

総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会
耐震・構造設計小委員会 地震・津波、地質・地盤
合同WG第19回Cサブグループ会合 議事録

日 時：平成21年10月9日（金） 18:00～20:00

場 所：経済産業省別館10階 各省庁共用1028号会議室

出席者： 主 査 瀬瀬 一起
委 員 宇根 寛
岡村 行信
杉山 雄一
高島 賢二
山中 浩明

<敬称略・五十音順>

○頼瀬主査 それでは、時間になりましたので、定足数の確認をお願いいたします。

○野中原子力安全主席分析官 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、定足数の確認をいたします。当ワーキングの定足数は、委員 8 名に対しまして過半数でございますので、5 名となっております。ただいまの出席委員は 6 名ですので、定足数を満たしております。

○頼瀬主査 申し遅れましたが、私、ちゃんと予定どおり新幹線に乗れたので、初めから司会させていただきます。

それでは、ただいまより地震・津波、地質・地盤合同WGの第 19 回 C サブグループ会合を開催いたします。

それでは、まず事務局から配付資料の確認をお願いいたします。

○野中原子力安全主席分析官 それでは、資料の確認をさせていただきます。

まず、事務局からの資料がございまして、合同 C19-1 が「地震・津波、地質・地盤合同ワーキング C サブグループにおけるこれまでの主なコメントの整理（敦賀発電所、もんじゅ、美浜発電所）」。

合同 C19-2 が日本原子力発電からの資料で「敦賀発電所 基準地震動 S s の見直しについて【コメント回答及び追加検討】」です。

合同 C19-3 が日本原子力研究開発機構からの資料で「高速増殖原型炉もんじゅ 基準地震動 S s の見直しについて【コメント回答及び追加検討】」です。

合同 C19-4 が関西電力からの資料で「美浜・大飯・高浜発電所の基準地震動 S s の再評価について」です。

合同 C19-5 が日本原子力研究開発機構からの資料で「高速増殖原型炉もんじゅ 新耐震指針に照らした耐震安全性評価 原子炉建物基礎地盤の安定性評価」です。

合同 C19-6 が前回の合同ワーキング C サブグループ会合（第 18 回）の議事録（案）です。

続きまして、机上の資料でございますけれども、テーブルにはいつものように、審査指針関係の資料をとじたファイルの資料も併せて置いてございます。

なお、これまでに各電力会社から提出されましたバックチェックの中間報告書等の本体につきましては、非常に大部にわたるため、机の上には用意してはおりませんけれども、事務局の方で用意しておりますので、御入用の場合にはお申し付けください。

配付資料及び机上資料は以上でございます。

○頼瀬主査 資料に不備などございましたら、事務局へお申し付けください。

また、前回の議事録につきましては、後日御確認いただき、お気づきの点がございましたら、10 月 16 日の金曜日までに事務局へ連絡をお願いいたします。

それでは、議事に入らせていただきます。最初に、これまでの合同 C サブ会合において、各委員より幾つかのコメントをいただきましたが、これらのうち主要なコメントとその対応状況を整理した資料について、事務局から説明があります。

○島村安全審査官 それでは、合同 C19-1 になります。前回いただきましたコメントを中心に紹介させていただきます。

9 ページの上から 2 つ目に⑭がございまして、「敦賀発電所の減衰定数の検討において、ボーリング①のデータについて、ボーリング②と同じような深さ（EL-150m 程度）までとそれよりも

深い範囲で分けて速度構造の不均質性がどう変わるか確認しておくこと」ということで、これにつきましては今回説明の予定でございます。

1 つ飛ばしまして、⑩です。「検討用地震の等価震源距離 (Xeq) と耐専式での地震の諸元との比較の図において、Xeq が 10km よりも小さい領域についても示した方が理解しやすい」ということで、これにつきましても今回説明を入れてございます。

その下の⑪でございます。「距離減衰式のデータベースにおける地盤種別には幅があるので、耐専式以外の距離減衰式を適用する際には、地盤種別をどう取り扱ったのか記載した方がよい」ということですが、対応の欄が「pending」となっていますが、記載ミスでございまして、今回説明予定でございます。修正をお願いします。

10 ページ、不確かさの考慮のところですが、⑥になります。「F O - A 断層、F O - B 断層は、南西側が隆起しているので、傾斜角については鉛直だけでなく 15 度程度傾斜した場合の検討が必要。また、F O - C 断層についても、北西側が隆起していることを考慮した場合の検討が必要」ということで、こちらについては今回説明予定でございます。

11 ページ、不確かさの考慮というところの⑨になります。不確かさの考慮ということで、「断層上端深さ 3 km にした場合、速度構造モデルより求めた位相速度が微動アレー探査、地震計水平アレー観測から求めた位相速度と、どの程度の差が出てくるかを検討すること」ということで、今回説明させていただく予定でございます。

⑩ですが、「浦底 - 池河内断層については、浦底 - 内池見断層の長さの不確かさを考慮したケースとして検討しているが、不確かさの考え方を再整理すること」ということで、これにつきましても今回説明させていただく予定でございます。

この資料の説明は以上でございます。

○頼瀬主査 何か御意見はございませんか。漏れなどございませんでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、次の議題に進ませていただきます。次に、日本原子力発電から、前回ワーキングで説明のあった基準地震動の見直しについてコメント回答があります。資料は、合同 C 19 - 2 の資料になります。

それでは、説明をお願いいたします。

○日本原電 (川里) それでは、日本原子力発電の川里でございます。合同 C 19 - 2 の資料で御説明をさせていただきます。

(P P)

めくっていただきまして、本日御説明する内容でございます。大きく 2 つございまして、一つは前回いただきましたコメント、先ほどのコメントに対します回答ということ。もう一つ、今回新たに追加検討ということで、断層の傾斜角に関する追加検討もしてございますので、こちらでも本日御紹介させていただきます。

(P P)

早速でございますけれども、コメントの 1 つ目でございます。

断層上端深さ 3 km にした場合、これは速度構造モデルの御説明をしたときのコメントでございましたけれども、このときに位相速度が微動アレー探査、地震計水平アレー観測から求めた位相速度と、どの程度の差が出てくるのかということを検討すること。

この場合は上端深さ 4 km のケースしかお示ししませんでしたけれども、上端深さ 3 km にした

場合どうなるのかというコメントでございました。それでございますので、今回は上端深さ 3 km を含めまして 3、4、5 km と変化をさせたところどうなったかということで御説明をさせていただきます。

(P P)

こちらの紙面は前回のパワーポイントでございまして、右側の図にございますように、4 km の層を求めるために、微動アレー、地震計水平アレーというものをやりまして、左にございますような位相曲線が結果と合うように構造を求めたというものでございます。これを今回変えまして、この曲線がどうなるかということを見ました。

(P P)

左側に速度構造の図がございすけれども、4 km よりも上のところは先ほどの詳細な物理探査で決めたものでございますので、こちらの方は固定しまして、4 km の深さのところの $V_s = 3.6 \text{ km/s}$ 層を 3 km と 4 km と 5 km に変えた場合、それが右側の位相曲線に表れてございます。下に書いてございます白丸が微動アレーの結果でございまして、三角ですとか、四角といった点がいろんな地震の表面波をはかったときの位相速度でございす。

これとの合い具合を見ますと、やはり赤い 4 km と仮定した場合が一番合っている。その次に、黄緑色でございすけれども、5 km に仮定した場合。そして 3 km に仮定した場合は多少外れているというような結果になってございます。

こういった結果をもちまして、我々は断層の地震発生層の上限でございすけれども、これを 4 km と仮定したというところでございます。この誤差につきましては、どれぐらいあるかというのは定量的に示すのは難しいかなと思います。

(P P)

これも前回の合同 C サブの資料でお示しいたしましたけれども、例えばレイリー波の図で見ただきまして、 $V_s = 3.6 \text{ km/s}$ の層が、やはり 4 km のときは一番適合度がいい。3 km にした場合ですとか 5 km にした場合は多少離れているということになるのかなと思います。

ただ、これを定量的に示すことはなかなか難しいと思ってございますので、断層上端深さの不確かさという形で地震動評価の中には考えておりました。

(P P)

2 つ目のコメントでございす。

これは敦賀サイトで速度構造の不均質性に関する検討をしたときにいただいたコメントでございす。

減衰定数の検討において、ボーリング①のデータについて、ボーリング②と同じような深さ、こちらは短いボーリングでございましたけれども、EL-150m までと、それよりも深い範囲、①の方が深く測れておりましたので、深い範囲で分けて速度構造の不均質性を見るとどうなのかという御指摘をいただきました。

(P P)

これがそのときの御説明した資料でございす。

(P P)

その前に、これもその際にいただいたコメントでございすけれども、速度構造と隣に R Q D という指標を載せてございました。そのときの R Q D 自体の定義がわかりにくいといひますか、要約したような定義になってございましたので、今回その定義のところを正確にこちらの

赤い枠で囲いましたような定義に変えさせていただいてございます。

先ほどのコメントに戻りまして、②のボーリングの方、こちらよりも深いところがボーリング①ではとれておるんですけれども、ここを速度構造で見ますと、こちら辺で区切れがあるような感じでございました。

それでしたので、このデータを全長で測るということよりも、青い線、黄緑の線と分けまして、不均質性というものを計算いたしました。そのときに一緒にいただいたコメントで、こちらの②のボーリングの相関距離と①のボーリングの相関距離が25と9.2と非常に違ってございました。

こういったことで見ましても、深いところは違うような構造になっているのではないかとこの御指摘もいただきました。今回これを分けてはかりましたところ、相関距離で言いますと大体9.1から4.1ということでございますので、ボーリング②の方に近づいたというような結果になりました。

それと肝心の標準偏差につきましては、ボーリング②の方は20%程度という大きいものでございましたけれども、やはりこちらの方、13%程度から17%程度という結果になってございます。

ただ、13%という深いところは多少小さ目のばらつきになってございますけれども、以前お示しました佐藤（2009）の指標に対しましても、同程度または大き目の数字であるということから、敦賀サイトでの表層につきましては、トータルの減衰として3%程度は見るのではないかなと考えてございます。

（P P）

3つ目のコメントは、浦底一池河内につきまして御紹介しましたときに、上端深さ3kmというのを考慮していない、不確かさとして上端3kmをやっていないというのはどういうことかということから始まりまして、そのときは浦底一内池見断層の長さの不確かさとして考慮しているという御説明をさせていただきましたけれども、この辺の御説明を再度させていただきました、不確かさの考え方の再整理を今回いたしました。

（P P）

これは合同Cサブの中で今まで議論していただいたものでございますけれども、もう一度、浦底系列とウツロギ系列の断層の形状、評価を整理いたしてございます。

もともと浦底系列とウツロギ系列は、こちらにございますように4つのセグメントで構成されておりました。名称も非常に似通ってございまして、浦底セグメント、田結・内池見セグメント、ウツロギ峠北方セグメント、ウツロギ峠・池河内セグメント、このような構成でございました。

