

土木学会 原子力土木委員会 平成 26 年度第 6 回 津波評価小委員会 議事録 (案)

日 時 平成 27 年 3 月 6 日 (金) 13 : 30 ~ 16 : 45
場 所 電力中央研究所 大手町地区 第一会議室
出席者 高橋委員長、佐竹委員、天野委員、有光委員、安中委員、榊山委員、谷委員、
富田委員、平田 (一) 委員、平田 (賢) 委員、中山委員
森 (俊) 氏 (入谷常時参加者代理)、笹田常時参加者、玉井氏 (清水常時参加者代理)、
中村氏 (中嶋常時参加者代理)、松崎常時参加者、奥寺常時参加者、若松常時参加者
松山幹事長、池野幹事、稲垣幹事、内野幹事、木場幹事、芝幹事、殿最幹事、
藤井幹事、藤田幹事、山木幹事
大平オブザーバー、木原オブザーバー、木村オブザーバー、
甲斐田オブザーバー、栗田オブザーバー、佐藤 (嘉) オブザーバー、
志方オブザーバー、鈴木オブザーバー、土屋オブザーバー、文屋オブザーバー、
保坂オブザーバー、村上オブザーバー、森 (勇) オブザーバー

次 第

- (1) 前回議事録の確認 (資料-1)
- (2) 東北地方太平洋沖地震を踏まえた検討
 - 1) 津波ハザード評価手法に関する検討 (資料-2-1)
 - 2) “ばらつき”に関する検討 (資料-2-2)
- (3) 敷地浸水時の津波挙動に関する検討 (資料-3)
- (4) 海底地すべり・山体崩壊の評価手法に関する検討 (資料-4)
- (5) 取放水設備の水位変動計算について (資料-5)
- (6) 津波作用時の傾斜堤の健全性評価手法に関する研究 (資料-6)
- (7) その他

議 事

- (1) 前回議事録の確認 (資料-1)
-

特記事項なし。

- (2) 東北地方太平洋沖地震を踏まえた検討
-

- 1) 津波ハザード評価手法に関する検討 (資料-2-1)
-

C : 以前は、更新過程とポアソン過程の両方を用いて評価するスタンスであった。現在の原子力学会の地震 PRA や津波 PRA 等においても同様の方針である。これらと今回提案のあった評価方法はどのように違うのか。東北地方太平洋沖地震津波の波源の領域は、北側と南側の範囲を小さく設定しているため恣意的な設定のように見えてしまう。以前に設定した確率論の評価手法を基本とし、どの様に変えるのがよいかもう少し議論した方がよいと思う。

A：原子力発電所の津波評価技術（改訂版）（以下、「改訂版」という）では、標準的な津波ハザード評価の考え方や原則に関して記載する予定である。その上で、あくまで例示として計算例を提示するためのロジックツリー設定の考え方である。

Q：ポアソン過程と長期間平均モデル、さらに当面の評価方法は違うという議論を土木学会2011の策定時にしている。その際は、ロジックツリーの分岐としてそれらを扱わないとした。長期間平均とは、長い期間の中で平均的にどのような波源になるかを評価し、それをベースに現時点から50年の超過確率を評価するものである。原子力の分野では、通常、50年間の超過確率を用いているが、今回、30年間の超過確率を用いたのはなぜか。

A：特段の理由はない。長期間平均と更新過程はどちらも並行して評価することができる。ポアソン過程を用いてモデル化した海域においても、現時点から30年間の超過確率を求めることができる。改訂版の例示計算では、各海域において特徴的な波源を選択して例示をする予定である。

Q：東北地方太平洋沖型の波源について、更新過程とポアソン過程を用いて評価をするということか。

A：原子力発電所の津波評価技術(2002)（以下、「2002版」という）においても、基本的な考え方を示した上で、例示計算を示すという構成としており、改訂版でも踏襲する予定である。また、2002版の例示計算の対象が狭かったことから、改訂版ではこの範囲を広げるために各海域で例示計算を行うことを考えている。

