

令和2年度 島根県原子力安全顧問会議（第3回自然災害対策小会議）

日 時 令和2年10月12日（月）  
14：00～16：30

場 所 島根県職員会館健康教育室  
(TV会議)

○田中GL それでは時間になりましたので、これより第3回自然災害対策小会議を始めさせていただきます。

本日司会を務めさせていただきます、島根県原子力安全対策課の田中といたします。どうぞよろしくお願い申し上げます。今回も前回までと同様に、新型コロナウイルス対策としましてテレビ会議により開催させていただいております。島根県庁側では、今回もテレビ会議を報道機関のほうにも公開しておりますので、御承知おきいただきたいと思います。

はじめに、島根県防災部の森本から御挨拶させていただきます。

○森本次長 島根県防災部の森本と申します。よろしく願いいたします。

顧問の先生方におかれましては、本日は大変お忙しい中御出席をいただきましてありがとうございます。この小会議につきましては、6月から始めまして概ね2ヶ月に1回のペースで開催しております。今回が3回目となります。今回は耐震設計方針と竜巻対策をテーマに御確認いただく予定ですので、顧問の先生方におかれましては、様々な角度から忌憚のない御発言をいただければと考えております。それでは、よろしく願いいたします。

○田中GL よろしく願いいたします。

それでは御説明に入る前に、お手元に郵便でお送りしている資料があると思いますが、出席者名簿からございまして、最初に資料1、小会議の論点一覧というA3の資料があると思います。それから資料2といたしまして、今回の論点に関する意見とそれらへの回答をまとめたものがあります。資料3は3-1と3-2とありまして、両方とも中国電力で作成いただいたパワポ資料になりますけれども、まず資料3-1のほうが前回の説明範囲の補足説明資料になっています。資料3-2のほうは、今日の3回目の小会議で説明させていただき審査の内容を書いたものとなっております。資料全体、前回までの小会議と全く同じ構成となっております。

本日はいつもの三名の先生方、岩田先生、釜江先生、佃先生にテレビ会議システムで御参加いただい

ております。それから中国電力のほうも、出席者は名簿のほうでお知らせさせていただきたいと思えますけど、三名の説明者の方に広島本店からテレビ会議で参加いただいております。名簿には記載していませんけれども、こちらの島根県庁側の会場では島根原子力本部の渡辺広報部長にも同席いただいております。

それでは今日の議事の進め方について、資料に沿って御説明させていただきます。基本的な流れは前回同様ということで御理解いただければと思います。はじめに議題（１）前回の確認としまして、島根県の資料１を用いまして、前回の小会議での御説明内容や本日説明する範囲についてお示しさせていただき、その後に資料２を用いまして、前回先生方から小会議の中でいただきました御意見、それから中国電力や県の回答をお示しさせていただきます。回答にあたっては前回と同様に資料３－１、中国電力の補足説明資料を適宜引用しながら御説明させていただきたいと思えます。資料２では前回までの小会議で御説明した論点だけでなく、本日新たに御説明する論点に関する説明内容や、関連する過去に先生方からいただいた御意見とそれらへの回答も含めて整理しております。次に議題（２）、議題（３）で、資料３－２を用いまして個別の論点について御説明させていただきたいと思えます。本日新たに御説明する範囲は、議題（２）の耐震設計方針、それから議題（３）の竜巻の設定に関する項目となっております。議題（２）、議題（３）のそれぞれの説明が終わったところで一区切りといたしまして、先生方の意見をいただきたいと思いますと思っております。時間があれば、全体を通した質疑応答ですとか、あるいは追加意見についても伺いたいと思えます。

本日１６時３０分までの予定となっておりますけども、前回同様、極力会議時間を延長しないということとさせていただきたいと思えます。

それでは議題（１）から始めさせていただきたいと思えます。前回の確認について、まず島根県から御説明させていただきたいと思えます。

○柘植主任　それでは島根県の柘植から御説明させていただきます。よろしく願います。

資料１、自然災害対策小会議の論点一覧を御覧ください。A３縦の１枚紙となっているものです。こちらの資料は、基本的な様式は前回の小会議と同じですが、一部論点項目の表現を見直した上で、表の右端の列に記載しております小会議での御説明の状況につきまして、本日の第３回小会議時点の状況に更新しております。はじめにこちらの資料を用いまして、これまでの御説明の状況や本日御説明する範囲について説明いたします。

自然災害対策小会議では３６項目の論点を挙げておりますが、このうち第１回小会議で論点＜１＞

から<10>までの計10項目、第2回小会議で<11>と<12>、<22>から<25>までの計6項目について審査内容等を御説明したところです。このことは、資料様式の右端の小会議の列に黒い塗りつぶしの判例で①、②と番号を振って示しております。そしてこれらの①、②のうち、顧問の先生方からいただいた御意見への回答を一通り済ませた項目については、薄いグレーの網掛けをして、表の右側枠外に済と記載して区別しております。逆に言いますと済と記載していない論点項目は、まだ顧問の先生方の御意見への回答が済んでいない、つまり宿題事項が残っている状況ということです。本日の第3回小会議では、はじめにこれまで御説明した①、②のうち宿題が残っている項目、具体的に番号を申し上げますと<6>、<8>、<11>、<12>、<22>の計5項目に関する御意見への回答をお示するとともに、その他の項目で先生方からいただいたコメントを順次御説明いたします。

また、今回新たに審査内容を御説明する論点は資料の右端の列に③と番号を振っている合計8項目です。内容を申し上げますと、耐震設計方針に関する論点である<16>から<21>及び竜巻に関する論点である<29>と<30>です。これらのうち<19>は、耐震設計における繰り返し地震の考慮状況という国の審査の中では直接的に見られていない事柄について中国電力の検討状況を確認しておりますので、県独自の論点項目として整理しております。各論点に関する詳細な審査内容等につきましては、後の議題で中国電力から説明いただきます。

資料1による本日の小会議における説明範囲に関する御説明は以上です。では続けて、資料2を御覧ください。

こちらは論点ごとに審査結果や顧問の先生方の御意見及び御意見に対する回答を整理してまとめたものです。資料の様式は前回の小会議と同じですが、前回いただいたコメントや御意見とそれらに対する回答及び先ほどの資料で③としておりました本日新たに審査内容を御説明する項目を追加しております。前回と同様にこの資料2を軸にして、前回の小会議でいただいた御意見やコメントを御説明しながら、宿題事項への回答を補足説明資料である資料3-1を用いて御説明いたします。なお、前回までの御説明と重複する範囲につきましては、同じ説明を繰り返すことをなるべく避けまして、簡潔に御説明させていただきたいと思っておりますので、予め御承知おきください。

また、今回新たに審査内容を御説明する範囲において、昨年度までの顧問会議で釜江顧問からいくつか関連する御意見をいただいておりますので、資料2にはそれらの御意見も併せて整理して記載しております。御説明の際に、これらの内容も適宜御参照いただければと思います。

それでは前回の小会議で先生方からいただいた御意見やコメントの内容につきまして、論点の番号

順に沿って順次御説明させていただきます。

では最初に資料2の1ページ、論点<1>の項目を御覧ください。こちらの島根原子力発電所の下に活断層はないかという論点では、前回の小会議で佃顧問よりコメントをいただいております、資料中の顧問の意見の欄に②としてそのコメントを反映しております。内容を簡単に御説明しますと、島根サイトは比較的綺麗な地層状況だと考えられるので、敷地内の断層に関して心配される方々には、敷地内の全面露頭の写真などの記録を公開して見てもらったほうが良いとの御意見、コメントでございます。今後の広報活動などでは、こちらのコメントも踏まえまして、できる限り分かり易い説明ができるよう努めていきたいと考えております。

次に資料2の2ページ、論点<2>の項目を御覧ください。こちらは基準地震動の選定に関する論点として、前回の小会議では釜江顧問からの御意見を踏まえて、5つの基準地震動のうちS s—F 1, F 2が必要となった理由について、中国電力から補足説明をいただいたところです。この中国電力からの御説明の後、釜江顧問からはS s—F 1, F 2を追加しておくことには問題ないが、少し特殊な考え方、事例であるため、今後も一般向けを意識した分かり易く丁寧な説明があったほうが良いとのコメントいただきました。このコメントを顧問の意見の欄に②として反映しております。

次の項目に移りますが、論点<3>と<4>及び<5>については前回の小会議から特に追加や変更はございませんので、これらの項目は改めての説明は省略させていただきます。

では次は論点<6>の御説明に移りますので、少しページが飛びますが資料2の8ページを御覧ください。この論点では、宍道断層と鳥取沖西部・東部断層の連動を否定するデータとして、音波探査の結果や重力異常などをお示ししたところとして、前回の小会議で岩田顧問からいただいた意見を④として追加しております。内容は重力異常に関するものでして、現行の資料では重力の値自体にどのような落差があるのかわからないので、落差がどの程度か分かるような定量的な評価を示すべきとの御意見をいただいております。

こちらへの具体的な回答内容については、中国電力より補足説明資料である資料3-1を用いて御説明いただきたいと思います。では広島中国電力のほうから御説明をお願いいたします。

○黒岡担当部長 中国電力の黒岡です。それでは資料3-1に基づきまして説明させていただきます。

論点項目<6>重力異常に関してですけれども、資料3-1の7ページを御覧いただきますと、重力データの解析モデルということで、ここにモデルを書いております。既存の文献等をもとに、基盤の深度や落差を推定いたしまして、堆積岩と基盤の2層からなる均質地盤モデルを作成して基盤の落差に

焦点を当てた重力データ解析を行っております。まず基盤の深度ですけれども、上盤につきましては中海北岸のボーリング調査結果、それから下盤につきましては、反射法地震探査結果での境水道付近の基盤深度、これを用いて深度を設定しております。それから断層の傾斜角につきましては、地中海で実施した音波探査結果から断層傾斜角を設定しております。

その詳細につきましては次の8ページ目、これが断層の傾斜の角度の根拠となります音波探査の解析図でございます。

続きまして9ページが基盤深度（上盤）のボーリング調査の結果、それから10ページが下盤の反射法地震探査の結果でございます。11ページが密度につきましてはのボーリング調査結果でございます。

それらをもとに解析しました結果が次の12ページでございます。基盤の落差を仮定した重力データ解析の結果、解析値は重力変化を概ね表現しているということで、右側の青線が日本の重力データベースのブーゲー異常図のコンターラインでございます。赤線が解析値ということで、これらがほぼ一致しているということで、基盤落差を仮定した重力データ解析が、概ね表現できているということでございます。

