

第12回 津波検討会 議事録

1. 開催日時：平成27年6月16日(火) 13:30～16:40

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), 奈良林副主査(北海道大学), 楊井幹事(東京電力),
河村副幹事(中部電力), 富田(港湾空港技術研究所), 鈴木(原子力安全推進協
会), 池野(電力中央研究所), 伏見(関西電力), 羽田野(東芝), 熊谷(日立G
E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) (12名)
代理出席：木村(中部電力, 安田代理), 兼近(鹿島建設, 藪内代理),
甲斐田(電力中央研究所, 松山) (3名)
欠席委員：森北副幹事(関西電力), 戸村(日本原子力発電), 吉田(大林組) (3名)
常時参加者：天野(中部電力), 平田(東北電力), 豊島(中国電力) (3名)
オブザーバー：松本(九州電力), 栗本(東芝) (4名)
事務局：飯田(日本電気協会) (1名)

4. 配布資料

資料 No.12-1 第11回津波検討会議事録(案)
資料 No.12-2 耐震設計分科会 津波検討会 委員名簿
資料 No.12-3 JEAC4629の各段階のバージョンについて
資料 No.12-4 津波検討会 全体活動計画(案)

5. 議事

(1) 会議定足数の確認

事務局より, 本日の出席委員は代理出席者(2名)を含め15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, 本日のオブザーバー2名の出席が吉村主査により承認された。

(2) 前回議事録の確認

楊井幹事より, 資料 No.12-1に基づき第11回津波検討会議事録(案)について説明があり, 一部修正し正式な議事録とすることが承認された。

(3) 検討会委員の変更について

事務局より, 資料 No.12-2に基づき新旧委員の交代についての紹介があった。次回の耐震設計分科会に津波検討会委員として推薦し, 承認を得ることになる。

【新委員候補】

- ・朝倉伸治（日立GE）→ 熊谷直己（日立GE）（第59回耐震設計分科会で承認済）
- ・松本健次（九州電力）

【退任委員】

- ・菅野忠（日本建築防災協会）

また、常時参加者の変更について紹介し津波検討会委員の承認を得た。

【新常時参加者候補】

- ・田中良仁（中部電力）→ 天野智之（中部電力）

【退任常時参加者】

- ・中村均

- (4) 原子力発電所耐津波設計技術規程（JEAC4629）の発刊状況について
事務局及び楊井幹事より、資料 No.12-3 に基づき原子力発電所耐津波設計技術規程（JEAC4629）の発刊状況について説明があった。
- ・原子力発電所耐津波設計技術規程（JEAC4629）は5月7日に発刊された。

主な意見要望は以下の通り

- ・今後の改定を見据えたバージョン管理を徹底して、人に依存しない管理をお願いしたい。
- ・発刊時の最新版のレビジョンが電気協会で管理されているのはこれで良いが、作成に当たり議論したチェックの要領書と改定管理の要領書も合わせて管理しておいていただきたい。
- ・ワード等のバージョン変更により文字化け等が起きるので、印刷物が正であり紙ベースでのチェックが重要となる。

- (5) 今後の活動計画について
楊井幹事及び各 SWG より、資料 No.12-4 に基づき JEAC4629-20XX 次回改定に向けた検討項目と津波検討会の今後の活動計画について説明があった。

主な質疑は以下の通り

- ・保全学会で自然災害の重畳を検討する場合、過去の自然災害約百数十件から死亡者数の多い順にソートした時、上位の原因が台風であった。新規基準には台風が入っていないが、規制側としては津波と竜巻の組合せ事象として、各事業者で自主基準を作るように指導しているが、具体的には何処も対応してなく宿題となっている。保全学会で竜巻のガイドラインを作成し、規格化は日本機械学会が引継いで作成されつつある。台風による高潮とか、豪雨による裏山から鉄砲水等は、津波に関係してくる。今の耐津波設計技術規程の中でかなりの対策が取られているが、自然災害を考える上で、台風襲来時の対策も検討しておく必要がある。アメリカでは既にカテゴリVのハリケーンが来た時には発電所を停止するという対策もルール化され実施している所がある。アメリカやフィリピンではハリケーンや台風による高潮で津波と同等の被害が発生している。特に台風では、風が来て、高潮と豪雨が重なってくるので、重畳現象の評価が必要である。ただ気象衛星から100%進路が捕捉されるので、比較的対策が取りやすい事象ではある。風には固縛管理し、高潮が防潮堤等を超えて敷地内に

入ってくることはまずないと考えるが、年々狂暴化しているので将来に備えて検討が必要である。また海外事例を調査する場合、アメリカのディアブロ・キャニオンとフォートカルフーン、フランスのブレイエでも洪水被害を受けており、調査対象にするという。

