

第4回 建築物・構造に関する意見聴取会
議事録

日 時：平成23年11月17日（木）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 西川 孝夫

委 員 橘高 義典

小林 英男

高田 毅士

西谷 章

原 文雄

藤田 隆史

前川 宏一

<敬称略・五十音順>

○西川主査 それでは、定刻まで1分ぐらいあるんですけども、始めさせていただきたいと思います。これから第4回の「建築物・構造に関する意見聴取会」を開催いたします。

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いたします。

○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、早速でございますが、配付資料の確認をさせていただきます。

まず1枚目に座席表をお配りしております。A4、1枚のものでございますが、私どもの不手際で高田委員の名前が抜けてございます。申し訳ございません。

その次にA4縦、1枚のものでございますが、委員名簿。

それから、A4、1枚のものでございますが、本日の議事次第。裏面に本日の配付資料の一覧を付けさせていただいております。こちらに沿って資料の確認をさせていただきます。

A4横の建築物・構造4-1、コメントリストがございます。

建築物・構造4-2-1、建築物・構造4-2-2、建築物・構造4-2-3は、東京電力の関係のコメントが書いてある資料でございます。A4横のものでございます。

建築物・構造4-3-1、建築物・構造4-3-2、女川発電所の説明資料。A4横のものでございます。

建築物・構造4-4、東海第二発電所の説明資料。A4横のものでございます。

建築物・構造4-5、A4、1枚のものでございますが、現地調査の資料をお配りしております。

それから、テーブル席だけでございますけれども、事業者からいただいております報告書そのものをハードファイル等に入れて御用意しております。適宜御参照いただければと思います。

配付資料につきましては、以上でございます。

○西川主査 ありがとうございます。

資料に不備はございませんでしょうか。

それでは、早速議事に入らせていただきます。

初めに建築物・構造4-1です。「建築物・構造に関する意見聴取会コメントリスト」についてでございます。保安院から説明をお願いします。

○木下安全審査官 それでは、建築物・構造4-1の資料を御説明させていただきます。

これまでいただいたコメントをとりまとめたものでございまして、前回から変更している部分につきまして、下線を引かせていただいております。説明の方は変わっている、下線を引いたところを中心に御説明をさせていただきたいと思います。

1/6ページでございますけれども、福島第一原子力関連で、疲労評価についてコメント、指摘をいただいております。疲労評価について、本震の加速度時刻歴波形のピーク回数は何回であったか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、本日

御用意しております、構造 4－2－1 の資料でピーク回数につきまして、御回答させていただきたいと思います。

2／6 ページでございますけれども、左端の方に書いてございますナンバーで申し上げますと、8、9、10 になります。指摘事項をいただいておりますけれども、本日一番最後に現地調査の資料を御用意しておりますので、そちらで現地調査はどういったことをやるかということについて御説明をさせていただきたいと思います。

一番下の 10 でございますけれども、これまでに地震応答解析で得た結果については、中間報告書で対象とした設備を評価した結果ということで、今後それ以外の主要な設備については、5 号機を中心に影響評価を行うという説明をさせていただきました。これに対して、解析した計算結果と現地の状況というのは必ずしも合うものではないので、現地調査とうまく合わせた上で検討していただきたいというコメントをいただいております。こちらにつきましても、現地調査を検討しておりますので、そちらの方で現地調査の内容について御説明をさせていただきたいと思っております。

3／6 ページでございますけれども、15、16 のところでございます。福島第一の現状の原子炉建屋の耐震性ということで御説明させていただいたときに、いただいたコメントでございます。

15 でございますが、モデルについては、現場環境の制約があるということで、詳細に把握できないということは理解できるけれども、上下動に対する安全性、上部階の崩れかけている部分、そういったところの影響というのは考慮しなくていいのか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、本日御用意しております建築物・構造 4－2－4 の資料で、瓦れき撤去の状況等について御説明させていただきたいと思っております。

16 でございますけれども、今回の評価は応急処置的なものと考えている。使用済燃料プールや建屋の壁は壊れないかということを速やかに確認するために、暫定的に評価したものであるということで、別途、基準地震動 S_s の評価がされるということで、詳細な評価はこれから検討されるという理解をしている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、今後検討をさせていただきたいと考えてございます。

4／6 ページでございますけれども、20 のところでございます。こちらでコメントをいただいていた点につきましては、本日建築物・構造 4－2－2 の資料で漂流物による建屋等への影響について御説明させていただきたいと考えてございます。

6／6 ページでございますけれども、東海第二発電所の地震応答解析について指摘事項をいただいております。

4 でございますけれども、応答スペクトルの 0.6 秒、1 秒、3 秒辺りにピークがあって、地下 2 階でも見られるということで、地盤モデルの設定によるものかどうか確認することが必要だ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、本日御用意しております建築物・構造 4－4 の資料で御説明をさせていただきたいと思っております。

コメントリストについては、以上でございます。

○西川主査 ありがとうございます。

コメントリストにつきまして、何か御指摘、御質問はございますでしょうか。前回までにいろいろ御指摘されたこと、コメントされたことについてまとめたものでございます。説明が済んだものと、まだ済んでいないものが混ざっています。

私が聞いたところだと思うんですが、1 / 6 ページの一番最後のところです。ピーク回数が何回あったかというのと、もう一つ、応力レベルで百幾つでしたかね。

○御田上席安全審査官 104MPa です。

○西川主査 104MPa というのは、どれぐらいの応力レベルだったんですかということをついでにお聞きしたいと思います。

○御田上席安全審査官 弾性範囲内でした。

○西川主査 それだったらいいんです。IVAS ぐらいまでいっていたというんだったら、その辺もちょっとね。

○御田上席安全審査官 違います。弾性です。

○西川主査 ありがとうございます。

ほかにございますでしょうか。これにつきましては、よろしいですか。また見ながら、もしあれば言ってください。

それでは、続きまして、建築物・構造 4 - 2 - 1 です。「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による原子力発電所への影響検討について（福島第一原子力発電所 1 号機における疲労評価）」について、保安院から御説明願います。

○御田上席安全審査官 ページをめくっていただきまして、コメントでございます。設計疲労曲線では、今回の最大ピーク応力が 104MPa で、そのときの許容繰返し回数が 1.7×10^5 回までこの振幅に耐えられるということだが、この本震の時刻歴応答加速度波形で何回繰返し応力が加わったのかということが記載されていない。この許容繰返し回数と比較するものではないのか。加速度時刻歴波形のピークの回数は何回なのかということでございます。

下に前回御報告させていただいたパワーポイントの資料をお示ししてございますけれども、NS、EW、UD でこのような時刻歴波形がとれていて、ここの最大応答のピーク応力は 104MPa です。これは別途スペクトルモデル解析を行ったときの最大応答値でございますけれども、最大応答加速度が 104MPa だったという仮定の下で行っている解析でございます。

右側の設計疲労線図の 104MPa から、疲労曲線を追っていったときに、ちょうど最大ピーク応力強さに対する許容繰返し回数が 1.7×10^5 回だったということを、前回御説明させていただきました。

2 ページ目でございます。加速度時刻歴波形のピーク回数が何回なのかということです。具体的に何回なのかというのは、あのときに手元にデータがございましたが、左側に赤丸でありますように、ピークの回数を順次数えたところ、NS は 2,407 回、EW は 3,554

回、UD は 8,145 回ということでございます。UD につきましては、NS、EW に比べて剛性が高いということで、ピーク回数の数が多くなっているということでございます。最大ピーク応力を赤丸であったところという仮定で行ったものでございます。

3 ページでございます。具体的に疲れ累積係数をどうやって求めていくかということでございますけれども、NS の一番上のところを見ていただきたいんですが、加速度がマックスのときに応力もピーク応力だったという仮定をして、それ以外もそこより小さい②のピークにつきましては、 a_{max} の加速度分の加速度に応力のマックスをかけたところが②の応力。それぞれのところについて疲労線図を使って許容繰返し回数の N というものを求める。

この式を見ていただきますと、 $UF = 2$ 分の $1 \sum N_i$ 分の 1 ということなので、ピークの回数 N をそれぞれ全部足し算して、 2 で割ったものが疲れ累積係数ということでございます。疲れ累積係数につきましては、 UF の水平方向の二乗と UF の上下方向の二乗で $SRSS$ ということで、 UF を求めるということでございます。

ここに書いてございますけれども、最大応答がピーク回数分継続するわけではないので、加速度時刻歴のピーク回数 8,145 と最大ピーク応力の強さに対する許容を繰返し回数の比較を直接することはできないということで、時刻歴波形が最大ピーク応力強さ 104MPa に対して何回分の繰返し回数に相当するかということが、等価繰返し回数という式で求めるということでございますけれども、最大ピーク応力強さに対して全部足し算して計算して求めた疲れ累積係数を比較すると、結果的に等価繰返し回数は 12 回。この 12 回と許容繰返し回数の 1.7×10^5 を比較するというところでございますけれども、全く小さいということでございます。

5 ページの最後のところなんですけれども、少し強調して御説明させていただいた方がよかったのかもしれませんが、一番下に箱があるんですが、一番左の欄の設計上考慮しているプラントの運用によって蓄積される地震以外の疲れ累積係数： U というのが 0.003 でございます。今回このような計算を行って、地震によって得られる疲れ累積係数： UF 、赤四角で書いてございますけれども、0.0001 ということで、オーダーが 1 つ違うということです。もともと足したとしても 0.0031 で評価基準値 1 に比べて小さいんですけれども、今回地震動によって求められる疲れ累積係数というのは、非常に小さかったというのが今回の解析結果でございます。

以上でございます。

○西川主査　いかがでしょうか。

これは津波が来るまでに余震が 1 回来ているんですか。2 時 46 分が本震ですね。その後、津波は 40 分ぐらいで来ているんですね。その前にもう一回 3 時何分の地震が来ているのではなかったですか。

○小畑安全審査官　15 時 15 分です。

○西川主査 それも小さいんですか。そうでもないですね。そういうものを入れても、回数としてはあまり増えないんですか。

○御田上席安全審査官 疲れ累積係数として計算してしまうと、もともと地震以外の方でも 0.003 で、地震の方のオーダーというのが 1 けた違うので、ほとんど影響がないと考えております。

