

## 第45回耐震設計分科会 議事録

1. 開催日時 : 平成24年10月30日 (火) 13:30~17:30

2. 開催場所 : 日本電気協会B, C, D 会議室

3. 出席者 (順不同, 敬称略)

- 出席委員 : 原分科会長(東京理科大学名誉教授), 久保副分科会長(東京大学名誉教授), 白井幹事(関西電力), 青山(東京大学名誉教授), 北山(首都大学東京), 衣笠(東京工業大学名誉教授), 柴田(東京大学名誉教授), 工藤(日本大学), 中村(大阪大学), 奈良林(北海道大学), 藤田(東京電機大学), 山口(大阪大学), 谷(防災科学技術研究所), 中村(防災科学技術研究所), 本橋(原子力安全基盤機構), 平田(電力中央研究所), 瓜生(日本原子力研究開発機構), 山崎(日本原子力技術協会), 遠藤(日本原子力技術協会), 阿比留(中国電力), 一徳(九州電力), 岩田(電源開発), 梅木(中部電力), 小竹(北陸電力), 斎藤(北海道電力), 坂本(電源開発), 高橋(東北電力), 戸村(日本原電), 西村(東京電力), 松崎(四国電力), 佐藤(三菱重工業), 鈴木(日立 GE ニュークリア・エナジー), 羽田野(東芝), 神坐(富士電機), 兼近(鹿島建設), 森山(大成建設), 今塚(大林組), 大宮(竹中工務店), 小島 (清水建設) (39名)
- 代理出席委員 : 杉田 (東京電力・貫井代理), 楊井(東京電力・長澤代理) (2名)
- 欠席委員 : 中田(東京大学), 久田(工学院大学), 吉村(東京大学), 安田(東京電機大学), 山崎(首都大学東京), 渡邊(埼玉大学), 原口(関西電力), (7名)
- オブザーバー : 島本(中部電力), 米田 (竹中工務店), 廣谷(清水建設), 野元(関西電力), 相川(大成建設), 福島(鹿島建設), 福島(東京電力) (7名)
- 事務局 : 牧野, 鈴木, 糸田川, 日名田, 志田 (日本電気協会) (5名)

4. 配付資料 (※印: 審議資料)

- 資料 No.45-1 第44回耐震設計分科会 議事録(案) ※
- 資料 No.45-2 耐震設計分科会および検討会 委員名簿 ※
- 資料 No.45-3-1 原子力発電所免震構造設計技術指針 JEAG4614-2000 見直し(案) ※
- 資料 No.45-3-2 原子力発電所免震構造設計技術指針 JEAG4614-201X(案) ※
- 資料 No.45-3-3 JEAG4614-2000 免震構造設計技術指針改定案に対するコメント回答(機器・配管系) ※
- 資料 No.45-4 火山検討会中間報告に対するコメント事項(耐震設計分科会、規格委員会) ※
- 資料 No.45-5 今後の耐震設計分科会での規格策定・改定の対象項目の抽出・整理と進め方について※
- 資料 No.45-6 災害誘発事象の取り扱いについて他
- 資料 No.45-7 津波検討会状況報告
- 資料 No.45-8 福島原子力発電所における津波被害、津波対策の視察について

## 5. 議事

### (1)代理出席者の承認及び会議定足数の確認

事務局から、代理出席者 2 名の紹介を行い、規約に従って原分科会長の承認を得た。また定足数は、委員総数 48 名に対し代理出席者を含め 38 名の出席であり、会議開催条件の「委員総数の 2/3 以上の出席(32 名以上)」を満たしていることを確認した。

また、事務局より本日の説明者および傍聴者 7 名の紹介を行い、原分科会長の承認を得た。

### (2)前回議事録の確認

事務局から、資料 No. 45-1 に基づき、第 44 回耐震設計分科会議事録（案）が読み上げられ、以下を修正することで正式な議事録とすることが挙手により承認された。

- ・ P5 の「JEAC」は「JEAG」と思われるので事務局で確認すること。
- ・ P5 の下から 4, 5 行目、「…再度審議することとする。」→「…再度審議することでどうか。」

### (3)委員変更について

事務局から、資料 No. 45-2 に基づき耐震設計分科会委員(3 人)および検討会委員(5 人)の変更について紹介がなされ、検討会委員の変更について挙手により全員の賛成で承認された。なお、分科会委員の変更は原子力規格委員会に諮る。

#### 【耐震設計分科会】 3 人

貫井 泰(東京電力) → 杉田吉秀(東京電力)

