

## 第 67 回機器・配管系検討会 議事録

1.日時 平成 30 年 8 月 22 日 (水) 13:30～16:30

2.場所 日本電気協会 4 階 D 会議室

3.出席者 (順不同, 敬称略)

出席委員: 中村主査(防災科学技術研究所), 古屋副主査(東京電機大学),  
山崎幹事(原子力安全推進協会), 行徳副幹事(日立 GE ニュークリア・エンジニア),  
原(東京理科大学名誉教授), 南保(北海道電力), 波木井(東京電力 HD),  
鈴木(中部電力), 松田(北陸電力), 野元(関西電力), 小江(原子力エンジニアリング),  
田村(中国電力), 堀内(四国電力), 大口(電源開発), 樋口(東芝エネルギーシステムズ),  
吉賀(MHI・NS エンジニアリング), 菊地(富士電機), 谷口(原子燃料工業)(計 18 名)

代理出席: 松浦(電中研: 齊藤代理) (計 1 名)

常時参加者: 藤澤(原子力規制庁) (計 1 名)

欠席委員: 渡邊 (埼玉大学), 藤田(東京電機大学), 上屋(日本原子力発電),  
清水(東北電力), 山下(九州電力) (計 5 名)

オブザーバ: 白井(原子力エネルギー協議会), 島本(中部電力), 堤(中部電力),  
飯泉(東芝エネルギーシステムズ), 中野(三菱重工業), 藪内(鹿島建設) (計 6 名)

事務局: 佐久間, 大村(日本電気協会) (計 2 名)

4.配付資料

資料 67-1 第 66 回 機器・配管系検討会 議事録 (案)

資料 67-2 耐震設計分科会 機器・配管系検討会委員名簿

資料 67-3-1-1 機器・配管系検討会 (4 月 30 日開催) におけるご意見対応方針

資料 67-3-1-2 耐震設計分科会 (5 月 23 日開催) における免震 JEAG 改定案に関するコメント

資料 67-3-1-3 JEAG 改定案に関するコメント対応 (7 月 2 日説明中村主査、原委員コメント)

資料 67-3-1-4 電力共通研究「免震システムの評価手法開発」における試験結果の概要 (案)

資料 67-3-2-1 JEAG4614 原子力発電所免震構造設計技術指針 改定概要

資料 67-3-2-2 JEAG4614 「原子力発電所免震構造設計技術指針」本文改定案(比較表)

資料 67-3-2-3 JEAG4614 「原子力発電所免震構造設計技術指針」完本版

資料 67-3-3-1 JEAG4614 「原子力発電所免震構造設計技術指針」参考資料 9 改定案 (比較表)

資料 67-3-3-2 JEAG4614 「原子力発電所免震構造設計技術指針」参考資料 10 改定案

資料 67-3-3-3 JEAG4614 「原子力発電所免震構造設計技術指針」参考資料 11 改定案

資料 67-3-3-4 JEAG4614 「原子力発電所免震構造設計技術指針」参考資料 12 改定案

資料 67-3-参 規格制改定時に対象とした国内外の最新知見とその反映状況

資料 67-4-1 弁駆動部の動的機能維持 改定概要

資料 67-4-2 電動弁駆動部、主蒸気逃がし安全弁の JEAC4601 改定案

資料 67-4-3 (参考資料) 弁駆動部の動的機能維持について (前回提出資料)

資料 67-5 空気作動弁駆動部、主蒸気隔離弁の加振試験概要

資料 67-6 「原子力発電プラント設備地震損傷事例作業会」の検討状況

5.議事

事務局から、本検討会にて私的独占の禁止並びに公正取引の確保に関する法律及び諸外国の競争法に抵触する行為を行わないことを確認の後、議事が進められた。

(1) 代理出席者の承認及び定足数の確認等

事務局より配布資料の確認があった。次に事務局より代理出席者 1 名が紹介され、規約

に基づき主査の承認を得た。出席者は代理出席者を含め 19 名で、委員総数 23 名に対し決議に必要な「委員総数の 3 分の 2 以上の出席(16 名以上)」を満たしていることを確認した。また、常時参加者 1 名及びオブザーバ 6 名の紹介があり、オブザーバの出席について主査の承認を得た。

