

第57回耐震設計分科会 議事録

1. 開催日時：平成26年10月23日（木） 13：30～17：00

2. 開催場所：日本電気協会 4階 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)，衣笠(東京工業大学名誉教授)，工藤(日本大学)，柴田(東京大学名誉教授)，中村(大阪大学)，奈良林(北海道大学)，渡邊(埼玉大学)，中島(日本原子力研究開発機構)，中村(防災科学技術研究所)，山崎(原子力安全推進協会)，遠藤(原子力安全推進協会)，松崎(四国電力)，阿比留(中国電力)，岩田(電源開発)，渡部(中部電力)，原口(関西電力)，大澤(北海道電力)，坂本(電源開発)，志垣(九州電力)，尾形(東北電力)，清浦(東京電力)，水谷(東京電力)，今村(東京電力)，佐藤(三菱重工)，朝倉(日立 GE ニュークリア・エナジー)，羽田野(東芝)，神坐(富士電機)，今塚(大林組)，大宮(竹中工務店)，小島(清水建設) (32名)
- 代理出席委員：鎌形(鹿島建設・兼近代理)，石黒(大成建設・森山代理)，尾之内(電力中央研究所・大鳥代理)，徳田(北陸電力・小竹代理) (4名)
- 欠席委員：青山(東京大学名誉教授)，北山(首都大学東京)，中田(東京大学)，久田(工学院大学)，藤田(東京電機大学)，安田(東京電機大学)，山口(大阪大学)，山崎(首都大学東京)，吉村(東京大学)，谷(防災科学技術研究所)，戸村(日本原電) (11名)
- 常時参加者：安部, 鈴木(原子力規制庁) (2名)
- オブザーバ：吉賀, 松岡(三菱重工)，行徳(日立 GE ニュークリア・エナジー)，中村(東京電力)，野元, 福田(関西電力)，武田(日本原燃) (7名)
- 事務局：荒川, 沖, 芝, 井上, 志田(日本電気協会) (5名)

4. 配付資料

- 資料 No.57-1 第56回耐震設計分科会 議事録(案)
- 資料 No.57-2-1 原子力発電所耐震設計技術規程/指針[JEAC/JEAG4601-2008]の改定の概要
- 資料 No.57-2-2 原子力発電所耐震設計技術規程/指針[JEAC/JEAG4601-2008]の改定案の主要改定事項の一覧
- 資料 No.57-3-1 JEAC 第1章 改定案新旧比較表(機器・配管系検討会)
- 資料 No.57-3-2 JEAC 第2章 改定案新旧比較表(機器・配管系検討会)
- 資料 No.57-3-3 JEAC 第3章 改定案新旧比較表(建物・構築物検討会)
- 資料 No.57-3-4 JEAC 第4章 改定案新旧比較表(機器・配管系検討会)
- 資料 No.57-3-5 JEAG 第5章 改定案新旧比較表(土木・構築物検討会)
- 資料 No.57-4-1 JEAG 第1章 改定案新旧比較表(地震・地震動検討会)
- 資料 No.57-4-2 JEAG 第2章 改定案新旧比較表(土木・構築物検討会)

- 資料 No.57-4-3 JEAG 第3章 改定案新旧比較表（土木・構築物検討会）
- 資料 No.57-4-4 JEAG 第4章 改定案新旧比較表（土木・構築物検討会）
- 資料 No.57-5-1 フリースタANDING方式使用済燃料ラックの耐震設計法（スロッシングの影響に対する補足説明資料）
- 資料 No.57-5-2 動的機器の地震時機能維持評価法の改定
- 資料 No.57-6-1 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-201X 改定案
- 資料 No.57-6-2 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAG4601-201X 改定案

参考資料－1 原子力発電所耐震設計技術規程/指針[JEAC/JEAG4601-2008]の改定の概要（中間報告 その2）（第52回 原子力規格委員会資料 No.52-11-1）

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4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47名に対し代理出席者を含め35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。（最終参加者数：36名）

また、事務局より本日の傍聴者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. 57-1 に基づき、第56回耐震設計分科会議事録（案）が説明され、正式な議事録とすることが挙手により承認された。

(3) 重大事故等対処施設の取り扱いについて

山崎委員から、資料 No. 57-2-1 に基づき、3. の新たな規制要求である「重大事故等対処施設」の取り扱いについて、第52回原子力規格委員会に報告した内容の説明があった。

