

第16回 津波検討会 議事録

1. 開催日時：平成29年11月8日(水) 15:00～17:50

2. 開催場所：日本電気協会 4階 B会議室

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(北海道大学), 綿引幹事(東京電力HD),
河村副幹事(中部電力), 北条副幹事(関西電力), 富田(名古屋大学),
野田(原子力安全推進協会), 池野(電力中央研究所), 安田(中部電力),
伏見(関西電力), 室井(日本原子力発電), 中西(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)
國司(伊藤忠テクノソリューションズ), 井村(東京電力HD) (17名)

代理出席：平井(三菱重工業, 伊神代理) (1名)

欠席委員：松山(電力中央研究所), 猿渡(九州電力), (2名)

常時参加者：天野(中部電力), 角田(伊藤忠テクノソリューションズ) (2名)

オブザーバ：三目(東京大学) (1名)

事務局：佐久間, 大村(日本電気協会) (2名)

4. 配付資料

資料 No.16-1 第15回津波検討会議事録(案)

資料 No.16-2 耐震設計分科会 津波検討会 委員名簿

資料 No.16-3-1 原子力発電所耐津波設計技術規程(JEAC 4629-2014)の規程高度化の方針

資料 No.16-3-2 耐津波設計技術規程(改定案)概要 (SWG1資料)

資料 No.16-3-3 平成29年度上期のSWG2の活動状況概要

資料 No.16-3-4 SWG4活動状況報告

資料 No.16-4 耐震設計分科会関係 平成30年度活動計画案の策定について(依頼)

5. 議事

(1) 会議定足数の確認

都合により遅参される主査からの事前指示に基づき, その間副主査が代行し議事を進行する。
事務局より, 代理出席者1名の紹介があり, 主査の承認を得た。出席委員の確認時に, 出席委員数は代理出席者を含め, 規約上, 決議に際して求められる委員総数の2/3以上(14名)の出席であることが確認された。また, 常時参加者の紹介があった。新規常時参加者として申し出のあった角田氏について, 検討会として承認した。さらに, オブザーバ1名の紹介があり, 主査の承認を得た。

(2) 前回議事録の確認

事務局より資料 No.16-1に基づき, 第15回津波検討会議事録(案)について説明があり, 正式な議事録とすることが挙手にて承認された。

(3) 検討会委員の変更

事務局より資料 No.16-2 に基づき、委員の変更について紹介があった。11月27日開催の第70回耐震設計分科会で承認後に正式に委員就任となる。

伊神 和忠委員（三菱重工業）→平井 孝昌新委員候補（同左）

(4) 活動計画に基づく検討状況(報告)

資料 No.16-3-1 に基づき、SWG1(以下、サブワーキンググループを「SWG」と略す。), SWG2, SWG4 から、それぞれ、原子力発電所耐津波設計技術規程（JEAC 4629-2014）の高度化に向けた検討項目、検討方針について説明があった。

