

## 第70回耐震設計分科会 議事録

1. 開催日時 : 平成 29 年 11 月 27 日 (月) 13:30~17:20

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 : 久保分科会長(東京大学名誉教授)\*1, 原前分科会長(東京理科大学名誉教授)\*1, 藤田副分科会長(東京電機大学)\*2, 白井幹事(関西電力), 山崎<sup>(産)</sup>副幹事(原子力安全推進協会), 柴田(東京大学名誉教授), 奈良林(北海道大学), 谷(東京海洋大学), 安部(日本原子力学会), 中村<sup>(産)</sup>(原子力安全推進協会), 佃(産業技術総合研究所), 林(日本原子力研究開発機構), 酒井(電力中央研究所), 中村<sup>(産)</sup>(防災科学技術研究所), 飯島(日立 GE ニュークリア・エナジー), 佐藤(MHINS ENG), 神坐(富士電機), 今塚(大林組), 宇賀田(大成建設), 小島(清水建設), 羽場崎(竹中工務店), 藪内(鹿島建設), 野尻(北海道電力), 大和田(東北電力), 小竹(北陸電力), 北島(九州電力), 綿引(東京電力 HD), 今村(東京電力 HD), 宮坂(東京電力 HD), 渡部(中部電力), 武井(電源開発), 岩田(電源開発) (32名)

□代理出席委員 : 樋口(東芝エネルギーシステムズ), 羽田野代理, 小澤(関西電力, 小倉代理), 雨宮(日本原子力発電, 金居田代理), 阿比留(中国電力, 秋山代理), 荻山(四国電力, 松崎代理) (5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), 古屋(東京電機大学), 山口(東京大学), 山崎<sup>(産)</sup>(首都大学東京名誉教授), 吉村(東京大学), 渡邊(埼玉大学), (9名)

□常時参加者 : 山崎<sup>(産)</sup>(原子力規制庁) (1名)

□オブザーバ : (日本地震工学会) 高田<sup>(産)</sup>, 成宮, 高田<sup>(孝)</sup>, 藤本, 糸井, (免震 JEAG) 鈴木, 大河内, 神保, 松岡, 中野, 鈴木, 小江, 野元 (13名)

□事務局 : 佐久間, 永野, 大村 (日本電気協会) (3名)

\*1 : 議事(2)にて分科会長交代, \*2 : 議事(2)にて副分科会長就任

## 4. 配付資料

資料 No.70-1 第 69 回耐震設計分科会 議事録 (案)

資料 No.70-2 耐震設計分科会及び各検討会 委員名簿 (案)

資料 No.70-3-1 地震安全基本原則の目的

資料 No.70-3-2 地震安全基本原則案の概要

資料 No.70-3-3 地震安全基本原則と発電所システム性能

資料 No.70-3-4 地震安全原則と地震ハザード

資料 No.70-4-1 JEAG4614「原子力発電所免震構造設計技術指針」改定概要 (中間報告) 建物

資料 No.70-4-2 JEAG4614「原子力発電所免震構造設計技術指針」改定概要 (中間報告) 機器

資料 No.70-4-3-1 免震 JEAG 機器・配管系の改定概要 (補足資料①)

資料 No.70-4-3-2 免震 JEAG 機器・配管系に係る主な改定点について (補足資料②)

- 資料 No.70-4-4 JEAG4614「原子力発電所免震構造設計技術指針」本文改定案（中間報告）
- 資料 No.70-4-5 JEAG4614「原子力発電所免震構造設計技術指針」参考資料改定案（中間報告）
- 資料 No.70-4-6 原子力発電所免震構造設計技術指針（JEAG4614-20XX）のコード化について(案)
- 資料 No.70-4-参 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（案）
- 資料 No.70-5-1 「原子力発電プラント設備（BCクラスを中心に）の地震損傷事例と低減」事例集（仮称）の趣意書（案）について
- 資料 No.70-5-2 第12回総括検討会でのコメント概要メモ

## 5. 議事

### （1）新委員の紹介、代理出席者承認、委員定足数確認、常時参加者他承認、配布資料の確認等

事務局から配付資料の確認の後、代理出席者5名の紹介を行い、規約に従って分科会長の承認を得た。委員総数46名に対し、代理出席者を含めて定足数確認時点で37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(31名以上)」を満たしていることを確認した。また、事務局から常時出席者及びオブザーバの紹介を行い、オブザーバの出席について分科会長の承認を得た。

