

第44回耐震設計分科会 議事録

1.開催日時：平成24年9月18日(火) 13:30~17:00

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), 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), 谷(横浜国立大学), 中村(大阪大学), 奈良林(北海道大学), 吉村(東京大学), 平田(電力中央研究所), 阿比留(中国電力), 岩田(電源開発), 梅木(中部電力), 遠藤(日本原電), 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), 長澤(東京電力), 西村(東京電力), 貫井(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・エネルギー), 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) (32名)
- 代理出席委員：久保(工学院大学・久田代理), 橋村(日本原子力研究開発機構・瓜生代理), 鈴木(日本原子力技術協会・山崎代理), 原口(関西電力・金谷代理), 一徳(九州電力・園代理), 羽田野(東芝・平山代理) (6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), 藤田(東京電機大学), 山口(大阪大学), 山崎(首都大学東京), 安田(東京電機大学), 渡邊(埼玉大学), 本橋(原子力安全基盤機構), 中村(防災科学技術研究所), 小林(原子力安全・保安院) (11名)
- オブザーバー：杉田(東京電力), 島本(中部電力), 小野, 伝法谷(電源開発), 伊神(三菱重工), 浅原(竹中工務店), 今岡(日立 GE ニュークリア・エネルギー), 廣谷(清水建設), 相川(大成建設) (9名)
- 事務局：牧野, 高須, 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.44-1 第43回耐震設計分科会 議事録(案)
- 資料 No.44-2 耐震設計分科会および検討会 委員名簿
- 資料 No.44-3-1 第42回耐震設計分科会における JEAG4614-2000 見直し(案) に対するコメント回答
- 資料 No.44-3-2 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.44-4-1 JEAG4625 検討状況(中間報告)
- 資料 No.44-4-1 第3章 機械・電気設備等の火山灰等の影響評価(案)
- 参考資料 - 1 原子力発電所免震構造設計技術指針 JEAG4614-2000 見直し概要(中間報告)

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 6 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 49 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(33 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 9 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.44-1 に基づき、第 43 回耐震設計分科会議事録（案）が読み上げられ、正式な議事録とすることが挙手により全員の賛成で承認された。

(3)委員変更について

事務局から、資料 No.44-2 に基づき耐震設計分科会委員(1 人)および検討会委員(7 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。

【耐震設計分科会】1 人

平山 浩(東芝) 波多野琢磨(東芝)

【地震・地震動検討会】3 人

池浦友則(鹿島建設)、加藤研一(小堀鐸二研究所)、佐藤吉之(竹中工務店) 新

【土木構造物検討会】1 人

仲田洋文(中部電力) 河村精一(中部電力)

【建物・構築物検討会】2 人

尾形芳博(東北電力) 大竹宏(東北電力)、
川里健(日本原子力発電) 奥谷哲也(日本原子力発電)

【機器・配管系検討会】1 人

岩田吉左(電源開発) 石川博康(電源開発)

なお、耐震設計分科会委員の変更については、次回原子力規格委員会に諮る。

(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.44-3-1、44-3-2 に基づき、JEAG4614-2000「原子力発電所免震構造設計技術指針」の改定案について説明があった。審議の結果、本日のコメントを反映したうえで、次回耐震設計分科会で再度審議することとした。

主な質疑・コメントは下記のとおり。

- ・資料 No.44-3-1 の P1 の [対応] の回答が「地理的調査範囲外に存在する歴史的な大地震」となっているが、規制庁のメンバーになられる島崎先生が指摘される「歴史的な地震動以外にも地球物理学的考察に基づいて想定される地震についての考慮」を否定する印象を与える。

この免震基準内では詳細な記述は行わない。基準地震動 Ss は原子炉建屋に影響を与える地震動であるという定義からコメントに対する回答は含まれていると思う。もし注意を喚起する意味で書くとなると、解説の注記で「Ss の評価にあたっては加速度レベルの高い震源をサイト近くにおく地震事象が対象とされてきたが、免震構造は応答に影響が大きい周期が長周期域にあることから、

長周期成分が卓越して含まれる遠方に震源をおく最大級の地震も考慮に含める。」といった表現としたらどうかと思う。ここに何年以来の歴史と書くより、Ss については耐震型建屋を対象としていた従前の JEAG 等では敷地近傍に震源をおく地震動が対象に考えられていたことが多いが、免震構造が長周期性であることから長周期成分が含まれる震源を遠方におく地震動についても Ss の候補となり得るので、Ss 設定に際し遺漏ないように考える、という云った表現を考えたい。

