

第 40 回機器・配管系検討会 議事録

1. 日時 平成 24 年 10 月 3 日 (水) 10:00 ~ 12:20

2. 場所 日本電気協会 4 階 B 会議室

3. 出席者 (順不同, 敬称略)

出席委員: 藤田主査 (東京電機大学), 原 (東京理科大学), 渡邊 (埼玉大学), 戸村幹事 (日本原子力発電), 行徳副幹事 (日立 GE), 飯島 (JNES), 飯田 (東北電力), 波木井 (東京電力), 尾西 (中部電力), 小江 (関西電力), 田村 (中国電力), 堺 (九州電力), 石川 (電源開発), 中島 (東芝), 神坐 (富士電機) (計 15 名)

代理出席: 南保 (北海道電力・吉井代理), 林 (四国電力・細谷代理), 伊神 (三菱重工業・吉賀代理) (計 3 名)

欠席委員: 中村副主査 (防災科学技術研究所), 堀内 (原子燃料工業), 松田 (北陸電力), 遠藤 (JANTI) (計 4 名)

オブザーバ: 今岡 (日立 GE) (計 1 名)

事務局: 日名田, 志田, 糸田川 (日本電気協会) (計 3 名)

4. 配布資料

資料 40-1 第 39 回 機器・配管系検討会 議事録 (案)

資料 40-2 JEAG4614-2000 免震構造設計技術指針改定案に対するコメントと対応方針

資料 40-3 耐震設計技術規程 (JEAC4601-2008) と免震構造設計技術指針 配管の許容応力の比較

資料 40-4 原子力発電所免震構造設計技術指針 JEAG4614-2000 見直し (案)

資料 40-5 免震建屋の渡り配管の裕度について

資料 40-6 免震建屋内機器・配管系に適用する設計用減衰定数について

資料 40-7 PWR 及び BWR プラント 主蒸気配管渡り配管の試算結果

参考資料-1 東北地方太平洋沖地震における福島第一原子力発電所「免震重要棟」の挙動について

参考資料-2 東海再処理施設における東北地方太平洋沖地震後の設備健全性に係る点検・評価の実施について

5. 議事

(1) 代理出席者の承認及び会議定足数の確認

事務局より, 代理出席者 3 名及びオブザーバ 1 名の紹介を行い, 主査の承認を得た。出席者は代理を含めて 19 名で, 委員全 22 名に対し決議に必要な「委員総数の 3 分の 2 以上の出席 (15 名以上)」を満たしていることを確認した。

(2) 前回議事録の確認

戸村幹事より, 資料 40-1 に基づき, 第 39 回機器・配管系検討会議事録 (案) の説明を実施した。一部語句を修正 (3 頁上 16 行目: 「明確に指針精度」→「免震性能」) することで原案の内容で正式議事録とした。

(3) JEAG4614 原子力発電所免震構造設計技術指針 改定案について

戸村幹事, 田村委員より, 資料 40-2 ~ 7 に基づき, JEAG4614 「原子力発電所免震構造設計技術指針」改定案に対する分科会・検討会委員からの追加コメントとその回答案 (対応方針) について説明があ

った。審議の結果、資料 40-2 の中の分科会委員コメント(意見 1,2)に対応する回答内容については、原案通りの内容で 10/30 の分科会において回答することが、全員の挙手により承認された。その他の検討会委員からのコメント(意見 3,4)への対応については、引き続き継続して検討することとした。

(意見 1,2 に対する主なコメント)

- ・ 資料 40-2 の「意見 1」に対する回答としては、資料 40-3 で JEAC4601-2008 との比較で S クラス配管に対する建屋変位等により発生する一次 + 二次応力の許容値を耐震設計型と同様な基準を採用していると説明している。しかし質問者の意図は S s と S d では地震荷重が大きく異なるのに許容値(2Sy)が同じであれば、当然発生応力も S s の場合が大きくなるので、S s だけで評価をすればよいということであると思う。ただし、S d の荷重による応力を計算することは許容値に対する余裕が十分あるかを確認できるので意味があると思う。その理解でよい。

→ その通りである。資料 40-3 の表 4.2.3.1-5 で注記(2)に一次 + 二次応力については「基準地震動 S s 又は弾性設計用 S d のみによる応力範囲について評価する。」と記載されている。この表現はあまり良くない。供用状態 D s に対する地震動は S s であり、C s に対しては S d で評価することである。