(2) 前回議事録の確認等

事務局より資料 67-1 に基づき、前回議事録（案）の紹介があり、挙手にて承認された。

(3) 検討会委員の変更

事務局より資料 67-2 に基づき、検討会委員の交代について紹介があった。新委員候補は、次回耐震設計分科会で承認後、正式に委員に就任となる。

・清水 委員（東北電力）→ 秋葉 新委員候補（同左）

(4) JEAG4614 原子力発電所免震構造設計技術指針（免震 JEAG）の改定について【審議】

担当委員、オブザーバから、免震 JEAG の改定概要、コメントとその対応、免震システムの評価手法開発における試験結果の概要及び参考資料 11, 12 の説明があり、それぞれ検討を行った。

検討の結果、資料を一部修正した上で、9 月 18 日の耐震設計分科会へ上程することについて、挙手にて決議、承認された。

1) 免震 JEAG 改定概要について

鈴木委員から、資料 67-3-2-1 に基づき、改定概要について説明があった。  
特にご意見等はなかった。

2) コメントへの対応について

鈴木委員、藪内オブザーバから、資料 67-3-1-1～3-1-3 に基づき、検討会、耐震設計分科会、原子力規格委員会等におけるコメントとその対応について、説明があった。

主なご意見、コメントは以下のとおり。

○資料 67-3-1-1 コメント No.7 関連

・荷重と応力の出方が違っておかしい。実験結果から、単に保守的だから良いというのはコード的ではない。資料 67-3-1-1 の P6, 左側の参図 8-54 で歪が大きくなると実験値はボルトの引張応力度が急に立ち上がる。実際の挙動とは異なると考える。また、JEAG 改定案に面外変形が起こることが入っているか。

→JEAG 式とは、幾何学的な力のつり合いを解いて、ボルトの引張軸力を算定しているものである。全部剛体で、平面保持という仮定である。試験ではゴムの中央が引っ張られてフランジプレートが面外変形し、力がある程度逃げる部分があるので、実際にボルトにかかる力は平面保持を仮定したものに対して小さ目に出る。実験との比較のグラフで見ると、FEM の結果は幾何学的なつり合いの算定式より小さ目に出る。さらに実験は小さ目に出る。弾性範囲内の剛体仮定の計算から算出される軸力で設計しておけば十分で

ある。理論的に出てくるもので計算しておけば、安全側の評価になっている。

- ・コメント No.7 で指摘したように、平行四辺形に変形して、それを△+□+逆△で分けた場合、三角形部分は圧縮荷重を受け持たないと考えられる。圧縮荷重として、全部の荷重が均等にかかるのみのおかしい。

→別途配付の補足資料の P2 に示すように、応力を出す仮定として、平面的な拡がりを見捨て荷重のつり合いを出すときに、軸力の軸ずれ  $\delta$  による付加曲げモーメント M という形で P- $\Delta$  効果を考慮している。本来座屈面積のところでは圧縮力が伝わらないということは指摘のとおりである。しかし、ボルトの設計をするため端部にかかる引張軸力を算出するための仮定なので、保守的に付加曲げモーメントを算出するように、下からの N と上からの N の軸ずれ分を、変形と軸ずれ量として付加曲げとしてかけ、端部に引張として軸力をかけている形であり、軸力がかかる範囲が狭いということに対して、軸力による付加曲げモーメントとしてボルトの設計が安全側になるよう考慮していることになる。

#### ○資料 67-3-1-3 7月2日説明時コメント No1 関連

- ・非公開の電共研成果の取扱いについて、“機器・配管検討会での資料として提出・説明したうえで、公開資料として引用文献の一覧に記載する”との対応案に基づき、飯泉オブザーバから、資料 67-3-1-4 「電力共通研究「免震システムの評価手法開発」における試験結果の概要(案)」の説明があった。
- ・当資料は、資料 67-3-3-2 「参考資料 10 渡り配管の試験結果」の P 参 10-29 に【参考文献】(参 10-24) として記載し、適宜引用するが、改定案で使用した図と資料 67-3-1-4 とが一部で異なっているので合わせることにする。
- ・鈴木委員より、国プロで行っていた研究であり、公開方法を検討している。成果をエネ総研におけないかという調整をしておき、それができれば、そちらを引用することとするとの補足説明があった。

→電共研の成果を引用することが他にもあるかと思うので、引用方法を整理いただきたい。

→検討会の資料を公開して引用することはできると聞いている。しかし、他の指針で例がないので、公開文献から引用の方が望ましいと考える。実施主体はエネ総研であり、そこで公開いただき、引用する。時間的な問題はあがるが、公開されれば差し替える。

