の結果が23ページ、それぞれのKiK-netの観測点の観測記録とシミュレーション解析結果ということで、先生方が行われた結果を示しております。これも同様にそれぞれのサイトでシミュレーションを行っております。

24ページに入倉先生がモデルで使われた要素地震の緒元が書いてありますが、要素地震A、B、Cという3つの要素地震を使っております。それぞれの要素地震が右の図に緑の星印で記しておりますので、それで御確認いただければと思います。

こちらの方は、0.1秒～8秒のフィルター処理をした波形ということで検討を行っておりますが、同様の結果が25ページから記しております。こちらの結果を順次ごらんいただきたいと思いますが、25ページからが東海第二発電所、26ページに先ほどと同様に解放基盤表面位置相当の地中波と観測記録を、解析結果とを比較しております。

27ページが同様のそれぞれの強震動生成域といいますか、アスペリティから発せられる波のそれぞれの影響度合いを示しております。先ほどと同様に、この解析では1秒より短周期側ではSMGA5というアスペリティの部分の影響が大きくて、長周期側ではSMGA1と3の影響がスペクトルに表れているというのが御確認いただけるかと思います。

28ページからが福島第一、第二ということで、同様の資料が続きますので、詳細は省略します。

30ページが同様の観測結果とシミュレーション解析結果ということで、こちらについても比較的よく合っているというのが確認いただけるかと思います。

31ページがそれぞれのアスペリティからの影響度合いを記したもので、福島の場合は短周期側ではSMGA4とSMGA5の影響が支配的で、0.2～0.3秒から長周期側ではSMGA1とSMGA3の影響が支配的だというのがわかりいただけるかと思います。

32ページが女川原子力発電所の例です。

こちらにつきましては、次の33ページに応答スペクトルの比較ということで示しておりますが、こちらについても同様に女川の場合ですと、先ほどの釜江先生のモデルと同様に、シミュレーション解析結果が観測値をかなり下回っている結果が出ているということです。

34ページにそれをまとめたものが書かれておりますが、2番目の菱形のところのまとめを読ませていただきます。「いずれの震源モデルについても、シミュレーション結果は観測記録の応答スペクトルを概ね再現していること、各発電所敷地における地震動の短周期成分は敷地に近い強震動生成域による影響が支配的であることを確認したとしている」ということで、それぞれのサイトで検討用地震に選んでいるのが比較的サイトに近いところにアスペリティを置いたモデルになっております。

今回のような連動を含んだようなモデルというのは、それぞれのサイトでのSsの評価では用いておりませんので、短周期側ではそれでいいかもしれませんが、今回の場合

ですと、長周期成分は遠方のアスペリティから到達しているものが応答スペクトルの支配的な要因になっているということなので、Ssの評価ではそういったものが今後、検討する場合には必要ではないかということが、文章では書いていないのですけれども、そういった考察を行っております。

35ページからが参考ということで、既往のスケーリング則に今回のアスペリティの位置で設定されている強震動のレベルをレシピと比較したものが記載されております。具体的には、いわゆる短周期レベルAというのを清水建設大崎研の檀さんとか佐藤さんが提案されている短周期レベルAとの比較ということで記しております。

37ページが短周期レベルで、12の内陸地殻内地震で短周期レベルを地震モーメントで算定する式として提案されているものがありますけれども、これと今回設定されたアスペリティでの短周期レベルと比較したものを整理しております。

38ページにその考察の結果を記しておりますが、これについては各サイトでまた詳細な分析を行いますので、今回この後の資料で東海第二発電所で考察した例を後ほど紹介いたします。

39ページが、先ほど照会しました大崎研究室の佐藤さんがプレート境界型の地震13個について、短周期レベルと地震モーメントの関係式を提案した式であります。それと今回のモデルとの比較ということで、40ページに釜江先生、入倉先生が提案されたモデルでの短周期レベルと、女川、福島、東海で実際のSsを設定するに当たって用いている検討用地震の設定された短周期レベルを示しております。詳細はまた後ほど東海第二の例で申し上げますので、大体内陸地殻内地震で記されている檀さんの式に対して、プラス1 σ のところに平均値があるようなものがプレート境界地震に相当する佐藤さんの提案になるんですけれども、大体1 σ のところに乗っていることが確認できると思います。

したがって、今回それぞれのサイトで提案されている検討用地震の震源モデルから算定される短周期レベルというのは、今回の地震の結果を見てもそんなに特異な数値ではなくて、ほぼ平均的なところとプラス1 σ のところで抑えられたような設計をしているのではないかという考察をしております。

41ページは釜江先生、入倉先生の提案された今回のモデルのそれぞれのアスペリティが、単独の強震動生成域として考えたときの短周期レベルと地震モーメントとの関係式をそれぞれプロットしておりますが、ほぼプレート境界地震の平均値プラス1 σ の間におさまっていることが確認できるかと思います。

こういった分析は、今後各サイトでSsを算定するに当たって設定している検討用地震で同様の考察を行いますので、これは統一的な3サイト、4サイトを比較したものということでごらんいただければと思います。

4-2の資料については以上です。

○高田主査 どうもありがとうございました。

それでは、委員の方から質問等お願いいたします。

○古村委員　これが以前に説明されたときにいなかったもので、経緯がよくわからないのですが、まず釜江・川辺モデルによって波形の一致度とかアスペリティの位置、特性を調べて、同じことを今度は別の研究者である入倉・倉橋モデルでも検討した。その結果を基に今までのスケーリング則にポイントを合わせて適当かどうか検討されていると思うんですが、例えば10ページのところで釜江・川辺モデルのアスペリティの位置というAsp1～5が出ていて、22ページには別の研究の入倉・倉橋モデルの結果が出ていて、結果的にこれを2つよく見てみると全然合わないというか、位置図のずれがある。

しかし、どちらのモデルでも波形はそれなりに十分説明できる、あるいはアスペリティの位置は変えてもそのパラメータを変えることによって説明できるのか、それとも空間的にずれていても分解能はないのか。特に福島第一とか重要な評価地点に関しては、どちらのモデルでも説明できるというように聞こえたんですが、そうするとつまりここからどう持っていくのか。

短周期のインバージョンでの震源仮定というのは、これだけ大きな不確定性があるという方向で落ち着くのかどうするのか、それともどちらでも説明できるからいいというふうに行くのか、それによっては例えばそれ以降のスケーリングのところで、これぐらい不確定があるから、こういうスケーリングを見るときにも注意しなければならないというふうに持っていくのか、それともこれはこれでいいんだというのでこのスケーリングに持っていくのか、このスケーリングのところに持っていっていいのかというところが非常に途中で不安になってきたんですが、この扱い、2つの結果の違いというものをどういうふうに見るのか。その辺の考え方を教えていただきたい。

○小畑安全審査官　説明をかなり端折ってしまって、誤解を招くような説明になったかと思いますが、今回の2つの提案モデルに対する経験的グリーン関数法に基づく応答評価というのは、先生御指摘のとおりアスペリティの位置とか大きさも違いますけれども、こちらで提案されているモデルでそれぞれ4つのサイトで再現したときに、ここで考えている0.1～10秒辺りのところでは、そんなに大きなずれはないということですが、先生御指摘のようにスケーリング則で個々のサイトを見ていると、例えばこの後4－3の資料で説明しようと思って詳細は述べなかったんですが、検討用地震に用いている鹿島灘の地震については、短周期レベルは平均的なものと不確かさを考慮したもので比較すると、不確かさを考慮したモデルがどちらかと言うと平均的だという考察をしております。

ですから、個々のサイトではマクロに見たものからそれぞれ要因といいますか、今回の平均的な特性としてはいいけれども、それぞれの検討用地震として用いたときにSsを評価するに当たって、どれくらいの不確かさを上乗せして評価したらいいかという点では、まだ検討の余地があるということでごらんいただければと思います。

ただ、今回アスペリティの位置とか形状等はお二方の先生が提案されているモデルはそれぞれ違うんですけれども、手法として経験的グリーン関数法でそれぞれのサイトで得られている要素地震を使えば、ほぼ今回の大きな範囲で連動した形の地震もある程度トレ

スできるのではないかととらえているところです。

○古村委員 ここではっきり言えることは、経験的グリーン関数法で震源の位置とか不確定性は残るとしても、要素地震を使い、種地震として波形、短周期の0.1～10秒ぐらいまではうまく説明できるという手法の検証はできた。ただ、アスペリティの位置あるいはそれぞれのパラメータとの間で多分トレードオフがあるので、その位置をはっきりと固定する面についてはまだまだ課題が残るということ。

