

## 第 45 回 福井県原子力安全専門委員会 議事概要

原子力安全対策課

1 日 時：平成 20 年 4 月 26 日（土）14：00～16：45

2 場 所：県庁地下 1 階 正庁

3 出席者

（委員）

中川 委員長、木村 委員、柴田 委員、安井 委員、田島 委員、小野 委員、  
釜江 委員、竹村 委員、岩崎 委員、飯井 委員、山本(章) 委員

（日本原子力発電株式会社）

永井 地域共生部長、加藤 開発計画室 室長代理、  
北川 開発計画室 土木設計グループマネージャー、  
川里 開発計画室 建築設計・耐震グループマネージャー

（関西電力株式会社）

肥田 原子力事業本部 副事業本部長、  
金谷 土木建築室 原子力土木建築グループチーフマネージャー、  
尾崎 原子力事業本部 土木建築グループマネージャー

（日本原子力研究開発機構）

伊藤 理事、向 高速増殖炉研究開発センター 所長、  
池田 高速増殖炉研究開発センター技術主席

（福井県）

品谷 安全環境部長、櫻本 原子力安全対策課長、  
岩永 原子力安全対策課参事

4 会議次第

1) 県内原子力発電所の耐震安全性評価結果について

- ・地質調査結果について
- ・基準地震動  $S_s$  の策定について
- ・施設の耐震安全性評価について

## 5 配付資料

- ・ 会議次第

- ・ 資料 No. 1-1 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果の概要について（全体概要）  
（日本原子力発電株、関西電力株、(独)日本原子力研究開発機構）
- ・ 資料 No. 1-2 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果の概要について（地質調査結果）  
（日本原子力発電株、関西電力株、(独)日本原子力研究開発機構）
- ・ 資料 No. 1-3 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果の概要について（基準地震動  $S_s$  の策定）  
（日本原子力発電株、関西電力株、(独)日本原子力研究開発機構）
- ・ 資料 No. 1-4 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果の概要について（施設の耐震安全性評価）  
（日本原子力発電株、関西電力株、(独)日本原子力研究開発機構）

## 6 議事概要

### 1) 地質調査結果について

(日本原電 加藤室長代理から資料 1 - 1 の内容について説明)

(日本原電 北川GM、関西電力 金谷GCMから資料 1 - 2 の内容について説明)

<質疑応答>

(竹村委員)

- ・ 調査手法が、海域と陸域とで別々になっていると思うが、陸域の場合は空中写真の判読というのが、変動地形の重要なポイントになっていると思うが、海域の方は音波探査、微地形の調査みたいなものも参考にされたとの説明であったが、陸と海がどうつながるかということに対するポイント調査みたいなものがどのようになされているのか。調査手法としての考え方を伺いたい。

(日本原電：北川GM)

- ・ 敦賀地域に関しては、陸域から海域につながっていくような断層が多くある。断層構造に関しては、陸域は海のギリギリまで地表の踏査を充実して、断層の連なり方をしっかり認定する。海域に関しては、海上音波探査を使って断層を認識している。陸域と海域の断層が連続する部分は、海の浅い部分になり、調査が難しい点がある。そういったものに関しては、例えば、ベイケーブルという手法があり、これは、海底に地震計を設置し、海上で音波を発信するというもので、原理的に、水深分の情報にはノイズが入らないが、水深と同じ深度以下は、多重反射が画像に入ってきて非常に見にくくなるが、こういったものを陸と海の境界部分で対応している。
- ・ 変動地形学的な観点では、堆積環境にある海域と浸食を受ける陸域とでは、共通の時間面とはならないが、今回は特に陸域の海成中位段丘面、即ち、12～13 万年前に形作られた地形面と、海底での海洋酸素同位体ステージのステージ 5 e と 6 の境界、即ち、12～13 万年前の地形面を陸と海と照らして考えるなど、なるべく陸と海を融合させて、どう理解していくかというところを検討している。

(安井委員)

- ・ 例えば、資料の 5 ページで、浦底断層が近くを通っているが、断層の傾斜はどのように調べたのか。

(日本原電：北川GM)

