

## 第 26 回 津波検討会 議事録

1. 開催日時：2022 年 11 月 9 日(水) 10 時 00 分～11 時 55 分

2. 開催場所：一般社団法人 日本電気協会 4 階 D 会議室 (Web 併用会議)

3. 出席者：(順不同, 敬称略)

委員：吉村主査 (東京大学), 奈良林副主査 (東京工業大学),  
綿引幹事 (東京電力 HD), 野元副幹事 (関西電力), 橋 (中部電力),  
富田 (名古屋大学), 室井 (日本原子力発電), 横山 (東芝エネルギーシステムズ),  
熊谷 (日立 GE ニュークリア・エナジー), 藪内 (鹿島建設), 吉田 (大林組),  
是永 (伊藤忠テクノソリューションズ), 角野 (東京電力 HD), 吉川 (東北電力)  
(計 14 名)

代理出席：竹内 (中部電力, 堤委員代理), 米津 (関西電力, 重光委員代理),  
山下 (九州電力, 帆足委員代理) (計 3 名)

欠席委員：木原 (電力中央研究所, 松山委員代理), 池野(電力中央研究所),  
平井 (三菱重工業) (計 3 名)

常時参加者：大村 (東北電力) (計 1 名)

説明者：なし (計 0 名)

オブザーバ：石田 (原子力規制庁) (計 1 名)

事務局：米津, 田邊 (日本電気協会) (計 2 名)

4. 配付資料

資料 No.26-1 第 25 回津波検討会議事録 (案)

資料 No.26-2 耐震設計分科会 津波検討会 委員名簿

資料 No.26-3-1 原子力発電所耐津波設計技術規程 (JEAC 4629-2021) の規程高度化  
に向けた検討項目, 検討方針について [SWG1 (基本方針作業会)]

資料 No.26-3-1 参考 JEAC4629 「原子力発電所耐津波設計技術規程」 次回改定に向けた  
SWG1 の今後検討方針について

資料 No.26-3-2 原子力発電所耐津波設計技術規程 (JEAC4629-2021)の規程高度化に  
に向けた 津波検討会 SWG2 の活動状況

資料 No.26-3-3 原子力発電所耐津波設計技術規程 (JEAC 4629-2021) の規程高度化に  
に向けた津波検討会 SWG4 (電気・機械作業会) の活動状況

資料 No.26-3-4 原子力発電所耐津波設計技術規程 (JEAC4629) 改定スケジュール案

資料 No.26-4-1 次回改定に向けた今後の検討項目 (案)

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) 配付資料・会議定足数等の確認

事務局から、配付資料の確認の後、説明者 0 名、代理出席者 3 名の紹介があり、分科会規約第 13 条（検討会）第 7 項に基づき、主査の承認を得た。事務局から、出席委員数確認時点で、出席委員数は代理出席者も含め 17 名で、分科会規約第 13 条（検討会）第 15 項に基づく、委員総数 20 名に対し決議に必要な「委員総数の 3 分の 2 以上の出席（14 名以上）」を満たしていることが確認された。またオブサーバ参加者 1 名の紹介があり、分科会規約第 13 条（検討会）第 11 項に基づき主査の承認を得た。

#### (2) 前回議事録の確認

事務局から資料 No.26-1 に基づき、前回議事録(案)の紹介があり、一部修正により正式議事録にするかについて、分科会規約第 13 条（検討会）第 15 項に基づき挙手及び Web の挙手機能により決議の結果、出席委員の 5 分の 4 以上の賛成により承認された。

#### (3) 新委員候補の紹介について

主査より、分科会規約第 13 条（検討会）第 2 項に基づき、副主査として東京工業大学の奈良林先生、幹事として東京電力 HD の綿引委員、副幹事として関西電力の野元委員の指名を行った。その後、事務局より資料 No.26-2 に基づき、下記検討会委員変更の紹介があり、新委員候補については分科会規約第 13 条（検討会）第 4 項に基づき、次回耐震設計分科会で承認の予定であるとの説明があった。

