

産業構造審議会保安分科会電力安全小委員会電気設備自然災害等対策ワーキンググループ

(第4回) 一議事録

日時：平成26年4月22日（火曜日）12時30分～14時30分

場所：経済産業省別館11階1111会議室

出席者：

横山座長、井口委員、大町委員、金谷委員、角委員、佃委員、西内委員、野沢委員、白銀委員、藤原委員、山崎委員、山田委員

山田委員

オブザーバー

電気事業連合会工務部 早田部長

電源開発株式会社経営企画部経営管理室 阿部室長

議題：

- (1) L2地震動に対するダム形式毎の耐性評価について
(事務局から説明)
- (2) 大規模地震に対するダム耐震性能照査について（重力式コンクリートダム）
(事業者から説明)
- (3) 大規模地震に対するダム耐震性能照査について（アーチ式ダム）
(事業者から説明)
- (4) 大規模地震に対するダム耐震性能照査について（ロックフィルダム）
(事業者から説明)
- (5) 水力発電設備の耐性を検討するに当たっての評価の視点及び残された論点（案）
(事務局から説明)
- (6) その他

○渡邊電力安全課長　それでは、定刻となりましたので、ただいまから第4回電気設備自然災害等対策ワーキンググループを開催いたします。

開始に当たりまして、いろいろレイアウトの関係で見苦しいところをおみせしまして、大変申しわけございません。また、関係者席におられた方は済みませんでした。大変ご迷惑をかけまして、申しわけございませんでした。

本日はご多用の中、ご出席いただきまして、まことにありがとうございます。事務局の電力安全課長の渡邊でございます。どうぞよろしく願いいたします。

本日の委員でございますが、13名中12名ご出席いただいております。定足数も満たすということでございます。

まず、産業保安担当審議官の村上よりご挨拶申し上げます。

○村上産業保安担当審議官　委員の皆様、ご多忙のところご参集いただきまして、感謝申し上げます。

先週の第3回につきましては、水力発電以外の設備についての耐性評価を実施しましたけれども、本日、4回目は水力を中心に耐震性のご議論を集中的にいただくということになっております。水力につきましても、各社におかれては大変短い時間の中で資料を準備していただきました。これも数年前からL2照査について実質上スタートしていたということで可能になったと考えております。

やはり潜在的にリスクのある設備につきましては、社会的な状況の変化等に応じまして安全性を確認していくということ、それから対外的に公表していくことは各社の安全文化のあかしを示すことだと思っております。引き続き積極的かつ継続的な対応を期待いたしております。

本日の審議におきましては、委員の皆様には忌憚のないご議論をいただきまして、実り多き会議になりますように、どうぞよろしくお願い申し上げます。

○渡邊電力安全課長　続きまして、配付資料の確認をさせていただきます。配付資料一覧のところがございますけれども、資料1から資料10までございます。資料がない場合には議事進行中でも挙手していただければと思います。

それでは、以降の進行を横山座長をお願いいたします。よろしくお願いいたします。

○横山座長　きょうはお昼どきからお集まりいただきまして、ありがとうございます。

それでは、きょうは短い時間ではございますけれども、要領よく進めさせていただきたいと思っております。また、短い時間ですが、ぜひ活発なご意見をいただければと思います。

それでは、お手元にあります議事次第に従いまして進めさせていただきたいと思います。

まず、1番の議題でございます。L2地震動に対するダム形式ごとの耐性評価についてということで、資料1でございます。事務局からご説明をお願いいたします。

○山下補佐　それでは、資料番号1番でございますが、資料1をご説明する前に、本日のワーキングで取り上げますダムにつきまして、一言ご説明させていただきます。

本日のワーキングでは、各社のL2照査の方法をもとに、ダムの形式別に代表的なダムを選定しまして、L2照査の方法、結果等についてご報告いただくものでございます。今回は、L2照査の評価方法についての確認がメインテーマでございまして、まだ、L2照査結果につきましては事業者から地元の関係者へご説明を終えていないものもあるため、本日の個別のダム名につきましては、事務局としては公表することは差し控えたいと考えております。

なお、第2回のワーキングでの検討の進め方にありますとおり、ダムのL2照査結果については事業者がホームページ等において順次公表していくとしておりまして、本日のワーキングでご報告されますダムも含め、事業者において順次L2照査結果を報告していくものと考えております。

それでは、資料1でございますが、ご説明させていただきたいと思います。右下にページ数が振ってございますが、1枚めくっていただきますと2ページ目、L2地震動に対するダムの耐性評価でございます。

第2回開催の電気設備自然災害等対策ワーキンググループでは、L2地震動に対するダムの耐性評価について検討の進め方として、ダムタイプごとにダム高、総貯水容量の大きさなどをもとに、損壊等が発生した場合の影響度を考慮して選定し、事業者から当該評価結果を説明するとしておりました。

それを受けまして、3ページ目でございますが、事業者から当該評価結果を説明していただくダムということで選定しております。事業者から当該評価結果を説明するダムについては、事業者において南海トラフ巨大地震及び首都直下地震を除きまして、L2評価が完了しているものの中から選定いたしました。なお、L2評価の進め方につきましては、関係省庁とも連絡をとりながら検討を進めているところでございます。

そちらの表にございますように、コンクリート重力ダムにつきましては中部電力さんから2件、電源開発さんから1件、アーチダムは東京電力さん、関西電力さん、フィルダムのうちロックフィルダムは四国電力さんと電源開発さん、アースダムについては東京電力

さんからご報告いただく予定でございます。

次のページは参考でございますが、第2回電気設備自然災害等対策ワーキンググループの資料5の抜粋でございます。

簡単でございますが、資料1のご説明をこれで終わらせていただきます。

○横山座長 それでは、ただいまご説明いただきました資料1につきまして何かご意見、ご質問ございましたらお願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。よろしゅうございましょうか。

(「なし」の声あり)

それでは、続きまして、個別のご説明をいただきたいと思えます。

それでは、事業者さんから、お手元でございます資料2から9まで通してご説明をいただきまして、その後、ご質問、ご意見等を承りたいと思えます。

それでは、ご説明をお願いいたしますが、時間の制約もありますので、1件5分程度でお願いしたいと思えます。それでは、よろしくをお願いいたします。

○説明者（中部電力） 中部電力でございます。よろしくお願いいたします。

それでは、お手元の資料に沿ってご報告させていただきます。まず、資料2というところからでございます。

中部電力からは、コンクリート重力ダムを対象といたしまして、静的解析により照査を行った事例と静的解析及び動的解析により照査を行った事例について報告させていただきます。

まず、資料2の1つ目の事例の対象ダムでございますけれども、川辺ダムという岐阜県飛騨川にございます高さ27メートル、堤頂長178メートル、竣工年、昭和11年ですが、1936年の重力式ダムでございます。

次のページに移らせていただきますが、耐震性能照査の進め方というところでございます。当社におけます重力式ダムの耐震性能照査では、まず、静的慣性力として地震を考慮した静的解析を行い、静的解析による裕度が小さい場合、地震波時刻歴を用いた線形解析、また非線形解析を実施することといたしております。

なお、今回の川辺ダムの事例では、静的解析で十分な裕度を確認できましたことから、動的解析は行っておりません。

続きまして、静的解析の内容でございますが、静的解析では、ダムの形状等の諸元をモデル化いたしました剛体計算を行い、ダム堤体に発生する引っ張り応力及び圧縮応力に対

する照査を行っております。

静的解析を行う時点では、ダムの固有周期に関する情報が得られていないことから、静的地震力には、レベル2地震動による加速度応答スペクトルの最大値を用いております。

続きまして、地震力の設定でございますが、レベル2地震動の設定に当たっては、プレート境界地震、内陸活断層と国交省さんの照査用下限加速度応答スペクトルを考慮いたしております。

このうちプレート境界地震につきましては、中央防災会議から公開されております想定東海地震及び想定東海・東南海・南海地震による地震動を用いております。また、内陸活断層につきましては、国交省指針案の距離減衰式を用いて加速度応答スペクトルを算定しております。静的解析では、これらから求まる加速度応答スペクトルの最大値を地震力として設定しており、今回の事例では、濃尾断層帯主部、梅原断層帯により加速度応答スペクトルの最大値861ガルというものを水平震度として用いております。

引き続きまして、静的解析の解析条件につきましてです。今回の事例では、コンクリートの圧縮強度はコア試験の結果に基づき設定しております。また、引っ張り強度につきましては圧縮強度の10分の1といたしております。

常時荷重といたしまして、自重、機械荷重、静水圧と堆砂による泥圧及び揚圧力を考慮し、地震時荷重といたしまして、慣性力及び動水圧を考慮しております。

照査基準といたしましては、堤体コンクリートに発生する応力が堤体コンクリートの強度を十分下回ることを確認し、静的解析による裕度が小さい場合には、動的解析による詳細検討を実施することといたしております。

続きまして、静的解析による照査結果でございます。静的解析の結果、今回の川辺ダムの事例では、堤体コンクリートに発生する引っ張り応力及び圧縮応力が堤体コンクリートの引っ張り強度、圧縮強度を十分下回っていることを確認いたしております。これによりまして、今回の事例につきましては静的解析により照査を完了しております。

引き続きまして、資料3に移らせていただきます。今度2つ目の事例でございますけれども、こちらの対象ダムは畑薙第一ダムという静岡県大井川にございます高さ125メートル、堤頂長292メートル、竣工年1962年、昭和37年の中空重力式のダムでございます。

照査の進め方についてももう一度触れさせていただきますけれども、中空重力ダムにつきましても、重力ダムと同様、まず静的解析による照査を行い、静的解析による裕度が小さい場合、動的解析による照査を実施することといたしております。今回の事例では静的解

析で十分な裕度を確認できなかったことから、動的解析による照査を実施いたしております。

まずは、先ほどと同じような静的解析の内容でございますが、静的解析では、先ほどの事例と同様、剛体計算を行い、ダム堤体に発生する引っ張り応力及び圧縮応力に対する照査を行っております。

地震力の設定につきましては、先ほどの事例と同様、プレート境界地震、内陸活断層と国交省さんの照査用下限加速度応答スペクトルを考慮しております。今回の事例では静的解析による地震力といたしまして、想定東海地震による加速度応答スペクトルの最大値1,510ガルを水平震度として用いております。

次に、静的解析の解析条件でございます。こちらの事例では、コンクリートの圧縮強度を建設時の品質管理試験結果に基づき設定しております。

荷重、照査基準につきましては、先ほどの事例と同様でございますので、省略させていただきます。

続きまして、静的解析による照査結果でございますけれども、静的解析の結果、今回の事例では堤体コンクリートに発生いたします引っ張り応力に対する裕度が小さいことから、動的解析による詳細検討を実施いたしております。

