

静岡県防災・原子力学会議
原子力分科会、地震・火山対策分科会 合同分科会 会議録

平成26年8月6日(水)
静岡県庁別館5階危機管理センター東側

午後3時00分開会

○司会 定刻となりましたので、ただいまから静岡県防災・原子力学会議原子力分科会、地震・火山対策分科会合同分科会を開催いたします。

私は、本日の司会を担当します、静岡県危機管理部原子力安全対策課長の杉浦と申します。よろしくお願いいたします。

本日は、防災・原子力学会議、松井孝典会長にご出席をいただいております。松井会長よりご挨拶をいただきます。

○松井防災・原子力学会議会長 静岡県防災・原子力学会議原子力分科会、地震・火山対策分科会合同分科会の開催に当たり、一言ご挨拶を申し上げます。

両分科会の委員の皆様方には、大変お忙しい中、本日の会議にご出席いただき、当会議の会長として感謝いたします。

浜岡原子力発電所の安全性については、防災・原子力学会議の重要案件の1つと考えており、各分科会でご審議をいただいているところです。4号機の申請内容など、安全対策についての協議は、4月に開催された原子力分科会をスタートとして、関係する分科会を適宜開催していく予定です。委員の皆様には、それぞれのご専門の立場から、活発にご議論いただき、実りある会議となりますよう、ご期待しております。

以上、簡単ではありますが、私の挨拶といたします。

○司会 ありがとうございます。

続きまして、山本原子力分科会会長からご挨拶をいただきます。

○山本分科会会長 合同分科会の開催に当たりまして、私からも一言ご挨拶を申し上げます。

松井会長を初め、委員の皆様方には、大変お忙しい中、本日の会議にご出席いただき、感謝しております。

浜岡原子力発電所につきましては、中部電力が今年2月に4号機の申請基準への適合

性確認審査を申請いたしました。現在、原子力規制委員会におきまして審査が行なわれているところであり、本日までに4回の審査会合が開催されております。

本日の議題は、浜岡原子力発電所4号機に係る地震・火山対策についてでありまして、基準地震動の策定、火山影響評価など、公開の場で中部電力からご説明をいただきます。委員の皆様方には、それぞれのご専門の立場から、忌憚のないご意見をお願いいたします。

以上、簡単ではありますが、私の挨拶といたします。

○司会 ありがとうございます。

続きまして、本日のご出席の皆様ですが、お手元の名簿と座席表のとおりでございます。ご紹介は割愛させていただきます。

まず、議事に入る前に、浜岡原子力発電所4号機の新規制基準適合性確認審査申請についての、静岡県防災・原子力学術会議各分科会の開催予定を事務局から説明いたします。

○原子力安全対策課（石井） 原子力安全対策課、石井と申します。よろしく申し上げます。

画面のほうをごらんいただきながらお聞きください。

浜岡原子力発電所4号機に係る静岡県防災・原子力学術会議の各分科会の開催予定でございます。平成26年2月14日に、中部電力は浜岡原子力発電所4号機について、原子力規制委員会に、新規制基準適合性確認審査を申請しました。この申請内容等についてご協議いただくため、この学術会議の各分科会を開催しております。

4月15日には原子力分科会を開催し、中部電力から4号機の適合性審査申請の概要や、原子力規制委員会の審査会合で示された主要な論点についてご説明いただき、質疑応答を行なっています。

本日の地震・火山対策分科会と原子力分科会との合同分科会では、基準地震動の設定や火山の影響評価等について重点的にご協議いただきます。また、9月には、津波対策をテーマとして、津波対策分科会と原子力分会との合同分科会の開催を予定しております。

ここまで3回の分科会で示されたご意見やご質問につきましては、一旦中間的な論点の整理を行なうとともに、原子力規制委員会における審査の進捗状況等も踏まえながら、原子力分科会、地震・火山対策分科会、津波対策分科会を適宜開催し、協議を進めてい

ただきたいと考えております。

以上、よろしくお願ひいたします。

○**司会** それでは議事に入ります。議事の進行は、山本原子力分科会長にお願ひいたします。

○**山本分科会会長** それでは議事進行を行ないます。皆様方には、活発なるご発言をお願ひいたします。

皆様が発言なさる際には、挙手をして、私からの指名を受けてから発言をお願ひいたします。

また、傍聴にいらっしゃっている方もいらっしゃいますので、マイクを使ってご発言ください。

議題は、「浜岡原子力発電所4号機に係る地震・火山対策について」であります。

初めに、中部電力株式会社から説明をお願ひします。

○**中部電力（仲村）** 中部電力土木建築部の仲村でございます。よろしくお願ひいたします。

先ほど来ご紹介ございましたように、こちらの分科会におきましては、4月に、全般にわたりまして、申請の概要の説明をいたしました。本日は、そのうち地震・火山に関する内容について、もう少し詳しい説明をさせていただきたいと考えております。

主要なご説明内容としては、この5点を考えております。

1つ目、2つ目は、「断層の評価」ということございまして、1つ目は敷地周辺の活断層をどのように評価するかということで、評価したものは基準地震動の前提になりますので、その評価の状況をご説明したいと思ひます。2つ目は、敷地内の断層をどのように評価しているかということで、これは敷地内の断層が地震を起こしたり、地震の際に動いたりしないかという評価でございまして、3つ目、4つ目は、基準地震動に係る話でございまして、3つ目は、駿河湾の地震の際に、敷地の中で増幅の特徴が見られました。この特徴がどのような特徴で、それを基準地震動にどのように反映していくかという内容でございまして、4つ目は、南海トラフの巨大地震をどのように基準地震動に考慮しているかという内容でございまして、5つ目は、火山評価について、どのように検討しているかというような内容でございまして、この主な5項目の説明で、規制委員会から提出されています主要な論点について、大体カバーされていると考えております。

それでは順にご説明させていただきます。

まず、「断層の評価」ということで、敷地周辺の断層についてご説明いたします。

これは敷地周辺の陸域の地質でございます。

ここが発電所がございしますが、発電所の基礎地盤は、この緑色で示してあります、新第三紀の「相良層」と呼んでおります岩盤でございます。その相良層が、広くこの御前崎のあたりに分布しておりますが、御前崎の半島のところには、その相良層の上に、黄色で示しました「御前崎礫層」と呼んでいます、中位の約8万年前の礫層でございますが、その礫層が分布してございまして、後ほど説明します変動地形の内容に関連しますので、ここでご紹介しておきます。

これは海域の地形でございます。駿河トラフが駿河湾から遠州灘のほうに伸びております。その陸側に外縁隆起帯という高まりがあり、その背後に前弧海盆という海盆がございまして、大陸棚があるというような地形でございます。御前崎の半島から御前崎海脚という高まりが伸びているというのが特徴でございます。

ここからが断層の評価の1つで、最近変動地形ということが言われておりまして、そういった観点での評価でございます。

先ほどご紹介しました御前崎礫層というのは、この紫色で示されていまして、標高が駿河湾側のほうが標高50m、遠州側のほうが標高30mということで、20mほど南西方向に傾斜をしております。こういった8万年前の礫層面が傾動しているというのは、一種の変動地形であろうということで、何か地下に構造的なものを考えていこうというものでございます。

また、発電所の東側にも、完新世、1万年前より新しい段丘面も4面ほど見えますので、そういったものについても考慮していこうということでございます。

結果として、御前崎の半島から、先ほどご紹介しました御前崎海脚という高まりがございまして、その縁に沿って、こちら西側が隆起するような逆断層を考えております。そういったことで、御前崎の礫層面が南西方向に傾動するというようなモデルでございます。

順番は前後しますが、海域の活断層を評価するには、こういった遠州灘側、駿河湾側のそれぞれに格子状に4kmとか2kmという格子間隔で海上音波探査を行って地質構造を確認しております。

一例として、ここの駿河湾の石花海海盆の付近を次のスライドでご紹介しようと思っております。ここの海域も2種類の測線、2種類の調査をしております。上の図は比較的浅い

ところの地層がよくわかるようにということで、浅いところの地層が変位・変形を起こしているかどうかということで、最近の活動があるかどうかというのが確認できます。

下の図は、深さ10kmぐらいまでの、もっと深い構造ですね。そういった構造も別の手法でとらえておりまして、深いほうの大構造についても確認しています。こんな形で海域の断層の評価をしているという一例でございます。

次は、全体の結果でございます。先ほど御前崎の礫層を変動させている断層として、この④番、御前崎海脚東部の断層帯というものをご紹介しました。そのほかにも、遠州灘海域、駿河湾海域それぞれで構造が似ている断層系をグルーピングして、15の断層系を、耐震設計上考慮する活断層として選定しております。

こちらが陸域、海域まとめたものでございます。先ほど来紹介している御前崎海脚東部の断層帯というのがこの④番。それと、外縁隆起帯に沿う断層ということで、⑦番、⑧番とございまして、これらについてはプレート間地震から分岐する断層形態と考えまして、プレート間地震と一緒に考慮する。このような形態で考えてございます。

このピンク色で示しております⑥番と⑬番。これは、それぞれ御前崎海脚西部の断層帯と遠州断層系という断層帯でございますが、これはいわゆる海域の活断層として考えておりまして、敷地に近い断層と長大な断層ということで、この中では検討用の代表選手として考えられる海域の断層でございます。