- ・ 退任予定 池野 委員（電力中央研究所）
- ・ 退任予定 松山 委員（電力中央研究所）
- ・ 退任予定 堤 委員（中部電力）
- ・ 退任予定 重光 委員（関西電力）
- ・ 退任予定 帆足 委員（九州電力）
- ・ 新委員候補 木原 氏（同左）
- ・ 新委員候補 竹内 氏（同左）
- ・ 新委員候補 米津 氏（同左）
- ・ 新委員候補 山下 氏（同左）

その後、下記の新常時参加者候補の紹介があり、分科会規約第 13 条（検討会）第 8 項、第 15 項に基づいて挙手及び Web の挙手機能により決議の結果、特にコメントはなく 5 分の 4 以上の賛成で承認された。

- ・ 新常時参加者 大村 氏（東北電力）

#### (4) 各 SWG からの報告について

各 SWG 担当委員より、資料 No.26-3 シリーズに基づき、各 SWG での活動について報告があった。

主なご意見、コメントは以下のとおり。

- ・ SWG3 については説明がなかったがどうなっているのか。
- SWG3 は土木構造物、建物・構築物の津波防護施設や浸水防護設備の設計の担当になっていたが、前回改定作業開始時から、土木構造物については SWG2 にて共同で議論され、建物・構築物については主に浸水防護設備となるため SWG4 にて共同で議論される体制になっていた

- る。そのため、SWG1, SWG2, SWG4 の報告で全て網羅されていることになる。
- ・ 現在複数の原子力発電所で審査が通っておらず、ある発電所では防潮堤を作り直しというようなケースもある。理由は防潮堤の下の液状化影響と認識している。そのため、この規程に防潮堤への液状化影響や鋼管杭や防潮堤の有する機能に関する評価等、審査対応事項を網羅的に取り込むべき。例えば液状化対策で、地下水位を下げるためにポンプアップしているが、それら設備は防潮堤の耐震 S クラスにあわせて、同等の耐震性が求められる。
  - 現状の JEAC4601 にも防潮堤等への液状化の考慮について記載しているが、どの程度記載を深めていけるか等について検討していきたい。一方で液状化等については耐震設計でカバーしているという所もあるので、その点も含めて対応していきたい。
  - ・ 防潮堤の設計は、耐津波設計において重要ではあるが、液状化影響については耐震設計技術規程で扱っている気がする。そこでの記述によるが、その記述を部分的に引用して整合性を図るか、記述が不十分であれば、不十分な部分をどちらかには書かないといけないと思う。
  - 津波防護施設は、津波の前の地震にも耐えなければならないため、そのような強度設計がされなければならない。それが鋼管杭の太さとか、液状化を防止するためのサブドレンポンプの設置であり、それは防潮堤の関連設備となる。また、津波による敷地浸水後の排水のためのフラップゲートの設置等、防潮堤に関連する設計も高度化している。液状化を考慮した耐震評価は土木構造物検討会の方で良いかと考えるが、今までの審査実績等を整理した耐津波設計について規程の中で網羅的に記載しておくことが必要と考える。
  - 審査されてきた項目が規程に入っているのかということかと思うので、どこまで詳細に記載するかはあるが、抜け漏れがないよう審査実績等を踏まえ必要に応じそれらを反映していきたい。
  - ・ 構造物の耐震設計については、液状化とかを扱った記述というものはないのか。
  - 基本的にはそのような技術的論文や、日本電気協会と言えば最新の規程等で要求があるので、地震に関して、防潮堤や建物への液状化に対する考慮が必要ということであれば、そういったものは参照できると認識している。
  - ・ JEAC4601 及び JEAG4601 の中で土木構造物含めて記載があるので、液状化関係についてはそこで受けることになっている。
  - ・ 新規制基準を原子力規制委員会で作成の際やその前の原子力安全保安院の 30 項目の原子力安全対策では防潮堤での液状化は含まれておらず、途中から防潮堤含めて建屋等の重要な施設について液状化の議論が始まっていると思う。液状化及び地震については土木の専門家に規格化してもらうことになるが、防潮堤に関して、サブドレンポンプによるポンプアップや、そのポンプも含めた防潮堤の機能を維持する設計方針については、読み込む形でも良いので、耐津波設計技術規程として網羅する必要があると思う。
  - ・ 規格というのは 1 つ 1 つが整合性を取れるようにするのであるが、色々な分野にまたがる分野というのは複数の規格があって、それがうまく連携しないと網羅できないというのがある。地震と津波は関連性が高いので、両者の規格を精査して、その上で耐震の方にきちっと書かれてあるのであれば、それを読み込みながら耐津波の方をどうするか、万一今議論している様なことが不十分とすれば、それについてはどの様に対処していくのかということを検討していくという形で進めていきたいと思う。そういう意味で主に SWG2 の活動になると思うが、