→台風が津波と一緒にやってくる重畳の話と台風に対しても、津波の対策が応用できると思う。韓国で福島対策のため防潮堤を設置した後に、雨が降り雨水の排水が出来なくてプラントを停止した事例がある。逆に津波設計を考える時に、防潮堤を設置したために何か悪影響が無いかという観点がある。今の規格に入って無いように思う。超過事象を考えると入ってきた水の排水が、社内の大きなトピックスになっていてそのような視点が抜けていると思う。

→水が絡む重畳もあるが、津波でまとめた内容が、色々な水に起因する問題に対しても適用できる可能性がある。そのような視点でどういう水災害に適用できるのか、逆に津波に特化したため、他の水災害の弱点になっていないかというレビューも必要と考える。

- ・実際に川内原子力発電所とかでは基準津波から耐津波設計に向かう場合の入力津波の中で、高潮が津波防護施設の高さに比べて余裕があると評価をしているので、先ほど言われた件は検討しているが、それをコードとしてどう考えるか、今後整理していく必要がある。

- ・このような事象が起きた時にどう対処するのか、保安規定のようなものを作っているのか。

→ガイドラインの中で見る範囲を決め、検討することが謳われている。基準津波事体では高潮までは見ていなくて、柵越え満潮位までしか見ない。それがどれ位までくるか、百年確率の高潮だとこれ位になり、何mの基準津波に対する防波壁がここまであるので、これより少し上がってもドライサイトは確保できるとしている。

- ・入力津波は設計インプットなので、それに対して設計しなさいとなるが、組み合わせるべき事象（満潮位とか）は入力津波に込め込んで入るが、高潮はなぜか設計した後に高潮を見込んで大丈夫なことをチェックしなさいという位置づけになっている。

- ・基準津波自体が 10^{-5} 位でそこに 10^{-2} とかそれ以上を入れると、その事象自体はそれで設計しなさいというレベルを超えているのではないか。

→高潮自体は川内原子力発電所では参照となっていて、考慮はしているが、設計に更に津波オンしているわけではない。審査の中ではそのような言い方をしている。今後議論してどうするかは別な話である。

- ・SWG2でも高潮と津波の重畳現象は議論したが、確率的には非常に小さい。ただどの確率で設計するのか、どうするのかといった議論が無いので、今の段階では扱えない。そこも合わせてやらないと、高潮との重畳あるいは、基準津波と高潮の重畳を考えているが、基準津波より低い津波と高潮でも厳しいクリティカル状態になるかもしれない。そのような議論は確率との重ね合わせの概念でやって行かないとうまく整理できない。実際には原子力発電所だけではなく、自治体や国がやっている人の命を守る防護施設も同じ考えで、津波と高潮の重畳を考えていない。

→津波の対策を行っている所として他には台湾がある。1978年1979年には既に対策をしている。台湾はグリッドが弱いという認識があったので、敷地内の火力発電所から電気が供給できる設計思想になっている。

→重畳という観点での考え方で、P4の真中に記載されている【対応】で重なる確率はそれなりにあるので、津波起因地震で起きた津波、津波後の余震についてはある程度主体的に検討

していく。ただそれ以外の独立した災害事象の重畳は必ずしも津波だけの話ではないので、検討はするが優先順位を下げてもいいと思う。それなので台風にしても洪水にしても分けてもいいと考える。ただ一方で水災害の観点では、重畳するかどうかの話とは別に水災害として耐津波設計技術規程に盛り込んだ色々な考え方が、他の水災害防護において役立つか考えておけばいいと思う。特に台風の場合のシミュレーションをアメリカの研究者と行っているが、高潮と大雨の時、特に河川が近くにあると、大雨で上流から水が流れてくるので、海岸線と河川の流域は決壊すると大きな要因になる。ただ前面の海岸線だけを考えておけばいいのだが、側面の河川についても一応検討することが必要である。後、大雨が降ると鉄砲水による土砂災害とか洪水もあるので、重畳分として最近の大型化している台風に伴う災害に対して発電所はどう考えるか重要である。また竜巻による強風は津波の時のデブリと一緒に、強風で飛ばされた自動車等についても検討が必要である。重畳する話と水災害に起因し他事象に耐津波設防護施設が役立つかにより、攻める方向が変わってくる。

