

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第5回

平成25年7月31日（水）

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第5回 議事録

1. 日時

平成25年7月31日（水） 13：30～18：21

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

3. 出席者

担当委員

島崎 邦彦 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

櫻田 道夫 審議官

小林 勝 安全規制管理官（地震・津波安全対策担当）

森田 深 安全規制調整官

御田 俊一郎 企画調査官

江頭 基 安全規制管理官（地震・津波安全対策担当）補佐

宮地 良典 原子力安全専門員

吾妻 崇 原子力安全専門員

（独）原子力安全基盤機構

杉野 英治 耐震安全部地震動・津波グループ長

呉 長江 耐震安全部上席研究員

小林 源裕 耐震安全部主任研究員

内田 淳一 耐震安全部主任研究員

九州電力株式会社

中村 明 上席執行役員 発電本部（安全・品質保証担当）

佐々木 有三 上席執行役員 技術本部長

大坪 武弘 技術本部 原子力グループ長

村山 晃 発電本部 原子力工事グループ長

赤司 二郎 技術本部 企画・管理グループ 課長  
一徳 元 技術本部 原子力グループ 課長  
香月 理 技術本部 原子力グループ 副長  
本村 一成 技術本部 原子力グループ

#### 四国電力株式会社

杉原 雅紀 原子力本部 原子力部 耐震設計担当リーダー  
大野 裕記 土木建築部 地盤耐震グループリーダー  
松崎 伸一 土木建築部 地盤耐震グループリーダー補佐  
高橋 利昌 土木建築部 地盤耐震グループリーダー補佐  
西坂 直樹 土木建築部 地盤耐震グループ副リーダー  
下口 裕一郎 土木建築部 地盤耐震グループ  
大西 耕造 土木建築部 地盤耐震グループ  
石川 慶彦 土木建築部 耐震工事課

#### 北海道電力株式会社

古谷 恵一 土木部長  
藪 正樹 土木部 原子力土木グループリーダー  
斎藤 久和 土木部 原子力建築グループリーダー  
野尻 揮一朗 土木部 原子力建築グループ副主幹  
高橋 良太 土木部 原子力建築グループ  
世戸 洋行 東京支社 技術グループ

#### 関西電力株式会社

大石 富彦 土木建築室 室長  
水田 仁 原子力事業本部 副事業本部長  
原口 和靖 土木建築室 原子力土木建築グループ チーフマネジャー  
伏見 実 土木建築室 原子力土木建築グループ マネジャー  
岡崎 敦 土木建築室 原子力土木建築グループ リーダー  
白井 英士 原子力事業本部 プラント・保全技術グループ マネジャー  
森北 豊一 原子力事業本部 プラント・保全技術グループ マネジャー  
決得 恭弘 原子力事業本部 発電グループ マネジャー  
高木 宏彰 原子力事業本部 シビアアクシデント対策プロジェクトチーム

## マネジャー

### 4. 議題

- (1) 敷地及び敷地周辺の地下構造について
- (2) その他

### 5. 配付資料

#### 名簿

- 資料 1—1 川内原子力発電所 敷地及び敷地周辺の地下構造評価について
- 資料 1—2 玄海原子力発電所 敷地及び敷地周辺の地下構造評価について
- 資料 1—3 川内原子力発電所 敷地地盤で得られた地震観測記録（資料集）
- 資料 1—4 玄海原子力発電所 敷地地盤で得られた地震観測記録（資料集）
- 資料 2—1 伊方発電所の地震動評価のための地下構造評価について
- 資料 2—2 伊方発電所深部地震観測に係る工事・調査結果について（詳細データ集）
- 資料 3 泊発電所 敷地地盤の振動特性について
- 資料 4—1 高浜発電所 3、4号機の審査会合における指摘事項の対応について
- 資料 4—2 高浜発電所 3、4号機における地震動評価に用いる地盤モデルについて

### 6. 議事録

○島崎委員 定刻になりましたので、ただいまから原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合第5回会合を開催いたします。

本会合は、7月8日に施行された新規制基準に対して、事業者から提出された原子炉設置変更許可申請等に対する審査を行うための会合です。

本日は、第5回会合として7月8日に提出された申請書について、事業者から発電所の敷地及び敷地周辺の地下構造について説明をいただく予定でありますので、担当である私、島崎が出席しております。