(意見 3 に対する主なコメント)

- ・ 資料 40-4 の P140、(5)構造計画で「なお、免震型発電用原子炉施設の渡り配管等の設計では・・・相対変位が大きくなることに十分留意すること。」と記載されているが、これだけでは何を具体的に注意するのが、解り難い。「・・・十分留意すること」の前に「耐震安全上十分留意すること」と記載し、例えば、資料 40-5 の P2 の案 1～4 の中のどれか一つを書いておくとも注意喚起に役立つと思う。

- ・ 耐震安全上の観点を加えることは重要と思う。もう少し具体的には、同頁の JEAC4601 側に記載されている「周辺の被ばくや・・・増大することが無いように」を追加する。また、案 1～4 では B クラス全てについて実施しなさいと読めるので、影響のないものまで要求するのはバランスが欠ける。安全という観点からは対象物が限定されてくる。

→ 前々回にも耐震安全についてすこし整理するようにとのコメントがあり、現状の JEAC4601 側も S、B、C クラスの耐震安全について何らかの検討をする必要があるということで、JEAC4601 の中で検討しながら明確化していく。例えば、従来の耐震型と免震型での実力の差としては、入力に対する実力の差と材料の持っている実力の差がある。耐震型と免震型での入力に対する実力の差はあるが、材料の持っている実力は許容応力が同じであれば裕度が変わることは無い。

これらを含めて、本来の耐震安全について何を議論するかを整理する。建物側の裕度の考え方は、入力ではなく地震荷重(変位)に対する裕度であり、それらを整理しながら議論することが必要だ。疲労評価等を全て記載すると、全ての耐震クラスの施設に制限をかけてしまうことになりかねないので、許容値と直接比較して記載しない方がよい。もし許容値について論ずるのであれば、JEAC4601 の場に移した方がよい。

- ・ 主旨としては、渡り配管だけを対象にしている。一次 + 二次応力を 2Sy に制限することは、従来の JEAC を踏襲している非免震型では一次応力が支配的で、建屋間の相対変位による二次応力は大きくないことを前提にしている。今回は二次応力が支配的になり、表面上は同じでも内容的には違ってくると思い、検討してきた。地震力が 2 倍になれば 2 倍以上の変位が起きる。相対変位は強制変位なので減衰効果も期待できないこともあり、渡り配管についてはすこし特殊と思っている。そのため必要であるとして、これまでの解説にも記載されていたが、特に相対変位について、建築側では地震動を S d ではなく、すこし大きめの地震動 i S B を設定している。機電側で渡り配管に i S B をなぜ使わないのか。

→ i S B の議論は前回もあった。i S B は建物側特有の設定であり、JEAC4601 と同様な設計を行う機器・配管系においては、あまりこだわる必要はないと思う。