13ページ目は重力データ解析の概要ということで参考にお付けしております。以上でございます。  
○柘植主任 御説明ありがとうございました。

では次の論点に移りますが、論点<7>は前回から変更がありませんので、論点<8>に関して御説明いたします。資料2に戻りまして、11ページ目を御覧ください。論点<8>は地震動評価における基本震源モデルのパラメータの設定根拠に関するものでして、前回の小会議で御顧問からいただいた意見を④として追加しております。こちらは海域三連動の基本震源モデルに関し、地表付近で確認された断層傾斜角、35°という角度が地下の地震発生層、つまり基本震源モデルでは70°と広角になっていることについて、一般の方々の理解を図る上では、もう少し段階を踏んだ説明があったほうが良いとの御意見です。

こちらの御意見につきましても、中国電力から補足資料を用いながら説明をお願いしたいと思いません。それでは御説明のほう、お願いします。

○秋山マネージャー 中国電力の秋山です。それでは御説明させていただきます。

まず、通し番号14ページから16ページ、17ページを今回のコメント回答として、資料を作成してございます。

まず15ページですけれども、これは前回御説明させていただいたものを再掲してございます。これ

は断層傾斜角の設定の考え方ということで、我々としては、この箱書きに書いてございますレシピの考え方に基づいて断層傾斜角を設定してございます。1つ目の矢羽根のところに記載してございますように、音波探査の結果等から海域活断層の傾斜角については平均して35° というのが得られておりますが、これについては後期更新世以降の活動様式が不明ということで、基本震源モデルの傾斜角としては採用してございません。基本震源モデルとしましては、周辺で発生した地震の断層傾斜角を参照して設定してございます。

16ページでございますけれども、音波探査の測線を示してございます。このうちの1つの解析図、例を17ページに示してございます。このページの上に示してあるのが音波探査の解析図でございます。ここではちょうど平均的な35° という傾斜が得られております。これと震源断層とのモデルの関係が分かるように整理したのが下の図になります。下の図が基本震源モデル、不確かさを考慮した断層傾斜角35° の震源の断面になります。この音波探査で見えている35° は不確かさケースの震源モデルの設定に反映してございまして、ちょうど35° という音波探査で見えているものが深さ2kmぐらいまでですので、下の図で見ますと、地震発生層の上端あたりまでが見えているということになるかと思えます。その35° を延長して、地下の震源までの傾斜角にしているということでございます。一方基本震源モデルについては、周辺の活断層等の傾斜角の調査から70° と設定してございまして、これについてはこの図の左側に緑の線で示すような関係となりまして、ここで35° のケースと70° のケースの断層傾斜角の比較ができるような、イメージできるような図として作成を行いました。御説明は以上です。

○柘植主任 御説明ありがとうございました。再び資料2に戻りまして、次の論点の御説明に移らせていただきます。

論点<9>の御説明に移ります。資料2の15ページ目を御覧ください。こちらが応答スペクトル法で適用した耐専式に関する論点でして、前回の小会議では耐専式を適用した理由の補足説明に関して、釜江顧問から説明内容としては十分だとした上で、1点コメントをいただきました。そちらの内容を顧問の意見の④として資料2に追加しております。こちらは耐専式を適用したことは単に保守的だから使うというのではなくて、適用範囲内にあるとして使われたと説明したほうが良いとのコメントでございます。こちらはコメントとしていただいたものですので、御紹介のみとさせていただきます。

次の論点<10>は前回から特に変更はございませんので説明は割愛させていただきます。次に論点<11>、資料2の19ページから21ページの御説明に移ります。こちらは震源を特定せず策定

する地震動に関する論点として、前回審査結果を御説明した際に、岩田顧問から御意見を計4件いただいております。それぞれ資料2の20ページに意見の③、④、⑤、⑥と記載しております。賀祥ダムでの観測記録に基づくパラメータの設定や計算の根拠、留萌支庁南部地震以外の地震の整理結果などについて、さらなる説明を加えるよう御意見をいただいております。

これら4件への回答をまとめて、再び中国電力から資料3-1を用いて御説明いただきたいと思っております。では再び秋山マネージャーから、お願いします。

○秋山マネージャー 中国電力の秋山です。それでは御説明いたします。

資料3-1の18ページ以降でございますが、まず19ページで賀祥ダムの地震計の設置状況を書いてございます。ここで右側の箱書きの中にあるように $V_p = 2 \sim 2.2 \text{ km/s}$ を $V_s = 1.2 \sim 1.3 \text{ km/s}$ と、一般的な関係式を用いて換算してございました。これについて安全側になっているのかどうかという観点で検討を行ったのが、通しページ20ページになります。

20ページに図を記載してございますけれども、換算した係数1.73ですけれども、これは一般的な岩盤、硬い花崗岩のポアソン比0.25を用いて計算される値でございます。賀祥ダムの堤体の底部の $V_s$ が $2 \sim 2.2 \text{ km/s}$ 程度でございますので、ポアソン比自体はこの0.25よりももう少し大きいものと考えられます。このポアソン比が0.25よりも大きくなった場合、 $V_s$ と $V_p$ の比はこの図でいいますと右側にずれるということになりますので、 $V_s$ と $V_p$ の比が大きくなると考えられます。そのため、この $V_p = 2 \text{ km/s}$ から換算した $V_s = 1.2 \text{ km/s}$ よりも、ポアソン比がもう少し大きい場合は、さらに $V_s$ の値は小さくなって、島根サイトの解放基盤 $V_s = 1.5 \text{ km/s}$ と比較してさらに小さいということになるかと思われまます。そのため、現在この1.73を用いて換算していること自体は、安全側の評価にはなっていると考えてございます。以上が意見の③に対する回答でございます。

いただいたコメントの④と⑤、これらは相互に関連してくるものと思われまますので、④、⑤に対して21ページ目以降で御説明いたします。まず21ページ目ですけれども、賀祥ダムの観測記録を島根サイトの解放基盤波としてそのまま持つてくることについての妥当性という観点で検討を行ってございます。検討は2つ行ってございまして、(1)として、賀祥ダムの記録については、ダムの振動の影響が一部の周期で現れている可能性があるということ自体は、これまでも緑川先生や大町先生の論文などで言われてございます。また、この賀祥ダムについては物性値等の情報が少なく、精度の高いはぎとり解析は中々難しいということもありまして、震源近傍の他の観測点、これは後ほど御説明しますが

K i K—N E Tの日野であったり伯太であったりというところの観測点です。ここの基盤地震動との比較で、この監査廊の観測記録が基盤地震動のレベルとして妥当なものであるのかどうかを確認いたしました。それともう一つ、(2)でございますけれども、 $V_p = 2 \sim 2.2 \text{ km/s}$ の層の厚さ、これは薄いところで5メートル、厚いところで15メートル程度で拡がりを持って分布しているということで、21ページの図でいいますとグレーの部分になります。その下に $V_p = 4.2 \sim 4.5 \text{ km/s}$ 程度の層が厚く拡がっているという状況になってございます。この監査廊での記録を $V_p = 4.2 \sim 4.5 \text{ km/s}$ 程度の岩盤上の記録であると考えまして、島根サイトにおける同程度の層に入力することによって、解放基盤表面上の地震動を算定いたしてございます。監査廊での記録を島根サイトの解放基盤表面での地震動と見なすことが問題ないということを確認いたしました。

その結果が22ページ以降に記載してございます。22ページは(1)の検討でございます。これは山添ほか(2004)という文献ですけれども、K i K—n e tの日野、伯太の基盤地震動の評価をしております、その結果と賀祥ダムの観測記録を比較したものです。この文献内での記載ですけれども、鍵括弧書きのところで、賀祥ダムの観測記録はダムの堤体内の記録ではあるが、硬質地盤上の既往の観測地震動のレベル、これが日野、伯太ですけれども、これと概ね対応した基盤地震動相当の記録であると推定されるとされてございます。それが下に載せております速度応答スペクトルの図でございまして、黒い点線が賀祥ダム、赤い実線が日野、青い点線が伯太の基盤地震動、それらを比較したものでございます。賀祥ダムの記録のレベルは、日野、伯太と比較して同等以上になっているという状況でございます。この日野、伯太の地盤は、それぞれ日野が $V_s = 1500 \text{ m/s}$ 程度、伯太が $V_s = 2600 \text{ m/s}$ 程度であるのに対して賀祥ダムは先ほどの換算式を使ったものではございますが $V_s = 1200 \sim 1300 \text{ m/s}$ ということで、賀祥ダムのほうが軟らかいという状況ですので、それについてはこの大小関係で整合していると考えております。特に短周期については、賀祥ダムのほうは大きい地震動となっているという状況でございます。

追加の検討といたしまして、通し番号23ページでございまして、伯太の基盤地震動が $V_s = 2600 \text{ m/s}$ 程度でしたので、これを賀祥ダムと同程度の地盤の基盤地震動として評価をしてやりました。評価にあたっては、地盤モデルは元々の地震記録にノイズといったものが含まれていたもので、それらが含まれていない新しい記録を使って再同定したモデルを使ってございますけれども、それで同定をしたモデルを使って、 $V_s = 1474 \text{ m/s}$ の基盤地震動を評価いたしてございます。それが下の図でございまして、ほとんどの周期帯で黒の点線の賀祥ダムを新たに評価した伯太の基盤地

震動である緑の点線が下回っているということがございまして、賀祥ダムの記録は基盤地震動のレベルとして妥当なものであると考えてございます。

もう1つの検討ですけれども、通し番号24ページのところです。24ページには島根サイトの地下構造モデルを示してございます。この中に賀祥ダムの、先ほどの $V_p = 4.2 \sim 4.5 \text{ km/s}$ 程度の岩盤上と見なしたときに、それ相当の岩盤というものがこの地盤モデルの中で緑で示している層に当たると考えられます。

この層に賀祥ダムの記録を入力した時に、解放基盤表面上での記録、 $T_p$ でマイナス10メートルになりますが、そこでの波がどうなるかを評価したのが、通し番号25ページのスペクトル図でございまして。ここに示してございますように、赤で書いているのが賀祥ダムの記録、現在基準地震動 $S_s - N2$ としているものでございます。一方、緑で書いているのが先ほどのモデルを使って引き上げた波ということで、赤い線が緑を上回っているということで、賀祥ダムの記録をそのまま解放基盤表面の記録として持ってくることは問題がないものと考えてございます。

26ページにつきましては、コメントの⑥に対する御説明でございまして、説明にあたって○と×というふうに評価をしておりましたが、どういったところで評価をしたものかということと、それに加えて○と×というものがどういった位置づけなのかということが分かるように、少し表の記載を欄外に追加いたしました。北海道留萌支庁南部地震がマグニチュード6.5未満の地震として選ばれているということが分かるよう若干修正したものでございます。説明は以上でございまして。