検討の結果、いただいたご意見を反映して、進めることとなった。

1) SWG1 の活動について：耐津波設計に適用する津波

井村委員から、資料 No.16-3-1 及び 3-2 に基づき、SWG1 の活動のうち、耐津波設計に適用する津波について、説明があった。

主な意見、コメントは以下のとおり。

- ・資料 No.16-3-2 P1 左下の波圧であるが、これはフルード数の関係で、フルード数が 3 であれば 2.5～3 倍となる。フルード数が 1 であれば 1～1.2 倍である。同じ水位の津波でも、流速が早ければ波圧も大きくなる。衝突力も同じような理屈でフルード数に比例すると考えれば、わざわざ、津波群から膨大な数値を引用するのではなく、簡便に実務的にできそうである。波圧は 3 倍という定数でなく、フルード数で裏打ちされた津波の力でないとおかしい。
- NRC の手法は非常に厳しい。流速は条件により変わり得るので、採用しづらいと考え、もう少しシンプルな方法でできればと②の手法を提案した。
- ・規制委員会の委員長は、ファクトに基づいて、科学技術で規制すると言われている。新しい知見があれば規制に反映するのは大事である。電中研で竜巻の規格を作り、電中研から保全学会へ、保全学会から規制庁へ提案し採用となり、合理化されている。新しい知見があれば、規格に取り込んでいただきたい。
- ・資料 No.16-3-2 P4 で、影響度を考えているが、判断基準は大丈夫か、起こり得ることを想像できないとレベルが低くなる。それによって、設計余裕も変わってくる。
- 例えば、水密扉のような、ある程度耐力でもつものと、防潮堤高さのようなクリフエッジ性があるもので、クリフエッジ性のあるものはより設計裕度を持たした方が良いという感覚があると思う。そういう考えがあることを示すことが目的の 1 つである。影響度に応じて、設計余裕の程度をレベル分けする概念があることを纏める。
- 精神論という感じである。具体的な設計は、本編で行うことになるのか。
- 各発電所によって影響度が変わりえるので、これを参考にして、具体的に防潮堤高さに対して水密扉をもう少し軽微な設計にしよう等、実際の設計で行うこととなる。
- ・耐震の例では、ハザードを決めて、施設側で全て設計が終わった段階で、PSA を実施して、リスクの観点から確かめる。そういう観点から、リスクのことも記載した方が良い。

- 初期設計は個々に対して設計する。その後のステップで、いろいろな設備の関連性を含めて、リスク評価を踏まえて、全体として安全を確保するという書き方をしている
- ・リスクの大小によってどこまでやれば良いか、そういうことを今回考えなければいけないのか。今、発電所全体のセーフティゴールはまだ決まっていない。
- それが定まらないと、PRA実施の後、どう使うか決まらない。課題かと考える。
- ・ステップ1、ステップ2のように設計の段階をよく考えている。設計の段階で余裕が簡単に取れるところと取れないところがあると思う。例えば、鉄筋コンクリートの防波堤であれば、波力に対して十分であるが、上に鉄板を張ると弱くなる。
- リスク評価で弱点を見出して、手当していく、そういう判断に使える。

- ・改定案を規格にするにはあとどのくらいかかるのか。
- 2019年度改定を目指している。来年度中に分科会と規格委員会に中間報告をする。
- ・改定にあたって、環境の変化、使い勝手、周辺状況を反映するが、その説明、サーベイをしっかりと行っていただきたい。また、外的なハザードを扱う場合、基本的に決定論で行い、そこから若干逸脱することを規格に取り入れておく。今回はうまく取り込んで提案されている。
- 実際の設計する者としてどこまでやれば良いか、概念としては入れ込みたい。
- ・原子力学会の津波PRAは、位置付けとしては何か。
- 標準的なもので、考え方を定めている。PRAのツールやPRAに入れるデータを別のところで整備している。PRAが実際に使えるようになるには、まだ労力がかかる。
- ・IAEAのEBP特別拠出金プログラムの中で、津波を検討していて、各国のベストプラクティスを持ち寄ってインテグレートする作業を行っている。その中で、設計的な部分は、JEAC4629が固まってきたので、それとPRAで議論をした。IAEAの中では全体のインテグレーションをした。電気協会で議論する場合はその一部分だけを見る。検討会レベルで、外側をどこまでカバーするかをイメージできると自分たちの守備範囲が見えてくる。
- ・防潮堤の設計、液状化が問われていて、津波検討会でも認識をもっていないといけない。重畳を考慮しなければいけない。断層変位の防潮堤への影響もある。
- それはどこまでを考えるか、ある種の切り分けがある。また、個別の機器、ファンクションを耐津波設計で設計した時、個別だけをしっかりと作ってあれば良いのではなく、全体がシステムとしてバランスが取れている。それをチェックするのはこの規格の1つの胆である。
- 最終的にトータルで見ることを入れている。初期設計、個々の機器に注目をして設計し、その後、リスク評価等を活用して、全体のトータルの裕度向上を図ることを記載している。