（P P）

我々は地質調査の結果、この4つのセグメントの位置関係、走向、傾斜、もう一つ敦賀湾の中にC層の上面の高まりというものがあるということから、この4つのセグメントを2つずつのセグメントということで、浦底一内池見断層は18kmでございます。ウツロギ峠北方一池河内断層ということで、こちらが23kmになりますけれども、こちらをそれぞれ耐震設計上考慮する断層ということで評価してまいりました。

（P P）

ということでございまして、この浦底セグメントとウツロギ峠・池河内セグメントについま

しては、断層構造としては連続するものではないという評価をしておりました。ただ、非常にセグメント同士近接しているという評価をしてございますので、そういうことから念のために同時活動を考慮するという事で、浦底セグメントから池河内セグメントまでの 25km を今回耐震設計上の中で考慮するとさせていただければと考えました。

(P P)

どういうふうに評価するかということでございますけれども、これが今回もう一度再整理した不確かさの表でございます。

こちらの※1 で書いてございますようなことが先ほど御説明しましたような内容でございますけれども、近接している浦底セグメントと池河内セグメントを同時活動の扱いとしまして、浦底―内池見断層の不確かさの 1 つとして地震動評価をするという判断をいたしました。それでございますので、ここで黄色い形で不確かさの 1 つという記載にさせていただいてございます。上端深さの 3 km というものとは重ね合わせないということで整理いたしました。

また、短周期レベルの 1.5 倍につきましても、前回は黄色く塗ってございましたけれども、今回は整理ということでこのケースを抜いてございます。

前回御紹介が漏れたところがございます、詳細に御説明いたしますと、応答スペクトルによる方法、このときには調査の長さから浦底―内池見については 18km で松田式から地震の規模を評価するというをやっております。

断層モデルの場合でございますけれども、断層モデルの場合も、断層面から算定した地震の規模がマグニチュード 6.8 以上になるようにという考えで、断層の長さを 20km、断層幅を上端深さが 4 km の場合は 16km、上端深さが 3 km の場合は 17km というモデル化をしてございました。

(P P)

これがその際のモデルでございまして、長さを 20km、幅を 16km としたものでございます。これは前回と変わってございません。

(P P)

こちらが断層パラメータでございまして、こちらの方も変更はございません。

(P P)

先ほど再整理しました、浦底―池河内のケースでございますけれども、こちらも前回同様でございます。

(P P)

パラメータにつきましても同様でございます。

(P P)

以上がコメントの回答になってございます。

次に追加検討という形で、ウツロギ峠北方―池河内断層の地震動評価における追加検討ということでございまして、断層傾斜角の不確かさを今回追加で考慮いたしてございます。

(P P)

先ほどございました 11 ページ目に戻って申し訳ないのですが、こちらのウツロギ峠北方―池河内断層は、海側の北部のセグメント、こちらの北方に行くにしたがって、発電所がこの位置でございます。発電所に向かって近づく方向に傾斜しているという調査結果がございますので、安全評価上これを傾斜させたケースも今回地震動評価の中で不確かさとして評価いたしました。

(P P)

これがウツロギ峠の不確かさの表でございます。一番下の段でございますけれども、断層傾斜角の不確かさを考慮したケースということで追記してございます。

(P P)

その際のモデルでございます。これは南部につきましては鉛直でございますして、鉛直を地表面に展開した図になってございます。0度で展開したということです。

北部につきましては、70度の傾斜を付けてございまして、それを地表面に投影した形ですので、こういう形状になってございます。

破壊開始点につきましても、ほかの断層と同じように、アスペリティの下端の両下端、アスペリティの下端の中央、断層面全体の両下端ということで、破壊開始点を設けて計算をいたしてございます。

(P P)

これが断層パラメータでございます。

(P P)

耐専式につきましては、耐専式で計算した結果でございます。ほかの基本ケース、上端深さ3kmのケースも書いてございますけれども、この中で断層傾斜を70度に振ったケースというのが一番大きいという結果になりました。

(P P)

ただ、これがS sの重ね書きでございまして、前回御紹介しましたS sの中にも十分入っているという結果になってございます。

(P P)

断層モデルの方でございますけれども、これにつきましても計算した結果、S s-DHの応答スペクトルのS sの中に十分おさまるという結果になりました。

(P P)

日本原子力発電からは以上でございます。

○頼瀬主査 ただいまの御説明に対して、御意見、コメント等、お願いいたします。

山中先生、どうぞ。

○山中委員 まず地盤のモデルのお話から聞かせてください。

4ページの図を拝見いたしますと、おっしゃったとおりもとのモデルが一番いいということで、これを断層の深さの不確かさを考慮して3kmにすると、地盤の増幅特性みたいなものもそれに応じて変わってしまうということが起きますね。

そうすると、やはり苦勞して地盤のモデルを決めたという経緯がございますので、私としてはなるべくこの4kmというのはそのままに余りいじらない方がいいのではないかと思います。が、いかがでしょうか。

○日本原電(川里) 我々が3kmの計算をするときには、計算上どうしても4km～3kmまでの1km分を削った形でモデルを組まざるを得ないということで、当然先生の御指摘のように、3kmにした場合の増幅特性というのは、我々が今まで検討してきた増幅特性とは違うという結果になります。

これにつきましては、こういった言い方もあるのかどうかなんですけれども、安全側を見ますと、今の上端3kmにしたケースの方が増幅率としては安全側になっているのかなという判断で今まではそういうモデルを使っております。

○山中委員　そういう議論をし始めるとなかなかどこまで変えていいかというのが議論として難しいところだという気がしますが、例えば便宜上ですが、上端の深さを3kmにして、そこで求めた結果をもととの厚さ4kmのモデルに入れるという取扱いもできなくはないという気がしますけれども、そうすると深さ3kmで計算した入力波をもととのサイト特性を保持したモデルに入れるということにはできるような気もしますが、いかがですか。

○日本原電（川里）　御指摘のように、今まで我々が求めた増幅率というのは、地震基盤から解放基盤までの増幅率だということで、それは一定にすべきだと我々も思っていますので、そういった計算はやろうと思えばできるかと思います。

3kmのところでは計算いたしまして、それから上のところは今までの増幅率を使うという計算というのは可能かと思います。

○瀬瀬主査　では、やっていただくと。

○山中委員　できればやって、最低でも比較はしたい。

○日本原電（川里）　増幅率から見ますと小さくなるのかもしれませんが、それは検討させていただきたいと思っています。

○瀬瀬主査　続いてよろしければ、山中先生、どうぞ。

○山中委員　不均質性のお話につきましては、8ページの図でほかのサイトとそれほど大きな差はないということで大体理解はできたんですが、個人的な印象ですけれども、かなり広い範囲で同じような性質を持っているんだなという気がいたしました。

これは私の印象ですので、特に大きな問題はないと思います。

○瀬瀬主査　ほかの地域と比べて違和感があるという意味でしょうか。

○山中委員　この地域、今回検討しているサイト、幾つかの中では同じような性質を持っているんだなということで。

○瀬瀬主査　そういう広域に似た性質があるということは、例えば山中先生が研究されている新潟とかと比べてどうなんですか。

○山中委員　そこまで同じかどうかはわかりませんが、少なくともここで議論しているサイトの範囲では同じなんだなということです。

○瀬瀬主査　新潟は新潟の中で割合広域で似たような感じなんですか。

○山中委員　新潟は大部分サイトで違います。あそこは堆積層が随分違うので、厚さが違ってしますので、こことは。

○瀬瀬主査　岩盤地帯とはちょっと違う。

○山中委員　ですから、こちらの方がかなり安定しているのかなと思いました。

○瀬瀬主査　わかりました。コメントありがとうございます。

ほかにいかがでしょうか。

○大西委員　その関連ですけれども、7ページのボーリング②の花崗岩の下は推定では何になるんですか。

○日本原電（北川）　花崗岩が続いていると考えています。

○大西委員　マッシュな形で出ているという。

○日本原電（北川）　そうですね。この半島全域が花崗岩から形成されておりますし。

○大西委員　だったら、多分そういうほぼ特性は似ているだろうというのが初めからわかると思います。

○瀬瀬主査 ほかにいかがでしょうか。

後半の方は宇根先生か高島先生の御意見ではなかったかと思いますが、いかがでしょうか。

宇根先生、どうぞ。

○宇根委員 一応説明としては十分整合のとれている説明だと思いますので、これに関しては特にコメントはありません。

○瀬瀬主査 私から1つ加えますと、不確かさは1つのパラメータだけやれば良いと別に決まっているわけではないですので、幾つでもやって、ただその結果としてハザードが大幅に小さい確率になるならばそれは考慮しなくていいということがこの方針ですので、事業者なり事務局の判断で複数のパラメータの不確かさを考慮する必要があるということならばやっていただく分には全く構いませんので、そのことは申し添えておきます。

ほかにいかがでしょうか。

それでは、御意見出尽くしたようですので、この議題はここまでとさせていただきます。

続きまして、日本原子力研究開発機構から、前回ワーキングで説明のあった基準地震動の見直しについてコメント回答があります。資料は合同C19-3になります。

それでは、説明をお願いいたします。

○日本原子力研究開発機構（宮崎）原子力研究開発機構の方から御説明させていただきます。

合同C19-3の資料をごらんください。

（P P）

こちら本日の御説明内容ということですが、コメント回答で2つございます。

先ほども保安院さんから御紹介がありましたコメントですが、その2つと、あともう一つ補足説明ということで、白木-丹生断層の地震動評価についてということで御説明させていただきます。

（P P）

2ページ目、まずいただいたコメントのうちの1つ目ですが、「検討用地震の等価震源距離と耐専式での地震の諸元との比較の図において、もう少し広い領域の図を示すこと」ということでございまして、3ページの方で示させていただきます。

（P P）

こちらは前回の合同Cサブで御説明させていただいた資料の修正版でございまして、左下の横軸が等価震源距離、縦軸がマグニチュードの図に関して、前回は原論文から直接引用させていただいたんですが、等価震源距離が10kmまでの範囲でございましたが、一方で右側の表に示してございますように、もんじゅの検討用地震におきましては、幾つか等価震源距離が10km未満のものもあるということで、そこらはきちんと図の中に示せというコメントということで、左下の図のように5kmまで拡張して、それぞれの検討用地震のプロットを示させていただいてございます。

こちらがまず1つ目のコメント回答になります。

（P P）

続きまして、4ページ目、2つ目のコメントでございまして、各種距離減衰式による評価において地盤種別については幅がありますが、それぞれどのように取り扱ったかという説明を加えることというコメントを頂戴いたしました。

（P P）

その回答としまして5ページ目、こちらも前回のCサブ資料でお示しさせていただいたものに加筆してございますが、今回もんじゅにおきましては、大陸棚外縁～B～野坂断層についてここに示してある9つの式を適用してございます。