- 基本的な話だが、地震が起きて随件事象により高い確率で津波が起き、大きな地震の場合は大きな津波になる。今の耐津波防護施設の防潮堤、止水扉等は耐震設計がなされており、地震に対してもその後に襲ってくる津波に対しても備えは出来ていると判断されるが、例えば建屋が揺れて建屋とトレンチの繋ぎ目、壁貫通している配管、電線管はパテ埋め等しているが、揺れがあった時にそこが緩むことが無いかな等の観点は念のために気にしておいた方がよい。福島第1の場合は建屋の外側から地下水が流れ込んで、流れ出ているので、建物の壁が止水の壁になっていなくて、地震によって浸み込むところが出来ている。その様な観点での検討も考えておいた方がよいと考える。

→実際に震災の津波の外力は有るのだが、そこに何故が地下水対策が盛り込まれていて、地下水が入ってこないように要求もあるが対策もしている。

- 高潮に着目した場合に、日本全国同じように高潮が起こる訳ではないが、三大湾とか八代海、有明海といった内湾地域が高くなる。一般論として高潮を検討するのはいいが、そこに原子力発電所を作るつもりが無ければ意味がないので、何処まで検討するのかを考えた方がよい。一方で高潮と一緒に起こる高波については日本海側では多いので、対策を考えうるが、津波に対して備えていれば高波に対しても大丈夫なので、水災害の対策をすることには賛成だが、どれだけ注力するか考えた方がよい。

→今年の検討は最初から定量的に具体的にまず1年かけてやることにして、抜け落ちが無いように全体を網羅的にチェックし、その中で特に重要であり優先順位の高いものが見えてくれば、具体化して規格の改定にまとめる。

- 今まで地震ばかり議論していたが、津波が抜け落ちていた。津波に対する討論は殆ど見受けられなかった。その反省として津波が来たらどんなことが起こるか、ブレーンストーミングなりを行って机上検討しておく事が大事だと考える。それを更に深めるかどうかはそれが本当のクリフエッジになるかどうかであると考えている。

→計算科学の巨大シミュレーションの委員会で色々な結果を見ているが、温暖化のシミュレーションをすると海面温度が少し上昇しても膨大な熱エネルギーが蓄えられる。それが台風とかハリケーンにエネルギー分として移行する時、空間を平均的に移行すればいいが、空間のバランスが崩れる中で局所的にエネルギーが供給され、台風とかハリケーンが巨大化する

- ことが、シミュレーションにより明確になっている。アメリカや世界中で起こっているハリケーンや台風が、日本にも来ることが大前提で検討が必要である。もう一つは我々の範疇を超えるが、福島第1のカテゴリーVで責められた時にどうなるか、気になっている。
- 海水ポンプを設置しているところが低くて、高潮とか台風が来るとやられる可能性があるが、今は各発電所ではポンプ室を守る対策を行っているので大丈夫である。
- ・台風で高潮が発生するという事であるが、去年北海道では低気圧で高潮が起きたことがある。高潮の規模は小さかったが思ってもいない状況で起こると浸水する可能性がある。対策に漏れが無いと言われても以外に漏れがある。
- 台風の場合は風の向きが湾に攻め込んでくるような方向だと高くなり厳しくなる。
- ・プラントの再起動の話でドライサイトと言われたが、プラントを止める止めないという話になると、引き波でCWPの出力を絞らなければいけない事の方が、確率的に高いと考える。ちょっとした津波で運転を制限しなければいけないのはどう考えるのか気になっている。非常用の水は取れるようになっている。プラントを止める止めないの定義がよく分からない。
- 各発電所で運用を定めているプラント停止は、むしろ引き波の時に非常用の水を確保するために、プラントを止めるというのが一番の運用である。今回対応方針でP5の【対応】に津波時のプラント停止・起動の考え方について、規程の第8章に記載しているが、地震のようにこれ位の地震が来たら止めようというザックリとしたルールを作ってしまうより、個々の津波によってどんな影響があるか、個々の影響に対して、この時にはこのレベルで停止しようといった事を積み上げていった方が良いと考えている。津波の時には冷却水を確保しなければいけないので停止しようとか、沖合に物凄く大きな津波が来ていたら安全のために早く止めようといった個別の話から入った方が良いという意味でこのような記載にしている。
- ・観点は今の話と同じですが、非常用の取水のために循環水を絞ったり停止したりすることがあるという理解の元だったのだが、今回の資料の中でP15の⑤取水性の維持で審査では循環水の運用を考慮してでも、取水可能水位を確保が要求されとあり、これだけ読むとCWPを運転しつつ非常用系の水を取れという風に読めるのだが、ずいぶん違ってきているように思える。
- 通常を言うとそれは不可能なことであり、そんな要求は無いと考える。運用を考慮してでも理解はできるが、人に頼るよりインターロックを付けて水位を確認することになる。
- ・それ位の範囲内での考えであると理解すればいいのか。
- 引き波の時に私の所では潮流堰を設置して水位を確保するようにしていて、あくまでも循環水ポンプを停止することに頼っており、運転員に委ねられている。運転員が停止しなくても取水可能なようにと言った主旨だと考えるが、審査ではそこまでなっていなかった。他の電力ではそのような話があったのかもしれない。
- ・地震で循環水系が壊れてしまえば良いが、壊れずに動いていると溜まっている水を循環水系に引いて行ってしまい、非常用系に流れなくなるところがあったので、仮に循環水系が動いていても大丈夫なように何か対応しなさいという意図だと考える。厳密にそこまでやっているかということ、確認が必要である。

