

第42回耐震設計分科会 議事録

1.開催日時：平成24年2月17日(金) 10:00~12:20

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), 白井幹事(関西電力), 柴田(東京大学名誉教授), 工藤(日本大学), 中村(大阪大学), 久田(工学院大学), 安田(東京電機大学), 山口(大阪大学), 山崎(首都大学東京), 渡邊(埼玉大学), 中村(防災科学技術研究所), 瓜生(日本原子力研究開発機構), 小林(原子力安全・保安院), 本橋(原子力安全基盤機構), 植田(原子力安全委員会事務局), 平田(電力中央研究所), 山崎(日本原子力技術協会), 阿比留(中国電力), 岩田(電源開発), 遠藤(日本原電), 斎藤(北海道電力), 坂本(電源開発), 園(九州電力), 高橋(東北電力), 戸村(日本原電), 貫井(東京電力), 鈴木(日立 GE ニュークリア・エナジー), 平山(東芝), 三木(富士電機), 今塚(大林組), 大宮(竹中工務店), 兼近(鹿島建設) (32名)
- 代理出席委員：水谷(東京電力・西村代理), 渡部(中部電力・梅木代理), 小川(清水建設・小島代理), 谷口(大成建設・森山代理) (4名)
- 欠席委員：久保副分科会長(東京大学), 青山(東京大学名誉教授), 衣笠(東京工業大学名誉教授), 北山(首都大学東京), 谷(横浜国立大学), 中田(東京大学), 藤田(東京電機大学), 吉村(東京大学), 金谷(関西電力), 小竹(北陸電力), 松崎(四国電力), 佐藤(三菱重工業) (12名)
- オブザーバー：島本(中部電力), 廣谷(清水建設) (2名)
- 事務局：牧野, 高須, 糸田川, 日名田(日本電気協会) (4名)

4.配付資料 (印: 審議資料)

- 資料 No.42-1 第41回耐震設計分科会 議事録(案)
- 資料 No.42-2 耐震設計分科会および検討会 委員名簿
- 資料 No.42-3-1 原子力発電所免震構造技術指針 JEAG4614-2000 見直し概要(中間報告)
- 資料 No.42-3-2 原子力発電所免震構造技術指針 JEAG4614-2000 見直しに関する概要
- 資料 No.42-3-1 原子力発電所免震構造技術指針 JEAG4614-2000 見直し(案)
- 資料 No.42-4-1 平成24年度 各分野の規格策定活動(耐震設計分野)(案)
- 資料 No.42-4-2 平成24年度 耐震設計分科会 活動計画(案)
- 参考資料-1 原子力規格委員会規約、分科会規約、タスクグループ規約
- 参考資料-2 原子力規格委員会 運営規約 細則
- 参考資料-3 第41回原子力規格委員会 議事録(案)
- 参考資料-4-1 津波に関する設計の考え方他状況
- 参考資料-4-2 ストレステストに関する IAEA レビューミッション
- 参考資料-5 津波設計基準メモ
- 参考資料-6 新仙台火力発電所の震災時の状況と復旧対応

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 48 名に対し代理出席者を含めこの時点で 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。(最終的に出席者総数は 36 名)
また、事務局より本日の説明者である 2 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.42-1 に基づき、第 41 回耐震設計分科会議事録(案)が読み上げられ、一部修正をすることで、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。

「・・・絶対反対となっているのは、」の文章の後に「以下のことが 1 つの理由としてあるのではないかと思われる。」を追加記載する。

(3) 委員変更について

事務局から、資料 No.42-2 に基づき検討会委員の変更(3 名)の紹介あり、下記検討会委員の変更については挙手により全員の賛成で承認された。

【地震・地震動検討会】 1 人

秋山将光(中国電力) 石村英之(中国電力)

【土木構造物検討会】 1 人

鈴木義和(日本原子力技術協会) 新任

【建物・構築物検討会】 1 人

辻弘一(日本原子力技術協会) 新任

(4) JEAG4614-2000 の改定(中間報告)について

建物構築物検討会島本委員より、資料 No.42-1 に基づき、JEAG4614-2000 の見直しの概要について説明がなされた。審議の結果、3月14日に開催される原子力規格委員会に中間報告することについて、挙手により承認された。ただし、本日の分科会の議論を整理し対応を含めて規格委員会に報告することとした。

なお、資料 No.42-2 および資料 No.42-3 を含め、コメントを事務局に 2 月 24 日までに連絡することとした。

主な質疑・コメントは下記のとおり。

- ・残余のリスクの導入について記載されているが、具体的にはどのようなことが考えられているのか。

具体的な方法については、耐震構造でも明確に決定していないことから、記載としては「考慮が必要」程度の記載に留めている。建物・構築物の構造計画において、免震層の水平クリアランスを積層ゴムの破断変位以上に変更と記載している。これまでは線形限界以上ということで、設計変位より大きく取ることとしていたが、それ以上の応答が出る可能性を考慮して、破断限界ということで免震装置が耐え得る変位まではクリアランスを取ることとし、周辺の擁壁への衝突

