

第8回 津波検討会 議事録

1. 開催日時：平成 25 年 11 月 8 日(木) 13:40～17:25

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），長澤幹事（東京電力），森北副幹事（関西電力），
河村副幹事（中部電力），池野（電力中央研究所），鈴木（原子力安全推進協会），
楊井（東京電力），戸村（日本原子力発電），石田（中部電力），伏見（関西電力），
羽田野（東芝），伊神（三菱重工業），朝倉（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）（16名）

欠席委員：奈良林副主査（北海道大学），藤間（防衛大学校），菅野（元耐震改修支援センター），
富田（港湾空港技術研究所），松山（電力中央研究所），（5名）

常時参加者：仁科（東京電力），平田（東北電力），只隅（東北電力）（3名）

オブザーバー：島（東京電力），大槻，和田（日立GEニュークリア・エナジー）（3名）

事務局：井上（日本電気協会）（1名）

4. 配布資料

資料 No8-1 第7回津波検討会議事録(案)

資料 No8-2-1 耐津波設計技術規程（案）書面投票意見・コメント対応方針

資料 No8-2-2 原子力発電所耐津波設計技術規程（案）変更前後比較表

参考1 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則
及び規則の解釈（抜粋）

参考2 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

参考3 耐津波設計に係る工認審査ガイド

参考4 耐津波設計技術規程（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16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(14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3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

事務局より，資料 No.8-1 に基づき第7回津波検討会議事録(案)について説明があり，誤字の

修正により正式な議事録にすることが了承された。

(3) 耐津波設計技術規程（案）書面投票意見・コメント対応方針について

長澤幹事及び各章の SW 担当者より，資料 No.8-2-1，2 に基づき書面投票意見・コメント対応方針について説明があり，一部これから意見交換する部分もあるが，本案を本日のコメントを踏まえて修正し 11 月 22 日の耐震設計分科会にて審議頂く事について全員の挙手により決議された。

主な質疑は以下の通り

- ・コメント No.4 で文章の意味が良く分からないところがある。「機能の喪失を安全側に設定することをいう。」とあり，次のような例が考えられるとし，防潮堤等の土木構造物は機能喪失は考慮しないといっている。防潮堤とか防潮壁は損傷・劣化することがあると考えるが。
→文章の意図は保守的な想定とはの後に設備の特徴や信頼性を踏まえ，信頼性に基づいて機能喪失等を考慮するしないを追求することである。
- ・何故，防潮堤等の土木構造物が事例としてここに出てくるのか違和感を感じるし，事例として見た時に機能喪失は考慮しないと言うのはおかしい。安全側に設定するなら考慮しなければいけないと考えるが。
→安全側に設定する＝設備の特徴をとらえて設定することであり，例示で記載している防潮堤等と貫通部上水等において，防潮堤のように頑丈なものと，貫通部上水等を比べると後者は信頼性が低く不具合率が高いが，防潮堤では僅かなピンホールがあっても信頼性に影響を与えるようなものではないと言った差を表現したものである。
- ・当然想定した外力があって，想定した外力では壊れないし機能喪失しないように設計するのが前提であり，損傷しても機能維持が出来ていればいい。例えばコンクリートでクラック一つ入らないようにしなければいけないことが本当に必要なのかと言った話にもなる。
→細かく書くことが必要かもしれないが，これには次のような例が考えられる以降の例示も含め記載しなくても，上の 4 行で保守的な想定は分かるのではないかと思う。
- ・それに賛成である。
- ・前段否定の考え方は収束法の考え方であるが，使用すると非常に誤解を与え易く，何処まで否定するかが付きまとうため上げ足を取られやすい。
- ・防潮堤と土木構造物は機能喪失は考慮しないと言う事を言うために書いているのか。
→例示としてこういった考えもあると言う位置付けで記載している。
→信頼性を踏まえその機能の喪失を安全側に想定すると言った記載ではどうか。
- ・ここで機能喪失を使用しているので，b. 2 行目の最初の「損傷等」は「機能喪失」に言葉を合わせてはどうか。
- ・損傷＝機能喪失という設備もあるかも知れないが，土木構造物のようなものは損傷＝機能喪失ではない。例えば土の盛土は粘り強い構造にしなさいと言われており，粘り強いとは損傷はするが機能は最後まで喪失しない構造物にすることである。頑健だから信頼性が高いと書いてあるが，一般的に読めば損傷しないと読める。最後の砦は機能喪失しないことである。損傷＝機能喪失のところとそうでないところがあるので使い分けないと誤解を招く。