規制庁側からは、櫻田審議官、小林安全規制管理官、森田安全規制調整官、御田企画調査官、江頭安全規制管理官補佐、宮地原子力安全専門員、吾妻原子力安全専門員、原子力安全基盤機構から、呉耐震安全部上席研究員、杉野耐震安全部地震動・津波グループ長、小林耐震安全部主任研究員、内田耐震安全部主任研究員が出席しております。ごめんなさ

○島崎委員 それでは、再開させていただきます。

最後になりましたけれども、関西電力から高浜発電所の敷地及び敷地周辺の地下構造等について御説明をいただきます。

こちらは、私、島崎、それから、規制庁の櫻田審議官、小林管理官、森田調整官、御田調査官、江頭管理官補佐、それから、後ろへ行きますして、宮地原子力安全専門員、吾妻原子力安全専門員、それから、またもとに戻りまして、原子力安全基盤機構の呉上席研究員、杉野地震動・津波グループ長、小林主任研究員、内田主任研究員です。よろしくお願ひします。

それでは、関西電力さんのほうは、よろしくお願ひします。

○関西電力（水田） 関西電力の水田でございます。

関西電力からは、土木建築室の室長の大石、そして、チーフマネジャーの原口、伏見、岡崎が参っております。あと、原子力事業本部からは、森北、高木、白井、決得の9名で今日から参加させていただきます。当初10名と申し上げておりましたけど、1名ちょっと都合が悪くなりまして、欠席しております。御容赦いただきます。よろしくお願ひいたします。

○島崎委員 それでは、御説明をお願いします。

○関西電力（大石） 関西電力の土木建築室の大石でございます。

資料が2部ございまして、資料4-1から簡単に御説明させていただきます。

資料4-1につきましては、1ページをあけていただきまして、先日、7月23日の審査会合におきまして、弊社としては高浜3・4号機について、早急に対応すべき事項として2点の課題をいただいております。その2点について、簡単に大きな方針を御説明させていただきたいと思っております。

1ページ目のポツ2つ目でございますけれども、先日の7月23日、地下構造を三次元的に詳細に把握するための実施計画を早急に策定した上で、調査を実施し、地下構造モデルへの反映について評価することという論点をいただいております。これにつきましては、下に示しておりますような4点について対応していきたいと考えてございます。

1つ目は、地下構造を三次元的に詳細に把握するための実施計画として、まず短期的にデータ取得、評価可能な調査計画を策定いたしましたということで、本日御説明させていただきます。

2点目、具体的には、まず、地下構造把握のデータ拡充のため、発電所敷地内で稠密な

微動観測を実施する、これについては、6月に既に1回やっております。また、**深部の地下構造を対象とした微動アレイ観測**も実施してデータ分析をし、設定している地盤モデルについて評価いたしますということで、この深部の構造の微動アレイにつきましては、昨日と本日で大飯、高浜のエリア全体で9カ所の地震計を設置して観測を既にスタートしております。

また、3点目、これらの結果につきましては、敷地内微動観測データの分析の結果については、8月中旬を目途に、微動アレイ、先ほど設置しました、の観測データにつきましては、1カ月ほどはやはり地震、微動観測のデータが要りますので、それを収集した後、解析をして、9月中旬ごろを目途にヒアリングや審査会合で報告していきたいと考えてございます。

なお、これ以外にも、少し時間がかかりますが、中長期的には敷地内で計画しています鉛直アレイ観測記録や敷地近傍でのK-NET、KiK-net等の比較を行いまして、地下構造についてデータ蓄積をし、評価してまいりたいというふうに考えてございます。

もう1点でございます。本日の評価会合の主要テーマではございませんが、2つ目の大きな課題としていただきました津波評価に対する対応につきまして、7月23日の論点整理では、2つ目のポツ、福井県による津波評価の波源である若狭海丘列断層、約90kmを基準津波の波源の一つとして評価し直すことという御指摘をいただきました。それにつきまして、4つの方針でもって今後対応していきたいと考えてございます。