等は発生させないと云う事を変更事項として反映させている。

- ・地震動の見直し案は、指針の改定の S_s 、 S_d の問題だけになっているが、3月11日の地震からの反映をどの程度盛り込めるかとの問題がある。長周期地震動の問題はこれまでは JEAG などの基準には入っていなかったが、今後は原子力に限らず免震構造とか制震構造では必要である。

3月11日の地震で長周期地震動は30分続いたと感じたが、建築関係分野の各社の発表を聞くと、長周期建造物の記録の解析では、長いところで本震からの5分程度の記録を使っており、本震の部分は長周期と短周期(加速度大)が重畳しているのではないかと。関東地方南部での被害は、茨城沖で約三十分後に起きた地震の加速度が大きく、本震のテイルの部分が主体になった長周期と余震の加速度ピークが重複して損傷を起こしたとも考えられる。連続記録は得られていないのか。余震については IAEA などでは昔議論されたが、日本の基準では考えていなかった。免震構造、制震構造の場合は、本震のテイルの長周期と余震の加速度を一緒に考える必要がある。関東南部の火力発電所のボイラの損傷事例は、そうでないと僅か100ガル程度で損傷したことになる。新たな問題として免震構造、制震構造に関する余震の問題の扱いについては検討会で整理して頂きたい。

柏崎の復水器のゴム・ダイヤフラムの損傷例によるとメーカーによって同じ品質のはずが損傷の状態が異なった。最近の ISO で基準を定める作業がどの方向に進むか注意が必要である。免震パッドの品質管理については、よく検討して頂きたい。

- ・地震の起こり方については、色々なケースがあり、可能性として指摘すべきことはいくつかある。例えば、同じような地震が連続して時間を空けずに起こる地震で、本震、余震の区別が付き難い地震の発生の仕方もある。大きな地震になると複雑な破壊過程となり、長周期地震に影響を及ぼす例もあり、注意が必要と考える。指摘のあった連続地震記録の例は存在する。
- ・余震の影響が液状化で非常に問題となっている。2時46分の地震の後の29分後の地震で東京湾岸の液状化の被害が甚大となったと考えている。本震で液状化して地上に水が上がってきて、液状化が続いているところに29分後の地震で、水の出方も一気に強まり家が沈下したと考えている。地面が揺れている映像を見ると5秒周期となっているが、長周期の波の揺れか、液状化の動きか調べてみたいと思っている。
- ・地震基盤から上の地盤構造、傾斜等が長周期を励起することが判っている。入力地震動が免震の場合非常に大事と考えており、入力地震動に持っていくまでの記載が必要と考える。
Bクラスに $2/3 S_s$ と一義的に規定すると、一般との比較の上で不整合が生じることから検討を深めて頂きたい。

水平地震動による最大値と鉛直地震動による最大値が同時に発生しないことが明らかな場合とは、どのような場合か。

入力地震動については現行の JEAC と同等にと考えており、解放基盤面を入力点として、地盤を考慮し上昇波をあげていって入力地震動とすることを考えている。

Bクラスは S_d が従来の S_1 の考え方と異なっており、設計として、弾性設計用として定められた S_d の下限値 0.5 をそのまま用いると過小評価になる。2008年版の S_1 と S_2 の比率の関係を踏襲して設計体系を維持したいため仮に $2/3$ としている。議論用の係数と考えて頂きたい。

基本的には、水平が長周期、上下方向が短周期の場合は、同時発生がし易いことから絶対値和と

なるが、機器の局部の応答の観点で同時性を否定出来る場合は、組み合わせ方法を用いても良いとしている。

- ・免震設計の場合は、解放基盤から立ち上げるだけでは不十分であり、使い物にならないことを指摘しておく。
- ・免震の場合は、規模が小さい場合は、告示波で出来るが、ある程度の規模はサイト波を使い、地盤の構造の影響、長周期地震の影響が判るようにした方がよい。
2/3 は重要度係数のように見え、免震棟は重要度が高いにもかかわらず、2/3 を掛けるのは判り難い。

現行の免震 JEAG で考えられている設計思想は、 S_2 の $1/1.5$ で設計しておけば、終局限界では S_2 相当の耐力を確保しているとの考え方である。この設計体系を踏襲しようとする下限値として 2/3 を用いた方がよいとの考えで暫定的に示している。