○西川主査 この辺りがいろんなところで議論されたりしています。地震が途中でちょん切れているところまでですので、もうちょっとあったら、ちゃんと記録がとれていたらどうなるかというのは、これから少し見てみようということですね。

○御田上席安全審査官 それについては、別途事業者に指示をして、計算を行っております。

○西川主査 104MPa が弾性範囲であるということもありますので、それほどクリティカルにはならないのかもしれませんが。

これについてはいかがでしょうか。よろしいですか。先ほど地震波の再現などができれば、もうちょっとやっていただくことになると思います。ありがとうございます。

続きまして、建築物・構造 4－2－2 です。「東京電力福島第一・第二原子力発電所津波に伴う漂流物による建屋等への影響について（コメント回答）」ですが、保安院から御説明をお願いします。

○御田上席安全審査官 1 ページ目でございますけれども、一般的な建物における津波被害として漂流物によるものが多い。原子力発電所における津波被害の場合、波力の影響と漂流物の影響ではどちらによるものが大きかったのか。現地での確認を含め、検討が必要ということでございます。

回答でございますけれども、1 F と 2 F におけます主要建屋の津波による被害の状況と主要建屋周辺の漂流物の状況でございます。主要建屋の外壁や柱等の構造躯体につきましては、津波によると考えられる有意な損傷は確認されておりません。一方で開口部が津波により損傷し、建屋内に浸水したものと考えられます。主要建屋周辺においては、屋外タンクや車両、定期検査に伴う仮置き物品等が津波による漂流物となり、一部の建屋外壁では漂流物が衝突したと思われる痕跡が確認されました。また、車両等、漂流物の一部は損傷した開口部から建屋内へ流入していることが確認されたということでございます。

2 ページ目は、主要建屋におけます津波による被害状況ということです。1 F での浸水ということで、1～4号機については O.P.10m、5～6号機は O.P.13m ということで、ほぼ全域が津波の遡上を受けた。

2 F につきましては、海水熱交換器建屋がある O.P. 4 m の敷地東側（海側）とか、O.P.12m の敷地南側が津波の遡上を受けて浸水ということです。

下の写真のところに、それぞれの浸水エリア、遡上エリアをお示ししてございます。

3 ページ目ですけれども、損傷の状況というか、どういうところに被害があったかということを写真でお示ししてございますが、浸水によって主要建屋の地上の開口、給排気口、

敷地の地下に埋設されたトレンチやダクトに接続する開口の一部から、建屋内へ海水が浸入したと考えられる。

先ほど申し上げましたが、主要建屋の外壁や柱等の構造躯体には有意な損傷は確認されていないということでございます。

4 ページ目は、主な漂流物としてどんなものがあつたのかを書いてございますけれども、屋外タンクや駐車車両、仮置き of 物品、門型クレーン等があつた。

漂流物による建屋への影響はどうだったのかということでございますけれども、これまでの現地調査で、建屋外壁において漂流物が衝突したと思われる痕跡が一部で確認されているが、漂流物による構造躯体の損傷は確認されていない。

車両等の漂流物の一部は、損傷した開口部から建屋内へ流入したことを確認している。ただし、開口部のシャッターや扉が変形・損傷した原因の特定は難しいということです。

結局、御質問の趣旨からいうと、どちらの方の影響が大きいのかという御指摘なんですけれども、どちらの影響でどうだったのかという特定は難しいという御回答になってございます。

以下5 ページ、6 ページは、主な漂流物としてどんな漂流物があつたのかということを一覧にしていると同時に、7 ページ、8 ページにつきましては、地震が起きてから1 週間程度の範囲でこういう状況になったということを写真でお示ししております。現在どれがどうなっているかというのはあれなんですけれども、瓦れき等のいろいろな作業に邪魔になるものについては撤去してしまっているものもありますし、このまま残っているものも混在しているということでございますが、地震直後の主な漂流物の状況を7 ページ、8 ページにお示ししてございます。

9 ページでございますけれども、建屋の外壁における漂流物の衝突がどうであつたかということで、今、残っているものについては、こういう痕跡が残っているということでございますけれども、構造躯体に影響を与えるような損傷はなかったということでございます。

以上でございます。

○西川主査 いかがでしょうか。

痕跡は見られるけれども、これによって多分壊れないと思います。扉、シャッター等は壊れます。この辺りは1 つの教訓になりますので、津波に対しての安全性ということになると、壊れないような頑丈な扉にしましょうということになるんだろうと思います。

どうぞ。

○高田委員 漂流物の評価はなかなか難しいと思うんですが、これも非常に重要なところですので、できるだけ調べていただければと思います。

皆さんも気にされていると思うんですけれども、津波の遡上高とプラント全体の被害がどういう関係になっているのか。これがわかるようなデータがとれると一番いいんです。といいますのは、構造体がどういうふうに壊れていくかという損傷の進展の問題と、それ

だけではなくて、その中にある機器系はどういうふうに水で影響を受けて、どのタイミングでどういうふうに機能が止まったか。それから、電気系があります。電気系というのは非常に水に弱いわけですが、どの程度水に浸かると、どれぐらい機能を果たさなくなるのか。そういうところをきっちり調べられるだけ調べていただかないと、別の意見聴取会でストレステストというものがありますけれども、あのときに津波高さが評価されたとしても、プラントがどういう状況になるのかをきっちり押さえられないといけないわけです。

今回の福島の事象で、少なくともこれぐらいの高さのときにはこうなっているという1つの点が評価できるわけで、それが1つのベンチマークになると思います。そこを是非評価できるようなデータの取り方というか、調査をしていただけるとありがたいです。あるいは電力にそういうことをお願いすることになると思うんですけども、そういうことをしていかないと、津波に対して今後どういうふうにプラントが挙動するのかというところに対して、十分に答え切れなくなると思います。

意見ですけれども、以上です。

○小林耐震安全審査室長 一番最後に申し上げようと思ったんですけども、ストレステストの意見聴取会とはまた別に、技術的知見に関する意見聴取会というものがございます。プラントパラメータなどの分析の意見聴取会がございまして、その中で、今、高田先生がおっしゃったようなことを含めて議論しているんですけども、12月に入りましたら、構造の方の意見聴取会と、今、言ったプラントパラメータの方の意見聴取会の合同みたいな意見聴取会を設けて、お互いに向こうのデータを拝見させていただく。こちらは地震データや津波データを説明するというのを企画しておりまして、詳細については、改めてお知らせしたいと思います。

○西川主査 ありがとうございます。

ほかに何かございますでしょうか。

これは状況ですので、被害との関連が必ずしも説明されていませんけれども、今のプラントのパラメータと併せて見れば、わかってくる可能性があります。当然ストレステストなどを目指して、電源をどうするかというのは皆さんおやりになっておりますので、そういうところも併せて、こういう事象から判断できるのではないかと思います。

どうもありがとうございました。

続きまして、建築物・構造4-2-3「福島第一原子力発電所原子炉建屋上部の瓦礫撤去について」です。これはこの間、落ちるのではないかと、安全性は大丈夫なのかという話がありました。

○小林耐震安全審査室長 壁谷澤先生の指摘です。

○西川主査 今日はまだ来ていませんけれども、もしあれば、別途に御説明します。建築物・構造4-2-3を先に説明してください。もし来なかったら困るのでね。お願いします。

○一ノ宮安全審査官 壁谷澤先生から御指摘を受けたものですが、先に御説明をさせていただきます。建築物・構造4-2-3でございます。

1 ページですが、こちらは3号機と4号機の現状の写真です。東京電力が撮影したものでございますが、見ていただきますとおり、水素爆発の影響によりまして、建屋の上部が損壊している状況でございます。こちらには3号、4号を載せてございますけれども、1号機につきましても、損傷の度合いは違いますけれども、同じように損傷している状況でございます。

保安院といたしましては、前回までに今後の余震によります損壊した建屋が大丈夫なのかということについて解析をしております。解析につきましては、全号機でやっておるんですけれども、その御説明をした際に、今後の地震の揺れによりまして、上部の瓦れき等が建屋に対して影響を及ぼさないのか、また及ぼす影響を考慮しなくてよいのかということで、御心配をしていただいたということでございます。

それに対しましての説明資料なんですけど、結論から申し上げますと、3号機、4号機につきましては、2 ページ目を見ていただきますとおり、このように上部の瓦れきを撤去している最中でございます。

3号機につきましては、これも御参考でございますけれども、放射線レベルがほかの号機よりも高いという意味合いから、なるべく被曝をしないという当然の観点から、遠隔操作で上部の瓦れきを撤去しております。左側に絵がございますとおり、構台を設けまして、更には無線による遠隔操作ができるようなクレーンで、どんどん撤去をしていくということでございます。

右側は4号機ということで、こちらはこのような形で近くまで近づきながら、大きなクレーンで撤去しているということでございます。

済みません。誤記がございます。左側の図1は3号機です。両方とも4号機になっておりますけれども、左が3号機、右が4号機でございます。

工期全体をどのぐらいのスピードでやっていくかということで、これは慎重にやっていくということもございまして、3 ページ目を見ていただきますと、3号機、4号機ということで、撤去作業には入っております、このように平成24年の途中まで、このように進めていくということでございます。

また、ページ一番下に書きましたけれども、1号機につきましては、放射線物質の飛散抑制を目的として、別途原子炉建屋カバーというものを設置して、今、運用に入っているということでございますが、3号機、4号機を先に撤去した後に、将来的には瓦れきの撤去に着手するという状況でございます。

この資料の説明は以上でございます。

○西川主査 いかがでしょうか。どうぞ。

○西谷委員 細かいことですが、1 ページ目に出ている3号機、4号機の写真は、いつごろのものになるんでしょうか。およそでいいです。わからなければ結構です。

○一ノ宮安全審査官 申し訳ございません。時期は確認していませんでした。確認して、次回にでもお答えしたいと思います。

○西川主査 これでいくと、撤去作業は始まっているということですね。9月10日から書いてあります。

○西谷委員 だから、この写真よりは、現状はなくなっているんですね。

○西川主査 部分的にはね。

○一ノ宮安全審査官 ただ、これをやる上では周辺の出っ張ったものなどを切ってから、特に3号機にあっては構台を建ててから、その上にクレーンを乗せて片づけていきますので、今は周辺から取り組んでいるというイメージでいただければと思います。これからどんどん加速していくというイメージで御理解いただければと思います。