平田和太(電力中央研究所)→大鳥靖樹(電力中央研究所)

谷 和夫(学識経験者) → 谷 和夫(学術研究機関)

#### 【総括検討会】 2 人

貫井 泰(東京電力) → 杉田吉秀(東京電力), 長澤和幸(東京電力)→新

#### 【建物・構築物検討会】 1 人

貫井 泰(東京電力) → 杉田吉秀(東京電力)

#### 【火山検討会】 1 人

根上 司(北陸電力) → 新

#### 【津波検討会】 1 人

綿貫善徳(東京電力) → 楊井知啓(東京電力)

### (4)JEAG4614-2000「原子力発電所免震構造設計技術指針」の改定案の審議

島本建物構築物検討会委員より、資料 No. 45-3-1, JEAG4614-2000「原子力発電所免震構造設計技術指針」の改定案について、戸村機器・配管系検討委員会幹事より、資料 45-3-3 に基づき、JEAG4614-2000「原子力発電所免震構造設計技術指針」の改定案に対するコメント回答について説明があった。審議の結果、本日のコメントによる修正を前提に書面投票に移行することについて挙手により全員の承認を得た。なお、修正案を検討会にて作成し、分科会長、工藤委員他で確認後、書面投票は 3 週間とすることとした。反対意見がなく 2/3 以上の賛成で可決された場合は、原子力規格委員会に上程する。意見が出された場合は分科会長の判断に一任し修正し、修正案を各委員に連絡する。本分科会審議終了後の編集上の修正については、分科会長の判断に一任する。

主な質疑・コメントは下記のとおり。

1) JEAG4614-2000「原子力発電所免震構造設計技術指針」の改定案

・高圧ガスにおいて告示(平成24年3月)が改訂されたが、告示との整合性は検討したのか。

高圧ガス関係の告示(3月改定版)は、実際の地震動の状況を一番よく捉えているものになっていて、一般建築用より優れていると思われる。一般建築の延長にだけとられるのではなく、地震学的にベストのものを考えるべきである。JEAG4601の基本的な思想は、振動として地震工学的に把握したものに従うという原則があるが、長周期地震動については、一般建築用にとらわれているような気もする。

→国交省告示波からの余裕度については、前回のコメント回答資料の中で、前回のJEAG4614-2000版のときに一般建築からの余裕度の確保という観点で整理された上部構造の余裕度確保について説明した。2000年版当時は国交省告示波は無く、それ以降制定された。それをあらためて現在の知見に合わせて、国交省告示波についての対応をとって、Sクラスについては1.5倍の耐震余裕をとった。免震用の静的地震力は残しているが、一般建築の方では現在は採用していないので、静的地震力だけを持って一般建築からの耐震余裕を定義付けすることができない。そのため、何らかの耐震余裕をイメージできることを整理したいということで、国交省告示波の係数倍を検討用の地震波とした。したがって、Sクラスは国交省告示波の1.5倍、Bクラスは国交省告示波の1.25倍として整理した。

→国交省告示波は一般免震建築に法的に課されているものなので、一般免震建築は国交省告示波を満足して設計されている。Bクラスの施設は原子炉施設のSクラスと一般建築の中間的なところとなるので、

一般建築から積み上げた安全率とSクラスから低減させた安全率の二重管理的にBクラスの地震力を定義している。

・免震指針のJEAGにしても、基本的にはJEAG4601を引用している。その中で免震構造の構造的な本来の性質を時刻歴(動的解析)で検証することはカバーされている。ただ、昔のJEAGの中には静的設計という概念があって、ある程度の静的耐力を持たせる発想が残っていた。それを免震構造にあたってどう移し替えるかという点で、動的評価に使われたのが、この建築基準法で規定されている地震動である。係数として1.25あるいは1.5をとるかはJEAG4601の方で $S_s$ に対する応答が $1/250(4/1000)$ という値であり、そこに採用されている安全率がSクラスで1.5であったことから、建築基準法関連の告示波のSクラスに対する係数も1.5をとることにした。地震動をどう考えているかというご質問に対する答えは2つあり、動的な設計の外力に対してはJEAG4601の $S_s$ を評価する場合に免震構造としての特徴を考えて決めること。静的設計の歯止めとしての役割に関しては建築基準法関連の告示波に係数を掛けた外力で扱っている。

