

土木学会原子力土木委員会 津波評価小委員会（平成 29 年度第 1 回） 議事録（案）

日 時 平成 29 年 6 月 23 日（金）9：30～12：30  
場 所 電力中央研究所 大手町地区 733 大会議室  
出席者 高橋委員長、天野委員、有光委員、安中委員、佐竹委員、嶋原委員、  
清木氏（清水委員代理）、菅原委員、加藤委員、山下氏（谷委員代理）、  
富田委員、平田（一）委員、平田（賢）委員、山中委員、米山委員  
野瀬常時参加者、奥寺常時参加者、藤田氏（中島常時参加者代理）、森野常時参加者、  
神田氏（川真田常時参加者代理）、  
松山幹事長、池野幹事、内野幹事、木場幹事、殿最幹事、藤井幹事、藤田幹事、  
山木幹事、佐藤幹事  
鈴木オブザーバー、木原オブザーバー、木村オブザーバー、栗田オブザーバー、  
志方オブザーバー、玉田オブザーバー、土屋オブザーバー、中田オブザーバー、  
保坂オブザーバー、松田オブザーバー、森オブザーバー

議 題

- (1) 前回津波評価小委員会議事録の確認 (資料-1)
- (2) 波源モデル策定に関する検討～相模トラフ沿い海域～ (資料-2)
- (3) 非地震性津波の実験の再現計算
  - 陸上・海底地すべり（本実験・三次元モデル） (資料-3-1)
  - カルデラ陥没（本実験・平面二次元モデル） (資料-3-2)
- (4) 非地震性津波の確率論的評価手法に関する検討 (資料-4)
- (5) 敷地浸水評価に用いる津波に関する検討 (資料-5)
- (6) その他

議 事

- (1) 前回津波評価小委員会議事録の確認 (資料-1)  
特記事項なし
- (2) 波源モデル策定に関する検討～相模トラフ沿い海域～ (資料-2)  
C：元禄関東地震時の 15m 以上の津波痕跡は、古文書を基に地点を類推し推定したもの。そのため、津波痕跡高の否定はしにくいものの、その精度も低いとの印象である。
- (3) 非地震性津波の実験の再現計算
  - 陸上・海底地すべり（本実験・三次元モデル） (資料-3-1)  
C：陸上・海底地すべりの実験結果の再現について、三次元モデルの解析結果は、二層流モデルの解析結果と比べて、再現性が相当高いことが確認できる。  
C：同意見である。三次元モデルの解析では、再現性が劇的に改善されている。

C : 再現解析では、実験と違って、粒状体流下時にめくりあがるような形状をしているということだが、これを再現したいのであれば粒子法を使った方がよいと思う。

また、過去に砂を水面に突入させる断面二次元実験をみたことがあるが、砂を突入させた場合は、このようなめくり上がりが生じていたと思う。砂の流下実験の再現解析であれば、合ってくるのではないか。

Q : 陸上・海底地すべりの再現解析では、共に粒状体前面の H4 地点の後続波が合わない。これは粒状体の岸沖方向の最終形状が、解析結果と実験結果で違っていることが影響しているのではないか。

A : 再現解析では、実験に比べて、縦長に奥まで堆積が進行している。その先端は H4 地点近くまで到達しており、その可能性もある。

Q : 三次元モデルの格子分割サイズの境界ではどのように流量の受け渡しをしているのか。

A : 有限体積法で解いている。

Q : 粒状体の実験を、土石流のパラメータを用いて再現しているが、どういう考えて検討しているのか。実験ではバラバラに粒状体が流下しているが、粒状体の実験が土石流を再現していると考えているのか。

A : 実験は地すべりをイメージしているが、材料としては粒状体を使用している。解析では、完全には地すべりと言えないかもしれないが、物体が水面を通過するときにならぬかの再現に取り組んでいる。実際の地すべりの現象や粒子の大きさが不確定である中で、粒子法で再現することが実務的に良いのかも分からない。そこで、今回は土石流として再現したらどうなるのか、粒子法でないと再現できないのかの確認作業に取り組んでいる。