○西川主査 1号についてはカバーをかけて、今、作業はできないということですね。

○一ノ宮安全審査官 そうです。

○西川主査 そういうことのようにございます。これについては、よろしいですか。

壁谷澤先生が見えたら、後で御説明をしていただければと思います。

ありがとうございました。

続きまして、建築物・構造4-3-1の資料にいきたいと思います。「東北電力（株）女川2号機及び3号機原子炉建屋建屋シミュレーション解析について」でございまして。建築物・構造4-3-1と建築物・構造4-3-2と一緒に見ながらやっていただければと思います。それでは、保安院から説明をお願いします。

○木下安全審査官 それでは、建築物・構造4-3-1、建築物・構造4-3-2で御説明をさせていただきたいと思います。基本的には建築物・構造4-3-1で御説明をさせていただきまして、細かいところにつきましては、建築物・構造4-3-2を参考資料として使わせていただきます。図面等を御用意しておりますので、ときどき建築物・構造4-3-2の参考資料をごらんいただきたいと思いますので、横に置いていただきつつ、御説明を聞いていただければと思います。

それでは、建築物・構造4-3-1を開いていただきまして、まず「目次」でございませうけれども、現在、東北電力さんで女川の建屋シミュレーションをやってございます。今回はその実施状況について御説明をさせていただきたいと思います。

本日御説明させていただくのは「目次」に書いてございますが、1つ目は女川の3号機の水平動の建屋シミュレーション解析、女川2号機の水平動の建屋シミュレーション解析、3つ目に女川2号と3号の両方でございまして、鉛直動のシミュレーション解析の結果等について御説明をさせていただきたいと思います。

2ページでございまして、まずは3号機の原子炉建屋の水平動の建屋シミュレーション解析について御説明をさせていただきます。

3ページでございませうけれども、水平動の検討に当たりまして、こういったフローで解析を進めていくということです。

一番最初は事前の検討ということで、1つ目は前回御説明をさせていただきましたけれども、耐震バックチェックモデルに地震観測記録を入力して、地震応答解析の結果で傾向を見るということです。まずはそういう事前の検討をしてございます。

2つ目に、観測記録による固有振動数がどういう傾向かという分析をするということ。

3つ目、既往の検討ということで、女川につきましては、何度か地震を経験してございますので、今回は2005年の宮城県沖の地震のときのシミュレーション、そのときの傾向がどうだったのかということを事前の検討ということで出してございます。

4つ目でございますけれども、3号機の原子炉建屋のオペレーションフロア、これは地上3階でございますが、オペフロ階という言い方をしてございますけれども、そのプール、ピットの直交方向における地震観測記録について検討してございます。

こういった事前検討を踏まえて、建屋シミュレーション解析の方針を策定しまして、実際にシミュレーション解析を実施するという事です。

最後に解析の結果をまとめるということでございます。

早速でございますけれども、建築物・構造4-3-2の2ページ目、別紙1に女川3号機の原子炉建屋の地震観測装置の設置位置について示してございます。

3ページに女川3号機の平面図、断面図、4ページに地震計の設置位置を示してございます。ここに示しておりますのが、3号機によって設置されているもののすべてを書かせていただいております。

前回、資料の方には書いてございませんでしたが、4ページの真ん中に臨時観測点ということで★で書いてございますけれども、これは中越沖地震等を踏まえて、2008年10月に設置されているポータブル地震計ということで、設置当時からあるものではなくて、後で設置をした地震計がございまして。こちらについても、解析にこの観測記録等を使ってございますので、こういった位置に設置されているということで御認識いただければと思います。

それでは、建築物・構造4-3-1に戻しまして、4ページでございます。事前の検討ということで、耐震バックチェックモデルに基礎盤上で観測された地震観測記録を入力した地震応答解析ということで、これは先ほども申し上げましたとおり、前回、資料で御説明をさせていただいたところでございます。

解析の諸元、パラメータについては、4ページに記載されているようなパラメータを入力した上で解析を実施しているということでございます。

建築物・構造4-3-2の別紙2に、解析の結果を示させていただいております。ページ数でいいますと、7ページにバックチェックモデルの加速度応答スペクトルがございまして。7ページには3月11日の地震のときのスペクトルを示させていただいております。上段がNS方向、下段がEW方向のスペクトルを示してございます。

8 ページは4月7日の地震について示させていただいておりまして、同じく上段が NS 方向、下段が EW 方向ということで、バックチェックモデルに観測波を入れた応答はこういった形になっているということでございます。

9 ページには最大応答せん断ひずみ、10 ページには層せん断力の比較ということで、こういった結果が得られているということでございます。

建築物・構造4-3-1の5ページでございますけれども、ここでどういったことが得られているかということなんですが、上の方の四角囲いに書いてございますが、特徴的な点というところで、せん断スケルトンの応答というのは、第1折れ点付近の箇所があるということと、加速度応答スペクトルにおいては、観測記録の卓越周期の方が解析の結果の1次固有周期に相当する周期と比較すると、若干長周期側になっているということです。

5 ページの左下にも示しておりますけれども、赤と青で示しているものが観測記録でございますが、解析結果と比べると、若干ではございますけれども、周期が長周期側、右側の方にずれているということが見てとれるかと思えます。

②に書いてございますけれども、特に上の階、3階より上の応答については、せん断スケルトンの第1折れ点も越えているような位置でございますし、屋上の加速度の応答スペクトルと解析結果の整合性も余りよくないということです。

左下の方に屋上階と3階のものを示させていただいておりますけれども、あまり整合性がよくないという結果でございます。

③でございますけれども、応答スペクトルにおきまして、観測記録の卓越周期の振幅というのは、解析記録と比べると若干小さい傾向にあるということです。

これも左下に示しておりますとおり、観測記録は解析結果と比べると、若干小さ目に出ている傾向があるということがわかってございます。

6 ページでございますけれども、事前検討の2つ目ということで、固有振動数の傾向分析でございます。これまで女川発電所につきましては、何度か地震を経験してございますので、観測記録も含めて建屋の固有振動数を算定してございます。

算定の方法につきましては、建築物・構造4-3-2になります。別紙3を見てくださいと、観測記録を使った固有振動数の評価方法ということで、ARX モデルと書いてございます。こういった観測記録から補間して固有周期を出すという形で、固有振動数を算定してございます。

6 ページにそれぞれの地震ごとに固有周期を出したものがございます。比較ということで、バックチェックのモデルが6ページの右下の方に書いてございますが、1次固有振動数の NS 方向が 5 Hz、EW 方向が 4.92Hz ということで、これと比較してどうなっているかということ比率というところに書かせていただいております。

これを見てくださいと、2001 年から 2005 年までは 1 を超えている形でございますけれども、3月11日の地震を境に 1 までいかない、0.93、0.91 という 1 を切っている比率になってございます。3月11日と4月7日の地震では、加速度レベル的には3月11日

の方が大きいんですけども、固有振動数を見てみると、余り変わりが無い値になっているということでございます。こういった傾向が見られているということでございます。

7ページでございますが、これも事前検討の2つ目ということで、3月11日の地震と4月7日の地震、それぞれの応答スペクトルの比較でございます。

7ページはNS方向の比較をしてございます。3月11日の地震につきましては、若干長目でございました。山が2つありますので、山ごとに前半と後半に分けて、それぞれ応答スペクトルを出してございます。4月7日の地震については、それほど長いものではないので、そのまま使って応答スペクトルを出してございます。

これから読み取れるものとしては、やはり3月11日の卓越するピーク周期というのは、前半部分というよりは、後半部分の方が若干長周期化している傾向があるということです。4月7日の応答スペクトルも出してございますけれども、これは3月11日の地震の後半部分の主要動と同じような傾向であることがわかってございます。

8ページも同様ですが、こちらはEW方向でございます。それぞれ分けた形で応答スペクトルを出してございまして、こちらも後半部分の方が長周期化している傾向があるということと、4月7日の応答スペクトルは3月11日の後半部と同程度の傾向が見られるということでございます。

9ページでございますけれども、事前検討の3ということで、これまでに発生している地震、今回は2005年の宮城県沖地震における建屋シミュレーションの解析をやったので、その傾向を見てございます。

こちらを見ていただきますと、一番右の方が屋上階を示してございます。若干見づらいですが、右の方の青い線が解析結果、赤い線が観測記録ということで、下のフロアと比べますと、やはり上の解析結果の方が十分に再現されていない傾向にあるということでございます。今回だけではなくて、以前から上の階のシミュレーション解析は、若干シミュレートできていないところがあるということでございます。

10ページでございますが、事前検討の4ということで、女川3号機のオペフロ階、3階でございますが、プール、ピットのNS方向の直交方向でございます。こちらは地震観測記録に関する事前検討ということで、先ほど御紹介させていただいた臨時観測点が直交している地震計がございまして、NS方向をはかっているのはここしかないということで、左下の方に地震計の設置状況を書いてございます。NS方向を直交するものとしては、3RB-9でありますとか、3RB-7があるんですが、ここに書いてありますとおり、EWの方しかはかっていないということです。この点でNSをはかっているところは、ポータブル地震計しかないということで、ポータブル地震計で得られた波形を使って検討してございます。

こちらを見ていただきますと、0.1秒辺りにピークが認められているということで、ほかの観測点との違いが若干見られるということでございます。これは3月11日の地震でも4月7日の地震でも、そういった傾向が見られるということで、女川3号機のNS方向

につきましては、部分的に床の面内せん断剛性による床柔性を考慮して、解析を実施してございます。

建築物・構造 4-3-2 の別紙 4 にその結果を示してございます。14 ページでございますけれども、床柔性を考慮した解析モデルということで、上の階にばねを入れた形のモデルを使って解析をしてございます。基本はバックチェックのモデルなんですけれども、床柔性を考慮したモデルを使って解析をしてございます。

その結果を 15 ページに示してございます。これを見ていただきますと、ある程度再現できているものと思います。ただ、短周期の部分がポータブル地震計は若干大きく出るという傾向が見られてございまして、その辺りは設置場所の影響等が考えられるということで、その辺はもう少し検討が必要と考えてございます。

その辺を建築物・構造 4-3-2 の別紙 5 で示してございます。17 ページにこれまでの観測記録、過去何度か地震が起こってございますが、そのときの記録を示してございます。これを見ていただきますと、赤の矢印で示してございますが、短周期の部分が少し大きく出ているということで、ポータブル地震計の設置位置等の影響が出ているのではないかとということで、この辺は引き続き検証が必要ではないかと考えてございます。