まず、1点目、若狭海丘列付近断層につきましては、福井県の津波評価である約90kmとして評価し、基準津波として検討していくことといたしますということで、明確にさせていただきました。2番目、また、隠岐トラフの海底地すべりとの重ね合わせにつきましても、不確かさを考慮した組み合わせ、方法について今後説明してまいります。3点目、この対応として、高浜1・2号機側の放水口をほぼ閉鎖するとともに、取水口への堰の設置、また取水路の片系列、1・2号のほうですけれども、閉鎖によりまして、津波影響の低減を図っていきたいと考えております。また、津波シミュレーション結果に応じて、現在既に防潮堤の工事を実施しておりますけれども、その一部を変更して、追加で今回の対応の防潮堤を設置していきたいということも考えてございます。

これらの評価につきましては、次回以降の審査会合で改めて説明させていただきたいと考えてございます。

ちょっと津波について、簡単に図表で説明させていただきます。3ページ目でございます。

し上げます。よろしくお願いします。

○関西電力（岡崎） 関西電力の岡崎です。よろしくお願いします。

それでは、高浜発電所3・4号機における地震動評価に用いる地盤モデルについてということで御説明いたします。

本日の御説明の内容は、このとおりでございまして、まず、地盤モデルについてということと、これは基本的な方針でございます。それから、地盤速度構造の評価、それから、具体的には200mまでなんです、その表層の減衰定数の評価、それから、併せて、地震発生層の評価ということで、いわゆる断層の上端などとの関連の話と、それから、最後、追加で今計画してございます調査計画についてということでございます。

これは基本的に大飯発電所と同じで、方針としてはこのとおりでございまして、浅部と深部ということで、浅いところは敷地内のPS検層などの結果を使って速度は決めます。それから、減衰につきましては、後ほど御説明いたしますが、佐藤・他、あるいは佐藤・山中の考え方をいまして、敷地内のPS検層結果から得られました速度構造の不均質データをもとにQ値を推定するというようにしてございます。

それから、深部、これは200mより深いところでございますが、もうこれも既に御説明済みですが、基本的には敦賀半島周辺で若狭湾のデータということで、共通で使ったもので、それぞれ屈折法、微動アレイ、それから地震計の水平アレイ観測、それから速度トモグラフィ解析に基づいて設定するというようにしてございます。減衰定数につきましては、基本的に一般的なということで、Q値を100ということで、これはももとの根拠にしてございますのはもんじゅサイトで得られました地震記録を使った経験的サイト増幅特性に一次元の地盤モデルを当てはめまして、それが一番最適だということで設定したというところでございます。これが地盤モデルでございます。

基本的には、このELが他サイトと2m違うだけでございまして、基本的には同じということなんです、表層のVsが2,200m/sということになってございます。これも既に御説明した内容で、先ほどの図にしたものですが、ここまでがサイトのデータで、あとは周辺のことになってございます。

まず、浅いところからですが、敷地の浅部の地盤構造についてということで、これ、こちらが3・4号側で、こちらが1・2号側なんです、それぞれ3点のPS検層のデータがございまして、これサスペンションのデータですので、ややばらつきますが、これ、地表から2kmというぐらいで、平均的には2km程度になっておりますと。それから、大体70mぐらい

のところこういう一つの収束があってというふうになっているというふうに考えてございます。もちろん、ですので、表層のほうは少しばらつきがございますということです。

それから、これは建設時のデータでございます、これは3・4号炉の試掘坑の位置ですが、そこが実施されました弾性波探査ですね、これが本坑のほうで、小さくて恐縮なんですけれども、括弧のないほうがP波速度で、括弧がS波ということになってございます。S波速度でいいますと、ばらつきがございますが、平均としては2.2km/sとして評価してございます。

それから、これは枝孔のほうでございます。

それから、これがいわゆる孔間の縦波速度図ということになります。

次は、地質断面図でございます、これは敷地全体でいいますと、約300本のボーリングデータを使いまして、この地質断面図ができてございまして、3・4号機の串刺しの断面になるんですが、基本的には基礎直下からCM級以上の岩盤が確認されてございます。ということで、判断してございます。まず、これが浅いところの敷地のデータで基づく評価でございます。