○柘植主任 御説明ありがとうございました。

それでは次の論点<12>に移らせていただきます。再び資料2に戻りまして、22ページを御覧ください。こちらでは、前回御顧問から一般向けの説明のあり方について県への御意見をいただきましたので、意見の③として反映させていただきました。中国電力の説明はどうしても一般向けには理解し難い表現になりがちなので、県は中立の立場で正確さを損なわないよう工夫しながら説明していく必要があります。そうした努力を続けていくべきとの御意見でございまして。この御意見への回答は、同じく県の立場からの説明や広報に関する御意見であった意見の②への回答に引き続く形で追記させていただきました。それが23ページに記載した回答のまた書き以下のところでございまして。県としましては、こちらに記載しておりますとおり、中国電力の取組を一般向けにお知らせする際は、発電所の状況をよく理解した上で、中立な立場で分かり易い言葉を用いて表現するよう、引き続き努めていく考えであります。こちらをもちまして、御意見への回答とさせていただきます。

以上が過去2回の小会議で御説明してきた地震に関する論点での御意見への回答でございます。ここからは、前回の小会議で審査内容を御説明した津波に関する論点でいただいた御意見の内容をお示しします。

それでは大きくページ番号は飛びますが、資料2の34ページを御覧ください。前回の小会議では津波に関する論点では<22>から<25>の計4項目について御説明したところでして、このうち論点の<22>、基準津波の想定に関する論点で御意見をいただきましたので、その内容及び御意見への回答をお示ししたいと思います。

では資料2の35ページを御覧ください。このページの上側に佃顧問からいただいた御意見を顧問の意見の③として追加しております。津波堆積物の調査地点が適切だという説明の必要性や、既存の文献での山陰地方の海岸付近での最大津波到達高さの記録の紹介について御意見をいただいております。なお、資料には記載しておりませんが、この論点の御説明の際に岩田顧問からも、評価水位の計算結果を示す際は、地盤変動量と潮位の考慮内容を資料に明記すべきとの御指摘をいただいたほか、東北地方太平洋沖地震などの実績を踏まえて、防波堤が壊れた場合の影響評価を説明したほうが良いとの御意見をいただいております。このうち、地盤変動量と潮位の考慮内容につきましては、御指摘を踏まえて中国電力の資料に反映しておりますので、この顧問の意見の欄での記載は割愛させていただきました。また、防波堤が壊れた場合の影響評価につきましては、別の論点、番号でいうと<28>になりますけれども、こちらの論点で今後漂流物などによる影響評価の内容を確認することとしておりますので、この論点<28>に御意見を反映した上で、次回以降の小会議で御意見への回答をお示ししたく考えております。この点、どうか御理解くださいますようお願いいたします。

では、先ほど簡単に御説明した佃顧問からも御意見への回答について、中国電力から資料3-1を用いて説明いただきたいと思います。よろしく申し上げます。

○黒岡担当部長 中国電力の黒岡です。それでは資料3-1の42ページから、津波堆積物調査について御説明させていただきます。

43ページでございます。当社による津波堆積物調査について概要を2枚に分けて説明させていただきます。当社で2013年から2014年にかけて行いました津波堆積物調査の概要でございます。まず調査位置につきましては下に示しております発電所から西方・東方に位置します佐陀本郷地点、千酌地点という2ヶ所を選定しております。いずれも海岸に砂州堆積物や砂丘堆積物が認められて津波堆積物が保存されやすい地形であること、それから内陸に平野が広がり津波の遡上範囲・高さの追跡が

可能であることという観点から選定しております。調査の方法につきましては、岩着までのボーリング調査、それから定方位試料採取でコア採取を実施いたしております。それらのコアを用いまして、年代測定、微化石分析、CNS分析等を実施しまして、イベント堆積物の成因を考察いたしております。

44ページでございます。調査の結果でございますけれども、この2地点とも津波由来を示す積極的な証拠は見出せなかったという結果でございます。

45ページは参考にお付けしておりますけれども、佐陀本郷地点の地形的な詳細です。

46ページは佐陀本郷地点で行いましたボーリングのコアの様子でございます。46ページの下にありますように津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断いたしております。

次が47ページ、千酌地点の地形の詳細でございます。

48ページがボーリングコアの観察結果です。

49ページがCNS分析ということで、これも津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した結果でございます。

50ページが山陰地方での津波堆積物の文献調査結果をまとめたものでございます。黄色くハッチングしてあるところがイベント堆積物、津波堆積物ではないかというふうに記載してある文献でございます。

51ページでございます。先ほどの文献調査の結果、1833年の山形・庄内沖地震によるイベント堆積物が文献に記載がありましたので、その位置図、層厚、分布標高を整理いたしております。北のほうからいきますと、隠岐の島の隠岐の島町、海士町でそれぞれ5センチ、3センチというのがございます。これは海面下でございます。それから本州側でいきますと、鳥取市の気高町、米子空港周辺ということで、気高町は海面下で9センチ、米子空港周辺ですと7センチから70センチということがございます。ただこの70センチにつきましては、我々も現地確認いたしましたけれども、堤間低地においてイベント堆積物が厚くなったということで評価に使用せずに、別地点で川沿いに遡上した津波が堆積させた10センチ程度ではないかというふうに評価いたしております。

次の52ページはその米子空港周辺地点の津波堆積物の調査結果でございます。

53ページにそれらの津波堆積物に関し参照した文献を一覧としてまとめております。以上でございます。

○柘植主任 御説明ありがとうございました。

論点<22>での回答は以上でして、次の論点の<23>から<25>なんですけれども、これらの

3項目に関しては前回の小会議で先生方から追加での御意見や御指摘は特段ございませんでしたので、資料には追加や変更は加えておりません。このため、改めての御説明は割愛させていただきます。御了承ください。

それでは、1つ目の議題にあげておりました前回の確認に関する御説明は以上となります。

○田中G L 皆さん御説明ありがとうございました。

前回の小会議で顧問の先生方からいただきました御意見につきまして、一気に流してではありましたが、回答お示しさせていただきました。この回答内容につきまして、御不明な点等ございましたらお知らせいただきたいと思いますがいかがでしょうか。こちらから先生方が見えておりますので、できれば画面のほうに挙手をいただければと思います。

では、最初に岩田先生からお願いしたいと思います。

○岩田顧問 岩田です。色々調べていただいてありがとうございました。

資料3-1の23ページで、結果としては良いような気もするのですが、やっぱり賀祥ダムの短周期側は大きいですね。だから、まだ実際には観測点が置いてあるところが $V_s = 1.2 \text{ km/s}$ というのは厳しいんじゃないかと思うんですけど。ここに記載の評価については分かったつもりですが、この短周期側で観測値が高いことについてコメントいただければと思います。

○田中G L 広島の中電からどうぞ。

○秋山マネージャー 中電の秋山です。

賀祥ダムの記録のほうが大きくなっているということで、我々としては、基本的に周囲の震源近傍の基盤地震動、これのレベルよりも大きいものを採用しているということが言えるんじゃないかなと思ってございます。ですので、確かに色々ダムの影響といったような指摘がされているものはあるのはあるんですけども、それを踏まえても、どのぐらい大きいかというのは定量的に出ているものが中々無くてですね。そういうこともあって、他の基盤地震動と比較しているという状況で、それと比較して大きいものを採用しているということで説明できるのではないかと考えてございます。

○岩田顧問 ありがとうございました。

質問は短周期側のことを聞いたんですけど、周期1秒のあたりだとかなり大きいものを使っているという意味においては、実際観測値としてそういうもので評価して問題ないというのはそれでいいと思うんですけど、これについて何かコメントありますか。周期1秒前後でかなり賀祥ダムが大きいんですけど、何か変なことが起きているかなどについてコメントありますか。

○秋山マネージャー 中国電力の秋山です。

我々が調べた先ほどの大町先生や翠川先生の論文の中では、周期の短いところ、0.1秒とかのころの影響を言及されていて、1秒程度というところの分析は中々されてない状況ですので、原因を把握している訳ではございません。先ほどの繰り返しですけれども、結果的には大きいものを採用しているということには繋がるんじゃないかと考えてございます。

○岩田顧問 分かりました。どうもありがとうございました。

○田中G L それでは他の先生方、佃先生、いかがですか。

○佃顧問 佃です。

海域三連動の地質調査結果について御説明があったんですけど、私の以前の意見も含めてお話ししますと、段階を追った判断のプロセスを明確にして欲しいという気持ちだったんです。この地質図、反射記録を見た時に、基本的には逆断層であると評価をされている訳ですよ。F-III, F-IV, F-V含めて、分布形状から見ても逆断層の形状だし反射断面を見てもそういう変形をした構造は見えません。ただ評価しようとした時に、これを活断層と評価する証拠は無いということと言われるんだと思うんですよ。その上で規制庁の上載層で判断するという基準に基づけばB層が全く分布してない、資料では全く分布してないと書いてあるんですけど、それが無いので後期更新世以降の活動は残念ながら評価できない。そういうことで、明確に上載層でもって否定できないので活断層として扱う。それは次の段階ですよ。その上で動くとしたらということで、今度は断層の形状から次の17ページの図を見せてもらって、それで表層部の2キロぐらいは35°ぐらい、(30°)とも書いてありますけど非常に低角度で典型的な逆断層の構造です。通常は、そういった逆断層の形状を示すものは横ずれ変形はし難いのではないかと常識的な判断はあります。それで断層の主に上部でしょうけど、横ずれ断層を示すようなフラワーストラクチャーも無いし、堆積盆を形成するような構造の記録も無いということも含めて、これは活断層の可能性は非常に低いという判断なんですけど、ただ地表部は35°ぐらいの傾斜があることは間違いないということで、地下は残念ながら情報が無いということでもいいですよ。逆の言い方をすれば、情報が無いので傾斜はいくらでも振ることができると。場合によっては、この地域、日本海側の特徴として元々は正断層で、それが圧縮運動が始まった際に、日本海が開いたときから縮まっていくときに、同じ断層を使って再活動しているとみることもできます。正断層は元々割と高角というか、45°よりも高角の場合が多いんですよ。そんなことも情報としてはあるんじゃないかと思うんですけど、その上で本当に地震発生層の深さ18キロまで低角で延長するのも

いかなものかということもありますし、基本的には低角な断層をそのまま地下に持ってくるという十分な情報も無いということは一判断としてはあると思います。それで、基本モデルとして $70^\circ$ を取るの後の説明でも理解できるんですけど、これを代表的なモデルとして説明した時に説明図としてはちょっと十分じゃないと思うのは、上の反射法の図は公開される情報なので今まで出されていると思うけど、どこの変形を見れば良いのかというのは、一般の人には分かり難いと思います。D層の $D_1$ 、 $D_2$ といった境界層の評価もどこなのか分からないとか、説明のための資料としてもうちょっと工夫があって良いのではないかと思います。あと、その下側の断面図で、基本震源モデルは地表の2キロまで $70^\circ$ で書かなきゃいけないんですか。見えているのは $35^\circ$ なので、 $35^\circ$ という表現ではいけないんでしょうか。これは図としてのイメージの問題で、計算上は意味の無いことはよく分かっていますけど、表現としてどうなんですかということだけです。ここについては以上です。