それぞれ黒字で書いたところが前回もお示ししました各距離減衰式で示されているデータベース諸元でございまして、特に右から2番目の列にございますが、地盤種別というものがございまして、それぞれの式で考慮されたデータベース諸元がかなり幅を持っております。

一方で、もんじゅの $V_s 30$ 、地表から深さ30mまでの平均S波速度におきましては、下に赤字で※印に書かせていただきましたが、 $V_s 30 = 1,900 \text{ m/s}$ でございますので、こちらに基づいてそれぞれの式、原論文の中で $V_s 30$ がパラメータとしてあるという場合にはそれを用いて補正しますし、例えば上から3つ目、4つ目、内山・翠川式と片岡式に関しましては、データベースの中で V_s が若干低目のところの定義を与えられてございますので、それに関しましてはインピーダンス比を乗じて補正するといった補正をいたしまして、式を評価してございます。

こちらがコメント2つ目の回答でございます。

(P P)

続きまして、補足説明ということで、白木－丹生断層の地震動評価ということについてです。

(P P)

7ページ目、もんじゅの白木－丹生断層におきまして地震動の評価を考慮する不確かさということで、こちらは前回のCサブ資料にてお示しさせていただきました。左から2番目の断層長さというところでございますが、前回は17.3kmという値を示してございました。こちらについては、先ほど原電さんの浦底－内池見断層の説明のところでもございましたとおり説明が不足してございましたので、今回改めて断層の長さは調査長さである15kmと示させていただきます、そこで注釈が下の赤字の部分でございます。

この調査長さ15kmに対して地震発生層上端から下端までを満たす断層幅を、この白木－丹生断層におきましては傾斜角60度でございますので、そちらを考慮しますと断層幅が上端深さ4kmのときは16.2km、上端深さ3kmの場合は17.3kmとなりますので、この場合、長さに対して幅の方が大きくなるということでございますので、その場合は長さをそれぞれの幅とイコールとして、地震規模を算定するということでさせていただきたいと思います。

ということでございますので、例えば断層上端深さ4kmの場合は16.2kmでございますので、そのときに応答スペクトルの評価における地震規模は、松田式からM6.8、断層上端深さ3kmの場合はM6.9ということになりますので、そちらを後ほどお示ししますが、耐専式の評価の結果を修正させていただいてございます。

もう一つ、今度は断層モデルを用いた評価におきましては、先ほどもありましたとおり、断層面積から算定した地震規模についてもM6.8以上にするというところでありますので、断層モデルを用いた評価においては、断層長さ20km。断層幅については傾斜角を考慮して先ほどと同じように地震発生層を飽和するようにということでモデル化してございます。

なお、このモデル化については、前回と変更はございません。これは補足説明ということでございます。

(P P)

8ページ、白木－丹生断層についてどのようにモデル化したかということでございます。左側の平面図のところで、見にくいですが赤線の下に青線があるんですが、こちらが地質調査で

判明した15kmに対して20kmという長さで両サイドに北と南にそれぞれ20kmになるように延長したモデルでございます。

これは前回のCサブ資料の再掲でございます。

(P P)

9 ページ目には断層パラメータも示してございますが、こちらも前回資料の再掲で、このようなモデルにしております。

(P P)

10 ページ目、先ほど申し上げたとおり、上端深さ4 km の場合のマグニチュードをM6.8 ということにいたしましたので、10 ページの図で、それぞれ青線におきましては、前回はM6.9 の結果をお示しさせていただいてございましたが、今回はM6.8 ということ、若干下がった形になります。

なお、この赤点線というか、茶色点線で示した上端3 km に関しては前回と変更はございません。このように修正させていただきました。

(P P)

11 ページ、こちらは前回も御説明させていただきました耐専スペクトルの重ね書きでございますが、いずれにしてもS s には変更がございません。先ほど申し上げたとおり、白木一丹生断層の基本ケースを修正したものを改めてお示しさせていただいたという結果でございます。

もんじゅの説明については以上でございます。

○頼瀬主査 ただいまの御説明について、御意見、コメント等お願いいたします。よろしいでしょうか。それでは、この資料はここまでとさせていただきます。

続きまして、関西電力から美浜・大飯・高浜の基準地震動S s の再評価について説明があります。資料は合同C19-4 になります。

それでは、お願いいたします。

○関西電力(岡崎) 関西電力です。合同C19-4 「美浜・大飯・高浜発電所の基準地震動S s の再評価について」ということで御報告いたします。

(P P)

これは全体の目次でございます。

(P P)

今回、御報告する内容は、基本的には前回日本原電さんともんじゅさんが御報告されたのと同じことございまして、3月3日、以前12回の合同Cサブの会合で一旦基準地震動S s の見直しについてということで御説明させていただいたんですが、その後の審議状況等を踏まえまして、以下の事項について再評価したという結果の御報告になっております。

具体的にこの間にどういう審議がされたかということで、見直し点としては大きくは3つございまして、1つ目は3社共通なのでございますが、地盤モデルの見直しでございます。

2つ目は、この時点で、括弧に書いていますような3つの断層につきましてはその結果の中に入れておりませんでしたので、これにつきましては保安院さんの活断層の評価に関する中間的な整理、とりまとめが進んだということで、それを反映するということで検討用地震として新たに追加いたしまして、それについては不確かさを考慮した地震動の評価をするということになってございます。

これは同じなんです、一部の断層につきましては傾斜角等の不確かさも考慮するということになりましたので、それも追加しております。

3つ目は、いわゆる短周期レベルを1.5倍した計算の方法を保安院さんから4月24日の段階で精査するようということで御指示いただきましたが、それについての結果として3社とも同じような見直しが必要だということで、そこも3月時点から変えてございます。

(P P)

検討用地震なんです、これは一応3サイトございますので、断層全体を並べていますが、特にここの熊川、上林川断層の部分が先ほど申し上げましたように保安院さんのとりまとめという中間的な整理の中で特に長さにつきましてはこのようになっていまして、その地震動評価上こうしますというのが、例えば熊川ですと約23km、上林川断層は約40kmで計算するというのをとりまとめているので、それを反映したということになってございます。

(P P)

もう一度、3月のところから変わったものは色を付けてお示ししますが、美浜発電所は白木一丹生断層、このときはこの3つの断層だけの御報告になっていたと思いますが、白木一丹生断層を追加しております。大飯発電所につきましては、熊川と上林川断層。高浜発電所については、上林川断層を追加しているということになっております。

なお、この下の注釈に地震の規模の算定方法については、先ほどもんじゅさんなり原電さんから御報告されたのと同じでございまして、白木一丹生断層につきましては先ほどと同じように断層の幅を満たすような長さを約1～2km拡張してやっているということになってございます。

(P P)

これは計算の方法でございます。12回の合同Cサブの資料と基本的には変わっておりませんが、一番下の部分、新潟県中越沖地震の反映事項ということで、短周期レベルを1.5倍する計算については再計算したということを追加してございます。

(P P)

これは応答スペクトルの地震動評価ですから、いわゆる耐専スペクトルのコントロールポイントの表でございます。

先ほどのもんじゅさんが前回得られたコメントを踏まえまして、この3サイトの検討用地震全部をもととの耐専スペクトルで使っていますデータベースの図に再度プロットし直してございます。

あとで御説明しますが、この4番と5番ですから、美浜発電所の大陸棚から野坂断層に続く49kmのケースと、大飯発電所のF O - A、F O - B断層は、規模が非常に大きくて、等価震源距離の極近距離から外れたところがございますので、この2つの計算については、耐専スペクトルの適用外とするということで、これについては3月と基本的には考え方は変えておりません。

(P P)

これはそのときの資料を再掲してございます。

(P P)

耐専スペクトル以外を使う場合の距離減衰につきましては、先ほどのもんじゅさんと同じでございますが、地盤の補正が例えば美浜発電所につきましては、 $V_s 30$ が1,650m/sになり

まして、大飯発電所は $2,200\text{m/s}$ ですから、原論文に書いています補正式を使いまして、基のスペクトルに対して補正をかけて評価してございます。

国内の内山・翠川、片岡・他というのは、あらかじめ考慮されておきませんので、インピーダンス比を乗じるということで補正してございます。

(P P)

繰り返しますが、この4つの検討用地震に対して、大陸棚から野坂断層に続く部分は耐専以外、もう一つ、F O - A ~ F O - B についても同じく耐専以外で妥当性を検証するという事になってございます。その他の断層は基本的には耐専式で評価してございます。

(P P)

これが地盤モデルでございます。これは前回のこの場で御報告差し上げた内容で、この3つの発電所は基本的には同じように不均質を検討して、表層から 200m の部分が 3 %、それより以深のところは減衰定数でいいますと 0.5 % というようなモデルになってございます。

(P P)

ここからが各断層の地震動の計算なんですけど、あらかじめお断りになりますが、3 km のケースは先ほど日本原電さんのコメントのところでございましたように、地盤モデルが 3 km の場合は 3 km から上の地盤モデルを入れてしまっていますので、これについては今日は一応報告ということで差し上げますが、いずれ見直すということで考えております。

これはC断層で、一番追加されましたのは、下の角度です。基本的にはこれは 60 度の逆断層ということになっているんですが、不確かさということで 55 度、5 度振ったケースを追加してございます。

(P P)

これは断層上端が 4 km のときのモデル図でございまして、すべての断層は基本的にはより短周期を厳し目に評価するという事なので、敷地に一番近くなるようなところにアスペリティを置いてございます。

(P P)

これはパラメータ表ということでございます。

(P P)

これはそのモデルを使ったときの耐専式ということで、基本的には一番下の赤線、ほとんどかぶってしまっているんですが、55 度のケースを追加してございます。基本的には余り変わらないということでございます。

(P P)

これは断層上端 4 km の場合。

(P P)

次が 3 km。ですから、これが変わるということでございます。

(P P)

次が 4 km で 1.5 倍。これについて精査した結果が入ってございます。

(P P)

これが傾斜角 55 度の場合でございます。

(P P)

次が同じ美浜発電所で三方断層の場合。これについては基本的には同じ逆断層なんですけど、

60 度ということで基本的には変わってございません。ですから、地盤モデルの見直しと、短周期レベルの計算の方法を変えたということでございます。

これはこのようなモデルで、耐震スペクトルはまずこのとおりでございます。断層モデルがそれぞれ 4 km、3 km、4 km で 1.5 倍の場合ということになっています。

(P P)

次が白木－丹生断層ということで、これは新しく検討用地震として追加しているわけですが、3 km のケースと 4 km にして 1.5 倍にしたケースが加わっている。

(P P)

これも一応 60 度の逆断層ということで、これについて傾斜角は 60 度で変えてございません。モデルは先ほどもんじゅさんが説明されたとおりございまして、活断層の長さが 15 km に対して両側に延ばして 20 km のモデルをつくっております。

