

第77回耐震設計分科会 議事録

1. **開催日時** : 令和元年 11 月 25 日 (月) 13:30~16:00
2. **開催場所** : 一般社団法人 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^(産)副幹事(原子力安全推進協会), 北山(首都大学東京), 久田(工学院大学), 谷(東京海洋大学), 奈良林(東京工業大学), 佃(産業技術総合研究所), 中村^(産)(原子力安全推進協会), 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), 圓(大林組), 宇賀田(大成建設), 若松(竹中工務店), 藪内(鹿島建設), 大橋(清水建設), 野尻(北海道電力), 堀江(東北電力), 杉本(東京電力 HD), 岩瀬(中部電力), 岩森(関西電力), 小竹(北陸電力), 橋本(中国電力), 高橋(四国電力), 綿引(東京電力 HD), 今村(東京電力 HD), 室井(日本原子力発電), 武井(電源開発) (29名)
 - 代理出席委員: 行徳(日立 GE ニュークリア・エンジニア, 飯島代理), 徳田(九州電力, 稲富代理), 梅岡(電源開発, 岩田代理), 橋村(日本原子力研究開発機構, 林代理), (4名)
 - 欠席委員: 藤田副分科会長(東京電機大学), 青山(東京大学名誉教授), 安部(日本原子力学会), 楠原(名古屋工業大学), 酒井(電力中央研究所), 柴田(東京大学名誉教授), 中田(防災科学技術研究所), 中村^(産)(防災科学技術研究所), 原(東京理科大学名誉教授), 古屋(東京電機大学), 山口(東京大学), 山崎^(産)(首都大学東京名誉教授), 吉村(東京大学), 渡邊(埼玉大学) (14名)
 - 説明者: 津波検討会 井村(東京電力 HD), 機器・配管系検討会 野元(関西電力), 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), 松岡(三菱重工業) (5名)
 - オブザーバ: 山崎^(産)(原子力規制庁) (1名)
 - 事務局: 岸本, 小平, 大村 (日本電気協会) (3名)

4. 配付資料

- 資料 No.77-1 第76回耐震設計分科会 議事録 (案)
- 資料 No.77-2 耐震設計分科会及び各検討会 委員名簿
- 資料 No.77-3-1 JEAC4629「原子力発電所耐津波設計技術規程」改定案に関する書面投票の結果について
- 資料 No.77-3-2 JEAC4629「原子力発電所耐津波設計技術規程」耐震設計分科会書面投票結果に対する意見対応案
- 資料 No.77-3-3 原子力発電所耐津波設計技術規程 (JEAC4629-20XX) 規格作成手引きに基づく確認結果について
- 資料 No.77-3-4 原子力発電所耐津波設計技術規程 (JEAC4629-20XX) 改定案
- 資料 No.77-3-5 原子力発電所耐津波設計技術規程 (JEAC4629-20XX) 改定前後比較表
- 資料 No.77-3-6 原子力発電所耐津波設計技術規程 (JEAC4629-20XX) 改定スケジュール

- 資料 No.77-4-1 原子力発電所耐震設計技術規程／指針 [JEAC4601-2015/JEAG4601-2015] の改定の概要
- 資料 No.77-4-2 クラス MC 容器の地震時座屈評価法における弾塑性 FEM 座屈評価手法の追加について
- 資料 No.77-4-3 時刻歴応答解析において不確かさを考慮する方法
- 資料 No.77-4-4 原子炉本体の基礎 (BWR) の復元力特性を考慮した地震応答解析法
- 資料 No.77-4-5 使用済燃料貯蔵ラック (BWR) の設計用減衰定数の設定
- 資料 No.77-4-6 原子炉冷却材再循環ポンプ (ABWR) の水平方向の減衰定数について
- 資料 No.77-4-7 弁の高加速度加振試験結果の反映について
- 資料 No.77-4-8 粘性ダンパを用いる耐震設計法の追加
- 資料 No.77-4-9 水平 2 方向及び鉛直方向の地震動の組合せを考慮した評価法の明確化
- 資料 No.77-4-10 地震荷重を受ける管の一次応力制限に関する規定の適正化について
- 資料 No.77-5-1 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-202x 改定前後比較表 (案) 「第 1 章 基本事項」
- 資料 No.77-5-2 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-202x 改定前後比較表 (案) 「第 2 章 耐震重要度分類」
- 資料 No.77-5-3 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-202x 改定前後比較表 (案) 「第 3 章 建物・構築物の耐震設計」
- 資料 No.77-5-4 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-202x 改定前後比較表 (案) 「第 4 章 機器・配管系の耐震設計」
- 資料 No.77-5-5 原子力発電所耐震設計技術規程 [JEAC4601-2015] 改定 (案) 「機器・配管系支持構造物のエネルギー吸収を利生した耐震設計」
- 資料 No.77-6 第 7 2 回原子力規格委員会 議事録 (案)