○秋山マネージャー 中国電力の秋山です。

最後の基本震源モデルの $70^\circ$ の時の断面図の設定ですけれども、書き方としてはこの地表に見えている線から $70^\circ$ で下ろした延長上に震源モデルがあるとモデルとしては設定してございまして、絵としてはこういったモデルになるのかなと。この $35^\circ$ というのはあくまで過去の古い傷ですので、延長して行って $35^\circ$ のモデルを作るときに点線で地表部分の $35^\circ$ を記載しておくことは、解析モデルとの整合を考えても問題はないかなと考えてございます。

○黒岡担当部長 引き続き中国電力の黒岡ですけれども、先ほど佃先生がおっしゃいました音波探査の記録でございますけれども、これはできるだけ解釈するときに使った絵をそのまま載せているという位置づけにしております、これ以外にも浅いところがよく見えるブーマー記録であるとか、その辺りも並行して審査資料や一般に公開される資料には載せておりますので、それらを併せ持って見ていただければいいかなと考えております。以上です。

○田中GL 佃先生、いかがでしょうか。

○佃顧問 ちょっと気になるのは、基本モデルの地表付近から引っ張ってきてますよね。地表からずっと $70^\circ$ でずっと引いているのを、例えば地表は $35^\circ$ で低角なのを地下に入ると $70^\circ$ になるという絵を書くと、そうすると敷地に近づく方向に断層が近づいてしまうことにならないですか。ちょっと意地悪な質問かな。

○秋山マネージャー 中国電力の秋山です。

確かに基本震源モデルは、若干この図でいうと右側にずれて敷地に近い方向に来るかと思いますが、

それを上回って35°のモデルが敷地に近いほうに位置しているという関係にはなるかと思います。

○佃顧問 分かりましたけど、図の表現としてどれが適切なのかは検討していただければありがたいです。

○田中G L ありがとうございます。中国電力から、コメントはよろしいですか。

○秋山マネージャー はい、こちらからはございません。

○田中G L ありがとうございます。では前回の範囲について、他の先生よろしいですか。ひとまず先に進めさせていただいてよろしいですか。

佃先生、どうぞ。

○佃顧問 津波のほうの話ですけど、津波堆積物調査に関し色々調べていただいてありがとうございました。資料も出していただいていますけど、引用いただいている宮本・玉井(2014)というのはレビューされた論文と理解してよろしいですか。

○黒岡担当部長 中国電力の黒岡です。

日本応用地質学会で発表させていただいたものでございまして、レビューは受けておりません。

○佃顧問 こういうものも後で科学的なレビューを受けた論文にさせていただくと、内容をチェックしてもらえて信頼性がより高くなると思うので、論文化を期待したいと思います。津波堆積物調査の地点・箇所を含めて、たぶん論文としたらレビューする側は津波レコーダーとして適切なかどうかを見ると思います。数千年の期間に津波を示す地質の情報は無かったと言った時に、数千年間津波を記録したものは何も無いというと、レコーダーとして感度の良くないものなのかも知れないという不安もあるので、本当に調査の信頼性が高ければ地域の防災にも役立つ情報なので、そういったことを含めて保険にできる情報でもあると思うんですよね。そのため論文化も含めて、記録が適切なものであることの確認は、立地の安全をより深める意味でも重要な情報だと思いますので、コメントさせていただきます。資料をまとめていただいて、非常に良かったと思います。どうもありがとうございました。

○黒岡担当部長 中国電力の黒岡です。

論文化につきまして検討させていただきたいと思います。ありがとうございました。

○田中G L ありがとうございます。

岩田先生、声聞こえてますでしょうか。こちらのほうで現在映像が確認できてませんでして。分かりました、岩田先生は退席されたようです。音声途切れて聞き取れないので、一度退出して再接続されるとチャットで連絡が入りました。

それでは次の議題もありますので、説明を進めさせていただきたいと思います。また後ほどコメント等ありましたら、その際でも結構ですのでよろしくお願ひいたします。それでは次の議題といたしまして耐震設計方針についての御説明に移っていきたく思います。論点<16>から<21>まで、こちらの6項目それぞれについて中国電力に詳細説明資料を準備いただいておりますので、まずはそちらの御説明をお願ひしたいと思ひます。どうぞよろしくお願ひします。

○田村マネージャー 中国電力の田村と申します。論点項目<16>から御説明させていただきます。よろしくお願ひします。

耐震重要度分類を決めた判定基準、重要設備の抽出範囲が適切かについて、2ページをお願ひします。規則及びその解釈を踏まえ、地震により生じる恐れがある安全機能の喪失及びそれに起因する放射線による公衆への影響の程度に応じ、耐震重要度分類をS、B、Cクラスに分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計いたします。Sクラスの施設は、原子炉を止める、冷やす、閉じ込めるという施設に加えまして、今回津波防護機能を有する設備及び浸水防止機能を有する設備、津波監視機能を有する施設を追加しております。Bクラスは、放射性廃棄物を内蔵している施設や、放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により公衆及び従事者に過大な被ばくを与える可能性のある施設等でございます。Cクラスはその他の一般産業施設並みに設計するものとなります。Bクラスの放射性廃棄物を内蔵している施設のところに、周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除くという記載があります。当初申請では、設備が破損した場合の被ばく評価をいたしまして、被ばく線量が十分小さいものはCクラスにすると変更する旨を説明しておりましたが、これを取り止めております。

それについて3ページで御説明いたします。施設の耐震重要度分類変更及び地震大によるMS I V（主蒸気隔離弁）閉止インターロックの取り止めについてということで、当初申請でCクラスとしていた施設を含めて、当初申請における施設の重要度分類の変更は取り止めました。これに伴い地震時のタービン系配管の破損に伴う被ばく低減対策として地震時にMS I Vを閉止するインターロックを設置することとしていましたが、これについても取り止めております。その理由を御説明します。重要度分類変更の取り止め理由については、審査会合にて審議いただいておりますけれども、検討課題が多く多岐にわたる議論を要すると判断しまして、当初申請の重要度分類変更は取り止めさせていただいております。MS I V閉止インターロックの取り止めにつきましては、このインターロックは従来のMS I V閉止インターロックが作動しない程度のタービン系配管の破損が生じ、運転員の誤操作等により

MS I Vの手動閉止が遅れた場合の被ばく低減に有効ですけれども、タービン系配管をBクラス設備として耐震補強することとしたため、地震時の配管破損のリスクは十分低下したと考えました。また、本インターロックの取り止めにより、タービン系配管が破損してない場合、タービン系設備による冷却機能の使用が容易になります。

次は論点<17>、地震時の重要設備以外の設備の損傷による重要設備への影響は考慮されているか、4ページからになりますけれども、こちらについて御説明します。

この影響を波及的影響と呼んでおります。波及的影響についての御説明を5ページからいたします。上位クラス施設に波及的影響を及ぼす恐れのある下位クラス施設抽出方法の策定過程はSTEP1, 2, 3の3つで進めておりますので、それについて各々御説明いたします。

6ページになります。STEP1、別記2に基づく整理です。別記2の記載事項を確認し、以下の4つの事項をもとに整理しております。①設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不当沈下または相対変位による影響、②上位クラス施設と下位クラス施設の接続部における相互影響、③建物内における下位クラス施設の損傷、転倒、落下等による上位クラス施設への影響、④屋外における下位クラス施設の損傷、転倒、落下等による上位クラス施設への影響になります。

7ページをお願いします。STEP2、地震による原子力発電所の被害情報の確認です。別記2に記載された事項の他に考慮すべき事項がないか確認するため、原子力施設情報公開ライブラリ(NUCIA)に登録された地震を対象に、原子力発電所の被害情報を抽出しました。その結果、下にあるローマ数字のI, II, III, IV, V, VIまでの分類の事象が確認されましたけれども、STEP1で述べた4つの項目に追加すべき事項がないことを確認しております。

8ページをお願いします。STEP3、検討項目ごとの抽出方法の策定です。①設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下または相対変位による影響で、(1)地盤の不等沈下による影響の具体的な検討事象は地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊に伴う隣接した上位クラス施設への衝突になりますが、この抽出方法は下位クラス施設の傾きや倒壊を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し、離隔が十分でない施設を抽出します。下にあるのが、抽出しました1号機の排気筒の転倒範囲を青線で示した図になります。

9ページ目をお願いします。(2)建物の相対変位による影響です。検討事象としましては、上位クラス施設と下位クラス施設の建物の相対変位による隣接した上位クラス施設への衝突になります。抽出方法は、建物の相対変位を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な理解距離を取って

配置されていることを確認し、離隔が十分でない施設を抽出しております。左下に主要建物の配置図をお示ししております。2号機のところがピンク色で上位クラスになっておりまして、2号のRw/B(廃棄物処理建物)と1号のRw/BのところをA-A断面で右側の図にお示ししております。2号の廃棄物処理建物と1号の廃棄物処理建物は100mmの離隔になっていますので、十分な離隔がないということで抽出しております。

通し番号の10ページをお願いします。②上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響です。検討事象は、接続する下位クラス施設の損傷と隔離に伴う上位クラス施設側の系統のプロセス変化、下位クラス機器・配管の損傷に伴う機械的荷重の影響、電気計装設備において接続する下位クラス施設の損傷に伴う電気回路、信号伝送回路を介した悪影響です。抽出方法は、上位クラス施設と下位クラス施設が接続する箇所を抽出します。下の図は、抽出された原子炉浄化系補助熱交換器の図になります。この熱交換器は下位クラス施設ですが、冷却水として原子炉補機冷却系が描かれておりまして、これは上位クラスになりますので接続部を抽出しております。

11ページをお願いします。③、④建物内及び屋外における下位クラス施設の損傷、転倒、落下等による上位クラス施設への影響です。検討事象としましては4つあります。下位クラス施設の落下に伴う上位クラス施設への衝突、下位クラス施設の転倒に伴う上位クラス施設への衝突、可燃物を内包した下位クラス施設の損傷に伴う火災、水・蒸気を内包した下位クラス施設の損傷に伴う溢水です。抽出方法ですが、下位クラス施設の損傷、転倒、落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認し、離隔が十分でない場合には落下防止措置等の対策を適切に実施していないか確認し、対象施設を抽出します。左下の図は、上位クラス施設を赤線で示しておりまして、その上にあります緑色の下位クラス施設を抽出します。右側の図は転倒を想定したもので、下位クラス施設の転倒範囲内に上位クラス施設がある場合、抽出いたします。

次は論点項目<18>、新たに設置する制震装置は島根原発に適用できるかということについて御説明します。

13ページをお願いします。単軸粘性ダンパを設置した取水槽ガントリークレーンの構造成立性について御説明します。左の図は単軸粘性ダンパを設置予定の取水槽ガントリークレーンの外観図でして、右側が設置する予定の単軸粘性ダンパの外観図になります。単軸粘性ダンパは取水槽ガントリークレーンのガーダと脚の間に設置します。ダンパを設置した取水槽ガントリークレーンの地震応答解析を行い、構造成立性を確認しております。下の表にその結果、発生値と許容限界をお示ししております。

