

## 第73回耐震設計分科会 議事録

1. 開催日時 : 平成 30 年 9 月 18 日 (火) 10:00~12:15
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), 白井幹事(原子力エネルギー協議会), 山崎<sup>(産)</sup>副幹事(原子力安全推進協会), 原(東京理科大学名誉教授), 久田(工学院大学), 奈良林(東京工業大学), 吉村(東京大学), 北山(首都大学東京), 谷(東京海洋大学), 中村<sup>(産)</sup>(原子力安全推進協会), 佃(産業技術総合研究所), 中村<sup>(産)</sup>(防災科学技術研究所), 林(日本原子力研究開発機構), 酒井(電力中央研究所), 羽田野(東芝エネルギーシステムズ), 伊神(三菱重工業), 猪(富士電機), 今塚(大林組), 羽場崎(竹中工務店), 薮内(鹿島建設), 野尻(北海道電力), 小竹(北陸電力), 秋山(中国電力), 高橋(四国電力), 北島(九州電力), 綿引(東京電力 HD), 今村(東京電力 HD), 渡部(中部電力), 岩田(電源開発), 武井(電源開発) (30名)
  - 代理出席委員: 福士(日立 GE ニュークリア・エンジニア, 飯島代理), 猪野(大成建設, 宇賀田代理), 堀江(東北電力, 大和田代理), 菊地(東京電力 HD, 宮坂代理), 福田(日本原子力発電, 金居田代理) (5名)
  - 欠席委員: 藤田副分科会長(東京電機大学), 柴田(東京大学名誉教授), 青山(東京大学名誉教授), 山口(東京大学), 古屋(東京電機大学), 山崎<sup>(産)</sup>(首都大学東京名誉教授), 渡邊(埼玉大学), 安部(日本原子力学会), 中田(防災科学技術研究所), 小倉(関西電力), 大橋(清水建設, 小島代理) (11名)
  - 常時参加者: 山崎<sup>(産)</sup>(原子力規制庁) (1名)
  - オブザーバ: 楠原(名古屋工業大学), 鈴木<sup>(産)</sup>(中部電力), 大河内(中部電力), 飯泉(東芝エネルギーシステムズ), 鈴木<sup>(産)</sup>(三菱重工業), 井村(東京電力 HD) (6名)
  - 事務局: 佐久間, 小平, 大村 (日本電気協会) (3名)

## 4. 配付資料

- 資料 No.73-1 第72回耐震設計分科会 議事録 (案)
- 資料 No.73-2 耐震設計分科会及び各検討会 委員名簿 (案)
- 資料 No.73-3-1 免震 JEAG 改定状況について
- 資料 No.73-3-2-1 免震 JEAG 改定概要 (建物)
- 資料 No.73-3-2-2 免震 JEAG 改定概要 (機器)
- 資料 No.73-3-3 免震 JEAG 改定案コメント回答
- 資料 No.73-3-4 免震 JEAG 本文改定案比較表
- 資料 No.73-3-5 免震 JEAG 本文改定案
- 資料 No.73-3-6-1 免震 JEAG 参考資料、改定案比較表 (機器)
- 資料 No.73-3-6-2 免震 JEAG 参考資料改定案比較表 (建物)
- 資料 No.73-3-7 免震 JEAG 参考資料案 (建物)

- 資料 No.73-3-参 免震 JEAG 最新知見の反映状況資料
- 資料 No.73-4-1 JEAC4629 「原子力発電所耐津波設計技術規程」改定概要（中間報告）
- 資料 No.73-4-2 JEAC4629 「原子力発電所耐津波設計技術規程」改定案 改定前後比較表
- 資料 No.73-4-3 JEAC4629 「原子力発電所耐津波設計技術規程」改定案 変更箇所抜粋
- 資料 No.73-4-参 JEAC4629 「原子力発電所耐津波設計技術規程」改定作業において参考とした国内知見とその反映状況について
- 資料 No.73-5 JEAC4601-2015 の誤記対応について