- ・電共研の資料の差替えについてはどうするのか。資料 67-3-1-4 のように公開資料として引用する場合には、本日の説明では、図の差替えが生じることになる。

→資料 67-3-1-4 を差し替えるか、参考資料側を差し替えるか検討する。参考資料を差し替える場合は、当該部をメールで配布する。

- ・資料 67-3-1-4 を出している主体は誰か、まえがきからは検討会が試験実施の主体に見える。検討会としては電共研データに責任をもっている人から説明を受けたとした方がよい。

→過去に、原子力発電耐震設計特別調査委員会等で調査した場合には、試験等は事業者でされていたが、それを委員会で聴取した文体としていたと思う。

→資料の改定、図表の改定も合わせて、次回議論することとする。

→誰の責任で資料が作成され、それを検討会が使うことが分かる形で、修正いただきたい。

○資料 67-3-1-2 規格委員会コメント No.1 関連

- ・適用範囲に関するコメントで、例えば、JEAC4601 は軽水炉限定であるが、現実には、再処理施設も FBR も使っている。なぜ軽水炉に限定するのか。共通要素もかなりあり、使えるところは使っていただければ良い。

→規格委員会で、使えるという話と共に FBR は薄板で座屈の問題があるとされた。機器一般に使えるとしたが、はっきりすべきとのコメントで、軽水炉に限定するとした。

→軽水炉に限定すると再処理に使いなくなる。JEAC4601 の記載に合わせた方が良い。

→JEAC4601 の記載を参考に記載する。

- ・幹事で確認して、見直し案をメールで配布する。

3) 改定案に対する追加意見

- ・前回議事録 P4 の記載のとおり、資料 67-3-2-2 の比較表 P24/127 赤字修正の下 3 行が分かりにくい。あらためて具体的に 3 つコメントする。①経験的な方法に基づく地震動評価はどこかで定義されているか。②「水平 2 方向に適用する際」との表記は分かりにくい。「水平 2 方向の地震力の組合せに適用する際」としてはどうか。③「これに留意する」については、何をどう留意するのか。

→経験的な方法に基づくとは JEAC4601 の表現である。2 方向の地震力に適用の方が分かり易いので建物・構築物検討会に附議する。これに留意についても検討会に附議する。

4) まとめ

○資料 67-3-1-4 の差替えの扱い、軽水炉限定の記載については幹事会で検討する。

○2 点の対応を踏まえて、耐震設計分科会への上程について、挙手にて決議、承認された。

(5) JEAC4601 改定案（弁駆動部の動的機能維持）について

堤オブザーバから、資料 67-4-1, 4-2 に基づき、弁駆動部の動的機能維持の改定概要について、説明があった。

検討の結果、本日のコメントを踏まえ、次回説明いただくこととなった。

主なご意見、コメントは以下のとおり。

- ・資料 67-4-2 の P コード附 4.4.10-6 のフロー図で、左上の電動弁の駆動部の構造強度評価と対になる弁の構造強度評価には、最弱部の応力評価における許容値が入っている。左上にもこれに対応する情報があると良い。また、弁のほうは最弱部の部位が載っているが、駆動部はクラッチハウジング、モータフレーム等のどの部位が最弱部になるのか、それが具体的に分かると分かり易い。

→分かり易くなるように明確化する。

- ・P コード附 4.4.10-6, 弁の構造強度評価で、一次応力と記載しているがこれは曲げか、応力種別を明らかにしていただきたい。また、今回の改定箇所ではないが供用状態 Cs の評価は必要ないと思われる。

→検討する。

→地震時の機能維持が要求される弁は S クラスに認定されるので、Ds で機能維持されれば Cs での弾性設計範囲は包絡されると作業会で検討しており、整理して説明する。

→動的機器の弁に関係したところは駆動部の評価以外にも検討するところがあり、今後合わせて提案する。

- ・P コード参 4-11-4 で、球形のところは許容範囲となるが、今の応答も XYZ の異なる時刻の最大値を取っているのだから、そのまま取れば球形に入っていることが比べられる。従来と同じく 20G とすれば良い。

→応答を出す時の方法で、最大加速度の応答側と機能維持側のセットを考え、セットとしての許容値の記載があれば良い。応答の方でどういう応答を使うかを睨んで、機能維持の表に上げれば、セットになる。