引き続きまして、動的解析について移らせていただきます。今回の事例の動的解析では、越流部と非越流部のダム堤体をモデル化した二次元の線形解析を行い、ダム堤体に発生する応力に対する照査を行っております。

線形解析によってダム堤体に引っ張りクラックが発生する場合には二次元の非線形解析による詳細評価を行うことといたしております。

引き続きまして、解析条件、動的解析のものでございますけれども、コンクリートの強度は静的解析と同じ値を用いております。また、コンクリートの弾性係数は、コンクリートの圧縮強度から算定いたしました値を用いております。

荷重につきましては、静的解析と同様の荷重でございます。

また、境界条件につきましては、初期応力解析では底面ばね境界、地震時解析では底面固定境界といたしております。

堤体の減衰につきましては、15%のレーリー減衰を用いております。

照査基準につきましては、線形解析では、堤体コンクリートに発生する応力が堤体コンクリート強度を下回ることを確認し、非線形解析では、堤体に発生するクラックが貫通しな

いことを確認することとしております。

引き続きまして、照査用地震動の設定でございます。動的解析で用いる照査用地震動には、ダム基礎位置での加速度応答スペクトルのうち、ダム堤体固有周期の値が最大となります地震動を選定しております。

今回の事例では、越流部モデルは想定東海地震、非越流部モデルでは中央構造線赤石山地西縁断層による地震動を選定いたしております。ここ、大変申しわけございません。中央構造線の字に誤りがございまして、「中央構索性」となっておりますが、訂正をお願いしたいと思います。資料の4行目と5行目、2ヵ所ございます。大変申しわけございませんでした。

引き続き今のところに戻らせていただきますが、照査用地震動につきましては、想定東海地震については中央防災会議による地震波を用いており、中央構造線赤石山地西縁断層による地震動の原種波形には一庫波を用いております。

引き続きまして、動的解析による照査結果でございます。最後になります。照査の結果、今回の事例では、堤体コンクリートに発生いたします引っ張り応力及び圧縮応力が堤体コンクリートの引っ張り強度、圧縮強度を下回ることを確認しております。これにより、今回の事例につきましては線形解析により照査を完了いたしております。

ちょっと早口で申しわけございませんでしたが、中部電力からは以上でございます。ありがとうございました。

○横山座長　　ありがとうございました。

それでは、続きまして、電源開発さんからお願いいたします。

○説明者（電源開発）　　電源開発でございます。よろしくお願いいたします。

資料4になりますけれども、弊社の重力式コンクリートダムの耐震照査事例ということでご報告させていただきます。

1番目の概要ですけれども、こちらのダムは北海道の十勝地方にございます糠平ダムというダムでございます。竣工年が昭和31年、ダム高は76メートルのコンクリートダムでございます。

1ページめくっていただきまして、2番目のダムの耐震設計ということですが、従来からご説明もありますが、(1)従来の設計におきましては、震度法による設計が行われております。コンクリートダムの場合ですと、堤体に発生する応力が許容値以内であること等を確認しております、③のところにありますけれども、これまで構造令等に基づ

いて設計されたダムでは損傷したことがないということでございます。

きょうご報告させていただきますのは(2)の大規模地震に対する照査についてということで、国交省さんから示されております指針にのっとりた照査結果についてご報告させていただきます。

次の3の照査用地震動の策定になりますけれども、(1)概略フローを示してございます。こちらのダムにおきましては、左側の列を縦におりるような形で実際の波をつくっております。想定地震候補を選定いたしまして、ダムの距離減衰式を用いましてスクリーニングを行って、照査用下限スペクトルに対して大きい小さいかによって、糠平ダムの場合ですと照査用下限スペクトルが最大となりましたので、これを地震動として用いております。

次の5ページですけれども、(2)照査用レベル2地震動の設定。こういった地震動の策定におきましては、政府調査機関等における活断層情報ですとか国交省の指針に示されているダム距離減衰式等を用いまして、こちらの地点におきましては十勝平野断層帯の震源が一番大きいということになりました。ただ、これを国交省の指針で示されているいわゆる下限スペクトルと比較しますと、下限スペクトルが最大となることがわかりました。

次の6ページのところに具体的に絵が載っていますけれども、左側に想定する地震に関する情報ということで、ダム地点の絵とか断層の位置関係を示してございますが、これを用いましてダムの距離減衰式で評価いたしますと、右上に示されている加速度応答スペクトルが得られます。これで下限スペクトルが最大ということになりましたので、原種波形で位相情報を与えまして、入力地震動、このときは一庫波を用いていますけれども、こういった波形をつくって照査を行っております。

次の7ページに移らせていただきます。4番目の地震応答解析。基本的には基礎とダム、貯水の連成を考慮した二次元モデルで解析を行っております。ダム高76メートルの部分というのは実は洪水吐きのある部分でございます、洪水吐きがなくて最大の堤高となる右上に絵がございますけれども、ほぼダム中央部にある高さ74.5メートルとなる部分を断面といたしまして照査を行っております。地震応答解析は、常時満水位を対象といたしまして線形解析を行いました。物性値等に関しては、工事記録、地震観測記録、あるいはこちらのダムに関しましては再現解析も行っていますので、こういったものを参考にして設定しております。

解析の結果でございますけれども、次のスライドになります8ページでございます。左側に最大加速度分布、右側に最大引っ張り応力分布を示してございます。このコンター図

は、注意書きにございますけれども、全部の地震が始まって終わるまでの全加振時間における要素ごとの最大値のコンターを示しております。

左側の最大加速度なのですがすけれども、ダム基礎で約三百数十ガルに対して上下流方向、ダム天端では約1,100ガルの応答が示されております。

右側の引っ張り応力の分布なのですがすけれども、最大の引っ張り応力は、ダムの上流側の下端に2.27ニュートンパー平方ミリメートルという数字が最大値となっています。

こちらの地点におけるコンクリートの引っ張り強度なのですがすけれども、建設時に行われました品質管理試験で、コンクリート堤体内部の圧縮強度をもとに、国交省の国総研さんのほうで出されている資料にのっとった計算式で引っ張り強度を求めますと2.57という数字になりまして、強度に対して発生する応力が小さいということで、引っ張り破壊は発生しないと考えております。

同様に剪断、あるいは圧縮に対しても評価を行っておりますけれども、特に問題となるような結果は得ていません。

ということで、最後、9ページになりますけれども、ダムの要求性能に対して重力ダムに関しては耐震性能照査の項目として、引っ張り強度を超えないこと、あるいは圧縮破壊、剪断破壊が生じないということを照査するわけですが、全て満足する結果となりましたので、糠平ダムに対しては所定の耐震性能を有しているものと考えております。

以上になります。

○横山座長 どうもありがとうございました。

それでは、続きまして、東京電力さんからご説明をお願いいたします。

○説明者（東京電力） 東京電力でございます。

まず最初に、ちょっとお断りというか補足説明をさせていただきたいのですが、資料5をみていただいて、アーチダム、これは長野県にあります奈川渡ダムなのですがすけれども、奈川渡ダムの結果は、基本的に定性的な結果までしか載せておりません。その理由を今、先に補足説明させていただきます。

奈川渡ダムは、ひとえに安全側の検討を行っております、その1つが減衰定数の設定ではあるのですがすけれども、過去に大きな地震を経験していないということで、重要なパラメーターである減衰定数について、過去の再現解析による方法ではなくて、一般的な値を用いて照査を行っております。したがって、安全側の照査となっている可能性があるということで、過去に、実は今回のワーキングが始まる前から地域からお問い合わせをい

ただいております、そこで安全側で考えても貯水池の機能は確保できるという照査結果についてご説明を既に行っております。クラックが発生するという事象だけからみると、万が一、それだけをみた方からすると、損傷する危険なダムではないかという誤解が生じる可能性がございましたので、地元説明のときにも表現等に注意して説明しております。

本ワーキングの資料についても、まず、ホームページ等で公開される前提とお聞きして、どのような方がごらんになっても誤解を招かないよう、説明を加えればわかっていたかと思うのですけれども、クラックが生じるという資料だけみて誤解を招かないように、地域へご説明した資料と今のところ同じものを使わせていただいております。ただ、きょうは、私、説明者がおりますので、委員の皆様には限られた時間なのですけれども、可能な限りご説明させていただいて、ご理解を得たいと考えております。

最後に、奈川渡ダムについては基本的に東電だけで判断しているわけではございませんで、社外の学識経験者で構成するダム安全性等評価委員会を個別に設立いたしまして、安全の性能をご確認いただいております、L2の耐震照査の詳細な内容について、延べ3回、5時間程度ですか、1つのダムについてそのぐらいかけて個別に審議していただいております、照査結果については評価いただいているというところをまず、済みません、長くなつたのですが、前段でご説明させていただきました。

それでは、資料5のところからご説明いたします。下の1ページでございます。対象ダムの概要ということで、ここからアーチダムになります。アーチダムと申しますのは重力と違いまして、上流の水圧を左右の岩盤に伝える、堤体はかなり薄肉の構造物になります。下に書いております。堤高が155メートルとかなり大きなダムになっております。済みません、抜けているのですが、竣工年が1969年、昭和44年のダムでございます。

次の2ページに行ってください、ダムの耐震設計は先ほど電源開発さんもご説明しましたので、ポイントだけご説明いたします。四角の2番目、アーチダムの耐震設計における確認事項ということで、発生地震力に対して堤体内に発生する力が許容値以下であること。2つ目、基礎岩盤の滑動に対して安全性を確保していることということで、基本的にこれら技術基準に適合しているダムについては、先ほど電源開発さんからもご説明がありましたとおり、貯水機能に影響を与えるような損傷を受けた事例はございません。基本的にそれはあくまでも静的震度法の設計によりますので、一番最初に経済産業省さんからも話が出ましたが、この指針が出たことを受けて、今L2照査を進めているところでございます。

その下、3ページ、照査用地震動の策定ということで、これは前々回、第2回のワーキングで私から説明させていただいたフローなのですけれども、照査用地震動の策定ということで、基本的に文献の調査を行っております。東京電力は、2)というところで、これは基本的には下限加速度応答スペクトルの出し方と全く同じなのですが、ダム直下に未知の断層が存在する。ただ、これは、ずれのことは対応しておりません。揺れの問題です。揺れの対応ということで仮定して、安全側で、プラスこの断層モデルも考慮しております。

その下、基本的には照査用地震動を選定する際には、経験的手法の距離減衰式を使っております。安中・野沢式を用いております。ばらつきに対して安全側の評価となるようにプラスシグマも考慮しております。

右の上、4ページ目に行ってください、では、レベル2地震動の設定。これは4ページ、5ページあわせてみていただきたいのですけれども、基本的に、まずは文献から得られる近傍の活断層は何かあるかということで、4ページの真ん中の四角の中に、境峠・神谷断層 (M7.6)、糸魚川・静岡構造線断層帯 (M8.1)、伊那谷断層帯 (M8.0) と書いておりますが、それが5ページの左側の地図の中に描かれております。ご存じのとおり、距離減衰を起こしますので、やはりマグニチュードが若干小さくても一番近い境峠・神谷断層が奈川渡ダムにとっては一番影響を与える地震動になります。