それから、同じ地震に関しても鹿島灘というか、茨城県沖の辺りは短周期レベルが高いという前から議論になっていたことが、これも確認できたという、それぐらいが押さえられたということだと思います。余り深く入るといろんな問題が出てくるし、手法の限界が見えてくるかと思います。

○高田主査 検討のまとめ方をきっちりしておかないといけないということだと思います。藤原委員、どうぞ。

○藤原委員 追加のコメントで、やはりこのまとめ方は非常に難しいけれども、今後に向けては大変重要だと思っています。今回の地震の解析はすごい難しいと思いますが、これまでの基本モデルの設定の仕方とか、その流れを振り返ってみますと、海溝型の地震についてはいわゆるアスペリティモデルに立脚した基本モデルの設定が行われていて、それぞれの地域で想定された地震に対して、アスペリティの位置についても何かしらの知見があるということを基に、固着しているところが強震動生成域にもなり得るという、そういう割と単純化したモデル化がなされてやられている。

でも、今回の経験を踏まえるとすべりの大きな領域はまた別にも存在するし、強震動生成域と呼ばれるところが一体どこに存在するのかというのは非常にわかりにくい。事前には多分予測が難しいのではないかとということが今回感じるわけですが、そういう中でこれまで海溝型の地震の基本モデルの設定でとっていたロジックのうち、どこが使えて、どこについては見直す必要があるのかというところを整理した方がいいと思います。

ただ、位置とかそういったものを別にした場合に、一旦強震動生成域を設定した後に、そこに与えるべき応力の効果量のレベルについては、これまで得られてきた経験的な知見の範囲内に今回おさまっていることも一方でわかってきているということで、そういったところについて一体どのぐらいの値を与えるのか。

ただ、これまでも海溝型の地震については内陸の地震よりはもう一歩進んで、それぞれの地域性を重視した形で踏み込んだ応力効果量の設定がなされた上で、不確かさを考えるということがなされていましたが、そこまで本当に言えるのか。今回は平均的なものを一旦与えた上で、それなりにしっかりと不確かさを見て与えるべきなのかという部分も、もう一度論点として整理する必要があるかと思っています。ですから、これまでの方法論で使える部分と使えない部分でわからない場合については、基本モデルは平均値で与えた上で、不確かさとしてどれだけ上乗せをして処理するのかという道筋をうまく抽出しないと、次に起こる地震の評価に生きてこないと思うんです。

○高田主査 大変貴重なコメントをいただいたと思います。次につなげる上で、Ssの今後の決め方というところで、参考になるまとめ方をしていかなければいけないということだと思います。

津波でもあったんですけれども、今回サイトは複数に対して1つの震源モデルという形で検討していて、先ほどそれぞれサイトを特定して地震動の評価をするんだということを言われたんですが、その辺りの位置づけをどうするのかというのを聞きたい。

○小畑安全審査官 津波の例を最初に紹介したかと思うんですけれども、津波でも統一的なモデルで、こちらで言うところとKiK-netと同様に津波の痕跡高があるところをインプットしながら解析をやった。JNESの前回のときの報告に対して佐竹先生から、それを1.3倍して痕跡高を合わせたということで、1.3倍というのはそこそこ津波の評価においてもそれぐらいの不確かさというか、ばらつきがあるのではないかとということで御指摘いただいたかと思うんですけれども、地震動についてもそういった基本的な解析が持っているばらつきというものがある、それをまず共通のモデルでやることでそれぞれのサイトの、今回の場合で言うところと経験的グリーン関数法を使っていますので、伝播特性とかサイトの増幅特性というのはそれぞれの地震動に入っているけれども、統合的なモデルでそれぞれのサイトの違いみたいなものを出せば、それぞれのサイトでどういったところを詰めなければいけないかということも明らかになってくると思いますので、まず統一的な考えに基づくもので評価をしていく上で分析することが大事なのではないかということでやったところです。

今こういった検討で言えるのは、やはり女川は津波でも独自のモデルを使っていたように、地震動でも特殊性といいますか、短周期側も含めてかなり観測値が大きくなっているけれども、解析モデルでは十分シミュレーションできなかったということで、そういったサイトにユニークな特性がまたプラス α で加わることもあるので、そういったことも統一的にやったことで得られている部分もあるのではないかと考えています。

この後、東海第二の方でまだ詳細な分析はやっていないんですけれども、さらりとやったところをごらんいただいて、それと同様のことを福島第一、福島第二、女川でやる時に先生方のコメントをいただければ、そういったところを反映した検討が更にできるのではないかと考えておりますので、この後4-3をお聞きになっていただいて、またコメントをいただければと思います。

○高田主査 どうもありがとうございました。

ほかの先生方よろしいでしょうか。それでは、次の4-3の資料に移りたいと思います。日本原子力発電株式会社東海第二発電所における平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震観測記録のはざとり解析についてということで、はざとりの結果は初めてだと思いますけれども、よろしくお願いいたします。

○小畑安全審査官 それでは、4-3の資料を説明させていただきます。

1 ページ目に今回報告する内容が記載されております。まず、観測記録をはざとりに当たって地盤の同定解析ということで、地震観測記録からはざとり波を作成するための地盤

モデルを作成するという、いわゆる今までの耐震バックチェック等で用いられている最適地盤モデル、実際にSsを作成した後、地震応答解析で建屋に入っていく入力の評価するためのSHAKE等の1次元波動論モデルではなくて、今回の地盤での特徴を評価するような地盤モデルがどういうモデルになるかということで、地盤同定解析を行います。

その後、地盤同定解析によって得られた地盤モデルを用いて、解放基盤表面における任意スペクトルを求めて基準地震動と比較するというので、先ほど高田主査がおっしゃったように今回この聴取会でこれを公開するのは初めてとなります。また、こちらも福島第一、福島第二、女川について、また追って報告がされるかと思います。

3番目の要因分析ですが、これは実際にはぎりぎり波の一部の周期帯で基準地震動Ssを超えておりますので、その超えている要因を先ほど古村先生、藤原先生から御指摘をいただきましたSsを作成するに当たって、検討用地震での不確かさが十分でなかったとか、あるいは十分でなかったかとか、地盤の特性によってSsを超えたのではないかという部分もありますので、そういったものの要因分析をここで行うようにしております。

早速ですが、地盤の同定解析ということで3ページを開いていただきますと、これは何回か紹介したところであるかと思いますが、原子炉建屋の位置と、その南の方に地盤系ということで赤い丸印を記載しているところ、ここが今回のぎりぎり解析を行うに当たって地盤モデルを作成するための地震観測位置です。

4ページが地震観測点の地盤の概要ということで、表層に第四期の地盤が23mくらいの厚みで、その下が第三期の砂質泥岩が深さ方向に連なっているということで、観測点は表のところに記載されている▲のポイント4点です。解放基盤表面は先ほどの資料でも御説明しましたが、E.L. -370mというところで、ここに載せておりますのはPS検層、密度検層等で得られたS波速度、P波速度、密度ということで、次の5ページからが今回のぎりぎり解析に必要な地盤モデルを作成するに当たって、地盤系で得られました地震観測記録NS成分、EW成分、UN成分ということで7ページまで記しております。

8ページに地盤モデルの同定結果ということで、結果がいきなり記されておりますが、この表の中のちょうど真ん中辺りの縦のところに、初期値という表現でS波速度が記載されているかと思いますが。この初期値と申しますのは既往の比較的小さな地震によって得られた記録を用いて、最適地盤モデルということで深さ方向の伝播特性、増幅特性をうまくシミュレーションできるようなモデルをつくっております。それが初期値というところに記載されている数字でして、先ほどの4ページにありますいわゆるPS検層等で得られたS波速度、P波速度と、実際に観測記録をうまくシミュレーションできるような地盤モデルということでは、深さ方向のS波速度もこのように変わっているのが確認いただけるかと思います。

それに対して今回、同定結果ということで右の表に数字が入っておりますのが、まずS波速度と減衰条数 $h_0 \times f^{-\alpha}$ というのは、こういった周波数に依存する減衰を考えておりますので、そういったものを遺伝的アルゴリズムで求めて得られた結果ということで記してお