- ・機能喪失と言う言葉は他でも使っているのか。
- 施設の機能と単体設備の機能と言うように使い方を覚えて記載している。
- ・今の議論の通りで機能の喪失と言うと色んな捉え方があるので、損傷の程度によるイメージにして機能を使わない方がいいと考える。
- 元々機能と言う言葉を使っているのは、守られる設備に対して必要な機能が維持できることと言うことで機能の維持を使っている。安全機能を・・・といった基準の言葉と同じ使い方をしており、解説のc. 防護の多重化・多様化の中の保守的な想定において防護は津波防護施設、浸水防止設備の設計時に、浸水を生じるような事象に対する保守性を考えることである。例えば取水路のような土木構造物は、浸水防止施設でも津波防護施設でもないが、そもそも浸水防止機能はあるがこの規程では定義していない。そういったものが機能を失わないと言った時に、それは何の機能かということになる。
- ・前の頁の1.2.5.1(1)c. 防護の多重化・多様化の下から2行目に「浸水量を保守的に想定した上で」とあり、浸水量を保守的に評価しなさいとは保守的にどうする事かを解説に記載するつもりが、赤字で記載しているのは防護対策に対する前段否定をしており、そこは行き過ぎであり、防潮堤の中の浸水対策は浸水量を評価する上で十分保守的な評価をするという事を書いてはどうか。
- 2通りあって外郭防護の1と2があった場合、1が損傷しても2で止めますと言う多重性もあるし、防護施設で無い物が他の所で壊れて漏れこんできますと言う例もあると考える。2通りあるという認識で赤字の所の各種の防護やその他の施設・設備について見て頂くと色々な設備が含まれるが、より広い範囲で浸水するような想定を考えている。
- ・外郭防護を前段否定すると防潮堤の2重化のような話になるので、基本的な考え方から切り離すべきと考える。外郭防護の中で浸水するものをどのように保守的な評価をするかの姿勢を多重化・多様化の中で考えていくことと思うので、あまり外郭防護の機能喪失という議論ではないと考える。
- ・本文は保守的に想定した上で浸水防護重点化範囲の浸水の可能性を考えようと言うことか。外郭防護の2が破られて浸水防護重点化範囲まで水が来た場合を考えていて、外郭防護の1について言及はしていない。
- ・比較表P10の上から2行目に記載がある「その他の施設・設備・・・建屋の浸水」を具体的に解説する必要はあるが、これ以外の保守的を解説しようとするとおかしくなってしまう。
- 「その他の施設・設備の損傷等を保守的に想定」の説明を赤字で書いたつもりである。
- その対象となる設備が本文のc. 防護の多重化・多様化に記載されている外郭施設から中の話で浸水した場合の浸水防護に対する設備の損傷モードを想定し、それらの内側にある守るべき設備に対して守れるかどうかを保守的な浸水量で想定している。
- 今再起動の審査で問われている建屋内の循環水の配管が壊れたらそこから浸水することも想定しなさいと言う話があり、防護が破れた時だけでなく防護設備以外の設備が壊れて水が入ってくる事も考えておかなければいけないので、そこも保守的な想定であるのでその表現も考えたいと思っている。
- ・そういったことを出した方がいいのでは。
- 前回の耐震設計分科会で「保守的」は曖昧な言葉だと言われたこともあり、ここで今回の