- 貯留堰の対策は循環水系を停止することが前提である。
- そのような意味では先程のプラントを停止・再起動するところの基本的な考えは津波の形態が色々あるので、この耐津波設計技術規程の中には、そのような場合に機器はどうなるのか、どう対処するのか、ある種盛り込まれているので、それを逆に見てその津波が来た時にはどこの機器はどうなるといった想像をしながら、最終的にはプラントのオペレーションをどうしたらいいのか、参考になる知見を抽出していく必要がある。再起動する時にはどの機器を点検すればいいのか等導き出される。このような考え方で検討していただきたい。
- ・関連個所としては P5 の上の記載とか、P8 の表の④にプラントの停止及び停止後再起動基準について記載があり、いかにも基準を作るような考えであるが、幹事の考えを聞きたい。
- 元々再起動プロセスというドラフトの資料を作成していたが、火山 JEAG で同様なものを作成していたが、名前等変更して参考資料として付けている。
- ・火山 JEAG では当初ガイドラインとしていたが、名前がふさわしくないという事で、留意事項とか基本的な考え方を JEAG の中に入れるという形で検討している。
 - ・火山 JEAG で参考資料で入れた留意事項等は、どんな名称になっているのか。
- 参考資料として「火山噴火後の施設の影響確認に係る留意事項」という名称で入れている。
- P5 の【対応】の表現は「プラント停止・起動の考え方…調査も踏まえ、検討を行う」となっており明確に記載されているのでいいと思う。
- ・津波検知の広域的な取り組みが、GPS、光ファイバー等でなされているが、それが出来上がると、津波の検知もかなり早い段階で出来るようになる。そうすると対応に時間的余裕が生まれるし、事前に来る津波の高さが正確に予想されると、その後の運転をどうするか判断に使えるし、調査も並行して出来る。
- 設置機器も増えているし、その解析技術も進んでいるので、正に今発展しつつある分野である。
- ・規程は科学技術の進歩に合わせて改定していくのは正しい選択だと思うので、新しい技術をどんどん読み込んで使いやすい対応方針が準備の段階で出来ればいいと思っている。
- 津波検知の事は防災科学技術研究所が実施していて、沖合に津波警報検知器を置いておいて、早期に津波を探知し、検知した津波でのシナリオいくつか準備していて、信号を早い段階で検知し、浸水域まで予測すべく研究している。その研究成果は順次公開されていき、原子力だけでなく一般工作物も含め使えるように整備されている。
- ・電力の方でも電力中央研究所と一緒にGPS波浪計のデータを既にいただいているし、それとは別にDONET（地震・津波観測監視システム）で和歌山沖に設置されている地震計と水圧系のデータも既に取込んでいる。また防災科学技術研究所のS-net（日本海溝海底地震津波観測網）についても研究として順次進めている。GPS波浪計のデータだけではちょっと不足なので、DONET等のデータと各社それぞれでHFレーダのデータも前面に付けて複合的にみて、どれ位の時間でどれ位の津波が来るかという事を研究的に進めてきているが、まだ発展途上であり、各データを上手に使ってより精度が高く出来るかである。そのような情報もシェアできるのではと考えている。
- 基本的な考え方で科学技術は進歩するので、期待しつつも、前段の予測において、誰かがこれが津波のハザードマップですといった時、実際と違っていた時の影響が大きいので、そ

こら辺の進行を見込むのが一点と一方で規程の中ではそれをどのように深堀しながら取り込むかである。単純に言えばプラントを止めるか止めないかであり、止めても手順がしっかりしていれば再起動が簡単にできるとか、一旦止めると再起動がもの凄く大変なので、なるべく止めたくないとなり、万が一の時の対応に苦慮することとなる。津波による影響は何処に現れてくるのか、プラントを止める止めないではなく、色々な機器レベルで細かく見ておいて、それを条件として積み上げた上で、最終的にどういったアクションで、どういったクライテリアでのぞむのかを、最終的には規程に取込むかどうかである。それを考える時にはセットで、何をどうすれば起動できるのかを合わせて考えることにより全体が見えてくると思う。地震の議論を聞いていても、何で止めたのかどこも何も問題が無いのに、点検をしなければいけない、そういう意味で再稼働する手順をトータルで考えておくことが大事である。