主な質疑は下記のとおり。

- ・2頁, 4. の中長期的に検討を要する事項で、(2)耐震設計技術指針 JEAG4601 については定期改定を待たずに、スケジュールを早めて新しい知見を取こむという提案でよいか。長周期, 火山, 津波等の問題があるが, 新しい知見が比較的手に入るから5年を待たずに改定するためのアクションを起こすということであると理解してよいか。

→JEAG については、現在新規制基準で審査が実施されている中、現行で取り纏められる知見を出来るだけ反映させて改定案を提示しているが、今回ここに記載している項目については引き続き検討を進め、審議の状況を勘案しながら、反映できるものについてはすみやかに反映し改定していきたいと考えている。また、第4章の津波については来年度の上期を目途というスケジュールと聞いている。それ以外はスケジュールが決まっていないが、5年後というのは少し遅いと思っている。

- ・JEAC は定期改定, JEAG はなるべく早く改定するということか。

→4. には考え方を述べているが、扱いはJEAC, JEAG とも同じである。

- ・重大事故等対処施設については火山 JEAG の方でも検討している。基本的には荷重の組み合わせ, 許容基準等が設計基準事故設備とは異なるということで、分けて検討している。火山 JEAG は、

元々の本体が JEAG であり、将来的に本体が JEAC になっても、この部分は JEAG として分けられるような形で検討を進めている。重大事故等対処施設の扱いは、基本的に地震、津波、火山等共通的なものと考えていて、その方向で進めていくということによいか。

→設計基準事故設備と重大事故等対処施設については視点が違うということで進めるのがよいと考えている。

(4) JEAC/JEAG4601改定案について

山崎委員、渡部委員、今村委員、原口委員及び各検討会委員から、資料 No. 57-2-2(1)、(2)に基づき、JEAC/JEAG4601 の主要改定事項の一覧についての説明があった。規格改定案について議論後、委員の挙手により書面投票に進めることが承認された。書面投票期間は、10月28日(火)～11月21日(金)までの25日間で実施することになった。第3章を含めた改定案については、事務局から28日頃にCDを送付することになった。

主な質疑は下記のとおり。

・新知見について、どこまで取り込むかについてはいろいろな意見があるが、最近の社会的要求は新知見については全て取り込んで欲しいとなっていて、電力もこれに従わなければいけないような雰囲気があるが、現時点でそれについて徹底的に分科会や原子力規格委員会で議論していくことは中々難しい。

→新知見をどこまで取り入れるかについては、設計体系の中でベンチマークにして評価しないと判断し難いと思われるが、各委員の中でも日常的に起こると思われるので、念頭から忘れることがないように気を付けていかなければいけない問題である。

・東京電力福島事故の大きな反省事項は、規制委員会から、地震で配管破断はしていなくて、津波で起きたと明確に中間報告書で示された。実際に、配管は靱性が大きいので地震では破断しなくタフであるという印象を思っている。それに対して津波は電気品を損傷させて、非常電源、電源盤等を損傷させて使用出来なくさせて、共倒れで冷却機能が喪失した結果、過酷な事故になった。それについて反省しなければいけないと思う。先ほどの意見で指摘されたように共倒れ事象を引き起こすあるいはクリフエッジ的な事象を引き起こすようなものが他にないかどうか、常日頃気を付けていかなければいけないと思う。

・資料 No. 57-2-2(1)、電気盤が特殊な事象で機能を喪失するという点について、機能維持確認加速度と言うことで、地震については整備されているが、津波に対する整備がされていないように思える。

→耐津波設計技術規程で取り扱っている。

→耐津波の規格の方で、今までは機器・配管系であったが、電気品、ケーブルについても規格の中に取り入れている。

(5) JEAC4601改定案の中間報告内容への意見対応について

機器・配管系検討会委員から、資料 No. 57-5-1 に基づき、前回分科会後に分科会委員から再質問が出されたフリースタANDING方式使用済燃料ラックのスロッシングによる影響に対する回答があった。審議の結果、本日の質疑を踏まえて図や解析データを追加したスロッシング補足説明資料を11月初旬に各委員に送付することを前提に、新しい設計法の規格案については資料 No. 57-6-1 に記載の案にて書面投票に諮ることとした。

主な質疑は下記のとおり。

・資料 No. 57-5-1, 2 頁に Housner 理論によるスロッシングの影響についての考察があるが, Housner のモデルではプール内部の流線を解析しているものではなく, プール壁へ作用する動水圧について固定水という考え方を取込んでいるものなので, 今回の流動の影響の説明には適切でない。