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) 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 4 名の紹介を行い、規約に従って分科会長の承認を得た。定足数確認時点で、委員総数 47 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(32 名以上)」を満たしていることを確認した。また、事務局から説明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) 前回議事録の確認

事務局から資料 No.77-1 に基づき、前回議事録 (案) を説明し、挙手にて承認された。

(3) 分科会長の選任

久保分科会長が任期 2 年満了となったため、分科会長の選任を行った。事務局から分科会長の選

任手続きについて説明があった後、分科会長候補の推薦を募ったところ、久保委員の推薦があった。他に推薦がなかったため、単記無記名投票を行い、久保委員の分科会長就任が承認された。

その後、副分科会長に藤田委員、幹事に白井委員、副幹事に山崎委員、それぞれ分科会長から指名があった。

(4) 委員の変更

1) 分科会委員の変更

事務局から資料 No.77-2 に基づき、分科会委員の変更について紹介があった。9月24日開催の原子力規格委員会にて、以下の委員就任が承認された。

- 室井 新委員 (日本原子力発電)
- 岩森 新委員 (関西電力)
- 杉本 新委員 (東京電力 HD)
- 稲富 新委員 (九州電力)
- 岩瀬 新委員 (中部電力)
- 圓 新委員 (大林組)

2) 検討会委員の承認

事務局から資料 No.77-2 に基づき、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。

【火山検討会】

頼木 委員 (四国電力) → 堀内 新委員候補 (同左)

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

井村津波検討会委員から、資料 No.77-3-1～3-6 に基づき、耐津波技術規程の書面投票結果と意見対応案について説明があった。

主な説明は以下のとおり。

○資料 No.77-3-6 : 改定スケジュール

- ・2019年8月26日 : 第76回分科会 改定案審議, 書面投票移行。
- ・2019年9月17日 : 書面投票にて可決。
- ・2019年11月25日 (本日) : 第77回分科会 書面投票の結果を踏まえた修正案審議。
- ・2019年12月25日 : 原子力規格委員会 上程。

○資料 No.77-3-1 : 書面投票結果

- ・委員総数 47, 投票総数 41, 賛成 41, 9月17日付け可決。
- ・意見付賛成 4 票。今回, 意見を反映した修正案を審議いただく。

○資料 No.77-3-2 : 意見対応案, No.77-3-3 : 誤記等確認結果, No.77-3-4 : 改定案完本版, 資料 No.77-3-5 : 改定案新旧比較表

✓ 審議の結果, 12月25日開催予定の第73回原子力規格委員会に上程することとなった。

主な意見、コメントは以下のとおり。

- ・資料 No.77-3-5 P5 解図 1.1.1-1 で、網掛け部分が重大事故の範囲で、それ以降が DB ベースであると思う。そこを区切っている線の部分は基準津波の位置であると思う。左の図では基準津波の位置に矢印があり、設計上想定する津波との記載があるが、右の図では矢印がなくなっている。
 - ・P80 連続式と運動方程式とが並んでいるが、微分記号に $\partial H/\partial X$ 等とある中、3.水槽の水位計算式だけが dH_p/dt という形になっている。使い分けはされているのか。
- P5 の図については、編集上で線が消えてしまった。矢印を追加する。
- P80 については、元々の文献等に記載されている式の形を引用している。再確認する。
- 数学のルールでは ∂ は偏微分で、 d は常微分。数学のルールでは明確な使い分けがある。
- 偏微分と常微分の違いを識別して記載していると思うが、一応確認することとする。