## 5. 議事

事務局から、本分科会において、私的独占の禁止及び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) 新委員の紹介、代理出席者承認、委員定足数確認、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 6 名の紹介を行い、規約に従って分科会長の承認を得た。また、事務局から常時参加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。委員総数 46 名に対し、代理出席者を含めて、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。

### (2) 前回議事録の確認

事務局から資料 No.73-1 に基づき、前回議事録（案）を説明し、一部修正のうえ、挙手にて承認された。

- ・ P3 SS, SD → Ss, Sd
- ・ P3 GTG → ガスタービン発電機
- ・ P3 JEAC → JEAG4614

### (3) 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 No.73-2 に基づき、委員の変更、業種変更、所属変更の紹介があった。新委員候補、業種変更者について耐震設計分科会として異存はなく、9/27 開催の規格委員会承認後、正式な委員就任となる。

- ・ (新委員候補) 楠原 新委員候補 (名古屋工業大学)
- ・ 大和田 委員 (東北電力) → 堀江 新委員候補 (同左)
- ・ 宮坂 委員 (東京電力 HD) → 菊池 新委員候補 (同左)
- ・ 金居田 委員 (日本原子力発電) → 福田 新委員候補 (同左)
- ・ 小島 委員 (清水建設) → 大橋 新委員候補 (同左)
- ・ (業種変更) 白井 委員 (関西電力) → (原子力エネルギー協議会)

#### 2) 耐震設計分科会検討会

事務局から資料 No.73-2 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。

【総括検討会】

- ・(所属変更) 白井 委員 (関西電力) → (原子力エネルギー協議会)
- ・宮坂 委員 (東京電力 HD) → 菊池 新委員候補 (同左)
- ・小島 委員 (清水建設) → 大橋 新委員候補 (同左)

【地震・地震動検討会】

- ・宮坂 委員 (東京電力 HD) → 菊池 新委員候補 (同左)
- ・垣内 委員 (九州電力) → 本村 新委員候補 (同左)

【土木構造物検討会】

- ・氏家 委員 (北海道電力) → 泉 新委員候補 (同左)

【建物・構築物検討会】

- ・藤井 委員 (北陸電力) → 田村 (公) 新委員候補 (同左)
- ・巽 委員 (関西電力) → 三明 新委員候補 (同左)
- ・萩原 委員 (清水建設) → 田村 (正) 新委員候補 (同左)

【機器・配管系検討会】

- ・清水 委員 (東北電力) → 秋葉 新委員候補 (同左)

【火山検討会】

- ・笹川 委員 (関西電力) → 内田 新委員候補 (同左)
- ・松田 委員 (九州電力) → 今村 新委員候補 (同左)

【津波検討会】

- ・猿渡 委員 (九州電力) → 南里 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」改定案について【審議】**

鈴木オブザーバ、藪内委員から資料 No.73-3-1~7 及び No.73-3-参考に基づき、規格委員会、分科会コメント回答案及び指針改定案について説明があった。

検討の結果、書面投票を実施することとなった。

主な意見、コメントは以下のとおり。

- ・本件は前回中間報告いただき、分科会としての意見を求めた。また、前回の原子力規格委員会に中間報告して、委員に意見を求めたが意見はなかった。委員会の場では、本指針が FBR に適用できるかと取扱いについて明確にするようにとの意見があった。
  - ・間接支持構造物について、通常、耐震の建屋、それも間接支持構造物であるが、JEAC4601 上は S クラスとして、Ss, Sd, 静的地震力に対して設計するようになっていたと思うが、そのあたりの関係をもう少し説明できないかと思う。また、JNES ガイドあるいは規制基準との解釈が異なるところ、そういうところをもう少し明確にしていきたい。
- 直接支持構造物は機器系に付くものとして、Ss と Sd の評価が必要である。建屋及び構造物に付