・高圧ガスではどのように考えられているか。

→高圧ガスにおいては、短周期についてはサイト毎の影響について考慮されたが、長周期についてはあまりサイトのことが考慮されていなかった。地域によっては10倍以上の差を考えなければいけないところもあり、サイト毎の影響に注目して設定した経緯がある。原子力サイトは場所により違うところはあると思うが、岩盤サイトといっても長周期については、堆積層が厚いところでは短周期と同じレベルに地震動を考えてはいけないと思われる。設計レベルとの関係について

は専門外でありコメントは差し控える。

- ・ 高圧ガスの関係については、基準地震動  $S_s$  を決める時に反映すればよいことであり、高圧ガス保安協会の引用文献を引用することの注意喚起をすることは可能と考える。
- ・ 基準地震動の  $S_s$  の決め方に、高圧ガスの告示波の考え方が入っているのか、または、高圧ガスの告示波について注意喚起が必要かどうかであると理解しているが、その観点からでは P20 の 5 行目に記載されている平成 12 年度建告の告示波は高圧ガスの告示波とは違うものを示していると思われる。 $S_s$  を決める時に高圧ガスの告示波のことを注意喚起することは必要と思われる。
- P20 の 8 行目の「なお、JEAG4601-2008……最近の知見に工学的判断を加えて策定することとしている」に含まれると理解している。必ずしも全ての新知見を網羅できるものではないので、新知見を取り入れて工学的判断をとりいれて作成することとしている。
- ・ 高圧ガスのことは P20 の 3 行の記載の部分に含まれると思われる。
- ・ 高圧ガスの告示波のことを記載することで抽象的な文章が具体的になる。
- P20 の 1 行目の「この場合、……ハイブリッド法等の、……」に高圧ガス保安協会の基準を参考文献として記載することは可能と思われる。
- ・ プラント内には高圧ガスの一般施設と同様な設備があることから、高圧ガスに関するものがあることを明記するとともに、判断が異なる点があれば明記しておいて頂きたい。
- 高圧ガス保安協会の告示波が免震構造を扱うものか、本来 JEAG4601 に反映すべきものであるのであれば、個別の免震構造に対して記載することは違和感があるので、関連する参考文献を引用することの対応でどうか。
- ・ 設計の方法を言っているのではなく、地震動としての入力について言っているもので、実務的には処理の仕方は違うが入力は同じと思う。
- ・ 最低限は、高圧ガス保安協会に関する文献を引用することとするが、解説等の文章をどこに記載として残すかが問題となる。
- 全施設共通の地震動の課題であれば、本免震指針の改定の中ではなく、JEAG4601 に反映して頂きたい。
- 参考文献として記載するのであれば、ハイブリッド法の適切な文献として、例えば地震本部が出しているレポートなどを引用しておくこともひとつの方法と考える。
- ・ 高圧ガス保安協会で設定したものは、ハイブリッド法ではなく原子力と同じく  $S_s$  というものを各地域毎の応答スペクトル(周期と振幅の関数)のレベルとして与えているのが長周期に対する基準になっている。その背景となっているのは、いままでの地震の知識を蓄積した経験的なものである。経験とは伝搬経路や地下構造が考慮されている。どのような震源を想定しているかは基本的に特定の地震を想定しているのではなく、過去のマグニチュード 8 クラス程度の地震を想定している。参考として引用とするにしても、方法でもないことから「・参考となる。」の記載部分と考える。高圧ガス保安協会で設定しているレベルよりも原子炉施設の方が低い場合に問題ないか。少なくとも同レベルであるべきと思う。
- ・ 高圧ガスの告示が改訂されており、高圧ガスの適用を受ける設備があるかは判らないが、告示の改訂について審議しない訳にはいかない。
- 今回の免震指針は、基礎下免震の建物を対象としていることから、その中に高圧ガスに抵触する

ものがあるかと云うことになる。建築物として必ず規制を受けるため建築基準法の告示波を記載しているが、屋外施設まで含めて考えると地震動一般論となる。免震建物およびその中の設備の観点とすることでよいと考える。

- ・原子力発電所の中にも、高圧ガス設備の認可を受けるものはあるが、原子炉施設とは区別している。原子炉施設は、高圧ガス取締法の適用は受けないことから、必ず高圧ガス設備より耐力がなければならないことはないと思われる。