全体的なことに関しては幹事も含めて検討していきたい。

- ・ 土木構造物の液状化だけでよいのか、建物・構築物に関しては必要ないか。
- 耐震設計技術規程にどういう記載があるのかを精査した上で、不十分な部分があるのであれば、検討していきたいと考えており、耐津波で零から考えるというのは違うと思う。
- ・ SWG2 の津波波力と津波漂流物に関する知見の扱いに関して、規程等の起点として、学術的な知見があって、それをどういった形で規格に取り込むかという構造になる。規格の中で学術的な正当性まで全て保証するというわけではない。津波波力に関して様々な実験結果や提案があり、各学会の論文等で公開されている。それらの適用範囲や適用上の注意等、全体を見た時に整理できる部分について学術的にはどう位置づけるのかという話があり、それを規格の中でどのように位置づけるのかというのがもう一つある。規格を変えたからといって、規格が学術論文になるのではなく、規格というのは、規格としての意図があり、何を選び、何を選ばないかということであるし、一方で学術論文というのは、ある種の学術的な知見としてあるものなので、これは切りわけるといいと思う。規格だけで処理しようとすると、規格としてのレビューを受けたということだけで、学術論文としてレビューを受ける訳ではないので、学術的にみたときにどうなのかという問題が残る。そういう意味で、個別論文があったとしても、それをある程度集めて、それぞれについての学術的な評価・整理をした上で、それをレビュー論文として出す。規格ではそれを丸ごと引用して終わるのではなく、学術的論文ではこのようなものがあるが、さらに規格としてはその中の何を選び、何をそのように考えて適宜活用して欲しいという、規格としての意図を規格側に記載するというような構成にすると良いと考える。そういう意味では、学術的論文の方を少し広めに記載し、引用した後で規格の中でそれをどの様に活用するのかという、規格としての意図、使い方が規格の方には書かれているという構成を考えてもらえると良いと思う。これまである特定の手法があり、ある特定の論文があれば、それをそのまま引用するというのはよくある手法であるが、沢山手法があって、どれか1つの手法がオールマイティに使用出来ない場合にどうするかというと、津波波力にしても、津波漂流物に関しても、なかなか難しいところであったが、この部分は2段階で考えると良いかと思う。以前、日本機械学会のメカニカルエンジニアングレビュー誌に出して、査読のコメントを受けた状態となっているが、そのコメントに従った修正は可能だと思っているし、きちっとした論文が通っていると、耐津波設計技術規程が国内規程ということではなく、国際的にもそういった知見をベースにしつつ出来上がっているものなんだということにつながってくると考えるので、頑張りたい。津波漂流物に関しては津波波力のまとめ方をリファーすることもできるかもしれないし、独自の実験データ等があるのであれば、それはそれで個別の論文として投稿し実施することもできる。そこはそれぞれに適したアプローチを取っていただきたい。
- ・ 今日のコメント等を反映し、再度 SWG で検討を進めていく。論文のドラフトを書いてから少し時間が経過しており、新しい知見も出てきているので、それらをどうするかも含め、SWG で検討していきたい。
- ・ ある程度のスケジュール感が必要かと思う。コロナ禍の中、検討会も時間をあけて開催していたが、幸いにして津波や地震により原子力発電所の存続を危うくするようなことには遭遇していなかった。今後もそのようなことが起こらないとは限らないので、これまでの知見に