て、脚という部位の裕度が少し小さいですけれども、これについては詳細設計段階で追加の補強を検討したいと考えております。

14ページをお願いします。三軸粘性ダンパを設置した配管系の構造成立性についてお話しします。左下の図は三軸粘性ダンパを設置予定の主蒸気系配管の解析モデル図になります。図の上のほうに三軸粘性ダンパの外観をお示ししております。このダンパをこの配管系の37箇所を設置する予定でして、その37箇所設置した状態で解析した結果を右側の表にお示ししております。発生値は許容限界を下回っており、構造成立することを確認しております。

15ページをお願いします。三軸粘性ダンパの配置成立性及び海外実績等について御説明します。三軸粘性ダンパは配管への取付方法としてラグまたはクランプを選択可能で、配管の上部または下部のいずれの位置にも設置することができます。また、このダンパは原子力発電所に用いることができる制震装置としてASME規格に記載されておまして、海外の原子力発電所において振動対策や地震対策として実績があるものです。

16ページをお願いします。三軸粘性ダンパを配置した配管系の加振試験をしております。この加振試験で効果を検証しておりますので、御説明いたします。左側の写真がダンパのない配管系で、赤いところが配管系になっておまして、弁を模擬した付加質量を置いております。右側の図はこれにダンパを設置しておまして、計4つダンパを設置しております。下の図が代表エルボ部での振動伝達特性をお示ししておまして、左側はダンパなし、右側はダンパ設置で、左側では最大100倍以上の応答倍率が確認されておりますけれども、ダンパを設置すると最大でも2倍程度の応答倍率になることを確認しております。

それでは次に18ページ目、論点項目<19>繰り返し地震や事故が発生した後に起きる地震は考慮されているかについて御説明します。

19ページから御説明します。Sクラス施設の弾性設計用地震動 $S_d$ による耐震設計についてです。安全機能を有するSクラス施設の耐震設計において基準地震動 $S_s$ に対する安全機能保持を確実にするために弾性設計用地震動 $S_d$ を設定し、これに対して概ね弾性状態に留まるように設計します。これにより、 $S_d$ 相当の地震が繰り返し起きてもSクラス施設の安全機能が損なわれないこととなります。

次の20ページをお願いいたします。 $S_d$ について御説明しますと、弾性設計用地震動 $S_d$ はガイド等に従って設定しておまして、基準地震動 $S_s$ に係数0.5を乗じて設定しております。また、従来の基準地震動 $S_1$ が果たしてきた役割を踏まえて、基準地震動 $S_1$ の応答スペクトルを概ね下回らな

いように配慮した地震動を  $S_d - 1$  として設定しております。設定した弾性設計用地震動  $S_d$  のスペクトルを図にお示ししております。

21 ページをお願いします。繰り返し地震に対する基準地震動  $S_s$  の保守性について御説明します。応答スペクトル手法に基づき策定した地震動  $S_s - D$  は、継続時間を 60 秒で設定しております。一方、震源が敷地に近い宍道断層による地震の断層モデル手法を用いた地震動評価に基づき策定した地震動  $S_s - F1$ ,  $F2$  や、震源を特定せず策定する地震動である  $S_s - N1$ ,  $N2$  の継続時間は最大でも 20 秒程度です。従いまして、 $S_s - D$  は他の基準地震動  $S_s$  の複数回に相当する継続時間となり、繰り返し地震に対しても一定の保守性を有すると考えております。

次の 22 ページに、基準地震動  $S_s$  の加速度時刻歴波形をお示ししております。一番上の  $S_s - D$  が応答スペクトル手法による基準地震動で、継続時間は 60 秒です。その下の  $S_s - F1$  と  $F2$  が断層モデル手法による基準地震動、その下の  $S_s - N1$ ,  $N2$  が震源を特定せず策定する地震動で、いずれも継続時間は短くなっております。

次の 23 ページをお願いします。地震による荷重と運転時、事故時荷重との組み合わせの方針について御説明します。地震による荷重は通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時の荷重並びに設計上考慮すべき積雪等の自然現象の荷重を適切に組み合わせて評価します。この組み合わせの考え方は J E A G 4 6 0 1 に従っておりまして、設計基準対象施設では  $10^{-7}$  / 炉年以上の確率、重大事故時では  $10^{-8}$  / 炉年以上の確率となるように事象の組み合わせを行います。

この考え方について通しページ 27 ページで御説明いたします。27 ページ、SA 施設の耐震設計における重大事故と地震の組み合わせです。重大事故と地震の組み合わせの検討結果を、原子力格納容器バウンダリを構成する設備の例で御説明いたします。まず、左下の図を御覧ください。PCV バウンダリの荷重の組み合わせの検討結果をお示ししておりますけれども、横軸が時間になっておりまして、SA が発生して  $10^{-2}$  年、3.5 日になるところと、その次の  $2 \times 10^{-1}$  年、73 日のところに点線を入れております。縦軸は荷重になっておりまして、温度や圧力等の事故により生じる荷重を模式的に表したものと御理解ください。上の表に行きますけど、事故シーケンスの全ての重大事故の発生確率は  $10^{-4}$  / 炉年としております。地震動の発生確率ですけれども、弾性設計用地震動は  $10^{-2}$  / 年、基準地震動  $S_s$  は  $5 \times 10^{-4}$  / 年としております。これらは J E A G に記載されている数値を用いておりまして、ハザード評価ではこれよりさらに低いことが確認されております。荷重の組み合わせを考慮する目安を重大事故時なので  $10^{-8}$  / 炉年としておりまして、そうしますと組み合わせの目安となる継

続時間はS dの場合は $10^{-2}$ 年、S sの場合は $2 \times 10^{-1}$ 年以上となります。従いましてこの左下の図に戻りますと、 $10^{-2}$ 年までは組み合わせ不要となりまして、そこから $2 \times 10^{-1}$ 年の間に生じる荷重とS dを組み合わせ、それ以降に生じる荷重とS sを組み合わせることになります。ただし、今は事象進展をこのカーブで書いておりますけれども、このピークは事象進展が遅くなりますと $10^{-2}$ 年、3.6日より遅くなることがありますので、S dの組み合わせは事故発生後の最大荷重と組み合わせることとしておりました。従いまして、SA短期荷重と地震動との組み合わせは不要となり、SA発生後の最大荷重とS dの組み合わせを考慮し、SA長期荷重(LL)とS sの組み合わせを考慮すると、このような考え方で設計して参ります。

では、次の論点に移ります。

○黒岡担当部長 中国電力の黒岡です。論点項目<20>と<21>につきまして、私のほうから説明させていただきます。

資料3-2の28ページでございます。論点項目<20>、地震に伴う地面の液状化による重要設備への影響は考慮されているかということでございます。

29ページを御覧いただきますと、これが道路橋示方書に基づきまして液状化評価対象層を判断したものでございます。この結果、島根サイトにおきましては砂礫層のみが液状化の可能性があるという判断をさせていただいております。

次の30ページ、港湾基準によります判定でございますけれども、これに基づきますと液状化の判定を行う必要がある土層はないという結果を得ております。

31ページを御覧ください。先ほどの港湾基準、それから道路橋示方書に基づきましても、砂礫層のみしか液状化の可能性はないということでございましたけれども、保守的に掘削ズリと砂礫層を液状化評価対象層といたしまして、分布の状況から資料採取して液状化試験を実施しております。左側が埋戻土(掘削ズリ)、右側が砂礫層の分布範囲でございまして、赤く丸をしておところが液状化試験の試料採取の位置でございます。

次の32ページが液状化試験の結果でございますけれども、JGS(地盤工学会)の試験方法に準拠しまして実施した結果でございます。上側が埋戻土(掘削ズリ)、下側が砂礫層の結果の一覧表でございますけれども、いずれも液状化しないという結果を得ております。

33ページは用語の定義ということで、液状化、サイクリックモビリティ、繰返し軟化の用語の定義を書いております。

次に34ページでございます。液状化の試験の結果から、先ほど申し上げたように液状化するような土層はないという結果を得ておりますけれども、念のために液状化強度特性を設定して、保守的に構造物への影響評価を実施いたしております。

35ページを御覧ください。設計で使用する液状化強度曲線でございますけれども、これにつきましては液状化試験結果よりも保守的に設定いたしております。せん断応力比との関係でございますけれども、青色、緑色で示した試験結果よりも保守的に、下側にある赤い実線でございますけれども、液状化強度曲線を上段の埋戻土（掘削ズリ）、下段の砂礫層につきまして設定しております。

次は36ページでございます。液状化検討対象施設を選定した結果でございます。一番右端に○×で対象か対象でないかというふうにしておりますけれども、例えば一番上の原子炉建物では、真ん中ほどに書いておりますように地下水位低下設備を設置するので地下水位は十分に低いという評価でございますので、液状化検討対象施設としないということにしております。この地下水位低下設備につきましては、次の論点で御説明させていただきます。それから、表の中段の屋外重要土木構造物の取水槽等でございますけれども、地下水位につきましては施設に接する高さに設定するという事で、これにつきましては液状化検討対象施設とすると、○という評価にしております。

37ページが取水槽の断面図でございます。構造物の中ほどに設計地下水位を設定しており、それ以下は液状化するという事で設計をして参ります。以上が論点<20>でございます。

次に38ページでございます。論点項目<21>、新たに設置する地下水位低下設備の機能及び耐震性は考慮されているかということでございます。

39ページを御覧ください。地下水位低下設備の基準適合上の位置づけでございます。まず上側で既工認、今までの地下水位設定の考え方を説明しております。多少読み上げさせていただきますと、原子炉建物等の主要建物の直下及びその周囲には地下水位を一定範囲に保持する地下水位低下設備（既設）を設置しており、建物・構築物については揚圧力低減のため地下水位低下設備（既設）の機能に期待した地下水位を設定しておりました。一方、屋外重要土木構造物につきましては施設護岸に近接しておりますので、地下水位は朔望平均満潮位、ハイウォーターレベルと設定いたしておりました。この度、地下水位上昇の影響要因ということで整理しておりますけれども、津波防護施設として防波壁を設置いたしまして、その周囲の地盤改良を実施したことで地下水の流れが遮断される等、流動場が変化する可能性もあります。それから地下水位を観測しておりますけれども、その結果を見ますと若干上昇する傾向でございます。これらを踏まえまして、地下水位低下設備の有無による建物・構築物等への影響を検

