

第15回 津波検討会 議事録

1. 開催日時：平成29年4月14日(金) 13:30～16:45

2. 開催場所：日本電気協会 4階 D会議室

3. 出席者：(順不同, 敬称略)

委員：吉村主査(東京大学), 楊井幹事(東京電力), 森北副幹事(関西電力), 河村副幹事(中部電力), 富田(名古屋大学), 鈴木(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), 熊谷(日立GEニュークリア・エナジー), 伊神(三菱重工業), 國司(伊藤忠テクノソリューションズ), 猿渡(九州電力) (15名)

代理出席：甲斐田(電力中央研究所, 松山代理), 高橋(鹿島建設, 藪内代理) (2名)

欠席委員：奈良林副主査(北海道大学), 吉田(大林組) (2名)

常時参加者：天野(中部電力), 平田(東北電力) (2名)

オブザーバ：三日(東京電力), 栗本(東芝) (2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.15-1 第14回津波検討会議事録(案)

資料 No.15-2 耐震設計分科会 津波検討会 委員名簿

資料 No.15-3 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.15-4 「津波に関するWG」の活動状況について(報告)

5. 議事

(1) 会議定足数の確認

事務局より, 代理出席者2名の紹介があり, 主査の承認を得た。本日の出席委員は代理出席者(2名)を含め17名であり, 規約上, 決議に際して求められる委員総数の2/3以上(13名)の出席であることが確認された。また, オブザーバ2名の紹介があり, 主査の承認を得た。

(2) 主査の選任

吉村主査の主査任期2年が経過したため主査の選任を行った。事務局より, 主査候補の立候補, 推薦を確認したところ, 楊井幹事から吉村委員の主査候補への推薦があった。その他に推薦がないことを確認して, 挙手にて決議し, 全員の賛成で, 吉村委員が主査に再任された。吉村主査から, 再任のご挨拶があった。また, 吉村主査から, 副主査として奈良林委員, 幹事として楊井委員, 森北委員, 河村委員の指名があった。

(3) 前回議事録の確認

事務局より、資料 15-1 に基づき第 14 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。

(4) 活動計画に基づく検討状況(報告)

資料 15-3 に基づき、SWG1, SWG2, SWG4 から、それぞれ、原子力発電所耐津波設計技術規程 (JEAC4629-2014) 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。

○ 資料 15-3 概略

楊井幹事より、資料 No.15-3 全体の概要説明があった

○ 資料 15-3 分類 1 1.2.3, 補足資料 1, (SWG1)

楊井幹事より、「津波荷重の設定の考え方」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。

- ・規制側も安全率を取り入れようとしているのか。
→補足資料 1 の③に津波荷重があり、「入力津波から十分な余裕を考慮し設定すること」と記載している。「十分な余裕」の考え方を解説等書きこむことが課題である。
- 津波評価の不確定性、設計対象の特徴を考慮して決めるべきである。水位は少し超えれば水が行くが、構造強度で耐えているところは水位が少々超えても良い。さらに、多重性、多様性で、後段に防御を設けていれば個々の裕度はそれなりで良い。
- ・設計規程なのでどうするか。津波等自然の現象にからむと人工物との接点のところでどういう風に設定すると余裕となるのか。
→数字を決めるより、事業者が設定するときの考え方を載せたら良いかと考える。
- ・港湾の方はどうか。
→一般の構造物と原子力の構造物とで異なるのかもしれないが、一般の方は、設計者がコストも考慮に入れながら所定の機能を達成するために工夫できることがポイントであり、寸法などの数値で縛らないのが一般的である。
- ・原子力に安全率を適用するにあたっては悩むことが多い。参考になるものがあれば良い。
- ・余裕は、津波とそれによって影響を受ける機器との対応関係で決まってくる。耐津波設計技術規程では安全率を個別に決めるが最終的に全体のバランスチェックをして担保するとした。裕度が十分でなければ多少修正をする、そういうメカニズムで考えなければならない。
- 設備の特徴によって安全率を設定する。構造だけでなく全体の中の位置付けをみて設定すべきである。一度作って評価してどれくらい余裕があれば望ましいか、ということを確認して決めるプロセスが必要である。
- ・実際に、それで設計ができるか。ぐるぐる回ってしまう。
→津波に関する WG では、リスク関係者と設計者がいてそのような議論をしている。ぐるぐる回すと良くなるが、最初はどうするか。リスク情報を活用して設計する。
- ・耐津波設計技術規程の範囲を従来の設計、決定論的に行う設計にとられると合わないところがある。余裕を設計変数として設計すると考える。決定論的には極く普通のアプローチで