- ・ 浦底断層は、発電所敷地の中でいくつか調査を実施しているが、古くは、1980 年代に弊社が実施した敦賀発電所 2 号機の調査で、断層の可能性のある地形の下に、断層が実在するかどうかということで、岩盤の中にトンネルを掘削して調査した。さらに地表付近でトレンチ調査も実施した。それに加え、敦賀発電所 3, 4 号機、あるいはその追加調査において、このような場所で、トレンチやボーリングを追加実施している。これらのデータを総合的に分析すると、浦底断層は東側に高角度、測定値は岩盤の深部で実施したトンネルの横坑内の測定で、80 度東側に傾斜する構造ということを確認

している。加えて、海上の音波探査で、北と南の海域において、東側が隆起する構造が確認されている。この辺の分析、地形の作られ方を考えると、やはり東側に傾斜する、横ずれで逆断層成分が入るような断層が、変動地形的には陸上の断層と海域の断層が連続すると評価をするが、この辺の地形の発達過程を考えると東側に傾斜するような構造と理解している。

(安井委員)

- ・ 東側に傾斜とは、東側に落ちているということか。

(日本原電：北川GM)

- ・ そのとおり。(断層を挟んで東側の地塊が隆起，西側の地塊が沈降)

(釜江委員)

- ・ 活断層から地震の規模を決めるとき、例えば断層の長さから決めることもある。今回、活断層はたくさんあるが、その中で累積の変位量だとか、変位速度のような情報があるような断層はあったのか。

(日本原電：北川GM)

- ・ 地震の強さを考える上で、アスペリティを認識してのご質問と思うが、全ての断層について変位量を求められているかということ、残念ながら陸上では同一時代の地形面が断層全線にわたって追跡できないということもあり、その部分がなかなか判らない部分である。なお、海域の断層に関しては、12~13 万年くらい前に一度作られた地形面が、現在においてどれくらい変形しているかということから、断層沿いの累積変位量を把握している。ただ、それをもって、アスペリティとしていいかという問題もあり、その辺については、後ほど  $S_s$  の話で出てくると思うが、不確かさという中で、いろいろアスペリティについては検討している。

(釜江委員)

- ・ アスペリティに関して、説明のあった累積変位量で、一回の活動でどれくらいずれたかということとはわからないのか。

(日本原電：北川GM)

- ・ 累積的なものしか見えておらず、一回毎の変位量は把握できていない。

(竹村委員)

- ・ 次の話に繋げるためには活断層のパラメータをきちんと整理しておくことが必要だと思う。一つは長さで表に示されているが、角度についてのパラメータは示されていないので示して欲しい。それから、地震のタイプが縦ズレなのか、横ズレなのか、逆断層的な横ズレなのかなど、それらが一覧表になって整理されていたほうが断層の特性がよくわかると思うので、他の委員の話も踏まえて整理した方がよい。

- ・活断層の定義について、5万年前であったのが12～13万年前になったという話は聞いているが、その基本的な決め方、活動性がいつまであったのかという情報は、多分、上載層と地形面で判断していると思う。その上載層の年代の決め方において、火山灰を結構よく使われているが、陸の地層だと砂とか礫の中で火山灰を見つけていると思うが、そのデータ精度が厳しい面がでる可能性があるのでは、よく整理をしてほしい。
- ・それから、断層長さを決めるための端点の決定法、断層角度の定義がどのようにされているのかということと、地下の断層を動かすための地表の活断層情報なので、図面に記載されている位置が地表なのか地下なのかということについては、後々S sを見るときに大事なポイントになる可能性があるのではよく見てほしいということと、地震基盤のトップを断層上のどこに3次元構造から置いたかということ、どこまで動かすことを考えたのかということに対する活断層としての情報を、あるのかないのか整理をしてほしい。1個ずつで議論が出来ると思うので、その辺の整理があれば議論がしやすいと思う。

(日本原電：北川GM)

- ・貴重なコメントをいただいたので、それを踏まえ、資料等を充実させていきたい。

(県：岩永参事)

- ・今後、審議するに当たり、貴重なコメントをいただいた。今回はあくまでも概要ということでご説明させていただいているが、基になるデータは報告書としてあり、また、報告書に無いデータがもしあれば、いただいたご意見等を踏まえて、今後、活断層の評価に当たっての根拠を示しながらご説明させていただきたいと思っている。

(山本(章)委員)

- ・これまでの説明を聞くと、今まで活動していたかどうかに関わらず、断層がありそうな所、それが耐震設計のときの対象になるかどうかという観点で説明していただいたが、これ以外の所に断層はないということを入念に調べて確認されていると思うので、それに関する説明も今後お願いしたい。