話し基準適合上の位置づけを整理いたしております。

次の40ページを御覧ください。位置づけでございますけれども、まず地下水位低下設備（既設）につきましては、2つ目の四角に書いておりますけれども、ドレーン、サブドレーンであるとか集水管及び接続柵、これらの直接的な確認ができないということで保守管理性が低い設備となっております。これを踏まえまして原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、これらに作用する揚圧力、液状化影響の低減を目的としまして、信頼性を満足する地下水位低下設備を新設することにいたしております。右下の絵にありますように原子炉建物を中心といたしまして、左側にありますのが既設の地下水位低下設備で、右側がそれよりも深いところに新設いたします地下水位低下設備でございます。これにつきましては上から4つ目の四角でございますけれども、原子炉建物等の設計の前提条件となる地下水位を一定の範囲に保持するために必要であるということですので、地下水位低下設備は設計基準対象施設Cクラス、S s機能維持として位置づけております。なお、地下水位低下設備は安全施設に該当いたしませんけれども、設備の重要性を考慮しまして、耐震性、S s機能維持を確保するとともに、故障要因等を整理した上で、排水機能、監視・制御機能及び電源機能の信頼性向上、多重化であるとか非常用電源確保、復旧用可搬ポンプの準備等を図ることといたしております。

次の41ページが電源系、監視・制御系の系統構成概要を示したものです。井戸におけます揚水ポンプ、水位計、監視・制御系、中央制御室の監視盤及び非常用電源からの電源供給については、信頼性の向上を考慮した設計といたしております。

42ページを御覧ください。ちょっと戻りますけれども、既設のドレーンにつきましては上段に書いておりますような構造になっておりまして、耐久性はございますけれども、耐震性につきましてはS sに対して損傷する可能性がある。それから保守管理性ということでは直接的に確認することができないということで、水位設定、右に書いております浸透流解析上の扱いとしましては、ドレーン等が詰まった状態で解析をいたしております。新設のドレーンにつきましてはその辺りを改善したもので設置、解析を行うこととしております。

43ページでございます。主要建物周辺に新たに設置いたします地下水位低下設備の配置例でございます。右が平面図、下が先ほども御覧いただきましたけれども断面図でございます。原子炉建物の南側から放射状にドレーンを配置する考えでおります。これらにつきましては詳細設計段階で、設備が機能するように浸透流解析を実施いたしまして、設計地下水位を設定することにいたしております。説明は以上でございます。

○田中GL 御説明ありがとうございました。

そうしましたら、耐震設計方針に関する6項目について説明いただきましたけれども、こちらへの御意見を伺って参りたいと思います。資料2には、冒頭お話ししておりますように過去に釜江先生からいただいた御意見も入っております。それに関連することでも構いませんので、御意見いただければと思っております。それではよろしく願いいたします。

最初に釜江先生から御意見いただきたいと思います。よろしく願いします。

○釜江顧問 はい。どうも説明ありがとうございました。質問、コメントなど、各項目で聞きたいことがありますのでお願いしたいと思います。

1つ目は、最初の耐震重要度分類の変更を取り止めたというところなんですけれど、3ページで文章的に気になることがあります。これは元々Bクラスだった施設をCクラスに下げようとして、それに伴ってインターロックで安全性を向上させようとしたけれども、Bクラスでやるということでインターロック関係も止めたと理解したんですが、それで正しいですか。

○田村マネージャー 中国電力の田村です。

はい、御意見いただいているとおりです。

○釜江顧問 そうしますと気になったのは、最終的には取り止めてBクラスにするということでインターロック云々も理解したんですけど、一番最後の言葉が取り止めによりタービン系設備による冷却機能の使用が容易となるって書いてあってですね。この冷却機能がどれだけ重要かは別なんですけど、もしこのまま耐震Cクラスにしているインターロックを付けた時には、何か問題が起こっていたように、冷却が容易じゃなくなるような読み方をされるような気がしました。今回は元に戻ったので直接的な弊害は無いと思うんですけど、そこの記載の仕方が気になりました。これはコメントです。

そのあとの<17>の波及的影響、これは原子力施設の場合は御存知のように沢山設備があつて、重要度分類は非常に合理的な設計だと思うんですけども、その反面波及的影響も非常に大事だということで、6ページにもありますように規則の解釈にも書かれています。私の理解では、原則耐震重要施設はSクラスで、それに対する波及的影響が規制的には求められていると思うんですが、資料を見るとSクラスに対するものだけでなく上位・下位ということで、BクラスとCクラスの関係もあるような記載ですよ。別にこれがまずいと言っている訳じゃないですが、規制要求以上のことをしているという理解でいいんですかね。少なくとも規則の解釈には耐震重要施設という言葉が明記されていて、それに対する波及的影響だと私は理解していましたので、別にそれ以外のBクラスに対するCクラスを

評価することも全然問題ないとは思いますが、この点についてコメントいただけたらと思います。

それと<18>ですけれども、装置を制震と呼んでいるのは、免震だと固有周期を変えたり色んな入力を減らす方向にしたりするけど、これはダンパの減衰だけが機能だということで制震ということですかね。初歩的な話で申し訳ございませんけど、免震と呼ばないのはそういう意味ですかということだけですね。

それに関係して16ページの加振実験の結果についてですが、これを見るとダンパを設置することによって応答倍率が減っていて非常に効果が出ているんですけど、左側の図は固有周期が大体5Hzぐらいのところにあるんですけど、右側の図だと少し固有周期が高周波数のほうにピークが移動していますよね。これは減衰の効果なんですか。応答倍率は下がっているので応答としては全く問題ないと思うんですけど、そういう減衰の付与と周期の関係があるのかどうか、もし分かれば教えてください。

それと、これも言葉だけの問題なんですけど17ページですね。検討項目の整理として以下のとおり確認したとか何々していることを確認した、実施していることを確認したとありますが、事業者さんが何に対して何を確認したかという、主語が誰なのかが分からなかったので教えてください。本質的な話ではありません。

その次に、以前から私が言及していたS1との関係です。これは規制側の要求なので特にS1をどうのということは申し上げませんが、20ページの図でS1は一点鎖線のように見えるんですけど、このS1が係数0.5で決まっているSdを上回るようなところがあるとしたら図のどの辺なのかなと思います。図が小さくて、S1が具体的にどの辺を通っているかが見えなかったものからです。その上にS1の応答スペクトルを概ね下回らないように配慮したSdを設定すると書いていますけど、単にSsの0.5倍だけでは足らずに、前もそういう説明がありましたけど、別途S1が弾性設計用地震動として考慮するようになっているんじゃないかなという気がするので、もう一度この絵で教えていただけると分かるかなと思います。

それから繰り返し地震の関係で、Ss-Dは継続時間60秒という地震波を取っているんで、後の断層モデルのほうが短いからそれで保守性が担保されているという話です。定性的にはそのように見えるんですけど、実際のSsの時の応答で弾性応答しているのであればあまり関係ないとは思いますが、Ssで求められているのは弾性じゃないので、建物がどの辺まで変形しているかによって長く振ることによる効果がもう少し浮かび上がるのかなと思います。単に継続時間が長いからどうのというだけでなく、もう少し本質的なところではそういうところも関係するので、教えていただけたらと思

ます。

それと、運転時の荷重の組み合わせは規制要求が色々あって、過渡変化の時とか設計基準事故の時とかでこういう形で供用させるということが決まっているので、ここで良いかどうかは中々議論はできないんですけど、1点だけ確認させてもらいたいのは、Bクラスは共振の可能性があれば動的地震力という言葉が規則の中にあったと思うので、このサイトのBクラスで共振の可能性があって、実際に動的地震力を考えなきゃいけない装置があるのかどうか、もし分かれば教えていただきたいと思います。

それから液状化のところは、33ページの土木学会のレベル2地震動に対して色々検討された結果がありますが、ここの評価というのは外力との関係というよりも地盤の物性といえますか、粒径とかそういうもので液状化するかどうかという話ですけど、そこに外力の話は入っているんですか。33ページのレベル2地震動というのは土木学会であるレベルが決められていたと思うので、そういう地震力に対してどうかということが対応していたかと思うんですが、ここはどういう評価だったのかを具体的に教えていただきたいです。

それと論点項目<21>ですけれども、地下水位の低下というのは非常に大事というか、たいいてい応答計算をする時に浮力の問題があってですね、当然建屋の転倒ということからすれば浮力は無いほうが良いということで、たぶんそういうものを低減させようという話だと思うんですけど、こういう設備は他所のサイトでも実際に例があるんですか。これが耐震安全性の閾値というハードルになるのであれば管理が非常に大変だと思ってですね。これが無かった時に耐震安全性がどうなのかと。こういう管理を延々にしていかなきゃいけないというのは非常に大変だと思ったので、その辺をお聞きしたいと思います。原子炉建屋も対象となっているので特に気になったところです。

それともう1点この関係では、地下水位低下設備で使われているハードというのはポンプとか配管であったり注水機能であったりドレーンとか集水管とか、色んな設備が39ページに電源も含めて書いてあるんですけども、こういうものの設計はCクラスでS s機能維持と書いてあります。その辺の機能維持と設計との関係は色々大変だと思うので、言葉で書けば非常にシンプルなんですけど教えていただきたいです。全てかなり裕度があるものだと思うので、あえて細かく評価されてないかもしれませんが、そういうことをお聞きしたいです。

コメントと質問が色々混ざりましたが、言ったことは大体御理解いただけましたでしょうか。

○田村マネージャー 中国電力の田村です。

理解できたと思いますので、1つ1つ御回答させてください。お答えが飛んでしまうこともあるかと

思いますので、それは都度後ほど御指摘いただければと思います。

まず論点項目<16>について、通し番号の2ページ目を御覧ください。ここでBクラスは0.5×Sdで設計するのかという御質問がありましたので御説明させていただきます。Bクラスはここに記載されております放射性廃棄物を内蔵する施設とか、放射性廃棄物以外でも公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える施設があります。この放射性廃棄物を内蔵する施設は、放射性廃棄物処理建物にある配管や建物、容器になりまして、放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で被ばく影響を与える可能性がある施設は主にタービン建物にある施設になります。ですので、共振の恐れがあるものとしましては配管になりますので、ここらにある配管は全てBクラスで0.5×Sdでの設計・解析しております。

○釜江顧問 今回の回答で、それはサポート等々で共振を避けるような設計ができなかったという理解でよろしいですか。

○田村マネージャー はい、そうですね。配管系は共振するかしらないかは20Hz以上かどうかで考えております。配管系は長物ですので、基本的に20Hz以上にすることは中々難しいので、0.5×Sdで動的な設計を従来からしております。

次に行きまして3ページ目の最後の、インターロックの取り止めによりタービン系設備による冷却機能の使用が容易となるという文章なんですけど、ここは複雑で分かり難いんですけど、基本的に原子炉の停止とか安全性の担保は、非常用系のECCS系や残留熱除去系等で行います。ここの話はタービン系、常用系の配管ですので、福島事故のように非常用系のものが色んな想定外のことが起こって、万一非常用系のものが全部使えなかった場合でも常用系が使えれば使うという思想になります。その可能性は非常に小さいんですけども、そうなった場合でもインターロックで閉めてない場合、タービン系配管はBクラスですけども、Sクラスのものが壊れるけどBクラスのものが生きているという特殊な状況だと使用できるということで、かなりマイナーなことを書いておりますので分かり難い記載となっております。