### （2）分科会長の選任

約8年間の長きに渡り分科会長を務められた原分科会長から退任の意向を示されたことから、分科会長の選任を行った。事務局から、分科会長候補の推薦を確認したところ、候補者として、久保委員の推薦があった。他に候補者の推薦がないことを確認した後、単記無記名投票で、久保候補が分科会長に選任された。

原前分科会長から退任のご挨拶が、久保新分科会長から就任のご挨拶が、それぞれあった。

久保分科会長から、副分科会長；藤田委員，幹事；白井委員，副幹事；山崎達委員の指名があり、それぞれ受諾された。

### （3）前回議事録の確認

事務局から資料70-1に基づき、前回耐震設計分科会議事録(案)を説明し、挙手にて承認された。

### （4）耐震設計分科会・検討会委員の変更について

#### 1) 耐震設計分科会

事務局から資料70-2に基づき、耐震設計分科会委員として、綿引委員と北島委員が第64回原子力規格委員会で承認された旨、報告があった。

#### 2) 耐震設計分科会検討会

事務局から資料70-2に基づき、耐震設計分科会傘下の検討会委員の変更について紹介があり、挙手にて承認された。

【津波検討会】 伊神委員（三菱重工業）→ 平井新委員候補（同左）

### （5）日本地震工学会「原子力発電所の地震安全の基本原則(案)」について【報告】

日本地震工学会から、資料 70-3-1~3-4 に基づき、原子力発電所の地震安全の基本原則（案）について、説明があった。12 月 8 日を目途にコメントを事務局に送付することとなった。

- ① 地震安全基本原則の目的（高田毅オブザーバ）（資料 70-3-1）
- ② 地震安全基本原則案の概要（高田孝オブザーバ）（資料 70-3-2）
- ③ 地震安全基本原則と発電所システム性能（藤本オブザーバ）（資料 70-3-3）
- ④ 地震安全基本原則と地震ハザード（糸井オブザーバ）（資料 70-3-4）

主な意見、コメントは以下のとおり。

- ・リスクの重要度分類に基づいて対策を行う、設計を行うことが必要である。リスクと供用性は大事である。今の適合審査はリスクが入っていないが、2020 年から ROP になる。その時からリスクに基づいた検査となる。2020 年 4 月までに解決しておかなければならない。
- ・設計は決定論で、プラント全体の評価は PSA が現状だと思うが、システムをどうにかしなければいけないという概念は画期的である。資料 70-3-3 の P4、表 1 に、深層防護の考え方がレベル 1 からレベル 5 まであり、対応策例がある。システムは重要度分類からの制限が入ってくる。一方で、同資料の P5 に今後のあるべき姿と現状が比較されている。その図で設備設計と残余のリスク評価の欄があるが、真中にシステム設計の欄があり、構造機器の場合、設備全体を見たときにどうなるかフィードバックがあると思う、その欄を付けていただくと良い。
- P5 は現状の姿で、全て単体の性能で満足させるのは無理である。P9 が提案するルールで、単体の許容値をクリアするということと、システム全体として評価するということである。
- ・資料 70-3-3P10 図 4 で、対応①は従来通り、対応②は今回の提案で、従来独立 2 系統であったものを 3 系統とする考え方が別系統を付けることになるかと思うが、多様なものを付け加えるとしても現状よりも強いものが必要である。1 系統、2 系統、3 系統でフラジリティが下がるという概念を取り入れなくてはならないかと考える。
- それなりの強度を持った設備、多様性、別の系統を付けることを考えていく必要がある。
- ・基本原則で、「受容できないリスクがないこと」が安全の定義とされているが、参考資料に示された英語の原文では、ノーではなく、フリーと表現している。「リスクがないこと」という表現では強すぎるのではないか。
- 説明の仕方に誤解があったかも知れないが、資料 70-3-2 の P6 で、ISO の訳では、リスクがゼロと言っているのではなく、受容できないリスクがないと言っている。
- ・供用性については事業者の話であって、不要ではないか。セーフティに徹してはどうか。また、電気協会 耐震設計分科会でできる対応として、全体の骨子、考え方は非常に参考になる。今、事業者で設計をやっていない。新規の設計があるか、その展望は、数年は見えない。設計行為を行って、考えているところの矛盾点が出た時、対応しかねる。日本地震工学会と日本原子力学会のアカデミックな活動として、学会で十分議論されれば十分ではないか。
- 供用性の件に関しては大分議論した。供用性は必要ないという意見もあった。ただし、これを規制のためには作っていない。物を作るという視点であって、供用性が入るといった意見もあった。
- 既設のプラントは設計法を用いて評価している。既設に関しても、方法論、考え方が評価に使用できる。