ここから先は、基本的には大飯発電所で用いたものと同じものになるんですが、まず、屈折法につきましては、この敦賀半島で実施されたものがございます。

その次、これが、これも敦賀半島なんですが、この微動アレイ観測と、それから地震計の水平アレイ観測を使いまして、主に常時微動ですとか、それから自然地震による表面波を観測、分析するというので、その速度構造を同定されてございます。これは、それで、ここが4kmのところ大体Vsでいいますと3.6kmの層がございますということで、ここがいわゆる断層の上端になるということでございます。これは、後ほどまた地震発生層のところでお説明いたします。

今の求められたVs3.6ですね、その感度を一応、深さ方向と、それから数字で変えられて、今のこのVs3.6、深さ4kmのケースが一番誤差が少ないという結果が出されてございます。

それで、以上が速度構造のお話でして、次が減衰定数でございます。これは耐震バックチェックの審査のときに御説明した内容でございます。基本的には、若狭湾のほうは、もんじゅサイトの経験的サイト増幅特性を使って、それに一次元の地盤モデルを策定したのですが、それで深さ200m以浅のところは、結果的にはQ値が16.7がいいということで、3%程度になるというお話をさせていただいているんですが、その物理的な意味を考え

るということで、それぞれのサイトで得られています不均質を使って、それと減衰定数の関係に着目しましたということでございます。高浜につきましては、この2点のボーリングデータ、先ほどお出ししたのと基本的には同じなんですけど、このデータを使いまして、それで、これはフォン＝カルマン型の関数を当てはめまして、ちょっとこれが先、前後してしましますが、参照させていただいたのは、この佐藤・山中、あるいは佐藤・他という文献なんですけど、それでこの標準偏差ですね、フォン＝カルマン型の散乱で関数系を当てはめたときに、この標準偏差が大きいほうがいわゆる減衰が大きいという彼らの知見を使いまして、これですね、このAdditional dampingというのが、この横軸が減衰定数、縦軸がそのε標準偏差ということで、この高浜の今の2つのボーリングデータ使いますと、いずれも11%、12%ということで、彼らの文献によっても、比較しましても、非常に減衰が大きく見積もれる場所ということで判断してまして、それでこれ、一般的な減衰定数の下限値ということで提案されています2%に1%程度は付加していいんじゃないかということで3%という根拠にさせていただいています。

それから、この次のページ、20ページは、ちょっとこの高浜につきましては、実は150mまでしかPS検層のデータがございませんでしたので、それ以降は、この岩盤の不連続面の密度ですとかで、同じような岩盤がほぼ50m分続いているという判断を当時しまして、それで、結果的にはこの200mをまとめて3%というふうに設定してございます。そのときに参考にしましたデータは、この斜めボーリングのデータなどを使ってこの部分を推定しているということでございます。

それで、以上が今の耐震バックチェックの時点での評価時なんですけど、その後、そのときの審議で、敷地でQ値を測定するよという御指示もありまして、それで、今この、ここですね、発電所の一番端っこになるんですけど、ここのボーリング孔をその後掘削しまして、今GLの-36mからGLの-250mまでのQ値測定を行いました。これは平成23年度に行いました。

結果ですが、基本的にミニバイブ、それから板たたきによっても、いずれの方法でもQ値としましては、最低でも5%程度はございますということで、先ほどの設定されました3%と比較しまして、おおむね整合しているか、それよりももう少し減衰は取れそうだとということで評価してございます。以上が減衰定数の設定に関する考え方でございます。

それから、最後、地震発生層ということで、これは考え方だけですので、基本的にはP波速度が6km程度のところがその地震発生層というか、断層の上端ということで、幾つか

の文献があつて、それで、これも既に御説明済みですが、いわゆる大大特の舞鶴―新宮の測線でありますとか、藤橋―上郡測線の再解析の結果などを見まして、この深さ4kmというのがこういうところにあるということと、 $V_p$ でいいますとちょうど4kmぐらいにございますということでございます。それから、いわゆる敷地というか、やや広範な範囲として、深いところにいわゆる不整形のような構造は見られないという評価をしてございます。