- ・資料 No.77-3-3 No.4 アーセル番号について、ニアリーイコールは「 \approx 」を使うのか。
- 原論文を尊重した。なお、ウィキペディアで調べても、ほぼ同じとは「 \approx 」, 「 \sim 」を挙げている。

- ・資料 No.77-3-5 P54 3.1.3④の土木学会は一般社団法人で良いか。公益社団法人か。
- 土木学会は公益社団法人。
- 確認のうえ必要があれば修正する。

- ・資料 No.77-3-5 P153 「6.2 取水性の維持に係わる設計」とあるが、「係わる」の「わ」は必要か。国の審議会で、公的文書に「わ」は入らないと言われたことがある。電気協会の規定としてはどうか。
- 規格作成の手引きに記載がある。
- 「かかわる」には、係りの「係わる」と関連の「関わる」がある。基本的にはどちらでも使用可能であるが、「係る(かかる)」については慣用的に使っている事例については許容するとある。
- ・基本的に「わ」は入れるのか。
- 「わ」は入れることになっている。

- ・本日の修正は軽微な修正と考える。本日のコメントを反映して規格委員会に上程とする。本日の資料から変更の可能性がある。
 - ・今後の修正については分科会長に一任する。
- 上記条件にて、規格委員会への上程について、挙手にて決議し、承認された。

(6) JEAC4601/JEAG4601「原子力発電所耐震設計技術規程／指針」改定の概要について【報告】

担当委員(機器・配管系：行徳委員代理、建物・構築物：藪内委員、地震・地震動：岩瀬委員)から資料 No.77-4-1～10 に基づき、JEAC4601/JEAG401 改定案の概要について説明があった。

主な説明は以下のとおり。

○資料構成

- ・資料 No.77-4-1 ～77-4-10：改定の概要と補足説明資料。

・資料 No.77-5-1 ～77-5-5：改定案。

○全般

・資料 No.77-4-1 に基づき、前回からの変更点を説明。機器・配管系の主要な改定案の詳細を補足説明資料で説明した。

○変更点（資料 No.77-4-1 のページを記載する。）

- ・P3 水平 2 方向及び鉛直方向の地震力の組合せ等
- ・P7 クラス MC 容器の FEM 解析による座屈評価法の追加
- ・P8 時刻歴解析において考慮する不確かさの扱いの追加
- ・P9 原子炉本体の基礎（BWR）の復元力特性を考慮した地震応答解析法の追加
- ・P10 個別に定める設計用減衰定数の追加 ①使用済燃料貯蔵ラック
- ・P11 個別に定める設計用減衰定数の追加 ②原子炉冷却材再循環ポンプ（ABWR）
- ・P12 弁の動的機能維持評価法の充実
- ・P13 粘性ダンパを用いる耐震設計法の追加
- ・P15 水平 2 方向及び鉛直方向の地震動の組合せを考慮した強度評価法・地震時機能維持評価法の明確化
- ・P18 クラス 1 配管の一次応力規定の適正化
- ・P22 地震・地震動検討会の改定方針

○資料 No.77-5 シリーズは説明していないが、持ち帰り、検討いただきたい。

✓検討の結果、以下にて進めることとなった。

- ・12 月 9 日までの期間で意見募集を行う。
- ・12 月 25 日開催の第 73 回原子力規格委員会に中間報告を行う。

主な意見、コメントは以下のとおり。

- ・資料 No.77-4-2 クラス MC 容器の座屈評価の件、初期不整の与え方で、バックフィットで行われた既存の格納容器の使用前検査の実測値をベースに設定されたと思うが、新設計の場合、メーカーが作って、公差をそのまま入れるということではよろしいか。
→初期不整の与え方は、例えば、資料 No.77-4-2 P21 の試験体の場合、せん断や曲げの座屈モードを解析で取得し、それを図 3-6 のように形状不整として、座屈解析している。
- 新設計においては、制作基準の寸法許容差に基づいて設定する。附属書【解説】で記載している。
- ・資料 No.77-4-3 時刻歴解析を行う場合の建屋の不確かさ、地盤の不確かさをどのようにみるか。拡幅相当の不確かさを見るという形でプラスマイナス 10%のずらした波で時刻歴解析を行う。配管のように、固有周期がたくさんあるものの場合、どういう形で実施するのか。
→配管の場合は、固有周期が何点かあるので、それぞれの固有周期に対応したものを設定することとなる。
- ・資料 No.77-4-5 燃料ラックの減衰定数で、試験データを見ると、応答の依存性があるということで、これを実機に当てはめて解析評価をする場合、初期状態としてある減衰定数を設定し解析し、応答を見て、収束計算するようになると思う。そのあたりはどのようにするのか。粘性ダンパも