アスペリティの位置なんですが、一応各社それぞれ一番距離的に小さくなる場所が違いますので、当社の場合は一番南側のところにアスペリティを 1 つ置いているというようなモデルになっております。

(P P)

これが耐震スペクトルで、断層モデルの結果が上端 4 km、次が 3 km、4 km で 1.5 倍のケース。

これまでが美浜発電所の検討用地震の結果でございます。

(P P)

次はやや西側の方の断層の評価でございます。

ここまでが美浜でございまして、大陸棚外縁から野坂断層のケース。モデルの不確かさについては、この 3 月時点から変わってございまして、一応全体 49 km の横ずれ断層ということ です。

(P P)

次のページでお見せします北部で 60 度、南部は 90 度ということになってございます。このモデルについては 3 月時点から変えておりません。

(P P)

これにつきましては、先ほど御説明したとおり、耐震スペクトルは一応適応外だと考えましたので、まず断層モデルの結果からということで、これが 4 km、次が 3 km、4 km で短周期レベルを 1.5 倍にしたケース。

(P P)

これが各種距離減衰式との比較ということで、非常に見にくくて恐縮なんです、この辺りに書いていますように、全部で 9 つの距離減衰と断層モデルの結果をそれぞれ比較して並べてございます。いずれもレベル的にはおおむね一致しているのかなと考えております。

(P P)

次が西側の断層の評価でございまして、F O－A～F O－B 断層ということで、これは 3 月時点の御報告では上 3 つのケースが入っていたんですが、その後の審議ということで、傾斜角の不確かさとして 75 度程度ということが追加されていますので、それを今回新しく追加してございます。

(P P)

モデルなんですが、これは全長 35 km のモデルになっておりまして、一応アスペリティを 30 km

ぐらいですので、1つというわけにいきませんので、2つ並べて書いてございます。これは横ずれ断層になっております。

(P P)

これにつきましても耐専スペクトルを一応適応外ということで考えましたので、まず大飯発電所については断層モデルの結果から、これが4 km。

(P P)

3 km。

(P P)

その次が4 km で1.5 倍のケースとなっております。

(P P)

これが今回追加しました上端4 km で傾斜角を75 度にしたケースということになっております。

(P P)

大飯発電所につきましては、今の断層モデルの結果とその他の距離減衰式を同じように比較して並べておりまして、こちらが4 km、こちらが3 km ということで、レベル的にはそういう意味ではよく一致しているのかなと考えております。

(P P)

次は今回追加しているもので、同じ断層で高浜発電所の結果でございます。これは距離が同じ規模でも離れますので、耐専適用可能だろうということで、まず耐専スペクトルの結果がこのようになっておりまして、断層モデルはこれが4 km で、3 km、4 km の1.5 倍と書いてございます。それから同じ4 km で傾斜角を75 度の場合。

(P P)

これがF O-A、F O-B断層でございます。最後、熊川断層です。これにつきましては、大飯発電所を対象に行っておりまして、今回追加しているんですが、基本90 度の横ずれ断層ということで考えておりまして、不確かさの考え方は3 km と、その他の断層と同じですが、3 km と4 km に対して短周期レベルを1.5 倍したものであるということになっております。

(P P)

これがモデル図ということで、一応モデルの考え方ということで、一番最初の3 ページのところ飛ばしたんですが、活断層の長さとしては18 km ということになんですが、その後、保安院さんの調査で一番当たるところということで、地震の計算のときはそこまでは延ばしていませんということで、モデルの長さとしては22.9 km でございます。

一応屈曲はしているんですが、アスペリティはこういうふうにして1つになるようにして設定しているという考え方でございます。

(P P)

これが耐専スペクトルでございまして、4 km、3 km、ほとんど等価震源距離がほとんど変わらないのでこういう結果になります。

(P P)

断層モデルの結果が、4 km、3 km、4 km で1.5 倍のケースということでございます。

(P P)

もう一つ、上林川断層は一番西側の断層ですが、これは一応横ずれの断層でほぼ90 度だとい

うことなので、不確かさとしては上端深さと短周期レベルをそれぞれ考慮するという事で考えてございます。

(P P)

これについては、先ほどの活断層のとりまとめでいうと、26km 以上ということになっているんですが、そこにも書かれていますが、一番確実に止めということできている、この一番西端までは地震動の計算では考慮するという事で、長さでいいますと 39.5km になってございます。

少し断層が長いものですから、アスペリティとしてはこういうふうにして2つに分けて考えております。

(P P)

まず大飯発電所なんですけど、これがまず耐専式の結果でございます。

(P P)

これが断層モデルの結果。破壊開始点の方向で特に長周期のところの大きさ、小ささがかなり極端に出ているというものでございます。

(P P)

これが 3 km、傾向としては同じでございます。

(P P)

同じ 4 km の 1.5 倍のケース。

(P P)

同じ断層の高浜発電所の計算でございます。

(P P)

断層モデルは同じくこのようになっております。

(P P)

今まで御報告した内容が、いわゆる検討用地震ということです。

(P P)

1つ、3 ページのところに戻っていただいた方がいいかと思うんですが、非常に見にくいんですが、約 3 km ぐらいの湾の中に F O - C 断層というのがありまして、これについては孤立した短い断層という扱いで基準地震動の妥当性を確認するという事で評価を行っております。

なお、3 km でございますので、基本的にはこの辺は 90 度の横ずれのセンスでいいということになっているかと思いますが、なかなか 3 km の断層だけで角度を 1 つに決めるというのも難しかろうということなので、先ほどの F O - A ~ F O - B 断層で見ました 75 度のケースも同じ 4 km に対して評価してございます。

(P P)

モデルはこれでございまして、活断層として認識されているのは多分この辺の部分だけだと思うんですが、それを両側に広げて、先ほどの白木 - 丹生断層などと同じように、このような場合には長さを 20km まで広げた計算をしているということでございます。

(P P)

対象は大飯発電所なんですけど、4 km の傾斜角 90 度の場合。

(P P)

同じ 4 km で 75 度にした場合。

(P P)

ちなみに75度と言っているのは、これは90度のモデルですが、発電所側に寝かした場合ということですので、75度の方がおのずと地震動としては厳し目のケースになるということでございます。

(P P)

同じモデルの高浜発電所の結果でございます。これは距離が随分離れますので、地震動のレベルとしては小さくなる。

(P P)

これまでが、冒頭に申し上げました3つの見直し点ということで、主として断層モデルですが、その計算結果を御報告したわけです。

次に基準地震動S sの見直しということで御説明いたしますと、これは12回の合同Cサブのときに一旦見直したS sの内容でございまして、そこに傾斜角で追加されたものを加筆しまして、比較しますと、赤が3月時点です。これは美浜発電所ですが、水平方向で750Galというような基準地震動の見直しを御説明したのですが、基本的には今回の角度で追加したものを合わせてもこの赤の線は変わりませんでしたということになっております。

こちらは鉛直方向でございます。

(P P)

次は、いわゆる断層モデルの結果なんですが、先ほど前のページの赤の線と比較しますと、色を付けましたとおり、特に0.1秒から0.3秒ぐらいの間ですが、そこで断層モデルの結果が上回りましたので、それを今回新しく断層モデルの基準地震動ということで追加したいと考えております。

ケースとそれぞれの最大加速度をまとめて書いてございます。後で再度まとめて御報告しますが、美浜発電所については大陸棚外縁から野坂断層の3つのケースと、C断層の4つのケース。

繰り返しになりますが、ここに上端3kmのケースが1つ入っていますので、それは先ほどの地盤モデルをもう一回見直してどうなるかというのをまた検討するということになります。

(P P)

これが参考ということで、いわゆる耐専の適用外にした距離減衰との比較ということで、この赤の線でカバーできているということを再度確認いたしております。

(P P)

次、これは大飯発電所でございます。これは3月時点のものと比較して、こういうことで決まっていたということございまして、最大加速度が700Galになっておりました。

大飯発電所については上林川断層とか、追加しても十分上回っていますというものの確認でございます。

(P P)

次が赤の線と断層モデル波との比較でございまして、この下に書いていますように、F OーA～F OーB断層の2つのケースについて一部の周期で超えましたので、これを基準地震動S sとして追加したいと考えております。

(P P)

それと確認ということで、赤のスペクトルと孤立した短い断層、F OーC断層の計算がどう

いうふうになっているかというのをまとめておりますが、十分下回っているレベルにあるということを確認いたしました。

(P P)

あとこれはその他の距離減衰式との比較でございまして、これについても基本的には変わっておりません。

(P P)

最後、高浜発電所の基準地震動なんですが、これについては今回上林川断層、あるいはF OーA～F OーB断層ということで評価しましても、3月時点で設定していたもので十分カバーできているということを確認したわけです。

(P P)

断層モデルの結果を赤の線と並べて書きますと、基本的には全部のケースでカバーできましたということになります。ですから、高浜発電所につきましては、断層モデルで地盤モデルなり短周期レベルなりを見直しても、基本的にはこの赤の線で全部包絡されたということを確認いたしました。

(P P)

同じくF OーC断層で計算したもののとの比較ということなんですが、これは距離が離れるということもありまして、十分小さいレベルになっております。

(P P)

以上、まとめますと、合同Cサブ第12回でそれ以降の審議内容を反映いたしまして、主として断層モデルの地震動評価を実施いたしまして、各発電所の基準地震動の再評価を行った結果、以下のとおりになりました。

美浜発電所につきましては、断層モデルによる地震動を7波追加する。

大飯発電所については、同じく2波追加する。

高浜発電所については、基本的には変更はございません。

下の表の中に追加した断層モデルによる地震動ということで書かせていただいております。

(P P)

これは繰り返しですが、赤の線と今回選定しました基準地震動S sを全部並べて、もう一度同じ図で書かせていただいております。

これは美浜発電所、こちらは大飯発電所ということになっております。

(P P)

念のための同時活動の検討ということで、これも前回日本原電さんともんじゅさんが御説明されているのですが、和布一干飯崎沖断層から一番南の方は、関ヶ原断層に続く約120kmの断層だと思いますが、それは断層モデルを用いた手法で基準地震動S sの妥当性を確認することによって当社の美浜発電所を対象として行っております。

モデル等の考え方は前回御説明された内容と基本的には同じでございまして、長さが120kmということなので、少し長大断層なのですが、ここでは基本的には、いわゆるスケーリングのモデルでやってございます。

(P P)

モデルは3社とも同じでございまして、こういうセグメントというか、活断層ごとにアスペリティを置いていくというようなやり方になっております。

(P P)

パラメータ表はこれでございます。

(P P)

その結果でございます。

非常に見にくいんですが、水平のNS方向の1つのケースで、4秒ぐらいのところで少し美浜発電所のS sのところを超えるというような結果になってございます。

(P P)