建築物・構造 4-3-1 に戻りまして、11 ページでございます。オペフロ階のプール、ピット直交方向の地震観測記録に関する事前検討ということで、得られている結論としましては、先ほども申し上げましたとおり、部分的な床モデルという形で解析をすれば、かなり再現できているという結果が得られているということでございます。

12 ページの左半分に、これまで申し上げた事前検討の結果をまとめさせていただきました。こういった事前検討の結果を踏まえて、建屋シミュレーションの解析の方針を東北電力はこういった形で考えているということで、まとめてございます。

基本モデルにつきましては、埋め込みを考慮しない多軸多質点系のスウェイ・ロッキングモデルということで、非線形性を考慮する形で検討しているということでございます。

その下の建屋剛性については、設計よりも低下していることが考えられるため、初期剛性については観測記録と整合する等価な剛性という形で評価することを考えているということでございます。やはりオペフロ階からの上の階の方は、初期剛性の低下の影響に加えて、もともとの剛性モデルの評価方法の乖離分でありますとか、塑性化も考えられるということで、そういったことも含んで、剛性低下については等価な剛性値で評価することを考えてございます。

建屋の減衰でございますけれども、埋め込み効果も含めて、減衰効果というものもすべて RC の減衰に代表させる形で、観測記録と整合するような減衰値を採用するというように考えているということでございます。

一番下の床の柔性でございますけれども、こちら観測記録と整合する固有周期となる建屋の等価な剛性を再評価することも考慮しまして、先ほどは一部の床だけでございまし

たが、シミュレーション解析ではすべての床の柔性を考慮したモデルということで、実施することにしてございます。

13 ページに、シミュレーション解析のモデルと耐震バックチェックモデルの解析の比較を書いてございます。先ほども申し上げましたとおり、これまでの事前検討の結果を踏まえて、剛性の評価でありますとか、減衰の定数でありますとか、解析モデルについては床の柔性を考慮する。そういったところを考慮した形の解析モデルを使って解析することにしてございます。

14 ページはシミュレーションモデルの概要図ということで、こちらを見ていただきますとわかりますとおり、各フロアの床にばねを入れているということで、床の柔性を考慮したモデルというもので、今回評価をしてございます。

右上に設計値と書いてございますが、これはバックチェックのモデルの物性値と同じもの、初期設定値としては全く同じ値を入れているということでございます。

15 ページでございますが、先ほど申し上げたとおり、シミュレーションモデルについては、観測記録と整合する形で等価な剛性と減衰を考えるということで、補正係数をかけるということで考えてございます。こういう観測記録の傾向を踏まえて、オペフロ階より上の階、それより下の階をそれぞれ分けた形で補正係数をかけるということです。観測記録を踏まえた形で計算した結果、15 ページで示させていただいている補正係数をかけるということと、減衰についても 0.07 ということで、この値を使ってシミュレーション解析をするということでございます。

下の方に参考ということで、1 次固有周期と書いてございますけれども、補正係数をかけた結果、NS 方向については 0.224 秒、EW 方向は 0.223 秒になるということでございます。その後ろにバックチェックモデルの値を記載してございますが、バックチェックモデルの値に補正係数をかけた結果、このような 1 次固有の周期になるということでございます。

16 ページでございますけれども、水平動の建屋シミュレーションの地震動の算出概念ということです。

右側の算定モデルで入力波を出すということで、こちらの方のモデルは建屋線形、周波数の応答解析の形で、基礎版上で観測記録が得られてございますので、その記録を入力した上で、基礎版下のばね外の入力波を出力します。

左側のシミュレーション解析モデルは、建屋は非線形を考慮するということと、時刻歴応答解析ということでモデル化しているものの、ばね外の入力波ということで、こちらの方に入力するという形でシミュレーションの解析を行ってございます。

その結果を 17 ページ、18 ページで示してございます。

17 ページは 3 月 11 日の解析結果でございまして、左半分が NS 方向、右半分が EW 方向、それぞれフロアの応答スペクトルを示してございます。先ほどの耐震バックチェックモデルの応答解析と比べると、山の位置、ピークの位置等については合っている。細かく

見ると若干違うようなところもあるんですけれども、耐震バックチェックモデルと比べると、再現性はよいのではないかと考えてございます。

18 ページについては、4 月 7 日の地震の応答スペクトルを示してございまして、左半分が NS 方向、右半分が EW 方向ということで、こちらの方もシミュレーション解析の結果の方が再現性は高いのではないかと見てございます。

19 ページでございすけれども、最大加速度分布の比較ということで、オレンジ色の線でシミュレーションの結果を示してございます。それぞれ地震計の点をプロットさせていただいております。これを見てもおおむね合っているものではないかと考えてございます。

20 ページは最大応答せん断ひずみということで、耐震壁の応答につきましては、オペフロ階より下については $0.2 \sim 0.3 \times 10^{-3}$ ということで、おおむね弾性の範囲内であったのではないかと考えております。ただ、オペフロより上の階につきましては、ひずみが大きくなるんですけれども、評価基準値と比べると、それよりは下回っているという結果が得られてございます。それぞれの大き目に出ているところを、下の表に示させていただいております。

21 ページでございすけれども、女川 3 号機の原子力建屋の層せん断力ということで、こちらオペフロ階より上のひずみは大きくなるということですが、層せん断力は弾性耐力と比べてみると、それ以下になっているということです。鉄筋についてはオペフロ階より上も含めて弾性範囲であったのではないかと推測してございます。

ただ、こちらについては、あくまで計算解析の結果ということで、今、女川発電所の現場の点検、調査を実施してございますので、そういったものと比較をして、健全性については詳細に評価を行っていく必要があると考えてございます。

22 ページに今回行ったシミュレーション解析の結果をとりまとめてございます。

左側の枠についてはシミュレーション解析の特徴ということで、これまで説明させていただいたものをまとめたものでございます。

こういった特徴を踏まえて、右側の方に東北電力としての見解をとりまとめてございます。

建屋の剛性でございすけれども、剛性低下については、日本建築学会の資料でも剛性低下のことに触れられておりまして、始源せん断剛性に対して 0.8 を下回ることはないと示されている資料があるということでございます。ただ、女川発電所については、過去に何度か大きな地震を経験してございますし、乾燥収縮クラックも非常に多いということで、先ほどお示ししましたとおり 0.8 を下回ることも考えられるのではないかと考えて、推察しているということでございます。

建屋の減衰につきましては、今後、埋め込み深さの違う女川 1 号機のシミュレーション解析を実施していく予定でございすけれども、そういったものを踏まえて、減衰の傾向を整理する必要があるのではないかと考えてございます。

オペフロ階の床の柔性ですが、床ばねモデルで観測記録の傾向をとらえるということで確認をさせていただきます。女川 3 号機については、建屋の剛性低下を観測記録と整合するように設定したシミュレーション、先ほども申し上げましたとおり、すべての階に床の柔性を考慮するというので、今後の地震応答解析モデルというのは、床の柔性を考慮したようなモデルで検討していくと考えてございます。

それから、臨時観測点ということで、ポータブル地震計を設置してございますけれども、こちらの信頼性については、更に検証が必要と考えてございます。

建屋の応答評価ですが、今後この手法を使ってフロアレスポンスを出して、設備の応答評価に用いて検討を行っていきたいと考えてございます。

それから、解析上でございますけれども、オペフロ階より上の耐震壁については、おおむね弾性範囲内ということで、鉄筋は上の階も含めて弾性範囲であったと考えてございますが、こちらも先ほど申し上げましたとおり、現場の調査をやっておりますので、健全性については、現場の調査も踏まえて詳細な評価を行っていくと考えてございます。

3 号機の水平動のシミュレーションについては以上でございます。

23 ページからは、女川 2 号機の水平動のシミュレーション解析でございます。

24 ページに検討のフローを書いておりますが、基本的には 3 号機と同じ検討フローで実施してございます。ただ、3 号機に臨時で設置されているポータブル地震計は、2 号機には設置されてございませんので、若干 2 号機の傾向が見られないんですけれども、女川 2 号機と女川 3 号機というのは、BWR Mark-1 改という同じような形の建屋でございますので、女川 3 号機で確認されている床柔性の傾向というのは、同様な傾向であるということで判断をして、やはりモデルについては 3 号機と同じようなモデルを使って検討してございます。

25 ページにつきましては、バックチェックモデルのものでございますが、ここは変わってございませんので、割愛させていただきます。

26 ページもバックチェックモデルの結果でございますけれども、3 号機とほぼ同じ傾向が見られるという事前検討の結果が出てございます。

27 ページでございますけれども、こちらも固有振動数の傾向分析ということで、3 月 11 日の地震以降について比率を切るような形になっているという傾向は、3 号機と同じでございます。

28 ページには応答スペクトルの比較ということで、NS 方向を示してございますが、こちらも 3 月 11 日の後半の動きが長周期化していて、3 号機と同じような傾向が出ております。

29 ページには EW 方向を示してございますが、こちらも同様な傾向が出ているということでございます。

30 ページには事前の検討結果を踏まえて、建屋シミュレーション解析の方針を示していますが、これも先ほど3号機で御説明したものとほぼ同様でございます。同じようなモデルで解析を実施してございます。

31 ページも3号機とほぼ同様でございますので、こういったことでシミュレーションの解析を行うということでございます。

32 ページにシミュレーションモデルの概要図を示してございますが、こちらも3号機と同じモデルで、床の柔軟性を考慮したモデルでシミュレーションをやるということでございます。

33 ページに補正係数の検討結果が出てございますけれども、オペフロ階より上の階につきましては3号機と同じ値なんですけど、下の方が若干3号機とは違うような値、0.8を下回るような値も出ている。これは観測記録の傾向を踏まえて、補正係数を出しているということでございます。減衰につきましては、3号と同じ値でございます。

34 ページでございますが、入力地震動の算出概念図ということで、これは3号機と同様でございます。

その結果を35 ページ、36 ページに示してございます。

35 ページはNS方向を示してございます。特にNS方向だけでございますけれども、2RB-8という地震計については、設置場所がエレベーター室ですので、ふき抜けているところのすぐ近くに設置されているということで、ほかの地震計と比べると、出てくる波が違ってくることもございまして、シミュレーションの解析の比較対象としては、今回は使わないということで、この地震計の記録は除外した形で解析を行ってございます。こちらにつきましても、3号と同様バックチェックモデルと比べると、ピークの位置などが比較的シミュレーションできていると考えてございます。