ある。決めたいのはプラント全体としての余裕である。

→津波設計で津波を直接受ける場所は条件を設定しやすい。一方、内郭防護の条件の想定は決められていない。通常の原子力では設計基準事故に対してプラントを設計する。内郭防護対象は想定が明確になっていない。何となくリスク論と合わせてその方向に行っている。どんな考え方で設計条件を決めたら良いかを合わせて検討したい。

・津波規程の基準津波の設定方法は土木学会の考え方であり、パラスタの結果として基準津波を設定している。NRCで指摘は、日本の方法が水位だけに着目していて、構造物の現象に関してどうするかである。水位をどう取扱うかを今後整理する必要がある。

→別紙3の5.4で津波にはいろんな影響あり、単一の津波で全てのハザードが決まるのではなく、いろいろな影響、基準津波群というイメージで考えなければいけないとしている。その右側、6.2で日本のものが紹介されている。水位しか出していないとして否定的で、いろいろやらなくてはならないとしている。

・リスク評価を使わなければならないのを、決定論的にまとめようとしている。本当のリスク論とつけると大変なので、決定論的な枠組みを活用する。もう少しリスク評価的なものを決定論的な枠組みの中にどういう風に取り込むかが進むべき道かと考える。

○ 資料 15-3 分類 1 1.2.4, 補足資料 1, (SWG1)

楊井幹事より、「重要度に応じた設計の再構築」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。

・技術規程を国がエンドースして、技術規程と国が整合していると美しい。現在の規程を作った時、国の基準・審査ガイドを横目で見るという考え方もあったが、津波に対する重要度分類を行い合理的にした方が良くして重要度分類を作った。今、国はそれを採用していない。採用されなくても良いと思っていたが、採用されても良いかなという観点で見直す。

→新たな超過津波に使う設備に対する重要度、設計要件がなく、結論としてマックスの基準津波でとなる。求められる性能に応じて設計して、品質管理して、保守管理して、という体系が必要でというところをテーマにしたい。

・安全審査側からは安全性が高まった方が良くとするが、現実には有限なリソースをどう配分すると所定の性能を発揮できるかという設計の中で、有限なリソースを使ってしまうと本来費やすべきところが手薄になり、全体として合理性が失われる可能性がある。

○ 資料 15-3 分類 3 1.2.5, 補足資料 2, (SWG1)

中西委員より、「耐津波設計で考慮する余震の設定の考え方、耐津波設計で考慮する事象の重畳の考え方」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。

・補足資料2の2(3)津波と地震の重畳で、川内ではSdを余震として考慮し、伊方ではSsである。川内では基準津波の震源と基準地震動の震源は別で、伊方では同じである。川内の場合、基準津波の本震レベルを考慮しているが、基準津波の本震レベルの波形と基準地震動のSdの波形を比べて、Sdの波形が十分大きいとチェックした上でSdを使用している。基準津波の本震レベルを余震として考慮しているとすれば、伊方と同じ考え方である。

・P2/2の左の上から2つ目の「○」。対象設備屋外設置の3行目で、遡上津波荷重、突き上げ津波荷重、水中津波荷重と余震荷重との組合せは考慮していない。なぜ考慮しないのか。

→川内の場合、遡上解析は水位が保守的になるように評価している。余震荷重では溜まった水の評価対象への影響を見ている。遡上解析条件を出す時にかさ上げしているのも、実際に水が溜まらないところは余震を考慮せず、実際に水が溜まるところは余震荷重を見ている。

- ・そのように記載しないと分からない。
- ・審査資料だけでは読み取れない。
- ・津波検討会に電力の専門家がいるので、このプラクティスがどうなっているか、考え方がどうなっているか慎重に検討すると明確になる。
- ・津波を起こした本震クラスを考える必要はないのか。