→高圧ガスの方が原子炉施設よりも高いレベルになることは危惧される。

- ・高圧ガス保安協会が告示波をどう決めているか確認(基準地震動  $S_s$  よりも低いレベルであることを確認)する。基準地震動  $S_s$  の設定のことではあるが、分科会からのご意見であることから対応することとする。免震構造が対象となる長周期だけが問題ではなく他の問題を含んでいるので、ここではその対応をするが、残された課題として次の JEAG4601 の改定にも残されているということを経験録に残すこととする。本来は基準地震動  $S_s$  の事であり、記載内容が JEAG4601 の改定の制限とならないものとする必要がある。

→建物・構築物検討会で高圧ガスの告示を確認し、レベルや地震動の設定位置等が国土交通省の告示波では工学基盤となっているのに対し高圧ガスの方はどの位置になっているかも含めて地震動のレベルを見て検討し加筆の方法を決めてもらうのはどうか。

- ・今回のコメントに対する文案については主査、幹事、工藤先生及び分科会長も目を通し、それを持って原案として書面投票で委員の意見を伺うことを一つの案とする。
- ・積層ゴムは最近新しいものがでてきている。大体は鉛入り積層ゴムではあるが、鉛入り積層ゴム以外のものがでてきた場合の対応についても一般論的に記載したほうがよい。

→新しいタイプのアイソレータが出てきたときには、使用できる免震材料としては公的な機関の認定を受ければ使用できる記載にしている。

2000 版の時点で品質管理を含めて特性確認試験を定義している。不足する場合は、追加試験を必要とするとしており、認定されているから無条件で使用できるものではない。

- ・ここでは、鉛入りと明記しているのだから鉛が入っていないと言われたら困ると思う。同等品は鉛入りを読み替えて使うということが何処かに書いてあったほうがよい。

→逆にそういったものについては鉛入りに比べると単一メーカーで制作しており、試験データが不足している例が多々ある。したがって、使用する場合は同等のデータを揃える必要がある。

→鉛入り以外が認められないような印象を与える指摘に対して、先ほどの  $S_s$  も含めて頭書きを作ったほうがよいので検討する。

- ・ダンパーに関する書き方は修正されているが、オイルダンパーについては消極的であり、実際的には排除している書き方である。これから入力が大きくなる、あるいは設計していたときに後から対応するとした場合オイルダンパー系は、根本的な特性は変化させないものが多いことから、今まで設計していたものが成立しなくなる可能性がある。鉛あるいは鋼材ダンパーの設計は多く出てくるがオイルダンパーについては何も書かれていない理由は有るのか。

→対象外としているかとの質問に対しては、P1 の「適用範囲」、P56 「免震装置の設計」、P96 「ダンパーの設計」にそれぞれ記載されていて排除している訳ではない。

- ・参 7-6 の「参図 7. 1-4 ケーブルトレイ変位吸収対策構造図例」の右図では免震構造建屋とトレン

中間が地震時の相対変位で狭くなった場合ケーブルが挟まって切断する可能性が強いので図を差し替えること。また、参 8-47 の「表 4-1 定期点検時の点検項目と点検方法」にケーブルトレイ、渡り配管の点検が入っていないので検査項目として追加すること。

→拝承

- ・高圧ガス保安協会の告示についてのみ引用して議論している理由が解らない。それ以外のサーベイすべき法律あるいは基準が無いのかどうか。具体的に今後詰めていくにあたってどこまで何をサーベイすべきかについて提示していただきたい。

→指摘の主旨はこのようなものがあるが、基準策定の際に考慮しているか、していないかということを示す方がよいと思われる。まず高圧ガス保安協会は基準地震動  $S_s$  に関連した話であり、他にもあるかと云えば基準整備促進事業でやっているものもある。この耐震設計分科会では他の基準も確認しているということのエビデンスとして残すことについては対応可能と思っている。あくまでも、基準地震動  $S_s$  の設定のことであり、本来は記載すべきではないと云う事は議事録に残す。

→原案を作成するにあたり、どのような調査をしているか、最新の知見を取り入れているかについては分科会の親委員会である原子力規格委員会でも指摘されていてエビデンスを残すよう注意もいただいている。全てを見ているつもりでも網羅できるものではないため、まずは検討会で調査した上で、段階を踏んで分科会、規格委員会、公衆審査で専門家の意見を聞き追加検討が必要な場合は調査し取り入れていくべきものは取り入れていくような努力をすることが重要である。

2) 「JEAG4614-2000「原子力発電所免震構造設計技術指針」の改定案に対するコメント回答について

- ・「意見 1」の回答は質問に答えていないのではないかと。質問では「 $S_s$  だけで評価すればよい」と聞いているのに対して、否定していると思われるが、よいのか、よくないのか答えて、否定している理由を記載すること。「意見 2」も同じであり整合性をとる必要があるのかないのかを記載すること。

