

第 29 回土木構造物検討会 議事録

1. 開催日時 : 令和 2 年 10 月 23 日 (金) 10 : 05 ~ 11 : 45
2. 開催場所 : 一般社団法人 日本電気協会 4 階 特別会議室 (Web 会議併用)
3. 出席者 (順不同, 敬称略)
出席委員 : 大鳥主査 (東京都市大学), 山崎副主査 (首都大学東京名誉教授), 谷 (東京海洋大学), 岩森幹事 (関西電力), 野田 (原子力安全推進協会), 岡田 (電力中央研究所), 松山 (電力中央研究所), 泉 (北海道電力), 大高 (東北電力), 金子 (東京電力 HD), 今井 (中部電力), 奥村 (北陸電力), 清水 (中国電力), 下口 (四国電力), 笹田 (九州電力), 川真田 (電源開発), 坂上 (日本原子力発電) (計 17 名)
常時参加者 : 大津 (中部電力), 横田 (関西電力), 松居 (関西電力), 柏崎 (日本原燃) (計 4 名)
オブザーバ : 太田 (原子力規制庁) (計 1 名)
欠席委員 : 佃 (産業技術総合研究所), 京谷 (東北大学) (計 2 名)
事務局 : 岸本, 田邊 (日本電気協会) (計 2 名)
4. 配付資料
資料 No.29-1 第 28 回土木構造物検討会議事録 (案)
資料 No.29-2 検討会委員名簿
資料 No.29-3-1 第 18 回総括検討会での対応事項
資料 No.29-3-1(1) 原子力規格委員会耐震設計分科会 2021 年度活動計画 (案)
資料 No.29-3-1(2) 【議論用メモ】「原子力発電所の地震安全の原則」に関する耐震設計分科会の対応について
資料 No.29-3-1(3) 【議論用メモ】断層変位に対する評価に関連する報告書等に基づく今後の今後の対応について
資料 No.29-4-1 JEAG/JEAC4601 の次回改定 (2025 年予定) に向けた取組み
資料 No.29-5 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

5. 議 事

会議に先立ち事務局から, 本会にて, 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) 資料確認, 代理出席者・常時参加者・オブザーバの承認等

事務局から配付資料の確認の後, 出席者は 17 名で, 議案決議に必要な委員数「委員総数 (19 名) の 2/3 以上の出席 (13 名以上)」を満たしていることを報告した。

また, 事務局から資料 No.29-2 に基づき常時参加者の変更及びオブザーバの紹介があり, 承認された。

柏崎 新常時参加者候補 (日本原燃)

(2) 前回議事録の確認

事務局から資料 No.29-1 に基づいて、議事録(案)の説明があり、最終議事録とすることについて挙手及び Web 機能により決議の結果、全員賛成で承認された。

(3) 総括検討会の結果報告

松居常時参加者より、資料 No.29-3-1、資料 No.29-3-1(1),(2),(3)に基づき、総括検討会での検討内容、今後の対応事項について報告があった。

主な説明は下記のとおり。

- ・ 10 月 13 日に開催された第 18 回総括検討会を受けて、今後各検討会で対応する項目としては、以下の 3 つがある（資料 No.29-3-1 参照）。
 - 1) 2021 年度活動計画策定に向けての中長期課題の整理
 - 2) 「原子力発電所の地震安全の原則」の規格への反映検討及び作業会メンバー選定
 - 3) 断層変位レポートの規格での扱い意見収集
- ・ 2021 年度活動計画策定に向けての中長期課題の整理については、年度活動計画の総括検討会への提示が 12 月中旬以降に予定されていることから、中長期的に取り組むテーマ、課題等について検討会各位に 11 月 30 日を目途で意見募集を行い、意見集約後に中長期課題を設定する（資料 No.29-3-1(1)参照）。
- ・ 地震安全の原則規格反映検討及び作業会メンバー選定については、地震安全の原則をどの様に規格に反映可能か、具体化が可能かについて検討する。本項目については統括検討会傘下に作業会を設ける。そのため、作業会メンバーを各検討会から 1 名選出し、検討を開始することになっている（資料 No.29-3-1(2)参照）。
- ・ 断層変位レポートの規格での扱い意見収集については、電気協会規格への反映要否、反映方針について、検討会の意見をまとめ、統括検討会に提示する（資料 No.29-3-1(3)参照）。