ります。この数字だけをごらんいただきますと非常にイメージしにくいんですけども、まず減衰 h_0 のところをごらんいただきますと0.38、38%で α が0.81ということですので、大体10Hzのところでは6%ぐらいの減衰を記載しているようなモデルになっております。

一方で、三紀層の方ですと h_0 が0.09ですので、9%に $f^{-0.67}$ をかけますので、これも10Hz当たりで約2%の減衰を与えるようなモデルになっております。こちらは水平方向、NS方向とEW方向の両方にフィッティングできるような伝達関数ということで、石田の方法に基づいてNS、EW別々に求めるのではなくて、クロススペクトルを評価した2方向での誤差の期待値の相乗平均を最小にするという方法で求めた最適地盤モデルです。

9ページに同定結果で得られました数字を使って、観測記録で得られたそれぞれ4ポイントのうちの、ここでは3ポイントを示しておりますが、-372mからの伝達関数をそれぞれ観測記録の黒と同定結果の赤で比較したものを示しております。

同様の検討を10ページにありますように上下動、鉛直方向の地震動についても行っております。これにつきましてはP波速度の同定結果ということで、P波速度と減衰をそれぞれ示しております。

これにつきましても11ページに同定結果で得られた解析値と、観測結果の伝達関数を比較しております。この得られました地盤モデルを使ってはざと解析を行っております。その前に得られた同定結果の地盤モデルを使って、一番下のE.L. -372mに入れた観測記録を解析でE.L. -17mという基礎底の位置での応答波といいますか、地震波形を観測結果とシミュレーション結果とで比較しております。赤が地盤モデルを用いて得られた結果で、黒が観測値そのものです。ここで記しておりますのはE.L. -17mの観測波形の応答スペクトルということでごらんいただければと思います。

先ほど紹介しましたように、地盤モデルでは長周期側では減衰を大きめに、短周期側では減衰が小さめの評価になるような減衰を与えております。これに対してSHAKEですと複数減衰で与えますので、周波数領域で一定の減衰を与えることになりますので、地盤モデルと比較すると高振動数で減衰が高めに評価されて、低振動数で減衰が低めに評価されるというモデルになっております。これは建築物・構造意見聴取会の方で、実際に建屋のシミュレーションをやるときに問題になっておりまして、こちらではその詳細は割愛させていただきますけれども、そういった特徴が地盤モデルと1次元波動論で用いているモデルとの違いです。

13ページに今回使った地盤モデルで、どのぐらいの非線形特性といいますか、剛性低下を考慮したことになっているかということ G/G_0 、 γ の剛性低下のところ γ にプロットした絵として記しておりますけれども、これはいわゆる室内試験等で得られた剛性低下率と、今回のS波速度のみ既往のモデルと今回の本震で得られたモデルで最適化した地盤モデルのS波速度の比較ですので、ちょうど二乗で G が決まりますので、二乗した値でプロットしているのがこちらの剛性低下率となります。大体表層地盤で60~62%ぐらいの剛性低下が見られるというのが、この図でおわかりいただけるかと思います。

この地盤モデルを使って、いよいよ14ページからになりますが、観測記録をはぎとった結果ということで、次の15ページに結果の波形ですけれども、はぎとり解析で解放基盤表面位置における任意成分を算定したのが、このNS成分、EW成分、UD成分になります。加速度の最大値ですと555Gal、450Gal、379Galということで、このサイトでは加速度の最大値ですとNS、EW、水平方向では600Gal、鉛直方向で400Galを設定しておりますので、加速度の最大値につきましては問題ないんですけれども、16ページにありますようにスペクトルで比較しますと、0.1～0.2秒の短周期側でNS成分について一部基準地震動のスペクトルを超えている部分があります。

これにきましては東海第二発電所につきましては、考えている基準地震動がその16ページのグラフの中に記載されておりますように、応答スペクトルで設定されるSs-DH、Ss-DVというものと、鹿島灘の地震に基づいて断層モデルで設定したもの、ここではSs-1H、Ss-1Vと記載しておりますが、こういった断層モデルによる結果も基準地震動として用いております。断層モデルによる結果は先ほどの応答スペクトルに基づく結果を一部超えたようなものを設定しておりますので、結論のところに書いてありますように、はぎとり波は一部の周期帯で基準地震動Ssを超えているものを大きく上回るのではないということを、この解析で確認しております。

17ページからは要因分析ということで、今回東海第二発電所で基準地震動Ssを設定するに当たって考えていた検討用地震と、今回得られた記録といいますか、今回の東北地方太平洋沖地震の記録との比較ということで示しております。

18ページの右下に東海第二発電所で考えております検討用地震が紹介されておりますが、内陸地殻内地震として緑のところに書いてありますF3～F4断層、海洋プレート内地震では茨城県南部の地震ということでM7.3を考えております。今回の対象となりますプレート間地震では、鹿島灘の地震ということでM7.3。これは実際に1896年に起こった鹿島灘の地震がそこに震央の位置を丸印で記載されておりますが、それと整合するような震源域を考慮した断層モデルで計算しているというモデルになっております。

19ページに先ほど4-2で紹介しました釜江・川辺モデル、入倉・倉橋モデルのアスペリティの位置を示しておりますが、20ページは先ほども紹介しました東海第二発電所で、それぞれのモデルでそれぞれのアスペリティから出ている強震動成分と、東海第二発電所でとられた記録での影響度合いを再録したものです。これは4-2で紹介したものです。

21ページに今回、東海第二発電所で設定している検討用地震の鹿島灘の地震の断層モデルと、先ほどの釜江先生のモデル、入倉先生のモデルで記されたASP5と今回の断層モデルの位置関係を記しております。21ページが釜江・川辺モデルで、22ページが入倉・倉橋モデルということです。

入倉・倉橋モデルでは、ほぼSMGA5と書いてあるアスペリティの位置に、今回の検討用地震を設定していることがわかりいただけるかと思うんですが、断層モデルの設定に当たっては検討用地震として考えている断層モデルにそれぞれ、21ページも22ページも同じで

すが、左側に基本ケースのときのアスペリティの位置、右側に不確かさを考慮したケースということでアスペリティの位置を示しています。不確かさを考慮している場合は応力効果量を上げておりますので、相対的にアスペリティの面積が小さくなっているのがおわかりいただけるかと思います。

23ページは解放基盤表面でとれた、先ほど紹介しました観測記録のはざとり波と、釜江先生のモデル、入倉先生のモデルで、先ほど紹介したのは0.1～10秒あるいは0.1～8秒までの成分でとらえていたんですけれども、原子力発電所の耐震設計で必要なのは0.1秒よりも短周期側でも必要ですので、ここでの解析は通常の検討用地震から求まる弾性モデルと同様に、そこにプロットしておりますように0.02秒からの応答スペクトルが評価できるようなモデルで再計算したモデルを比較しておりますが、例えば23ページの左のNS成分でござらんいただきますと、こちらでは鹿島灘の地震、先ほどの断層モデルの基本ケースのNS、EW、UDが青い線で記されておまして、それに対して今回の地震に基づく観測記録のはざとり波が黒で、釜江モデル、入倉モデルが赤で記されておりますが、この基本ケースの例をござらんいただきますと、鹿島灘の地震として設定していた今回の検討用地震は過小評価といえますか、小さめの評価になっているかと思います。

24ページが、鹿島灘の地震から得られる断層モデルに不確かさを考慮したモデルということで、先ほど申しましたように応力効果量を上げたモデルで設定したものが記されております。鹿島灘の地震が青い線で記されておりますけれども、短周期側も比較的フィッティングがよくなっているのがおわかりいただけるかと思います。

一方で、長周期側というのは、検討用地震に用いた要素地震の長周期側の成分がもともとない地震のモデルですので、4-2で紹介したかと思います。長周期側については今回の連動用の地震ですと遠方からのアスペリティの影響で増幅している部分が、残念ながら東海第二サイトで設定しているモデルでは、長周期側が青い線でござらんいただけるようにドロップしたような形になっております。

25ページがいわゆる今回設定しているスケーリング則を、4-2の資料でも説明しました佐藤さんが提案しているプレート境界型の地震の平均的な短周期レベルと、地震モーメントの関係式にプロットしたもので、そのグラフの中のひし形と白抜きの四角の部分が短周期レベルに相当します。したがって、今回設定しているモデルですと、不確かさを考慮したモデルが佐藤さんが提案されている平均的な短周期レベルの値に近いということで、応力効果量等がまだ基本モデル、不確かさモデルでも十分ではなかったというのが、相対的な位置関係でおわかりいただけるかと思います。