関してはスピード感を持って出せるものは出していくことが重要だと思う。一旦あるレベルのものを出しておいて、それをまたバージョンアップしていくような形にしてもらいたいと考える。

- ・ SWG2 で議論している内容であるが、津波漂流物の衝突力に関してはかなり知見が集まってきており、次回規格改定には載せられると思っている。さらに漂流物化する物についてもある程度出来上がってきているので、改定時に記載できると思っている。ただ、途中の漂流についてはまだまだ知見が足りておらず、そこはまだ次回改定には間に合わない。漂流物の発生した所を書いて、衝突を書いて行くと、漂流物化するものがあれば必ずぶつかるものとして評価するようなイメージが出来てしまうような気がしている。一方、構造物の設計に関してそれで良いのかという話で、本検討会では確率論的な話も出ているというなかで、そこはどのようなだろうという所が疑問というか悩ましい。おそらくこれは SWG1 の設計の考え方についても係わってくるのかと思っており、それらについて意見を伺いたいと思う。
- ・ 今の話に対して、一般的な考え方になるが、2点思う所がある。1つ目は規程が取り扱っている設計技術規程は、ほとんどが決定論的なアプローチを行っている。規程で扱っている設計に使うものも決定論的なアプローチだけでは間に合わないので、部分的に確率的なアプローチを使用する規定も出てきている。100%決定論的なアプローチだけで作り上げようとする、裕度的なものを大きくしなければならない等厳しくなるので、そこは確率論を入れようとしている。ただ、確率論的なものがメインに入ってしまうと、それはそれで仕事が難しくなる。感覚的には、決定論的で大体できているが、いくつかのパーツのところに確率的なものを入れるとか、あるいは場合によっては確率的方法に関する別の規程を呼び込むとか、必要に応じて使ってもよいと、そんな感じの構成で考えるというふうになっていると思う。そういう意味では先ほど言われたように、何がなんでも入れるという前に、入れるとしたらどういう入れ方をしたらよいか、入れる前に確率的な話を入れなければ厳しいということであれば、どういうふうに入れるか等あわせて思考実験を入れたうえで考えていただくのがよいと感じた。もう1点は騒音を考えると、音の発生源があり、伝播源があり、それを人間が聞いて、それを脳で判断しているが、単純に騒音や心地よい音と言っても、音の研究は発生のプロセスと、伝播のプロセスとそれをセンシングするところと、それを認知するというところで、学術体系は別なものとなっている。そういう意味では津波漂流物についても、漂流物が発生するプロセスと、それが最終的にぶつかって被害を出すというプロセスとすると、その途中に伝播プロセスがあり、これは学術的に言うと別の現象である。全く別の現象がシーケンシャルに繋がってくるということなので、それが一気にクリアとなることは学術の進歩としても、そういうことはないということを前提として、いくつかのプロセスがシーケンシャルに繋がって、そこに至るということを念頭に置いた上で知見として整理し、まだそこが埋まってない部分をどういうふうに対処するのか、あるいは場合によっては知見を収集するのかということを経営的、戦術的に考えた方がよい。音に関しては耳に入ってから認知するプロセスが非常に難しいということで、人によっては快感になったり、あるいは不快になったりするし、特定の振幅の音は物理的にはきれいであるが、人によっては心地よくなく、いろいろな周波数が混ざっている方がノイズにもなるし、心地よい音になる。そういう形の整理の仕方が必要になってくる。