(中川委員長)

- ・白木-丹生断層は、陸域の方は活断層というデータは得られているのか。

(日本原電：北川GM)

- ・資料1-2の7ページで、陸上部は図に記載のとおり、概ね3つの地点でボーリング調査、トレンチ調査などを実施し、トレンチ調査では面的に断層がどの地層まで切っているかをかなり詳細に把握できている。調査結果は22ページに参考として示しているが、観察した法面の中の断層のラインが、4地層の中に一部断層面が認識され、この断層に切られている地層との関係から、白木-丹生の最新活動時期は1万年を割りこんで、現在に近いところで動いているということがこの結果から把握されている。

## 2 基準地震動 $S_s$ の策定

(日本原電 川里GM、関西電力 伏見M、原子力機構 池田主席から  
資料1-3の内容について説明)

### <質疑応答>

(釜江委員)

- 応答スペクトルの不確かさという説明が何度かでてきたが、例えば、6ページでいくつかの検討用地震があり、その上に  $S_s - D_H$  があるが、不確かさで上に上がっているというのはどういう意味か。安全側を見て基準地震動のスペクトルを引かれたと思うが確認したい。
- また、資料1-3の4ページで敦賀発電所の基準地震動を見ると、応答スペクトルを用いた  $S_s - D_H$  を、断層モデルを用いた  $S_s - 1_H$  が一部超えている箇所がある。他のプラントにおける  $S_s - D_H$  は、断層モデルを用いた基準地震動をだいたい包絡しているが、基準地震動として3つの線を見るのか、飛び出した箇所を見るのかの考え方、震源に近いところは断層モデルを云々と指針にも記載されているが、その辺の考え方、関係についてまず教えてもらいたい。

(日本原電：川里GM)

- 応答スペクトルの不確かさと断層モデルの不確かさについては、基本的に同じような不確かさを見ている。巨視的な断層パラメータの不確かさとして、資料の18ページを見ていただきたい。不確かさとしてどういうものを見ているかというのと、一つは断層上端深さである。敦賀半島周辺の地盤構造について色々分析をした結果、上端深さとしては4kmとした。それに対し、距離的に発電所に近づくよう3kmまで浅くしたパラメータも設定し、一つの不確かさとした。
- アスペリティの位置については、累積変移量等の顕著な位置に置くことを基本とするが、サイトに近づけた場合も考慮することとし、一つの不確かさとした。
- 応答スペクトルについてもアスペリティを考慮した計算が可能で、等価震源距離というのを求めるときにアスペリティを考慮すると等価震源距離が短くなる評価が出来るのでそういう不確かさも見ている。
- 3つ目の破壊開始点については、応答スペクトルは考慮できないので、断層モデルのみになる。
- そういった不確かさを見ると資料3ページの敦賀発電所の応答スペクトルの検討を見ていただくと、赤線が基本的な震源面で、それに対して断層面を浅くしたりアスペリティを考慮したりすると青線のようになり、そこまで考慮した  $S_s$  をつくっている。
- 断層モデルの方は右図のように沢山評価できたが、左図で作った  $S_s - D_H$  の黒い線を超えているか、この線に近いような、発電所に影響の大きいようなものをこの中から選定し、断層モデルの  $S_s$  として設定して、これに対しても施設の影響とかを評価している。

(釜江委員)

- 資料3ページの図で、青線は不確かさを考えて、スペクトルを出しており、 $S_S - D_H$ は、それをより大きく安全側で考慮しているというのが応答スペクトルに基づく基準地震動の意味と理解すればよいか。

(日本原電：川里GM)

- 検討用地震動を包絡するギリギリのスペクトルを作ることも可能だが、安全側の判断ということで、このように設定した。

(釜江委員)

- 敦賀発電所の場合は、断層モデルによる $S_S - 1_H$ が応答スペクトルによる $S_S - D_H$ を少し飛び出た部分があり、 $S_S - 1_H$ も採用しているが、応答スペクトルによる $S_S - D_H$ が断層モデルによる $S_S - 1_H$ を全て包絡していれば、応答スペクトルによるものだけでよいという話しであればそれでよいが、少し超えているからではなく、断層モデルの波形が構造物に影響があるという観点と地震動の兼ね合いで、断層モデルの地震動も考えているという意味なのか。