これについてのまとめとしましては、今の長周期の部分がわずかに超過しますが、安全上重要な固有周期帯であります短周期帯においては、十分下回っておりますから、策定した基準地震動S sは妥当であると考えました。

(P P)

これも順番が逆転してしまったんですが、先ほど7波追加したものというような主要なもので評価した結果はこのとおりになっているということでございます。

以上でございます。

○瀬瀬主査 ただいまの御説明に御意見、御質問等ありましたらお願いいたします。

山中さん、どうぞ。

○山中委員 まず、後ろの方から、72ページを教えてもらいたいですけれども、不確かさはここでは傾斜角しか考慮していませんが、それはよろしいんですか。ほかの例ですと3kmだとか、短周期1.5倍だとかという話がございすね。これは要らないんですか。

○関西電力(岡崎) 一応これはもともと先ほど御説明したとおり、活断層の長さとして約3kmだということで評価されていて、それは我々の考えとしては孤立した、いわゆる検討用地震とは扱いを変えて、検討用地震ではなく、孤立した短い断層だというふうに考えまして、まず長さとして3kmぐらいのものを20kmまで広げていますから、そこで十分長さ上端というのは基本的には別の話なんです、そこで1つの不確かさを見ているので、この部分については基本と考えているモデルだけでやっています。

一方、角度については、正直これは3kmぐらいの断層ですから、何度だということを1つになかなか決められないのかなということもありまして、先ほどのFO-A～FO-B、すぐ近くにありますがものと同じような扱いで、一応2つ目のケースをやっているということでございます。

ですから、それ以上の扱いについては一番入り口のところで少し段を付けたということなので、今のところはそういうふうに考えています。

○瀬瀬主査 必要という御意見があればおっしゃっていただければと思います。

○山中委員 多分、この結果を見てみると、大分下回っている、3kmにしてもそれほど大きな影響はなさそうな気もするんですが、どうなんですか。私は今までの経緯を知らないものですから勝手な発言かもしれませんが、どうせだったらやった方がいいような気がしますけれどもね。

○関西電力(岡崎) これは今S s、84ページですが、大飯発電所でいいますと、赤の基準地震動と、先ほどの断層モデルの結果を比較しているんです。例えば短周期レベルとかですと、非常に大ざっぱなことを言いますとこの部分が1.5倍になりますから、この絵で見ると恐らく赤の中に納まるかと思えます。

それは必要であればやりたいとは思っております。

○瀬瀬主査 大丈夫そうということによろしいですか。

○山中委員 大丈夫だと思うんですけどもね。

○瀬瀬主査 ほかにいかがでしょうか。

どうぞ。

○山中委員 42 ページの断層モデルで、これはほかのケースと違ってセグメントが1つですね。その場合には2つのアスペリティがくっついていて、1つのアスペリティみたいな形の評価にも見えるんですが、多分お話を聞いていると、敷地に一番近いところに一番大きなアスペリティを置いて、2つ目はそういった意味ではフリーハンドですね。確かに2つをくっつけるというのも1つの考えではありますが、離れた場合というのは想定しなくてよろしいんですか。

○瀬瀬主査 どうぞ。

○関西電力（岡崎） まず前提としては、これぐらいの長さのものを1つのアスペリティで置くのはモデル上無理があるということで、最初から2つに分けるというのは基本的なコンセプトでございます。セグメントがはっきり分かれていれば、セグメントごとにアスペリティも分けていくという考え方もあります。

この2つ目のアスペリティのところなんですけど、そういう意味ではフリーハンドになるというのも事実でありまして、ここは何を重視したかというのは、短周期の地震動ができるだけ大きくなるようなモデルということでやりましたもので、今、先生がおっしゃられたように、例えばここをもう少し下げたらどうなるかとか、我々が第1アスペリティ、第2アスペリティと呼んでいますこの部分を1列あげたらどうなるかみたいなものはあるかと思うんですが、短周期ということと言うと、今のこのケースがほとんどここで決まっているものですから大きいのかなとは思います。

ですから、そういう意味ではフリーハンドではありますが、短周期という意味ではこのモデルが今のところ大きな目になるようなモデルかなとは考えています。

○瀬瀬主査 よろしいでしょうか。

○山中委員 どうですか。非常に奇異に感じませんか。くっついていているというのは1つのアスペリティですよ。形は違うけれども、1つのアスペリティですよ。私にはそう見える。

○関西電力（金谷） 先ほど山中先生からセグメントが1つという話もありました。当社の方からもセグメントは1つだという意見があったんですが、実はここにF O - A と F O - B の2つの断層があります。Cサブの審議の中でも、それぞれの断層については個別の断層であろうと。ただ、同時活動必要性はあるということで、いわゆるセグメントとしてはF O - A と F O - B という2つに分けて考えるべきかと思っています。

本来ならば、F O - A に1つ、F O - B に1つセグメントを置くべきかも知れませんが、F O - B がいかにも短い、小さいということで、現在、F O - B も含めてアスペリティもできるだけサイトに近い側に置いているということでございまして、本来ならばAとBと2つに分けて置くべきかなと考えております。

○山中委員 そうすると、ほかのと矛盾しませんか。ほかのだとセグメントが分かれて2つアスペリティを置いていますよね。それもある種の短周期を考慮したら一緒にまとめておくべきとなりませんか。

○関西電力（岡崎） 例えばこれも実は付いているんですが、一応ここでのまとめとしては、

3つセグメントは了承されていて、これが1つのセグメント、ここからここまでが1つのセグメントで、一番南が1つのセグメントということで、先ほどのF O-A~F O-B断層以外はそれぞれのセグメントで、あらかじめ短周期が一番影響を及ぼすだろうみたいなところに固めているということですから。

○山中委員 そうしたら、上の北側アスペリティを近づけて3つにまとめてしまった方がいいのではないですか。

○関西電力（岡崎） ここは1つのセグメントで別でいいということは一応ここでのとりまとめとしてはされているのかなとは私どもは認識したということで、ですからここに置いてあるものをここに持ってくるというのはしていないということです。

F O-AとF O-B断層は確かにセグメントとしては別なんですけど、非常に感覚的なモデルへの反映としては、そのセグメントとしての認識がここの部分はこれまでの審議ではやや弱いのかなと認識したものですから、最初にF O-Bのところを持っていくケースは基本モデルとはせずに、35kmをモデルとして1つになっています。

ただ、35kmで1つのアスペリティにしてしまいますと、これは多分下までいってしまうので、それもまた変かなということで、やはりこれぐらいの長さだとアスペリティは2つぐらい置かないと、たいていの場合はなかなかよくないと思いますので、これは置こうというコンセプトです。

ですから、それは1列ずらしても2列ずらしても、あるいは下を1段、2段というのはフリーハンドにはできるかなとは思いますが。それは今日、結果も持っていないので、今ここで出しています計算の結果を確実に下回っているかということはいえませんが、例えば数値実験的にでもこの2つ目のアスペリティを少し動かしてみたような計算を次回以降でもお見せして、これとの大小関係辺りでまた御判断いただければと思います。

○山中委員 そういうある程度計算に基づいた議論でこれが一番安全な誤差評価だということであれば十分理解できますので、何もなくてこれが一番と言われても、説明性が不確かな部分もあるので聞いたわけですが、そういう資料が付けばよろしいかと思います。

○関西電力（岡崎） これは少し動かしたようなパラメータスタディ的なものを次回用意したいと思います。

○瀬瀬主査 確かにそうですね。1つ目のここが一番安全サイドかということ、2番目だけではなくてこれは疑問がありますね。もう少し北よりに置いた方が危険なような感じがしますね。

○関西電力（岡崎） この第1アスペリティですか。それも合わせて。

○瀬瀬主査 改めて検討してください。ほかにいかがでしょうか。

宇根先生、どうぞ。

○宇根委員 F O-Cに関して先ほどお話が出たので気がついたんですけども、大分前の話なのでこれはどういう変位をしている断層かというのをよく覚えていないんですけども、少なくともこれだけしか情報がなくて、それで横ずれと決められるのかなという感じがします。

やはり最大限に危険側に見るということであれば、縦ずれでももう少し傾斜を振った断層も想定して、延びる方向についてもこういう方向に延びるかどうかというのも3kmではよく判断できないと思うので、もう少し縦ずれで影響が一番大きいような方向の断層というのも想定してみたいかなという感じがします。

○瀬瀬主査 お答えをお願いいたします。

○関西電力（金谷） 今の件でございますが、第13回のCサブの場で、このF O - C断層の傾斜につきまして資料に基づいて御説明したんですが、まずF O - C断層の存在しているところというのは丹波帯のところで、少なくとも海上音波探査、複数の測線で確認できていますので、走向的にはまず間違いない。

この走向が同じような堆積層に入っている、先ほどから出ていますが上林川断層と同走向の断層、それと海上音波探査の記録を見ますと、宇根先生が言われたような、いわゆる縦ずれのような変形幅の広いものではなくて、非常に変形幅の小さいもの、ただしやはり北西側の隆起がございますので、F O - A ~ F O - Bと同じように15度ぐらい、いわゆる傾斜角が75度ぐらいで検討しますという話までは第13回でさせていただきまして、ほぼ御理解いただいたかなと考えております。

したがいまして、今、言われたような傾斜角の寝たような逆断層までは考える必要がないということでございます。更に用意できていません、このCサブが始まる前に計算したんですが、ここでF O - Aが入っているんです。若狭湾の東部でやったように、断層が切る、切られという関係がございますので、仮にこの断層を60度だとか45度だとか寝かした場合は、このF O - A、F O - Bを切る形になります。Cサブ前に電卓をたたいてやったので、75度ぐらいにすればこのF O - A ~ F O - Bを切らないというような角度でございます。

したがいまして、今、申し上げましたようなことをすべて合わせれば、走向と広域的な応力場、断層との位置関係等を考えますと、やはり20kmぐらいまで延ばした右横ずれの断層で傾斜角は幾ら寝ても45度程度と考えております。

○瀬瀬主査 御納得いただけたでしょうか。

○関西電力（金谷） 済みません。今、45度と申し上げたかもわかりません。75度でございます。

○宇根委員 いずれにしても、余りにも短過ぎてどういう形状しているのか本当によくわからないので、お話はそうですけども、例えば今のそういう形に延ばしたとしてもほかのところで切り合ってしまうというのは、形状的に理屈に合わないということはこれにしても当然ある話なので、そこは御判断ですけども、一番危険側な計算も念のためにやってみるというくらいの用意はしておいた方がいいのではないかなという感じはしますが、それ以上は申し上げます。

