

# 土木学会 原子力土木委員会 津波評価部会 第5回 議事録

日 時：平成 16 年 11 月 1 日（月）14：00～17：00

場 所：土木学会 2 階講堂

出席者：首藤主査，磯部委員，平石委員，能島委員，坂本委員，小林委員，酒井委員，大津委員，堀江氏（金谷委員代理），目見田氏，中嶋委員，野口委員，浅野委員，笹田氏（梶田委員代理），伴委員，榊山幹事長，安中幹事，池野幹事，稲垣幹事，入谷幹事，木場幹事，藤井幹事，松山幹事，柳沢幹事，山木幹事，橋氏

資 料：議事次第（資料 0）

第 4 回津波評価部会議事録案（資料 1）

数値計算モデルに関する検討（資料 2）

津波水位の確率論的評価法に関する検討（資料 3-1）

ロジックツリー重みづけ案調査票原データ（資料 3-2）

議 題：1．第 4 回津波評価部会議事録の確認

2．津波変形の数値計算モデルの検討，実験との比較

3．津波水位の確率論的評価方法に関する検討

4．その他

概 要：

- ・ 議題 2 において，水位上昇長さの定義，分散項と打ち切り誤差についての議論があり，再検討することとした。
- ・ 議題 2 において，引き続き人為増幅項の検討を行うこととした。
- ・ 議題 3 において，超過確率が小さい領域における大きな津波高さは物理現象としての成立性，空間的ばらつきと時間的ばらつき（エルゴード仮定）についての議論があり，課題を整理することとした。
- ・ 議題 3 において，今回検討した手法の課題整理を行うこととした。

議 事：（Q：質問，C：コメント，A：回答）

## 1．第 4 回津波評価部会議事録案の確認

平成 16 年 6 月 22 日に開催された第 4 回津波評価部会の議事録案が配布され，概要の報告がなされた。追加，修正，コメントがあれば，幹事団へ連絡することとした。第 4 回議事録は，コメント反映後，土木学会原子力土木委員会津波評価部会の HP 上で公開する予定である。

## 2．津波変形の数値計算モデルの検討，実験との比較

幹事団より，津波変形の数値計算モデルの検討，実験との比較について報告がなされた（資料 2）。その際，以下の質疑応答，コメントがあった。

Q：水位上昇長さの定義が難しいのではないかと。ピークとピークの間を取る方が，定義が明確でパラメータとして整理しやすいのではないかと。また，波形の立ち上がり時には分散性は効かないが，ピーク付近では分散性が効いてくるため，波速は場所により異なると思われる。

- A : 今回は重心の移動を算出し , 波の平均的な速度を用いている。
- C : 波形のピーク前後で空間長さが異なる可能性があるため , 計算格子幅を決める際には , 空間長さの短い方を何分割できるかを検討するのが良いのではないか。
- C : 津波の第 1 波の谷と峰の中間の水位に注目して整理した方が , 波速としては安定したパラメータになるのではないか。
- C : 第 1 波の峰と初期水位の中間水位による整理も良いのではないか。
- C : 非線形性が強い場合は峰に着目するべきであるから , 計算格子幅は峰を何分割できるかが重要と考える。ただし理想の話であり , 格子が細かくなりすぎる可能性もある。
- C : 実スケール値と実験スケール値が混在して判りにくい。初めに実験スケール値で議論し , その後に実スケール値での議論として欲しい。
- C : 最小格子幅が波長の  $1/20$  で砕波を議論するのは , 理想からすると未だ粗い。計算機の能力に余裕があるなら , 波長の  $1/50$  程度にすべきではないか。
- C : 水位の空間変化は , 格子の細分化により最大値は落ち着いてきているが , 波形は落ち着いていないのではないか。格子をもっと細かくすると , 計算値が飽和する可能性もある。
- A : 実際の計算を想定すると ,  $1/20$  程度が限界と考えられる。
- C : 支配方程式を差分化した時の誤差項はどのような形か , どのような誤差が残るかについて , 検討した方がよいのではないか。
- C : Peregrine 式では判るが , Madsen 式では線形分散方程式をできるだけ満たすような支配方程式なので近似値しか出せない。
- C : 誤差第一項で見極めるのはどうか。今村・後藤は誤差項が拡散項になると考えた。人為増幅項 ( 負の拡散項 ) を導入するに際して , 理論的に導かれる誤差の影響と , 人為増幅高の影響を分離できると良い。
- C : ここで言う ,  $U_s$  ,  $c$  の定義を明示して欲しい。
- A :  $U_s$  は佐藤 (1995) ので断面平均流速と水表面流速との換算式で評価し ,  $c$  は先の部会で説明した孤立波の理論式を用いた。
- C : Madsen 式は線形分散方程式を改善しているのであり , 非線形な分散項を考慮しているわけではない。例えば Madsen 式による計算結果と実験の比較において , 水位が低く , 波形の幅が広がっているのは , 分散項が足りないことが原因と考えられ , 支配方程式の限界とみられる。実験の再現性を向上するためには , 人為増幅項を加えて波形が尖るようにするしかないと考ええる。
- C : 先の議論に戻るが , この際にも分散項で不足している分を , 人為的増幅高で補う , という説明が判りやすい。
- Q : 高さが重要であるとして , ここで波形を合わせようとする目的は何か。
- A : 遡上高さは波本体の影響が大きいことから , 分裂波の波形の影響は小さいと考えられる。波力や砂移動への評価に対して重要と考えている。
- Q :  $1/200$  勾配の実験における誤差で突出した 2 点は何か。
- A : プロットミスの可能性もある。持ち帰り確認したい。
- Q : 波形の比較はどのように行っているか。
- A : 波形全体の誤差 , つまり , ピークの時間ずれと波形の位相差を補正しないで算出した値