陸域のほうもございましてけれども、中央構造線の外帯でございまして、大きな断層はありません。富士川河口断層帯とか糸魚川ー静岡構造線については、ある程度距離が離れておりますので、陸域の断層につきましては、相対的に敷地に与える地震動の影響は小さいものと考えております。

ここまでの敷地周辺の活断層ということで、1つ目の内容でございます。ここからは、敷地の断層ということで、2つ目の項目でございます。

敷地には、5本の「H断層系」と呼ばれている断層がございます。この図の下の方が海側、上の方が山側のほうになっております。これを断面で見ますと、海側のほうに60度程度傾いた、このような断層が確認されております。この断層を試掘坑等の露頭で見ますと、上盤、下盤の2面の断層がございまして、その間は砂岩などがねじれたような形になっております。砂岩・泥岩の互層になっております、この相良層が、まだ固まりきらないうちにできたものと考えております。

次に、活動性について具体的に評価する方法がございまして、それが「上載地層法」

と呼ばれており、トレンチ等掘りまして、断層の上の地層に変位・変形を与えてないという評価をするものでございます。敷地の北側の、このT-11露頭というものがございまして、そこでH断層と類似する断層がございまして、その上に笠名礫層と呼んでいます、約10万年前の礫層でございまして、その礫層に変位・変形を与えていないということから、少なくとも10万年前より最近の活動はないということが確認できております。

今ご紹介したような内容が、この評価のまとめということでございます。

それで、さらに審査ガイド等でも、「データを拡充するように」というような趣旨がございましたので、昨年夏から今年の5月にかけて、データ拡充のための調査を行いました。敷地の北側の方まで、ボーリング調査やトレンチ調査、露頭のはぎ取り調査を行なったものでございます。

先ほど、敷地内で海岸線と並行して5本の断層を確認しているということでご説明いたしました。さらに6番目、7番目、8番目、9番目という、9番目までの断層が確認できました。それで、先ほど10万年前の地層に変位・変形を与えていない露頭が9番目でございます。

同じく、このH9断層の④のトレンチというのがございまして、ここでも上載地層法に基づくトレンチ調査が行なわれましたので、その内容について、次のPowerPointでご紹介いたします。

この部分がH断層系でございまして、この水色で描いてございます上載層が、13万年前の古谷泥層に相当すると考えてございます。その古谷泥層に変位・変形を与えていないということで、ここでも活動性が否定できる材料が1つ増えたということでございます。

さらに、これは敷地内の露頭でございまして、この断層面、これが1cmですから、もうごく近傍でございまして、この断層面のごく近傍で、こういった有孔虫の化石が壊れないままであることから、この断層沿いに繰り返し活動がないという1つの地質的な傍証が確認されております。

これらのことから、敷地の断層につきましては、地震を起こしたり、地震の際に動くような断層ではないという確認をしています。

ここまでの断層の話でございまして、次からは地震動の話でございまして。

地震動につきましては、敷地周辺での地震の調査ということで各種の調査を行ないまして、それをもとに、先ほどご紹介しました内陸地殻内の地震とプレート間地震・海洋

プレート内の地震という、それぞれの地震のタイプに分けて、代表的な検討用地震を選定しています。選定した後、不確かさ等を考えて地震動の評価をしています。さらにそれに加えて、敷地の中での顕著な増幅があるかどうかという大きな項目でございますので、それについても検討をして、その結果として基準地震動の策定をするというものでございます。

最初に、この敷地の地震動の増幅について、地下構造調査や地震観測を行なっておりますので、そのご紹介をしたいと思います。

これは、2009年に駿河湾の地震が起こりまして、その1カ月後から、ずっと余震を含めた地震観測を行なっております。深さ100m程度の鉛直アレイですとか、あとは敷地の地表面に多点の連続地震観測を、海の方にはパイロットトンネルという岩盤内の試掘トンネルが残っておりますので、そこにも地震計を置いて観測をいたしたものでございます。

この図では、1・2号エリア、3・4号エリア、5号エリアということで、3つのエリアで、北東南西方向で、360度、到来方向ごとに展開して広げたものでございます。その結果として、敷地の中央、このNo.7という点を基準とした増幅の割合をプロットしたものでございますが、1号から4号の周辺では、東西南北どちらの方向からも増幅等の影響が出ていません。

これに対して、5号機付近は、30度から70度の間、ちょうど駿河湾の地震があった方向ですが、そちらの方向においては2倍程度の増幅が見られました。それがどういうものかを確認するため、地下構造調査を行なっております。

この図は、敷地周辺について、ある程度深い構造を見ようということで、それぞれ屈折波による速度構造や、地質構造を見る反射法の探査を行なった測線の例でございます。

この図は敷地周辺での地下構造探査ということで、この赤い4つの点、No.0、1、2、3というのが、1,500mまで掘りました大深度のボーリングでございます。さらに、4、5、6、7、8、9と青い点で示しております、これが深さ500mのボーリングでございます。これらのボーリング孔でP S 検層も行なっておりますし、これらのボーリング孔に受振機を入れて、地表にS波、P波の波源であるバイブロサイス車を走らせた調査である、オフセットV S Pという探査を行なっておりまして、これらの探査で速度構造を見てあげようということでございます。海の方にもベイケーブルを配置して速度構造の探査を行なっています。

その結果でございます。こちらで見ていただいている断面は、9番、7番、6番でございますので、ちょうど発電所のあるこの断面。その隣の2番、3番というのは海側の断面で、ちょうど真ん中に5号機があるという、このような断面を示してございます。相良層と呼んでいますこの黄色い部分が相良層の普通の堅岩部ということで、S波速度で1,000m/sぐらいの速度の部分です。それに対して、このオレンジの部分が3割ほど速度の遅い部分であり、「低速度層」と呼んでおります。こういったものが、各断面毎に確認できまして、5号機の周辺でこのような低速度層の固まりがあることが確認できました。

ポンチ画で描くと、5号機がここにあって、5号機の北東方向にこのような固まりを、鳥瞰図的に斜めに見ると、5号機の北東方向に少し上がったような、深さが300mから500mぐらいのところ、このような形での低速度層が確認できたということでございます。

このような形の低速度層が確認できましたが、駿河湾の地震ですとか、ほかの地震でも同じですが。速度構造は、だんだん速度層が深いほうで大きくなっていく構造でございますので、地震波は、スネルの法則で、ほぼ地表付近に上がってくる時にはほぼ真下から垂直に入ってくるということになります。そうしますと、速度の遅い部分とそうでない部分がありますと、波面のずれができて、結果として低速度層の直上には波が集まるような現象、「フォーカシング現象」と書いてございますが、そのような現象が起こって5号機の周辺で揺れが大きくなったものと私ども、考えております。

そういったものが確認できましたので、次は地震動評価にどうやって加味しましょうかということでございます。地震動の評価に当たっては、震源の特性、震源から敷地までの伝搬特性、敷地の地盤増幅特性、こういったものを通常掛け合わせますが、さらに、先ほど確認できました低速度層の増幅特性を掛け合わせることで、断層モデルによる方法等により、地震動の増幅を加味した計算ができるというものでございます。

これまでが、3番目の敷地の増幅特性の話ということであり、ここからは基準地震動の策定の話になります。

各地震タイプ毎に検討用地震動を策定しましょうということで、ここでは、冒頭ご説明しました活断層による地震でございますが、敷地に与える影響が大きい活断層としては、この御前崎海脚西部の断層帯と遠州断層系ということで、ここで示します、短周期側はこのオレンジ色の御前崎海脚西部の断層帯を、長周期側は遠州断層系の長大の断層

系を、この2つの断層で代表できるというものでございます。

この図は御前崎海脚西部の断層帯を断層モデルでモデル化した事例でございます。こういった細長い断層でございますが、強震動生成域というのを一番発電所に近いところに設けた上で、さらに破壊開始点も発電所に向かってくることを考慮することにより、不確かさを考慮しているというものでございます。

ここからは、プレート間地震、南海トラフによる地震でございます。国の方でも、2012年に、内閣府から日向灘まで入れたモデルが提示されております。このモデルを活用して、我々としても検討を進めているところでございます。

断層モデルとしては、内閣府のモデルを参考にしながら、1つは破壊開始点を発電所に向かってくる方向で設定する。また地震の大きさということでは、通常パラメーターとして想定されている値よりも大きめの短周期レベル、「応力降下量」と呼んでいる、地震動の強さですが、そういったものを大きめの値で設定していくものであり、3・11の東北の地震を考慮して安全側なパラメーターの設定をしているというものでございます。

それで、不確かさをどんなふうにも考慮したかということでございますが、基本ケースに対して、内閣府でも「東側ケース」ということで、発電所の直下の位置に一部掛かるような強震動生成域のモデルがありますので、それを発電所の真下に持ってくることで不確かさを考慮してございます。

ここからは、海洋プレート内の地震です。フィリピン海プレートが沈み込んでいる地震でございます。沈み込む前のプレート内地震、沈み込んだ後のスラブ内地震が想定できます。

特に沈み込んだ後のプレート内地震については、敷地のちょうど真下に置いたモデルを設定し、なおかつ強震動生成域という、強い地震動を出すものを敷地の真下に置いています。さらにこういったプレート内地震は、いわゆる強震動生成域の地震動の強さを表わす応力降下量も大きめの数値にするということで、このプレート内地震の地震動の評価をしている事例でございます。