それをスペクトルの形で描いたのが右の図でございます。堤体の固有周期でどれが最も影響を与えるかという比較を行った結果、これは他社さんも同じなのですけれども、下限スペクトルが一番大きくなりましたので、当該ダムにおきましては照査用地震動ということで下限スペクトルを選定いたしております。

下限スペクトルは基本的にはスペクトルで位相特性がございませんので、かつ下限スペクトルは個別の断層を想定しているものではございません。したがって、同じ種類、内陸地殻内断層であって、かつマグニチュードが6.5から7.3ということで、マグニチュード7.3の鳥取県西部地震の賀祥ダムでの観測波を使って、その下に書かれております位相特性を設定いたしました。

6ページへ行っていただいて、地震応答解析ということで、アーチダムは先ほど申しましたとおり、堤体から岩盤に対して力を伝達する構造物ですので、平面ひずみ状態で解くことができません。したがって、三次元解析を行っております。

対象は、ダム及び周辺の地山といたしまして、解析用物性値、基本的には堤体等につきましてはダムを築造したときの試験記録が残っておりますので、フライアッシュが混入し

ておりますので、恐らくコンクリートの長期強度は伸びていると思うのですが、その伸び分も一部のところで割り切って、安全側で設定しております。減衰定数は、先ほど申しましたけれども、線形解析では5%。ただ、ひび割れだとか継ぎ目の開きが示唆されるので、これを上げたかったのですが、先ほど申したとおり観測記録からの同定ができなかったものですから、一般値ということで10%を使っています。

その下、6ページのフローの中、太い線で描いてあるのが流れなのですが、基本的に線形解析をやって損傷が想定されましたので、継ぎ目の開きですとかを考慮した非線形解析を行っております。最終的には軽微な損傷、貯水機能に影響を与えるものではございませんでしたので、そこでフローが終わるということになってございます。

その下、7ページ、解析モデル図なのですが、先ほど申しましたとおり、基礎岩盤も含めて、青いところが貯水になってございます。その貯水の向こうに堤体があるのですが、ちょっと隠れておりますので、右の上、オレンジで示したのが堤体になっておりまして、このように堤体の分割を行って、貯水の影響も含めた連成解析を行っております。

最後、8ページへ行っていただいて、先ほど冒頭に申したとおり、細かい値は載っていないのですが、入力加速度は、下限加速度応答スペクトルですので、約300ガルなのですが、天端の応答が約5,000ガルということで、かなりの大きな応答になっております。これに伴いまして、数カ所なのですが、主に着岸部を中心に局所的なひび割れが発生いたします。

ただ、細かく別途調べたところ、基本的にアーチダムは、重力と違いまして、それぞれのパネルがかみ合っていてアーチ効果を維持すればもつ構造ですので、ダム照査指針にもアーチダムの本体の分断が起こらないことを確認しなさいというのがございます。亀裂が発生してもこれが起こらないということを、堤体ブロック全線に重力式コンクリートダムの底面に起こるような貫通亀裂が生じないことというのも確認しました。

あとは、横継ぎ目というのが入っておりまして、7ページの下の方の図のオレンジのところの縦の線は全て横継ぎ目です。これは、圧縮力は伝達するのですが、継ぎ目ですので、引っ張ろうとすると開きます。開くのですが、ぎざぎざになっているものですから、そのぎざぎざを乗り越えて開いてしまいますと、このパネルが外れてしまいます。そういった最大開口量はその歯形のキーの高さより小さいこと等も含めて、圧縮破壊ですとか基礎岩盤の剪断破壊、地震が終わった後に一部亀裂が生じますので、そこに貯水が入って揚

圧力で堤体の安定性が保たれるかといったところも評価しておりまして、それらを総合評価して、クラックは発生するものの、制御できない貯水の流出は起こらないということをお先ほど申しましたダム安全性等評価委員会で評価いただいているところでございます。

東京電力の報告は以上でございます。

○横山座長 どうもありがとうございました。

それでは、引き続きまして、関西電力さんから資料6に基づいてご説明をお願いいたします。

○説明者（関西電力） 関西電力でございます。よろしく申し上げます。

弊社もこの資料がひとり歩きするというのを若干懸念しまして、最低限の記載とさせていただきますが、質問等がありましたら、お時間の許す範囲でお答えしていきたいと思っておりますので、よろしく申し上げます。

詳細の説明をさせていただきます。

（パワーポイント）

○説明者（関西電力） それでは、説明にまいりたいと思っております。まず、1ページ目、解析対象ダムの諸元からですけれども、アーチダムの耐震性能照査の事例ということで、我々のダムについては、1963年竣工の186メートルのアーチ式ダム。貯水容量が約2億立米でございますというもののタイプでございます。

続きまして、レベル2地震動に対するダム耐震性能照査の進め方ということで、こちら各社様と同様に、弊社に関しましても大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案）、国交省さんに準拠しまして実施している状況でございます。

続きまして、3ページ、レベル2地震動の策定方法に関しましてご説明いたします。ダム耐震性能照査に用いるレベル2地震動は、以下の手順で内陸型地震のうちで最大のものと国交省指針（案）に記載の照査用下限加速度応答スペクトルを比較して、大きなほうを設定しているという状況でございます。

まず最初に、ダムへの影響が大きい近傍の活断層を複数抽出しまして、モデル地震動を半経験的手法、統計的グリーン関数法を用いて作成する。作成された地震動のうち、ダムへの影響が大きな地震動を速度応答スペクトルにより選定します。選定されましたモデルの断層モデル地震動と下限スペクトルとを比較いたしまして、大きなものをレベル2地震動として決定するという流れでございます。

4ページ目に具体的な、考慮した断層及びそのフローの根拠のデータを載せております。

ダム近傍の活断層のうち、左側の赤字で示された断層を、今回、距離減衰式によって抽出いたしております。抽出された地震、断層モデルに関しまして、統計的グリーン関数法で地震動を作成の上、右側のグラフにございますとおり、速度応答スペクトルを用いて比較しまして、こちらの考慮した周波数範囲で平均的に大きなものを断層モデル地震動の中の最大の影響を与える地震動として設定しております。

続きまして、5ページなのですが、選定されました断層モデル地震動と下限スペクトルを、今回は下限スペクトルが加速度応答スペクトルでございますので、加速度応答スペクトルとで比較しております。ダムの固有周期を0.56秒と設定しておりますので、そちらにおける加速度応答スペクトルの大きなほうとして、今回は下限スペクトルが大きいということで、こちらを照査用の地震動として設定いたしております。設定するに当たって、位相特性としましては、兵庫県南部地震時の一庫ダムでの観測記録を位相特性として考慮したというものでございます。

続きまして、6ページ、アーチダムですので、三次元モデルを設定いたしまして、岩盤、ダム、貯水池を考慮しているという状況でございます。東京電力さんと同様に、ダムの横継ぎ目に関しましては開口を考慮できるように非線形性を設定できるようなモデルをしております。

最後、7ページです。結果といたしましては、基礎岩盤で下限スペクトルを用いて入力しました地震動の最大値が348ガルに対しまして、天端最大で約2,400ガルの応答値になっておりまして、最大引っ張り応力が発生する箇所は、下流側の中標高部にございます赤い点で示しているところで最大値が発生しているのですが、こちらに関しましてはダムのコンクリートの引っ張り強度以下であるということが確認できておりまして、全体としまして弾性範囲内での挙動であるということが確認できておりますので、大規模地震後も貯水機能を維持すると考えておりまして、耐震性を有するということを確認いたしております。

ちなみに、アーチ効果としまして、左右岸の岩盤にかかる応力に関しましては評価しておりますが、こちらについても応力の合計値と岩盤のもつ強度の比較によって、十分な安全性、安全率を確保していることを確認しております。

○説明者（関西電力） 関西電力からは以上でございます。

○横山座長 どうもありがとうございました。

それでは、続きまして、資料7のご説明を四国電力さんからお願いいたします。

○説明者（四国電力） 四国電力でございます。当社のロックフィルダムの耐震性能照査についてご説明させていただきます。

（パワーポイント）

それでは、2ページ目ですけれども、まず、ダムの概要でございます。当ダムは、四国の中央部にございます稲村ダムでございます。ダムの全景、断面図、それからダム諸元を示してございます。当ダムは竣工が1982年、ダム高88メートル、堤頂長352メートルのロックフィルダムでございます。

3ページ目です。耐震設計の方法につきましては、電気事業法及び河川法の基準に基づいて、震度法により行っております。

耐震設計における確認事項でございますが、ダム堤体及び基礎岩盤が予想される荷重によって滑り破壊または浸透破壊が生じない構造であることを確認しております。

構造令等に基づき耐震設計されたダムの損傷事例でございますが、これまでの大規模地震で貯水機能に影響を与える損傷が生じた事例はございません。

続いて、4ページ目でございます。耐震性能照査の進め方でございます。各社と同様に、大規模地震に対するダムの耐震性能照査指針、国交省さんの指針でございます。これにのっとりまして、耐震性能照査を進めております。

耐震性能につきましては、地震時にすべり破壊が生じないこと、もしくは地震時に損傷が生じたとしても、ダムの貯水機能が維持され、生じた損傷が修復可能な範囲にとどまることを確認いたします。

5ページ目でございます。照査用地震動の作成につきましては、フローに基づき作成しております。ダム近傍で過去に実際に観測された最大の地震、距離減衰式などに基づく想定地震、照査用下限の加速度応答スペクトルの中から、ダムに最も影響を及ぼす可能性のある加速度応答スペクトルを選定いたします。これに原種波形の位相特性や継続時間に関する情報を付与し、加速度応答スペクトルに適合する加速度時刻歴波形を作成し、照査に用いております。

6ページ目でございます。フローに基づきまして、国等が公表している情報やダムの距離減衰式を用いて評価した結果、照査用下限スペクトルがダムに最も影響を与えるものであることがわかりました。

図には照査用下限と東海・東南海・南海地震等の加速度応答スペクトルを例示しております。ダムの固有周期におきまして、照査用下限の加速度応答スペクトルが上回る結果と

なってございます。

7 ページ目でございます。図は、ダム基礎岩盤における時刻歴加速度波形でございます。左が水平地震動、右が鉛直地震動でございます。原種波形は、兵庫県南部地震の箕面川ダムの観測波形を用いております。

8 ページ目でございます。地震応答解析に用いた解析モデルでございます。二次元 F E Mモデルにより堤体と岩盤をモデル化しております。地震応答解析は、常時満水位を対象として等価線形解析により行っております。なお、物性値は建設時の品質管理記録等をもとに設定してございます。