- ・今内閣府で推定した 3 連動の地震は過去経験したとは限らないが、それを取り入れる必要は無いのかと質問されたときにどう答えるのか。

それについては個別のサイトの設計者の考え方によることで、設計者側が個別に答えることになる。本技術指針は設計者側の指針であるので、例えば設計者側が連動することは考えられないとしたら、連動を考慮しない地震動での設計を行い、規制側が判断基準を示した上で、それは不適切であるとの指示事項が返ってくればもう一度検討する。あらかじめ内閣府が推定している 3 連動を設計で考慮すべきか、すべきでないかとか、地震調査委員会が現地点でどのような地震発生を推定しているかということの本技術指針の中に記載する必要はないと考えている。設計者が決める時に、内閣府、地震調査委員会等の評価を参考にすればよい。現状の或る情報が提供されている環境条件のもとで、細部の事項については技術指針の中に記入するのは指針としての性格上避けたいと考えている。

長周期成分が入っていた場合に影響を受ける。現行の耐震構造は短周期に着目していることに対する意見であり、回答としては一般の免震建築の場合は減衰が足りなくて一定の周期帯で共振するようなことが起きるが、免震構造の場合はかなり減衰を入れるようにしているので共振が起こらないという回答をしていて設計思想の中に概略書いているので読めると思うが、地理的調査範囲で絞って切ってしまうということに対してはその遠方のものについても考慮するという追記した。他については 2000 年版から記載されていて、具体的には資料 No.44-3-2 の P19 の解説に記載している。

- ・P19 の解説の第 2 パラグラフ「…地理的調査範囲外…歴史的な大地震及び大地震の発生源となる…検討対象とする」という記載の中の「及び大地震の発生源となる…」に 3 連動というモデルも入っていると原案では考えたが、今回読み返してみると追加の「地理的調査範囲外…歴史的な大地震」という文書の書き方が強調されすぎていると思われる。内閣府の中央防災会議が出しているような河田先生の意見では、歴史的なものと地球物理的な検討から最大の地震を考えると動きがある。その方向性は取り込むべきで、そのときはこの文章の表現をどうするかは検討する余地がある。

今回の免震技術指針では地震動の項に JEAG4601 を呼び込んでいる。内容は、資料 No.44-3-2 の P21 に記載されており、JEAG4601-2008 のフローに朱記で免震用として記載を追加されている。

JEAG4601 の 2008 年度版は指針の改定を考慮して作ったもので、地球物理学や新たな知見を取り入れて Ss を作っていくことになる。JEAG4601 の地震動を呼び込んでいることで、最新の知見を考慮して作られることは入っていると思って頂いてよい。

- ・3.11 の地震を神保町で経験したが、長周期の地震が治まるのに体感で 30 分以上かかっている。P21 の評価フローで解析した場合とは別に実際に長周期の揺れが続いていたということが充分に考慮されているか。資料 No.44-3-1 の P8 の長周期・長継続時間への配慮についての点だが、温度

上昇で鉛プラグ入り積層ゴムの減衰性能低下などについても考慮する必要がある。また、長周期での振動が続くと、繰り返しによって火災が発生する可能性がある。一般に指針作りの場合、実際のフィールドでの経験が跳ね返ってくるが、免震について最近多くの構造物が建設されているが、一般的なトラブルの話が全然聞こえてこない。とくに長周期地震の続いた3.11の地震でも何事も起きなかったのかどうか教えてほしい。

全ての情報が公開されているわけではないが、被害が皆無とは言えない。数棟の免震建物で深刻な損傷を生じたことを聞いている。地震動によって生じたとされるのは、数例である。他に、免震部と非免震部の渡りの箇所では損傷が生じていたのが数件報告されている。渡り部分のクリアランスをつなぐ箇所で、大地震時にはある程度の損傷が生じることが予測されていた部位である。皆無とは言わないが、免震構造には、構造体としては被害がなかったとされる。

- ・公表されていないものについても、把握して分析して、反映して頂きたい。
- ・資料 No.44-3-2 の P21 の「活断層」の中の記載「地理的調査範囲外に存在する歴史的な…」は、「調査範囲外」が強調され過ぎている。意味としては、「調査範囲内」も含まれるため、「地理的調査範囲外に存在する」を削除するか、「地理的調査範囲内外」としてはどうか。「地理的調査範囲内外…歴史的な大地震及び大地震の発生源となる活断層」という表現に見直したい。

JEAG4601 との関係について、先行している文章があって、それを拡張する解釈になるので、ここでは免震固有の問題についての注意事項を記載すべきである。Ssは何であるかは一番サイトに影響を及ぼす地震動と書いてあるので何を言おうが入るはずである。留意事項として免震構造が長周期であることから、長周期を励起する地震については注意すべきということを解説に記載することでどうか。