さらに、先ほどご紹介しました到来方向による地震動の指向性がございまして、北東方向から来る揺れに関しては増幅が見られるということから、強震動生成域を、到来方向である北東方向に集めるケースも不確かさとして考えて地震動の評価をしています。

この図は、1つは距離減衰式の一つである「応答スペクトル法」という方法で求めた

地震動の図であり、各地震タイプ毎に求めたてています。

次の図は、いろいろと波形がありますけれども、「断層モデル」による方法であり、それぞれの地震タイプによる代表のスペクトルを表している図でございます。これらをまとめたものが、こちらの基準地震動の図であり、上の図が増幅の見られないSs1という地震動を、下の図が増幅の見られるSs2という地震動でございます。

まず、増幅が見られない4号のスペクトル図についてですが、これは加速度が斜めの線なので見にくくなっていますが、極短周期で1,200gal、原子炉建屋の1次固有周期である0.25秒付近では3,000galになるような、こういった水平動のスペクトルの大きさになります。鉛直動についても、極短周期で600galという値を設定しております。一方、増幅が見られるSs2につきましては、極短周期で2,000gal、原子炉建屋の1次固有周期に当たる周期では5,000galという大きさの水平動のスペクトルを設定しております。鉛直動についても極短周期で700galといった値を設定しております。

先ほどスペクトル図で見ていただきましたけれども、それを時刻歴波形で示しました図です。こちらの応答スペクトル法に基づく手法については、地震の規模、今回マグニチュード9.0という規模を考えておりますので、地震の規模に応じて継続時間が延びまして200秒を越すような継続時間を考慮しており、しかも主要動が長く続く人工地震波になっております。下の図は断層モデルによる方法でございますが、このような時刻歴波形を用いて施設の評価をしています。

ここまでの基準地震動の評価でございますが、基礎地盤の評価について、簡単にご説明いたします。

基礎地盤は「相良層」と呼んでいます岩盤でございますが、その上に設置している原子炉建屋の基礎地盤であるとか周辺の斜面、斜面の高さも20mぐらいの岩盤斜面でございます。先ほどご紹介した基準地震動を用いて地震応答解析を行って、すべり安全率等の耐震安全性を確認したということでございますが、いずれも評価基準値を上回っているということから、耐震安全性を確認しているというものでございます。

ここまでの、4つ目の「基準地震動の策定」というところになります。ここからは「火山影響評価」ということで、5つ目の項目になります。

火山影響評価につきましては、まず立地評価として、発電所が立地上問題ないかという検討をした上で、問題ない場合でも、火山灰等の影響が考えられますので、その影響評価について考えましょうという2段階の検討をしているものでございます。

まず、敷地から**160km**離れた範囲内にある第四紀に噴火した火山を抽出いたしました。全部で**36**の火山がございます。御岳、八ヶ岳、富士山、箱根、あと伊豆の火山群というような火山でございます。

このうち、将来の活動性が否定できない火山を抽出しようということで、主には完新世の活動があったかどうかという観点から、将来の活動性が否定できるかどうかという判断で抽出を行なったものでございます。

その結果として、この水色に網掛けした火山でございまして、全部で**12**の火山群を、将来活動する可能性が否定できない火山として、抽出をいたしました。

立地評価でございますので、設計対応ができないような火山事象がないかという観点から、火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ、新しい火口ができませんかという観点で検討しておりますが、富士山や伊豆の火山群についても、**90km**、**100km**離れた位置にございますので、ほとんど影響はないと判断しております。火砕物密度流については、個別の火山について文献等で評価してくださいということなので、個別に評価をしております。

これは富士山の例でございます。こういった形でカルテを作成しました。火砕物密度流については、過去の宝永噴火等を踏まえて、到達する可能性の範囲がどこまであるかということですが、富士山の場合はおおむね**10km**ぐらいまでであろうという検討結果でございます。

ほかの**11**火山についても、同様に、こういったカルテを火山毎に一枚一枚作成して検討しております。

これの結果をこの表に示すようにリストアップして検討しましたが、火砕物密度流の到達する範囲は、**10km**あるいは**20km**程度ということでございますので、立地評価上問題ないと評価をしております。

文章でまとめていますが、こういった立地評価の項目ごとに問題はないという確認をしているということでございます。

ここからは影響評価でございます。この**1**番から**5**番が、先ほどご紹介しました立地評価の項目であり、**6**番から**13**番までが影響評価の項目であります。敷地からの距離が大分ありますので、問題になる項目は降下火砕物、火山灰でございます。これについて詳細な検討をしております。

まず、降下火砕物に関する文献ということで、「火山灰アトラス」などの文献等が出

ておりますので、このような文献を調査をしてございます。また、敷地の付近に火山灰を含む地層の露頭等がございましたので、現地の地質調査を行って火山灰の層厚等の確認を行いまして、発電所付近に積もるであろう火山灰の量を評価しております。

この図は、広域の火山灰の文献調査ですが、日本列島が薄くなって見にくくなっておりますが、鹿児島島の始良火山ですとか熊本の阿蘇山での噴火が、約3万年前とか8万年前に噴火しており、日本全国かなり広く分布しています。

敷地の付近で確認された厚さとしては、始良火山の火山灰については10cmより小さいという文献が確認できました。

この図は、敷地の周辺の火山について、御岳、八ヶ岳、富士山、あと箱根、伊豆の火山群でございますが、ここでも火山灰の層厚について「火山灰アトラス」等で調査研究がなされており、その結果を示しておりますが、敷地の周辺では10cmを超えるようなものは見られないという結果でございます。

この図は伊豆の火山群について、文献等で10cm以上になる可能性のある範囲というのが示されております。発電所の周辺では、いずれも範囲掛かっていないことが確認されています。

ここからは、私どもが、さらに敷地近傍での文献調査です。特にKy火山灰と言われております、箱根起源の火山灰ですが、京松原砂層という12万年前の地層の中に火山灰が見られるということであり、全体の層厚としては10cmから20cm程度あるとされておりますが、何層かの層厚から構成されているという文献でございます。

これらの火山灰を現地で調査をいたしました。敷地の周辺において、先ほど説明したKy火山灰が露頭1という箇所を確認されましたので、その露頭のスケッチをいたしました。

これがその露頭スケッチでございます。ここがスケール5cmという厚さでございますが、パミスの層があって、その上に細粒の火山灰、ピンク色をした火山灰でありまして、この層が1回の火山灰と考えると層厚は5cm程度。ここの白い地層は、上流から二次堆積した地層であって、またその上に細粒の火山灰の地層があります。このような地層について、全体としては層厚が15cm程度、1つの火山灰層としては5cm程度、このような結果がこの露頭で確認できております。

こういった調査結果から、敷地の付近での火山灰の堆積厚さとしてどう考えるかということでございますが、文献等では言われている層厚で5cm程度という値と考えておりま

すが、地層で見られるものは、ある程度侵食されていることも考えられますので、余裕を見て安全側の評価として、堆積厚さは10cmとして考慮をしています。

影響評価としての火山灰としては、堆積厚さが10cm、物理試験も行っておりまして、密度等や粒径も1mm以下という試験結果を確認してございます。

このことから、降下火砕物、火山灰の影響については、施設側に対して、直接的な影響、間接的な影響を考えております。

まずは、原子炉建屋の屋根等に10cm溜まると、重さが重くなりますので、「屋根の強度は大丈夫ですか」という検討。2つ目は、冷却水の確保の観点がありますので、「その冷却水を取水するときに火山灰が目詰まりしたりしませんか」という検討。3つ目は、換気系の空気の中にも混じりますので、そういった換気のフィルター等の機械的な影響がどうかという検討でございます。

次に、間接的な影響ということでは、火山灰がある程度積もりますと、送電線にも影響が出てきて、外部電源が喪失する可能性がある。また、道路にも火山灰が積もりますと、車両の通行ができなくなることも予想されますので、そういった影響も考えています。このような直接的、間接的な影響を検討しているものでございます。

そういった影響因子について、それぞれ強度上の確認ですとか取水設備等におきまして、火山灰等があまり入らないような構造になっている等の確認。さらに、換気系ではフィルター等の健全性の管理の仕方等も含めた一連の安全の機能が損なわれないような検討をしていくことで、降下火砕物、火山灰の施設評価をしているというような内容でございます。

以上で、今日ご用意しました5つの項目の説明をさせていただきました。ありがとうございました。

○山本分科会会長 はい、ありがとうございます。ただいま中部電力からご説明のありました内容につきまして、委員の皆様方からのご意見を伺いたいと思います。ご討論をお願いします。

はい、大竹先生。

○大竹委員 地震と地震動について、2点質問させてください。

1つ目は、沈み込んだフィリピン海プレートの中に発生する可能性のある、いわゆるスラブ内地震です。ご説明はすっとなってしまったので、もう少し詳しく伺えればというのが質問の趣旨でございます。検討用地震を設定した位置、それからその規模、震源