- ・ 建築側の思想は、BクラスでもS sでも、建物が壊れないように設計上はi S Bで機能維持する思想だと理解している。
- Bクラスの弾性については、終局状態に対してどのような機能維持の許容値体系で、且つ何処の地震動を終局状態と考えるかということから整理する必要がある。したがって、渡り配管だけでなく、全体から整理し、渡り配管はどうするかを決める必要がある。
- ・ 資料 40-5 の P2 に「よって、免震建物のBクラス渡り配管の相対変位が大きくなることに対する何らかの歯止めが必要と考えるため、…」との記載がある。「歯止めが必要」とは、相対変位を生じさせないという意味か。相対変形ではなく、等価な層間変形角の問題であり、二次応力の発生を小さくする設計の配慮が必要であるということではないのか。
- 相対変形が生じたときに配管に生じる二次応力を小さくすることである。
- ・ 相対変形量の問題ではなく、層間変形角を小さくすれば相対変形量が大きくてもひずみは小さくなる。相対変形に歯止めをかけるとなると免震させないこととなる。
- 生じた相対変位に対して、応力を大きくならないようにする。
- ・ JEAC4601 までの応力体系を議論すれば時間がかかるので、ひとつの考え方としては、安全側に注意すべきことは記載することである。許容応力体系まで議論して改正する必要がある場合は、改正する。それまでの暫定的に危惧していることは、注意を喚起する程度の免震 JEAG とした方がよい。
- Bクラスに対して注意を喚起しなくとも、今の枠組みでも、二次応力の増大に対して耐震安全性の観点から留意するということについて、Sクラスへの波及的影響に対する問題があれば、S sに対して壊れないという評価をしなければならないことになるので、現状の枠組みでも読める。
- 資料 40-4 の P140 に、JEAG4614-2000 の記載「例えば、S1, S2 地震発生時の……」の後ろの部分を簡略化しつつ生かす方向で、案(1)も含めて留意するとの記述にする。それに同資料 P55 の[解説]の「ただし、免震構造を適用することにより……この影響を考慮する必要がある。」「また、免震建屋と非免震建屋を渡るS, B, Cクラスの……考慮した設計とする。」も合わせて検討し、設計上の配慮について、優しく親切に記載し例を作成した上で、委員に送付するので、確認していただきたい。
- ・ Bクラスでエクспанションジョイント等の変位設計をするものについて、どの地震動の変位を使用するかについては、何らかの指標を解説等で与える必要がある。
- 幹事と主査でこれまでのコメントについて調整した後に委員にメールで配信しコメントをいただくことにする。
- (意見4に対する主なコメント)
- ・ 免震建屋の固有周期は長周期であり、機器設計で用いている従来の減衰定数の有効周期範囲(試験等で確認している周期)を外れた場合には、その値を使用することは問題があると思う。
- 資料 40-7 の P3 に PWR, BWR の主蒸気配管の渡り配管の試解析条件を示しているが、減衰試験の結果では長周期でそれぞれ 4.3Hz(2%), 4.8Hz(1%)のデータが得られている。配管系の解析結果では一次の固有値が BWR2.9Hz, PWR2.6Hz であり、比較的近い範囲の結果が得られている。免震建屋の周期は 4sec である。
- 資料 40-6 の減衰定数のデータは解析で求めたものであり、摺動することにより発生するエネルギーのメカニズムから解析可能である。したがって、長周期の場合の減衰定数を解析で求めることは出来る。
- ・ 以前に配管減衰検討会等で長さの議論があったと思う。ここで、減衰については配管のサポート間隔によっても変化することが検討されていた。
- ・ 推算式の根拠をしっかりと確認し、その式が使えるようであったら減衰はどのくらいになるかの検討をしておくことがよい。

- 減衰については、基本的には問題ないと思うがもう少し調査をする。また、資料 40-4 の P144 の(a)「時刻歴応答解析法及び多入力応答スペクトル応答解析法の適用」あるいは前段のところに減衰の扱いについての記載を追加し、10/30 の第 45 回耐震設計分科会審議に向けた最終案をメールで委員に送付し、確認いただくこととしたい。
- ・ JEAG4614-2000 を作成したときの詳しい議論の内容についての資料を誰か持っていないか。報告書はあるがこれだけでは解らないところがある。先ほどの(a)に記載している「渡り配管が建屋の固有周期より柔側になる場合には設計用減衰定数を……安全側に一律 0.5%の値を適用する」についても根拠がなく、削除することは注意しなければいけない。この 0.5%は、JEAC に建屋の一次周期より柔らかい場合が適用するように記載されていて、その後耐専等でそれは適用しなくてよいこととなり、JEAC の最新版でも削除された経緯がある。
- それは原子力の一般配管(非免震)がベースになっている。
- そのときの試験結果が 4.3Hz である。
- ・ このことも含めて 10/30 の第 45 回耐震設計分科会審議に向けた最終案作成については、幹事と主査に一任させていただきたい。
- ・ 高減衰サポート等を使用することも考慮するとよい。

以上の議論の後、資料 40-2 の中の分科会委員コメント（意見 1,2）に対応する回答内容について、原案で 10/30 の分科会において回答することが、全員の挙手により承認された。

(4)その他

- ・ 次回（第 41 回）検討会は 10/26（金）13:30～に開催予定とした。（予備日：11/2（金）午前）
- ・ 次々回（第 42 回）検討会（分科会書面投票対応を審議）は 12/12（水）午前に開催予定とした。
- ・ 戸村幹事より、参考資料-1, 2 について、紹介があった。

以 上