- 全くその通りであると思うのは、地震の場合はどの機器も同じように揺らされるので、スクラム信号を叩くほどの地震が来ると、機器が健全か再使用が可能かという事を全てチェックしなければいけない。津波の場合はレベルによっても違うし、防潮堤を超えるか超えないかによって被害を受ける設備が相当絞られてくるので、言われていることは正しいと考える。地震の場合はやたらめったら点検をしないと正しいとは認めてもらえないが、津波の場合は損傷を受ける設備が限定されるので、DBAのレベルであれば、RSWのポンプピットとその周りがクリティカルになると考える。構造強評価で防潮堤の漏えいをチェックしなければいけないかと考えている。

- 防潮堤は越流するか敷地内の水位が上昇するか、それはスクラムしてもいいような事象かもしれない。防潮堤を越流し津波が流れ込んで来たら、かなり速やかに対応しなければいけなくなる。

- 津波が防潮堤を超えるか超えないかという点、DBAではほとんどが超えないと考えられるので、点検する設備は絞られてくる。

→設計技術規程が細分化されたので、この中に津波と人の間の対応関係が知見として読み込まれる。これを逆に別の観点から見ると、使える状況が出てくると思われる。それで再起動基準を作ると言う訳ではないが、まずは原子炉を理解し、洗い出したものを規程の中にぜひ盛り込んでいただきたい。再起動という再起動がきちんと手順化されていて、出来るからこそ安心して止められる。安心して止められるから、未然に色々な規格が安全に対しても、大きなハザードに対しても準備ができるというバランス感がある。

- SWG3 (土木・建築構造物作業会) ではP2に記載しているように体制を見直しているのですが、それに関連して3. スケジュールで8月の4章 (SWG2,3) になっていて意味深な気がするのだが、SWG2 のスケジュールの方が現実的だと思うのだが、間違いではないか。8月に何を期待されているのかが分からない。

→体制の記載については最後に調整していたところではあるが、幹事間の理解がずれていた可能性がある。ただ頭の所に記載しているSWG2の課題は基本的に抽象的なものが多く、2と言っていた対象が3章の津波評価の部分と考え、今回元々SWG3が見ていた防潮堤の設計とかは今審査に出てきていて主役と言えここかと考え、最初に説明してもらおうのは土木構造物設計の第3章の津波評価をお願いしようと考えている。

- 今日紹介がある川内原子力発電所とかはPWRに係る実績的なものをイメージされている

のか。

→内容はそれも含めてこの資料の一番最初に記載しているような話とか、土木構造物の設計だとそれに関連する研究開発、国内外の規格、設計の実績等をお願いしている。

・機器側のイメージなのだが、今年度機器側は PWR プラントで津波対策を何かやっているかという、海水ポンプ関係を行っているが、正直言ってあまりない。今年度は論文関係の整理とそれを踏まえた改定すべき内容のまとめを行うこととしている。P17のSWG4全体活動スケジュールの上から2番目にJEACの改定に向けたスケジュールを記載しており、2015年では津波波力共研は終わっていて論文が提出される。漂流物関係はまだ実施中であり、2015年の作業内容はあまり無いイメージでいた。

・そうではなくて8月は後2か月後なのですが、スケジュールには土木設計と記載されているので、

→今できるのは審査の状況の整理しかないので、川内原子力発電所と高浜原子力発電所での防潮堤等の設計はこんな考え方でやりなさいという話があったものを、このようにしたといった話とか、審査での状況を整理したものを説明することだと思っている。

・既存のPWRの審査実績を紹介する中で課題だとかを紹介するイメージなのか聞いただけである。文献調査について土木関係は既に終わっていることなので、意識あわせが出来ているのかと思った。

→トップバッターの所はあまり時間もないし、公開されている審査資料の数も限定されるので、このようにしており合意されている。審査で国に見られているものだけを対象とするのは後ろ向きかなとも思うのだが、特に機電は用件にはないが各社色々されているのでその辺こそ調査すべきことかなとも思っている。

→基本的に今後の活動計画については今回意見をいただいたので、今後の計画に反映していただく。第1回の時に具体的に何をするかという事については、SWGの幹事と良く調整してください。

(6) その他

・次回の検討会は、後日調整して連絡することとした。

以上