36 ページはEW方向の結果を示してございまして、こちらも同様にバックチェックのモデルと比較すると、比較的シミュレーションができていると考えてございます。

37 ページ、38 ページにつきましては、4月7日の地震の結果を示してございます。37 ページはNS方向、38 ページはEW方向ということで示してございます。NS方向については、こちらでも2RB-8は比較対象から外すということで比較してございます。

39 ページは、左半分が3月11日、右半分が4月7日の最大加速度分布の比較を示してございます。こちらでも3号同様、比較的シミュレーションできているものではないかと思っております。

40 ページでございますけれども、最大応答せん断ひずみということで、こちらでもオペフロ階以下については、最大で $0.2 \sim 0.3 \times 10^{-3}$ であって、おおむね弾性範囲内であった。オペフロ階より上についてはひずみが大きくなるということですが、こちらでも評価基準値と比べると、それ以下であるということで、3号機と同様の結果が得られているということでございます。

41 ページでございますが、各階の層せん断力ということで、こちらも弾性限耐力と比較して、それ以下になっているということでございます。これも3号と同様の結果が得られているということでございます。

42 ページは、今回のシミュレーション解析の結果の特徴を踏まえて、事業者の見解ということで、右の欄に書いてございますけれども、基本的には3号機と同様な見解です。今後まだ傾向を整理する必要があったり、ローカルな影響の詳細でありますとか、現場の調査の結果も踏まえて、詳細な評価を行っていくと考えてございます。ただ、設備のシミュレーションについては、このシミュレーション解析モデルを使って設備の応答評価をしていきたいということは、3号機と同様、2号機もそういうことをやっていきたいということでございます。

43 ページからは、女川2号機、3号機の鉛直動の建屋シミュレーション解析ということです。

水平動と同様に44 ページに検討フローを示してございます。バックチェックモデルに観測記録を入れて、地震応答解析の結果の傾向を分析する。

それを踏まえて、シミュレーション解析の方針を策定した上で、シミュレーション解析を実施するということでございます。

45 ページに事前検討ということで、耐震バックチェックモデルに地震観測記録を入力して、地震応答解析を行ってございますけれども、鉛直方向の剛性については、非線形性の影響は少ないという結果が得られてございます。

シミュレーション解析の方針としては、バックチェックモデルの値を採用しているということでございます。

46 ページに耐震バックチェックモデルとの比較ということで、今回行ったシミュレーション解析はほぼバックチェックモデルと同様でございます。入力地震動だけが算定モデルを使って得られた地震動を入れているということで、それ以外の剛性評価でありますとか、減衰定数、解析モデルそのものも全く同様のもので、今回解析を行ってございます。

47 ページにシミュレーションモデルの概要図を示してございますけれども、バックチェックモデルと全く同じでございます。

48 ページは入力地震動の算定モデルということで、出し方自体は水平動と同様でございます。

49 ページ、50 ページにその結果を示してございまして、おおむねシミュレートできているかと思えますけれども、0.5 秒から 0.1 秒の間に大き目のピークが出てございます。ここら辺はどういうことでこういうピークが出ているかという原因がわからない状況で、これをなくすことについては、今後検討してまいりますけれども、比較的解析の結果の方が大き目に出ているということで、保守的な評価ができるのではないかと考えてございます。

49 ページは3月11日の地震、50 ページは4月7日の地震を示してございます。こちらは2号機です。

51 ページですが、左半分は 3 月 11 日の地震の応答スペクトル、右側は 4 月 7 日の応答スペクトルを示してございます。

52 ページには、最大加速度分布を示してございまして、左半分が女川 2 号機、右半分が女川 3 号機を示してございます。こちらもおおむねシミュレートできているのではないかと考えてございます。

53 ページでございすけれども、今回の鉛直動のシミュレーション解析の特徴についてとりまとめてございます。おおむね記録の傾向については再現できていると考えてございまして、今後この解析モデルを使ってフロアレスポンスを出して、設備の応答評価を検討していきたいということでございます。ただ、屋根トラス部分の評価については、今後実施していくということで、更に検討が必要と考えてございます。

こういったことで、今後は設備の解析等を行っていききたいということで、やり方等について御意見をいただければと考えてございます。

資料の説明は以上でございます。

○西川主査 ありがとうございます。

2 号と 3 号の両方をやっていただきましたので、ちょっと時間があれでしたけれども、いかがでしょうか。

ここにも書いてありましたように、女川は何回か比較的大きな地震に遭っているということと、地震観測がずっと行われていたということでもあります。6 ページに辺りに 2001 年の地震から、振動数がどんなふうに変化してきたかというデータが出ています。剛性が落ちてきています。この辺は学会の論文などでも発表されているようです。これには付いていませんけれども、もし御興味のある方は、建築学会などに出されています。もうちょっと経時的に、どういうふうに下がってきたかということが書かれていると思います。

これについて、御質問、御指摘はございますか。どうぞ。

○西谷委員 例えば建築物・構造 4－3－1 の 27 ページに、振動数の変化が出ている表がございすけれども、これは全部 ARX モデルの評価なんですか。

○木下安全審査官 そうです。

○西谷委員 ARX で 1 質点系に置きかえて計算すると、A 係数と B 係数というものがあって、A 係数から固有振動数とともに減衰も出てくるんです。ですから、せっかくやっていらっしゃるなら、減衰の変化みたいなものも一緒に提示していただくと、少し減衰が増えているという傾向もわかるし、解析のときに減衰定数をどの程度設定しておくのがいいという意味での資料にもなると思います。せっかく ARX モデルの A 係数があるんですしたら、減衰は簡単に出ると思いますので、それも併せて提示いただければと思います。勿論今すぐというのは無理だと思いますけれどもね。

○西川主査 その辺は是非お願いしたいと思います。要するにモデルに減衰定数を 0.7 とか決めていますから、その辺りの根拠にもなるということです。是非お願いします。

ほかに何かございますでしょうか。どうぞ。

○高田委員　すごく細かいんですけども、建築物・構造 4－3－2 の 8 ページにスペクトルの比較が出されております。床柔性の影響が結構あるということで、4 ページに女川 3 号機の観測点の位置が出ておりますけれども、オペフロの 3 RB－6 という点は、NS、EW、全部はかっています。それから、臨時観測点も NS、EW を全部はかっているということで、EW 方向の観測記録と 3 RB－6 の EW 方向もプロットしていただけるとありがたいということです。8 ページの一番下の EW の応答スペクトルの比較は 3 RB－6 がないんです。これを入れておくと、EW 方向の床の剛性がどのぐらいか、柔性が寄与しているかというのが比較でわかるのではないかと思います。

○木下安全審査官　建築物・構造 4－3－2 の方は、主な観測点ということで、代表的なところだけをピックアップしてございましたので、御指摘いただいたところは出してみたいと思います。

○西川主査　これはいつも話題になっている 0.1 秒ぐらいのところに、床柔性の影響がある。柏崎でもそうだったんですけども、出ていて、解析でもその辺の山が出てくるんです。

ほかに何かございますでしょうか。

私の方からお聞きしたいんですが、例えば 40 ページでもいいんですけども、耐震壁の応答は最大でこのぐらいであり、おおむね弾性範囲であったと書いてあるんですが、もともとのモデルは既に剛性低下させたもののスケルトンを使っていると思うんです。弾性範囲というのはもっと小さい範囲なんだろうと思うんですけども、要らないのではないですか。ところどころに線形モデルというのが書いてあって、ところどころにまた弾性が入っていて、これは弾性ではないんですね。落としていて、しかも、減衰定数を大きく与えていますから、勘違いすると困るので、最大で $0.2 \sim 0.3 \times 10^{-3}$ であったというぐらいでやっていただければいいと思います。その前には剛性低下とか減衰と書いてありますから、私はいいと思います。

○木下安全審査官　この辺の表現につきましては、検討させていただきたいと思います。

○西川主査　お願いいたします。

ほかにいかがでしょうか。

シミュレーションで剛性とか減衰をやっているんです。それを使って解析をやられているということです。バックチェックモデルはそうではないんです。今回のものはそれをやられているということでございます。先ほど西谷先生がおっしゃったように、同定をやっているんだったら、減衰もそれで出せということになります。出せというか、出しているんだと思うんですが、その辺のデータを見せてということでございます。

どうぞ。

○原委員　今の説明の 52 ページにグラフがありますけれども、シミュレーションによる結果はオレンジ色の線で書いてあります。女川 3 号の 3 階、4 点ほど観測点の結果が出ていますけれども、これらの結果は、シミュレーションよりある意味ではかなり離れている

結果であると点で見られます。このぐらいたらつきがあると、後々いろいろ判断するのに難しいことも出るのではないかと思いますので、この隔たりやたつきの原因みたいなことは少し御検討なされているのでしょうか。

○木下安全審査官 前回も若干御説明させていただいたんですが、それぞれ設置されている位置の環境、この前、鉄骨の上に地震計が乗っているという御説明をさせていただいておりますけれども、地震計はそれぞれ個性があるということです。その辺の違いの原因については、今、東北電力さんでも検討しているということでございまして、まだこうだというところまではいっていないんですけれども、検討はさせていただいております。

○原委員 どうもありがとうございました。

○西川主査 今、御指摘になった4点ですが、場所によってすごく違う。倍まではいかなければ、何割も違いますから、その辺りの説明は是非お願いしたいと思います。

ほかにいかがでしょうか。どうぞ。

○藤田委員 コンクリート壁剛性の設計値に関する補正係数で、2号機も3号機も基本的に同じです。例えば3号機だったら15ページです。地下階から2階までが0.85で、建築学会のいろいろな指針にもあり得る数値と受け取れるんですが、オペレーションフロア階が0.3とか0.5というのは、どういうふうに解釈すればいいんですか。何が起きているんですか。何が起こればこういう数値になるんですか。