C : 先ほどから、粒状体を考慮した解析手法でないと再現できないという話になっているが、実現象が粒状体に近いと考えているのか、それとも、実現象はそうではないものの実験が粒状体だから解析で再現できなくてよいと考えているのか。整理が必要である。

また、今回の三次元解析の結果は、再現性は相当高いとのコメントもあった。第一波が再現できれば良いということであれば、今回の検討でも十分かもしれない。後続波まで再現する必要があるのか、どこが再現できると実務者に役立つのか、整理をお願いしたい。

A : 今は結果を並べているだけであるため、今後整理する。

C : 二層流モデルでは第一波が再現できなかったが、三次元モデルでは相当程度再現できているという結果は重要である。どこまでの再現精度が必要か、整理してほしい。

Q : ダイラタント流体の代わりにビンガム流体でも検討するとのことだが、ビンガム流体は、粘性の設定によっては、地すべり自体が発生しなくなる可能性もある。ビンガム流体の粘性をどう設定するつもりか。

A : 地すべり実験をビンガム流体で再現している既往文献があり、予備実験の際に、同じ粘性係

数を用いたビンガム流体での再現解析も試みたが、途中で流下が止まってしまった。しかし、粘性係数を変えれば結果も変わってくると考えている。

C：ビンガム流体では、最終形状の分布が広がりやすくなると思うので、試すのは面白いと思う。ただ、今回の実験は、ダイラタント流体とした方がイメージとは合う。

Q：陸上地すべりの密度について、粒状体の見かけ上の密度をガラスマープルの密度と空気の密度とで設定しているが、水の中に突入した後は空気の密度が水の密度に置き換わるのか。

A：常に一定の密度で計算している。

Q：解析では、めくりあがりにエネルギーが使われていて、横に広がらないという理解でよいか。

A：そう考えるのが自然である。

C：実験における粒状体の横方向の広がりの要因が、粒状体同士の衝突であるというのは理解しやすい。そうすると横方向の粒状体の分布が合わないのは仕方ないが、粒状体の中心線での分布の再現性が重要となる。

A：今後の検討では、流下状況の詳細映像との比較も行っていく予定である。

Q：予備実験で横方向に広がらなかったのはなぜか。

A：横幅が狭いため、水が横に逃げられないこととで抵抗を受けていると考えている。

#### ○カルデラ陥没（本実験・平面二次元モデル）

（資料-3-2）

C：「陥没速度の与え方の違いによる影響は小さい」というまとめの記載は、陥没速度の違いではなく、陥没速度を等速で与えるか実験データに基づき与えるかの違いであり、実験も解析も相対的に陥没速度が大きい方が振幅も大きいので誤解のない記載としてほしい。

Q：計算時間間隔について、小さく設定する必要があるのは分かるが、どう決めているか。

A：CFL 条件からは 0.001 秒となる。後は計算が安定するところまで小さくしたところ、0.0002 秒となった。

C：このような解析の計算時間間隔は CFL 条件だけでは決まらないので、今後計算するとき情報があると有用である。計算時間間隔の検討も事例として載せてほしい。

Q：後続波の再現が課題であるとしているが、この後続波は反射波ではないか。全体をみるのも良いが、進行波をクローズアップしてみせてほしい。進行波の検討であれば、10~15 秒後までの再現で十分だと感じる。反射波はどのくらい時間から影響出てくるのか。

A：一番遠い H5 地点では、第一波が約 10 秒後に到達しているので、これ以降は反射波の影響が入っている。他の地点ではもう少し早く反射波の影響がある。

C：どの時刻まで再現する必要があるか整理が必要である。

Q：解析において、周囲の境界はどうなっているか。

A：完全反射境界としている。実験条件と同じである。

C：そうすると解析で再現できて良い。透過境界なども検討してみてはどうか。

Q：実験結果の後続波の水位の時刻歴について頭打ちしているような箇所があるが、何故か。

A：実験動画を見て確認する。

#### (4) 非地震性津波の確率論的評価手法に関する検討

(資料-4)