続きまして、最後でございます。耐震性能照査の結果でございますが、左に最大加速度分布図、右に安全率が最小となる想定すべり面を示しております。図のように、最小安全率は1.16となりまして、ダム本体にすべりが生じないことから、所定の耐震性能が確保されているということを確認しております。

なお、資料の最大加速度分布図がちょっとみにくくなっておりますが、凡例はゼロから1,800で300刻みになってございます。基礎底面で約300ガル、天端で1,800ガル程度の加速度分布となっております。

四国電力からは以上でございます。

○横山座長 どうもありがとうございました。

それでは、続きまして、資料8のご説明を電源開発さんからお願いいたします。

○説明者（電源開発） 電源開発でございます。よろしくお願いいたします。

それでは、資料8に基づいてご説明させていただきます。まず、ロックフィルダムの照査についてということで、2 ページ目、1 番の概要ですけれども、こちらは岐阜県にございます御母衣ダムでございます。ダムの形式はロックフィルダムで、竣工年は1961年、ダム高は131メートルで、総貯水容量は3億7,000万トンとなっております。

下のほうにダムの標準断面図がございますけれども、よくあるロックフィルダムですと、中央に土質遮水壁、あるいはフィルターが配置される場合が多いのですが、こちらのダムですと上流側に傾斜した形になっておりまして、中央土質遮水壁型に比べて遮水壁、あるいはフィルターが若干幅広にとられているのが特徴となっております。

ページをめくっていただきまして、3 ページ目のダムの耐震設計ですけれども、これは先ほどと重複いたしますので割愛いたしますけれども、従来の設計でフィルダムにおいては基本的にすべり安全率で設計が行われております。

4 ページ目の 3 の照査用地震動の策定、(1)概略フローですけれども、こちらの地点におきましては、想定地震候補の選定、あるいはスクリーニングを行いましたところ、国交省さんが示されています照査用下限加速度応答スペクトルを上回る地震がありました。これによって右側のルートに行きまして、弊社におきましては、半経験的手法、ここでは経験的グリーン関数法を使っておりますけれども、これによって波をつくって、レベル 2 地震動を策定しております。

次の 5 ページに移らせていただきます。(2)地震の選定でございますけれども、政府調査機関等による活断層情報ですとか国交省さんのダム距離減衰式を用いまして、当該ダムに最も影響を及ぼすのは庄川断層帯を震源とする地震であることがわかりました。

こちらの庄川断層帯なのですけれども、地震調査研究推進本部の文献によりますと、ダムの右岸側の山腹を通過するような位置関係となっておりまして、当社でも地質調査等を行っておりますが、当社の調査でも同様の結果が得られているような状況になっております。ちなみに、この地震につきましては今後 300 年以内におきましても発生確率がほぼゼロ%といわれております。

次の 6 ページ、地震動の策定というところに移らせていただきます。こちらのダム地点におきましては、庄川断層帯を震源とする地震動が下限スペクトルを上回るということで、この地震動を作成しました。御母衣ダムにおきましては地震計を設置しておりまして、そういった地震記録を精査いたしましたところ、こういった地震動作成に使える有益な記録がございましたので、2 番目のぼちのところにありますけれども、照査用レベル 2 地震動は地震調査研究推進本部で用いられているレシピにのっとりまして、半経験的手法の 1 つであります経験的グリーン関数法を採用いたしました。

ちなみに、右側の図でございますけれども、太い直線が途中で折れるような形で描かれていますが、これが地震動作成のときに設定した断層の通過位置でございます。こちらの断層は傾斜がほぼ鉛直方向に立った左横ずれ断層になっておりますので、実際には、この紙に対して鉛直方向に断層があるのですが、モデルを表示するために、あえて断層線の右側に図化しておりまして、ちょっと色が濃いところがいわゆるアスペリティーと呼ばれるエリアとなっております。

続きまして、7 ページをごらんください。(4)照査用レベル 2 地震動でございます。左側が上下流方向、右側が鉛直方向で、上が加速度応答スペクトル、下が加速度の時刻歴となっております。

上下流方向、鉛直方向とも、ほとんどの周波数帯におきまして、黒の一番太い実線が下限スペクトル、あるいは国交省の距離減衰式よりも上回っているような結果となっております。最終的な時刻歴の波形ですけれども、左下、上下流方向におきましては、最大1,140ガル、鉛直方向ですと618ガルといった波がつくられて、これを用いて照査を行っております。

次の8ページですけれども、4番目の地震応答解析ですが、こちらの解析はダム基礎、ダム本体、貯水の連成解析で行っております。解析におきましては、常時満水位を対象といたしました等価線形解析で行っております。物性値につきましては、工事記録ですとか既往の技術論文、文献等を参考にいたしまして設定しております。

次の9ページに移っていただきたいのですが、地震応答解析の結果でございます。左側が上下流方向の最大加速度分布、右側が天端沈下が最大となる円弧すべりでございます。左側の加速度分布は、先ほどと同様、全加振時間内における最大値をプロットしておりますけれども、ダム基礎において約1,000ガルちょっとに対して、ダム天端においては4,000ガルを超えるような応答が示されております。

右側は天端沈下が最大となるすべり円弧なのでございますけれども、図に示されているような円弧のすべり線において、天端が一番沈下する結果となっております。予想されます天端の沈下量が1メートル37センチという結果になっておりますけれども、こちらのダム地点におきましては、常時満水位のエレベーションとダム天端のエレベーションの標高差、フリーボードが6メートルございますので、このフリーボードに対して沈下する量はまだ貯水機能として問題ないだろうということで評価しております。

10ページのところには、ダムの要求性能ですとか、フィルダムにおける耐震照査の項目について引用したものを記載しておりますので、ここは割愛させていただきます。

最後の照査結果ですけれども、こちらのダムについては、庄川断層帯を震源とする地震動に対して耐震性能を有していることを確認しております。

一番上ですけれども、先ほどご説明いたしましたように、沈下量がフリーボードに対して小さいということで、越流は生じないものと評価しております。

今回示しておりませんが、すべり線沿いに入ります浸透流に対してどうなのかということで、浸透破壊の検討も行っています。これは、日本大ダム会議のほうで出されておりますダム設計基準の中で示されている式を使っているのですけれども、これに対しても堤体材料が流出するような浸透破壊は生じないと考えておりまして、結論としては所定

の耐震性能を有していると評価させていただいております。

以上になります。

○横山座長 どうもありがとうございました。

それでは、最後の資料9でございます。東京電力さんからご説明をお願いいたします。

○説明者（東京電力） では、最後、東京電力からアースフィルダムについてご説明いたします。

1 ページ、このダムは逆川ダムというダムでございます、栃木県でございます。堤高が18メートル、それほど大きくありません。総貯水容量も9万2,000トンと、今まで7基説明した中では格段に小さいダムでございます。ただ、竣工が1912年、大正元年でして、技術基準以前につくられたものであるということと、前々回、第2回のワーキングでも藤沼ダムの話が出たかと思うのですが、技術基準に適合していなかったとはいえ、アースダムということで、破壊というか、破堤の事例がございましたので、今回、特に報告をすることにいたしております。

次のページへ行っていただいて、2 ページ目からなのですが、フィルダムにおける耐震性能照査における確認事項ということで、ほかのフィルダムも全く同じなので、詳細は割愛いたしますが、①として貯水機能の維持、②として修復可能な範囲にとどまることという大きな要求性能がある中で、①貯水機能の維持のぼちの1つ目、越流のおそれがないほどに沈下が小さいことというのは、ほかのフィルダムも全く一緒でございます。ただ、2点目、液状化による著しい強度低下が生じるおそれがない、あるいは生じても局所的なものにとどまることというのは、主にアースフィルダムに適用される基準ですので、今回はこの部分も含めて照査を行いました。

3 ページ、先ほどの説明と同じですので、ここは割愛させていただきます。

続きまして、4 ページ、5 ページ、先ほどと同様、4 ページで言葉で説明してありまして、5 ページで図で説明してあります。栃木県にありまして、近傍に関谷断層という断層がございます。先ほどと同様、直下型の地震も揺れを考慮してございまして、それでスペクトルを描かせますと、5 ページの右の図になります。他の会津盆地東縁だとか、西縁だとかというのもスペクトルの比較は行ったのですが、関谷断層とか直下に比べると格段に小さくなりましたので、この図からは割愛いたして、直下というのは本当に真下にある下限スペクトルを算出するときと同じ考えのものと関谷断層、赤いのが下限スペクトルでございます。この3つの比較にしております。

5 ページ目をみていただくと、固有周期が0.36秒のところ、若干なのですけれども、関谷断層、青字のほうが大きいものですから、基本的には関谷断層でこの報告資料を作成しております。ただ、実際には、この緑と青のどちらが堤体に影響するかというのは、このスペクトル図だけからの比較では私自身も全くわかりません。したがって、事実といたしましては、この両者の比較検討を行って、より影響が大きいほうを資料として載せているというストーリーになってございます。

その下、照査用地震動。先ほどと同様、位相特性がございませんので、位相特性を調べるために、関谷断層を震源とする地震でございますので、経験的グリーン関数の合成波で位相特性を設定しております。最大加速度が370ガルということでございます。

次の6 ページへ行っていただいて、これはフィルダムの流れでございます。モデルとしては平面ひずみで解けますので、二次元断面、堤体プラス岩盤ということで、あと、最大断面を対象としてございます。

あと、解析用物性値ということで、ここは一般的なことが書いてあるのですが、前々回も委員の方からご質問があったとおり、このダムは古いので、基本的には工事誌は残ってございません。したがって、そのままでは物性値を評価できませんので、L2照査を行う前に、堤体をボーリングいたしまして、基本的にはPS検層、堤体の中の特にVsの構造ですとか地質、どんな岩種が中に入っているかという物理的なものを調べると同時に、ボーリング、コア抜きしてございますので、不攪乱試料を採取いたしまして、それに基づきまして静的な強度試験、あとは動的な物性値、特に弾性係数ですとか液状化強度を求める試験を至近であえてやっております。

そのデータをもとに、減衰定数はフィルダムと一緒に、等価線形化法を行うとき一般に使われる双曲線モデルを用いまして、ひずみに応じた減衰定数を考慮可能なモデルとしてございます。

対象ダムということで、等価線形化法による動的解析を行った後に、その下、①、②がございしますが、先ほど来申しているとおり、通常の中央土質遮水壁のロックフィルダムですと、①の判定はほぼ省略できます。②のすべりを考慮した塑性変形解析だけになりますので、私の前にご説明いたしました四国電力さんだとか電源開発さんは②の部分の説明になってございます。ただ、くどいのですけれども、ここはアースダムですので、液状化判定という①番も必要になりますので、それもあわせて行っております。