(日本原電：川里GM)

- 超えているということもあるが、資料4ページの波形の比較で、応答スペクトルに基づく方は非常に長くパワーがあるようなもので、断層モデルに基づく方は波形は短いがパルス的な評価、位相の違いというものもあるので、このような波でも評価しておくというのが安全上必要ではないかという判断で選定した。

(釜江委員)

- $S_S - D_H$ は継続時間が長く、機器への影響ということで言えば、加速度波形が長い方が構造物への影響があるということで、このような比較をしていると思うが、模擬地震動を作る時には何らかの規模を仮定していると思う。全国の原子力発電所で同じようなことをしているが、その辺の考え方を教えて欲しい。

(日本原電：川里GM)

- 継続時間の計算方法についてはNoda et alの中に考え方が書いてあり、マグニチュードと等価震源距離を決めると一律決まるものである。敦賀サイトについては、この地震動を評価するうえで、2ページにあるように敷地に影響を及ぼす地震として濃尾地震という非常に大きな地震があり、この地震を参考にしてM8を想定した。等価震源距離も断層面を一応仮定してその距離をとり、このマグニチュードと等価震源距離から継続時間を計算すると、4ページの $S_S - D_H$ の継続時間になるという考えに基づいている。

(釜江委員)

- 21 ページに白木-丹生断層よりC断層の方が影響が大きいということで、検討用地震

動にされたとのことだが、距離と規模との関係でC断層の方が基準地震動も大きいというのか。

(原子力機構：池田主席)

- 考え方は色々あると思うが、白木-丹生断層は地質調査結果から断層長さは 15 km、C断層の場合は 18 kmと長さを設定している。白木-丹生断層の場合は、斜めに 60 度で入った断層面を想定しているので、断層上端深さを 4 km、地震発生層を 18 km としており、その間の 14 kmの幅で地震が発生するということになる。これに対して 60 度で斜めに線を引くと約 16.2 km位の長さになる。白木-丹生断層の長さは 15 kmなので縦長の断層ということになり地震としては考えにくい。地震発生層より断層長さのほうが短いということで、これは孤立した短い断層という考え方で扱う。その場合、不確かさをどう見るかという点、昨年 12 月に保安院から、少なくともM6.8規模以上の地震を想定するように指示がでており、短い白木-丹生断層については、不確かさとして、M6.8規模以上を想定する場合、長さを長くしないといけなないので 20 kmとして設定した。C断層は 18 kmあり、検討用地震動に挙がってくるので、断層上端を 4 kmから 3 km、アスペリティ位置を考慮して、不確かさを考慮していると、白木-丹生断層よりもかなり大きな応答地震動になる。近い断層であるため、Noda らの方法でパラメータを少しでも変えると、相当地震動が変わってくる。安全側ということで、Noda らの方法の式に対して、断層上端面を変えたり、アスペリティ位置を考慮するといったことを踏まえて、不確かさを考慮し地震動を設定している。

(釜江委員)

- 細かな話はまだお聞きすることとし、今日は全体を把握することとどめたい。

(竹村委員)

- 断層上端深さというのはサイトに近いと効いてくると思うが、それを 4 kmに設定するのは微小地震のトップが 4 kmだからということが平均的におさえられているが、3 kmとか 2 kmという方向の計算は実施したのかということと、地表までの地盤構造というのはどういう形で決めたのか、地表までの地盤構造の話は計算上一度もでてこなかったもので、2点お聞きしたい。

(日本原電：川里GM)

- 資料の 20 ページを見ていただくと、これだけ活断層の多い地域なので、断層の上端と下端深さが何処に位置するのかということは非常に重要な問題であり、若狭地域においていくつか調査を実施し、その結果を総合的に判断して上下端深さを設定している。左表にあるように色々な調査を実施した。地震調査推進本部は地震発生層の上端を 3 km、下端を 18 kmとしている。敷地周辺の微小地震発生状況の断面図を見ると、表層から 4、5 kmまでと 18 km以深はあまり地震が発生していない。これを統計処理し、地震の頻度分布も調べている。これによるとD10%で 7 km、D90%で 15 kmとなっている。このようなことは、京都大学の伊藤先生も行われており、このD10%、