同様に26ページ、先ほど4-2でも紹介しました提案されている断層モデルのそれぞれの強震動生成域を個別の震源として考えたときの短周期レベルと、今回の鹿島灘の地震の震源モデルから算定される短周期レベルの比較。この図の中の黒のひし形と黒の四角というのが、今回の検討用地震に用いている鹿島灘の地震の基本ケースと不確かさケースですけれども、他のモデルの結果に比べると、平均的な特性よりも少し下回った数字を使って

いることが確認できるかと思います。

27ページが、この図を作成するに当たって用いた地震モーメントと応力効果量ということで表に示しております。

こういった検討の結果をまとめますと、まとめると言ってもまだ検討が先ほど古村先生、藤原先生からも御指摘いただいたところがまだ十分反映されていなくて、要因分析というタイトルの割にはまだ十分な詰めを行っておりませんが、今回は4-2に引き続いた検討ということで、他の女川、福島に少し先行する形で、東海第二でこういう形ではざっと解析と要因分析を行っているということで、触りの形でごらんいただいたということでまとめますと、最後の○で今回の鹿島灘の地震動モデルというのが、短周期成分においておおむね同じレベルだという書き方をしておりますが、先ほど御指摘もいただきましたけれども、ちょっと不確かさを考慮する上でもう少し考えなければいけない部分が残っているのではないかと考えています。

今回の地震の3.11の本震の後に、また幾つか今回の検討用地震を用いているところでも余震記録が得られておりますので、もう少しこういったものは拡張した検討が必要ではないかと思っています。

説明は以上です。

○高田主査 どうもありがとうございました。

要因分析等はまだまだ検討が必要な感じがしておりますが、委員の方いかがでしょうか。
○藤原委員 まだ不十分とは言え、幾つか教訓的なものが見えていると思うんです。このサイトの評価をどのようになされたのかということで、茨城県のサイトということで、別のところでもこの検討があつて、詳細に私どもも資料を拝見させていただいて、そのときに思ったのが、今は応答スペクトルに基づくやり方でスペクトルレベルを設定するやり方と、あとは詳細なシミュレーションに基づいて評価するやり方があつて、応答スペクトルに基づくやり方でやると、ここでのサイトはサイトの後の係数補正をやるときに、短周期側のレベルを上げるという補正やっていたサイトなんですけれども、一方で、詳細な計算をやるということでは、そこでは今度は地域性を生かすということで非常に踏み込んだ地域的な断層パラメータの評価が行われていて、その結果として基本モデルのアスペリティの応力効果量が非常に低く設定されていた。

その違和感が多分この場でもいろいろ議論されていて、最終的には27ページの表下のところに出ていますけれども、不確かさを考慮したときの周期レベルというか、応力効果量の値が基本ケースで6.3のものが、ほかの例えば活断層とかだと1.5倍という形で見られているところに対して、かなり大きな2倍以上の2.5倍とか、そのぐらいの値で最終的には17.2という値が与えられ、それで評価した結果、そこそこの加速度レベルなどが得られて、2つの手法の整合性もとれたということで多分ここで合意されていた。そういう経緯があったと思うんです。

そういったところで、では何でこんなことになっているのかなということで、やはり海

溝型の地震についてはいろいろ観測記録もあって、いろんな知見があるということで、少し踏み込み過ぎたのではないか。まだ一部の知見ではそういった地域性を生かす可能性はあるにしても、今回の地震を経験してみると、たかが10年、20年の観測で得られた記録だけから地域性をすべてわかったというふうに誤認していた結果が、こういった基本モデルの非常に小さな値を与えていることになっている可能性がある。

ですから、今後ここから読み取れる教訓としては、詳細な計算をやるというところで本当に地域性を生かすというやり方が、どこまで妥当なのかどうかということを改めて考えた上でやった方がいい。その地域が明らかに値が平均的なレベルよりも大きな値になるところについては、その知見を採用すべきだと思うんですけども、平均レベルから見て明らかに小さいことになってしまう。そこに対してどこまで踏み込んで、その地域的な知見を採用するのかということをよく考えるべきだということが、ここで物語られているのではないかという気がしています。

○小畑安全審査官 御指摘のとおりだと思います。藤原先生が先ほど御紹介されたように、今回設定している東海第二発電所での設計での考え方、基準地震動の策定の方法をよく御存じだったので、今のような御説明をしてくださったんですけれども、実は今回の資料はそういうバックグラウンドをいきなり端折っているので、これだけの資料を見たときには要因分析の基になるものが、示す前段階で不十分だったかと思いますので、次回、他のサイトと比較ができるようなときには、もう少し設計での考え方、今、先生が御紹介されたものも含めて整理して、どこが足りなかったかというところがちゃんと分析できるような形で整理しておきたいと思います。ありがとうございました。

○高田主査 よろしく申し上げます。

ほかいかがでしょうか。ないようですので、次の資料に移りたいと思います。

次は4-4の資料です。東北電力の東通原子力発電所敷地の地質・地質構造についてということで、保安院からお願いいたします。

○海田安全審査官 それでは、説明させていただきます。お手元の4-4の資料をごらんください。「東北電力株式会社東通原子力発電所敷地の地質・地質構造」ですが、この件に関しましてはバックチェックの段階では合同Bサブで審議をいただいております。2月まで審議いただいておりますが、その後、地震でストップして今回再開という運びになった次第でございます。

その際に未解決となっていた事項がありまして、これを今回この聴取会でいろいろ御審議いただいて、御意見を賜りたいと考えております。

今回は初回でございますので、これまでのBサブにおける説明、東北電力の主張、これを全体的な説明をしていきたい。それとBサブにおいて指摘された指摘事項についても御紹介していくということで、Bサブの委員については御存じのこととは思いますが、改めてこの際、説明させていただきたいと思います。

1枚めくっていただきまして、今日の資料の構成は1～3で、特に今、問題となってい

るのは2に書いてある第四系変状についてで、まだ積み残しとなっていた案件でございます。

変状といいますのは聞き慣れない言葉だと思いますが、敷地に分布する断層の一部において、それを第四系に認められる基底面の断層、粘土注入、葉理のずれなどを伴う総称ということで、第四系変状は造語的な表現にはなっていますが、第四系に認められる変状ということで御理解いただければと思います。

第四系変状と言いましてもイメージがわからないと思いますので、簡単に説明させていただきたいんですが、42ページを開いていただきたいと思います。スケッチと写真がありますが、これが第四系変状で、下の白いところが基盤なんです、上の堆積物のところと合わせて大きく変位している。これはぱっと見断層のようにも見えますし、実際に委員の先生からも見事な逆断層の地表形態という指摘がございました。これにつきましていろいろ検討した結果を今日、紹介していきたいと思います。

45ページ、これもまた1つ典型的な例ですので、先に御紹介させていただきたいのですが、これも大きく撓んで2.5mぐらいの落差が生じている状況が敷地の中で観察される。これをまず第四系変状の特徴ということでイメージされて、以下、説明していきたいと思います。

3ページ、まずは変状の前に敷地の地質と地質構造について概要を説明したいと思います。

4ページ、これが敷地のトレンチとかボーリングを行った調査位置です。ボーリング、トレンチともに敷地の各所で行っておりまして、主な調査内容としましてはボーリング調査が369孔、総延長4万m近く、試掘坑も3,700m、トレンチも58箇所ということで調査がなされております。

5ページの地形については飛ばします。

6ページに示しましたのが敷地の地形区分図です。海に面した丘陵地帯ですので段丘面が広く広がっておりまして、砂丘も分布しています。台地は大体10~40m、河岸段丘面と扇状地面が識別されております。敷地の段丘面は分布形態、保存状態、高度、堆積物の層相、火山灰層との検討を行って、高位より M_1 、 M_2 、 L_1 に区分される。ここにはリニアメントは認められないとしております。

その段丘面区分の年代を示した地質層序というのが7ページにあります。 M_1 面というのは5e、 M_1 ´というのも同じく5e、ここには書いていないんですが、そういう年代の堆積物だった段丘面です。

8ページは地質平面図を示しております。丘陵の段丘面が発達する地域ですので、地質平面図といってもほとんどが段丘面の堆積物が覆っているところで、おおむね地形区分図に対応しております。上部更新統の段丘堆積物及び扇状地堆積物並びに完新統の崖錐堆積物、低地堆積物が分布しております。