○瀬瀬主査 それでは、検討いただけますでしょうか。

○関西電力（岡崎） 少し検討してみたいと思います。

○瀬瀬主査 次に高島先生、どうぞ。

○高島委員 似ていることなんですけれども、3ページの総括的な表と100ページ以降、上林川断層の扱いについて非常にわかりにくいのではないかと思います。

もう少し丁寧に申し上げますと、3ページでは上林川断層について「26km以上」が断層長さとして、同時活動でもないとは思いますが、その枠の中に「約40kmで評価」となっています。100ページ以降を見ると、明瞭なものの言い方は一切していないのではないかと。

もう一点は、99ページに付いている表が内容的にも問題がありますが、なぜこの表がここに付いているか、何を主張したいのかがよくわからないんです。

○瀬瀬主査 御説明をお願いいたします。

○関西電力（金谷） まず上林川断層の長さですが、これまでの当社からの説明と、それを反

映していただいた保安院さんの中間的なまとめで、一応断層の長さは 26km 以上、地震動評価上は福知山の付近まで延ばして地震動評価を行うという中間的整理だったと思います。

参考として、今日の資料の後ろに 5 枚付けています。これはこれまでの C サブでお出した資料でございまして、最初の 2 つが文献でございまして、どの文献も綾部市から北東の方に向かった、京都と福井県の県境までが大体 20～26km ぐらいの断層でございまして。

繰り返しになりますが、これまでの調査とこれまでの C サブでの御説明で、どの文献も大体南西端だと言われているところで調査したけれども、ピット調査とかボーリング調査をしたら微弱ながら断層が出てきた。この延長方向の上延町付近で文献調査、地表調査等をしますと、大きな変位はございませんので恐らくここまで延びていないだろうと。

ただ、西の方に目を向けますと、ちょうど沖積低地がございまして。ここでの調査は非常に限界もございまして、したがって、文献でも示されていませんし、ここの高位段丘にも変位、変形はございません。福知山の高位段丘のところまで延ばして地震動評価をしましょうということになっていたと思います。

今回の地震動評価上の長さとして、39.5km なんですけど、その 39.5km というのはちょうどこの福知山の高位段丘の東の縁、大体 39.4km 程度ございまして、それをモデル上は 39.5km のメッシュでつくっております。

大体こんなものでよろしいでしょうか。

○額部主査 どうぞ。

○高島委員 従前、どこまでの間を評価するというのは明記していると思うんです。今、文書外でいろいろ説明がありましたけれども、結局 104 ページの右の枠しかありませんね。やはり「26km 以上」というのを、なぜ 40km で評価するか。言わばそれより延びることはありませんという主張が足らないような気がします。

○額部主査 どうぞ。

○杉山委員 それは確かにこの資料では足りないんですけども、今までの議論の中で関西電力から説明があったように、結局止められないんです。川の中に入ってきてしまうので、本当はそんなに長くない可能性の方が高いとは思いますが、今は最大限の地形、地質、地球物理も含めてだけれども、情報があるのは福知山のところしかないんですよね。

○高島委員 それを明らかに書くべきだと思うんです。

○杉山委員 それをどういう形で書くかというのもしか議論があって、地元への配慮とかということもあって、どこかにそういう形で評価をしたというのは書く必要は当然あるとは思いますが、そこは世の中に出ていくときの資料と、39km にしたということもちゃんと説明性も必要だけれども、逆に言うとそれが断層の実際の長さだと受け取られないという配慮も。つまり、地震動を計算するときに安全のためにこういう長さにしたということが誤解なく伝わるような形でどこかに書く必要はあるのかなとは思いますが。

○高島委員 今まで原子力では、一般的な活断層の評価とは違って、やはりコンサーバティブにこう考えているということは世の中に示していると思うんです。私はそう思います。要は取り扱い・評価のベースを明らかにしているということです。

○杉山委員 私は南西端のところのこの表現ぐらいしかなかなかいえないと思うんです。だから、このことから断層モデルをつくるときには 39.5km にしたということしか言えないと思うんです。

つまり、本当は調査で特定すればいいと思うんですけども、今の技術のレベルだと。

○高島委員 特定できないときは「どう考えてもここまで」というところを限界にしているんですよね。だから、その趣旨は一緒なんです。それを明らかに書くかどうかということなんですけれども、今まで書かなかったことはないと言えると思います。

○杉山委員 そこはどういう表現をするかということだとは思いますが。

○瀬瀬主査 これが正式な書類ではありませんので、今後はそういう点も注意して文章をよく書いていただくということにさせていただけないでしょうか。

杉山先生、どうぞ。

○杉山委員 私はF O - C断層については、これも今までの積み重ねの上での結論の上でこういう資料が出ているので、やはり前のことを忘れてしまうとなかなか難しいと思うんですけども、音波探査のデータ、長さはありますけれども、私は全体の走向については基本的にはそんなに、確かに3 kmの部分しかありませんが、その3 kmの部分についてはかなり確定的なデータがあるのと、先ほどもお話があったけれども、丹波帯、超丹波帯等のその辺の地質構造との対応から考えれば、走向について著しく大きく振る必要はないと、個人的にはこのままでいいとは思いますが。

傾斜についても、反射断面を見る限りは、F O - A、F O - Bと基本的には同じような性格があると思います。F O - A～F O - Bについて75度という形で振っているならば、F O - Cについてだけより多くの不確かさを大きくする必要はないと思います。

だから、F O - A～F O - Bが75度でこの合意が得られているならば、F O - Cも75度ぐらい振っておけばいいのかなと個人的には思います。

先ほどから御指摘のあった、F O - AとBのアスペリティをどこに置くかというのは、私ももう少し、ここに出ているのは多分一番事業者はサイトに影響が大きいものを特に先ほどお話しがあったように、かなり近くに置いて大きいものを出してきているとは思いますが、やはり基本となるのは何を基本とすべきかということ、やはり手引きにもあり、そこは全部手引きはできていないかもしれないけれども、要するに調査の結果に基づいて合理的にアスペリティも推定できるならば推定しろということだとは思いますが。

そのときにはF O - BとF O - Aというのはまずそこは2つセグメントに分かれるし、F O - Aというところも実は上下方向の変位量のデータというのも前に出てきたとは思いますが、それと平面形状を見ると、やはり2つぐらいには分かれると思うんです。

だから、F O - Aが2つ、F O - Bが1つと、地形、地質の方から言うと3つぐらいのセグメントに分かれるというのが断層の性状だと思うんです。それをどういう形で基本的なモデルをつくるかということと、その上に安全を見た、動かして一番サイトに影響が大きいのはどこかというのを検討したというのが見える形でないと、1つだけ出してこられてしまうとそれが本当にきちんと評価をしているとは思いますが、そこが見えなくなっているのも、私も動かして、少しは隙間をあけるとかという形で比較をして、今、示してあるのが一番大きいということならば問題はないとは思いますが。

追加で気になるのは、私自身がもう忘れてしまっているところだと思うんですけども、C断層を55度にはしていますね。普通だと60度のものを55度というのは余りに小さ過ぎるのではないかという疑問は出てくると思うんです。だから、これはたしか55度が先ほどの断層の交わる、交わらないという形で、これが一応限度の角度だったかどうかだけ確認させていただきた

いんです。

○関西電力（金谷） C断層の55度は杉山先生が言われように限度の角度で、それ以上寝かすと白木－丹生を切るという形になります。

○瀬瀬主査 それでは、杉山先生の御意見も十分取り入れて再検討をお願いいたします。ほかにはいかがでしょうか。

○高島委員 よろしゅうございますか。

○瀬瀬主査 どうぞ。

○高島委員 構造に関係するのかもしれませんが、まず内容的にわからないというのは、注意書きの1と2の峻別です。なぜ2が書いてあるのかというのがわかりません。

合同Cサブとしては非常にユニークな内容がここに入っていると思うんです。ついでとっては何なんですけれども、これを見るとかなり評価基準値に接近しているものがありますので、審査官はあらかじめここだけではなくて全体をよく見ておいていただきたいと思います。特に旧格納容器基準などもよく見て、間違いのないように、数字だけ羅列されても何とも言いようがございませんので、そこを是非よろしくお願いしたいと思います。

○瀬瀬主査 室長、何かありますか。

○小林耐震安全審査室長 この辺は、確かに合同でこういうものを付けるというのは異例なんですけれども、こういった意味で評価した結果でも、こういうふうに満足しているということを示したものでございまして、細かなところは私どものところで確認させていただきますので、よろしくお願いいたします。

○瀬瀬主査 よろしいですか。私のコメントに戻らせていただきますが、19ページ、この中で赤紫の応答スペクトルが鉛直の方で0.3秒ぐらいのところに非常に鋭いピークが立っていて、これはかなり違和感がありますので、なぜこうなるのかというのをこの場で御説明していただければそれでもう結構ですし、後ほどということならば後ほど御説明いただきたいと思います。

○関西電力（岡崎） 今、御指摘いただいたのはこのケースでよろしいですね。

○瀬瀬主査 はい。

○関西電力（岡崎） 破壊開始点が2なので、このモデルでいいますとアスペリティの下端の北端から来るケースなんです、上下動なのでSH波とSV波の振り分けみたいなのなので、この場ではあれなので、次回以降確認して御報告したいと思います。

○瀬瀬主査 それでは、この議題はここまでとさせていただきます。

最後に、日本原子力研究開発機構からもんじゅについて原子炉建物基礎地盤の安定性評価について説明があります。資料は合同C19-5になります。

それでは、お願いいたします。

○日本原子力研究開発機構（島田） それでは、合同C19-5としまして、原子力機構から高速増殖原型炉もんじゅ新耐震指針に照らした耐震安全性評価、原子炉建物基礎地盤の安定性評価の内容につきましては、昨年11月の段階でそのときのSsに基づいたお話をさせていただいております。

（PP）

今回は御説明内容としては、ワーキング審議を受けての変更点について御紹介しまして、次に原子炉建物基礎地盤の安定性評価について御説明し、参考としまして、構造Bサブ会合においていただいております基礎地盤に関連するコメントについて触れさせていただきたいと思っ

ております。

(P P)

ワーキング審議を受けての変更点についてですが、基準地震動の変更については、地震動評価の審議結果を受けまして、変更点としてはS s の 600Gal が 760Gal という応答スペクトル波で大きくなったこと、それに加えて断層モデルを用いた地震動評価 9 波を選定したことでございます。

2 つ目の解析モデルの変更としては、ワーキングのコメントを受けまして、建物直下部の応力集中部に関しては、要素分割を細かく変更してございます。

(P P)

まず基準地震動の変更でございますが、こちらが応答スペクトルによる波、あとの 9 つが断層モデル波としてお示しさせていただいているものでございます。これらの波を入力波として用いております。これは南北方向の水平動です。

(P P)

こちらは東西方向の水平動になります。

(P P)

こちらは上下方向の波になってございます。

(P P)

参考までに次にお示ししますが、見直し前の基準地震動の時刻歴波形となっております。

(P P)

こちらは鉛直波形になってございます。

(P P)