D90%から、地震発生層の上限と下限を検討されている。同じようなことを敦賀半島、若狭地域で行い、この深さを求めている。もう一つは、各種物理探査を行っており、微動アレー探査、それから、敦賀半島には5箇所ほど地震計を設置し、地震の水平アレー観測も常時行っている。それから、地震波トモグラフィということも行い、地盤の固さについて、評価している。V<sub>p</sub> 6 km/s層を特定しており、大体地表から4 kmのところにある。こういったデータを総合して、地震の発生深さとして4 km～18 kmを求めている。この地震の発生層が若狭地域の上端と下端にあたるのではないかと仮定し、断層の上端を4 km、下端を18 kmと設定している。

- 2つ目の質問については、先ほど説明させていただいた、上端を3 kmまで近づけたケースとして感度解析を行っており、それを含めてS<sub>s</sub>を策定したという状況である。

(中川委員長)

- 地表層の構造についてはどうか。

(日本原電：川里GM)

- 地表までの構造については、微動アレーや地震水平アレー、地震波トモグラフィにより、地盤の固さV<sub>s</sub>とV<sub>p</sub>というのを求めている。地表のところでは、地震観測、鉛直アレー観察を実施して観測地震による地盤同定解析を行い、表層部分の速度構造を求めている。それらをトータルで評価して地表から4 kmまでの地盤構造を設定し、断層モデルや応答スペクトルの方法で計算している。詳しいデータについては、今後の審査の中でお示ししたい。

(安井委員)

- 地震発生層について、地震が発生する最初のショックの位置であり、震源の断層域ではないように思う。新潟県中越沖地震でも幅が30 km位あったと思うが、幅が14 kmでは少し狭いのではないかと思う。それに関連して、先ほど竹村委員もおっしゃっていたが、断層計算した断層パラメータを示していただけるとよい。

(日本原電：川里GM)

- 断層のパラメータについては今後お示しする。

(関西電力：伏見マネージャー)

- 発生層の幅については、新潟県中越沖地震も30 kmもあったとは記憶していない。恐らく断層に傾斜があるので断層幅として30 km近くにはなっていると思うが、地震発生層はだいたい同じような深さだったと記憶している。

(飯井委員)

- 震源を特定せずに策定する地震動の位置づけというのがよくわからない。例えば、敦賀発電所ともんじゅについて、震源を特定せず策定する地震動が断層モデルによる地震動を上回っており、工学的に理解できる結果が得られている。震源を特定せずとい

うことで、ある意味、大きく評価するということだと思っている。それに対し、大飯・高浜の場合は逆転する結果となっており、これはどのように理解するものなのか。

(関西電力：伏見マネージャー)

- 震源を特定せず策定する地震動については、加藤他による論文を採用しており、過去に震源の近くで起こり、かつ、断層の存在が確認できていなかった地震に対する極近傍の記録を集め、それを包絡するようにスペクトルとして定めている。それが約 450 ガル程度である。それに対し、各断層の評価については Noda らの方法等で、マグニチュードと距離から求めており、スペクトルの出し方、考え方が若干異なっている。震源を特定せず策定する地震動が安全側を見ているのかもしれないが、断層が近くにあれば震源を特定せず策定する地震動より大きくなることもあり、ケースバイケースだと思う。

(飯井委員)

- 震源を特定せず策定する地震動とは、非常に震源が近いという安全側の策定をしているわけではないということか。

(関西電力：伏見マネージャー)

- 旧指針では、断層が無くてもM6.5の直下地震を考えるということになっていたが、新指針ではその考えが無くなり、その代わりではないかもしれないが、同じようなものとして、最低規定として、仮に断層が無くてもどの程度の地震を想定するかということ考えたときに、過去に起こった記録の上限を包絡すると 450 ガル程度であったという論文があるので、旧指針の直下地震とは別に考えていただきたい。

### 3 施設の耐震安全性評価について

(日本原電 川里GM、関西電力 尾崎GM、原子力機構 池田主席から  
資料1-4の内容について説明)

#### <質疑応答>

(木村委員)

- ・原子炉の止める、冷やす、閉じ込めるに関して、制御棒の挿入性について敦賀1号機ともんじゅは長さである変位で評価し、他のプラントは、挿入時間で評価しているが、違う評価を行う理由があるのか。時間で評価したほうが良いと思う。

(日本原電：近藤副部長)