その段丘面とか第四系を剥いだ第三系の地質というのが9ページに示しております。敷

地の第三系は泊層分布域に半地溝状～地溝状をなして蒲野沢層が断層に挟まれるような形で真ん中に分布しております。これらの境界をなす主要な断層としてはF-1断層～F-10断層、主要な断層は主にNNE-SSW～NE-SWで高角度をなす正断層と認識されておるとしております。

10ページと11ページに今の地質平面図の東西、南北に切った地質断面図を示しております。先ほど御説明したように、ほとんどの断層が大体正断層。主要な断層は正断層の分布をしているということが、この断面図から見てとれます。

地層につきましてはほとんど緩傾斜、水平に近いものが多く、あまり急傾斜したところはないということでもあります。

12ページは参考までにとっておりますが、隣接する東京電力の敷地の地質平面図と断面図を示しております。

同じく13ページにつきましては、東北電力敷地と東京電力敷地をつないだもの、全体図を示しております。ほとんど地質、断層の分布につきましても両者で変わることはないという分布をしています。

14ページには主要な断層の詳細な状態をスケッチで示しております。平面図にピンク色で示してあるトレンチなんですけど、こういうところで断層と上の堆積物、段丘堆積物がほとんどなんですけれども、これとの関係を示しています。蒲野沢層は泊層と接しております。大局的には正断層センスで落ち込んだ蒲野沢層が上側にあるということで、インバージョンを示唆する変形は認められないとしております。

15ページ、ではその断層の深部はどうなっているのかということで、音波探査、弾性波探査を用いて深部構造を調査した結果ということで、まず測線配置を示しております。赤色の線でA測線、B測線というのが北の方にありますが、ここで探査をしております。

16ページ、左側がB測線で、横のスケールを見ていただきたいんですけども、かなり深い探査をしております。右側につきましては浅いです。こういう探査をしております。陸域から海域に至る反射法探査を実施した結果ですが、多くの正断層が確認されました。地下0.5～1 km付近において緩傾斜となって、地下深部には連続していない。この敷地の断層は地震を引き起こすような断層とは考えにくいというふうに東北電力はしております。

17ページは断層分布なので飛ばします。

18ページは事業者がまとめた報告をまとめた見解ということで、地質構造についての説明です。読み上げますけれども、敷地には断層の活動を示唆するリニアメント、段丘面内の連続性を有する高度不連続等は認められない。

敷地の第四系基底面の断層が存在する位置に、連続性を有する段差は認められない。

新第三系の地質構造については、泊層分布域に上位の蒲野沢層が半地溝状、地溝状に分布する。これらの境界をなす主要な断層は主にNNE-SSW方向で、高角度の正断層。正断層の形成時期は東北日本の構造発達史、断層の形態等から新第三紀鮮新世以前と考えられるとされています。

主要な断層は正断層の形態・地質分布が明瞭であり、逆断層として反転した形跡は認め

られない。

反射法地震探査結果から、主要な断層は地下0.5～1 kmで緩傾斜となり、地下深部へ連続しないことから、敷地の断層は地震を引き起こすような断層とは考えにくいとしています。

主要な断層のうちF-1、F-2、F-6、F-7については断層を被覆する第四系に変状が認められていない。ただし、以下に示す断層については同一の断層にあっても、被覆する第四系に変状が認められる箇所と認められない箇所が混在しているということで報告があります。事業者の見解としましては下を書いておりますが、敷地の断層は第四紀更新世後期以降の活動はないものと考えられると報告しております。

第四系変状について、次に御説明したいと思います。

20ページに調査位置と断層との関係を示す図を載せております。断層は書いてあるんですけども、その周りに薄く四角い形などが書いてあるんですが、これは見にくいですが、これがトレンチの位置です。ピンクで書いてあるものについては昨年行ったものということで色を変えております。青と赤の線がポイントなんですが、凡例を見ていただきますとわかるように、青色の丸というのは変状がなかったところで、赤色のところが変状があったところということで、主要な断層だけ見ましても延長をたどっていくと変状がある赤い印がついているが、少し行くと青色の変状がないというものが繰り返し起こっているということで、10断層のうち6条の断層に変状を確認されているんですが、部分的にしか変状が認められないという状況が散見されることが、この図からわかると思います。

第四系変状の分類ということでトレンチの壁面を観察した結果、分類したものが21ページにあります。変状と一言で申しましても段差、撓み、粘土注入、断裂ということでいろいろなタイプがあります。段差などにつきましてはまさにぱっと見断層ですが、撓み、粘土注入とか断裂につきましても、何か割れたりとか注入されているという状況はあるんですけども、よくわからない。こういうものがあちこちに認められるということです。

下に書いてありますように、第四系変状は新第三系の上面が上昇した形態を示すものと、新第三系の上面が沈下した形態を示すものに大きく分類されております。

具体的な第四系の変状につきまして御説明したいと思います。凡例は飛ばしましてTr-6というトレンチ。これはF-3断層というものを観察したスケッチなんですが、写真とスケッチを見てわかるように、緑色の泊層と蒲野沢層が接する断層の境界をスケッチで示しております。その上位の層、第四系なんですが、 M_1 の段丘堆積物、扇状地堆積物といったものに変形はない。基盤の上面に段差もないということで、これはF-3断層を被覆する堆積物に変状が認められないという事例です。

これから段差の変状のある事例について紹介したいと思うんですが、色をつけていなくて見にくいと思うんですけども、24ページでいきますと、左上の図ですと基盤岩上面が段差をなして、上の第四系にもひび割れがあるのがわかるかと思います。これが第三系上面に段差があるのを段差と呼んでおりまして、第四系の中にひび割れなどそういうものがあるものは断裂と呼んでいまして、これは段差、断裂両方が認められるという現象がみら

れます。

主要な断層と劣化部の段差は大体2～80cmの規模で、断層の上には大体断裂が形成されている場合が多いと報告されております。

25ページは段差ではなくて、変状のうち撓みというものです。撓みというのは段差は生じていなくて、真ん中がぼこっと盛り上がったような状態を示すということで、25ページの下の方の断面スケッチを見た方がわかりやすいかと思うのですが、基盤岩の上面が盛り上がって、堆積物も盛り上がった状態を示しております。これがF-9断層でしてTr-20北ということで、下のピンク色のところの状況です。

撓みのもう一例が次のページにありますので紹介させていただきますが、これはTr-20'でF-9断層。先ほどのTr-20の近くということなんですけれども、Tr-20'-2・F-9断層も撓みが生じているのがわかりやすいのが下の段Aというところですよ。黄色い地層が下から、この図では展開していますので上から下に向かって突き上げているような状況になっていますが、撓んでいる様子が確認できます。

27ページ、今度は粘土注入の事例を御紹介したいと思います。粘土注入といいますのは断層のところから上の段丘堆積物の中に粘土が絞り出されるような状態が観察されるものでして、高さ大体2.5～20cm、幅も2.5～20cm規模。蒲野沢層と泊層を境にする破碎部に軟質な粘土を伴うF-3断層、F-8断層で認められております。

28ページで、今度は小断裂というものを紹介したいと思います。小断裂はスケッチでもわかりやすいと思うんですが、F-3断層の確認したTr-15法面ということで、断層の上から四系の中にひびが入っているのが確認できると思います。ということで、下の説明で主要な断層の小断裂は鉛直隔離数mm～数十cmの規模で段差、粘土注入、撓みに伴って形成されていることが多い。小断裂のずれの方向は上盤側上がりとし上盤側下がり認められておって、これらが混在する箇所と単独で形成されている箇所があります。

29ページで第四系変状と岩盤劣化部との関連性について検討した結果が、ここの図とグラフです。グラフを見ておわかりのとおり、主要な断層の劣化部の幅と変状の有無、赤色で示したところの変状ありで、劣化部の幅が広くなればなるほど、そこで変状が認められるというものが多いという関連性がこれで見てとれます。

下は風化なんですけど、これも同じような傾向を示しております。真ん中にイメージの図がありますけれども、大体上盤側、断層が正断層のような形でずれてはおるんですが、断層の上盤側が風化、劣化が深くまで進行しているという傾向もあるということです。

30ページは位置図なので飛ばします。

31ページ、結局第四系変状というものが敷地の中であちこちに認められる。では実際、原子炉を設置している位置の岩盤状況はどうだったのかというのを示すのが31ページ以降ということで、そこに示してあります。岩盤分類図を示したのが左側の図です。岩盤分類と言いましても、ここは大体岩種に依存した岩盤分類ですので、ほとんどこれは地質断面図となっております。