→浸水状態で余震を考える。溜まっているところには津波の本震レベルを余震として考える。

- ・設計基準の事象として溜まるところには余震を考える。想像の世界で保守的に水が来ることとして設計しようとしたところは保守的なのでバランスをとっている。
- ・審査の時に何と何を重畳するか、余震の考え方は、審査される側が考えるということか。

→そのとおり。川内が1番目で、川内が標準を作ったという感じである。

- ・「発生確率 10^{-7} /年で～」とあるが、そのような議論はしていないのか。
- ・ 10^{-7} /年であるから重畳させないとの議論は具体的にはしていない。
- ・川内では、基準津波は 10^{-6} ~ 10^{-7} であったので、竜巻とは発生確率が小さいもの同士として津波と竜巻とは重畳させないとした。
- ・耐震設計分科会の中で自然ハザードの基準を作っているが重畳について議論していないか。

→竜巻については H28 年度計画 にあったが、分科会の中で審議した結果、耐震だけでは議論が足りない。一方、検査のあり方を国と合わせて 3 学協会で検討する場があり、そちらの方で仕分けることになっている。竜巻について耐震分科会で H29 年度は実施しない。

- ・耐震設計技術規程の中で、余震の扱いの議論はどのようになっているか。

→4601 の中で、余震は触れていない。

- ・余震については熊本地震から得られた知見を踏まえ、H29 年度に検討する計画としている。
- ・重畳の話は難しいが、事例を積み上げ設計規程に盛り込むので、最終的には割り切りだと考える。事例を積み上げて、保全学会の前に電気協会で行って議論しなければいけないと考える。場合によっては、意見交換が必要かも知れない。

○ 資料 15-3 分類 4 1.2.5.1 1.2.5.2, 補足資料 3, (SWG1)

鈴木委員より、「事例集」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。

- ・エネルギーレビューへの投稿であると、論文というより解説記事になるのか。

→別刷りで例を回覧する。徹底分析のコーナーが比較的書きやすい。

- ・一方で、保全学会は解説論文があるのか。解説論文でもページの制限があるのではないか。

→まだ具体的には確認していない。

→技術的に精緻なものというより、読み物的なものの方が良いかとイメージである。

- ・事例は重要で、第三者が見られるものに載っていることが良い。また、原子力発電所の事例ではあるが、原子力発電所で工夫したものは、一般と比べてリソースをつぎ込んでおり、一般に参考になるのではないか。原子力で特殊であると言われるところより、一般的なところを出して、いろいろ展開できると言ってもらう方が、引用するとき価値が出てくる。なるべ

く普遍性を持ったところ、アカデミアも産業界の人も見られるところに置いておいて、社会的に受け入れてもらい、JEACで引用する方が良い。エネルギーレビューではなく、保全学会であると良いかもしれない。後出の日本機械学会はインターネットになっており、ページ数の上からは少し、余裕がある。投稿先については検討いただきたい。

- ・こういう対策事例は原子力以外にもあるか。
- 石油コンビナート。検討しているのは委員会等でその結果をどうしたかは分からない。
- 港湾の施設の事例集は書籍として販売している。関係の財団法人から出版されている。
- ・一般の人に見てもらうのが良い。書籍にして電気協会から売り出すのも良い。
- ・守るべきものは放射性物質を扱っているものであるが、対象物は機械や構造物である。その中にフィロソフィーがあるし、最新の事例、いろいろな取組が入っている。
- 委員会資料としてまとめて、無料で配付するのはどうか。
- ・一例として、日本溶接協会の中にPFM小委員会がある。確率論的破壊力学をどう使うか、どういうコードがあるかという本を委員会で作し、溶接協会のHPからダウンロードできるようにした。書籍にすると売れないとペイしないが、ウェブ上で置いておくだけであれば、そんなにコストはかからない。
- ・出し方については検討いただきたい。

○ 資料 15-3 分類 2 3.3, 3.4, 3.5, 4.4.1, 補足資料 4 (SWG2)

天野常時参加者より、「津波波力、津波漂流物、砂移動、津波防護施設の耐津波設計、三次元流体解析の適用」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。