- ・図 5.2-1 は一般の場合の基準地震動 Ss の策定フローであり、免震用とは記載されていない。編集上の問題であるが、そのへんのところの整合性をとる必要がある。フローの中に記載するのが良いか、または、注記として免震の場合についての記載する。JEAG4601-2008 は、ここで議論されていることがまだ改定されていないことを考えると、免震の場合は考えていることを特記として記載しておくことでどうか。文章については、分科会長、主査、幹事等で検討する。

JEAC4601 があって、JEAG4614-2000 は免震固有のことだけを書きこむのではなく、ある程度免震構造として出来るような記載であった。それをベースにして改定作業にはいったので重複がある。許された時間内で出来るとする JEAC4601 に記載されていることはそのままにして、別途免震構造として考えなければいけない項目を書きこむことであれば作業的に可能と思われる。

- ・資料 No.44-3-2 の P19 の解説に「基準地震動 Ss の定義は、JEAG4601-2008 の 1.1 及び 1.4 に準ずる。」と記載してあり。次の段落には「なお、免震型発電用原子炉施設の設計に用いる水平方向の基準地震動 Ss は…長周期領域の地震動及び継続時間の長い地震動についても考慮する」とも書かれているので、いま議論されていることは既に記載されている。「基準地震動 Ss は JEAG4601-2008 の 1.1 及び 1.4 に準ずる。」の後に書かれている「基準地震動 Ss を策定するための…検討の対象にする」が混乱を招いている。この部分の記載はいらないと考える。

最終的に文章を確定することは時間的には難しいことから、方向性が了解いただければ、建物構築物検討会主査と分科会長で、案を見直すことにする。

- ・スケジュールはどうなっているか。
分科会を開催しなくても表現の仕方であり，校正の問題として見直しすることができると思う。後の議論があるが，見直し案で分科会の書面投票をするかを諮りたいと思っている。
建物構築物検討会で技術的な審議で了解を得られているが，こまかなところでのチェックを実施している。機器・配管系検討会も同様にチェックを実施していることから，最終版で書面投票をお願いしたいと思っている。
- ・資料 No.44-3-1 の P2 の「また，より深い地震基盤から解放基盤表面までの波動伝播に関しては……当指針での詳細な記載は控えたいと考えます」という記載については再検討して回答する。
- ・資料 No.44-3-1 の P17 の表 7.3-2 の S クラス配管にたいする Ss と Sd による建屋変位による地震荷重に対して許容値が同じになっているが，Ss の荷重は Sd の荷重より大きいと想定されるので Ss だけで評価すればよい。また，B,C クラスの水平地震荷重はそれぞれ $1/2Sd$ ， $1/3Sd$ は S クラスの Sd に相当する荷重となり整合性をとる必要がある。
B，C クラスの Bs，Cs の応力範囲 ($2Sy$) については現状のものを踏襲したものである。最終確認をする。許容応力については資料 No.44-3-2 の P54 の表に記載している，従来は B クラスは一次 + 二次応力の許容値 $2Sy$ の制限がなかったが建屋の相対変位が大きくなるために追加した。
資料 No.44-3-1 の P17 の表 7.3-2 に建屋変位による地震荷重を記載したのは，B クラスは IBS という形で建屋側の地震力が変わってくるので，建屋側について通常の耐震解析で求めた変位と慣性力を組み合わせて最終的に評価をする。建屋側と機器側での許容変位が異なるので明確にした。
- ・資料 No.44-3-1 の P16 に圧縮側はこの考えで良いが，引張り側は 45 度の線より下になる方が設計としてはより良いものになるのか。引張り側の力の絶対値が小さいのだから，第 4 象限と第 3 象限とでは逆ではないか。逆算法でやり引張り力がかなり大きいのが算定されたときに 45 度の線でやるとそれを消すことになる。第 3 象限の問題である。
右上は引張りになる。再確認する。
- ・今年度末までに改定するスケジュールとなっているが，諸般の事情も変わってきているのに目標を守る必要があるか。
免震 JEAG は 2000 年に制定しており，早く耐震設計審査指針に整合したものに直すべきとのことで改定作業を開始した。今回の東北地方太平洋沖地震については，スケジュール的に間に合うものは取り込む方針で進めている。ニーズの観点からは，緊急時安全対策として免震重要棟を採用している例があることから，早く今の知見に合わせたもので改定しておき，今回の新たな知見は次回の改定に取り入れる基本方針で進めていきたい。
- ・火山指針も含めて，3.11 の問題で自然現象に対するシステムへの影響の議論もあり，急いで書面投票することがよいのか。本日の議論に基づき修正したものを再度分科会で審議した方がよいのか。
本日の議論は重要な事項であり，検討会で見直しをしたうえで，分科会を開催し再度審議することでどうか。
- ・書面投票を急ぐ訳ではないが，ある程度新しい知見も取り入れており，訂正部分に対しては書面投票で確認して頂ければ良いので，訂正を了解して頂いたうえで書面投票に移行して頂きたい。建築確認を受けるにあたり，基準ができれば適用し易くなるのであれば早い改定が望まれる。