パラメーター。なぜこのように設定されたのか、その根拠を伺いたいわけでございます。

例えば、今ご説明いただいた資料でございますが、ちょっとページがわからなくなってしまいましたけれども、スラブ内地震については、応力降下量が、余裕を見て80MPaぐらい選ばれたということが、どこか資料の中に書いてあったように思います。けれども、震源をもう少し深い場所に設定すれば、当然これは過小評価ということになりますね。というわけで——ああ、34ページの右のほうですね。失礼いたしました。

というわけで、不確かさの検討も含めて、スラブ内地震の評価のやり方について、もう少しご説明願えればと思います。

それからもう1つは、基準地震動です。先ほど39ページで地震の時刻歴の一例を拝見したわけでありましてけれども、この図でいうと、Ss1でも、2,000galぐらいになるわけですね。大変べらぼうな加速度ですけれども、当然のことながら、これに相応して、速度、それから変位も相当に大きくなるはずですね。実際、最大速度はどのくらい、最大変位はどのくらいになるのでしょうか。大きな変位になりますと、構造、あるいは部材によっては、かなりクリティカルな状況になるのではないかと危惧されますので何う次第です。

なお、基準地震につきましては、あまりご説明ありませんでしたけれども、上下動の設定の方法と、その根拠についても、ご説明いただければ幸いです。

以上、よろしく願いいたします。

○山本分科会会長 はい、ありがとうございます。お答えをお願いいたします。

○中部電力（仲村） コメントありがとうございます。

ご指摘ございました、沈み込んだスラブ内地震でございます。小さく書いてあって申しわけないですが、ここの敷地の下方に想定しましたスラブ内地震について、「※1」で書いてございます。フィリピン海プレート内で沈み込んだ海洋プレート内の最大の地震規模については、同じフィリピン海プレートの中で、紀伊半島の南東沖で同種のスラブ内地震が起こっておりまして、この地震の規模としてマグニチュード7.4という地震がありますので、その既往最大の規模を取ってきております。

応力降下量も、通常ですと30MPaというような大きさでございますが、こういったスラブ内地震は、特に短周期側に大きなパワーを持つということなので、応力降下量も大きくなることを考えまして、ここでは78MPaという、スラブ内地震の特徴を考慮した形でのパラメーター設定をしているということでございます。

もう1つ、鉛直地震動の話させていただきます。先ほどご紹介しましたように、Ss1の水平動につきましては、極短周期で1,200galであるに対して、鉛直動では600galということで、水平動のおおむね半分であるということでございます。

一方、Ss2につきましては、ご紹介しましたように、到来方向による増幅の影響を加味しまして、水平動は特に大きめの増幅を考えていることから、増幅の度合いが、水平動と鉛直動では違いがございます。そういったことで、増幅のある・なしに対して、水平動の増幅の割合と鉛直動の増幅の割合を今回観測された波形の振幅比などを考慮しまして検討しております。その結果といたしまして、水平動については極短周期で見れば2,000galに対して、鉛直動はそれほど増幅の影響が見られないということから、極短周期では700galという鉛直動の値を設定しているということでございます。

○大竹委員 前半のお話は、ちょっと私の疑問にまともに答えてくださらなかったんですけど、どのような根拠で、スラブ内地震の位置と大きさを設定なさったのでしょうか。要するに「既往最大だからいいですよ」というのは、3・11地震以来反省しなきゃいけない話じゃないかと思うんですけどね。

それと、私がもう1点申し上げたのは、震源がもう少し深いところになれば、80MPaの応力降下量では足りないだろうと。もっと大きくなる可能性があるわけですね。そういう不確かさをどういうふうに検討したか伺いたかったところです。ただ、議論始めしちゃいますと、ほかの方々の時間を取ってしまいますので今はやめておきますけれども。そういう疑問が残っているということは申し上げておきたいと思います。

○中部電力（仲村） はい、わかりました。

○大竹委員 それから、質問した中で、お答えがなく残っているのは、地震動が大きくなると、大振幅の変位が悪さを及ぼす可能性はないのかという懸念です。それだけお答えをお願いします。

○中部電力（仲村） はい。失念しました。

水平動のスペクトルでございまして、この5秒付近に、この断層モデル波による1つの波として大きなものがございます。これが速度値としては500kine程度の大きさになっています。これは通常一般の建物を考えるにしても、100kineとか150kineという大きさを考えているものですが、結果として500kine程度の大きさが出ております。こういった大きさも今回設計の中に取り入れるということですが、こういった長周期側の影響が出るのは、タンク類の共振ですとか、あるいは今回免震構造の建屋もございましての

で、免震構造の建屋についても、こういった長周期の地震動についても検証して設計に反映しているというところです。通常原子炉施設は剛構造なものですから短周期側が影響しますけれども、先生ご指摘のように、長周期側についても影響のある施設がございますので、そういったものについてもきちんと評価して耐震設計を考えています。

○大竹委員 とりあえず、ありがとうございました。

○山本分科会会長 そのほか。小長井先生。

○小長井委員 ええと、上載地層の話と、それから敷地内断層の話ですが、上載地層のお話と、それから地層混交帯とおっしゃっていた、いわゆる固まらない泥岩という話がなされたんですが、上載地層になると、残っている場所が少ないのかもしれないんですけども、そのお示しいただいた例が代表的なものだと判断されていますか。

○中部電力（仲村） 代表的というよりもですね……

○小長井委員 全体像をあらわしたのかということ。

○中部電力（仲村） 9本のH断層系があるわけですが、必ずしも発電所の付近は、段丘面が発達してないものですから、後期更新世、12～13万年の地層を探しても、なかなか発電所あるいは発電所の付近ではないという状況です。今回隣地の土地も貸していただいて、H断層系が想定される箇所をいろいろ調査しました。その結果として、このT-11断層露頭というのが従来確認されておりましたが、その延長上の位置に、先ほどの④トレンチという箇所でも上載地層として押さえられたということで、代表という意味じゃなくて、上載地層で押さえられている2つの断層トレンチであるということでございます。

○小長井委員 はい、わかりました。

○山本分科会会長 はい、小山先生。

○小山委員 上載地層の話が出たので言いますけれども、やっぱり笠名礫層と古谷泥層の分布が乏しいので、こうやって解釈だけ示されても、それが本当にその地層なのかどうかは、もう少し生のデータを示していただかない限りは納得がいかないですね。礫層の年代は難しいですが、古谷泥層だったら化石を検討すればわかるはずですので、それはぜひやっていただかないと。かなり重要な問題だと思いますし。それからあと、本当に未固結の変形かどうかは納得がいかないのも、その辺はもう少しきちんとしてほしいと思います。

それから他の点に関してもついでに言いますが、構造探査プロファイルの断層の話も、

ここでは解釈が示されただけですが、生データからきちんと判断できる専門家が当然いらっしゃるので、海洋の探査をやっている方とか、あるいは断層の解釈にしても、ここは産総研が古くからずっと研究しているところなので、そうした人たちのコメントも示していただかないと、こちらとしては、この解釈が妥当かどうかは判断しかねる部分が結構あります。

それから、低速度層の正体というのが昔から気になっていて、あれも1つの解釈だと思います。駿河湾方向から到来したものがレンズの効果を発生して5号機を少し揺さぶったという話ですが、ほかの解釈は成り立ち得ないのか。そういうものが、きちんと調べたら、もう少し深い部分にも存在するということはないのか。あるいは別の到来方向からの地震も、何かそういう悪さをするものがないのか。1つの解釈だけに寄りかかるのは、何か危険な気がします。

それから、専門ではないのですが、アスペリティ、つまり強い地震動を発生させる部分を浜岡の下に持ってくるという厳しい条件を課すのは賛成ですけれども、小さいものを仮定していますよね。あれがもう少し大きなアスペリティだったらどうか。そういうもっと悪い条件を考えるとどうなるのか。あるいは、御前崎の段丘を傾動させている、下の逆断層。プレート境界面よりも浅い場所にある逆断層を想定して、それがもたらす強震動の計算もされているようだけれども、かなり低角の逆断層がそこにあるとしたら、もう少し強い震動が出るような気もするのですけれども、この結果が本当に妥当かどうかは専門家の方に判断していただきたいし、あとは長周期地震動。これも専門ではありませんが、周期10秒ぐらいのスペクトルまでしか示されていませんけれども、もっと長い波長の震動が出た場合にどうなのか。例えば防波壁は長大な建造物ですよ。あぁいったものがどういう影響を受けるのかとか、そういったことも専門家の方に判断していただきたいと思います。

以上です。

○中部電力（仲村） 5点コメントいただいたと思います。まず最初から。

礫層の分布。これも、よくわかりにくいところもありますけれども、紫色で示しました御前崎礫層。それより1段高い笠名礫層。それと、今回確認できた古谷泥層相当というのは、北方の位置でも確認できています。本日用意したPowerPointだけでは、小山先生言われるように、礫層の分布域だとか高度分布だとかが、明確にわかりづらいものですから、それらの分布については、礫層の分布ですとか高度等の図面を用いて説明をし

たいと思います。火山灰を含む地層もないものですから、明確に何万年前の地層というジャストポイントの地層の年代というのがわからないものですから、そういった分布域ですとか標高に基づいて、段丘面が何面かあって、それがどの段丘面に当たるという観点で礫層面の認定をしておりますので、またご説明できるかと思っております。