→質問に対して直接的な回答の表現に修正する。

- ・以前の基準の  $S_1$ ,  $S_2$  の時は地震波の特性(周波数と加速度の関係)が異なることもあるので双方を確認することになっていたが、 $S_d$  波は  $S_s$  波と特性は同じで加速度だけを 50%以上の比率にしていることから両波で確認する必要はあるかとの質問をした。ただし、一次応力が供用状態の  $C_s$  と  $D_s$  では異なる可能性があるかもしれないので、それぞれの地震動で供用状態  $C_s$  と  $D_s$  における一次+二次応力を確認する必要があるということを追記すればよい。

また、 $S$  クラスについては一次+二次応力にピーク応力を含めた応力に対する疲労評価を実施することを要求しているが、耐震クラス B, C 配管については要求していない。

- ・質問者に修正文を確認して頂き、次回の分科会で質問者に回答した旨を報告することとする。

(5) JEAG4625-2009「原子力発電所火山影響評価指針」の改定案の中間報告時のコメント回答について

岩田検討会委員より、資料 No. 45-4 に基づき、JEAG4625-2009「原子力発電所火山影響評価指針」の改定案の中間報告時のコメント回答について説明があった。

主な質疑・コメントは下記のとおり。

- ・今回の第1段階では深層防護についての規定は含まれていないということか。
- 津波対策等で対策が取られる設備は今回は含まれていない。これまで既に設置されている設備を対象としている。
- ・そうであったら、深層防護の観点をどのように考えているという説明がある。
- 火山の場合は津波と違い DG 等で対処できると考えるが、深層防護からその安全設備も壊れたらどうするかということは今回は考えていないが、今後の課題として継続して検討していくという記載があればよいと思う。
- AM 策を排除しているわけではなく、第1段階で既存設備について1回取りまとめ、第2段階で AM 策や国の過酷事故に関する規定もはっきりしてくるので、そこも睨みつつ取り入れていこうと思っている。
- 少し補足すると、火山灰等の影響がどこまでくるのかというリスクベースの検討が必要となるが、いわゆる設置許可申請時に立地ではここまで想定しておくと言うことが詳細設計に渡されるが、それを越えるものについてどこまで考慮するかについてはまだ渡されていない。それらを含めて今後検討しなければならないが、津波に比べ火山については十分な知見がない状態である。知見が出てくるのを待っていたら時間がかかるので、上流側から与えられる火山灰はここまで想定するという入力条件に対応する規格をまず作り、AM 策については次の段階で検討していく。
- ・「分科会－3 コメント」はコメントと回答がかみ合っていない。
- 修文する。
- ・外部電源はすぐに復旧する可能性があるが所内の電源設備との接続部が壊れていたらつなぐことは出来ないので、少なくとも所内の電源設備の所までは火山灰が降ってきても問題がないように対策を講じる必要がある。
- ・アイスランドの火山では火山灰が風下のフィンランドとスウェーデンまで届いていると考え発電所に聞いてもらったが停電したとの話はなかったので、火山灰の成分を確かめたところフッ素系であった。日本の場合は硫黄系と思われるが専門家の意見を聞かなければ判らない。火山灰が碍子に付着した場合の火山灰の成分による影響を調査する必要がある。
- ・検討会において対応すること。

## (6) 今後の耐震設計分科会の方針について

白井検討会幹事、野元オブザーバーより、資料 No. 45-5 に基づいて今後の耐震設計分科会の規格策定・改定の進め方について、柴田委員より、資料 No. 45-6 に基づいて災害誘発事象の取り扱い他についての説明があった。今後、平成 25 年度の耐震設計分科会の活動計画に反映していくこととし、基本的な進め方として了承された。

## (7) その他

- 1) 津波検討会楊井委員より、資料 No. 45-7 に基づいて津波検討会の検討状況について報告があった。
- 2) 事務局より、資料 No. 45-8 に基づいて福島原子力発電所における津波被害、津波対策の視察について説明があった。

- 3) 柴田委員よりイタリアのラクイラ地震に関する地震研究者に対する有罪判決における日本地震学会の声明について紹介された。
- 4) 次回耐震設計分科会は12月5日(火)午後に開催することとした。(JEAG4614「原子力発電所免震構造設計技術指針」改定案の書面投票の結果により延期もある。)

以 上