- ・制御棒の挿入性に関し、BWRの場合、相対変位という形で評価を与えているが、JEAGの1991追補版に規定されており、実際には、新たに実施された加震試験によって規程時間内に制御棒の挿入性が確認されたときの燃料集合体の相対変位を基準値として用いている。

(木村委員)

- ・この表では、BWRともんじゅは変位として評価されている。基準値が何秒で、基準地震動の場合、どれくらいで制御棒が落ちるのか教えていただきたい。

(日本原電：近藤副部長)

- ・記憶が薄いですが、敦賀1号機の場合、約3秒だったと思う。

(木村委員)

- ・後でよいので基準時間と評価結果を教えてください。

(中川委員長)

- ・評価基準も時間で決められているのか。

(日本原電：近藤副部長)

- ・規定時間内に制御棒が挿入される場合の最大の相対変位にもその時間内に収まるという試験の結果による。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・もんじゅの場合も相対変位で評価しており、制御棒挿入指令信号がでてから85%挿入されるまでが1.2秒ということになっており、安全解析で確認された値である。もんじゅの建設時に加振試験を行い、相対変位55mmの振動を与え、制御棒が入るかという実験をしており、確かに加振していると挿入時間は延びるが、実験結果は0.8秒弱だったと思う。加震がない場合は0.6秒程度だった記憶している。振動がおきると摩擦力が働くので、制御棒挿入時間が長くなるということになる。

(柴田委員)

- ・発生値と評価基準値が近い場合と大きな差がある場合があるが、包絡されているから安全であるという考え方もあると思うが、施設によっても違うと思うが、その辺の判断基準があるのか。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・新しい設計であればある程度余裕をみるという考え方もあるが、今回は、バックチェックなので、評価基準値内に入っていればいいというのが基本的な考え方である。確かに余裕が少ないところがあるが、評価手法によって余裕も出てくる。応答倍率法というのは、単純に床応答スペクトルが過去の設計からどの位増えたかという単純な掛け算を行っている。スペクトルモーダル法だと各設備の固有振動数があるので、それに基づいて、2乗で足してルートで開いてどの位発生するか評価しているので、応答倍率法より余裕が出てくる。これをさらに時刻歴解析を行うとスペクトルモーダル法よりも更に余裕が出てくるため、まずは応答倍率法で評価基準値内にあればよいだろうという考えである。

(山本(章)委員)

- ・評価基準値については、例えば、エレベータの定員のようなもので、それを超えたからといってすぐにシリアスな自体に陥るものではないのか、それともそれを厳守しないと即座に重大な事態になるものなのか、どう見たらいいのか。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・この値を超えると直ぐに壊れるというものではない。評価基準値というのは、機械設備であれば材料の強度について、構造等技術基準があり、その許容値をとっている。材料は最終的には引っ張り強度までもつので、それに対してある程度の余裕をとり基準値を定めているので、そこに達したとしても壊れるものではない。

(山本(章)委員)

- ・評価基準値自体に余裕が見込まれているという理解でよいか。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・そのとおり。

(山本(章)委員)

- ・耐震バックチェックの評価対象に入っているかどうかかわからないが、炉心は、燃料集合体から構成されるが、炉心自体の耐震性は、どこにも記載がないようだが、今後、説明いただきたい。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・燃料集合体は耐震Sクラスで設計されているので、燃料集合体に働く荷重についても評価している。また、燃料が揺れた場合、反応度が増えるのではないかということについても、どの程度、反応度が増えるかについても評価している。ただし、この場合、制御棒が挿入されるということで、反応度の増加を担保している。評価値については今後紹介したい。

(中川委員長)

- ・基準値について、材料関係では、弾性限界のどのあたりとしているのか。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・基準としては、弾性域を超えている。材料関係では、引っ張り強度の2/3を評価基準値としている。

(竹村委員)

- ・評価値等を見ていて、最終的には材料と入力地震動の両方がかかってくると思うが、これらの数値は小さい桁まで出ているが、誤差がどの位入るといったような誤差論はどの位意味があるか。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・建物に地震動を入力して、建物の応答解析を行うが、応答解析計算値には誤差が出るだろうということで、建物の床応答は、直接計算された値を±10%幅を広げて誤差を考慮している。それ以外のものは、数値をかけて計算しているだけなので誤差はない。

(竹村委員)