- ・実務で使えないものを作ってもいけない。使っていただきたい。今後 10 年くらい使える原則ができるのと良いと考えている。
  - ・深層防護の考え方を実装すると、緊急時の住民避難まで含めて議論されているが、現状では、原子力施設の安全で Ss を基本に地震動を想定するのと、一般地震災害の防災とでは大きなギャップがあり、コミュニケーションできにくいと考える。その時に、多様な検討用地震をうまく住民とコミュニケーションできるツールにすると、原子力施設ではこの段階にあり、実際の地域ではこの段階にある、どんな防災が考えられるとするとそこが入口になると考える。
- その方向で検討を進めたい。
- ・この考え方を電気協会で活用して欲しいとのことであるが、電気協会はプラクティスを作る所であり、そのためには安全目標が必要である。安全目標についても検討していただきたい。
- 目標のない安全確保はあり得ないと思っている。安全目標のない審査はない。そういうものがないとどんどん上がっていく。安全目標はしっかり書いていきたい。
- ・供用性の問題は重要と考える。原子力施設の耐震設計のレベルはどういったものになっているか。日本機械学会の報告書には書いてあるが、他の耐震設計レベルに対してコンセンサスがなない。原子力の場合無限となる。リスクがないことは絶対ありえない。SIL (Safety Integrity Level) 的な考え方で、宇宙線、飛行機に比べてどのレベルにあるか、相対評価できるような啓発活動は学会では必要と考える。また、安全の定義は ISO と IEC でやっているが、JIS Z8115 Dependability 信頼性のところに日本語で定義されている。
- 個人名で結構であるが、各委員の意見を持ち寄っていただきたい。事業者、設備系、建屋系の方々からご意見をいただきたい。12 月 8 日を目途に事務局へ送付いただきたい。

## (6) JEAG4614「原子力発電所免震構造設計技術指針」改定案について【中間報告】

建物構築物検討会及び機器・配管系検討会から、資料 70-4-1~4-6 に従い、免震構造技術津指針改定案について説明があった。

1 月 9 日を目途に、コメントを事務局まで送付することとなった。

主な意見、コメントは以下のとおり。

- ・改定案は、資源エネルギー庁支援の国家プロジェクトと電力共研の成果を取り込んでいるが、主な改訂箇所はどこか。
- 建築関係は、上記成果を主に参考資料に取り込んだ。
- 機械関係は、項目を変更したので記載は増えたが、これまでの方針が大きく異なるものではない。
- ・免震構造の着手から非常に時間が経っている。当初から免震のゴムの材料規格と現実の差、A 社と B 社で規格が同じでも強度が異なる問題があった。地震で復水器のベローが切れた事例において、切れたベローだけメーカーが異なった。そういう意味でゴムの問題は規格と現実のものと強度が異なるのではないかと思うので良く確認してほしい。
  - ・免震材料の品質管理の問題として、品質管理、施工計画は扱っているのか。製造者が出すシートによって性能は確保されていると言えるのか。