続きまして、解析モデルの変更について、要素分割の粗さということでございますが、この部分のモデル化につきまして、解析用モデルの要素分割が粗い印象を受ける。再検討することということを現地調査のときにいただいております。

(P P)

これについては、次のスライドにお示しますように、平成 20 年 3 月モデルではこの部分はやや大き目だったんですけれども、現行モデルでは建物直下の要素幅が 2.5m 以下になるように細分化をしてございます。

(P P)

続きまして、原子炉建物基礎地盤の安定性評価でございます。

(P P)

評価方針としましては、原子炉建物基礎地盤につきまして、基準地震動 S s による地震動に対して十分な支持性能を持つことの評価を行うということで、評価項目としては、想定すべり面におけるすべり安全率、原子炉建物基礎底面両端の鉛直方向の相対変位・傾斜でございます。

(P P)

こちらがもんじゅの上から見た配置図になってございまして、北がこちらで、原子炉建物がここになります。そして炉心直交断面 X-X'、Y-Y' のうち、すべり面法によって安定性の厳しいと想定されます X-X' 方向、海-山方向の断面を、こちらにございます斜面やこの基礎岩盤のところに分布します破砕帯等の存在を考慮して設定してございます。

(P P)

こちらが岩盤分類の水平断面図で、原子炉建物がここに位置しております。断面の位置がX-X'、Y-Y'となっております。

地質構造としましては、南北系の構造が卓越するサイトでございます。基盤の地質は花崗岩でございます。原子炉建物は標高5mの岩盤に直接設置されてございます。順番が逆になってしまいましたが、この紫色の部分がB級、水色がCH級岩盤。これが広くサイトに分布してございます。黄緑色がCM級、黄色がCL級、オレンジ色がD級。赤く示してございますのが破碎帯ということになってございます。

(P P)

こちらが海-山断面、東西断面で解析断面になってございます。山側に高角度に70度ぐらいで傾斜する構造を持っております。赤線で示す破碎帯については、地下の延長をボーリング等で確認してモデル化してございます。

(P P)

こちらは南北断面です。南北系の構造で東に高角度傾斜、これを南北方向で切ってございすので、こういった構造になっております。

(P P)

評価方法でございますけれども、解析手法としましては、一般的に用いられているような二次元動的有限要素法解析を行っております。また、地震動の入力は水平動と鉛直動による応答を考慮してございます。周波数応答解析法を用いて等価線形化法によって動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性も考慮した形での解析を行っております。

安定性評価フローとしては、左側に静的荷重、右側に地震時荷重のフローをお示ししてございまして、最終的には支持性能の評価ということで、すべり安全率、もう一つが基礎底面両端の鉛直方向の相対変位・傾斜、この2点でもって評価をしてございます。

(P P)

解析断面のモデル化の領域についてですけれども、原子炉建物の横幅の鉛直方向には2倍程度。側方にはそれぞれ2.5倍ずつ程度の解析モデルを組むことということになってございまして、そういった範囲をモデル化しています。

(P P)

こちらが解析モデルでございまして、静的解析としては境界条件ではモデル下端は固定して、側方に鉛直ローラーを入れています。動的解析の地震時増分応力算定に際しては、下端は粘性境界、モデル側方はエネルギー伝達境界としてモデル化してございます。

(P P)

これは境界条件の絵でございますので、メモ的なもので割愛させていただきます。

(P P)

これが解析用物性値でございます。基礎地盤安定性評価で用いるものは、分布する岩が花崗岩のD級熱水変質、CL級、CM級、CH級、B級及び破碎帯となっております。これの設定の根拠でございますけれども、物理特性としての単位体積重量は室内試験でもって設定してございます。

解析上用いる動的変形特性については、動ポアソン比と動せん断弾性係数につきましては、標高5mの試掘坑内での弾性波探査の値、 V_p 、 V_s とこちらの単位体積重量を用いまして、動ポアソン比と動せん断弾性係数をそれぞれ決定してございます。

また、減衰定数については、Cサブでの御審議を踏まえまして3%と設定してございます。こちらの強度定数については、ピーク強度としては、D級熱水変質と破碎帯、こちらは室内試験による結果でございます。

CL級、CH級、CM級、B級につきましては、試掘坑内での原位置での岩盤せん断試験結果を用いております。

(PP)

こちらは動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性なんですけれども、基礎地盤安定性については、これら3つはほとんど関係がございませんので、割愛させていただきます。

(PP)

入力地震動としましては、考え方としては解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を一次元波動論によって地震応答解析モデルの入力位置で評価したものをを用いております。

(PP)

すべり安全率については、すべり面法で厳しいと絞り込まれたすべり線に対して評価してございます。ここで絞り込まれたという作業としては、こういった建物のコーナーを設定しまして、ここから幾つも幾つも線を仮定しまして、その中で一番厳しいものを選択してすべり面として設定しているということになります。

破碎帯沿いにつきましては、破碎帯をまず選んで、破碎帯に沿ってすべる長さを幾つも設定しまして、そういったところからすべり面を幾つも仮定しまして、その中で絞り込んでございます。

原子炉建物の鉛直方向の相対変位・傾斜については、ここの建物の両端部の鉛直方向の変位の差をとってございます。傾斜についてはその変位の差を横幅100mという幅で割り算をしているということになります。

(PP)

数字の羅列になってしまって恐縮でございますけれども、上に5つの行がございます。それぞれ想定したすべり線を書いてございます。右側には評価した断層波9つと応答スペクトル波1つについてでございます。この中で S_s-1 の波で決められる8.9というものが最小のすべり安全率を与えるということになってございます。

(PP)

こちらは S_s-D 、応答スペクトル法が2番目に小さいすべり安全率を与えるんですけれども、その最小すべり安全率の発生時刻を13.86秒のときの局所安全係数の分布、要素ごとの安全係数の分布でございます。

この中で右側の数値ですけれども、この数値についてはせん断破壊に対する安全係数を示しております。こちらの赤いところについては、引張応力が発生した要素について引張破壊と表示してございます。そうしますと、引張応力が発生した要素が小さな範囲にとどまっております、せん断強度に達した要素はなく、岩盤部は健全性を有しているという結果でございます。

(PP)

こちらは最小のすべり安全率を与えた S_s-1 の発生時刻9.62秒のときの状況でございます。同じように示してございます。

原子炉建物を支持している基礎岩盤部分については、引張応力は発生した要素はほとんどありません。せん断強度に達した要素はないということから、岩盤部は健全性を有していると考え

えております。

(P P)

続いて、破砕帯の局所安全係数分布でございます。破砕帯はこちらの直線の部分と、ここの曲がった細い部分、こちらと3本ございます。凡例についてですけれども、○はF s。これはせん断破壊に対する安全係数ということで、3以上の領域。△が2～3、□が1～2、●がせん断破壊に達した領域、▲は引張応力が発生した領域ということで凡例を示してございます。

この破砕帯に直交する方向の長さが安全係数の大きさを示してございます。こうして見ますと、引張応力が発生した要素がなく、せん断強度に達した要素もないということで、破砕帯は健全性を有してございます。

(P P)

こちらは今度波がS s - 1で、最小すべり安全率の発生時刻は9.62秒のケースでございます。こちらにつきましても、引張応力が発生した要素はなく、せん断強度に達した要素はなく、破砕帯は健全性を有してございます。

(P P)

続きまして、評価のもう一つの見方でございます、鉛直方向の相対変位・傾斜ということで見てみますと、S s - Dの応答スペクトルでの結果が最大の建物傾斜及び相対変位というものを示しました。

しかしながら、この傾斜というものは1万分の1という大きさなので、耐震設計上重要な機器・配管系の安全機能に支障を与えるものではないと考えております。

(P P)

以上をまとめますと、想定すべり面における安全率としては、評価基準値1.5というものがございまして、それを上回っております。また、原子炉建物基礎底面両端の鉛直方向の相対変位・傾斜については、耐震上重要な機器・配管系安全機能に支障を与えるものではないと考えております。

以上のことから、基礎地盤についてはS sの地震力に対して十分な支持性能を持つことを確認いたしました。

(P P)

これは昨年、20年3月時点のS sに対する評価結果で、最小9.8ということになってございます。

(P P)

もう一つのこちらは、平成20年3月の変位と傾斜でございまして、小さい値となっております。

(P P)

続きまして、参考としまして、構造Bサブ会合における関連コメント。これは基礎地盤にあります破砕帯のモデル化についてのコメントでございましたので、こちらで簡単に触れさせていただきます。

(P P)

コメントの内容としましては、FEMモデルの破砕帯について、破砕帯をD級岩盤と同じ物性としてモデル化していることの理由を再度説明のこと、ということにていただいております。

(P P)

こちらが屋外重要土木構造物として、海水ポンプ部、カルバート部分、トンネル部分とあるんですが、こちらの断面でのコメントでございました。

(P P)

コメントとしては、ここの部分で赤い破線、見にくくて恐縮なんですけれども、破碎帯が存在してございまして、これらのモデル化如何ということでございました。

(P P)

破碎帯モデル化の考え方としましては、破碎帯の物性は周辺地盤のD級熱水変質部と同等でございます。これは次のページでお示しします。

また、建物基礎地盤安定性検討では、破碎帯は破壊しないことを確認しております。これは破碎帯の局所安全係数分布をまたお示しします。

以上のことから、破碎帯をモデル化しても土木構造物の応答にはほとんど影響しないと判断して解析を行ってまいりました。今回ここではコメントを踏まえまして、破碎帯の有無による影響の比較・検討を行っております。

(P P)

平成 20 年 3 月時点の解析用物性値ですけれども、こちらの赤枠で囲ったところがD級熱水変質部で、ここの 0.46 というものと 538,000 というこちらの値が破碎帯と 0.46、538,000 と同じであるということでございますが、地震応答に影響する動的物性の取り方としまして、これらは試掘坑内弾性波試験結果に基づいております。産状的にD級の熱水変質部と破碎帯というのは大変密接に細分化できないような産状を示すという観点もございまして、破碎帯とD級熱水変質部とは区分せず、同一の値を与えているということでございます。

(P P)

これは平成 20 年 3 月時点の $S_s - D$ 波による破碎帯の局所安全係数の分布ですけれども、健全性を有してございます。

(P P)

以上のことを踏まえまして、また破碎帯が確認されている送水管路トンネル部を対象に、破碎帯ありのモデルによる解析を実施して、変形量、断面力を破碎帯なしのモデルと比較してございます。

(P P)

これが破碎帯ありのモデルでございまして、こちらでは破碎帯はD級岩盤沿いに分布しておりまして、不連続面としてジョイント要素でモデル化しています。物性値としては、破碎帯の物性値を入力しています。

(P P)