それから、これは同じ若狭湾含む領域で、地震波トモグラフィ解析が行われておりまして、それで、この切っている測線が実はこの高浜というのはきっちりしたところがないんですが、図でいいますと、このC'って書いてあるところの少し先辺りにあるんですが、これちょっと海通っていて、直接比較しちゃいけないのかもしれませんが、このB-B'断面と、それから、これは前のページで御紹介しました大大特の新宮と舞鶴測線の場所で地震波トモグラフィ解析がされたところの拡大図でございます。こちらは、縦軸が40kmまで、こちらが10kmまでということ。この図面を見ましても、あるいはこのC断面見ましても、いわゆる $V_p$ で6kmと呼ばれているところは、深さでいいますと4km程度ということで、大きな意味で、この辺が特殊な構造になっていないということで評価してございます。ちなみに、この川里・他では、若狭地域の地震発生数全体として上端深さは4km、それから下端深さ18kmということで評価されてございます。

それから、あと、参考までに、これが大大特の屈折法解析結果で、ちょうど高浜発電所のある場所というのは、この図面でいうと、このゼロの辺りから少し左側になっちゃっているんで、切れているんですが、先ほどから申し上げていますように $V_p$ の6kmというのは、大体深さでいいますと4kmのところにあるということでございます。

それから、あと、これは敷地を中心にしましての微小地震の分布でございます。ちょっと敷地の場所がわかりにくくなっていますが、ここですね。分布としましては、5km～20kmということで見られてございます。

これ使いまして、いわゆるD10、D90を比較しましたところ、基本的には100km圏内でいまして、D10で約7km、それから下限に相当するであろうというD90でいいますと、約15kmですから、先ほどの川里・他との比較を見ても、基本的にはこの場所でもやっても結論としては変わらなかったということで評価してございます。

以上が今の設定の根拠でございまして、次、前回の評価会合で御指摘いただきました内容で、改めて追加調査計画ということで御説明させていただきます。

まず、短期的にデータ取得が可能で、また評価も可能なということで計画を本日は御説

明させていただきたいと思います。それと、まず、具体的に敷地内の稠密な微動観測ですね。それと、特により深いところで、深さ4km辺りの構造まで見るということで、**深部の地下構造の把握を目的とした敷地外数点での微動アレイ観測**と、それから地表面の地震観測を実施してございます。これらの結果につきましては、まず、敷地内のほうにつきましては8月中旬、それから敷地外の微動アレイデータ観測の結果の速報につきましては9月中旬ぐらいを目途に御報告させていただきたいと思います。既存の地盤モデルについて評価をさせていただきたいと思います。それから、更にとということで、敷地内における反射法探査、それからボーリング、PS検層の物理探査を追加するということと、それから、複数地点での鉛直アレイ地震観測も実施したいと考えております。データとしては中長期的に取得して、地下構造の把握に努めたいと考えてございます。

今の内容を一つずつ図面で御説明しますと、まず、微動でございます。これ、青と赤というのは、単に時期の違いでございます、これ、観測予定としては7月31日から、本日から金曜日まででこの全部を取ると、単点の微動を取ることにしてございます。これで大体約50m間の微動を計測することになるかと思っております。

次は、もう少し大きい話ということで、これは、まず、右のほうが大飯発電所の場所です、これが大飯発電所、それから、これが、こちらの左の赤丸が高浜発電所になります。ちょっと大飯発電所の場合は、この半島の先にあるということで、いわゆるアレイはこういう場所になってございます。この3点と4点ですね。高浜につきましては、これ、3点で今計画してございまして、これにつきましては、本日で一応設置ができて、いわゆる微動と呼んでいますが、地表面での地震観測をとにかくこの9点で始めた。ちょっとこれとこれの位置づけは、いわゆるちょっと最終的には地震波干渉法などを使うときに、いわゆる参照点があると、表面波のいわゆる基本モードと高次モードが分けられるとかいう最近の文献を参考にさせていただきまして、例えばこの三角形に対してはこれを参照点、この三角形に対してはこれを参照点というようなことで、今計画してございます。置いています地震計は基本的には9台全部同じということでございます。

それから、あと、これは、敷地内の地震観測ですが、敷地の地震観測につきましては、2007年ですね、新潟中越沖地震の知見反映ということで、この場所ですね、0mとEL-30mで鉛直アレイ観測はしてございました。ただ、前回というか、大飯の評価会合でも御説明したんですが、いわゆるトリガー形式になっていて、ここでは有効な地震記録はございませんでした。ということで、それでバックアップというか、連続データが今ずっととられ