質問と合わせて説明を加えようと考えた。

- ・その保守的と言うのはもう少し分かりやすく記載して欲しいと言うことではないか。
 - ・こういう分野で保守的に設定するか安全側に設定するかしかないような気がするが。
- コメントを受けてもう少し具体的なイメージが与えられるような情報が必要かと考えた。
- ・この場合にはある種の機能や強度を、保守的に想定すると強度が足りないとか機能が果たせないとかといった減ずる方向で程度の問題はあるが自動的に決まってくる。この質問からすると保守的に対して適切な要求が必要だと言っており、別に程度を表現するように言っているのではなく保守的と言う言い方が気になると言ってる。ただ別な言葉にしてケースバイケースで行いだした時に程度の問題が出てくるので難しくなる。これで問題ないとするこどもでも良いと考える。
- 問題ないと回答するとこの質問はクリアになるが、分科会で委員の方から保守的は曖昧過ぎる言葉であるとの問題提議が浮上してくる。
- ・用語の使い方としては非常に保守的に想定しておりそのままなので、ここはそのまま残しておきたいと考える。保守的の意味合いは程度の問題とか感受性の問題であるのでここでは記載をより丁寧にした。あまり程度の問題に至らないような一般的な書き方でいいと思う。
- ここでは損傷とか機能の喪失という言葉が解説に入れており、損傷であれば損傷があり得るとか機能喪失が起り得るといった減じる方向であり、保守的であると言える。
- ・比較表 P10 の原文の上から 5 行目で「なお、「保守的な想定」は「1.2.2 基本的な考え方」の解説(2)に」と明記してあり、その中では劣化モード、機能喪失モードが明記してある。修正案を見ると劣化モード、機能喪失モードは置いておいて違う言葉で進めようとしている。今の議論のように程度の話をするとう泥沼に入る可能性があるが、劣化モード、機能喪失モードを劣化の程度あるいは損傷の状態を考えると多少程度の問題に踏み込むが、機能喪失は前段否定は言わないにしても、多重防護の観点から安全側にと、今劣化モード、機能喪失モードだけのところをもう少し適切に行うという適切さに定量感が出るような解説にすると具体例をあげなくても今残っている文書の損傷モードとか故障モードとか設計上の保修管理とかがもう少し対応付けられると納得感に繋がると考える。元々、劣化モード、機能喪失モードを適切に考慮することが基本的な考え方に述べられており、それを保守的と言うのはどういうことかをここで解説するという位置付けではないかと考えるが。
- 原文のなお以降の 3 行が言い得ている訳であり、コメント No.4 の保守的な想定のコメント対応方針は解説の原文のなお以降の記載内容について具体的にはこういう意味ですとの説明を記載し原文は変えずとすることとした。
- ・大鳥委員のコメントの主旨は、現状では 2 次元計算と 3 次元計算のどちらが優位だと言いたいのか。
- この原文は 10 年前に作成された津波評価技術(2002)からの引用であり、その頃はほとんど 2 次元計算しかなく、暗黙の了解でこの計算法は平面 2 次元計算であると読者は理解できていたが、最近では、3 次元計算も普及、実用化されつつある。記述対象は何かがわかるように、「平面 2 次元計算, 平面 2 次元による遡上計算によれば」との記載を追加する必要がある。- ・前回の分科会で基準津波 Ts は周期の記号でよく使われるので間違えやすい。記号を変えた方がいいとの意見があったが、このまま次回の分科会に出すとコメントが付かないか。

- 用語の定義に記載するので問題ないと考えている。今から変更すると大変である。
- ・耐震 JEAC と比較した時に Ss, Sb が耐津波 JEAC では Ts, Tb となるので分かりやすい。
 - ・耐津波 JEAC の中に周期は出てこないか。
- 周期は出てこない。
- ・図の中に「本規程で規定」と記載があるがこれが 1 点に絞られており、これだどこしか規定していないように捉えられるので、削除した方がいいと考えるが。
 - ・この図の中には両矢印とか黒丸とか楕円とかあまり必要ないものがあるように思うが。
- 矢印は黒丸がこの方向に動きますとか、この範囲ですと言った意味で使っている。
- ・地震事象はサイトの受ける地震動を言ってると思うが、陸域の地震があり遠方の巨大地震と重なってきて分かりづらい気がする。
 - ・余分な事が書いてあると返って余計なメッセージになる。この図の主旨は耐津波設計において考慮する地震事象及び津波事象なので、起点の範囲と両方の組み合わせの範囲が一番の主旨なので、基準津波 Ts と基準地震動 Ss があってその組み合わせで Ts と Ss がミックスされ、それによって引き起こされる随伴津波あるいは Ts を超す生起地震動が動くからこういう色の範囲が動くので左下に矢印が付いていると言ったような説明が上の文書の赤字の所に書いてあると言うことでいいか。学術的に言うと図中に書いた記号は図中に説明があるか、その図を説明する本文の中に説明がないと意味がない。図中に落とし込むものと、それに対する説明で本文に落とし込むものを決めあまり曖昧にならないようになっていけばいいと考える。
- この図については意見を基に整理して見直し、上の 4 行の文章も見直してメールにて意見を聞くこととする。
- ・比較表の P12 の 1.2.5.4 の津波の継続時間と地震のところ、基本的な考え方に追加した津波の発生要因と重畳を考えなさいと記載したものを具体的に記載したのがここになるのか。そうすると、他の所には重畳の事については記載していなくて地震だけに出てくるのか。下の解説の所の(2)の地震による影響で最初の赤で記載した 4 行はとるとしても、具体的には津波の発生要因のうち基準津波 Ts が地震により引き起こされた場合について記載してある。基本的な考え方の所で入れたのに消えてなくなり、また基準にしかない。
- そもそも最も影響が大きいと記載されているのでこのような記載にしたが、指摘の通りなので記載を変更する。
- ・防潮堤で気にされていたのが各種図でコンクリートの防潮堤が倒れそうに見えると言われているので、コンクリートの場合には大きめの杭をしっかりと記載しておいてほしい。
 - ・①の防潮堤は記載が充実してきたが、②③は 3 つ並べて考えた時、②の防潮壁は Ts 生起地震動に対して機能が確保できているのか。
- ②の防潮壁はもう少し記載を充実する方向で検討する。
- ・確認だがイベントツリーをやっているここに設定されている色んなパラメータは設定する段階で決まっているものなのか。
- その通りで実力でこの数値が出て来る訳ではなくて設計手法で計算した結果出てくるものであるため、この数値自体が裕度を持っている。
- ・その話と言うのは規程の中に記載しておくべきなのか、イベントツリーを使いますと言っ