- ・地震力を変えずに、安全率を緩和する方が判り易い。
検討会でもご意見が出たが、地震動を 1 本として、耐震クラスにより許容値を変える考え方があるが、耐震設計、一般設計でもこのような設計体系になっていないことから、免震のみ変えることは、二の足を踏んでいる状態である。
- ・オフサイトセンターで免震を適用するか否かは別であるが、オフサイトセンターは一般ビルの中に入る場合があり、制震構造物との関係について検討して頂きたい。
- ・耐震の設計体系では、Bクラスの建物はBクラスの地震力で設計することが基本であるが、Bクラスの施設にプラスの余裕を持たせる意味合いで $2/3 S_s$ を適用する発想か。
支持地盤については、Bクラスの地震力に対して確認し、建物構築物は $2/3 S_s$ の地震力に対して確認することになるが、不整合にはならないか。
 S_s から低減する方向で考えるか、一般建築の 1.5 倍から考えるかであり、原子力特有の S_s を中心に考えた方がよいと考えて、 S_s からの低減としている。
- ・Bクラスの建物に対して $2/3 S_s$ であれば、Cクラスの建物は $1/3 S_s$ となるのか。
免震重要棟は、耐震重要度はCクラスで一般建築の 1.5 倍となると考えるが、Bクラスの建物構築物はほとんどなく、Cクラスの設計はどうなるか。
Cクラスの建物は一般建築となるので、一般で用いられている告示波等が設計用入力となると考えている。
現行の免震 JEAG では、機器側でCクラスの渡り配管等の変位を以前は $1/3 S_1$ で設計するよう規定していたが、現行では、一般建築で考えられている応答変位が大きくなるため、見直しを考えている。
- ・ $2/3 S_s$ と 1.5 倍の一般建築物との関係はどうなるか。
入力の大きいサイトに関しては、 $1/3 S_s$ と一般建築との包絡を取ることも 1 案であるが、現在はCクラスの建物については、一般建築の設計体系を用いることにしており、言及はしていない。
- ・免震装置のことと免震建物と津波の関係を触れなくてよいか
随件事象で、解説文に津波に対して配慮する旨記載している。次世代炉開発で津波波力に対して、積層ゴム等は限界変位に達しないことの検討をしている。現在のところ影響がないことになっており、この辺のことは適宜検討していく。浸水した場合にピットがプールになることについては、

自重を相殺することになるが、応答解析上は質量になるので、影響は小さい。ただし、免震装置の引っ張りに対する健全性評価の観点からは、厳しい値になる。敷地の高さの関係はあるが、念のための確認行為はできる。

(5) 耐震安全審査指針改訂について

高橋委員からの新仙台火力発電所の津波についての概要説明の後、津波映像を委員で視聴した。引き続き、戸村委員より、津波に関する安全審査指針の最近の動きについて紹介された。また、柴田委員より、津波に関して検討されている事項について紹介された。

(6) 平成24年度活動計画および各分野の規格策定活動について

白井幹事より、資料 No.42-4-1 及び 42-4-2 に基づき、平成 24 年度 耐震設計分科会 活動計画(案) 及び各分野の規格策定活動(耐震設計分野)(案)について昨年からの変更点を中心に説明があった。審議の結果、今回のコメントについては代表幹事会で反映し、原子力規格委員会に上程することについて、挙手により全員の賛成で承認された。

主な質疑・コメントは下記のとおり。

- ・緩和対策に対する記載がないので追加すること。また、関係個所で、原子力学会で津波を起因したリスク評価の実施基準が 12 月に発行されていることから、これについても記載すること。リスク関係については、地震については記載しているが、津波に対しては記載していないので、記載を追加する。緩和対策については、具体的には記載できないが、緊急安全対策、アクシデントマネジメント、シビアアクシデント対策等の対策に対する機能が発揮できるか否かの観点から、ストレステストの経験を踏まえ検討していく必要があるとは考えている。
- ・いろんな動きとして総括の部分に追加することでよいが。例えば、1 頁の総括の箇所、3 頁に「検討する必要がある」と問題点の指摘をしている。緩和対策については、非常に重要な事であり、検討の必要性についての文言は記載した方がよい。また、学協会との接点にも関係し、電気協会からの問題意識として記載する方がよい。
- ・専門の知識を考慮し、学術的なことでなく現実を把握した規格を策定することが使命である。総括の箇所に電気協会の中の分科会の位置づけを踏まえて補足することとする。
- ・火山の時に議論があったが、津波に対して耐震分科会でよいのか、自然現象は耐震設計分科会で所管するのか議論する必要がある。今後、議論していくこととする。

6. その他

1) 次回原子力規格委員会は 3 月 14 日(水)に開催される予定である。

2) 次回分科会の開催予定

次回耐震設計分科会の日程については、別途調整させて頂くこととした。

3) 来週 21 日(火)に地震工学会の亀田先生の報告会が建築会館で開催される旨、中村委員から紹介された。

以上