○釜江顧問 私の趣旨は、これは要するに耐震重要度を変えてインターロックを付けようと思ったけど、それを止めて元に戻すことによって冷却が容易になった、良い方向になったと読めるんですよ。だからもしあのまま耐震重要度を下げていればということを考えて、ここの記載が気にはなるんですよ。単に記載だけの問題ですし、元に戻っているのも何も問題はないとは思ってますけど。あまり本質的な話じゃないんですけど読んだ人がこれを見ると、このまま行っていたらどうなったんだろうと、

この文書だけでそういうふう感じられたら嫌だなと思っただけです。

○田村マネージャー はい、分かりました。

続きまして波及影響の話ですけれども、上位クラスと記載しておりますけれども、ここは基本的にはSクラスとその支持構造物とを見て上位クラスと言っております。Bクラスを考えて記載している訳ではないので、基本的にはSクラスへの波及影響を考えていると御理解いただければと思います。

次は制震装置の話になります。制震装置と表現しておりますのは、先生が言われたとおり、免震ではなくて減衰を与えているということで制震装置と言っております。

16ページの伝達特性のところ、少しピークがダンパを付けると右側にずれていると、付けない場合は5Hzぐらいにあるものが8Hzぐらいに行っているのはなぜかという御質問をいただきました。これはダンパを付けますと主には減衰を付与するんですけれども、やはり少し剛性を持っているので、それで配管系として硬くなるということでピークの位置が少しずれます。

次の17ページは、主語を書いていなくて恐縮ですけれども、当社がこのようなことを全て確認したということをお願いしております。

次に通し番号20ページで、Sd-1がどこかということをお説明させていただきます。Sd-1が他のSdを超えていますのは、ここの部分になります。この黒線とオレンジ線が従来のS1になりまして、ここの0.2秒から0.3秒のあたりで設定したSd-D等を超えておりますので、従来のS1を踏まえてSd-1として設定しております。御確認いただけましたでしょうか。

○釜江顧問 すいません、S1は※の付いている一点鎖線がいいんですか。一点鎖線が0.2秒より長周期の、まっすぐな直線で書かれている辺りにも入っている訳ですね。

○田村マネージャー はい、一点鎖線の黒線がS1になっておりまして、追加設定したものはオレンジ線で書いておりまして、長周期0.5秒からはまっすぐに引いて長周期側を保守的にしております。従来のS1が一点鎖線になります。

○釜江顧問 一点鎖線が右のほうに下がっているところを、左の方に延長していけばそれに繋がっていくということですね。0.5秒くらいで右に下がっていますが、それが左のほうにまっすぐに行くとまた左のほうに落ちると。そのオレンジ線のところに一点鎖線もいるんですね。

○田村マネージャー はい、御理解いただいているとおります。

○釜江顧問 分かりました。これは規制要求ですし、そういう形ですることは安全上は良い方向なので、これで結構です。

○田村マネージャー はい。色々議論はしましたが、このような形になりました。

それで、S s-Dの継続時間が長いという話で、建物等は非線形が入るけどどうかという御質問をいただきました。これについては、基本的には非線形に入っても長い時間揺らした上での解析をしているということで、一定の保守性は入っていると考えます。いずれにしてもこのS s-Dでの評価結果もさらに許容限界に対して余裕のある結果となっておりますので、それなりの余裕はあると考えております。

○黒岡担当部長 中国電力の黒岡です。それでは論点<20>と<21>についての御質問に対して回答させていただきます。

液状化につきましては33ページで、液状化試験について外力の話は入っているのかということでございますけれども、釜江先生おっしゃったように、試験につきましては地盤物性の話だけで判断しておりますけれども、土木学会の報告書にありますようにレベル2地震動というのは非常に大きな地震動にもなりますので、報告書にありますようにサイクリックモビリティ、これにつきましても保守的に液状化というふうにして評価を行うことにいたしております。

次に地下水位の件でございますけれども、40ページで、こういうような例が他のサイトにあるかということでございましたけれども、島根に先行いたします東北電力の女川原子力発電所のほうでも同様な設備構成に変更し、審査を受けたということでございます。

41ページの設備構成についてですけれども、どれもS s機能維持ということではなくて、監視・制御系等々につきましては二重化しているということで対応させていただこうと考えております。以上でございます。

○釜江顧問 ありがとうございます。

先ほどの波及的影響のところでは原則Sクラスに対するという話があったんですけど、9ページで、100ミリの離隔距離と呼んでいいかは別として、ここで上位と下位で例が書かれているんですけど、これもSクラスに対する話ですか。上位クラスの施設が廃棄物処理建物、右の下位のほうも1号炉の廃棄物処理建物って書いてあるんですけど。別にBクラスとCクラスを評価したら駄目だって言っている訳じゃなくて、これも規制要求されている耐震重要施設に対する波及的影響の一部と見たらいいですか。

○田村マネージャー 中国電力の田村です。

2号機の廃棄物処理建物は少し名前が分かり難くなっておりますけれども、この中には中央制御室等

のSクラスの盤、電気制御装置等が入っておりまして、それを支持する機能があるということでSクラスの支持構造物となっております。先生おっしゃるように放射性廃棄物だけの施設が入っているのであれば上位クラス施設にはならないんですけど、そういうものが入っておりますので建物として上位クラスとして扱っております。1号機は新規制基準のバックフィットをかけておりませんので一律下位クラス施設として扱っております。以上になります。

○釜江顧問 分かりました。記載がないというだけで、原則はやはり耐震重要施設に対する波及的影響ということで色んな安全性を見られたという整理でよろしいですね。規則どおりに。

○田村マネージャー 中国電力の田村です。はい、そのとおりでございます。

○釜江顧問 長々と質問しましてありがとうございました。

○田中G L ありがとうございます。

今、岩田先生の姿が見えませんが、声だけでも入ることが可能ですか。コメントありましたらお願いしたいと思います。

○岩田顧問 はい。どうも調子が今日は良くないようで、ほとんど御説明が聞けなかったんですけど、地下水位の低下設備のところまで教えて欲しいんですけど、今そういうルールがないのかも知れませんが最近よくある大雨とかに対して、こういう設備は対処できるんでしょうかということについて教えてください。

○黒岡担当部長 中国電力の黒岡です。

雨につきましては、島根原子力発電所での年間降雨量が1540ミリです。それに対しまして、今回浸透流解析を概略で行いました際は2400ミリということで、約1.5倍以上の降水量を降らせて浸透流解析をして地下水設定を行っております。以上です。

○岩田顧問 年間の話ではなくて、最大瞬間風速みたいなものでの評価はどうですか。私はルールを正確に知らないのですがそういうのはしなくていいというだけのお答えかも知れませんが、突発的に非常に雨が沢山降るといことが現実には起きている中で、どのようにお考えかということについて教えてください。

○黒岡担当部長 中国電力の黒岡です。

現在、設置許可段階ではこういう定常解析を行っておりますけれども、詳細設計段階におきましては先生がおっしゃったような局所的、瞬間的に大量の雨が降ったことも考えまして、非定常の解析を行うように考えております。以上です。

○岩田顧問 分かりました、どうもありがとうございました。

○田中G L ありがとうございます。

佃先生、よろしいですか。

○佃顧問 私からは特にありません。

○田中G L はい、ありがとうございます。

もう1つ竜巻の議題も用意しておりますので、そちらの御説明に進めさせていただいて、その後にもた御質疑いただきしたいと思います。

そうしますと議題の2つ目はこれで終わりにしまして、議題の3つ目ということで、その他自然災害のうちの竜巻についての御説明に移りたいと思います。〈29〉、〈30〉の2項目となっております。この項目についても中国電力に詳細な説明資料を準備いただいておりますので、まずは広島のほうから説明をお願いいたします。

○秋山マネージャー 中国電力の秋山です。それでは論点〈29〉、敷地で想定する竜巻風速の設定根拠について御説明させていただきます。

資料3-2の通しページ45ページからになりますが、45ページに竜巻の風速設定の基本フローを示してございます。ここの左側にフローを4ステップほど示してございますが、これは規制委員会による竜巻影響評価ガイドに基づくものでございまして、左下に※1、※2と書いてございますように、基準竜巻、設計竜巻の最大風速を決定していくという流れとなっております。大きくはこの4つのステップに分かれていまして、まずは竜巻検討地域、こういった領域を検討していくのかを設定いたしまして、その次のステップとして基準竜巻の最大風速。最大風速としましては過去に発生した竜巻の最大風速、あるいは竜巻風速のハザード評価を行いまして、そのハザード曲線による最大風速のうち大きいものということがガイドに示されてございます。それを踏まえて設計竜巻の最大風速 $V_D$ というものですが、これは地形等のサイト特性を考慮して基準竜巻 $V_B$ の風速を割り増すものでして、これについて次ページ以降で御説明したいと思います。最後のステップの特性値につきましては、設定した最大風速 $V_D$ をもとに評価式に基づいて算定するものでございます。

46ページでございますけれども、基準竜巻の設定ということで、まずはこの竜巻検討地域の設定についてでございます。竜巻検討地域につきましては、これもガイドを参考にしてございますけれども、発電所が立地する地域と気象条件の類似性といった観点で、その下に①から③を記載してございますが、こういった気象条件等の地域特性について検討を行ってございます。その結果、北海道から本州の

日本海沿岸、左下の図でいいますと赤く縁取っている部分でございますけれども、その海岸線より海側5 kmと陸側5 kmを竜巻検討地域に設定いたしました。次の2つ目のステップの1つになりますが、過去に発生した竜巻による最大風速 $V_{B1}$ というものですが、これについては気象庁の竜巻のデータベースがございまして、それを調査いたしました。その内容が右側の表に書いてございますけれども、それを見てくださいとFスケールというのが書いてございます。これは竜巻の被害状況などから設定される値で、F0からF5までの6段階に分かれていまして、下から3番目のF2が過去最大ということになってございます。このF2の風速が50～69 m/sということで、F2の風速範囲の上限値を過去最大のものとして、69 m/sを $V_{B1}$ として設定いたしました。