7 ページは断面図なのですけれども、基本的には調査ボーリングに基づいて、このゾー

ニングを確認してございます。緑色の部分が凝灰角れき岩でして、 V_s が700メートル程度あるかなりかたい岩盤です。青いところが、 F_c が35%程度、 D_{50} が0.6ミリぐらいの割と細かい粘性土で、ほぼ均一でした。オレンジ色のところが、昔でするので、調査してわかったのですけれども、やはりコンクリートの芯壁。これは古いアースダムにはよくあることなのですけれども、コンクリートで芯壁をつくって、恐らく遮水性だと思うのですけれども、遮水機能を担保するためにつくられたものと思われます。あと、下流側、堤体内にピンク色の玉石混じり砂れきというところがありましたので、今回、液状化というキーワードからすると、ここが一番怪しそうだということでチェックを行っております。

次の8ページへ行っていただいて、まず、堤体の応答なのですけれども、基礎に先ほどの関谷断層のL2地震動を入力いたしますと、天端で823ガル、3倍弱の応答値が得られました。剪断ひずみがやはり生じます。その剪断ひずみを、解析で得られるそれぞれの要素内の剪断応力を使いまして、9ページ、その下に行ってください、液状化判定を行っております。 F_L 値による液状化判定ということで、これは特にダムに限ったものではございません。道路土工ですとか橋梁とかの部分でもよく使われるものでございます。

あえて今回剛性低下と呼ばせていただいているのですけれども、後からご説明しますが、砂で起こるような流動化を伴う液状化という現象は発生しません。それは室内試験で確認しました。ただし、やはり揺らすと、粘土でするので、こねるとどんどん柔らかくなるのと一緒に剛性低下を起こしますので、まずはその判定に使ったということでございます。

F_L 値は分母が力、分子が抵抗力の関数ですので、これが1を切ると抵抗力に力が勝ってしまうということで、下のコンター図をみていただければおわかりかと思うのですが、暖色系、オレンジ色のところが1を切る部分、先ほど申したとおり、下流の玉石混じり砂れき層と上流側の堤体の盛り土で、かつ浸潤線以下のところが対象となりました。

ですから、詳細検討が必要なのですけれども、黄色で書いてあります上のほう、まずは地下水位以深の緩い砂層で生じるような流動化を伴う液状化は発生しませんでした。これは何からわかるかという、室内の液状化試験で行っても、過剰間隙水圧比が上昇した、あるいは両振幅のひずみが5%を超えた時点でも、それ以降も適度といったら言い方が変なのですけれども、抵抗力をもっておりまして、ひずみの急増がみられておりません。そこから流動化を伴う液状化は発生しないと判断しております。

2つ目の、上流側堤体盛り土の一部及び下流側玉石混じり砂れき層にて剛性低下が発生するものの、遮水機能を受け持つ堤体主要部ではなく、局所的な範囲にとどまるというこ

とで評価させていただいております。

堤体主要部というのは、先ほど申しましたコンクリート芯壁を含む一番堤高の高いところということで書いているのですが、実際はこの結論に至る前に、やはり堤体内の剛性低下に伴うひずみの分布、あるいはそれに伴う沈下を評価しております。口頭で申し上げますと、下流の砂れき層ではやはり鉛直のひずみが5%程度生じますので、高さに掛けますと29センチ、約30センチの沈下が生じます。ただし、天端はそれに伴って沈下するのですけれども、約15センチということで、天端のところではとどまります。

このダムは、8ページの上の図をみていただければおわかりのとおり、ハイウオーターがかなり低くて、天端の高さからハイウオーターまでのフリーボードが5.13メートル、約5メートルございますので、先ほどの数十センチ単位の沈下量であれば特に越流は生じません。したがって、越流に対しては安全といえるかと思えます。

次のページへ行っていただいて、10ページ、11ページ。10ページのところは、先ほど来ロックフィルダムのところでご説明があったのと全く同じ渡辺・馬場法で計算したものでございますが、計算上、円弧すべりが発生するのがこの2つの円弧だけ。ほかにも中心と半径を変えて円弧をさまざまに設定しているのですが、ほかのものは1を切るものがございませでした。この2カ所だけなのですが、その2カ所とも十数秒の地震動の中でわずか1回。1回というのは0.01秒だけが安全率1を切るものでございまして、それに伴って、これは計算の誤差かもしれないのですが、それぞれ1ミリ、2ミリということで小さい値が出ておりますが、基本的には先ほどの5.13メートルを超えるような円弧すべりではございませんので、こちらにつきましても大丈夫という評価になっております。

最後、11ページ、まとめなのですけれども、L2地震動は関谷断層ということで、最大加速度が370ガル、応答は天端で最大となって823ガル。越流に対する照査結果という意味では、天端の最大沈下量はダムの余裕高に対して十分に小さい。円弧すべりでも、剛性低下でも十分に小さいことから、越流に対しては安全である。あと、浸透破壊に対する照査結果は、指針にのっとっているのですけれども、上流のダム水位以下を始点とする下流側すべりが発生しておりませんので、浸透破壊に対しては安全であるといえるかと思えます。

以上、東京電力のアースダムの報告でした。

○横山座長　それでは、議論をしていただく前に、資料10についてもご説明していただいたほうがいいと思いますので、資料10についても事務局からご説明をいただきたいと思えます。よろしく願います。

○山下補佐　それでは、資料10でございますが、ご説明させていただきます。水力発電設備の耐性を検討するに当たっての評価の視点及び残された論点の案でございます。

まず、0.でございますが、水力設備に関する検討項目は第2回のワーキングで検討する範囲について決めております。まず、原則として高さ15メートル以上の発電専用ダムについて、①レベル2地震動に対するダムの耐性、②洪水に対するダムの特性（特にフィルダム）、③ダム湛水池周辺地山の大規模地すべりに対するダムの耐性、あと、○といたしまして、水路等の水力設備の集中豪雨、地すべり等に対する対策のあり方というものを第2回ワーキングで検討範囲としております。

※でございますが、以下の項目については、第5回、次回でございますが、ワーキングで検討する予定でございます。

集中豪雨でございますが、事業者において最新のデータに基づく200年に1回発生する洪水量を検討中でありまして、その結果を踏まえ、現状のダムの洪水吐きの放流能力や貯水池の運用等に対応できるか確認する予定でございます。

あと、地すべりでございますが、既存のダムにおいて、現在、地山を監視中のダムがあることから、その確認方法、あるいは状態等を報告していただく予定でございます。また、水路等の水力設備の集中豪雨、地すべり等に対する対策のあり方についてご検討いただく予定でございます。

1. 評価の視点でございますが、本日のL2地震動につきましてですが、ダムの形式別、タイプ別に選定した代表的なダムについて、耐性評価の方法、プロセス、根拠、検討すべき震源、あるいは地震動等、結果は妥当であるか。耐性評価は、ダムの形式ごとの特性が反映されているか、またはそれが妥当であるかということがございます。

2. 残された論点でございます。これもL2地震動ですが、まず、高さ15メートル未満の発電専用ダムについては、L2照査の対象とするものの、条件を設定すべきではないかということです。2番目の○でございますが、本日のワーキングで確認したダム以外の水力発電専用ダムについて、ダム高、あるいは総貯水量等を考慮したダムのL2照査実施の優先順位の考え方、スケジュール等を設定することが必要ではないかということでございます。

1 ページめくっていただきますと、別添資料1というのがございます。これはダムのL2地震動に対する評価計画の案の段階でございます。上からダムのタイプ別の代表例ということで、きょうご報告いただいております8ダムでございます。次に、高さ100メー

ル以上または総貯水量 1 億立米以上。その次が高さ50メートル以上または総貯水量5,000万立米以上。済みません。今の高さ50メートル以上のラインのところですが、事務局の線の引き方が間違っておりまして、これは平成28年度末をめどにしたいと考えております。高さ15メートル以上または総貯水量5,000万立米以上のものということでございます。あと、高さ15メートル未満のダムにつきましては、注5に書いてございますが、それ以外のダムと注5のダムとで分けて検討したいと考えております。

その注釈でございますが、注1といたしまして、評価計画については評価の着手及び評価のとりまとめを予定したいと思っております。注2でございますが、南海トラフ巨大地震または首都直下地震による地震動の影響を受けるダムにあっては、この地震動が他の地震によるものよりも大きくなると考えられる場合、他のダムよりも優先してL2照査を行うべきではないかということでございます。注3でございますが、一旦機能を喪失した場合に人命に重大な影響を与える可能性のあるダムを選定するというところでございます。注4、評価には、静的解析評価や当該ダム近傍の類似ダムの解析結果によるみなし評価も含めたいと考えております。

注5でございますが、高さ15メートル未満のダムにあっては、以下のいずれかに該当するものと考えております。①として、貯水機能を有さないもの。②当該ダムの下流域において河川の護岸や堤防の高さがダムの堤高よりも高いもの。③で、ダム放水時に無害流量で河川を流下できるもの。④といたしまして、直下のダムにおいて当該ダムの放水を貯留できるもの。⑤といたしまして、当該ダムの下流域において人家等がなく、人的被害の生じるおそれがないものを注5としています。素案として考えているところでございます。

前の資料10の最初のページに戻っていただきまして、2.の2番目の○でございますが、「特に」のところでございますが、今の注釈の中でご説明いたしましたように、特に、南海トラフ巨大地震または首都直下地震による地震動の影響を受けるダムについては、この地震動による応答が他の地震によるものよりも大きくなると考えられる場合、L2照査を他のダムよりも優先して行うべきではないか（既にL2照査が終わっているダムにあっては南海トラフ巨大地震または首都直下地震による地震動の影響を受けるか確認し、この地震動による応答が既に行ったL2照査の地震動よりも大きいと判断される場合は、L2照査の再評価を優先して行う）というものでございます。

次の○でございますが、ダムの耐震性評価の高度化のために、事業者は主要なダムやL2照査における地震動の大きなダムへの地震計の設置を進めるべきではないかということ

でございます。これは添付資料2でございます。

2ページめくっていただきますと、添付資料2といたしまして、高さ15メートル以上の発電専用ダムにおける地震計の設置状況が書かれてございます。高さ15メートル以上の約330ダムのうち、高さ100メートル以上のダムでは全て地震計が設置され、50メートル以上のダムでは63%に設置されているという状況でございます。設置状況はその表のようになってございます。

最初の資料10の2ページ目に戻っていただきまして、一番下、最後の○でございますが、L2地震動により、万が一にもダムに損傷が生じた場合の対応、その場合のダム操作、あるいは河川管理者、下流域の縣市町村やダムとの連絡体制などをどうやってとっていくかということが課題であろうかと考えております。

以上でございます。

○横山座長　ありがとうございます。それでは、この資料10の評価の視点等に基づきまして、先ほどご説明いただきました資料2から資料9につきまして、皆様、ご評価をいただきたいと思っております。それでは、どうぞよろしくお願ひしたいと思っております。――では、大町委員からお願いいたします。