上記説明の後、各対応事項について、個別に議論を行った。

1) 2021 年度活動計画案_中長期課題についての検討会対応について

岩森幹事より、次の補足説明があった。2021 年度計画を総括検討会で説明した際に、「液状化」が審査において苦労しているとの話があった。「液状化」については、耐震 JEAC4601 の課題か、乾式キャスク JEAC4616 の課題かという議論もあり、他の検討会とも調整する必要があるものもある。そのため、中長期課題については、11 月中に本検討会の委員各位から意見を募集後集約し、その後は、必要により、他の検討会とも調整する。状況については、適宜メールにより委員各位に情報共有する。

具体的なスケジュールは、以下の通りとする。

- ①中長期課題についてのアンケート依頼メール発信（回答期限 11 月 30 日）
- ②11 月 30 日～1 週間 アンケート結果集約、集約結果を全委員に周知
- ③12 月中旬頃 関係検討会との調整
- ④12 月中下旬 総括検討会への回答

2) 「原子力発電所の地震安全の原則」の規格反映検討及び作業会メンバー選定について

議論にあたり「地震安全の原則」についてご存知の方を募ったところ、野田委員から手が上がったので、野田委員より「地震安全の原則」について説明をいただいた。

主な説明は下記のとおり。

- ・ 地震工学会誌などで見ているのと、原子力学会で外部安全事象の委員をやっているので「地震安全の原則」については、ある程度情報を得ている。全体的な流れとしては、リスクに基づいた設計とか、アクシデントマネジメントとかをやって行かなくてはならない時代になってきたという背景がある。色々な所で安全目標の目安値なども出ているので、そういったものを仮置きして、設計ではどうあるべきかということを検討していけばよいのではないかと考える。

主なご意見・コメントは下記のとおり。

- ・ 私も外部安全事象の委員会には参加していたが、設計の地震動とか、評価用の地震動レベルを決めるとするのは新しい気がするのだが、その後の構造物を設計する事に対しては、影響がないように感じるが、そのあたりはどうか。
- 地震動とか、設備の放射線安全管理に関するところは原子力学会は強いが、設計の方まではなかなか話がいったいないと思っている。したがって、そういうところを考えてやっていかないといけないと考えている。例えば、地震動だと CDF から換算すると 10^{-4} ぐらいが目安と考えるが、それぐらいの地震動が与えられた時、放射線の値を考えた時、設備の設計をどの位にするのかということで、アメリカなどでは、パフォーマンスベースの設計を取り入れているので、その部分を勉強しながら進めていけばよいかと考える。土木構造物に対しては、信頼性設計でかなり確率的な話で設計が決まっているので、そういった知見が活かせるのではないかと考える。
- ・ 「地震安全の原則」だが、基本的には、ここに書かれているのは、確率論的リスク評価に基づく考え方を、設計にもフィードバックした方がよいということを言っているのではないかと考えるがそれは誤解か。
- 誤解ではない。その通りだ。
- ・ とすると、これを反映させるのは、かなり大きな問題だと考える。要するに、確率的な概念に基づいて、これから安全性評価などが実施されるが、これと設計との関連を明らかにしていく作業と考えると、かなり労力もかかるし、大変な作業であると考え。
- おっしゃる通りで、作業的にはどうなるか分からないが、どこまで踏み込んで検討するかということだと考える。
- ・ したがって、どこまで踏み込むかということ土木構造物検討会で、時間をかけて審議を行っていく必要があるのかというのが意見だ。
- ・ 今のご意見に対しては、同じ思いであり、今の JEAC というのは構造物の耐震設計ということを、これに基づけば地震動に対して安全な構造物ができるということを提案する規程であると考え。一方「地震安全の原則」は、個々の構造物の安全性、確率論に基づく評価ではなく、色々な構造物が、システムとして機能しているので、そのシステムとしてのリスクを、いかに