→説明資料では, 二つの面から考察しているが, 1 番目の Housner 理論による解説は目安として揺動水による変動圧力の影響範囲とラック高さの関係を示しており, ご指摘のようにこれだけでは説明できないので, 2 番目の考察で水の流動を考慮した CFD 解析によりスロッシング時にラック側面に作用する圧力荷重を求め, ラックのすべり及びロッキングに与える影響を評価した。

・説明資料 3 行目の「スロッシングによる変動圧力の影響を受けにくいと考えられる」という記述はどのような意味で書かれているのか。質問者はスロッシングによる圧力変動の影響ではなく, 非線形挙動となるような大きなスロッシングが発生するとラック近くの流れにより, ラックが動かされる恐れがないのかと言っている。また, ラックの底には板が張ってあるのかなのか。

→ラックとプール壁間の深い間隙に入り込むような水の流れはコンベクティブな揺動では生じないと考え, ラック左右の圧力差による荷重で評価した。CFD 解析では流線も求まるので流速を確認できると思う。燃料の自然対流冷却のためラックの底に板は張っていない。

・板が張ってあると流れによって浮く可能性があるが, 張っていないなら影響は小さい

・中越沖地震でプール内の水がスロッシングで揺れている映像を見たと思うが, プールのなかの流体は線形領域ではなく, 非線形領域になっていると思っている。そのような長周期の状態を計算で求めるのは難しいと思う。したがって, 想定している地震動で揺する実験により大きく揺すってみるのが安心材料であると考えられる。

→今日の資料には入っていないが, 長周期成分が入った実証試験を実施している。

・4 頁に福島での加速度応答スペクトルがあるが, このレベルではなく, もっと大きなレベルで揺すっているということか。

→前回 A3 版で説明した資料はこれとほぼ同じ大きさである。

・この応答スペクトルが高いレベルとは思えないが, 福島サイトでの長周期のレベルが必ずしも大きくはなかったということは定説になっているので, そのへんについても検討して欲しい。

→岩着している発電所の場合と一般のソイル立地の場合少し違うと考えられるが, 4 頁の応答スペクトルを割増してスロッシングを大きくした解析で流線を求めることは可能である。

・中越沖地震の時は衝撃的なスロッシングが発生したが, 使用済み燃料プールは燃料の上に 8m の水が有るので, 燃料が有るところの水はほとんど動いていないと思う。水は非圧縮性流体に近くて, 硬いので荷重を受けた時には単なるマスとして作用するぐらいと思うので, 解析ではラック近くの速度ベクトルを確認してほしい。小さければスロッシングの影響は心配ない。

・スロッシングにより, ラックの浮き上がりが起きるか, 起きないかという事象より, 浮き上がった時にモーメントにより長周期の共振が発生しないかが心配である。ラックが大きくなると, ロッキングの周期は短くなるのか。

→浮き上がった時の復元力とモーメントアームの関係から, ロッキングの卓越周期は浮上り量に応じて非線形的に変化するが, ラックの片側が少し浮き上がってロッキングを始める周期は, ラックブロックの水平寸法が長い方が短周期側になる傾向にある。最も小さいラックサイズでもス

ロッキング周期より短周期側に離れているので共振の心配はないと思われる。浮上り時の周期について説明を補足する。

機器・配管系検討会委員から、資料 No. 57-5-2 に基づき、動的機器の地震時機能維持評価法についての説明があった。

主な質疑は下記のとおり。

- ・資料 No. 57-5-2, これまでは水平、鉛直加速度については独立した入力で個々に評価していたと思うが、今回は水平、鉛直の組み合わせについても十分余裕を見込まれて評価されていると考えてよいか。
- 水平、鉛直の組み合わせを考慮した上で余裕度を判定している。
- ・機能維持確認済加速度は過去の共研等の成果を基に決めたものであるが、試験で機器が損傷するまで加振したのではなく加振装置の能力で決まっている部分が多くあるので、機器の損傷確立を揃えていくという面からすると課題があるということであることを注記で示す必要がある。
- ・詳細解析の評価の仕方について、入力が高くなれば非線形の問題が起きてきて、評価モデルそのものが変わってくることを検討しているか。
- 許容値を弾性範囲内で定めているので、非線形の問題は考えていない。
- ・5 頁, 表 2 等の参考資料は今回の改定版に入るのか。
- 参考資料は製本されたときに入る。2008 年版にも入っている。
- ・規制庁にお願いしている J N E S において実施された非常用 DG のデータの開示についてどうなっているか。
- 状況はレポートを作り内部審査中に規制庁に変わり、丁度端境期であったので、少し時間を欲しいが、必ず開示する。

(6)その他

- 1) 次回の耐震設計分科会は 12 月 11 日(木)午後開催することとした。

以 上