2つ目が、海域のプロファイルの話でございます。プロファイルにつきましては、専門のコンサルタント会社をお願いしておりますが、電力中央研究所ですとか、あるいはこの海域の研究をされている産総研ですとかJAMSTECですとか、いろいろな研究機関もでございます。そういった有識者の方にもご相談しながら、プロファイルの解釈や評価について、私どもが勝手な解釈をしていないかということで検討しております。そういったプロセスを踏まえて、このような解釈が妥当であろうということで社内で検討しているものもでございます。いろいろ有識者の意見を聞いて、こういった評価をまとめているものでございます。

低速度層ですが、低速度層を抜いているボーリングコアがございます。この図は、手持ちの図面ですが、皆さんの資料にはございません。一般の標準的な相良層につきましては、泥岩・砂岩の互層がきれいに見られますが、このNo.5とかNo.7というようなボーリング孔のコアを見ていきますと、互層状況において、泥岩片が少し削れている点や、互層の削り込みが見られるというように、地質的なコアの特徴を確認しております。ただ、こういった地質的特徴が、物理的にどの程度の数字になるのかということは、コアの観察だけではなかなかわかりません。標準部との違いという点では確認しておりますが、定量的な速度の違いというのは、先ほどご紹介しましたオフセットVSPという地下構造探査の数値をもとに速度のモデル化はしているというところでございます。

それと、今日は、これも資料としてお付けしていない図面です。実際に3・4号と5号とで地震観測波形がどう違いますかという点ですが、3・4号がこの青色と緑色の波形で、この紫の波形が5号ということで、S波の主要動の2波目、3波目、4波目とで振幅の違いがあるということです。周期帯についても、0.2秒から0.5秒ぐらいの間で、特にこの5号機の増幅が見られるということから、このぐらいの周期帯で地下に不均質なものがあるとすると、やはり500mとか300m深さの、比較的浅いところにそういった不均質な地層があるんじゃないかという推定が成り立ちます。今回500mあたりから上の地層を中心に、こういった探査を行なったということで、その下にも多少もちろん不均質性とか何かがあるかと思いますが、今回の増幅については、このような低速度層の

存在により、おおむね事象が再現できているということから、増幅の主要因として、この低速度層を考えてみましたということでございます。

断層モデルの中で、アスペリティ、強震動生成域というものの面積の割合というものが、大体今までの研究で言われておりまして、いわゆるレシピの中でも、面積の20%とか25%というようなものの1つの目安がございます。そういったものをベースに、こういった断層モデルの中での強震動生成域の面積を考えているということもございまして、例えばこういったモデルを考えますと、ある程度直下にこういった強震動生成域の広がりがありますと、これがもっと広がっても、直下にある程度考慮することにより、地震動としてかなり飽和したような結果になります。面積を大きくしたからといって地震動がどんどん大きくなるわけではございませんので、このように直下へ持ってくるという評価により、地震動の不確かさが十分評価できると考えているものでございます。

長周期の地震動の件は、先ほど大竹先生からもございました。防波壁も、長手方向にずっとあることはありますけれども、岩着をした構造になっておりまして、1つのブロックが海一山方向で7m、長手方向で12mのブロックということございまして、そんなに固有周期が長い構造物ではございません。当然、先ほどご紹介したような、短周期側も手厚く、さらに長周期側も含めたような地震動で防波壁等も設計照査しておりますので、そういったものが加味された形で耐震性の確認がされているということでございます。

一通りお答えした形になっていきますでしょうか。

○小山委員 地殻内の低角の逆断層に関してはどうですか。

○中部電力（仲村） 先ほどご紹介しなかったんですけれども、こういった西上がりの逆断層を考えるに当たっては、背斜の軸がこのような方向にありまして、こういった背斜の軸を含めて西側上がりの逆断層という想定をしています。また、この御前崎面の傾動というもののシミュレーション解析の検討も行っておりまして、走向として背斜の走向で、すべり角度として反射法のプロファイルで確認される角度に基づいて設定することで御前崎面の傾動等がうまく説明できます。反射測線の記録と、ここの変動地形の傾向が再現できるモデルとしてこのモデルを考えておりますので、さらに不確かさでいろいろ振ってみるという検討があるかもしれませんが、これは調査結果と変動地形を表わすことができるモデルだと我々は考えて、このようなモデルを考えているということでございます。

○小山委員 そうしますと。これは強震動生成には加えてない？

○中部電力（仲村） 地震動について、大事なお話を忘れていました。

このあたりは、地震発生層というのが、10km下とかという深い位置になりますので、ここで考えている断層モデルというと、ほとんど地震発生層に達していない断層面であります。いわゆる地殻変動的なもの、変形は起こって、こういった変動地形的な影響が見られて地表地形には現われていますけれども、いわゆる強震動の観点からは、プレート間地震から分岐するような断層ですので、あまり強震動には影響しないという断層となります。

もちろん地震動に関しても検討しておりますが、このような地震発生層の関係から、この御前崎海脚東部の断層帯というのが、それほど地震動には影響しないと我々は考えているものでございます。

○小山委員 まあ、そのことが本当かどうかは、かなり私は怪しいとは思いますが、はい。

○山本分科会会長 はい。では、そのほか。桜井先生。

○桜井臨時委員 非常に初歩的な質問で恐縮ですが、浜岡の話というのは、例えば地震動評価であれば、実際の条件と、それからコンサーバティブな条件で解析する場合の、例えば震源域を真下に設けるとか、そういうふうな想定上の条件というのがごっちゃになっているんですね。ですから、よく聞かないとわからないわけですが、例えば、先ほど、コンサーバティブな結果を得るために、震源域を真下に持ってくると。そういうモデル、具体的にどれぐらいの大きさの震源域を想定して、破壊点をどういうふうに設定するかということが、説明されていましたが、具体的にですね、資料1の37ページの、断層モデルの場合に、まあ断層モデルというのは、従来のNodaスペクトルに比べて、Nodaスペクトルはポイント震源で、それからの距離と、この2つで決めていたわけですが、断層モデルというのは、水平面、ある大きさを持った空間依存の情報が扱える。あるいは垂直面、あるいはこういうある一定の傾斜角をもって、その震源域を、ある大きさで、それを細かく分割して計算するわけですが、空間依存の情報が得られるというのが特徴だと思うんですが、そのときに、単なる各分割した区域の震源の強さはどういうふうに設定しているわけですか。トータルがあって、それを幾つに分割するかによって決まっているわけですか。それから、各部、空間依存の、そういう分割点については、実際の地下の地質構造等に近いものが反映されているのかどうか

ということですね。

以上ですけれども。

○中部電力（仲村） 断層モデルについてです。この図は南海トラフの断層モデルです。トラフ軸から、沈み込んでいるためにGPS観測で地殻変動が見られるところの範囲までということで、このように日向灘まで含めた震源域のモデルについて、当然一つ一つのメッシュは3次元的に沈み込んだ形になっています。この一つ一つのところと、強震動生成域として表わしている緑色のところは、応力降下量等含めた幾つかのパラメータの設定方法がありますので、それに則って個々の一つ一つのメッシュについての断層モデルのパラメータを設定して計算しているということでございます。今回一つ一つの断層パラメータはご紹介してございませんけれども、このような断層モデルに基づいて、適切なパラメータを設定し、こういった強震動生成域を真下に持ってきています。強震動生成域がどこにあるかというのを確定的に設定するのは難しいものもありますので、直下に持ってくるということで、地震動評価の不確かさとしては保守的な評価をすることで、この断層モデルの検討をしています。

あと、地震の破壊開始点の方向等も、幾つかほかにもご紹介しましたけれども、敷地に向かってくる方向に破壊開始点を設定して検討することで、いろいろな断層モデルの検討をしているということで、この図に断層モデルのスペクトルではいろんなケースの検討の結果が書かれているというところでございます。

○桜井臨時委員 そのパラメータを設けるときに、実際の地下の地質構造等、実際に実測したものは反映されてるんですか。

○中部電力（仲村） はい。例えば先ほど説明したような地震発生層というような諸元も、敷地の付近は敷地の付近で自前で調査したものもございまして、国レベルで調査したような概略のモデルなんかも、ある程度モデル化がされておりますので、調査の粗密なんかはありますけれども、ある程度信頼できるモデルや速度構造というのがあります。それをもとに、この図だけ見ていると「こんなもんか」という形になりますけれども、これまでのいろいろな調査をもとに、こういった最新の知見を踏まえてモデル化がされているというように考えていただければいいかと思えます。

○桜井臨時委員 それから、断層モデルというのは、空間依存のもろもろの物理量等が考慮されるから、より実際に近い。実際の地震発生条件に近いということで、すぐれているんでしょうけれども、実際に、例えば資料1の39ページで、従来のNodaスペクト

ルと断層モデルというのを今併用していますけれども、断層モデル一本に絞ることは、なぜできないんですか。

○中部電力（仲村） 断層モデルで数々のケースについて、いろんなパターンのケースもやるというのも、1つの最新の知見を反映したモデルではございますけれども、一方「応答スペクトル」という距離減衰式のような経験式を使う方法も取っています。これはこれで工学の分野で、耐震設計を行なう意味で、全体の周期帯をカバーしたスペクトルということから、工学的には非常に意味のあるスペクトルなので、断層モデルによる手法も活用していくし、従来から工学的な経験式も用いている。応答スペクトルの方法も非常にいいところがございますので、その両方を使って耐震性の確認をしています。ということで、現在両方、2つの方法による地震動を用いて検討しているということでございます。