- 8章で、免震装置の品質管理、保守管理に記載しており、品質管理の項目で、性能を確認することになっている。
- ・発電所では、炉心注水の低圧ポンプのサクシオン側に、フレキシブルのパイプが使われていた。ポンプ自体は免震ゴムの上に乗っているのだから、フレキシブルなベローズはどのように評価するか。
- 基本的には配管と同じように評価することができる。
- ・建屋と渡り配管についてはいかがか。
- 従来、建屋外からのダクトや配管の渡り部は、今の耐震設計でも可能である。本ガイドでは、免震で大変形となるが、より精緻に、多点入力、時刻歴解析を確認してとしている。
- ・厚肉の配管、大口径を含めた配管が大変形があった場合の評価も同じなのか。
- 主蒸気・主給水管については高温・高圧・大口径で、そのような条件で使用可能なベローズはない。したがって、配管のルーティングで変形を吸収する考えである。ただし、屋外から来る海水取水系統のような低温配管では、ベローズを採用する可能性があるが、前述の通り、ベローズも本ガイドで評価できる。
- ・規格をちゃんと作っても問題が起きるという印象があるので、よろしく願いたい。
- 教訓的な話で、実際に作るとどういうことが起こるか、エクспанションジョイントの設計は難しい。経験しただけでも、地震時にいろいろな損傷の仕方をしている。地震の教訓、実験の教訓を生かして、参考資料の追加、改定は行っていきたい。
- ・ガイドかコードかが規格委員会で議論になる。これで設計するならば、コードであっても良いと言われる。どこが未成立であり、ガイドにする必要があるか。そこを考慮した方が良い。
- 検討会の提案は資料4-6のとおりであるが、ガイドかコードかは検討会レベルでなく、総括検討会で議論としたい。
- ・総括検討会で議論する考え方もあるが、どの部分が未成熟かは各検討会でしか分からない。そこは各検討会で明確にする必要がある。
  - ・時刻歴の計算にあたって、方法と対象要件を明記できるか。
- どれでも良い。より精緻になることはあるが、その引き換えで、設計が大変になる。設計者が選ぶことができる。JEAC4601で解析方法は指定されていないと理解している。
- ・それを書いていないと使い分けを聞かれる。多入力応答スペクトル解析からモーダル時刻歴解析、直接積分法と精緻になるが、解析量、計算の手間等を考慮すると大変になる。選び方を記載すれば良い。
- そこまで書くとコードになるかと思う。実際の配管系を計算して、精緻な方が良いということも出てくる。実際に設計して、そうした方が良いということが出てきて、コードになるかと考える。検討会で検討する。
- ・地震動に対する設計であることが適用範囲に明記されたが、解説でその他荷重に対する設計の考え方がいくつか残っている。6-1-2で積雪や風等との荷重組合せ、風荷重に対する考え方、3の基本方針には地震以外の荷重に対する考え方が書いてある。解説部分であるが、整合を図った方が良い。
- 検討会で議論しているところである。意見を参考に進める。

- ・70-4-1 と 4-2 が同じようではないところがある。P1 は共通にした方が、規格委員会には分かっていただけ。

○平成 30 年 1 月 9 日を目途にコメントを事務局へ送付いただきたい。

#### (7) B, C クラス地震損傷事例【中間報告】

原委員から、資料 70-5-1, 5-2 に基づき、B, C クラス地震損傷事例作成について説明があった。12 月 8 日を目途に、コメントを事務局に送付することとなった。

主な意見、コメントは以下のとおり。

- ・12 月 8 日までに事務局にご意見を送付いただきたい。
  - ・次回、どうスタートさせるか検討する。
  - ・BC クラスの被害事例では電中研の作業が重複する可能性がある。目的は教育資料等で、作業にあたっての前提は公開情報として、あまり手を掛けないこととする。
  - ・前回、電中研が説明したものは電力事業者からの非公開資料に基づき検討したものである。電中研公表のペーパーでは発電所名を出さず、数値だけを公開している。公開ベースのデータで構築すると、電中研のデータはあまり意味がない。電力会社からの非公開のデータが電中研から出ていくかどうかで、電中研の関わりが大きく異なる。
- 8 月に、電中研開発のデータベースを紹介いただいた。電中研 DB には非公開のデータが含まれていると言われた。DB のもとになっているものは使えないと判断している。電力事業者から公開されているデータを使わざるを得ないと判断している。電中研の DB の中で公開しても良いものがあれば使わせてもらえるかも知れない。収集した結果を電気協会 HP で公開するので、公開事例集に載せることが難しいということであれば、データ収集の範囲を決めていく。
- ・電中研の元データを出すかどうかは電力会社が決めるものである。この件を扱っている研究者が少なく、作業を手伝うことは中々難しいかと考える。そのあたりを含めて電中研で検討する。
  - ・少なくとも東日本大震災については、日本機械学会で、ウォークダウンを含めて詳細な報告書を作っている。それは公開であり、日本機械学会に申し出れば良い。また、保安院の報告書に各電力会社がデータを提供している。これは HP で公開されていて、事例集に反映できる。電気協会の事例集に引用は可能だと考える。HP については事務局に連絡する。

○参考情報及びコメント事務局へお願いしたい。

#### (8) 次回分科会

- ・第 71 回耐震設計分科会：2 月 26 日(月)13:30～
- ・議題：平成 30 年度活動計画  
B, C クラス地震損傷事例について

以 上