- ・今回の提案されたものでは、時刻歴で XYZ の応答側も組合せていかななくてはならない。従来そこをやっていない。スペクトルモーダル解析ではそれは出ない。今まで XYZ の最大値を比べているので単純にやれば良い。口頭ではなく、図等で議論したい。

- ・耐震ブラケットに対する要求機能は何か。耐震ブラケットに対する判定基準がない。

→予め耐震を評価して 20G に耐える設計とし、その耐震ブラケットで試験した。適用範囲の記載を検討する。

- ・評価フローのクラッチハウジング、モータフレーム等の評価の要求の説明は、P コード参 4.11-56, 58 の異常要因モード図を引用していると思う。異常要因モード図の異常要因と、評価物が一対一になっていない。最初の絞り込みが読み解ける書き方が良い。

→代表的なものを 6 つ示している。6 つを評価すれば良いことが分かるようにする。

- ・ハンドホイールシャフトは余裕があって評価しなくて良い。もう一度整理した方が良い。
- ・絞り込んでいることの妥当性をこの場で確認する必要がある。ご説明をお願いしたい。

- ・資料 67-4-3 の予定表では、耐震設計分科会の中間報告が 31 年度下期になっているが、上期と説明されたので、検討会審議はあと 1 回になる。本日のコメントを受けて練り直し、構成も見直して 2 月頃説明になると考える。検討会の予定として次は 3 月か。

→分科会に免震 JEAG をかけて書面投票を行う。その回答次第で 10 月末頃に検討会を開く必要がある。幹事と調整する。また、1 月末に次年度計画の検討会を開催する。

○次回、本日のコメントを踏まえて、説明いただきたい。

(6) 空気作動弁駆動部、主蒸気隔離弁の加振試験概要について

堤オブザーバから、資料 67-5 に基づき、加振試験概要及び検討会での視察について、説明があった。

視察日程は別途、委員の出席が多い日を調査して設定する。

(7) 原子力発電プラント設備地震損傷事例作業会について

野元委員から、資料 67-6 に基づき、原子力発電プラント設備地震損傷事例作業会の活動について、説明があった。

主なご意見、コメントは以下のとおり。

- ・事例集ができて、どういう形で公開されるのか。  
→少なくとも電子データでまとめて、HP で公開する。将来的には地震後の再起動の規格をまとめる時には参考とする。
- ・表題が原子力発電設備となっている。建物、土木構造物が必要かと考える。  
→総括検討会で議論したが、今後必要となるということであった。機器・配管系でまとめるが、ある程度まとまった時点で総括検討会において、土木、建築関係にもレビューいただき、土木、建築に関して、こういう活動が有益であれば実行する。
- ・対象は、B、C クラスか。  
→結果的には地震で損傷した事例を集めるので、B、C クラスしか上がってこない。B、C クラスしか見ないということではない。  
→総括検討会の議論では、損傷のなかった事例に重要な情報をもっているのではないかと  
いうことであった。作業会でそれを含めて検討いただきたい。
- ・分類の例であるが、屋外施設の B、C クラスで、支持地盤、固定条件、支持条件、ボルトの取り付け等が分類にあれば有益である。
- ・損傷事例がどうやって分かったか、総点検や試運転で分かったか、すぐに目視でわかったか等、そういう情報があれば地震後の再起動ガイドラインなどに役立つ可能性がある  
ので、捨てずに残していただきたい。  
→収集データに発見経緯はなかったと思う。確認して、あればそういうものも観点とする。
- ・重油タンクの周りの防油堤が中越沖地震でひびが入った。原子力発電設備で、防油堤、コンクリートは入るのか。  
→機器・配管系の設計者が参考にするためと考えている。防油堤は土木構造物である。  
→電中研の DB には入っていない。今後の話になるかも知れない。  
→参考に入れておいた方がよい。機器に直接関係する。
- ・損傷に対して、対策を含めているのか。  
→そこまでできると良いという思いがある。壊れなかった理由、壊れるか壊れないかの別  
が分かれば、大変良いと考える。どこまで実現できるかは分からない。

#### (8) 次回検討会

- ・免震 JEAG を 9/18 の耐震設計分科会に上程し、3 週間、書面投票が行われる。したがって、次回検討会は、投票結果を踏まえて、10 月末に開催するかどうかを幹事で検討する。

以 上