○桜井臨時委員 断層モデルというのが実際に安全審査等に採用されたというのは、2007年の新潟県中越沖地震における柏崎刈羽の耐震安全性評価あたりからですか。

○中部電力（仲村） 平成7年の兵庫県南部地震ぐらいからですね、もう既にこういった断層モデルという手法はいろいろ活用されておりました、その後、高度化されております。そういう意味では、15年、20年近く前から、こういった断層モデルによる手法は使われておりました。ただ、断層モデルによる手法も、いろんな、得られた地震波形をもとに高度化されておりますので、さらにそういった断層モデルのパラメーターですとか手法が高度化されているのは確かですが、断層モデルという手法自体は、既に平成7年以降、かなり活用されていると思います。

○桜井臨時委員 原子力施設への具体的な、その安全審査等への採用というのは柏崎あたりの地震からですか。

○中部電力（仲村） 昭和55年の時点に私ども、浜岡3号機の申請をしておりますけれども、その時から断層モデル、ただ、その時にはアスペリティなどは考えておらず、まだ断層モデルとしては初歩的なものかもしれませんけれども、断層モデルという手法は、もう30年前ぐらいから、私ども、検討しております。要は、点の震源じゃなくて面的な震源の情報を用いた地震動の評価という意味では、浜岡3号機から断層モデルを考えて、耐震設計に反映しております。

○山本分科会会長 それでは、ほかの委員の方、いかがでしょうか。
では石原委員、お願いします。

○石原委員 火山のほうでもよろしいですかね。

気になるのは、この最後のページですね。23ページに、「降下火砕物（火山灰）による発電所への影響の確認事項」というのがございます。

直接的・間接的な影響に対して安全機能を損なうことがない設計とする」というふうに、さらっと書いてですね、影響因子と確認事項というのが書いてございますけれども、いわゆる地震動と違って、火山灰というのは、降下して持続しますよね。雪のように溶けるわけではない。そうすると、何らかの、設計だけではなくて、その条件が維持できる作業なりオペレーションが必要なわけですね。しかも、ざんざん火山灰が降ったときは、そういう人は移動できない。そこら辺のオペレーションというか、そういうものはどんなふうにご考慮しておられるのでしょうか。

○中部電力（仲村） 設備部のほうから、ご回答させていただきます。

○中部電力（名倉） 中部電力の名倉でございます。

今、運用面のご質問をいただきまして、こちらに書いてある設備の設計面での確認事項ということもあるんですけども、今こちらに確認事項で、一番上の欄の、ここに「必要に応じて、構築物、系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応がとれること」ということを書いてあります。済みません、今日はこの確認事項についての評価結果が全てまとまっておりませんので、今日はここまでの記載にとどめておりますけれども、今我々がどういうことを評価しているかといいますと、おっしゃるように、火山灰が積もってきて、それが持続するということにですね、場合によってはそれらを除去しなければいけない。それがですね、今実際に、「どのぐらい積もったときに、どのぐらいの人員をかければ、それらの火山灰のボリュームをこのぐらいの日数で除去できるだろう」ということも、今評価しているところでございます。

○石原委員 大体わかりましたけれども、例えばフィルターの交換とか、いろんな作業もあることなので、本当にそういうふうにご考慮されるならば、この辺のオペレーションを、ある程度起こる事態を考慮してですね、原子力規制委員会がどう判断されるか。それは火山のほうの立場からすれば、これが抜けるといろんなトラブルが起こるんじゃないかというのをちょっと懸念したので、検討をよろしくお願いします。

○中部電力（名倉） それではもう1点。

今、フィルターの交換というような話がございました。火山灰が降下してきますと、フィルターの目詰まりということが想定されるわけなんですけれども、まずフィルター

につきましても、フィルターの能力として、目詰まりするまでどのぐらいの時間的な余裕があるかということも今評価をしようとしています。

それから、フィルターについても、今何時間ぐらいで交換できるかということについても、実際の手順も整備しまして、大体何時間ぐらいで交換ができると。それが目詰まりに対して十分余裕があるのかどうかと、そういうような評価も今行なっているところでございます。

○石原委員 非常時を想定してやっていただければ結構です。

あとは、浜岡原発の場合、敷地の両側に河川がありますよね。そうすると、もし周辺に火山灰が降れば、当然それが泥流になり、海に流れてきますので、そういうものに対して、取水口とか、そこら辺の堆積ぐあいはどうだろかとか、できるならばそのあたりまで考えておかねばいいのではないかというふうに思いますので、今後も検討をよろしくお願いします。

○山本分科会会長 では、藤井先生。

○藤井分科会会長 今に関連なんですけどね。影響する火山灰の見積りに関して、安全サイドで考えて10cmというふうに見積もられているんですね。実際には5cm程度であるけれども10cmと言われているんですが、例えば広域火山灰の分布や何かを見て、アイソバックから考えると、浜岡は20cmから30cmの領域に入っている。そういうものを少し過小評価しているのではないかという点と、それから、それぐらい、例えば10cmの火山灰を、例えば箱根から持ってくるにしても、そうすると、サイトとしては10cmかもしれませんが、さらに北東側に行くと、だんだん厚さを増してくる。そういうことに関して、例えば静岡市のほうから来る道路が使えなくなるとかですね。そういうことまで考慮しているのかどうかということに関してお伺いしたいと思います。

○中部電力（仲村） コメントありがとうございます。

藤井先生ご指摘のように、この火山灰アトラスによると、こちらの図ですね。このAT、始良火山灰の場合だと20cmのラインがある。ここのことかと思えます。ここのところにつきましては、ラインとしてこうなっているのは承知しておりますが、この文献を見ていきますと、敷地の周辺につきましても10cmよりも小さいというようなことも書かれております。ここでは、こういった調査ですとか、先ほどご紹介しました、敷地付近の露頭の調査をもとに、私どもの10cmという評価をしております。広域の火山灰の厚さの話はあるかもしれませんが、そういった観点からも、10cmでいいんだと考

えずに、いろいろ想像力を高めて、その場合の対応について、いろんなシミュレーションしながら、今後考えていきたいと考えてございます。

○藤井分科会会長 おっしゃることはよくわかって、調査地域では少ないということはあるんです。それは2通りあって、例えば日本の北東側にもものすごく大きな気団が当時発達してきてですね、火山灰が、一旦太平洋側に出た後で、東北側にさらに堆積するというような場合で、実際に、ここにはあまり積もらなかったかもしれないというのが1つです。もう1つは、3万年前の地層がそのときのまま保存されている保証はどこにもなくてですね、部分的には猛烈に侵食を受けてしまっていて、今調査をしても数cmにしかならない。だけど実際に堆積したときには30cmぐらいあったということもあり得るわけなので、あまり実際に調査したところのものにこだわらずにですね、もうちょっと大局的に物事を考えたほうがいいかなというふうに思います。

○中部電力（仲村） はい。どのぐらいの余裕を見るかというお話かと思っておりますので、今いただいた貴重なご意見も含めて今後の検討を進めていきたいと思っております。どうもありがとうございます。

○山本分科会会長 はい、家田委員、お願いします。

○家田委員 手短に済ませます。

今、石原先生と藤井先生からご質問があったことに関連してなんですがね。密度が1.1とか2弱になっているから、仮に雪の2倍とか3倍と考えると、これが20cmだろうが何だろうが、それを3倍したって、たかだか1mですからね。荷重的には、それが決定的な要素になることはあまりない。だけど、今お話があったように、フィルターとか途中の道路という、今度はそれが、結局何cm積もるかが問題なんじゃなくて、どんな時定数の中で、時間スケールの中で何十cmか積もるといふことのほうが、はるかに重要です。つまり1時間当たりどうなのか、1日当たりどうなのかで決まるわけです。雪だったら一晩で1mぐらい積もっちゃうこともあるわけで。それは、冬の間は溶けませんから、除雪で数日かかってやるわけですね。そのオーダーだったら、もちろん除雪的な手間をかければ当然できるわけでね。

じゃ、フィルターはどうか。要するに、できるかどうかのほうのチェックというよりは、それがどのぐらいの時間のタームで何cm積もるのかというのは、その設計荷重とは別のほうの、オペレーションのほうの話だと決定的に重要なので、まあお考えになっていると思うんですけども、表現されたほうがいいんじゃないかというふうに思います。

た。

○中部電力（仲村） はい、ありがとうございました。

今、トータルの量としての話をされていますけれども、例えば「2日でこれだけ積みます」とか、噴火が長くて、1週間、2週間かけてというようなことで、その積もり方によってもオペレーションの対応が違ってくるといのご指摘かと思しますので、そういったことも考えながら、今後のオペレーションのあり方を検討していきたいというふうに考えております。