Q：例示とは言え、第三者から見れば、土木学会津波小委員会の報告書の波源となる。誤解を招き、例示計算の結果が独り歩きをしないかが心配である。

A：「例示」という位置付けと、あくまで技術参考書であることを明示することで対応することを考えている。

C：とはいえ、2002版は例示計算が基準の様に扱われていた側面があったため、技術参考書であることを明示するのがよい。現在、内閣府は、南海トラフの波源設定を行っている。内閣府が新しい波源を公表した際、改訂版の波源の方が正しいとは言えない。改訂版の例示計算は、評価方法の例であり、改訂版を参照する場合、最新知見を適用する旨を明示するのがよい。

Q：Mc（固有地震の中心Mw）の最大値の設定は、認識論的不確実性であると思う。

A：認識論的不確実性は確率分布として与えており、津波推定値のばらつきは偶然的な確率として与えている。応力降下量が与えられる固有地震は幅を用いて波源を設定し、Mcが与えられる固有地震は確率分布を用いて設定する。

Q：固有地震の幅を考慮することに関しては、地震により応力降下量が異なる場合と、波源の面積が異なる場合とがある。それらを議論することなく、応力降下量を用いてMcを算出することが気になっている。説明によれば、Mcを1つの値に設定するとのことだが、それは固有地震の幅を考慮していないことになる。

- A：応力降下量を基に、固有地震の幅を設定しているため、考えられる最大限の規模の波源の面積を想定することになる。あまりにも大規模な波源は領域間の連動として扱う。
- C：長期間平均モデルを用いた手法を例示計算として提示した方が、誤解がないのではないか。また、波源の面積が決定されていない海域では、応力降下量と幅の2つの不確実性が存在し、それらを考慮するためには長期間平均モデルを用いた方が良いかもしれないと思う。
- C：基本的にはポアソン過程を用いて評価をし、日本海溝と南海トラフ等、更新過程が適用可能である海域では、更新過程でも評価するのがよいと思う。その様にして、土木学会として、どちらかの手法に固執することのない例示計算として示すことができる。
- C：将来どのような地震が発生するかについては、長期間平均モデルを用いる。そして、1つの海域で全く同じ地震が発生する確率は低いことについては、更新過程とポアソン過程の両方で評価する必要がある。

2) “ばらつき”に関する検討

(資料-2-2)

- Q：正規分布の裾の打ち切りについては、 2.3σ は最低限必要な水準だと思う。今回の提案は、ばらつきの打ち切りをひとつにするということか。
- A：土木学会2011で 2.3σ と 10σ の分岐のうち、 10σ の分岐を 3σ にするということである。
- C：平均的なモデルを設定するのであれば 3σ を用いるのは妥当である。しかし、積極的に 3σ で打ち切ることについては疑問である。
- C：地震PRAでは、 3σ で打ち切りを行っている。原子力関連のハザード評価における地震動評価においても、概ね 3σ で打ち切りを行っている。
- C：津波の計算はメッシュサイズに依存する。また、非静水圧モデルと静水圧モデルの違いによっても計算結果が異なる。そのため、様々な計算条件の中で、 3σ の打ち切りと決めることはできるのか。例えば『50mメッシュより細かい地形データ用いた場合に限り、 3σ を用いてよい』等の条件を付記した方がよいのではないか。
- C：知見が増えてきていることにより認識論的不確実性が小さくなるため、ある程度ばらつきを小さくしても良いと考える。

(3) 敷地浸水時の津波挙動に関する検討

(資料-3)

Q：4つ質問・コメントがある。

- ・p.8において、衝突力と衝突速度の関係で実験結果をまとめているが、重さとの関係は必要ないのか。
- ・丸太の縦置きの場合と横置きの場合の結果を、同じ図にプロットすることができるのか。説明があった。しかし、縦置き・横置きの場合も衝突機構は同じであるため、単位幅当りの衝突力とすれば、同じ図にプロットすることができるのではないか。
- ・付加質量の影響がないというのは正しいのか。例えば、名古屋大学の行った実験では、