全体を有機的に組合わせて対応していくかということで、システムとしてのリスク評価ということがかなり大きなポイントして説明された記憶がある。そうすると「地震安全の原則」というのは、どちらかというと、リスク評価ということが主眼になってくると思っている。そうすると「地震安全の原則」というのは何を武器としてやっていくかということ、リスクということになるということと、一方、我々がやっているのは、耐震設計のデザインであるので、扱うものが全く違う。リスクというのは、ある物があるという状況を別の物差しで見た時に、どれ位のリスクがあるのかを検証するような扱いではないかと思っている。これを、今の構造物を設計していくデザインの中に取り込むこと自身、少し違和感があるということもあり、デザインで仕上がったものを、どの程度のリスクがあるのかということ、検証する一つのツールとして、こういうものがあるということで評価するのが、一つの手法であると考えて。電気協会の規格として、リスク評価をどの様に位置付けていくのかについても意見を聞きたい。

- ・ 今の意見に対しては、基本的には賛成で「地震安全の原則」というのはあくまで外部事象として地震を取上げているので、他の自然外部事象も含めて、どうしていくのかということになると、大きな話になってくるので、そのあたりを、土木構造物検討会でどう取扱っていくべきかということ、をまず押さえないと、話が発散してしまうと考える。今まで決定論的に決めていた設計というものが置き換わるようなものではなく、新しいツールとして入ってきて、そういったものを踏まえて、あるべき姿を考えていくことまでやるとなると、大変な話になると感じた。
 - ・ リスク評価を取入れて、フィードバックするのは非常に重要なことで、先程から意見が出ていどこまで踏み込むのかということを決めなくてはいけないが、それによって、耐震設計方法そのものが大幅に変わるということはあるのか。それとも、設計方法自身は変わらずに、その外の枠組みが変わるというイメージなのか、私見で構わないが、意見を聞かせてほしい。
- 決定論的設計方法を変えるのではなく、リスクをベースに考えれば、どういう部分に注力して設計すればよいかということで、Aクラス、Bクラス、Cクラスに分かれているが、安全系であれば重要なので、そこは強くしておこうということで、破壊確率から考えて、これくらいの設計で収まる、他の部分については、塑性まで許して設計してよいとか、そういうところに使えるのではないかと考える。実際に、アメリカのパフォーマンスベースでは、そういうことも行っているので、リスクを背景に置けば、そういう設計でよいところを、評価出来ればと考えるが、口で言うのは簡単だが、個々の土木構造物に対してどうかということ、分からないところがあり大変だが、そのようなアイデアを念頭に置いて、議論していけばよいと考える。- ・ その様なことが出来れば、プラント全体としては大きな変化になると考える。
- ・ 今日の検討会で作業会のメンバーを決めなくてはならないが、この作業会に出席したい人がいれば申し出てほしい。
- ・ 特に希望者がいないので、岩森幹事に作業会メンバーになってもらい、作業会の検討内容は、適宜検討会に情報提供し、今後の検討会内で検討するようにしたい。
- ・ この議題については、もう少し情報が入った後、適宜議論することとしたい。気付いたことがあれば、幹事、または主査に連絡してほしい。今後の検討会の議論の材料にする。
- ・ 紹介だが「原子力発電所の地震安全の原則」の委員長であった高田先生が、11月20日に、土木学会の原子力土木委員会で、この内容を講演する。原子力土木委員会のサイトで今、公開講演の応募をしているので、興味のある方は参加いただきたい。

- ・ この講演は、対面式開催なのか、Web 開催なのか。
- 基本的には Web 形式で Zoom と YouTube で開催し、最大 500 名。YouTube は 350 名で聴講のみで、Zoom は 150 名で質疑も可能となっている。11 月 20 日の 14 時からで、事前申込をしていないと参加できない。