○西川主査 いかがでしょうか。

○木下安全審査官 22ページに解析のまとめということで、建屋の剛性については一番上の欄に書いてございますけれども、2つ目の○のところに書いてございますが、女川発電所については過去に何度か大きな地震を受けているということと、乾燥収縮クラックも多いこともあって、上にも書いてございますとおり、0.8を下回ることはないと言われております。そういった状況もあるので、0.8よりも下がっていることがあるのではないかとということで推察してございます。

○西川主査 この辺の調査、ひび割れ状況等々が出てきたときに、もう一度検証されるべきものかもしれませんが、0.3というのはかなり落としているわけですから、落とさないとうだったのかという辺りについては、一緒にデータとして出していただいた方がいいと思います。0.3というのはかなり落ちているような気がします。要するにぱっと0.3ですと言われても、何でという辺がないんです。

○木下安全審査官 その辺の考え方は少しまとめてお示ししたいと思います。

○西川主査 そうしないと、先生方はなかなか納得されない可能性があります。

ほかにいかがでしょうか。

この間、現地調査で見たひび割れのひどいものは、タービン建屋ですね。本建屋の方は見ていないので、はっきりしません。初期がどれぐらいだったのかということと、下がってきてどうだったのかということがある程度わかれば、いいと思います。周期の震動の比率は書いてありますけれども、それからいけば、比率というのは設計モデルに対しての比

率ですか。1.40 とか 1.15 とかはそうでしょうね。例えば 1994 年を 1 とすれば、相当落ちていることになるんです。振動数が半分落ちると、剛性は 4 分の 1 ですから、かなり落ちていることになります。それが実際のひび割れなどという関係にあるのかは、ちょっと検証する必要があるという感じがします。

○木下安全審査官 ひび割れ状況等については、今まさに東北電力さんで調査をしているところでございます。地震前からひび割れの状況についてはいろいろとチェックはされているということですので、そういったことも含めて、地震前後のひび割れ状況については、調査結果がとりまとめられればお示しはできると思います。

ほかにいかがでしょうか。どうぞ。

○橋高委員 ひび割れというのも 1 つの原因かもしれませんが、要するにコンクリートの圧縮強度が低下するというのも 1 つの要因ということもあるので、女川のひび割れをちらっと見た فقطですと、それほどたくさん入っている印象はなかったので、念のため実強度がどうかということはチェックをされた方がいいと思います。それが直接剛性低下になっているかはよくわかりませんが。

○西川主査 ありがとうございます。

実強度は 2003 年だったか、2005 年だったか、そのときに S_s を超えたときに一部チェックはされたんです。そういうデータはあります。

○橋高委員 この解析は全部設計基準強度でやられていますね。

○西川主査 27 ページの振動数の変化は観測です。計算は設計基準強度は落としている。基準強度から出た剛性は落としているので、そういう意味では、考え方を整理しないといけないです。

ほかにございますでしょうか。

実際の地震観測の記録はいっぱいあるので、先ほど言いました剛性低下とか減衰などがある程度実機に対して読み取れるということで、それを使ってモデル化の定数を合わせてやるということで、ある程度合理性があるんだろうと思います。機器系の床応答スペクトルはそれを使ってお出しになるということですので、もうちょっと説明が合理的になってくればいいと思います。これは間仕切り壁を考えると、そういうことでは一切ないです。

ほかに何か御意見ございますでしょうか。よろしいですか。

それでは、ただいまもいろいろ御意見がありましたので、それらを基に御検討いただければいいと思います。

続きまして、建築物・構造 4-4 「日本原子力発電（株）東海第二発電所はぎとり波を用いたシミュレーション解析結果」でございますが、保安院からお願いいたします。

○小畑安全審査官 それでは、東海第二発電所のはぎとり波を用いたシミュレーション解析結果ということで、建築物・構造 4-4 を説明させていただきます。

表紙をめくっていただきますと、1 ページに今日説明する内容のポイントを示しております。実は今回報告する一番大きなポイントは、地震観測記録からはぎとり波を求めて、

はぎとり波によるシミュレーション解析を行うんですが、はぎとり波というのが、基本的には解放基盤表面における基準地震動の設定との比較ということになりますので、はぎとり波と基準地震動 S_s との比較を行った結果を示すということです。

11月8日の第4回地震・津波意見聴取会で、はぎとり結果というのは既に報告をしております。地震・津波意見聴取会の方で基準地震動との比較というのを1つのテーマにしております。したがって、9日に新聞でも一部報道があったかと思えます。 S_s を超えているという表記が新聞等であったかと思いますが、建築物・構造で説明いたしますのは、今回が初めてになりますので、一部の先生方はお聞きになっていらっしゃる場所もあるかもしれないですが、丁寧に説明したいと思います。

それから、はぎとり波を用いたシミュレーション解析（水平）と書いておりますが、今までのシミュレーション解析というのは、基本的には基礎版でとれた記録を用いて、それを地盤ばねの外に出すといった検討でシミュレーション解析を実施していたかと思いますが、実際に耐震設計で要求されておりますのは、解放基盤表面で S_s を設定したら、そこに地震動を入力して、建屋の応答を評価するということです。耐震設計で要求されている同じプロセスを今回東海第二発電所については挑戦してみたということで、ごらんいただければと思います。

はぎとり解析については、女川と福島第一、第二、横並びで報告を申し上げるのが相互比較という点、3.11の地震の大きさを評価する上では好ましかったかと思いますが、こういったところだけ東海第二発電所が先行しておりますので、女川あるいは福島の方でははぎとり解析を行った結果等が出たときに、併せてもう一度評価をしていくことになるかと思えます。

「1. 地盤同定解析」ということで、これは地震観測記録からはぎとり波を作成するための地盤モデルを作成するということです。

3ページを開けていただきますと、今回行っておりますのは、3ページの図の下の方にあります地盤系というところで取れた記録を用いたはぎとり解析を行います。実際の原子炉建屋が地盤系からおおよそ250mぐらい離れておりますので、先ほど申しましたように、他のサイトでは基礎版で取れた記録を地盤ばね外に戻してということですが、ここでは地盤系で取れた解放基盤表面相当での記録を建屋の解放基盤表面位置相当に入力して、地盤を伝播したものが建屋に入ってくる、 S_s に対する設計と同じプロセスで解析しています。それに当たって、地盤系の解析を行って、はぎとり波を求めるための地盤モデルを作成するというのが4ページからの展開になります。

4ページですが、左の表の E.L. -370m が解放基盤表面になります。それから -15m までが第三紀の砂質泥岩、-15m から上が第四紀ということで、実際にはこの建屋は -15m から -17m まで、2m 入り込んだ状態の第三紀層で支持しているという構造の建屋になっております。

右の方に P 波と S 波の速度が深さ方向に記載されております。これは PS 検層で得られたものでして、初期値としては、大体支持地盤に相当するところが、せん断速度で 460m/s という値を示している地盤です。

5 ページから 7 ページまでが、実際に地盤系の深さ方向で得られた地震記録そのものです。深さ方向に 4 点測っておりまして、先ほど申しましたように、E.L.-370m が解放基盤表面に相当しますので、例えば 5 ページですと、一番下の E.L.-372m が解放基盤表面相当位置になるかと思えます。ただ、これは地震記録そのものですので、地中の E+F の記録です。5 ページが NS 成分で、6 ページが EW 成分、7 ページが UD 成分ということで、後ほど説明するときに、記憶にとどめておいてほしいところがあります。5 ページですと -372m の値の最大加速度が 302Gal、6 ページですと 234Gal、7 ページの UD ですと 178Gal、これが E+F の最大成分だということです。

この記録を用いて、いわゆる地盤モデルの同定解析を行っております。基本的には今までの耐震バックチェックでも幾つか紹介されたかと思いますが、遺伝的アルゴリズムを使って、水平方向と鉛直方向の等価のせん断速度、S 波速度、P 波速度、減衰を評価するということです。

ここにありますように、水平については NS 成分と EW 成分を合わせたもので 1 つの深さ方向のモデルを設定するというので、同定の対象は、3 番目のポツにありますように、第四紀層の S 波速度、第四紀層と第三紀層の部分の分割した減衰を求めるということです。下の第三紀層に相当する部分の S 波速度とか、層厚密度については、固定したものを採用しております。固定した値というのは、既往の地盤同定結果ということで、比較的小さな地震波でフィッティングを行った結果がありますので、それをそのまま用いているということです。第四紀層の部分については、それを初期値として遺伝的アルゴリズムで最適な地盤モデルの S 波の分布と減衰を求めているということです。減衰はよく使われておりますように、振動数に反比例といいますか、振動数の関数になるような減衰を使っております。

いきなり結果を示しますと、同定結果ということで、左下に減衰定数が示されております。横軸の振動数 10Hz のところで、第四紀層に相当する部分が約 6 %、第三紀層で約 2 %、振動数が小さくなるにしたがって減衰が大きくなるという関数を用いております。

せん断波速度の分布は、右の表の S 波速度の同定結果のところにありますように、上から 102m、132m、214m、この数字がそれに相当します。

同定結果を使ってフィッティング状況を確認したのが 9 ページです。理論というのは、先ほどの関数を用いた伝達関数と観測記録の伝達関数、それぞれ図の下の方にどこどこを取ったものかというのが記載されているかと思いますが、それで確認できるかと思います。

10 ページが上下動、鉛直成分に対する同定結果です。これは P 波を同定されると同時に、減衰を併せて同定するというので、同定結果の減衰定数の方をごらんになっていただきたいと思います。同じく 10Hz の数字をごらんいただきますと、第四紀層の部分で 10%、

第三紀層で4%ということで、10Hzのところだけをごらんいただきますと、大体P波による減衰定数がS波による減衰定数の倍ぐらいの値に設定されているということで、通常の常識的な範囲とそんなに大きなずれはないかと思えます。

ただ、周波数の低いところ、振動数の低いところでは、右の表をごらんになっていただきますとわかりますように、第四紀層ですと0.38、第三紀層ですと0.37ということで、いずれも1Hzのところでは37%、38%の減衰を仮定しているようなモデルになっております。

こうやって求めた最適地盤モデルを使って、12ページでは検証ということで、右上のところにポンチ絵があるかと思えます。E.L.-372mの波を使って、解析と観測結果のE.L.-17mの値を比較したものが、このグラフになります。赤い線が先ほどの最適地盤モデルを用いて解析した結果として、黒い線が実際にE.L.-17mの位置で取れた記録そのものの応答スペクトルです。ごらんになっていただきますと、ほぼシミュレーションできているのではないかと確認できるかと思えます。