- ・ 津波漂流物の伝播過程については、確率論的に実施しなくてはならないというコンセンサスはあるが、具体的な所まではまだいっていないので、そこは書けないかという状況にある。それらを踏まえて考えていきたい。
- ・ 今の津波の審査等を考えると、漂流物の衝突力も議論になっている所であるが、そういう中で SWG2 の委員の方で今ある知見で議論いただいている中で、色々な悩みが出てきていると思うが、今耐津波設計として基本的に確定的に設計規程として、今ある世の中の技術等を反映できるものは反映していくことだと思うので、出来ていない部分は各研究機関で研究されることもあると思うが、そういうのを取りまとめて設計の技術規程として入れられるもの、事業者が活用できるもの、技術規程を活用される方にうまく使っていただけるものを作っていくことであると思う。そういう意味では繰り返しになるが、SWG2 の委員も専門的な方が集まっただけ、難しいものは難しいところであると思うし、入れられる所はどんどん入れていることかと思う。やはり、専門家の人が見て、全体的な体系の所で色々な悩みがあると思うので、そういう所は相談しながら反映の仕方等を相談していきたいと考える。

#### (5) 次回改定に向けた今後の検討項目（案）について

綿引幹事及び各 SWG 担当委員より、資料 No.26-4-1 に基づき、次回改定に向けた今後の検討項目案について報告があった。

主なご意見、コメントは以下のとおり。

- ・ 津波と組み合わせるその他自然現象 (SWG1 の 1-2-1) について、地震と高潮の同時発生確率は低いということになるという議論をしたことがあったが、地震により損傷が起こった数週間後に発生する台風による高潮の組み合わせをどう考えるのか。
- 事象の組合せの考え方は、前回の改定の時に整理されて反映されている。独立事象の場合その影響が長期に渡る場合には、それを考慮した復旧手段等を予め整備するかそうでないなら設計で考慮することになる。主事象と従事象として重畳させる事象については、頻度を踏まえて重畳すべき荷重を整理することになる。4 章、5 章の荷重の組合せの解釈のところで具体的にいくつか事象をあげている。
- ・ 前回改定時に保全学会で全ての自然現象を洗い、人が亡くなる順に過去の事例を調べる等を実施しており、台風に伴う高潮等を抽出している。それら事象については新規基準において津波や竜巻による風等、より厳しい事象での対策がとられる設計としている認識。
  - ・ 今の議論を整理すると、自然現象の組合せ検討については、施設の設計側にも関係するので、適宜 SWG 間で情報共有、連携を図っていただきたい。その上でその他の自然現象について、審査実績を踏まえて検討するということであるが、保全学会で以前調べたものもあるということなので、保全学会のレポートがあると思うので、そちらも併せて審査実績と共に調査いただきたいと思う。
  - ・ 当時規制委員会に提出した書類で保全学会のホームページに掲載したものがあるので、それを事務局に送付する。
  - ・ また、原子力学会で断層変位と工学的リスク対応ということで、調査専門委員会を設けてまとめたレポートがある。断層変位も防潮堤に関係するためこれも事務局に関連情報として送

付する。

- ・ そのあたりは情報提供として送ってもらい、情報を集めた上で必要に応じて SWG1 において検討してもらいたいと考える。
- ・ 最近の津波評価に関し、防潮堤にかかる波力評価について、どのプレートが動いたとか、重畳まで含めた、高度なシミュレーションも含めて審査が実施されているので、それら審査の最新動向もみていくことが必要かと思う。

#### (6) その他

- ・ 次回津波検討会は、来年 5 月を予定しているが、進捗状況に応じて事務局と津波検討会 3 役で相談し、開催日を決定する。
- ・ 委員名簿で委員の所属等が変わっているようであれば、事務局に連絡をお願いする。
- ・ 11 月 15 日に第 8 回原子力規格委員会シンポジウムをオンラインで開催することを紹介した。

以 上