3) 断層変位レポートの規格での扱いについて

大島主査より、断層変位レポートの規格での扱いについて、電気協会規格への反映の要否、反映方針、反映方法に関して、意見があればお願いするとの要請があった。

主なご意見・コメントは下記のとおり。

- ・ こちらについては、この前の総括検討会でも、断層変位についてどのように電気協会の規格として、まず反映出来るのか出来ないのかも含めて検討していこうということで話があった。総括検討会の中では、計算で求めた断層変位量をどのように扱うということは、中長期的な課題であるという意向も示されている。総括検討会の主査も、長い時間をかけて検討していくという意向だが、各検討会に持ち帰って議論するというので、本日の議題になっている。個人的考えとしては、計算で求まる断層変位については、数値は求まるが、この数値を基に構造物の設計をして、安全性が十分保証出来るような、規格として、断層変位を振り返ってみた場合に、電気協会の規程、ガイドとして、この式で求めたらよいのだというようなところまでの知見は、まだそろっていないか考える。これについては、このような知見が出たということで、今後も知見を収集していくことぐらいしかできないか考える。これについても 12 月下旬の総括検討会に回答するので、みなさまのご意見をお願いしたい。
- ・ 断層変位の検討というのは、基本的には、確率論的なもので、原子力発電所に限っていえば、変形をするような断層がないということを確認した上で、決定論的設計手法では、断層変位はそんなに取扱わないと考えている。確率論とするような話としては、前の議題だが「地震安全の原則」の中で確率論的評価を地震動に対して行った上で、そこで得られた知見を JEAC/G4601 などにフィードバックしていくという話があるはずなので、そちら側とトーンを合わせる必要があると思う。今の時点で JEAC/G4601 への取込みというのは、勇み足になると考えるので、今言われたように知見を集めながら、どのような形で入れていけばよいのかを考えるべきかと思う。
- ・ 断層変位を設計に反映するという話ではなく、先ほどの「地震安全の原則」と同じようにシステム全体として確率論的リスク評価をどのようにしていくかという話だったと理解している。
- ・ 決定論で評価して、それをリスク評価して、それをどのようにして設計の方にフィードバックするかという、大きなところを決める必要があると考える。このあたりは「地震安全の原則」で話し合われると思うが、そのあたりを断層変位の方も状況を見ながら対応することにしたい。年度計画の中長期課題の意見募集と合わせて、断層変位に関しても意見募集することとしたいので、アンケートの回答等をお願いする。

(4) JEAC/G 4601 次回改定 (2025 年) に向けた取り組み

各担当委員より、資料 No.29-4-1 に基づき、JEAC/G 4601 の次回改定 (2025 年) に向けた取

組みについて説明があった。

主な説明は下記のとおり。

- ・ JEAC/G4601 の 2020 年度改定で議論してきたが、幾つか課題が積み残しになっている。2025 年度改定ではこの課題について検討を行う予定である。
- ・ JEAG4601 第 2 章については、断層の詳細性状、OSL、TL、10Be などの研究成果を反映し、活動性評価手法の多様化及び確率論的評価に資する地質調査事項について、記載を追加・充実させる。
- ・ JEAG4601 第 3 章の液状化地盤の評価法については、第 2 章にも液状化の共通部分の追記、最新知見の反映、液状化に伴う各種構造物影響を 5 章に記載する。地殻変動の定義については、地震動による瞬時の変位と活断層による残留変位が混在しない定義の記載を見直す。動的解析の適用性については、静的非線形解析手法の調査、動的非線形解析も含めた形で非線形解析による安定性評価に一本化する。基礎地盤のモデルの妥当性については、各社の動的解析モデルの解析領域調査、適切な解析領域設定のための検討を行う。すべり面設定時の地震力の妥当性については、基準地震動が大きくなっている状況を踏まえても保守的な評価であるかを確認する。ニューマーク法による評価の取扱いについては、5 章にニューマーク法による評価を記載する。
- ・ JEAC4601 第 5 章設計地震力に用いる荷重の組合せでは、各社の審査で対応する水平 2 方向の地震力を検討した事例を調査する。荷重の組合せとして、水平 2 方向と鉛直方向の地震力の影響を考慮することを記載する。併せて、水平 2 方向の具体的検討手法も記載できるか検討する。液状化地盤に適用する解析手法の適正化では、最新知見を反映して、全応力解析・有効応力解析の選定に関する記載を適正化する。

主なご意見・コメントは下記のとおり。

- ・ 基礎地盤のモデル化の妥当性のところで、動的解析モデルの幅、高さの記述があるが、これは 2007 年ぐらいに発刊した技術資料集に検討した例があるが、それではまだ十分ではなくて検討が必要ということか。
→ 参考文献として引用しているが、皆さんの実態を調査し記載内容と比較してみる。

(5) その他

1) 最新知見と反映状況 (JEAG4601)

各担当委員より、資料 No.29-5 に基づき、最新知見と反映状況について (JEAG4601) 説明があった。

2) 次回検討会開催予定

岩森幹事より、次回検討会は年明けを予定しているが、開催が必要となった場合には別途連絡するとの説明があった。

以上