原子炉設置位置ですが、細いんですけれども、F-2断層というのが斜めに少し太い線が入っていると思いますが、こういう断層が1本だけ確認されている。断面図でいいますと原子炉建屋設置位置の上の方のピンクと緑の地層があるんですが、その中で終わっているような低角度の断層です。低角度の断層につきましては、F-2はボーリングなどで確認したところ、これより下には続かないことが確認されたとしております。

32ページ、原子炉建屋設置位置についての断層を確認した場所、これを観察した結果が32ページです。F-2断層というのは一番下のところにあるのですが、こういう状況になっていまして、実際、断層そのものは地表まで達していなかったということで、寸前で止まっていたという状況で、しかも上のM₂面の堆積物も変形していなかったことを確認したとされております。

この確認した場所なんですけど、掘削の際、低角なので関係がわかる場所が設置位置の少し外側になってしまっておるんですけれども、連続性を確認した上で、この場所で確認しておく。これは平面図のところで示したように、F-2というのは大きな四角の外側で確認しておく状況です。

近傍で確認されるF-1、F-3断層につきましても同じなんですけど、1つF-1断層というのが左側の真ん中の図なんですけれども、赤い線が入って断裂が認められる。4 cmぐらいのずれがあったと聞いております。

33ページは写真とスケッチで、実際に岩検のときに掘ったときのスケッチということで載せさせていただきました。写真は見にくいと思うのですが、ほとんど劣化部がない状況まで掘り込んでおりまして、新鮮な状態が確認されます。F-2断層というのが上の方で確認されておりまして、斜めにしゅっと入っているものです。これがF-2断層です。F-2断層以外にもちょっとした断裂のようなものが認められるんですが、これは凡例の中で高角度の変質鉱物脈と書かれている変位のない変質脈につきましては断層ではないということで、ここの建屋の下はF-2断層だけ。それが先ほど申しましたように第四系との関係を確認したところでは変位変形、変状は認められなかったという報告を受けております。

34ページ、第四系変状の特徴のまとめをここで載せさせていただいております。また読み上げさせていただきますが、主要な断層及びその他の断層につきましては、同一の断層にあっても変状の認められる箇所と認められない箇所がある。

段差、小断層、小断裂のずれの量が小規模で、大半に累積性が認められない。

段差、小断裂のずれの方向は、直下の新第三系中の断層の変位方向とは直接関係していない。

第四系変状は、岩盤劣化部の幅あるいは厚さが大きい箇所に対応して認められる傾向がある。

小断層の定義なんですけど、これは主要な断層以外のトレンチなどでも認められた小さい断層ということです。小断層につきましては第四系に変状の認められるものは傾斜方向にも走向方向にも連続性が乏しい。

第四系変状の規模は岩盤劣化部が厚くなるに従って、大きくなる傾向が認められるといった特徴が認められることから、事業者としましては、第四系変状は新第三系中の断層との系統的な関連性が認められないことから、構造的な原因によって形成されたものではないと考えられる。このように報告してきております。

そういうことで、東北電力としましては変状の原因は何なんだ。いかにも断層のようにも見えますけれども、この成因について検討しております。

成因につきましてA～E、35ページに示したいろいろな成因を検討しておりまして、まずAが岩盤劣化部の膨張・収縮。粘土鉱物が何か影響しているということで、粘土鉱物が影響している岩盤劣化部の膨張・収縮。

Bにつきましては地震動による受動変位。

Cは熱水等の圧入。

Dは凍結・融解作用。

Dは活断層による変位である。

こういった5つに関して成因を検討しておりますが、これを全部説明するのはなかなか難しいんですけれども、最終的にはA岩盤劣化部の膨張・収縮であると結論づけておるということで、以下は次のページ以降で説明していきます。

36ページ、また毛色の変わった説明になって申し訳ないんですが、変状の形成時期がいつなのかということで、ちょっと色分けをして変状の形成時期と、その認められる変位を及ぼしている地層との関係についてまとめたのが、ここの図になります。ちょっとばらばらしてはいるんですが、大局的な傾向としては内陸の方にあるものほど古い時代の変位が認められて、海岸に近い方というのがそれほど古くない。そういう地層に変位を及ぼしている。下の方に小さな字で申し訳ないんですが、一番下のボツを説明させていただきます。

変状の形成時期については、中位段丘面の各段丘面を形成したステージとの関係を詳細に見ると、海側の断層では山側の断層に比べてより新しい時期の変状が認められ、各ステージにおける最高位旧汀線の位置と変状の発生場所に関係が認められ、変状の発生に海水準が影響していた可能性が考えられると結論づけております。

以上の特徴とか海水準、変状の形成時期を検討した結果の第四系変状の特徴と、それに関するまとめ、事業者の見解ですが、これを37ページに載せております。

変状の種類としましては、先ほども説明しましたとおり段差、粘土注入、断裂、撓みというものがありますが、特徴としては先ほど申したような特徴があるということで、成因としましてオレンジの枠のところなんですけれども、事業者としましては変状は地表付近の断層破砕部及び近傍の劣化部、風化変質による劣化部に関係して形成されたものと考えられる。

変状を発生させる可能性のある成因として、地震動による受動変位、熱水等の圧入、凍結・融解作用、活断層による変位・変形について検討した結果、これらはいずれも第四系

変状の成因とは考えにくいということで、変状につきましては岩盤劣化部の一部が海水準変動と敷地内の地下水位の変化に伴って膨張、収縮することによって発生したものということで考えてございます。ただ、変状が形成される際に地震動がトリガーとして関与した可能性も否定し切れないということで、このような可能性も考えおるということでございます。

以上が敷地全体の地質・地質構造と第四系変状の状況、事業者のその成因に関する説明を示したのですが、ただ、これに対してBサブグループでは審議でいろいろ指摘されております。と言いますのも、先ほども言ったようにいかにも活断層の地表形態であるということで、こういったものの成因をはっきりさせてくださいということが言われております。

39ページ、(1) 指摘された主要な課題につきましては、典型的な活断層の特徴を有する第四系変状ですので、成因をしっかりと検討することという指摘がなされております。

(2) ですが、F-9断層を先ほど少しだけ説明しましたが、変状の形成回数が1回ではなくて、何回か変状が起こっているのではないかという指摘もございました。

(3) としましては、地形と断層の関係でF-3断層、F-9断層で変位があるかもしれない、そのように見えるという指摘がありました。

40ページ、これは先ほども何回か説明したかと思うんですが、これが特徴的な変状の様子。低角の断層がのし上がっているように見える。新第三系中で消滅しているということで、トレンチ法面の北側にも延長しないということです。

41ページ、42ページにつきましても、近傍での低角度の衝上断層のようなものが確認されるという状況が確認される。

その隣の43ページにボーリングを載せていますが、これは低角度の断層なので地殻でボーリングを掘って、その位置を確認したというデータを載せております。

44ページ、去年トレンチを改めて掘ったということで、Tr-20'-1、2というトレンチで、以前確認していたs-19断層、F-9断層以外にも、断層が認められない箇所にも新たに撓みなどが認められている。これは四角いひし形で書いた赤い線のところ、これは全部撓みが小さくて見えにくいんですが、撓みが認められているという状況が改めて確認されております。

45ページにつきましては、先ほど説明しましたので飛ばします。

46ページは45ページに示した断層の近くで、ボーリングを掘って延長を確認した結果なんですが、これにつきましてはNo.4で出てくると想定される位置に断層が確認されていなかったということで、深部には連続しないのではないかと結論づけられております。

47ページにこのことについてまとめております。事業者による見解としましては、断層につきましては連続性がなくて延長が短い。また、風化による劣化が顕著であり、断層がない場所でも認められるということで、小断層s-19に代表される第四系変状は、新第三系表層付近の風化による岩盤劣化が厚い箇所に分布すること、断層に関係なく分布するもの

があることから、岩盤劣化部が吸水、割れ目の形成等により、体積膨張したことによって発生した可能性が考えられると結論づけております。ただ、これにつきましては典型的な活断層の特徴を有する事例は、吸水膨張だけでは説明できない。すなわち粘土というのは膨らむだけでして、変位が生じるようなせん断のメカニズムをしっかりと考えることという指摘がBサブでもなされておりますので、これが懸案事項として残っております。