これが結果なんですけれども、こちらにも数字の羅列で恐縮なんですけど、発生値比較というところを注目いたしますと、緑のところでかけた破碎帯ありのモデルと破碎帯なしのモデルでこれを割り算いたしますと、0.98 とか 0.97 とかといった値になってきておりまして、破碎帯有無の違いによって最大層間変位、これは曲げ破壊による照査結果の比較でございまして、ほとんどございませんでした。

(P P)

もう一つが、せん断破壊による評価結果の比較でございまして。これは $S_s - D$ 波なので 600gal 時点、昨年 20 年 3 月時点の波での結果でございまして。

それにつきましては、発生値比較というところを見ると、ここの0.98ということになってございまして、破碎帯の有無の違いにより、発生せん断力はほとんど差がないという結果になっております。

(P P)

まとめといたしましては、地盤の応答に影響する動的変形特性は、試掘坑内弾性波試験の結果に基づいて、破碎帯とD級岩盤とを区別せず、同一物性を与えております。

屋外重要土木構造物のうち破碎帯が確認されている送水管路トンネル部を対象に破碎帯ありモデルによる解析を実施したところ、送水管路トンネル部の応答値(変形量、断面力)にはほとんど差がないことを確認してございます。

以上で説明の方は終了でございます。

○瀬瀬主査 何か御意見、コメントはございますでしょうか。

山中先生、どうぞ。

○山中委員 これは聞いておけばいいんですか。それとも議論するのですか。

○瀬瀬主査 御意見があればどうぞおっしゃってください。

○山中委員 22 ページで入力波形はこのFEMのモデルの下端に入っているわけですね。

○日本原子力研究開発機構(小島) そうです。

○山中委員 そのときに下に戻した一次元のモデルというのはどういうモデルを使われたんですか。

○日本原子力研究開発機構(小島) 炉心直下の一次元モデルで引き戻しています。

○山中委員 それは地震動の計算で使ったモデルとは違うんですか。その関係がわからなかったものですから、御説明いただけますか。

○日本原子力研究開発機構(小島) 基本的には、FEMの下端までの解放基盤面の原子炉建物の直下が解放基盤面になりますので、そこからFEMのモデルの下端までの距離の一次元モデルでの引き戻しになりますので、そこまでの岩級区分で引き戻しをしております。

○山中委員 そのモデルというのは、このワーキングで議論になったモデルとは同じなんですか、違うんですか。

○日本原子力研究開発機構(宮崎) お答えいたします。それは完全に全部一緒かどうかというのはまだ見ていませんので、検討して比較してお示しいたします。

○山中委員 気になったのは、3%という減衰を使っていますね。それはここで議論になったモデルの3%を使っている。そのモデルの速度が違っていると、おかしいことになりますので、その辺の整合性を是非御説明いただきたい。

○日本原子力研究開発機構(宮崎) わかりました。コメントの趣旨は把握いたしましたので、次回御説明いたしたいと思います。

○瀬瀬主査 ほかにいかがですか。

大西先生、どうぞ。

○大西委員 ほかの部会の質問なんでしょうけれども、コメントでFEMモデルの破碎帯について、破碎帯をD級岩盤と同じ物性でモデル化していることの理由。これはどういう趣旨なんでしょうか。これが答えになっているんですかね。

御説明を聞きますと、破碎帯をモデル化しなくても答えは一緒になるという説明をされましたね。質問自体が同じ物性としてモデル化という意味が。ということは、もともとのモデルで

なぜ同じ物性の値になっているのかという質問ではないかと思うんです。

○瀬瀬主査 御回答をどうぞ。

○日本原子力研究開発機構（島田） 同じ物性にしていることは、動的変形特性の部分でございまして、違うところは物理特性として単体の違い、強度特性としてのピーク強度と残留強度の違い、破碎帯にはそれでピーク強度を取っております。破碎帯については残留強度を見ないというような与え方をしております。

波を入れたときの反応を見るときに、こちらの動的変形特性の動ポアソン比を使うわけなんですけれども、当初破碎帯があったとしても壊れないということを見て、そういうようなことからモデル化としてはもうこれで大丈夫だろうということでやっておりました。

この物性値自体の取り方は、試掘坑内で弾性波探査に基づいておりまして、分布幅が狭いということでございまして、またD級熱水変質とこの破碎帯というものはほとんど必ずといっていいほど一緒になって出てきているというようなことから、細分化せずに1つのものとして取り扱っているということでございます。

○瀬瀬主査 だから、なぜそうするのかという説明がはっきり書いていないですね。

○大西委員 モデルに関してはそういうふうにモデル化したというのはいいんですけれども、もともとの物性値をなぜそういう同じ値に取ったのかという、先ほど言われたように非常に幅が狭くて物性としては取りにくいけれども、何らかの方策でそれが同等であるというどこかでそれをきっちと説明するだけの材料があったというのを言っていただければ、これで同じ物性でもいいですよと言えると思うんですけれども、破碎帯が違う物性ではないのかというのが質問ではないかと思うんです。

私の質問ではないからあれなんですけれどもね。

○日本原子力研究開発機構（島田） 破碎帯とD級熱水変質の産状的に、破碎帯というものは真っ直ぐずっと続いているわけではなくて、産状として分岐したり収れんしたり、また側方に追いかけていくと消滅したりします。

そういったようなところでモデル化をしようというときには、大規模な破碎帯についてはD級熱水変質部を必ず伴っています。このD級熱水変質部に包まれるような格好で産します。そういったものなので、モデル化としては、このD級熱水変質部がずっと延びているとすればいいんですけれども、その中でところどころ強度的に弱い破碎帯というものがある。基本的に弱い破碎帯があるので、大規模な破碎帯については弱い破碎帯をずっと延ばしてモデル化をしようという考え方になっています。

○杉山委員 確認していいですか。

○瀬瀬主査 杉山委員、どうぞ。

○杉山委員 昔は破碎帯というのは考えていなかったのではないでしたか。粘土化帯とか。

○日本原子力研究開発機構（島田） 昔は破碎帯というのは粘土化帯ととらえて…

○杉山委員 それでこのCグループとかの議論でそれは断層破碎帯もあるのではないかという議論を踏まえているわけですね。

○日本原子力研究開発機構（島田） そうです。

○杉山委員 だから、従来はずっと昔は全部簡単に言えば熱水変質ゾーンみたいなものだったのが、ここでもいろんな私とかも含めてですけれども、やはり断層による破碎のところはきちんと区別しろという意見があったのを踏まえてこういう形で分けたわけで、今のお話しだとどこ

らかというと安全サイドに破碎帯の方は一応別として少し太めにそこをやっているということですね。

○日本原子力研究開発機構（島田） そのとおりです。

○杉山委員 だから、結果的にはどちらかと言ったら安全側の見方をしているんだろうと思うんです。

○大西委員 それはいいんだけど、物性の取り方がどうかというのをここに聞いてあるだけの話であって、物性はこうやって説明しますというのを言っていればそれでいいんだと思うんです。これは非常に深いモデルのところまでずっと説明してあるんだけど、もっと単純。

○高島委員 関連してよろしゅうございますか。今の答えは私は首肯できないんですけども。

37 ページからいきますと、ジョイント要素でモデル化している、だから「厚みは考慮していない」と、答えるべきだと思います。

保守性を求めるのであれば、適切な厚みを評価した厚みのあるモデルを適用する必要があると思います。大西先生の御指摘のとおり、38 ページの四角の中で書いてある文章は論理性がないですね。破碎帯が熱水変質を受けているケースというのはかなりあると思うんです。だから、集合論的に言っても非常にわかりにくい文章をしているなど。

今度は、42 ページ、解析結果を見ますと、層間変形角は同じくらいですけども、層間変位を見るとジョイント要素を入れた方が小さくなっているわけです。だから、パラスタ的に弱層があるからそれを数的に評価してみようというときは、そういうセンスで実施しなかったら意味がないということを1つ言いたいと思います。

19-1 の13 ページの整理表を確認したいんですけども、④⑤です。④については私が言ったこととございますけれども、背後斜面と言っていますけれども、基本的には土捨て場があるわけです。この土捨て場がもしも大きな変状を来しますと、大事な建屋、施設が前方にあるわけです。その辺についてこれを見ると済んでいるような整理に見えるんです。

⑤については、多分吉中先生が現地で御指摘になったことだと思うんですけども、解析範囲をどこまでとるかということについては、地山の応力分布とも関係するのでよく注意するようという御注意があったと思いますので、そこは忘れないようにと思います。

地盤の安定解析なんですけれども、これはむしろ審査官に見ていただいた方がいいのかもしれませんが、基本的には建屋のコンタクト面の滑りについてはほとんど手計算に近いチェックができるはずなんですけれども、相場観として非常に安全側の数値が出ていますということが1つです。その根拠的なことをこれは推論でしかないんですけども、20 ページを見ますと強度定数のところでコフィージョンの値が非常に大きくなっていますね。

岩盤の風化度に着目したのが田中先生の岩盤分類だと思うんですが、インタクトロックに近くなればなるほどコヒージョンが多くとられている。最近では実際の応力範囲により着目しまして、リニアなモール円の包絡は書かない。実際にどこが心配で、そこにかかる応力状態はどうでということを考えて、強度定数が適切にとられているかどうか。その辺については非常に詳細な話になりますので、委員としてというのは無理なので審査官がきちんと見ていただけたらと思います。

特に先ほどの38 ページなどに戻りますと、繰り返しになりますが細分化できない産状を呈している、産状なのか性状なのかよくわかりませんが、もしもそうであればそういうふうに数学的に扱うべきであると思います。とにかく厚みがあるなしということは非常に安定解析上大き

な影響がありますので、よく考えていただきたいと思います。

○瀬瀬主査 それでは、もう時間が大分過ぎましたので、今、かなりの数のコメントが出てまいりましたので、それを踏まえて次回以降もう一度御報告をお願いしたいと思います。

○日本原子力研究開発機構（池田） こちらの説明の仕方が悪かったので、再整理してもう一度御説明させていただきます。

○瀬瀬主査 それでは、本日、会合において各委員からございました御意見、要望等を反映した形で次回のワーキングでの説明をお願いいたします。

また、委員からございました御指摘については、次回以降のワーキングにおいて事業者または事務局から回答をお願いいたします。

それでは、本日の審議を終了したいと思います。

最後、事務局から事務連絡をお願いいたします。

○野中原子力安全主席分析官 本日は、遅い時間まで御審議いただきましてありがとうございます。いただきました御意見等に基づきまして、今後検討を進めていきたいと思っております。

本日の資料につきましては、机の上に置いたままで結構でございますので、こちらから郵送させていただきます。

次回の第 20 回の合同 C サブグループ会合ですが、10 月 27 日の 10 時から、場所は本日の場所と同じ部屋でございますので、委員の皆様方におかれましては、どうぞよろしくお願いいたします。

事務局からは以上でございます。

○瀬瀬主査 それでは、以上をもちまして、第 19 回 C サブグループ会合を閉会いたします。本日は長時間、大変ありがとうございました。