た段階で自動的に入っているものなのか。

→暗黙の了解としては国内では設計手法でやっている。ストレステスト等で。海外の例だとそれもめんどくさいので、各設備毎にマージンを含んだデータを入れた状態で実施している。

・コメント対応の一番初めに保守的な想定、保守的にと言うのが出たけど、まさに保守的と言うのはその数値の中に入っているということであればこのまま一貫して使えばいいと思うが。

→これは設計の技術規定なので全て確定論的にするが、確定論的にやりつつ各部位あるいはシステムの総合関連をおさえるためにイベントツリーとかフォールトツリーという方法を活用する。これを活用する時には色んなばらつきを確定論的なアプローチの中でしていくが技術的な説明は必要と考える。

・附図 7.1-1 のフローで⑤を説明した括弧の中の記載を見ると最も低い許容津波高さのものしか対策しないとか⑥では脆弱な収束シナリオだけを対策するように見える。

→⑥の脆弱な収束シナリオが有りの場合には無しとなるまで④の前にフィードバックし、⑥脆弱な収束シナリオがで無しとなるまでフィードバックして対策を行うので全て対策することとなる。

→附図 7.1-1 のアルゴリズムの説明をしっかりとし、理解して頂けるようにする必要がある。この件に関しては後日意見交換するということなので丁寧に説明し理解頂けるようにして頂きたい。

・基準地震動 S_s と基準津波 T_s を組み合わせると言うことは具体的にはどういうことなのか。

→ここでは津波外力と組み合わせる運転状態であり、何が一番厳しいかと言うと地震と違ってプラントがスクラムしないので、通常運転中に大きな津波が来るのが一番厳しくなる。

・P31 の解説を読むと津波の従属事象としては基準地震動 S_s と組み合わせると読めるが

→基準津波 T_s と組み合わせる運転状態は、基準地震動 S_s による地震力と組み合わせることとなっている。

・元々この表題自体が地震荷重と組み合わせる運転状態というキーワードが入っている。

・それはサイトによって違う訳だしそんなに地震は大きくありませんと言う所だと運転状態 I となる。

→設計の時は予めこんな事が起こり得るだろうと想定して、その中で荷重が一番厳しくなるものを設計に考慮しており、運転状態が違ったらこの応力になると言うことはしていない。一番厳しくなるであろうと言うものを設定している。

・P31 の記載は地震力と組み合わせる運転状態を基準津波と組み合わせるとした方が分かりやすくなる。

・その時に従属事象だけで運転状態を使用するということなので、地震の規模はどれくらいかを記載しておいた方がいいと考えるが。

→そこはやり過ぎではないかと思う。

・遠地地震が起きた時に津波は大きいけど地震は来ないという時に地震力を全然考慮しないのかという観点の質問が出ていたが、チリ地震だと津波だけ来て津波外力は考慮するが地震力は考慮しないのか。

・P30 の色んな従属事象を見た時に地震の場合は地震荷重を受けてスクラムすれば、制御棒

駆動系だとかの荷重を計算しなさいとなるが、津波の従属事象は基本的には防潮堤で止まっているのであまりなく運転状態 I で終わっていると考えられるので、基本的に組み合わせるものが無いと思われる。そういった時に津波の従属事象としてここに上げているが、組合わせた方が厳しいし、基準地震動 Ss で整理されたものがあるのでそれを列挙して念のために組み合わせることをしていると言うことですか。本来なら基準津波 Ts があってそれを生起する地震動が小さいものであればスクラムも起こらないし何も起こらない場合もある訳で運転状態 I の場合もある訳である。従属事象が無いという割引きが出来ることがあるが、割引きはしないこととする。ただし津波生起地震動に従属するものを検討した後にそれを組み合わせる運転状態としてよいと言った考えでよいか。