付加質量は有意な値が与えられていた。また、私の知る他の実験でも、付加質量は 1.0 ではなかったと思う。

・クッション効果により、多くの実験ケースにおいて丸太が壁に衝突しなかったとのことだが、それは壁に対して垂直に木材を衝突させたからであり、丸太を斜めに衝突させた場合、より衝突するかもしれない。

A : p.22 の FEMA(2012)の式に用いた質量は、電中研での車両の静的載荷試験の実験により算出している。

A ・有川ら(2010)の式や松富(1999)の式は、長さスケールが考慮されている。一方、FEMA の式では、長さのスケールが考慮されていない。そのため、長さスケールを有効軸剛性 k で代表させている。FEMA の式は安全側の評価を目的にしているため、丸太の縦方向の軸合成がカタログ値として記載されている。また、丸太の縦置きと横置きのケースで異なる有効軸剛性を使用することは可能である。さらに松富先生は、衝突角度に依存した衝突力の算定式を提案しているため、角度を考慮することも可能である。

・クッション効果については、丸太が壁に接近した際は、計測用カメラに水しぶきが付着することで衝突速度を計測できなかった事例があった。そのため、今回使用した衝突速度が、真の衝突速度ではない可能性がある。したがって、付加質量よりこの影響の方が大きかったことが、付加質量が効かなかった原因かもしれない。

補足だが、静的載荷試験で求めた軸剛性は、気中試験と同程度の衝突力で行った。理由は、静的載荷試験や気中試験では、後の水中試験で用いる実験車両に損傷を与えたくないからである。気中試験での車両の衝突速度は 0.4m/s までで、この衝突速度では、車両前方のバンパーが振動する程度であり、観測値の軸剛性はバンパーのばね係数の様な値になっているかもしれない。一方、水中試験では、バンパーではなくフレームの塑性に起因した衝突力となっている。

(4) 海底地すべり・山体崩壊の評価手法に関する検討

(資料-4)

C : 地震に関してスクリーニングする場合、阿部(1989)の予測式を使うことができる。しかし、地すべりや山体崩壊による津波の場合、スクリーニングに用いる式ははまだ提案されていない。小委員会での議論を踏まえ、今回、指向性を考慮して検討した結果、保守性がある式であることを確認することができたということである。

(5) 取放水設備の水位変動計算について

(資料-5)

C : 上下水道分野の流体解析においては立坑の数が多い場合に三次元解析を用いていると考えているが、発電所の津波評価において、三次元解析を用いた取水路の管路解析の例は見ることがない。三次元解析を用いることにより再現精度が向上する可能性は考えられるものの、三次元解析の計算負荷の大きさと、一次元解析でも再現可能であることを鑑みると、実務で三次元解析を適用する必要性は低いのではないかと。

C : 上下水道の解析の場合、管路が複雑であるため、三次元解析をやっている側面もある。発電所の取水路のように、立坑の数が少ない場合は一次元解析で十分ではないかと。

Q：実験では、どのような相似側を用いているのか。

A：外力とテトラポットに関してはフルードの相似側を用いている。この場合、相似側を適用することにより、テトラポットの抗力係数に実現象との差異が生じる。しかし、私の過去の実験の結果によれば、実験で得られたレイノルズ数の中で最も大きなレイノルズ数を用いれば保守的な評価となることが分かっている。

C：私の過去の実験においても、沖側で実験値と計算値の水位波形を合わせた後、流速の計算値を用いた結果、水位と流速ともに実験値と計算値がよく一致した。港湾空港技術研究所で実施した他の実験においても、流速の最大値については検討できなかったものの、本検討と同じ結果であったと思う。

C：参考までに申し上げますと、沖縄での海水揚水の発電所の事例では、取放水の影響でブロックが動くのではないかと懸念された。そのため、岩盤を掘り込み、数個のブロックの根固めを行った。対策後、約 20 年経過した現在でもブロックは動いていない。したがって、ブロックの根固め効果の効果はあったと言える。

以 上