48ページは次のテーマでF-9断層での変状形成回数は1回ではなくて、2回あったのではないかという御指摘がありました。

51ページを見ていただきたいのですが、黄色い地層とオレンジ色の地層がM₁堆積物なんですけれども、オレンジの地層と黄色の地層、これは傾斜が違っていきまして、ということはオレンジがたまった後に変動があって、もう一回M₁堆積物中にもう一回あったのではないかという指摘がありました。これにつきましては海水準変動のとの関係で膨潤を説明するということで行くと、2回もあったということは整合していないことになりますので、これがまだ懸案事項として残っておりますので、検討を進めているところでございます。

52ページ以降で地形と断層との関係の指摘がありましたので、54ページをご覧ください。上の断面での500のところ、下の断面の900のところ、ちょっとぽこっとした急斜面ができているところがありまして、こういうところがF-3断層による変位ではないか。大体一致するところにありますので、これは問題ではないかということで指摘されております。

55ページの空中写真で見てもわかりますように、谷地形があったり盛り上がりがあったりということで、こういうものがF-3とかF-9によって形成された地形ではないかという指摘もありました。

57ページはDEMで示した地形の断面図ですが、先ほどの断面の位置と違いますのでわかりにくいかと思いますが、急斜面がぽこっとあったと言われているのが11とか10の断面のところですね。F-3のちょっと山側のところですね。あとマウンドがある、ぽこっと盛り上がりがあったと指摘されているのが1～3断面のM₁があるところで、緩やかですが、ちょっと盛り上がっている。F-9より海側が盛り上がっている。4の断面につきましてはF-3とF-9が微妙ですが、へこみができている。こういうものが確認されるということで、これについての検討をしっかりとすることという指摘がなされております。

58ページ、事業者はリニアメントは認められないとはしておるんですが、これについてはしっかりと検討することという課題が残っております。

ということにして、地表だけの現象で下にも連続しないということで、膨潤という考えを事業者は示しておるんですが、59ページに今後の対応につきまして説明をしたいと思っております。

敷地の断層の活動性や変状については、岩盤劣化部の吸水膨張とする考え方のほかにも異なる見解があって、変状がこれまで知られていない震源による受動的な変位による可能性もあるのではないかという指摘もなされていることから、これまでの審議における課題

も含めてさらなる調査、評価・解析をしていくことが必要と当院としては考えております。

特に未知の震源による受動的な変位により形成された可能性の検討に当たっては、仮想的な震源による地震動の影響検討など、必要に応じて工学的なアプローチからの検討も実施していくということで、これから進めていきたい。ただ、未知の断層と言いましても変状が起きているが、では未知の断層というのはどういうものなのかというのが一番わからない。実際に変状が起きているので何か受動的な変位を起こすような地震活動が起きたのではないかと考えるときに、その未知の断層をどのように設定するかというのが、これからの宿題というか、検討事項ではないかと考えております。

以上で説明を終わらせていただきます。

○高田主査 どうもありがとうございました。

それでは、委員の方から御質問等をお願いいたします。

○杉山委員 隣にある東京電力の方は、たしか合同でも御説明されて、一応の結論を得て、たしか二次審査の方に回っていったと思うんです。それは間違いないですか。

私は今日、資料を見させていただいた率直な感想だけまず申し上げますと、そのときの考え方で私は問題ないと思いました。

幾つか典型的な第四系変状の特徴というお話ですけれども、1つだけ全体像が見えないのはわかりませんが、例えば26ページのF-9断層とか、40ページですとか、これらは確かに私なんかも最初断層だと思いましたが、この2つのところを見ると断層の上盤がこれだけ狭いところで、また下盤側と同じ高さになっているので、これは要するに本当に断層変位で地下深部からの断層で逆断層で上がったなら、上盤側と下盤側の高度差というのが出るはずなのに、今、指摘されたものというのは上盤側でまた戻って、断層の要するに地表に近いところだけがぼこっと盛り上がっているわけで、だからこれは逆に言うと活断層ではない。震源断層としての深いところの断層が伸びてきて、それが変位してこういう地形をつくったことではないということをむしろ言っている情報だと思うんです。だからこれは東京電力のときも同じような議論があったと思います。

よくわからないのは全体像が見えない。46ページの断層については、今、言ったような解釈でいいのかわからないので、私は今、意見は差し控えますが、典型的な第四系変状と言われたものの全体像が、これだけの非常に狭いところでもとりあえず全体像が見えているところについては、私は活断層による変形ではないという東京電力のときの解釈で問題ないのではないか。

もし東京電力のときにもそういう断層の深部、ボーリングをしてコアの性状が固結していて、新しい時代にずれている証拠がないものというのが1つの重要な根拠となって、活断層ではないという判断をしたと思うんですが、全部フォローできていませんけれども、それと同じような情報がもしきちんとあるとすれば、私は個人的には東京電力のときの評価と同じようなものでいいかとは思いますが。

ただし、やはり受動的にずれるというようなことというのは、これも難しいとは思いま

すが、本当に未来永劫に近い将来、原発が稼働したり完全に撤去される前にずれる可能性というのは完全には否定できないと思うので、その点は私はきちんと見ていただきたい。

地形についても私はこれは変動地形ではないと思いますが、もう少しいろんな違う意見がある以上はきちんとした評価をしていただいて、本当に大丈夫なものかどうかをチェックしていただきたいと思います。

以上です。

○高田主査 どうもありがとうございます。

いかがでしょうか。

○御田上席安全審査官 先生おっしゃるとおり、東電東通の審査をやっているときには、変状の成因についてどうなのかという議論がいろいろございました。おっしゃるとおり膨潤・収縮もあるんですけれども、受動変位による可能性もあるとか、成因を幾つか並べさせていただいて御説明させていただきました。結果として膨潤・収縮の可能性が高いというまとめ方になっているんですけれども、成因についてはいろいろあるという形で評価させていただいて、また、変状が活断層ではないことについての分析もいろいろなされました。

実は今回我々、この変状が合同Bサブのその後の審査の中でも活断層だという意見を先生方はおっしゃっているわけではなくて、今、事業者はこれを膨潤・収縮ということで一方的な説明をしているけれども、今の説明では説明性が足りない過ぎるということで、そこについての説明性の向上を合同Bサブでは求められました。

合同Bサブで指摘した先生も、これも構造的な断層であるというふうには私は思わないけれども、ただ、今の説明だと膨潤・収縮だけではなかなか説明し切れないので、それについて説明性を高めた資料を再度まとめてほしいという、震災前の合同Bサブでの議論でございました。

今回、私たちも思っているのは、これは構造的なものではないという合同Bサブの先生方の意見を踏まえた上で、仮に受動変位、どこが震源かあれですけれども、付き合い的にもし仮にこれが動いたものであったとすれば、それについての断層を想定して、どのような影響があるかという検討を今回は新たに進めるべきではないかということで、今回私どもも実施方針案として御提案させていただいたものでございます。

○高田主査 どうもありがとうございました。杉山委員、よろしいですか。

○杉山委員 前回の資料を見ると、東京電力のときの議論が間違いというか、私は白紙に戻してもいいとは思いますが、あの結果では誤解を与えと思ったので前回指摘させていただきましたが、今の方針で大体理解はさせていただきました。どうもありがとうございました。

○高田主査 遠田委員、どうぞ。

○遠田委員 おっしゃられたとおりで、我々は別にテクニクな断層というか、地震を起こす起震断層が下にあるというふうには考えておりませんで、杉山委員がおっしゃった

ように逆断層が本当に局所的にしか動いていないので、全体を変位させている断層ではない。例えば先ほどの40ページの断面でもそうですが、ですから真下に地震を起こすものがあると言っているわけではなくて、あくまでも受動的に動いたということであることには変わりないです。

繰り返しになりますけれども、説明が膨潤・収縮だけでは現象的に納得いかないことが非常に多いということと、先ほども少し説明がありましたが、私がコメントしたんですけれども、単に膨潤・収縮だと体積膨張で縮んだり伸びたりするだけで、実際にずれを伴うものですから、せん断まで説明して、初めてすべてメカニズムが解決するということで、その辺をはっきりさせていただきたい。