同じで、温度依存、速度依存性があるので、初期値として設計する場合、どのように設計するのか。

→燃料ラックの減衰定数については試験結果に基づいて減衰定数を設定している。設計の初期値としての減衰定数を設定し、燃料ラック頂部の最大加速度に応じて減衰定数を見直すようなことになるので、その際には収束計算をやることとなる。

- ・非常に内容の濃いことを短時間で説明したので、やや理解不足の点もあるかも知れない。資料を持ち帰り、それぞれ検討いただき、事務局に連絡をいただきたい。規格委員会に中間報告を出すにあたり検討時間が必要と考えるので、12月9日（月）17:00までとする。

(7) その他

1) 次回分科会：2月25日（火）13:30～

2) 原子力規格委員会議事録について

事務局から資料 No.77-6 に基づき、第72回原子力規格委員会議事のうち、耐震設計分科会関係について、紹介があった。

- ・耐震設計分科会委員の変更が承認された。耐震設計分科会関係の規格の審議等はなかった。

3) JEAC4601の基準津波のJEAG4629への移動について

事務局から前回分科会で改定概要の意見募集において、以下の意見があった旨、報告があった。

- ・1月に開催された土木構造物検討会において、JEAC4629に、JEAG4601-2015に記載の「基準津波の策定」を移すかどうか、現時点で決定しておいた方が良いとの意見があった。

✓検討の結果、本件は総括検討会で検討することとなった。

主な意見、コメントは以下のとおり。

- ・統括検討会で検討することとしたい。
- ・津波の技術規程は現在改定中と思うが、基準津波はJEAG4601-2015による。津波の2024年版でそちらに移動するのは、決め事であるのでそれでも良い。しかし、今、JEAG4601の2015年版があり、2020年版になろうとしている。その場合は追補を出すのか。
- 津波はJEAC4629、構造物の耐震はJEAC4601。それぞれの改定時期が2、3年ずれているので、どこかでダブルスタンダードの時期がある。その2年間だけのルールを決めておくことをしないと、議論だけして、また次にするということになる。これが7年間続いている。ダブルスタンダードの時期があっても良いとするのか、2年間の追補版を出すか、それを忘れずに総括委員会で議論いただきたい。
- ・JEAC4601の改定時期に合わせて、それにリンクするもの全ての改定時期を揃える作業は実務的には大変である。
- ・照射脆化の規格が廃止された時に、規制委員会委員は相当お怒りになった。前の規格も行政文書

上にはそれで審査を通してしている。それを廃止すると、行政で判断した、審査した根拠書がなくなってしまう。改定で新しいものができても、原子力行政に使う場合、過去のものもアーカイブしておくが必要になる。それも踏まえて、今の提案で時期的に2つできることは、バージョンの違いとして、判断すれば良い。

- ・何年度版と年度を明記した形で運用する。総括検討会で検討する。
- ・耐震設計分科会は、大変規模が大きくて、その基準も多い。膨大な量で、関与される委員も多く、作業量も多い。できれば作業の平準化、標準化を図りたいところもある。

4) 検討会を超える課題の検討について

奈良林委員からご意見があり、久保分科会長から回答があった。

- ・防潮堤は津波を防ぐための安全施設になるが液状化の問題が出て、液状化を防ぐという対策が必要で、これは津波の検討会だけの問題ではなくて、土木等いろいろな分野に関わっている。津波検討会は機械屋が中心であるが、土木の専門家と連携して新しい形が作られれば良い。これは地震に起因する液状化の話であり、将来的に規格にする必要があるのではないかと考える。
- 本分科会は機械系、土木系、建築系の人が入って、分野的には耐震で統一されている。各分野それぞれ伝統と文化があり、融合が図れれば良い。新しい体制は、アドホックな検討会が必要になることがあるかと考える。今後の運営の参考にさせていただきたい。

以 上