本日の修正の検討をする期間を考えると、もう一度分科会を開催してもスケジュール的にはそれ程遅れることはないと考えられることから、検討会で検討を進めて頂いて、次回分科会を開催し、再審議することとする。

(5) JEAG4625-2009「原子力発電所火山影響評価指針」の改定案の審議(中間報告)

岩田検討会委員より、資料 No.44-4-1, No.44-4-2 に基づき、JEAG4625-2009「原子力発電所火山影響評価指針」の改定案(中間報告)について説明があった。本資料は9月26日の原子力規格委員会に中間報告することが出席委員全員の挙手により確認された。

なお、火山検討会中村主査より、中間報告にあたり検討会における改定案の検討の進め方について説明があった。

- ・福島第一原子力発電所の事故以降、設計を超える事象、シビアアクシデントのリスクの取り扱いについて議論されている中で、これを抜きにして設計基準を定めることは難しい状況にある。検討会では、現状で得られている知見を纏めておくことが有効であると考えて検討を進めているが、最終的に、この形で制定することが良いかどうかは全体の議論の中で決めて頂きたい。
- ・新設プラントの設計基準を念頭においているが、今後既設プラントのバックフィットに活用されることも考えられることから、このような基準を纏めておくことは有効であると考えている。現状で纏められるのはこの程度であるとの位置づけでご検討頂きたい。

主な質疑・コメントは下記のとおり。

- ・先ほどの被害事例で火山弾による石油タンク等への直撃の問題が考えられるが、記載が抜けているのではないかと。また、参考7,8が添付されていない。
参考7,8は検討会での防災対策資料を考えているが今日は付けていない。3.11でいくつかの防災対策が検討されている。火山弾については第2章(今回は資料無し)で検討対象の一つとしており、噴出中心が敷地から10km以内の場合調査対象とするというように記述されている。火山弾や他の火砕流等の現象も同じであるが、設備対策設計に関する知見がない現時点では詳細設計段階での規格に纏めることは難しい。今後もう少し知見が得られたら順次指針に反映する位置付とする。
- ・深層防護の考え方による検討はどうなっているか。また、電気品の絶縁劣化が懸念される場合にどの程度の劣化で漏電するかは難しいと考える。現状で対応(洗浄)している情報がほしい。
設備を抽出するにあたっては資料 No.44-4-2 の参考1に示すように、「主要イベント」から「系統・設備」等を抽出して、「評価」を行うとの流れで実施している。電気設備で屋外にむき出しの状態では設置されているものは評価対象になる。ケーブルのカップリングのところで絶縁不良が起こるが、防止対策されているか構造的なところを確認している。
- ・これまでは原子力発電所の設備についてであるが、参考3に示すように発電所外の電気設備で絶縁不良等が起こると外部電源喪失が発生する。つまり1Fで発生したことが起きるのでその設備についてはどのような扱いをするのか。
外部電源喪失が起きてても非常用ディーゼル発電機(DG)があるので、外側は基準の対象外にしている。
- ・先ほどの深層防護の観点から考えられないか。
発生防止、拡大防止、影響緩和については原子力システム全体が深層防護の考えかたに基づいて

作られている。個々の各層(例えば発生防止)の機能の中でさらに深層防護を考えるべきという考え方があがるが、これについては火山だけでなく共通の課題として全体で考えるべきである。知見も現時点では充分では無く、今後リスクの高いところから検討を行って充実させていくことになると思う。

- ・津波と同様に、火山灰で非常用ディーゼル発電機(DG)がダウンした場合についても検討すること。DGについては火山灰で吸気口のフィルタが塞がれた場合や、ディーゼルエンジンの水冷に必要な海水ポンプモータ内への火山灰の侵入による絶縁不良により故障した場合に、DGが動かなくなる。そこについて対策すれば非常用電源は確保できる。

6. その他

- 1)次回原子力規格委員会は9月26日(火)に開催される予定である。
- 2)次回耐震設計分科会の開催は10月30日(火)午後とする。

以 上