- ・SA機器で相当しっかり対応できるようになっている。例えば、地震、津波、その後のアクションがとれるので、SA対応を頭に入れておくと信頼できるものになる。PRAはそちらが入っていない。SAが入ると改善される。
- ・システムと要素で、各要素の部分安全係数のようなものは将来定まるのか。それは影響度によって、ある値の幅を持っていて、そういったものが将来的にきちっと出せる方向にあるか。
- ものによって、構造によっても、異なる。ベースとなる設計基準、例えば、材料余裕とした時、許容値で作るが、実力の値は、基準は満足しているがばらつきはある。実際にどのくら

いの裕度があるか特定するのは難しい。津波の基準で、耐津波の守り方を規定しているが、個々の止水装置、個々の止水扉に対する構造設計は議論していない。将来的に扉の裕度までは踏み込めないのではないか。

→この部分はそうであるが、この後ろの章に設計の部分がある。すなわち頭の部分と後ろの部分がマッチングしていないといけない。後ろの方で答えがないものづくりできない。現段階では情報はないが、将来的にはどういう方向性を持っているのか。

→構造設計であると、ある種の直線性のシナリオにいくつかのパーツが付いているので、部分安全係数のようなものを事前に設定すると言える。しかし、津波の場合、シナリオはいくつかある。例えば、ストレステストのような形で見てどこがどうなるかが分かる。考え方は似ているが、事前に部分安全係数のようなものを、このパーツはこうするというのは難しい。

- ・設計がこなれてくる、極端であるが津波がしょっちゅう来て、事例が積みあがると、そういうものが出てくる。実際は、中々事例は積みあがらない。

- ・海外で、フランスやアメリカではフラッディングがある。今までの構造強度の考え方他に、水が浸水して電気品がやられると致命傷になるのが福島の反省であった。津波は今まで盲点になっていた。それを防ぐことは耐津波の根幹である。海外ではフラッディング対策がなされている。ピーチ・ボトムでは、非常用ディーゼル発電機の建屋があつて、水密扉になっていて、ディーゼル発電機の給気口は建物の一番上についている。デザインベースアクシデントがフラッディングになっている。日本では、津波が DBA になっておらず、そこは問題であった。網羅的に弱点を見つける必要がある。弱点を見つけて、先手を打って対策を行うことを、日常の活動で行えるような仕組みを作っていく必要がある。弱点を探して、リスク配分をして、手当をする。プラント全体のオーバーオールのリスクを評価して、適切な配分をしていくのが、これから重要だと思う。

→適切な資源配分が設計である。

2) SWG1 の活動について：耐津波設計上の重要度分類、施設の耐津波設計、解説論文等により公表する項目

井村委員から、資料 No.16-3-1 及び 3-2 に基づき、SWG1 の活動のうち、耐震設計上の重要度分類、施設の耐津波設計、解説論文等の形で公表する項目について説明があった。

主な意見、コメントは以下のとおり。

- ・電気協会では、事例を HP で公開している例はないか。

→あまりない。

→積極的に公開して、良い事例として参考にしていただいても良いし、いろいろな意見をいただくことは議論に繋がる。

3) SWG2 の活動について：機械学会レビュー論文への投稿

天野常時参加者から、資料 No.16-3-3 に基づき、SWG2 の活動、機械学会レビュー論文への投稿について説明があった。

主な意見、コメントは以下のとおり。

- ・規格に入れる前に、学術の場で検討することは重要である。

- ・各論文の条件，適用性をまだ議論しておらず，年度内に日本語版が作れば良いと考える。
 - ・WG1 の活動も同様であるが，対象は原子力発電所だけではないので，このような場で議論いただいで公開すると，他の分野でも大変役に立つ。
 - ・日本語で読んでほしいか，英語で読んでほしいか。国内の事業者に読んでもらうのは日本語が楽であるが，国際的にみても規格レベルに持って行く取組は貴重で，国際的に評価された上で，国内でも発表するのが良い。
- 論文は英語で書いておいて，それを解説的なものに生かしてはと考える。
- 機械学会で，例えば津波対策で特集を組んでもらうことをしても良い。