く間接支持構造物は Ss ということである。免震については、建屋に付く支持構造物で間接支持構造物となる。

- ・間接支持構造物という考え方は良い。間接支持構造物であるが、本来適用する地震動は Ss, Sd と Ci である。それが例えば免震であれば、Ss の線形で押さえるので、Sd の評価は不要等、規制の基準に沿った形でこれは不要として、結果的に Ss だけで良いという説明が必要である。

→コメント回答で、免震について、Ss に対して線形でとしている。

- ・コメント回答の中身が本文に入っているのか。

→本文には入れていない。

- ・入れるべきと考える。

→この記載を議論していたが、間接と直接の仕分けについて、どこまで定義するか。そこまで記載して良いのかとの議論があり、今の表現に止めることとなった。

- ・コメントと回答が平行線である。間接支持構造物ということは了解いただけた。その後の免震部材については、今回の免震 JEAG では、Ss で、線形で取り扱っているので、Sd の設計行為は不要であることは設計者が申請の時にやれば、ガイドに書きこむ必要はないと考える。間接支持構造物だから、Ss も Sd も実施するとの指摘がされた時に、その指摘はこういう観点から不要と設計者が答えるべきと考える。今回の免震については Sd をやったとしても答えは自明ということ design が事業者の説明して、規制側に説明することが筋である。設計者がやるべきことを、ガイドラインにこうだから不要と、ガイドラインを作る方から書くことはない。設計者の資質、能力を疑ってはいけない。間接支持構造物となるが、Sd の弾性設計をしなくて良いことは、物性的な条件から自動的に満足されることになっているということを設計者が説明すれば良い。

- ・この主旨は、間接支持構造物であり、重要度に応じて支持機能が維持されれば良いということであり、Ss 機能維持だけで良いと言っている。したがって、そこを明確にすべきだと考える。この間接支持構造物をそのままの解釈をすると、設計者が決めるということではない。

(以下\_\_は、会議後に原案提案者から質問者へ回答された内容)

→間接支持構造物に適用する地震力の設定に関しては、JEAG4614 の中で、「間接支持構造物として取り扱われる免震装置は、それ自体には安全上の機能からの耐震重要度についての規定はないが、上部構造及び建屋内の機器・配管系の応答を制御、抑制する機能を持っている。したがって、免震装置は上部構造の耐震重要度に応じた地震力に耐えるとともに、上部構造及び機器・配管系の健全性を確保できるように設計する。」と記載している。

- ・本日はいろいろご議論をいただく。今後の手順として、分科会の中での委員からの修正意見を求める期間を設けることとする。その場で、再度提言いただき、その取扱いを建物、機器の検討会で検討いただく。間接支持構造物の取扱いについては 2 つの検討会でも議論されていたようであるが、事業者、設計者、学識経験者から扱いの提案があれば、集中的にご意見をいただきたい。

→過去に作成された JNES のガイドでは、間接支持、直接支持について、間接支持構造物として記載しているのみで特にそれ以上書いていない。JNES のガイドは設計手法をいろいろ記載していて、これらを横目で見ながら指針案を作った。具体的にコメントいただければ、検討会の方でも検討したい。

- ・JNES はもう組織的にないが、どういう形でガイドラインについてコメントを求めているのか。

→過去に規制関係の作ったガイドがあり、それを見たということかと思う。

・意見を求めたいという検討会側からの要望か。

→特に要望ではないが、こういうところが良いということであれば、我々は検討する。

→両方合わせて検討いただく。

・良い指針ができたが、既存の発電所あるいは将来の発電所に対する相場観を聞きたい。例えば、適合審査の中で、各発電所でだんだん加速度が上がり、重要免震棟が途中から重要耐震棟に変わった。浜岡発電所ではガスタービン発電機の建屋がしっかりしたダンパを配置して作られているのを見せていただいた。重要免震棟では終局変形に至らないダンパで水平方向を押さえる。耐震は、審査の場でも非常に厳しい状況が想定される。このような新しくできた規格で保証されるかを聞きたい。7月に英国で第26回原子力工学国際会議が開催されたが、2050年までに世界で1000基の原子力発電所を作るとのこと。中国では大型炉に加えてSMR、これはAP1000を200としたもので、中国国内143サイトに設置していく。コンパクトな原子炉建屋になると思うので、免震建屋が有利になる。将来、免震構造を持った発電所が国内にもできると良いと思う。