を示している。ピークを合わせた上で、波形の位相差を算出した検討も実施済みである。

C：マニングの粗度係数は  $N=0.01$  で固定か。遡上計算では、結果がマニングの粗度係数に影響され、 $N$  を調節することにより遡上高を合わせることも可能である。

### 3．津波水位の確率論的評価方法に関する検討

幹事団より、津波水位の確率論的評価法に関する検討（資料 3-1）と先に実施したロジック分岐の重みづけ追加アンケートの回答を含めた集計分析結果（資料 3-2）について、報告がなされた。その際、以下の質疑応答、コメントがあった。

Q：エルゴード仮定は、空間的バラツキと時間的バラツキを等価と考えることか、もしくは、数多くある地震のデータと数少ない津波のデータに基づく専門家の意見を等価と考えることか。

A：前者である。空間的なバラツキは過去の津波、スライド 10 に示す 11 津波から評価している。

Q：日本周辺では 11 津波であるが、海域毎では少数の津波となる。

A：いずれの海域においても、空間的なバラツキが  $=1.45$  程度となることは、データから求められている。時間的なバラツキで  $=1.25$  を分岐に設定していることは判断である。

C：ある 1 地点を特定した場合、1 つの波源から来る津波によるバラツキは、広域の指標である  $=1.45$  よりも明らかに小さいと考えられる。地点を特定した場合のバラツキは、波源のバラツキが支配的と考えられる。 $=1.25$  の設定には妥当性があると考ええる。

Q：分岐を考えると、結果にどのように効いているのか。 $10^{-7}$  の妥当性はどうか。

A：歴史地震が記録されている  $2.5 \times 10^{-3}$  では妥当性の議論ができるが、それ以上については外挿となる。

C：超過確率が小さい領域では大きな津波高さとなっているが、物理現象としてあり得るのか。手順に従いバラツキを考慮して計算した結果、というのではなく、物理モデルとしての妥当性を検証し、フィードバックする必要があると考ええる。これは地震ハザードにおいても議論がなされている点である。

A：波源について、既往最大の津波に相当するマグニチュードまでは、検証がなされた物理モデルである。本検討では、既往最大もマグニチュードが 0.2 大きいものを含んでおり、この外挿については検証ができていない。

C：既往津波の  $\sigma$  を考える際に、過去の津波データで信頼できるのは日本海中部地震津波と北海道南西沖地震津波だけであり、それ以前の津波データにはかなりの誤差が含まれていると考えるべきである。同一地点の  $\sigma$  を求める際には、数値計算と痕跡が合わない理由を求めて、誤差を取り除く必要がある。

C：アンケート結果による重みについては、先の議論のような仮定や数値の妥当性について、回答者全員の認識レベルが同一であったかという疑問も残る。

C：物理現象としてあり得る範囲を把握することにより、適用の限界を設定することも考えるべきではないか。

Q：地震ハザードにおいても、物理的にあり得るモデルか否かという議論がある。全てのパラメータで上側の値を取ると、結果の値は大きくなるが、組合せ効果でしかない。何が寄与しているかを再分解して検討できないか。

- A：検討してみたい。
- Q：と断層モデルパラメーター変動とで、バラツキをダブルカウントしている可能性はないか。
- A：と断層モデルパラメーター変動とでは、連動する部分もあると考えている。
- C：と対数正規分布の組合せにおいて、に対して対数正規分布の打ち切りを広く取りすぎているために、物理的に考えにくい値の結果が得られていると考えることもできる。
- A：今回は「将来の真実」が範囲内に含まれるようになることを意図して設定しているため、バラツキを広めに取っている。実用化に向けては改善が必要と考えている。
- Q：どの程度の確率までを議論しようとしているのか。
- A：年間のリスク評価のためには、 $10^{-4}$ - $10^{-5}$  のオーダーの確率に対する値が必要となると考えている。
- Q：この確率論的津波の検討は、確定論で検討した想定津波を対応させると、どの程度の位置づけになるのか。
- A：今回の例題を用いて比較することは可能であるが、幅の広い結果になると予想される。
- C：この確率論的津波の検討は、課題がたくさん残されている。完成度の高い確定論による結果と、この確率論の結果を同列に比較することは時期尚早と考える。
- C：については、他の不確定部分を排除した震源モデルに起因するバラツキのみを考えるべきではないのか。ある1つの波源について、バラツキを考慮して多数の断層モデルを設定し、それらに対してある1地点における水位の変動をとして求めるべきなのではないか。
- C：ここで評価すべきは地震を起こす震源部分をモデル化する差異のバラツキのみを評価できればよいのではないか。
- A：その際には、津波では矩形モデルを用いているため、少なくとも震源のアスペリティを考慮していない分の誤差はとして出てくると思われる。
- C：アンケートでは、1地点のという聞き方ではなく、全体としてのを聞く書き方になっている。1地点だけを対象とするならば、その旨を明記して再度アンケートを行うべきではないか。の値が下がることは多くの人が認識するところである。
- Q：空間的なについては議論の通りと考えるが、確率論の検討には、これを時間的なに置き換えることとなる。特定地点の評価において、この置き換えはどうするのか。
- A：現時点では手法としての課題や不備が判った段階であるから、この手法を用いて特定地点の定量評価を行うことは未だ困難と考える。
- C：今回の検討では、結果から言えること、判ったことを整理することが重要と考える。
- A：課題等については引き続き整理したい。

#### 4. その他

次回（第6回）は平成17年3月2日に開催する予定である。

以上