次に47ページでございますけれども、2つ目のステップのもう1つのほうのハザード曲線による最大風速 $V_{B2}$ というものですが、この竜巻検討地域につきまして全域を評価する場合と、検討地域を細分化した場合の2つのパターンについて評価してございますけれども、ハザード評価を行いまして、最大風速を算定してございます。その評価結果が右下に竜巻最大風速のハザード評価と書いてあるグラフがございまして、そこに $10^{-5}$ /年というものがあります。これは竜巻の審査ガイドに目安として書かれている値でございますけれども、その時の風速値を見てくださいと61 m/s、あるいは62 m/sということになってございます。これに対して、この竜巻のハザード曲線算出にあたってはデータとして過去の竜巻データなども使いますので、そういったデータの不確実性も踏まえまして、参照する超過確率は $10^{-5}$ から一桁下げた $10^{-6}$ を見ることといたしました。そうすると、その $10^{-6}$ の風速を見ますと78 m/sという結果になります。ということで、基準竜巻の最大風速といたしましては $V_{B1}$ の69 m/s、 $V_{B2}$ の78 m/sのうち、大きいほうの78 m/sとして設定いたしました。最後に設計竜巻の最大風速でございますけれども、これにつきましては周辺の地形、あるいは竜巻の移動方向といったものを確認して、山谷といったような地形の効果による竜巻の増幅は考慮する必要はないと考えられます。ただ一方、将来的な気候変動による竜巻発生の不確実性があると考えられますので、 $V_B$ の値は78 m/sとしていましたが、それはスケールで言いますとF3のスケールに入っております、F3スケールの風速範囲が70～92 m/sということがあります。それを考慮いたしまして、設計竜巻の最大風速としては、F3スケールの風速範囲の上限値ということで92 m/sに設定をいたしました。風速設定については、御説明は以上です。

○田村マネージャー それでは次に論点項目<30>、竜巻による重要設備への影響は考慮されているかについて、田村が御説明します。

49ページを御覧ください。竜巻防護対策として以下の対策を実施するため竜巻による安全上重要な設備への影響はないと考えております。最初が、建物開口部及び海水ポンプエリアには竜巻防護ネットを設置します。次は海水ポンプエリア、循環水ポンプエリア、ストレーナエリア及び燃料移送ポンプエリアには竜巻防護鋼板を設置します。図にはございませんが、原子炉建物の扉を設計飛来物の貫通に耐え得る鋼製扉へリプレースいたします。また左下になりますけれども、ガントリークレーンのレールを延長して、竜巻によって転倒した場合でも取水槽に到達しないように離隔をいたします。次が、設計飛来物により運動エネルギー及び貫通力が大きいものに対して固縛等をいたします。右下に資機材や車両の固縛の例をお示ししております。御説明は以上になります。

○田中GL 御説明ありがとうございました。

ここから竜巻に関する論点2項目につきまして、御意見を伺って参りたいと思います。先ほどと同様に、資料2のほうの記載に関する御意見でも構いません。

それでは釜江先生から、御意見よろしく願いいたします。

○釜江顧問 はい。どうもありがとうございました。

竜巻については、基本的な方針に関しての審査会合は終わって、このストーリーで了解されたと理解しています。ちなみに最終的なF3の92m/s、これは他所と比較するのは良くないかも知れませんが、日本ではF3が最大ということでどこのサイトもF3の中で検討されていて、キリの良いところで100m/sという設計竜巻風速を設定しているところもあります。設定については場所によって色々評価があってもいいと思うので、別に92m/sが駄目だって言っている訳じゃなくて、ハザードと過去の記録からいくとF3で良いということなので、100m/sにする必要はないとは思いますが。竜巻は経験に学ぶということで、データも全て被害が伴わないと出てこないの、海の中で起これば全然分からないということで、そういうこともあって非常に保守的に評価をされてF3ということなんですけど、審査が終わっているのであればF3との比較で何か議論があったのかをお聞きしたいです。

ということと、かなり昔の話で恐縮ですけども元々竜巻の評価が始まった時は、最終的に飛来物の速度を求める時に、ランキンが主流だったんですが途中からフジタモデルという竜巻の現象を上手く説明できるような物理モデルが提案されたということで、そういうものを使いながら審査が進んでいったと思うんです。最近遠ざかっていますが、今はたぶん両方使いながらより保守的なパラメーターを使っていくというスタンスだと思うんです。審査の中でもそういう流れだったと思うんですけど、その辺を少し確認させてください。

最後に、今日の説明はハードの話でしたけど、たぶん電力さんの場合はソフト的に、竜巻が来るとい  
うことで原子炉を止めたりはしないと思うんですけど、一般にはよくナウキャストで竜巻が来るとい  
うと色んな事前対応をすとか、そういうソフト面の運用をされている場合もあるんですけど、電力の  
場合はそういう運用はしないですか。その辺の気象情報を上手く使われて、より確実にそういう対応を  
しようとしているかを確認したいと思います。以上です。

○秋山マネージャー 中国電力の秋山です。

まず設計竜巻の最大風速ですけど、他社を見ましても大体F3スケールの値を使っています、そ  
れが9.2m/sにしてあるところもあれば10.0m/sにしているところもあるということで、結局  
それはどこで不確実性なりを見るのかということだと思います。我々の場合は、ハザードを参照する  
にあたって $10^{-5}$ でなく $10^{-6}$ で見ることに加えて、最後にF3スケールの最大風速として9.2m/  
sを取っています。その考え方の違いで、結果的に10.0m/sにしているか9.2m/sにしている  
かの違いになっているということだと考えてございます。

○釜江顧問 分かりました。その点は了解しました。

○田村マネージャー 中国電力の田村です。

まず竜巻モデルですけども、ランキンモデルは規制庁のガイドに記載されておりますけど、揚力が  
作用しませんので予め仮想的に地上40メートルに置いて飛ばすというところで、現実的な評価が  
中々できないということがあります。審査が先行したPWRはランキンモデルを使っておりますけど、  
BWRのほうは電中研さんがフジタモデルを使って色んな解析をできるようにしましたので、それを  
用いてBWRと六ヶ所の施設はフジタモデルを使うと、結果的にそのような形になりました。

あと、運用対策についてお話いただきました。49ページで資機材・車両の固縛等を記載してありま  
す。発電所の周辺では原子炉建物等の守らないといけない施設の周りも色んな工事車両がいたり色ん  
な工事をしておりますので、それらについては竜巻が来る時には対策しないといけません。ですのでナ  
ウキャストの情報を得て、竜巻が来るぞということになれば警戒レベルを上げまして、工事車両につ  
いて退避、または固縛する、資機材についても固縛するというような運用も合わせた対応となっております。  
以上になります。

○釜江顧問 ありがとうございます。その辺の記載が無かったのでちょっと気になりました。安全上  
のことを考えた運用についてですね。特に固縛と普段の使い方というのは相反するものがあるので、い  
かに迅速に、よりの確に早く行動するかということも大事なので。その辺は今日の資料の中には入って

いませんでしたけど、そういう説明をされているんだと思うんですけど、より積極的な安全対策ということでは大事かなと思うので、ぜひそういう話をしていただけたらと思います。

○田中GL ありがとうございます。

他の先生方いかがですか。

○佃顧問 佃ですけど、今の話で現状の方針は大体分かったんですけど、具体的にオペレーションとして訓練で、実際にどのぐらい情報が出て対策が取れるようになるかというところで安心を担保したりすると思うんです。それは現状ではどんな感じですか。訓練までもう既にやられているのか、これからそういうことをやっていこうとしているとか。

○田村マネージャー 中国電力の田村です。

現状といたしまして、訓練はまだしておりません。その計画をしている段階で、手順書等を作っております。訓練は必要だと考えておりまして、車両の退避、資機材の固縛等を訓練で実現性を確認していきたいと考えております。以上になります。

○佃顧問 ありがとうございます。

○田中GL ありがとうございます。

岩田先生、御意見ありましたらどうぞ。よろしくをお願いします。

○岩田顧問 はい。これは中電さんだけの話じゃなくて申し訳ないんですけど、先ほども議論された47ページの一番最後のところで、「将来的な気候変動による竜巻発生の不確実性を踏まえ、」ということになると、この文章は非常に意味が重くて、そうすると日本でもF3を超えるようなものを考えないといけないという風な述文にもできる訳ですよ。それをF3のマックス、別に92m/sと93m/sに私は何の意味もないと思いますが、92m/sにするということが、この条件文でこういうのにするというセンテンスでいいんでしょうかということについて、中電さんだけに言ってもいけませんけど、教えていただきたいです。

○秋山マネージャー 中国電力の秋山です。

書きぶりがこれでいいのかということかと思いますが、我々もどういった不確実性があるのかを考えまして、ハザードの計算のところはハザードのところでは不確実性を見ようというふうにしております。それ以外にも何かあるんじゃないのかということに対して、どれが正解なのかはもちろん分かりませんが、どこで余裕を見るかということで、最後の設計竜巻の最大風速のところでは不確実性を見ようというふうにご考えてございます。それをどこまで見るのかというのは、先ほども御説明いたしました

が各社、サイトによって違うというところがありますけれども、我々としてはこのF3というものがあ  
るのに対して、現時点でこの最大限をまず見ておこうと、それは過去発生した竜巻やハザードの評価を  
総合的に踏まえて、そういったところで見ればいいのかと考えてございます。中々ずばりお答えする  
のが難しいですけど、そういうふうと考えてございます。

○岩田顧問 今の主張は非常によく分かったんですけど、そうするとやっぱり不確実性を踏まえる  
という表現は、逆に良くないような気もするんですね。既往最大まではここでちゃんと考えるというの  
は有り得るのかも知れませんが。そういう考え方もありますので、ここは議論していただければいい  
と思うんですけど。やっぱり不確実性というF4以上が起きないかどうかなんて誰も言えないから。  
日本ではこれまでF3までであった、だからその既往最大はちゃんと考えておく必要があるというよ  
うな立場もあると思うんです、そういう書きぶりの立場もあると。これはコメントですね。

○秋山マネージャー はい。コメントを理解いたしました。どういった言い振りにするのかというこ  
ろは審査においてもすごくポイントになったところで、どういう理屈でこう考えていくのかという  
ところは重要だというのは我々も認識しています。もちろんこれから新しい知見が出たら反映してい  
かないといけないというのがありますし、そういったところも踏まえて、言い振りは工夫していきたい  
と思います。

○岩田顧問 どうもありがとうございました。

○田中GL ありがとうございます。

時間のほうも大分少なくなって参りました。全体を通して、最後にこれだけはということがありま  
したら、お受けいたしますがいかがでしょうか。皆さんよろしいですか。今日に限らず、今後もまた県  
の方にメールいただいても構いませんし、次回の会議で改めて御意見いただいても構わないと思っ  
ております。

ちょうど時間となりましたので、これで本日の議題は締めさせていただきますと思います。それでは  
本日の小会議議題が終了したということにいたしまして、また、最後に閉会に当たりまして、防災部の  
森本から御挨拶申し上げたいと思います。

○森本次長 本日は長時間にわたり大変有意義な御意見をいただきまして、ありがとうございました。  
次回の開催予定としましては別途調整させていただきますが、今回は耐津波設計方針などを取り上げ  
ることとしております。

顧問の先生方におかれましては、引き続き本県の原子力行政への御理解と御協力をいただきますよ

うにお願い申し上げ、本日の会議を終わらせていただきたいと思います。

本日はどうもありがとうございました。

○田中GL ありがとうございました。

以上をもちまして、今回の小会議を終了させていただきたいと思います。皆さん、長時間にわたりありがとうございました。