13ページは、今回解析で求めた第四紀層の部分のせん断波速度から、剛性の低下がどのくらいになっているかでせん断弾性が求まりますので、せん断弾性係数を V_s^2 の比で評価したものです。

併せて右の方にグラフがありますのは、室内試験で得られたそれぞれの深さの層の剛性低下曲線をプロットしておりますが、最適地盤モデルで、今回の地震記録で得られた剛性低下率と室内試験の結果というのは、ほぼ整合するような形になっているかと思えます。第四紀層の部分ですと、60%ぐらいにまで剛性が低下しているというのが左下の表で確認できるかと思えます。

こういった最適地盤モデルというものができましたので、14ページからモデルを使ってはざと解析を行っております。

その結果が15ページに示されておりますが、これが解放基盤表面E.L.-370mにおけるはざと解析結果ということで、それぞれ上からNS成分、EW成分、UD成分の記録が得られております。この記録が当初耐震バックチェックで設定した S_s と大きさがどうかという比較になるかと思えます。

NS成分ですと最大加速度で555Gal、EWが450Gal、UDが379Galですが、先ほど後ほど引用しますからと申し上げた地中記録は、NSですとこの位置で約302Gal、EWですと234Galということで、ほぼ2倍近くのはざと結果になっております。これはE+Fから求めるときに、これぐらい解放基盤表面が深いものについては、ほぼ倍ぐらいの値になるということで、そういった点でも整合しているのではないかと思えます。

実際にはざと解析で得られた加速度時刻歴波形を、16ページでは解放基盤表面での基準地震動と比較しております。

一番左にNS成分が書いてありますが、黒い実線で示しておりますのが、応答スペクトルに基づいて設定された S_s 、黒い波線が断層モデルによる基準地震動ということで、東海

第二発電所については、プレート境界地震として鹿島灘の地震を想定した断層モデルを作っておりまして、それから得られた S_s です。

その2つの S_s を比較していただけるとわかりますように、特に EW 成分をごらんいただきますとわかりますように、一部で断層モデルによる基準地震動が応答スペクトルによる基準地震動を上回っております。したがって、耐震バックチェックにおいて、東海第二発電所では一部で応答スペクトルに基づく S_s を上回るような断層モデルの基準地震動を設定しているんですけれども、残念ながら、今回はざっと解析で得られた、赤い実線で示しておりますはざっと結果というのは、短周期側でかなり2つの S_s の値を上回っているのが確認できるかと思います。

一方で、長周期側なんですけど、断層モデルではかなり長周期成分がないような基準地震動を設定していたんですけれども、赤い線のかさ上げしている部分というのは、地震・津波意見聴取会では説明したんですが、今回の地震の遠方のアスペリティによって来る成分が、長周期側をかさ上げしている要因になっているのではないかという説明をしたかと思っています。

最大加速度は応答スペクトルに基づくものが、水平が 600Gal で、鉛直が 400Gal です。なので、最大加速度は先ほどのはざっと結果の方が下回っているんですけれども、下にコメントを書いておりますように、一部の周期帯で基準地震動 S_s を超えていることが確認されました。ただ、超え具合はそんなに大きなものではなかったということを確認しております。

これが3月11日の地震ですから、3月12日以降に旧指針で東海第二発電所を設計すると、これは過去に起こった地震になりますので、 S_1 で考慮する地震になります。新指針では S_s ということで考えておりますけれども、東海第二発電所は最初のときに御説明したかと思いますが、指針を策定する前のプラントでして、そこで用いられている設計用のスペクトルは、今回の S_s よりも高い値で弾性設計をしておりますので、実際の建屋の設計上は弾性範囲に収まっているというのが、この後のはざっと波を用いたシミュレーション解析でも確認できるかと思います。

17 ページから、実際にはざっと波を用いたシミュレーション解析について説明いたします。

18 ページにシミュレーション解析の概要を簡単に書いておりますが、冒頭で申しましたように、基準地震動に対する設計というのは、基本的には解放基盤表面位置に基準地震動を入力して建屋の応答を評価するということで、先ほど紹介のあった女川の場合は V_s が非常に高いところですので、解放基盤表面が基礎底の位置になるかと思いますが、2007 年3月の能登半島沖地震の志賀、2007 年7月の中越沖地震で検討を行った柏崎刈羽についても、こういったシミュレーション解析は基本的には基礎版上で取れた記録を使って解析していたわけなんですけれども、今回の場合は解放基盤表面に先ほどのはざっと波を入力して、設計で用いているのと同じ手法でもって建屋の応答を評価しているところが一番大きなポ

イントになるかと思います。これが本来の耐震設計の確認になるのではないかということで、今回東海第二発電所についてはチャレンジしてみたということです。

19 ページは地盤の伝播解析の結果ということで、SHAKE を用いた解析を行っております。

戻って恐縮ですが、18 ページの E.L.-17m と書いてある人口岩盤の底面位置での有効入力地震動を用いて、左側にある埋め込み SR モデルにそれを入力して、応答を行うということです。

19 ページにいただいて、実際に解析した結果というのが、深さ方向の加速度最大値とどれぐらいのひずみが出たかという有効ひずみで記載しております。第四紀層に相当する上部の部分では、剛性低下が 0.6~0.7 ぐらいまで、第三紀層に相当する部分ですと 0.8~0.9 ぐらいの数字が確認できるかと思います。ひずみレベルですと、パーセントで記載しておりますので、ひずみが大きいところでは約 0.06%、 6×10^{-4} のひずみになっております。

左のところに、それぞれの深さでの加速度記録の応答スペクトルを記載しておりますが、前回、壁谷澤先生から長周期側の 0.6 秒、1 秒、3 秒のところのピークは地盤モデルによる影響ではないかという御指摘をいただいたかと思いますが、このページですと、地中観測記録をそのまま入力したときの結果ということで示しているのが青い線です。解析上のモデルでは地中記録をそのまま入力しますので、E+F の入力するときには地盤モデルの下端が固定した条件で入りますから、こういったモデルで卓越する振動数のところにピークが表われてまいります。

これに対して、はざとり波を求めて入力したものというのは、2 E 入力になりますので、モデルの -378m に相当するところですが、ここはダッシュポットになりますから、地表まで上がって戻った F の成分はそのまま地中に逃げてしまいますので、ページにあります赤い線のように、観測記録とほぼフィッティングするような、比較的良好なシミュレーションの結果が得られております。

20 ページが同じ検討の EW 方向の成分です。EW 成分につきましても、同じように青い地中観測記録の入力結果では、長周期のところにピークが出ておりますけれども、今回ののはざとり波入力ではそれが消えたようなモデルになっているかと思います。

これが先ほどのコメントリストにありました、長周期側のピークが出ている原因と、実際にはざとり解析を行った波で入力したモデルでは、それが消えるような形になっていることが確認できるかと思います。

鉛直成分につきましては、まだ検討途中ですので、この後、シミュレーション解析結果についても、水平成分だけで結果を示してまいりたいと思います。

21 ページは、先ほどの地盤モデルで得られた有効入力動を建屋下端位置、埋め込みばねを付けておりますので、それぞれのポイントに入力して得られた結果ということで、はざとり波入力結果として、赤い線で上部建屋の応答加速度の最大分布を示しております。併

せて黒い実線で示しておりますのは、最初の人に東海第二発電所ではスプライン補間を使って、それぞれ1フロアおきに取れている加速度記録から変位波形を用いて、変位モードを仮定して、建屋の応答の評価を行ったと説明したかと思いますが、その結果を示しております。したがって、黒い線と赤い線、赤丸の観測記録とを比較していただければと思います。青い線は今回は参考までということで、比較では無視していただければと思います。

左側が NS が、右側が EW ですけれども、今回ののはざっと波による入力結果というのは、おおむねスプライン補間で求めたものと整合しておりますし、観測記録ともほぼ整合したような結果が得られております。

22 ページは建屋耐震壁のせん断力をプロットしたものでして、これが先ほど申しました Ss を入力したときの耐震設計に用いるせん断力だと思ってごらんになっていただきますと、はざっと波の入力結果と補間による建屋応答解析結果、赤い線と黒い線を比較していただきますと、ほぼ同じぐらいの値で評価できているということが確認できるかと思います。

23 ページは、せん断スケルトン上に、先ほどの最大応答値をプロットしたものでして、東海第二発電所の建屋が弾性範囲、ひび割れ発生以下の応力状態であることを、この図ですと黒い丸で最初に示しております、スプライン補間で示した結果ということで報告したかと思いますが、今回、はざっと波を入力した結果も、スプライン補間で求めたものよりもちょっと大き目ですけれども、せん断ひび割れ以下の範囲に入っているということと、ほぼスプライン補間で求めたものと整合するような応答を示していることが確認できるかと思います。

24 ページが床応答スペクトルで、これもスプライン補間で求めたスペクトルと、今回ののはざっと波の結果ということで、併せて観測記録との比較で示しております。24 ページは実際に観測が得られている、加速度計で記録されている階ですので、ここで用いられております観測記録というのは、スプライン補間で用いてる値とほぼ同じ値になるかと思うので、黒い点線の観測記録とはざっと波の入力結果を比較していただければと思います。赤い線と黒い点線です。

左の方に NS 成分が記載されておりますが、NS 成分ではほぼ観測結果を上回るようなはざっと解析の結果が得られております。

一方で、右の方の EW 成分は、前々回、藤田先生あるいは原先生から御指摘いただいた上の階の方で、観測記録で応答スペクトル 0.1 秒あたりに高まりが見えるのは、はざっと波入力では出てこないところがありました。これは詳細な検討を行っている途中ですので、ここの辺りの整合性については、今後引き続き検討を行っていかねばいけないところだと思います。

NS 成分、EW 成分の一番下の部分というのは、基礎版上での応答になるんですけれども、他のサイトのシミュレーション解析では、ここの値を入力していましたので、ここで

いいますと、黒い点線と赤い実線とか青い実線がぴったり重なるようなモデルで解析を行っていたんですけども、この解析では、地盤の方から立ち上げたモデルで評価を行っているというところが違うところかと思います。