→実際の設計ではそうすると考える。

・解説の所で基準地震動 Ss が MAX 値であると読めない。「設計上考慮する最大の津波生起地震動を考慮して」と「基準地震動 Ss」によるペアで最大の基準地震動 Ss と言おうとしているのか。基準津波 Ts と組み合わせるのはそれを引き起こす津波生起地震に付随して起こる運転状態でいいのではないか。

→基準地震動 Ss を残そうとして修文しているので、原文を本日頂いた意見で修文して回答したいと考える。

・コメント No.25 で津波検討会としてはこのまま JEAC で進めると言うことか。

→その通り

・耐震設計分科会の委員の方々の感触ですが、全体のシステムとか基本的考え方については JEAC に値すると思われるが、まだ今後の研究の進展を待たなければならない案件は、議論の判断として全体 JEAC、全体 JEAG の判断しかなかったので意見が出しづらかったと言われている方がおられるようである。無理にこのまま進めて JEAC とするのもいいが、そのような意見があったと言う事を知っておいて頂きたい。私個人の考えですが、漂流物とか砂移動・洗掘等が検討段階であり、参加してる今年の海岸工学の学会で、盛土による洗掘対策が幾つか出てきてる進行段階の部分もあるので、無理やり JEAC として上げて頂くのもどうかと考える。ステップ 2 で追加すればいいとの考えもあるが、ステップ 2 の段階で、JEAG を JEAC に上げればいいと言う考えもあるのではないか。

→JEAC と JEAG には差が無いようにも見えるところもあり、個人的には時間スケジュールを考えると、もし 2 つに分割すると 2 つが殆どシンクロナイズドして出来上がっていかないと結局どちらかが使えない歯抜けの状態になるような気がする。そういう意味で一体型の方が大変だろうが、規格という観点からするとある種の割り切りが必要なので一体型で行きたいと考える。

・過去に JEAC で制定後に分割したような事例はないか。

→耐震 JEAC は当初 3 分冊の JEAG であったものを纏めて JEAC4601-2008 にしたが、地震動評価も一緒に JEAC 化しようとしたが不確かさ等の部分で明らかにこうだと言う事が決め難いものが多いと言うことで JEAG のまま残している。津波の指針を JEAC にするか JEAG にするか基本方針作業会でも議論したが、現状公開論文になっているものがあるのであれば、そこまでは JEAC のままでいいのではないか。今後固まっていくものは、その段階で反映していくことにしようとなった。公開されている査読論文までは取り込みましょ

うという線を引いているはずなので、別に JEAG でなくてもいいと言う議論をしてある程度 JEAC の中で収まるだろうと言うこととなっている。もしまだ現在進行中の部分があって、次の改定で反映しなければいけないと言うのであれば、本件の高度化と言う扱いで、固まった段階で反映する位置付けで問題ないとする。

・ここで意見が出ていると言うことは、分科会委員の中で JEAC か JEAG かの判断基準がまちまちであるとする。意見者には規定を調べて JEAC と JEAG の区別はあまりないと言うことを伝えたが、明確な規定の説明がないと納得して頂けないように考える。

→分野的には色んな各システム応用分野ではあるが、ジャーナルペーパーあるいはきちっとした報告書があって、その内容を取り込んで作成しているのであれば、学問的にはこれからもどんどん新しい事が出る分野ではあるので、きちっとレビューされているものをベースに使っていけばいいとする。学問、技術分野全体がまだこれから発展する分野であるので、常にきちっと学術的にレビューを受けた成果をベースに新しい知見等を取込んでいくこととしたい。とにかく方針をきちんと説明できるようにしておく必要があるとする。

今後のプロセスとしては 11 月 22 日に耐震設計分科会、11 月 13 日に大鳥委員との意見交換と言う手順で行くこととなります。また、本意見対応案については耐震設計分科会前に分科会長に説明に行く。

(4) その他

- ・事務局より 12 月 17 日に原子力規格委員会があるとの報告があった。
規格委員会での説明時間は限られているので本質的な所を説明できるように纏めて下さい。
- ・次回の検討会は 12 月 17 日の規格委員会での様子を見て日程調整することとしたい。

以上