○大町委員　最後にご説明いただいた論点案の1に、耐性評価の方法、プロセス、根拠、結果は妥当であるかという項目がございますので、これについてちょっと意見を申し上げますが、きょうご説明いただいた内容、あるいは配っていただいた資料は最低限のことであるというお話でしたけれども、最低限でもこの論点に、私にはわからない部分が多くて、解析条件と結果が示されただけで、その途中は全然みえないところがあるので、中にはかなりよく説明していただいている資料もあるのですが、そこらはここでどうするか少しご議論いただいたほうがよろしい。資料は持って帰らなくても結構なのですけれども、一応ここでは内容、前提条件と解析のプロセスと結果と結論がわかるようなお話をさせていただいたらありがたいと思っておりますので、一言申し上げました。

○渡邊電力安全課長　可能な限り、時間の許す限り、ここで個別に8つご報告いただいたわけですが、この視点から確認をいただければと思っておりますけれども、確かに8つございまして、全部もう一度となりますと、非常に時間もかかりというようなことかと思っております。ただ、せっかく各委員、水力のワーキングのときには参加していただいている委員もおられますので、この場で可能な限りは、特にここは知りたいというところを問うていただくとともに、委員からいただいた話につきましては、我々事務局としても、さらに

こういう資料が必要だというようなものについては、各事業者に求めたいと思っております。

ただ、その扱いにつきましては事業者としていろいろな判断が多分あるかと思っておりますので、オープンにできるものできないものがあるかと思っておりますが、少なくともここにいていただいております委員の皆様方が判断できるものは何らかの形で渡るような形、あるいは次回、5月14日を予定しておりますので、その場でさらにプレゼンなりをし、確認するというような段取りにしたいと思っております。

したがいまして、大変恐縮でございますが、きょうこの場ではまさにそういう委員からのコメントのような形でも結構でございますので、いっていただき、事務局としてしっかりとそのエビデンス、根拠等々を求めて最終的にご判断いただくというようにしたいと思っております。

○横山座長　　ということですので、また次回もし必要であれば、資料なりご説明なりをしていただくことも可能でございますので、ぜひこの場で全部出しておいていただければと思います。

では、山崎委員、お願いいたします。

○山崎委員　　大町先生とほぼ近い意見なのですがけれども、多分皆さん、資料及び議事録を全部ホームページに公開するという原則なので、ダム固有の固有名詞は発言では入っていませんけれども、どこのどのダムかもよくわからないし、手法も詳細なところは全然記述されていませんので、これで大丈夫かどうか判断しろといわれると、正直行ってできません。

1つのご提案は、本当にやられる気でしたら、公開する資料と非公開資料を分けて、できたら発言も全部議事録に残すのではなくて、要約を残す形だともっと実質的な議論ができるのですが、あくまでも全て公開したいということでしたら、このような形にならざるを得ないし、かつ細かい議論をしても、この8つのダムでも違う表現をされていますので、ここはどうなのかという質問はあることはあるのですが、そういう方向で一応議論というか質問をすることはできますけれども、それでよろしいですかということです。

○渡邊電力安全課長　　前段の委員のコメントにつきましては、大町委員からのコメントと同様に、今後の運営を考えていきたいと思っておりますけれども、資料をメインテーブルのところでみていただくというもの、さらに公開のものと分けるというのはあるのかなと思っております。

ただ、性質としても基本的にはこれはやはりオープンでやるものだろうと思っております。

す。これはなかなか出せないものだと我々が判断すれば、それは非公開という取り扱いもあるかと思っておりますが、今この瞬間、そういう非公開の場を設けてやるということではないのではないかなと思っております。

資料の扱いは、先ほどお答えしましたように委員にお送りするなりして、事前にみていただいて、それは委員限りですというような話は当然あるのかなと思っております。また、各社におかれても、どこまで出してどういう影響があるのだらうと、手探りのところもきょうはあったのかなという感じがしております、その辺もう一度いろいろとコミュニケーションを図りたいなと思っております。

この場におきましては、せっかくいただいたお時間でございますので、特にそれぞれのダム形式、大きくは3つで、やり方を出していただいておりますので、実際にどういう具合に評価をしたかというところに関して、ぜひ質問なりいただければ、実は各社もかなりいろいろなものを多分準備されているのではないかと私は想像しておりますので、聞いていただければいかがかなと思っております。

判断できないということでは、我々も判断していただくのが役割ですので、どこまでこういうものがあれば判断できるかということは、大町委員からのコメントと同じように、きっちりと対応させていただきたいと思っております。

○横山座長 ありがとうございます。ただいまのご説明に関しまして専門家の皆さんから何かありましたらお願いしたいと思います。藤原委員からお願いいたします。

○藤原委員 個別の細かなパラメーター設定の妥当性についての議論というよりは、まずここで選択されている方法論について少しコメントといたしますか、ご質問させていただきたいのですけれども、地震動の策定のところで、距離減衰式、いわゆる経験式を用いるものと、あとは半経験的な手法を用いているサイト、幾つかグループわけができるような感じで、それぞれ我々はこのやり方というような形でいいかどうかということ。

あと、これもちょっと細くなるのですけれども、距離減衰式を用いる場合に、東電さんは平均プラスシグマの余裕をみた地震動の設定をされているのですけれども、一方で、これは私の見落とししかもわからない。電源開発さんの資料だと、これはシグマという文字がみえないのですけれども、こういった手法の中での相互の違いみたいなものが全体として整合性がとれているのかどうか、そのあたりは少し相互にみてチェックされるかどうか決めるというか、そこをどう考えるかということが少し気になりました。

以上です。

○横山座長　　ありがとうございました。今の手法の違いの中での整合性につきまして、何か皆さんからご意見がありましたらお願いしたいと思います。それでは、野沢委員からお願いいたします。

○野沢委員　　経験式と半経験式という部分では、私ども東京電力の場合ですと、要は観測データがあればグリーン関数法でやりたいのですけれども、それが無い場合にはやむを得ず経験式を使う。位置づけとしては経験式のほうが下だとみておりますけれども、残念ながら、データがなければそれしか方法がないということでやる。多分、他社さんも同じ考え、精度的には多分、グリーン関数のほうが良いと考えております。

それから、1シグマを使うという部分は、私、多分、電発さんも1シグマを考えられている。ちょっとそれはわかりませんが、各社さん1シグマの余裕は経験式の場合はみられているのではないかなど。電発さん、いかがですか。

○横山座長　　電発さんから何か。それでは、電発さんからコメントをいただければと思います。

○説明者（電源開発）　　電源開発でございます。ご質問がありましたけれども、資料が詳しく書いていなくて、弊社でもダムの距離減衰式を用いた場合にはプラス1シグマを用いたスペクトルを描かせております。大変申しわけございません。

あと、経験的か半経験的かの話なのですけれども、今ご意見がありましたとおり、記録があるかないかは非常に大きくなっております。国交省の指針案の中でみますと、まず第一歩のとりかかりは経験的手法になりますけれども、より詳細な情報がある場合は、アドバンストな方法として半経験的手法も推奨されるというような位置づけになっておりますので、今回、私どもで紹介させていただいたものに関しては、ダムの地震計が設置されて、また、その手法に適した記録がとれていたものですから、使わせていただいたという次第でございます。

○横山座長　　藤原委員、よろしゅうございましょうか。何かございますか。

○藤原委員　　わかりました。

○横山座長　　ほかに基本的なことではいかがでしょうか。この進め方等につきまして。

○藤原委員　　もう1点。

○横山座長　　藤原委員、お願いします。

○藤原委員　　今度は少し観点が違うのですけれども、今回の資料1の3ページを拝見いたしますと、きょう資料を提出していただいている8つに対して、選定の概要として南海

トラフ影響地域という形になっているものがありまして、その中で、中部電力さんの資料では、南海トラフの影響で特に東海地震の震源域に近いものについては、中央防災会議の結果とかを使われて、そういった海溝型の地震についても考えられている。ここの3ページの資料でそもそも南海トラフ巨大地震及び首都直下地震を除きという形で、除いているということと選定概要がちょっと矛盾している感じがしたのですけれども、四国電力さんの資料では、山の中で地震動のレベルが下がって、結果としては直下に震源不特定の地震を置いた地震のほうがレベルが大きくて、それで評価されているという感じになっていると思うのですが、いずれはこれは南海トラフの地震とか大き目の地震を想定したものも今後評価されて、そういったものを総合的に最終的にみていくという理解でよろしいでしょうか。

○渡邊電力安全課長 最後のご質問のところはそういうことでございます。ただ、済みません、これは事務局の書き方がやや雑だったと反省しておりますが、柱書きにございますように、南海トラフ巨大地震を除きと書いておりまして、南海トラフの巨大地震、例の3連動にさらにというもの、科学的に最大限考えましようというって昨年3月に中央防災会議が被害想定を出したものについては各社やられていないところでございます。それ以前に出ておりました東海であるとか南海、3連動までの話については各社やられているところはやられていて、今回、中部電力さんとかがその1つを取り上げられたということでございました。ただ、今後やっていただきたいと思っております南海トラフの巨大地震がもしL2を与えるということであれば、それでもう一度照査をやっていただきたいなということでございます。

○藤原委員 わかりました。

○横山座長 ほかにいかがでしょうか。角委員からお願いいたします。

○角委員 角でございますが、きょうのご説明は、ダムの形式ごとに基本的にダムの本体、堤体に対する安全性というところでまとめられていると思うのですが、発電ダムの場合に、私の理解としては洪水吐きのタッパがかなり高く、ダムの堤体よりも場合によってはゲート部といいますか、ピア部が高いという構造形式のものがかなり一般的にあると理解しますが、そのような貯水高と洪水吐きなりの構造体との関係から、堤体の安全性だけではなくて、そういうハイピアの部分に対するL2のときの考え方について、必ずしもここでは明確にみえなかったような気がするのですが、そのあたりについてはどういうまとめをされる予定でしょうか。

○川原電力安全分析官　　まず、堤体本体についてのL2照査を確認して、その後、洪水吐きゲートのピア部とか扉体についてもL2照査をする予定でございます。

以上でございます。

○角委員　　ダム形式によってその部分が、最終的に損傷を受けたときの堤体の安全性、それから構造物全体の安全性で下流に対して水がこぼれないかどうかというところが最終的なリスクの評価だと思いますので、その点についてしっかりやっていただく必要があるのではないかと考えます。