ありがとうございます。

○家田委員 ありがとうございます。

○浅岡委員 ちょっとそれに関連して。

○山本分科会会長 浅岡先生。

○浅岡委員 少しですけどね。火山のあれの噴火の量にもよるんでしょうけれども、最悪の場合は、全交流電源が喪失したりですよ、それからフィルターが詰まったり。もっと率直に言えば、メルトダウンのほうに向かうようなことだってあるわけで、そういったことをどのように防ぐかということとあわせてですね、ここ静岡県の委員会でしょう。そうしたら、原子炉に事故が起こったときに、どのように避難するかということが、あわせて、そんなに火山灰が10cm以上たまったりすると、もう人は動けなくなりますから、そうしたら、せっかくなつくっているはずの避難計画が、原子炉機構で本当に避難せなあかんようになったような場合にですね、そういうところにまで災いが出てくるような気がいたしますので、せっかくの静岡県の委員会ですから、ここで浜岡の再稼働とかということの話じゃないわけで、ちょっとそのような点の議論が、まだ足りないんじゃないかという気がいたします。

○中部電力（仲村） はい、ありがとうございます。今日は津波の話がなかったのですが、津波対策の一環として、高台に非常用発電機を設けたり水槽を設けたりということで、電源や水の多様性を設けています。それは津波の対策にもなりますし、今回火山の対策としても、外からの供給がない場合にそういったものを使うということも考えられます。そういったいろんなシチュエーションを考えて、今回いろいろな設備を設けたものを、先ほど来あるようなオペレーションにより、活用できることで検討していければと思います。

あと、防災の点につきましては、当社だけではない話かとも思いますけれども、いろ

んなシチュエーションを考えながら検討が必要であろうということで、お受け取りいたしました。ありがとうございました。

○山本分科会会長 それじゃ、小長井先生。

○小長井委員 時間がなくて、多分全部お話しできなかったんだろうという気がしてるんですが、周辺斜面の安定性評価のところ、2断面に限ってやっておられるということじゃないんですよね。

○中部電力（仲村） はい。いずれも高さが大体20mぐらいの岩盤斜面について、ここでは対象となる非常用海水冷却系のポンプが近くにあるということから、この断面を選定しております。基本的には、どの断面でも、岩盤斜面であり、すべり安全率は、ほかの断面も検討しており、すべりについての安全率は確保しているということは確認しております。

○小長井委員 ちょっと気になったのが、福島第一の夜の森の鉄塔の崩壊みたいな、いわゆる盛り土部分。それで、仮にSクラスでなくても、ひょっとして機能障害を引き起こす可能性もある。だから、ちょっとこの話だけ聞いて、「Sクラスでこの断面をやった」というようなご説明じゃないほうが、私は受け入れやすかったんですが。

○中部電力（仲村） ここで示したものは、主に原子炉建屋や、その周辺の施設を対象としております。発電所のほかの斜面には、盛り土斜面のところもございますので、その様な斜面についてもいろいろ検討して、崩落してもいいようなものは、例えば先ほどあったような、オペレーションで、多少崩れても、どこかで、非常時の運搬道路、アクセスルートとして使うというような運用もできるかと思っておりますので、そういった検討を含めて、柔軟にいろんなケースを考えて対応はしていきたいと考えております。

○小長井委員 わかりました。

○山本分科会会長 小山先生。

○小山委員 藤井先生がさきほど言われたことに関係しますが、こういう13ページとか14ページの等層厚線図、火山灰のアイソパックは保存のよい場所だけを連ねてつくってあるのです。陸上に積もった火山灰は保存が悪いことが普通なので、保存がよい地点のデータだけを連ねて、本来の堆積厚さを復元して書いているので、この値を使用すべきです。A T火山灰に関しては、浜岡で20cmか30cmぐらい実際に積もったとしないとおかしいです。

それと、あともう1つは風向きの話ですけれども、特に御岳のPm1。これはプリニー

式噴火で、多分一昼夜ぐらいでこのぐらい積もったわけで、その短期間の風向きを反映して南東に向かう堆積主軸があるのです。だから、風向きが悪ければ浜岡に向かって来たかもしれないことを考えると、2倍の余裕をみて最大堆積厚さ1mは考えないといけないと思います。

それから、ここに書かれていませんが、箱根から噴火して南西に向かった軽石とか、あるわけですね。まあ、そういうのもありますけど、多分この御岳Pm1を想定した厚さ1mぐらいが、私は浜岡で今後生じるであろう降灰厚さの最大値かなと思います。

それともう1つは、降ってくる火山灰のほかに、流れてくる軽石があります。例えば箱根の噴火で、駿河湾に大量の火砕流が流れ込み、恐らく駿河湾の海面上を分厚い軽石が噴火の後覆って、海流に流される事態は過去生じてきて、実際そうした軽石は堆積物の中から見つかっています。南九州の火山で巨大な火砕流が発生しても、黒潮に乗って浮遊軽石は当然到達するわけです。ほかの原発とは違う、浜岡の非常に特殊な条件は、やはり取水塔であり、そういった浮遊軽石がうまく取り除けるかどうかは誰でも気になることだと思いますので、その辺はきちんとクリアしてほしいと思います。

それから、ついでに言いますが、海底火山は全てが見つかるわけではありません。これから発見される場合もありますし、海底カルデラが陥没したときの津波ですか、あるいは富士山が山体崩壊したときの津波とかは、まあ点源なので、それほど大きな影響はないかもしれませんが、津波部会のほうで、きちんと海底地すべりの津波も含めて検討してほしいと思います。

○中部電力（仲村） 3つ、お話を伺いました。

1つ目は、先ほど藤井先生からもお話ございましたけれども、どれぐらい安全余裕を見るかという話でございますので、また検討させていただきたいと思います。

3つ目の、山体崩壊や海底地すべりによる津波等につきましては、今日は津波の話はございませんけれども、海底地形を見てですね、海底地すべりによる津波という評価もしておりますので、そういった中で、そういう山体崩壊も含めた形の評価は検討しているところでございます。

それと、2つ目に言われた、軽石が流れて、取水が問題ないかというお話ですが、コメントされましたように、取水塔は、沖合600mのところ取水塔のケーソンというものを設置しております。水深が10mのところ、そこから岩盤内のトンネルを通して取水しているということでございます。ここの取水塔の構造を、もう少しアップで見たい

たきます。

構造としては、こういった鋼製のケーソンです。この赤い部分を岩盤内に6 m埋め込むことで、岩盤にしっかり根入れしたような構造になっており、こういう鋼殻の中を鉄筋コンクリートの構造とすることにより、かなりがっちりとした構造になっております。呑み口としては、マイナス4 mからマイナス6 mというところから取水いたしますので、いわゆる海水面に浮遊しているようなごみですとか、軽石等は吸い込みにくい構造となっております。海底にたまった砂もあまり入りにくい構造ということで、取水塔にこういった構造的な配慮もしております。火山、軽石の影響等を考えた場合でも、取水塔の呑み口にもこのような配慮をしております。さらに、取水槽にも、沈砂池とって大きな水貯めがございますので、そこで浮遊するものをロータリー・スクリーンで取る設備もございます。そういったことで、軽石だけではございませんけれども、いろんなごみですとかも含めて、除去をして取水ができる配慮をした取水設備になってございます。

参考にご説明いたしました。

○山本分科会会長 そのほかに、ご意見とかコメントは。

はい、明石先生。

○明石委員 恐らく、この中で私だけがこの領域の専門家ではないのですが、先ほど運用面のお話をされていましたが、この運用面、例えば火山灰がたまったとか、そういう人の動きとかに関しては、今後シミュレーションだけでは多分実際起きにくいものをしていくのは難しいので、これはどう訓練をしていくのか。これはどうお考えになるんですか、今後。その対応のシミュレーションとか訓練——まあ訓練ではないんでしょうけど、それをどういう運用ができるような実効性を担保していくんでしょうか。

○中部電力（仲村） 発電所での訓練ということでございます。発電所の者にかかります。

○中部電力（志水） 防災課の志水と申します。

今、訓練に関しての質問でございましたが、火山灰に限った話ではなく、発電所のほうでは、さまざまな可搬設備、そういうものの配備も今回進めています。そういったものに対して、あらかじめ手順を定めています。あと、必要な教育を事前にしておく、あと、訓練も定期的に行っていく、そういうような体制を構築していくようなことを考えておまして、今現在、そういった具体的な検討を進めているところでございます。ですから、いかなる場合においても、確実にそういうオペレーションができる、そういったようなものを目指していきたいなというふうに考えております。

よろしいですか。

○明石委員　もちろんおっしゃるとおりなんですけど、火山灰がたまって、例えば雨が降ったとか、そういうときには、さまざまな想定をしているということなんですけど、人が動けなくなるということ、やはりもう少し考えておかないと、できることができなくなってしまうということがあるんじゃないでしょうか。

○中部電力（志水）　そうですね。ですから、今からどのような場合を考えていくかというところ、さまざまなシチュエーションを、いかに頭を柔らかく考えて対応しておくということが重要だと考えております。今だと、具体的には夜間の訓練であるとか、実際問題、現場の訓練などは、真っ暗な中でやる訓練。そういったものを取り入れたりしてやっているところではあるんですけども、今後も頭のほうを柔らかくして、いろいろなケースを想定して訓練をやっていききたいなというふうに考えてございます。