Q：陸上地すべりによる PTHA と海域を振り分けるとはどういう意味か。陸上地すべりは対象としないという意味か。

A：そうではない。海域ごとに、陸上地すべり／海底地すべりのどちらかを対象とした例示計算を行うという意味である。

Q：発生位置について、例えば日本海溝であれば、急斜面がいくつもある。海底地形の勾配を確認し、ある程度以上の勾配の斜面を抽出する方法等もあるのではないか。

A：発生位置については簡易的に考えすぎていると思っているので、参考とさせていただく。ただし、海溝軸付近については、東北沖地震でも海底地すべりがあったとされている一方、断層運動のインバージョンに結果的には含まれているため、更に重ね合わせる必要はないと考えている。興味の対象はもう少し浅いところである。

C：メキシコ湾の海底地すべりによる PTHA の検討では、水深 200～300m の海底地すべりの津波が大きくなっている。500～1500m を評価対象としているが、もう少し浅いところも対象とした方がよい。

A：Watts らの式では、水深のべき乗が分母にあるため、水深が小さいほど初期波形が大きくなる。評価対象とする水深の見直しを検討する。

C：そもそもそのような浅いところでは発生を検討する箇所がないということかもしれないが。

C：この水深を対象とすると、日本海側はほとんど評価対象領域がなくなってしまう。

Q：海底地すべりによる津波の  $\kappa$  について、既往知見では  $\kappa=1.37\sim 1.76$  となっているが、 $\kappa$  の数値は痕跡地点数によっても影響を受ける。1741 年寛保津波の例では痕跡地点数はどのくらいあるか。

A：30 地点程度と思う。

Q：現状の我々の科学レベルを考えるとこのレベルは妥当だと思うが、 $\kappa=1.35$  は感覚的にかなり良い数値である一方、 $\kappa=1.75$  だと全然使い物にならないハザードレベルになると思う。最後の解釈の話になるかもしれないが、この方針で検討した非地震性津波のハザード結果を、地震性津波のハザード結果と同じ視点で扱って良いのか。

A：実験結果の再現検討をみても、非地震性津波のばらつきは、地震性津波のばらつきよりも大きいという印象。非地震性津波の不確かさの幅は大きくなる。 $\kappa$  が大きくなる場合、打ち切りとの関係もあるが、ハザードの裾野が落ちてこなくなり、ディアブロキャニオンの海底地

すべりによる PTHA のようなハザードカーブになると思われる。

C : 津波対策を考える上では、平均ハザードだけでなく、フラクタイルハザードなども材料となるかもしれない。海底地すべりの PTHA は認識論的不確実さに幅があるため、フラクタイルハザード曲線も広がりやすい。

#### (5) 敷地浸水評価に用いる津波に関する検討

(資料-5)

Q : 津波高の倍率調整とはどういうことか。

A : 本来であれば、対象となる津波高の越流津波を設定するために、波源のすべり量を調整する。

しかし、そのためには大量の計算が必要となることから、今回は計算コスト・時間削減のために、津波の時刻歴波形に一定の倍率をかけて調整することとした。

C : 波形形状をそのままとして津波高だけ調整しているため、周期を過小評価するリスクがある。

そのため、代表的な断層を対象として数値シミュレーションを行い、今回の簡易手法の妥当性も確認する。

C : 代表津波波形は、波源域別寄与度だけで決まるものではない。例えば地震規模の影響も大きい。

A : 代表津波波形の設定方法は今後検討する必要がある。まずは比較的簡単な設定方法として波源域別寄与度に基づく方法を提案した。これで足りなければ、さらに周期に影響する項目を追加し、提案していきたい。

Q : 越流量の簡易手法について、津波の非線形性は考えなくてよいのか。

A : 当然非線形性を考慮するのが望ましいが、まずは簡易的に線形で考えることとした。評価対象地点周辺は単純な海底地形であるため非線形の影響はあまりないと考えているが、非線形の影響がおおきければ方針を再検討する必要があるため、確認する。

#### (7) その他

C : 津波評価技術 (2016) の PDF の公開を準備中であり、現在細かい修正を実施している。

7月を目途に土木学会の Web サイトで公開する予定。別途メール等でお知らせする。

C : 次回、次々回の小委員会については、別途調整する。

以 上