○川原電力安全分析官　　わかりました。

○横山座長　　ありがとうございました。それでは、ほかに何かご意見ございましょうか。山崎委員からお願いいたします。

○山崎委員　　最後にご説明いただいた資料10に関してなのですが、一部ちょっと書かれているかと思いますが、地すべりというものです。既存のダムにおいて、現在、地山を監視中のダムがあることから、その確認方法、状態等を報告。これは主にL2地震動によるダム堤体の安定性を議論していると思うのですが、フィルダムを除くと、慣性力でダムが壊れるパターンというのは通常では非常に起こりにくいかなと思うのですが、周辺の地山が大きく崩壊して、それが貯水池に落ちて津波が起きるとかそういうパターンのほうが越流の危険性としては高いのかなと思うのですが、そういう周辺地山の安定性というのは少し検討される。ここでやるかは別。個々のダムでやっているという話も聞きますけれども、どういう状況なのでしょう。

○渡邊電力安全課長　　どこまでこのワーキングで検討できるかまだちょっとみえない部分もございしますが、委員のご質問に関しては、地すべりのところは第5回で検討しようと思っておりますので、それに向けて準備を考えていきたいと思っております。地山を監視中のダムが今現在、既存のダムであるということございまして、そういった現状を踏まえながら、各社において、委員のそういうご質問のようなところまで把握しているかどうかも含めて考えていきたいと思っております。地すべりについては検討の対象にしたい。どこまで深められるかは別にして、ちゃんと考えたいと思っております。

○川原電力安全分析官　　それで、貯水池に地すべりが入り込んで段波を起こすかどうかということにつきましては、現在、当方において、大規模な地すべりが発生する地山をどうやって特定するかというために、レーザー測量の結果とか空中写真判読とか、そういったデータをもとに、どのように判読するかマニュアル化を進めているところでございます。

そのマニュアルを作成して実証した後、各事業者さんにおいて貯水池周りの地すべりの発生の可能性を検討していただきたいと思っています。その際には、地震とか豪雨とかを勘案して、地すべりの可能性があるかどうかを検討していってもらう予定としております。

以上でございます。

○横山座長 よろしいでしょうか。――では、山田委員からお願いいたします。

○山田委員 位相スペクトルに利用するとき、皆さん一庫ダムの観測記録を使っているのですけれども、どうしてこの一庫ダムの波形を使っているのでしょうか。途中で切れていたり、継続時間も短くて、余り良い波形とは思えないのです。

○横山座長 事業者さんからお答えいただけますでしょうか。資料何番のどこでしょうか。

○山田委員 多くの事業者の方が距離減衰式スペクトルから計算する時に一庫ダムの観測波形を位相スペクトルに利用していたと思うのですけれども例えば資料6がそうです。何社かあったかと思います。

○横山座長 資料6は関西電力さんですか。

○説明者（関西電力） 関西電力でございます。位相特性として一庫ダムの観測波形を用いた理由といたしましては、まず、直下型地震がダムにおいて観測された地震記録の波形であるということと、国交省の指針案の参考資料でございます国総研資料の中にも、一般的に代表的な観測波形としてこういう波形があるので、それを用いて位相特性を考慮するということが参考に書かれてございましたので、一庫ダムなどを使っていると認識しております。

○山田委員 でも、多くのダムには、地震計が設置されているので、記録はもっとたくさんありますよね。荒砥沢ダムでもとれていますし。昔はそうだったかもしれないのですけれども、今もっと質のよい記録がたくさんあって、あえてこういう質の悪い記録を使う必要はないかと思うのです。

○説明者（関西電力） 質が悪いかどうかというのはちょっとあれなのですが、直下型地震の中でも、マグニチュードも下限スペクトルに適合するようなマグニチュード7クラスの地震が観測された一例ということで使うようになったということだと思っております。

○横山座長 今後もし、先ほどの話にありました巨大型の東南海トラフとか直下型をやられるときには、また検討していただくということでしょうか。

○野沢委員 関西さんももうちょっと歯切れよくいっていただいたらよかったのだけれども、要は地震波形を選ぶとき、距離減衰式に位相特性を入れるときの考え方として、まずは、例えば海溝型なのか内陸型なのか、直下型なのか遠いところの地震なのか、それプラスマグニチュードが似た地震を選ぶというのが本物により近い発想になるということで、この場合、多分関西さんは、何ダムだったか忘れましたが、このダムの検討をするのに直下型の地震を選ばないと合わない。それで、マグニチュードの一番似ているものを選んできたら一庫ダムだった。その波形も国交省さんが出していて、後ろのほうは途切れていますが、それほど影響がないということで国交省さんも出されている。私、そのところは知らないのですけれども、一番似た波形だったから選ばれたということだと思いますので、選定基準がそれほど間違っていることはないと思うのですが、いかがですか。そんなことだと思ったのです。

○山田委員 切れているのは影響があるないということについては、波形を作る時にフーリエ変換とかいろいろな処理をされているわけですね。そういうときに例えば、資料4の6ページで作られた波形を見ていただくと、一庫波の位相を利用されていて、後ろのほうに振幅がしみ出しているのではないですか。多分、途中で切れている波形とかを使うことにより、フーリエ変換の処理がうまくできていないから、こういうことになっているのではないかと思うのです。資料4の6ページでは、後ろの方で急にまた波形が大きくなっているのがわかると思うのです。本当は継続時間10秒ぐらいの波形を40秒まで延ばして使っているのです、こういうことになっているのではないか。この処理が具体的にどうなっているかはまた電源開発さんに聞かないとわからないですけれども、こういうことが起こり得るし、途中で切れた波形を使うのはいろいろハンドリングが難しいからやめたほうがいいのではないかと思ったのです。

○野沢委員 先ほどもいいましたけれども、スペクトルを出す時点で、統計的手法で1シグマぐらいみていまして、それがどのぐらいの影響かという、昔やった中でいくと、我々東京電力でやっている直下型の6.5クラスのものでいくと、1シグマを考えた6.5と、平均値で出した7.3というマグニチュードは大体同じ大きさ。要はマグニチュード0.8ぐらい余裕をみてやっているのです、波形の最後の微少なところが影響ないとはいいませんけれども、大きく影響するかというと、それは余り影響しない。全く影響しないとはいいませんけれども、1シグマ考えている中の誤差の範囲で吸収できるのではないかという観点も多少あって、マグニチュードと震央距離、それから内陸性か海洋性かというところになる

べく似たほうをとっているというのが現状です。

もちろんそれだけではなくて、最近ではグリーン関数みたいな方法が出てきますので、同じ断層で小さな地震がとれていればそっちを使うというのは原則なのですが、地震波はとれても、例えば何とか断層といったときに、中央構造線の断層といったときに、その断層でとれた地震波でなければグリーン関数も使えませんので、いっぱいあっても、その地点でこの地震というのがなかなか観測できていないというのが現状です。

ですから、こういうちょっといいかげんにみえる部分もあるかもしれませんが、そんな波形でやっているというのが現状でございまして、もちろんそれでいいということではないということだけのご理解いただければ。

○横山座長 では、井口委員からお願いいたします。

○井口委員 私、地震波に関しては全く素人で、発言するつもりはなかったのですが、今そういう議論が出たので、ついでに関連で、山田さんがいわれたように、せっかく荒砥沢でとれたとか、あと、藤沼は多分とれていないと思うのですが、非常に長い震動であったので。それから、私はどっちかというと土というかフィルダムが非常に気になるので、加速度だとか位相以外に、素人の考えですが、継続時間みたいなものがフィルダムとかはきいてくるのではないかという気がしているので、そのような効果みたいなものはどうなのですか。私は地震波に関しては全く素人なので、どれを使うかというのはわからないのです。

例えば継続時間が長かったら液状化したみたいな議論もありますけれども、そういう土の破壊とか何かに関しては、やはり揺れているときの水の浸潤度の問題とかがあると思いますので、そういう継続時間なども含めてどういう地震を扱うかみたいな議論はされているのかどうか、これも全く素人の質問で申しわけないのですが、そういったものはもしお答えいただければ。

○横山座長 では、野沢委員からお願いいたします。

○野沢委員 一応今はダムの揺れに関してやっているものですから、ダムの固有周期を求めて、その固有周期帯にとって一番厳しい地震を選んでいきます。その選んだ地震が例えば海洋型が一番厳しいとなれば、海洋型の例えば東日本大震災の波形を使いますが、それが内陸型の地震であった場合には、東日本では大きな波形が例えば荒砥沢で観測されていたとしても、それではなくて違うところの地震をもってきて、なるべく似たタイプの地震を使う。もっといえば、グリーン関数法みたいに直接その断層で、その断層とい

うのは相手にしている断層で起こった地震、当然小さい地震ですけれども、それを合成して使うというやり方になります。

ですから、ダムで液状化が本当に心配だということになれば液状化のところをやらなければいけないのかもしれないのですけれども、今はそうではなくて、ダムが一番揺れるところでダムがすべらないかというようなことをやっている。ですから、フィルダムで液状化判定しなければいけないというのは、多分アースダムだけだと思うのですけれども、そういうところでは継続時間が長い波形とかでチェックしてみる必要が今後あるのかどうか、検討してみないとわからないのですが、山ですので、直感的にはそういう地震はかなり小さいということで、今のところはやられていないのではないかなと思いますが、海溝型ですごく大きな地震が来たときに海の近くにあるダムがあれば検討する必要があるのかもしれない。

○川原電力安全分析官 事務局からですけれども、南海トラフの巨大地震とか海溝型地震が照査用の地震動となる場合には、そういった継続時間などについても留意して照査を進めるよう、今後指導していきたいと思います。

○横山座長 井口委員、何かございましょうか。

○井口委員 ちょっと素人の考えですが、今だと一番強いというか、一番加速度が大きいところを固有周期のところで見ているけれども、アースダムですが、たとえ弱い地震でも継続時間が長ければよりダメージが大きいということがあるかどうか、私もその辺は全く素人なので、あるのであればそういった検討も必要ではないかな。もし教えていただければと思ったので質問させていただきました。

○横山座長 ありがとうございます。大町委員からお願いいたします。

○大町委員 私の知っている限りでは、国交省の指針が出ましたのは2000年をちょっと過ぎたころです。それまではダムで観測された直下の地震動というのはなかなかなかったので、一庫ダムのようなものしかなかったのです。ただ、最近はいろいろ被害地震が多くて記録がたくさんとれていますので、日本大ダム会議というところでは、電力会社の御協力もいただいて、昨年度までの最新のデータを集めて、今、データベースをつくっておりますので、また少し状況が変わると思いますけれども、そうなれば、それは今年度、ことしじゅうにできる予定ですので、そういう情報を1つ差し上げたいと思います。

それで、確認させていただきたいのですけれども、照査用地震動というのは各地点で1つに決めることもないと思うのです。いろいろな特性の地震動があってよろしい。継続時

間の長い地震動とかスパイクスのような地震動であるとか、それぞれ構造物の特性によってそういうものを選べばよろしいので、1つに選ぼうとすると、先ほどどこかにありましたけれども、非越流部ではこの地震、越流部ではこの地震とって、同じ地震なのに越流断面と非越流断面で違う地震動を考えるというのは何か納得しづらい、説明を聞きにくいところなので、基本的には1つに限らなくていいのだ、もっと自由にお考えいただいたほうがいいのではないかと感じました。