→現状、緊急対策室の免震棟については、いろいろ制限があって、壁厚をかなり厚くしなくてはいけなくて重くなってしまい、免震が使いにくくなっている。ただし、浜岡のタービン建屋は免震を採用している。このようなローカルな建屋であれば免震が使える可能性はあると考える。

・資料73-3-3で、原子力規格委員会でのコメントで、「FBRに適用することが前提か」とあるが、このご指摘はFBRにも適用できるかというような趣旨ではなかったかと考える。

→少し書き過ぎかも知れない。

・分科会長から、参考として次の説明がなされた。すなわち、当初、本免震JEAGは、FBRを対象とした電力中央研究所と原子力研究開発機構（昔の原研）が、FBR免震という形で実験を行い、その成果を元に最初のドラフトができた。それは主に建屋についてであった。その後、7年間、資源エネルギー庁による補助事業で、エネルギー総合研究所を窓口として電力会社が実験を行った。それは主に軽水炉を対象とした実験であった。建物系と機械系が一冊になった本JEAGで、どちらを対象にしたかという区切りが、二つの検討会で理解の差があったということである。二つの検討会で、何を対象に本JEAGを作っているかとの確認が、原子力規格委員会であった。

○本件について、書面投票に移行することについて、挙手にて決議し、承認された。

・書面投票期間は、9月19日から10月9日までの3週間。書面投票でいただいた意見をもとに、もう一度再校正して、この場で審議することとする。

→書面投票の手続きについては、事務局から連絡する。

#### **(5) JEAG4629「原子力発電所耐津波設計技術規程」改定案について【中間報告】**

井村オブザーバから、資料No.73-4-1~3及びNo.74-3-参考に基づき、耐津波設計技術規程の改定案について説明があった。

検討の結果、1か月間で分科会委員からコメントをいただくこととなった。また、12月の原子力

規格委員会に中間報告することとなった。ただし、分科会委員のコメントで本文が変わった場合は、次回の分科会で変更内容を確認する。

主な意見、コメントは以下のとおり。

- ・耐津波設計技術規程について、中間報告いただいた。耐震設計分科会として、分科会委員の方から意見をいただくという機会を設けたい。
- ・事象の重ね合わせの件が良く分からなかった。例えば津波と高潮の重ね合わせは設計でどう考えるのか、基準津波の発生確率は10のマイナス4乗から6乗ぐらいで非常に小さいので、それに何を足してもという概念となる。資料 No.73-4-参の P5, IAEA の文献で、10のマイナス何乗の津波と10のマイナス何乗のメトロロジカルなものを要求することが記載されている。IAEA が福島事故の後にレポートを作っているが、福島の津波の時には津波しか考えていない、高潮を考えていないと最終レポートにあったと思う。何かしらのロジックを書いておかないとならない。
- 資料 No.73-4-1 P13 のとおり、津波と組み合わせるべき自然現象は各発電所の地域特性を考慮して抽出すべきものである。具体的に10のマイナス何乗までを考慮するという事は現時点では難しい。津波の事例が少ないこともある。適切に判定した設計を行う程度の記載に止めている。実際の発電所の設計では、今の規制基準で高潮との重畳は、高潮が起こったとしても設計余裕の中に含まれるという形で説明している。高潮を組合せることを明確に言うのは難しいと考えている。
- ・USNRC, IAEA はリクワイアメントにしている。日本はできないが他の国はできるか。
- 事象の重畳は、昨今の自然界の動向を見ると何が起こるか、なかなか想定できない。多分、論理的に考えると無限の組合せがある。資料の紹介という形で補足意見を頂いたと思うが、それぞれの発生確率で考えて、その事象として、この発電所施設に対して、使用年限、耐用年限を考えて、設計で考慮する事象かどうかの判断はガイドラインにあるというのが、回答である。