やはり今回は地形が、この上に変位地形とか、今、最後の方では議論がありましたけれども、あるわけではないので、通常のトレンチ調査とは少し違うんですが、いわゆる一般の活断層の研究者にとっては、こういう断面で地震のイベントを読んできているわけで、膨潤・収縮だけでこれを説明しようとする、と、学界全体へのチャレンジな部分があるわけです。ですから、一般にもしっかり説明できるようなメカニズムを考えていかないと、この問題は解決しないのではないかと考えます。

それとは関係ないんですが、基盤の地質構造をつくっている正断層の活動性は四系にはないということだったんですけれども、一応納得はしていますが、いわゆる福島の今回のいわきのような現象がありますので、もう一度しっかり確認だけはしておく必要があるかなと考えます。正断層だから広域応力場と全く違うから全く動かないんだということで今までは通ってきましたけれども、このサイトでもひょっとしたらその辺をもう少し慎重に考えるべきではないかと考えます。

以上です。

○高田主査 どうもありがとうございました。

ほかにいかがでしょうか。山本委員、どうぞ。

○山本委員 先ほどの膨潤・収縮の話なんですけれども、例えば40ページの図で断層自体が第三紀の中で消滅している。ですから深部までつながっている断層ではないだろうという話なんですけど、例えばもしここで消滅しているとするならば、この上だけの膨潤・収縮でこれだけの変位をつくれるのかどうかというのは、非常に難しい話になってくるのではないかと思ったというのが1つの感想です。

多分、ほかの方と同じように、これが深部まで行って大きな起震断層につながっている、その一端が見えているんだというふうには見えないんですが、もしそうだとする場合に36ページの左下の表で変位の時期というので、海側の方が変位した時期が当然新しい。山側の方が古いという図で1つ根拠になされているかと思うんですけれども、この図を根拠にする場合、これ以降は起こっていない。すなわち第四系の変位をしていない地層が乗っている。ですからここから新しい時期は全く動いていないというのが、例えば明らかに新しい方と古い方で違う。動いた時期はこの辺りでいいと思うんですけれども、点線で書いて

いるものですから、上限と言うのか、新しい方のリミットはこれ以降は動いていないという表現でいって、それが例えば場所によって、いわゆる海側と山側は違うんだという話になれば説得できる1つの要素になるかと思うんですが、このままだと点線でどこまで伸びるかわからないような状況になっておりますので、説得性が非常に少ないのではないかという点が感じられました。

もう一点、第三紀層中の正断層という話でずっと話を伺っていますけれども、そのいわゆる断層のスリッケンラインの方向はどういったものになっているのでしょうか。そこを1つお願いいたします。

○高田主査 お願いします。

○海田安全審査官 まず段丘面の堆積物につきましては、新しい方がどこまでかということで、段丘堆積物が分布もありますので、それについてはもう一回確認したいと思います。

正断層の最深活動面のスリッケンサイドなどがどうかということにつきましては、残念ながらそこまでは今回まだ確認していない。確認していないというのは、行っていないというふうに報告を受けております。

○山本委員 1つだけ心配なのは、こういったものの変状を見ていると、昔の何らか正断層的なものを例えば横ずれ方向に何らかの変位があって、いわゆるへこんでいるところもあればふくらんでいるところもある。そういった変状を見ると、確かに断層面自体は非常に低角というか斜めになっているんですけれども、動きとしてもしかして斜めの成分が入っていた場合に、場所によって確かに逆断層になったりといったこともあるので、実際に最後の方でこういった動きをしているかというのは、確かに見ておいていただきたいと思います。

○御田上席安全審査官 東電東通のときに横ずれ成分があるかどうかということで、トレンチを奥行き方向にどんどん変状があるところを掘って行って、横ずれ成分があるかどうかの確認をしましたけれども、そのときには横ずれ成分はないということで、東電東通のときの変状についてはそういう報告を、原子力安全委員会の方にはさせていただきました。

○高田主査 ほかはいかがでしょうか。

あと一つ、ぶ厚めの資料が残っておりますけれども、5分ぐらい超過するかもしれませんが、是非今日やっておいた方がいいということですので、では4-5の資料を手短にお願ひいたします。

○海田安全審査官 では4-5の資料を説明させていただきます。

4-5の資料の内容につきましては、今までの話とは全く毛色の違う話でありまして「原子力施設の耐震安全性評価に係る新たな科学的・技術的知見の継続的な収集結果に関する報告について」というものでございます。

新知見といいますのは、経緯としましては21年5月8日に継続的な耐震安全性評価に対するものの評価のために、新たな知見を収集していくようにということで、事業者とJNESに対して毎年報告を求めているものであります。

この新知見とは何かというのは書いていないんですが、3枚めくっていただくとフローチャートがあるんですけども、左側のところで3次スクリーニングと書いてあるところ、ここの横に書いてあるような国内の原子力施設での諸条件を考慮して適用範囲・適用条件が一致して、耐震安全性評価及び耐震裕度への反映が必要な情報でありまして、こういったものを毎年報告していただくことになっております。それについての報告です。

今回につきましては御承知のように東北地方太平洋沖地震が起きましたので、半年経った9月2日において半年間における情報も収集して報告していただいた。そういう知見の報告ということで今回まとめました。

新知見の結果につきましてですが、1ページ目の一番下の(2)で先に説明したいんですが、東北地方太平洋沖地震に係る報告ということで、9月2日にJNESと原子力事業者双方から報告がありました。

その結果、昨年までのことを御存じの委員がおられるかどうかかわからないのですが、個別の論文に対して昨年まではこれは新知見だとか、新知見関連情報という判断をしていたのですが、今年はまだ地震の情報がいろいろ研究段階でまとまっていない状況もございましたので、いろいろなグループに分けて地震によって生じた事象を科学的にグループに区分して、これに関して新知見であるかなどを判断して報告していただいております。

その結果、原子力事業者からは2件、JNESからは3件の報告がありました。これにつきまして9ページに添付2というものがありまして、これは事業者が選定した新知見ということで、東北地方太平洋沖における巨大連動地震に関する文献が33件報告されておりました、もう一つが東北地方太平洋沖地震の影響によって発生した新たな地震。これは先ほども御指摘があったんですが、正断層といっても起きるかもしれないという状況が生じたということで、この2つの事象について新知見であるという報告がなされました。

次のページにJNESからなんですが、下の段を見ていただきたいんですけども、JNESの方は海溝型地震、余震、誘発地震、津波波源、伝播という3件を報告しております。この真ん中の余震、誘発地震というのは事業者の誘発地震と同じことでして、②、⑤と書いてあることに關しても、事業者が示した連動型地震によって地震動に着目したか津波に着目したかという違いだけでして、ほぼ両者とも同じ報告をされてきておりました。それを保安院の中でいろいろ検討した結果をまとめましたのが次のページに示した表で、3件にまとめました。ほぼJNESの報告と同じものとなるんですが、この3件です。この3件といいますのは今回バックチェック再開に当たって、10月31日に御報告させていただいたと思うんですが、検討のポイントとして挙げた3つの①～③がそれに当たります。保安院としてはこの新知見を生かして、これからのバックチェック、耐震安全性評価に当たってはこういうことを生かしていきたいと考えております。

一番最初に戻っていただきまして、22年度の報告、昨年度の報告ですが、1ページ目の2(1)は、新知見というものはないという報告がJNESと原子力事業者相互からなされております。詳細につきましては時間の関係で説明できませんので、これをごらんになって

いただくということで、次回以降、もし御意見があればいただきたいと思います。以上です。

○高田主査 どうもありがとうございました。

さっと説明いただきましたけれども、いかがでしょうか。ここで収集された文献等ですが、今後の意見聴取会においていろいろ紹介いただくことになろうかと思しますので、そのときにまたいろいろ御審議いただければと思います。

ということで最後端折りしましたけれども、そろそろ時間になりましたので、これで今日の議事はすべて終了ということにさせていただきます。

最後に保安院の方から今後の予定等、事務連絡をお願いいたします。

○小林耐震安全審査室長 長時間にわたり御審議ありがとうございました。本日の資料は机上に置いたままで結構でございます。当方で郵送させていただきます。

次回ですけれども、次回の日程は11月16日水曜日の14時からとさせていただきます。中身については津波の宿題が若干残っておりますのと、個別サイトの案件ですと泊の前面海域の課題整理、東海第二の海域から陸域への断層の延長といったものを御審議いただこうと考えてございます。場所につきましては別途御連絡いたします。

私からは以上でございます。

○高田主査 どうもありがとうございました。

以上をもちまして意見聴取会を終わりにしたいと思います。どうもありがとうございました。