- ・レビューでは、諸外国のものも入ってくるが、調べているか。
- 候補としては米国基準等代表的なものは入れているが、英文雑誌等どこまでというのは明確にはなっていない。
- ・国内に研究者多いと国内に目が行く。手法の客観性を担保する、国際性を示そうとすると、代表的な海外の研究成果、最近の重要そうなジャーナルはみて比較いただきたい。
- 拝承。
- ・この方向でまとめていただきたい。レビュー論文を書くこと、英語で書くことは大変であるが、波力の評価、漂流物の評価でオールマイティの方法があり、安全率をかければ良いというものではない。規程になるとこれを使っていれば良いとなるが、学術の場で合意形成されていけば良い。ここで対象とするのは機器への影響までであり、幅広く見てもらう場所として、機械学会インターネットジャーナルはページ数の制限あまりなく適切かと考える。
- 土木学会として従来の知識をまとめ「津波評価技術 2016」を発刊している。土木の世界では認知されていると考えているが、幅広く世の中で共有するという観点で機械学会に「津波評価技術 2016」の内容と合わせてレビュー論文を出すのは価値がある。
- ・いろいろなところで、まとめた例があるので、それと全く同じでは価値がない。特色出せるかが迷うところである。違った視点でまとめ上げれば価値がある。
- ・レビューペーパーをまとめる際のオリジナリティは必要である。いくつか論文を見て、特徴の出し方を情報を集めながら頭を使っていけば良い。設計ではその対象があり、対象物を多少イメージしながら手法を結び付ければその先に見えるかも知れない。

- ・ポンプの波力はどうするのか。

→パイプのところで、今、機電担当が一生懸命やっている。

- ・レビュー論文は研究分野で日々新しいものが出てきて古くなる。古くなったとき、もう一度書き直す。これがうまく出ると、レビュー論文が出ると規程が進化する。

○ 資料 15-3 分類 1 5.4.1, 補足資料 5 (SWG4)

熊谷委員より、「屋外タンク、配管の耐津波設計の設計基準（仕様規定）」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。

- ・基本的には波力、漂流物衝突で、さきほどのレビューにも入ってくる。この中では、屋外構造物、機電関係の設計に絡みがあり、電力共研の中で実験等を実施しているのか。

→そのとおり。外力のところは SWG2 とも関わりがある。

- ・土木学会では、いろいろな式があつて、その間で戦いが起こるのか。

→土木の分野で配管とかタンクとかはあまりない。

- ・屋外構造物、特にタンクの類は浮力が大きい。浮力の話は入っているか。

→構造評価では考えなければならない。力自体は水位で決まる。

- ・電共研は基本的に論文書いた段階で公開か。

→そのとおりである。

(5) 津波に関する WG 活動状況について（報告）

楊井幹事より、資料 No.15-4 に基づき、原子力関連学協会規格類協議会に設置された津波に関する WG の活動状況について報告があった。

主な意見は以下のとおり。

- ・提言の役割、位置づけはどうなるのか。

→固まったものはないが、学協会に上がれば紐付される。

- ・地震工学会がまとめた耐津波工学の内容は規格基準とは少し異なる。学術分野の体系としてまとまっている。規格基準はこうあるべし、津波に関する学術はこうあるべしという提言か。

→今は規格基準こうあるべしと、将来的にそういったものにするための研究というところである。主査は置かず、協議会の指示を受けて行っている。

- ・規格協議会で纏めたときレビューに若干疑問がある。提言先を明確にする必要がある。

→まずは協議会の幹事会に上げ、目的をクリアにする。

- ・仕上がり議論して意識合わせをしておくとお効である。報告書まとめた後がぼやっとしている。

→適宜、情報を共有する。

(6) その他

- ・本日の議論を受けて、参考情報、コメント等を事務局に連絡いただきたい。

- ・年度末に案を策定するものについては、半年から 3 か月前に検討会審議をお願いしたい。検討会は今年度 2 回程度開催を予定し、次回は夏過ぎくらいとする。

- ・自然災害は待ってくれない。重要なテーマであるので、がんばっていただきたい。 以上