- ・本耐津波設計技術規程は、設計基準に入れようとしているので、ベースは決定論的に作ることを考える。一方で、どういう事象を考慮するかというところで、確率的な問題を完全に避けることできない。例えば全体の裕度のバランスの考慮も、PSA 的な考え方を使うとしていて、本規程は決定論ベースであるが、いろいろなところで確率的なものが出てくる。ただし、確率的なものを設計に完全に適用する際の基本的なフレームワークは、国内ではできていない。その部分は本規程だけで全てを完璧に網羅するというより、周辺とうまく連携ができるように、連携ができなくて抜けが生まれないように努力しようとしている。
- ・定期改定の時期でそれに対応している。また、2011年の地震からいろいろなデータが集まったので、その新しいデータを基に改定する。先駆け的な発想で後追いはない。
- ・台風は災害の中で、人が亡くなることが多い事象である。現段階で進路予測が非常に精緻になっている。米国では非常に強い台風が来た時、各事業者で対処法を判断する。新規制基準には台風が入っていないが、竜巻と津波でそれぞれ対策を取っているの、その組み合わせで考えているというのが、規制委員会の考えであった。

- ・検討の結果、1か月間の予定で分科会委員からコメントをいただくこととなった。また、12月の原子力規格委員会に中間報告することとなった。ただし、分科会委員のコメントにより本文が変わる場合は、次回の分科会で変更内容を確認する。

○上記の条件にて、12月の原子力規格委員会への中間報告について、挙手にて決議し、承認された。

## (6) その他

1) 耐震設計技術規程 (JEAC4601-2015) 誤記対応案の電子メールによる書面審議の結果について事務局より、資料 No.73-5 に基づき、誤記対応案の書面審議結果について報告があった。

- ・資料 No.73-5 は JEAC4601 誤記対応案の書面審議結果の通知文で、メールで通知している。
- ・2/3 以上の投票率で 4/5 以上の賛成であった。なお、反対意見、保留意見があった。書面審議において反対票が投じられたことに鑑みて、分科会長の指示に基づき、現在作業中の規格類の改定で同様なことがないように図っている。免震 JEAG も早期に誤記チェックをしていただいた。

2) 電気新聞記事について

事務局より、電気新聞記事 (9月13日) について報告があった。

- ・原子力発電所における配管支持間隔の設定方法について、いわゆる定ピッチスパン法があるが、この適用を巡り、原子力規制委員会と関西電力他と4回の意見交換を行った。JEAG4601-1987 についてはエンドースされている版であるが、これに記載された内容で問題がないことが確認された。電気新聞記事では、JEAG4601-1987 について、電気協会は新規制基準を踏まえた改定を行なっていなかったことがそもそもの発端。更田委員長から指針の改定などに対して、電気協会に適正に対応を求めていると掲載されている。
- ・配管設計をする際の建物の応答ピークを外す旨の記載があるが、その解釈について、規制庁と事業者の間で若干の相違があった。この電気新聞の記事では JEAC の改定をしていなかったとの記載になっているが、実際には 2015 年版を既に発行し改定しているので、誤解がないようにということで紹介する。

3) 次回分科会

- ・11月27日 (水) 13:30～

・議事：

免震 JEAG の改定案、書面投票結果。

免震 JEAG の規格委員会への上程。

耐津波設計規程の規格委員会への中間報告確認作業 (本文変更有の場合)

以 上