○横山座長　　ありがとうございました。何かございましょうか。佃委員からお願いいたします。

○佃委員　　確認なのですけれども、各社基本的には平成17年の国交省の指針案に基づいて作業を進めますよという説明がありましたきょうはそのプロセスの確認であれば、それを基本的にはよしとするのかどうかを決めるのだと思っています。

あと、例えば資料7の5ページと資料6の3ページで、策定方法とか作成のプロセスについて、プロセス的には順番に、シリアルに作業されるのか、同じように波形をそれぞれ比べながらやられるのか、実際には大体同時にやられるのではないかと想像しますけれども、その辺のプロセスと、後段でいろいろな心配することをどうチェックしていくのかとか、何かそのようなフローみたいなものを共通認識でもたせていただければいいのかなと思っています。

○横山座長　　ありがとうございます。資料10に評価の視点がありますが、本日やっただきたかったことは、耐性評価の方法、プロセス、根拠、検討すべき震源等、結果は妥当であるか、ですけれども、先ほどからいろいろご意見をいただいて、データが全部出ていないということで、委員の方々は、きょう結果について触れられることはちょっと難しいかなというような気はしておりますが、佃委員がおっしゃいましたように、方法、プロセス、根拠等でぜひご意見をいただいて評価していただき、データがもし結果の評価に必要であれば事務局さんとも考えさせていただいて、委員の方にどのようにご説明すべきかというのをまた検討させていただきたいと今思っているところなのですが、いかがでしょうか。それがダム形式ごとの特性を反映した方法、プロセス、根拠、検討すべき震源、今、大町委員から、1つに限らなくてもいろいろなものでいいのではないかというお話がありましたけれども、いかがでしょうか。藤原委員から。

○藤原委員　　地震動については海溝型の地震と直下の地震で性質が違うということで、場合によっては複数検討すべきであるということは私も賛成です。例えばきょうの資料で

すと、四国電力さんですと、巨大な南海トラフ地震の場合どうなるのかとかぜひ追加されたいのではないかと思います。

もう1つ、地震動の評価ということでは、基本的にここで示されている方向性の地震動評価はもう既にいろいろ実績もあって、妥当なものだと考えているのですけれども、きょうの資料の中で、資料8、電源開発さんの御母衣ダムのものなのですが、これは本当に厳しいサイトで、横ずれの断層がダムのほぼ直近を通っているようなところになっている。今、地震動の予測の技術もまだまだ限界があって、断層震源の直近の地震動レベルが従来評価されていた方法で本当に大丈夫なのかどうかというのはまだまだ記録も不足している、科学的にもわからない部分があるということで、こういった非常に厳しいサイトは特出しするか何かして、一応従来型の評価をやった上で、念のため丁寧な評価を上乗せするとかそういうことがあってもいいのではないかと思います。

○横山座長 ありがとうございます。野沢委員、お願いします。

○野沢委員 地震動を内陸型と海溝型で両方やるというお話ですけれども、ダムの固有周期を出して、そのスペクトルで一番厳しいものを出していますので、それに対して海溝型の波形を入れようが、内陸型の波形を入れようが、大きな差は出てこないと思いますので、本当にぎりぎりのときにそれでいいのかといたら、やはりもっとやるべきなのかもしれませんけれども……

○藤原委員 全部一律ではなくて、そこは適宜ご判断いただくことが大切。一律どうせいというわけではなくて、本当にぎりぎりのところで、ちょっとした違いでこちらだけがとられているとかというところは念のためということです。

○野沢委員 わかりました。

○横山座長 山田委員、お願いします。

○山田委員 今のご質問に関連するのですけれども、継続時間というのはやはり影響があるかと思うのです。継続時間が長いものと短いものというので、先ほど井口委員もおっしゃられたように、液状化に対する特性が違うので、必ずしもスペクトルが一緒だから応答は一緒だというわけではないかと思います。

○横山座長 はい。

○野沢委員 それはおっしゃるとおりですけれども、継続時間が長いものは自動的にマグニチュードの大きいものとなってきますので、それは個別に十分判断できると思いますので、そういうことはやるべきだと思います。

○横山座長　　ほかにかがでしょうか。早田さんからお願いいたします。

○早田オブザーバー　　ご説明した個別の話ではなくて、資料10で残された論点というところでの認識の共有化を少し図りたいと思って、1点だけでございます。

特に2の2つ目の○のところで、今後、南海トラフ巨大地震とかも含めた評価をどうするかというところでございます。本日、事業者がやっている個別の評価のうち、代表的なものについてはご説明させていただいたわけでございますけれども、各社、リスク管理を踏まえまして、それぞれのダムに応じて照査を進めているところでございます。今やっている取り組みと、さっき藤原委員からもお話がありました今後の南海トラフ巨大地震の情報が出てきたときにどちらを優先するかということなのですけれども、これについては、やはり各社それぞれ今リスク管理をもってやっていますので、そこは場合によっては事業者の判断にお任せいただきたいというのが1つと、特に南海トラフ巨大地震の評価をどうするかということにつきましては、国交省様、関係省庁とか、自治体様などと連携して、河川全体のリスクとして評価していかないといけないのではないかと考えてございまして、提示していただいたスケジュールは目標としてやらせていただくことについては特に大きな異論はないのですが、連携状況に応じては少し前後することもあるということをご理解いただければと思うところでございます。

以上でございます。

○横山座長　　いかがでしょうか。

○渡邊電力安全課長　　それぞれの事情に応じてということだろうと思っております。条件が全て同じであれば、南海トラフ巨大地震なりというのが出て影響を与えるというのであれば、当然それは優先していただきたいということでございますが、地元の状況によってはこちらを先に評価しないといけないというようなことは多分あるのだろうと思っておりますので、そこまでこれは排除しているということではございません。

○横山座長　　野沢委員からお願いいたします。

○野沢委員　　もう1つこの論点のところで、ダムの評価の高度化のために地震計をもっと入れたらいいのではないかというお話が残された課題ということでありましたけれども、地震計については、事務局側でご用意いただいたものにもありますが、背の高いダムにはほとんど100%入っていますし、中くらいのダムにも6割以上入っているということで、もちろん事業者としてここはちょっと危ないダムだとかそういうのがあれば、当然個別で既に入れておりますが、そういうものがないダムにどんどん入れていくというのがなかなか

か効率の面で余り、各事業者の個別の判断を少し入れさせていただきたいと思うのですが、いかがでしょうか。

○渡邊電力安全課長 資料10の2ページ目のところでも、主要なダムやL2照査における地震動の大きなダムへのということでございますので、そういった観点で、全てにということではないと理解しております。

○横山座長 村上さん。

○村上産業保安担当審議官 今答えましたが、補足でございます。先ほどからちょっと地震波の波形の質の良い、質の悪いという話もございましたけれども、やはりたくさんダムで地震があるたびにきちんととれているということがあれば、良いものを集められるわけですから、そういう取り組みをしないというのはやはりちょっともったいないなということで、極力多くのダムにつけていただきたいなという思いでつけている資料でございます。

○横山座長 ありがとうございます。大町委員、お願いいたします。

○大町委員 この間の東北地震のときもそうですけれども、電力のダムでは特に遠隔地にあるダムが少なくなくて、そういうところは無人なのです。無人で、遠隔地で、真冬で雪が多いときにはアクセスが非常に難しい。ですから、そういうところをどうするかというのもこのワーキンググループの仕事の1つの項目ではなかろうかと思っておりますけれども、そのときにもし地震計があればどのくらい揺れているかというのはわかる。

それから、地震計を据えてあっても、多くかどうかはわかりませんが、十分活用されていないところがどうもあるようなので、設置とともに地震記録を十分活用することも書いていただくとよろしいかと思っております。ありがとうございました。

○横山座長 ありがとうございます。山田委員、お願いいたします。

○山田委員 大町委員と同じ意見ですけれども、地震計があれば地震直後にダムに被害が生じたかどうかという情報を解析することができるので、そういったことは電力さんにとっても非常に大きなメリットになると思います。

○横山座長 ありがとうございます。いかがでしょうか。はい。

○村上産業保安担当審議官 私から質問させていただきたいところがありまして、各社さんの資料をみますと、ダムのコンクリートの物性値について、建設時段階の数字を使っている人と、建設時段階ではなく、その後、換算式を入れて、現在の劣化状況まで加味したものを入れている方と、当然、現在のボーリングか何かで調べられた方とばらついてい

るように思うのですが、やはりこういう評価をする以上はなるべく最新の状況に即したものを使ったほうが良いと思うので、その辺は統一しなくていいのでしょうかとちょっと気になったところがありました。

○横山座長　いかがでしょうか。今のご質問に対しまして何か電力さんのほうからコメントはございますでしょうか。――後でまた、まとめて次回にでもお答えをいただければと思います。

それでは、ちょっと時間オーバーいたしましたけれども、本日いろいろご意見をいただきまして、なかなか各社さんの評価の結果がどうかというところまでは、皆さんとても難しいということで、これにつきましてはまた事務局とご相談させていただきまして、どのように対応するかというのは再度考えさせていただきたいと思います。

とりあえず評価の方法、プロセス、それから根拠、検討すべき震源等にはいろいろご意見をいただきました。方法、プロセスについてはほぼこういう形でいいのではないかと、私自身が素人なものですから、皆さんのご意見を聞いていて、それについては皆さん特にご意見はなかったのかなというような気がいたしました。

ということで、きょうは皆さんにお集まりいただきまして、いろいろご意見をいただきましてありがとうございます。今後についてはまた事務局と相談して詰めさせていただきたいと思います。

とりあえず次回は、先ほど資料10でありましたような件についてまたご議論いただく。それから、もしありましたら事務局さんのほうで考えていただくということでございます。

それでは、事務局さんから連絡事項をお願いいたします。

○渡邊電力安全課長　本日は大変ありがとうございました。さまざまご意見をいただきましたので、それを踏まえ、また、大町委員、山崎委員からいただきました全体の評価に向けて、座長からコメントがございましたけれども、資料等々、事業者にも求めるものは求めさせていただいて、きっちりとこのワーキングで評価をするように進めていきたいと思っております。そういう意味では、全部8つについて一括してご説明いただくなり、ちょっと事務局の運営のまずいところもあったと非常に反省しております。大変申しわけございませんでした。

次回でございますけれども、第5回ということで5月14日13時～15時でございます。場所は別館の312会議室ということでございます。またその後のスケジュールでございますが、第6回を6月3日に予定しております。審議内容等々につきましては、第5回を踏ま

えてまたご連絡させていただければと思っております。

また、きょうの議事録でございますが、後日、経産省のホームページに掲載させていただきます。大変どうもありがとうございました。

○横山座長　以上をもちまして、終わりとします。どうもありがとうございました。

——了——