○山本分科会会長　はい、ありがとうございます。そのほか。

はい、小佐古先生。

○小佐古委員　小佐古です。

この種の議論というのは、いわゆる外部起因事象ということで、発電所の内部の機器が故障したりとか、ヒューマンエラーで、外側は動いているけれども、その後をどう考えるのかというのは、やはり議論の性格が違うということですね。だから、今は発電所のことを議論していますけれども、1 mも灰が積もるようじゃ、社会がもう崩壊しているわけですから、これだけが頑張っても生き残ってもですね、社会におけるリスクというのがこれぐらいあって、放射線リスクはこれぐらいですから、あんまり一生懸命それに対して用意するというのは社会的なバランスを欠くということですね。

だから、私のご質問は、むしろ中部電力というよりか、ここの方とか全体に絡むんですけど、1つは、ここでも議論していますけれども、規制庁とかですね、政府のほうも専門家を集めて議論しているわけですね。そことの関係をどういうふうにしていくのか。むしろ松井会長とか、そういう話になるのかもしれないですけども、ここで議論されたことと国側のことをどういうふうにバランスしていくのかというのは、どこかで議論しておかないとですね、議論はやったけれども全部無駄と。あるいは議論やったけれども、全然バランスが悪いことが決まっていくというのは、混乱しか残らないような気がするので、それが1点ですね。

2番目は、もう既に議論が出ているんですけども、我々みたいなエンジニアリング

をやる人間は、こういう自然起因のものの可能性を深く追求するということの中で仕事してなくてですね、社会的なバランスで、「この程度まではやりましょう」と。それ以上外れるようなら、防災とか社会的な仕組みでそれに対応しようというのが、まあ世間一般の常識ですし、放射線防護上もそういうふうに組み立てられているということですね。

ですから、ここでやられた議論、あるいはほかのところの議論がですね、どこかで静岡県がお持ちの一般的な防災とカップリングしないといけないということですね。だから、その議論をですね、本当にspecificにですね、「この場合のオペレーションをどうするか」という議論を始めるとですね、多分考えなくちゃいけないのが100万種以上考えないといけないですから、それはむしろ、もうちょっと広い枠組みの中でね、防災計画と、ここで議論されているようなことが、どういう出会い方をして、どういうふうにまとめられていくかという流れのところを一度整理しないと、先ほどと同じように、ばらばらで議論されていると、議論されたことが防災にうまく反映されないと。あるいは、できもしない防災の話を要求しているということになりますので、その2点のところですね。まあ、きょうの結論じゃないと思うんですけども、気にかけていただけたらというふうに思います。

ありがとうございました。

○松井防災・原子力学術会議会長 今のご意見は非常に重要なポイントでして、国とか地方、それからこういう原子力発電所、それから防災と、いろんなレベルのシステムがみんな違うんですね。ですから、全体のシステムの中で、それぞれのものがどう絡み合うかということは、きちっとやっぱり考えておかなきゃいけないことで、私も前からそういうことを考えているんですが、そういうのをどこで議論したらいいのかというのは、これは国との関係でいきますと、国がどう考えているのかということを知りませんが、県と、それから今おっしゃったような、この原子力発電所の問題とですね、県が全体として何か起こったときの対応をしているという問題とを、どういうふうにレベルとして整えていくかというのは非常に重要な問題なんですよね。

実際、どこもまだやってないと思うので、我々としても、その問題は真摯に受けとめて、これからちょっと考えていきたいと思っております。

○山本分科会会長 はい、ありがとうございます。

何か、割と結論のようなものが出ておりますが、本日いろんなご意見をいただきまして、ありがとうございました。中部電力におかれましては、本日のこの委員会で出てき

たコメント、指摘された事項、それから今までの課題等について、さらに検討を進めていただきたいと、そのように思います。

事務局におかれましては、最後に出てきた、あの極めて重要で、また難しい問題等、整理しておいていただけると幸いです。ありがとうございました。

以上をもちまして議事を終了いたします。進行を事務局にお返しいたします。

○司会 山本原子力分科会長、ありがとうございました。

では、閉会に当たりまして、川勝知事からご挨拶を申し上げます。知事、よろしくお願いいたします。

○川勝知事 一言御礼のご挨拶を申し上げます。

今日は、全体の親会議の松井会長先生、それからまた、分科会の山本先生、藤井先生、また各委員の先生方、ご出席いただきまして本当にありがとうございました。そしてまた、どの方もご発言を賜わりまして、本当に厚く御礼を申し上げたく存じます。

そして中部電力のほうも、この4号機に関して、2月に新規制基準に適合しているかどうかということについての報告書を提出せられまして、それについて、限られた時間の中で、詳細に、真摯にご説明をいただきまして、ありがとうございました。

これは、全体の流れ、あるいは政治の流れとすれば、何となくこの4号機を動かすという、そのための何か手続のようにも見えますけれども、実態は、この4号機を含めた浜岡原子力発電所、これの安全性をいかに確保するかということが議論の中身になっているというふうに理解しておるわけであります。

そして、今まで基準値が600galだったと。それを、浜岡は安全性を考慮して、「800galまで大丈夫」と。「いや1,000galまでは許す」というふうにしていたわけですね。ところが、駿河湾沖の地震があったときに低速度層というものが発見せられまして、それでは上げるということになって、今回2,000galという、すさまじい数字が提供されましてですね、よくまあ1,000galで安心していたなど。というよりもですね、川内のほうでは620～630galでクリアしているという。一方こちらのほうは、2,000galというところにまで、少なくとも5号機については備えなくちゃなんという事態だということで、いかに想定外のことが起こるかということをも痛感した1つであります。

それから、今回は、うちには富士山がありますし、きょうは木曾の御岳山の話も出ました。また海底火山の可能性も出たわけでございますけれども、この火山については、石原先生がずっと桜島にいらっしゃったので、向こうは常に、去年だけでも900回ぐら

い噴火したんじゃないでしょうか。とにかく毎日のように小噴火をしていると。そうすると、火山灰というものがいかに大変かということは、もう実感されているかと存じますがけれども、私どもはそういう経験を実際上したことがないと。ですから、その10cm、20cm、あるいは1mといったときに、そもそも避難はできないんじゃないかと。つまり我々は、今30km圏内、まあ31kmというふうに私どもはしていますけれども、UPZです、段階的に、まず5km圏内の人が出て、そしてその後30km圏内の人たちが圏外に出るといふ、これは自動車を出るといふことになっているんですが、自動車のフロントガラスに数cm積もただけで、これはどういうふうにしてその灰をどけるのか、道路はどうするのかといふことで、実際上避難ができないといふことを言っているに等しいわけです。

そういうことをごさいますて、どなたかおっしゃいましたけれども、非常に危ういと。しかしながら、今回断層、あるいは地震、地盤。これについて、かなり詳細なご説明を賜りましたし、また火山についても詳細な説明を賜わって、かつですね、それなりに一応中部電力としては、安全性を確保できますよといふことをごさいますたけれども、今回は分科会の先生だけでなく、桜井先生にも臨時委員として入っていただきまして、その先生方から、想定外のことが起こり得ると。あるいは想定としてまだ十分でないといふ意見が出たかといふふうに存じます。実際、例えばですね、再稼働のことについても、ご案内のように、燃料プールには、今可能性は9,900体ぐらいしか入らないんですね。しかし、既に6,400～6,500体の使用済み燃料があります。それから使用中のものが2,400～2,500体ありますので、合わせると9,000体です。それから新燃料も燃料プールの中に置かれていますけれども、これは550体ぐらいあります。合わせると、もう既に9,500体ぐらいになりますので、だからほとんど容量がないんですね。動かしても、一体それ、使用済みのやつを今度はどこに持っていくんだといふことになってですね、何かこう、安全だから動かせるといふことと同時に、**specific**に、この浜岡原子力発電所が今どういう状態になっているかといふことを、こういう会を通して私どもはしっかり見て、現状を理解することを通して、それに応じた安全対策を講じていかなくちゃいけないし、中部電力のほうは、研究の公募もされて、こないだは1億円の研究プロジェクトも、これは2年目になりますけれども、立ち上げられているといふことで、安全性の、浜岡原子力発電所を通した安全性の、いわゆる知的メッカになりつつあるかなといふような気もしております。

そしてまた、本県はもちろん浜岡原子力発電所についてやっていますけれども、こちらがもしダメージを受けますと日本が分断されますので、したがって、このところをしっかりと足元を押さえておかないとだめだということで、私どもは、この静岡の浜岡原子力発電所にかかわることを通して、しかし複合災害が起こりますから、地震・津波、噴火、そして過酷事故と。そうしたものが全部重なった場合にどうするかというふうなことも想定しながら、しかしここがやられると日本がだめになるので、ここについては、正確に、具体的に、しっかり理解しておくということで、これは全部オープンになっているわけです。

9月には、また今度は津波に関して、いずれはまた放射能であるとか、具体的な工学的なご説明も順次されていくことというふうに理解しているわけでございます。

きょうは、今回新規制の基準の適合性に関して、地盤、それから断層、そして火山と噴火といったようなことに関してご説明をいただき、また問題点も、我々のほうも共有できたということでございます。

本当にきょうは、長時間にわたりましてご審議賜わりまして、厚く御礼を申し上げます。ありがとうございました。

○司会 以上をもちまして、静岡県防災・原子力学術会議原子力分科会、地震・火山対策分科会合同分科会を終了いたします。

本日はありがとうございました。

午後5時04分閉会