- ・建物毎のデータがでてくるが、お互いの局所的な地盤構造は何か対応しているのか。炉心とそれ以外の建屋等は地盤構造が違っていると思うが、地震動が建屋に入るときのパラメータはどのようにされているのか。全部一括で掛けているのか。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・基本的に硬い岩盤の上に建てているので一様と判断している。このため、今回策定したS<sub>s</sub>を建屋に入力している。

(中川委員長)

- ・さきほど、計算だから誤差はないという説明があったが、計算だからとはいえ、使うパラメータには元々誤差があるので、結果的に誤差はでてくるはずである。だから、最後の桁の数値が誤差を生じる可能性があるということではないか。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・そういう面では誤差はある。計算を行う場合、計算機で計算するが、最終的に応力計

算するときは構造等の技術基準にあわせて計算を行う。例えば、配管を計算するとき、普通は計算機に入力し、出力された数値をそのまま使うが、一方で技術基準があるので、それにあわせて評価を行う。このため、数値が出てきてもそれをそのまま使うのではなくて構造等技術基準にあわせて使うということになる。そちらは係数とかが決められていて、余裕を持った値になっている。

(中川委員長)

- ・現状では評価基準値を超えていなければよいという判断でよいが、基準値に疑いがでてくる場合は、耐震の場合は補強などが必要になる。その辺の基準値の考え方、材料の場合は引っ張り強度の2/3に設定しているらしいが、材料が壊れることに対して、2/3がどこまで安全なのかというところも考えていく必要はあるのだろう。

(安井委員)

- ・耐震安全性評価の結果の表について、評価手法で応答倍率法、スペクトルモーダル法、時刻歴応答解析法があるが、これはどのように使い分けているのか。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・応答倍率法というのは、資料1-4の6ページに書かれているが、建物に地震波を入力して各床面上の応答スペクトルを出す。これまでのS<sub>2</sub>地震で床応答が出ているので、それとの比率関係を出して、それを単純に過去の発生応力値にかけて出す保守的な方法である。これでダメな場合、スペクトルモーダル法という普通設計で使う手法で評価する。それでもダメな場合、更に実現象に近い、実際の床に出てくる振動の時刻歴の揺れを機器に入力して評価するというのが基本である。ただし、時刻歴手法でしか解析できないものもあり、そういうものは最初から時刻歴手法で解析する。

(安井委員)

- ・もんじゅは最終報告なので確認しておきたいのだが、資料19ページを見ると、応答倍率法でほとんど全部すませてしまうということで、時刻歴応答解析を行うのは閉じ込める機能の一つだけなのか。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・制御棒の挿入性についても時刻歴応答解析を行っているが、それ以外は、応答倍率法やスペクトルモーダル解析法で評価基準値に入っているという結果になっている。今回の資料には記載していないが、今後、応答倍率法、スペクトルモーダル解析法、時刻歴応答解析、それぞれの解析法でどのくらい差があるかを説明していきたい。

(安井委員)

- ・応答倍率法は保守的かもしれないが、危険性もある。それでOKだからといって、最終的な評価がOKとはいえないと思う。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・配管等については、応答倍率法は保守的になる。資料は用意していないが、応答倍率法が必ずしも保守的でないことも承知している。それについては、個別に評価している。ここに書いているものは応答倍率法が保守的であるとして記載している。

(安井委員)

- ・その説明だと最終的には、時刻歴応答解析まで行っているということか。そこまでしないと本来的には安全性は評価できないのではないのか。応答倍率法はあくまで、他のモードを厳密には考慮していないそのモード（周期）での倍率をかける方法である。モードの回り込みは全く考慮されていないものである。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・応答倍率法を具体的にどのようなように行っているかというのと、剛構造の場合、そのまま応答倍率でいいが、固有周期を持つ配管の場合、設工認で 12 モードまででており、スペクトルモーダルで各モードを計算している。それぞれの値に対して、今回の床応答がどれ位になっているかを出している。その最大値をかけているので、スペクトルモーダルより更に保守的な値になる。

(安井委員)

- ・それは違うと思う。対象とする地震波が変わるわけであるから、結果的に刺激される値が変わってくるはずである。それを注目している周期だけで倍率をかけた値をもって、安全性を結論付けるのは早計だと思う。

(中川委員長)