25 ページはスプライン補間で、加速度記録が得られていない階を補間して求めた結果と、今回のはざとり解析の結果を比較しているものです。したがって、このポイントでは、いわゆる加速度波形の観測記録はないんですけども、補間で求めたものということで、ほぼ観測結果と同じような精度が得られるものとして評価しますと、はざとり解析の結果、25 ページは NS ですが、ほぼ安全側にといいいますか、大き目の評価で結果が得られているということが確認できるかと思います。

26 ページの EW 方向の成分についても、はざとり波の結果がスプライン補間で得られた結果を包絡するような結果になっているかと思います。

ただ、左下の EW の 3 F 等に見られる 0.1 秒当たりのピークというのは、まだうまく再現できていないところかと思います。

鉛直方向につきましては、先ほど申しましたように、現在実施中ですので、最終的には鉛直方向も耐震指針で要求されている解放基盤表面で設定した地震動に対して、地盤の応答を介して建屋に入力される地震動に対してどうだという比較を、今後行っていきたいと思います。

それから、まとめを記載していないんですけども、先ほどの説明で申しました EW 方向のオペフロの部分の整合性の悪さというのは、もう少し詳細なモデルによる検討ですとか、場合によっては 3 次元 FEM 等を用いた検討でうまく説明できるようになりますと、その辺りを補って説明できるような資料にして、はざとり波による応答解析をまとめていきたいと思います。

そういう意味で、今日は途中結果のような形になってまいりましたけれども、こういう形で進めてまいりたいと思いますので、ここまででもし御指摘等がございましたら、お願いしたいと思います。

説明は以上でございます。

○西川主査 ありがとうございます。

何か御質問、御指摘はございますでしょうか。

はざとりと観測記録といろいろあって、19 ページに G.L. - 200m の観測記録があります。それが地中観測記録入力結果とはざとり波入力結果と全然合わないのは、何ゆえなんですか。0.1 秒ぐらいは激しく合わない。

○小畑安全審査官 1 つは最適地盤モデルではざとり波を入力したときに、この辺りの減衰ですとか、剛性などを 1 つにグルーピングしているので、個々のところでの等価なひずみなどをあまり考えていなかったことによるものです。

あと、10 ページに戻っていただきますと、もともとの地盤モデルのフィッティングを全ポイントで合わせておけばよかったんですけども、部分的には整合がとれていない部分があるかと思います。

伝達関数でそれが確認できますが、9 ページに伝達関数が出ておりますけれども、192m のところで、振幅比が観測記録に対してちょっと大き目のところに出ている。こういったところの影響が出ているのかもしれない。

詳細はもう少し分析してみないとわからないと思います。

○西川主査 上にいくと、意外とそうではない。基礎版ではやはり違うんです。それほど極端に違わなくなっているけれども、ちょっと違って来る。ただ、青と赤はよく合っている。はざとり波と地中観測波記録を入力して計算した結果は、よく合っている。

○小畑安全審査官 この辺りは分析してみます。

○西川主査 そうですね。ほかのところは意外といい線いつているんだけれどもね。

あと、床応答スペクトルのシミュレーションをやられているところを見ると、観測記録を用いた床応答が計算したら、みんな小さ目に出ています。これは建屋のモデルのところには何かあるんですか。

○小畑安全審査官 ここで観測記録と書いておりますのは、先ほど申しましたように、地盤でのモデルが E+F 入力になっております。

○西川主査 黒いのは、津波からの観測記録を用いてスペクトルをつくったものなんですね。

○小畑安全審査官 黒はそのものです。

○西川主査 計算した青と赤はレベルが似ているんだけれども、観測のものはレベルがちょっと小さいですね。

○小畑安全審査官 はい。

○西川主査 モデルか何かに問題があるんですか。別に小さくてもいいんですけども、観測記録が大きいと若干問題があります。

○小畑安全審査官 そういう意味では、はざとり波による応答が観測記録を上回る、安全側の評価になるようなモデルということです。

○西川主査 でも、安全側になればいいというものではないから、なぜというのがないとね。

○小畑安全審査官 ほぼ整合している、むしろ、観測の方が今回のはざとり解析で得られた赤い線よりも上回っているところがカバーできるようなモデルでないといけないというところにちょっと問題があります。

ただ、先生が御指摘のように、主要周期帯で観測記録よりもシミュレーションの方がかなり大きなところもありますので、そのところは検討したいと思います。

○西川主査 これはシミュレーションだから、そう申し上げているだけで、これをバックチェックなどに使うんだったら、また違う話になります。

どうぞ。

○藤田委員 26 ページです。観測結果、黒い点線の方で、補間をしたら EW の 5 F などは、前回は私が指摘した 0.1Hz ぐらいのところのピークが消えてしまいます。もともとの観測結果、6 F、4 F あたりは、0.1 は応答解析に比べると上回っているんだけど、補間すると消えてしまうというのは何ですか。それが 1 つです。

もう一つ、NS 方向の 10Hz 近傍の観測結果では、そんなに大きな山が出ていないんだけど、EW のときにはみんな出ている。こういうことは現実に原因を突き止められますか。

その 2 つをお願いします。

○小畑安全審査官 最初の御質問の 6 階と 4 階にあって 5 階にないというのは、例えば 21 ページをごらんいただきますと、21 ページに補間による建屋応答評価結果という黒い実線で結んだ線があるかと思います。これはスプライン補間をやっておりますので、赤い丸で囲っている部分の 4 点を三次曲線で近似するような形になっています。EW 方向の 5 階をごらんになっていただきますと、加速度最大値で不自然になっております。ですから、これはスプライン補間の限界ではないかと思います。6 階と 4 階には短周期側でピークが出ているものがうまく補間したときに、5 階では一度変位に戻していますので、スムージングされている可能性があるのではないかと思います。

それから、NS 方向と EW 方向の違いは、今回の資料は先生方にござんいただくのに不親切な書き方をされていて申し訳ないと思ったんですけども、例えば 24 ページで断面に記載しておりますのは、NS 方向の断面ですので、EW 方向にプール剛性が効いているような形になっております。

それに対応するのは、対象になる図ではないからわかりづらいかもしれませんが、21 ページ、22 ページです。これが EW 方向の断面になりますので、NS 方向にプールの剛性が強く効いているような形になりますので、EW 方向と NS 方向で若干床の揺れ方が違うのではないかとということで、それが結果的に EW 方向に強調されるような応答の仕方をしていないのではないかと考えております。

もう一点は、第 2 回のときにお答えしたんですが、オペフロから上部の壁の入れ方も、やはりトラスの主方向と直交する方向で立ち上がり壁の剛性が違いますので、その揺れによる影響が多分 EW 方向に出るような振動の仕方をしているのではないかと考察しておりますけれども、これについては、先ほどの説明でも申しましたが、詳細なモデルで検討しておりますので、そちらの方で出るようになっているかどうかを確認させていただければと思います。

○西川主査 わかりました。

その辺の詳細がわかるように、どこかポンチ絵を入れていただかないとね。これだけを見ると勘違いするし、よくわからないです。

ほかにございますでしょうか。今回についてはよろしいですか。また解析を進められて出てくると思います。大まかなことはよくわかりました。それでは、また御検討をお願いいたします。ありがとうございました。

議題は終わりましたが、最後に原子力安全・保安院から、建築物・構造4－5、現地調査について御説明をいただきます。

〇一ノ宮安全審査官 建築物・構造4－5、1枚紙でございます。現地調査（案）といたしまして、ごらんいただけますでしょうか。

日時ですが、12月1日木曜日を予定してございます。

実際の現地調査の時間といたしましては、9時半から16時ごろを予定してございます。

朝から現地調査をやるということですので、（1）を見ていただきますと、いわき市内に前泊を先生方にはしていただきたいと思いますと思ってございます。

現地調査の大まかな概要でございますけれども、（3）といたしまして、敷地内の津波による影響を①②③という形で見ていただきたいと思いますと思ってございます。

今度建屋の中ということで、今回は1Fの5号機に先生方と一緒に入って、東京電力がやっておりますウォークダウンの結果についても、実際にごらんになっていただきたいと思いますと思ってございます。建屋の1階のシェル壁、建屋3、4階のプール壁、格納容器の内側と表側に配管貫通部等がありますので、そういったところもごらんになっていただきたいと思います。最後は地下階の方に行きまして、残留熱除去系のポンプ回りも見ていただく予定にしております。

こういった詳細なスケジュールにつきましては、後日メール等で参加委員には御連絡したいと思ってございます。

以上です。

〇西川主査 ありがとうございました。

これについて何か御質問ございますか。

もう既に行かれる先生方は決まっていると思います。メールで詳細な時間帯を御連絡ください。最後のところがはっきりしない。何時に解放されるのかがわからないので、お願いします。

〇一ノ宮安全審査官 17時です。

〇西川主査 会議室で何かやると書いてあるんだけど、それは何時ごろに終わるんですか。

〇小林耐震安全審査室長 これはそんなに時間はかからないと思います。

〇西川主査 そうですか。17時ですね。わかりました。たしか17時半ごろの電車があったのではないかなと思うんですが、それはいいです。

ありがとうございました。

これですべて議事は終了いたしましたので、最後に原子力安全・保安院から今後の予定等の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す。

資料につきましては、いつもどおり郵送させていただきます。机上に置いたままで結構です。

それから、スケジュールですけれども、先ほども御紹介しましたように、12月1日に地震・津波の方の意見聴取会と合同で実施しますので、非常に大人数になりますけれども、よろしくお願ひしたいと思います。

先ほど冒頭で申し上げましたように、プラントデータの意見聴取会との合同委員会は12月を予定しております。スケジュール調整をさせていただきますので、よろしくお願ひしたいと思います。

今回の建築物・構造に関する意見聴取会でございますけれども、今、解析とか検討に時間がかかってございまして、12月はいつになるか時期が未定でございますので、改めて調整させていただいて、別途御連絡させていただきたいと思います。

保安院からは以上でございます。

○西川主査 一応16日に予定されているんですね。それができるかということですね。

○小林耐震安全審査室長 12月16日で一応メールアドレスではお知らせしていますけれども、解析とか評価で間に合うようなデータがまだそろっていませんので、申し訳ありませんが、一旦キャンセルさせていただいて、改めて調整させていただきたいと思います。御迷惑をかけます。よろしくお願ひいたします。

○西川主査 よろしくお願ひします。どうもありがとうございました。

以上をもちまして、第4回の「建築物・構造に関する意見聴取会」を閉会いたします。どうもありがとうございました。