4) SWG4 の活動について：波力，漂流物衝突に対する機器構造評価法の研究と成果

熊谷委員から，資料 No.16-3-4 に基づき，SWG4 の活動，波力・漂流物衝突に対する機器構造評価法の研究と成果の説明があった。

主な意見，コメントは以下のとおり。

- ・外部での研究の調査はしているか。
- 調査はしたが，配管のような対象物への試験は見当たらない。それを補う形で共研を実施しようとした。
- ・計測は難しそうである。
- 水を使うと計測自体がうまくいかない，誤差も大きい。ビデオはとっているが，共研であり，この場ではお見せできない。開示手続きが必要となる。
- 多くの方に成果を知っていただくよう，開示手続きをお願いしたい。
- 計算はいろいろな人ができる。実験は中々できない。実験を開示すると世界中の研究者がアクセスして進む。先行して発表，論文として固めて，研究者を呼び込んでいただきたい。
- ・実験は全部完了して，データの整理，計算との比較をやられているか。
- そのようなことを行っている。

(5) 原子力関連規格類協議会 津波に関するワークショップに関する報告

井村委員から，津波に関するワークショップについて，説明があった。

- ・9月27日開催。津波，リスク等に関連するステークホルダが一堂に会し，津波に関するワーキンググループがまとめた報告書案を参考に，津波に関する課題認識を共有するとともに，課題に対して，今後何をすべき等かを議論した。
- ・ワークショップは3部構成とし，1部：報告書案に基づく課題認識の共有，2部：グループごとに設定された論点について議論，3部：参加者全員で確認，議論，で進められた。

主な意見，コメントは以下のとおり。

- ・報告書をまとめている段階か。
- 案が出来上がっている状態で，今回のWSの結果を反映する。
- ・公開されるか
- 報告書は公開する。
- ・例えば，非常用ディーゼル発電機で，故障率が 10^{-3} であっても，津波で濡れると1になる。PRAで津波のモデルを組み込むは，かなり良く考えないといけない。PRAの使用と同時に

弱点を見つけて対策をとること、そして、設計屋とリスク屋が協力して、原子力発電所の安全を高めるところに持って行かないといけない。

→全体のリスクを下げていく、弱点を見つけていく活動はこれからである。設計が進んで、ものができあがって、レビューが進んだ時、弱いところが見えてくると、設計側へのフィードバックも具体的にみえてくる。現段階では、全体像、弱いところは見えていない。

・安全と構造健全性あるいはシステム健全性は、今までは別々で良かった。設計は決定論であると、どの範囲で設計するかを固めないといけない。比較的、範囲を大き目にとっておけば良かったが、もう少し大きくしたらどうするか、自然関係を確定的に決めるのが難しい。そうになると、リスク屋と共同で、場合によってはリスク屋と設計屋がお互いの守備範囲のどこまで手を出すかを検討するところに来ている。それを真っ先にやるべきなのが津波と考える。こういう場で、議論しようとなったのは良いことである。

・PRAは原子力学会、設計は機械学会、電気協会と分かれている。その範囲の外側は深く見ないで、狭間が生まれる余地がある。このような場で議論して、取合いの部分を理解しつつ、自分たちの分野をやっていけば良い。

→このWGは各学協会から集まっていて、20回くらい行っている。1つの区切りはつけるとしても、このまま集まりを続けていくのが良いかも知れない。それについては相談する。

・原子力学会で断層変位のリスクをやっているが、その中で異業種のJRが活断層をどうしているか紹介があった。そういう異業種の方の話聞くのは有意義で、いろいろな産業分野で、ドキュメントの公表は有益になる。こちらで研究して成果物が出たら世の中に還元する必要がある。津波に関してはこの場は進んでいる。

→鉄道と同様、高速道路は活断層を避けてはいない。ヨーロッパであれば、ガスのパイプラインが張り巡らされている。

(6) 平成30年度活動計画案について

井村委員から、資料16-4にしたがって、平成30年度活動計画案について、説明があった。主な意見、コメントは以下のとおり。

・2018年の上期あるいは中期に中間報告を行うのであれば、P5の規格委員会上程時期に、2018年の下期あるいは上期に中間報告と記載して良いかと事務局から確認があった。

→改定箇所について中間報告できる。中間報告を記載する。

・本件は次々回、2月の分科会審議予定となる。

(7) 次回検討会：1月頃とし、別途調整。

以上