- ・応答倍率法は周波数を指定していないのではないか。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・応答倍率法で行う場合、S 2 地震動の場合と S S 地震動のスペクトルを比べて、固有周期を持つものについては、単品で行うのではなく、各モードを見ていき、比率が一番大きいものを掛ける係数としている。固有周期の 1 次モード、2 次モードでは倍率が少ない場合でも、低次モードになると、今回、地震動が大きくなるので、応答倍率として大きな値になる。この値を掛けているので、保守的になっている。

(中川委員長)

- ・応答倍率法はいろんな周期に対して、あらゆるものをやり、このフローチャートの基準値に入らなかった場合、機器の特性に応じた固有振動も考慮に入れたスペクトルモーダル法へいくのではないか。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・スペクトルモーダル法へいった場合、配管系の固有周期というのは変わらないので同じところに出てくる。

(安井委員)

- ・応答倍率法は略算法だと思っているので、応答倍率法が保守的であるという論拠を示して欲しい。

(木村委員)

- ・基準値の話がでてきたが、これを算出するときに、高経年化についてはどのように算定しているのか。

(日本原電：近藤副部長)

- ・発電設備の高経年化については、耐震バックチェックとは別の体系の中で、高経年化対策として、ある程度年数の経ったプラントに対して、配管系の減肉等の経年事象を踏まえた評価を別途するようになっている。基準地震動は、今はS2しかないわけであるが、今後S<sub>s</sub>が決まれば、然るべきプラントについては、SSでの評価をしていくことになるかと理解している。

(木村委員)

- ・それは存じているが、今回、耐震バックチェックを行っている時に示す値としては、ある年限を経た高経年化の値で示すのではなく、新設の場合の基準値で示していくということか。そして、高経年化の評価は、その時に改めて評価をするから、耐震性についてもその時に見ていくという手順で行うので、今回の評価では考慮しないということか。

(日本原電：近藤副部長)

- ・耐震バックチェックの中でも、経年事象に対しては、最終報告の段階で、事業者の自主的な扱いということで、報告書の中に参考としてお示ししていくこととしている。

(飯井委員)

- ・耐震バックチェックということで、設計時点で評価項目に入っていなかった項目は、バックチェックでも入らないというように聞こえる。例えば、中越沖地震の水平展開として、スロッシングの問題があったが、そのような項目に対しては、バックチェックにはならないわけであるが、新規チェックについては、今後報告されると理解してよいのか。
- ・もんじゅについては、最終報告であるが、資料の14ページの評価対象を見ると、安全上重要な機能を有する施設、あるいは、ナトリウム内包する主要な施設と書いてあるが、こちらについては、水平展開として評価する項目がでてくると思うが、その辺りはどうか。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・スロッシングについては、もんじゅの場合、燃料プールのスロッシングの評価を行っている。中越沖地震で、水が漏れたということで、基準地震動でどの位、プールの水が溢れるかということの評価をしている。それ以外では、ナトリウム内包ということがあるので、Sクラス以外の設備についても評価している。他の軽水炉の場合も同じであるが、バックチェックルールの中には、Sクラスでなくてもそれ自身が壊れると影響を与える設備についても評価を行っている。例えば、クレーンについては、転落した場合、下にある機器に影響を与えるということで、Sクラスではないが、Sクラスの評価で問題がないかを評価している。

(飯井委員)

- ・それらについて、今後は、明示的に示してもらいたい。

(原子力機構：池田技術主席)

- ・次回以降にご説明させていただく。

(中川委員長)

- ・もんじゅ以外で、中越沖地震等の新しいチェック項目を設定している部分はあるのか。

(日本原電：近藤副部長)

- ・地震動だけではなく、中越沖地震の知見の反映という意味合いでは、燃料プールのスロッシングもあるが、屋外のタンク類についても、同じく液面をもっているのので、その辺の構造強度評価を織り込んだ形でお示ししていく形になると理解している。

(中川委員長)

- ・この問題について、本日はここまでとしておく。
- ・本日、各事業者から耐震安全性評価結果の概要の説明を受けた。
- ・現在、国の委員会においても耐震バックチェックの妥当性について、検討が始まっている。
- ・当委員会としては、本日の委員からの意見も踏まえ、地質、地震動、施設の安全性評価について、今後更に詳細な説明を事業者から受け、審議を行っていくこととしたい。
- ・また、国の審議がまとまった段階で、国からの説明も受けることとしたい。

以上