

土木学会原子力土木委員会 第8期津波評価小委員会（2021年度第3回）
議事録（土砂を含む津波の波力評価技術体系化）

1. 日 時 : 2022年2月9日(水) 14:00~17:40
2. 場 所 : WebEexによるオンライン会議
3. 出席者 : 高橋委員長、安中委員、今村委員、蛭沢委員、家島委員、加藤委員、菅野委員、後藤委員、佐竹委員、菅原委員、高川委員、富田委員、橋委員、平田委員、福谷委員、八木委員、米山委員
奥寺常時参加者、川真田常時参加者、徳永常時参加者、西坂常時参加者、野瀬常時参加者、浜田常時参加者、米津常時参加者
松山幹事長、石島幹事、石原幹事、稲葉幹事、甲斐田幹事、加藤幹事、金子幹事、木原幹事、木村幹事、栗田幹事、木場幹事、佐藤幹事、志方幹事、芝幹事、中田幹事、土屋幹事、永松幹事、平井幹事、藤井幹事、保坂幹事、森幹事、山木幹事、吉井幹事
4. 議 題 :
 - (1) 土砂を含む津波の波力評価技術の体系化に関する検討
 - 1) 第8期津波評価小委員会(2021年度第2回)議事録案(土砂津波体系化) 資料-1-1
 - 2) 土砂津波実験状況 資料-1-2

議 事

(1) 土砂を含む津波の波力評価技術の体系化に関する検討

1) 第8期津波評価小委員会(2021年度第2回)議事録案(土砂津波体系化) 資料-1-1

- 修正等あれば幹事長まで連絡のこと。

2) 土砂津波実験状況 資料-1-2

Q 水路幅は何 cm か。

A 水路幅は20cm。

Q 実験の再現性がやや心配なところがあるが、珪砂を敷いた場合に、流水して洗堀されるが、洗堀の深さや分布は毎回どの程度同じか違うかということを確認しているか。

A 予備実験であり、1回しか実施していない。ゲート付近で2, 3cm 程度洗堀している。今後は、最終的な地形は毎回測定する。

C 本実験では再現性を確認するものと思うが、予備実験の段階でも、ある程度確認すべきだと思う。

A 承知した。

Q シルトや粘土は攪拌してダムブレイクさせているが、攪拌する方法は？

A 恒温水槽で攪拌して、貯水槽に流している。

Q 手動で攪拌しているのか。

A 手動ではなく、機械的に攪拌している。

Q 珪砂の攪拌は難しいのか。

A 沈降速度がシルト・粘土とは異なり、攪拌中に沈降してしまうため、珪砂については移動床として敷き詰めて巻き上げる方法しかないと考えている。

Q 砂床区間を作る珪砂の場合と、上流側で攪拌するシルト・粘土の場合では、鉛直方向の濃度分布の傾向が異なるため、実験結果の考察においては留意する必要がある。

A 承知した。珪砂の場合、一様に巻き上げるのは流れの先端部分になり、水面までは巻き上がらない。そういう意味では、流れの先端部分に着目することがポイントだと思う。

Q 粒形の違いだけでなく、鉛直方向の濃度分布の違いも出てくることから、解析を実施するときに考えるパラメータが増えるということか。

A そのとおり。珪砂の場合は、流れの先端に着目していくことになるかと思う。

Q 説明を聞いている分には理解できるが、扱った土砂について、定義を明確にすべき。P2で、砂、シルト、泥を対象にするとあるが、これは砂・シルト・粘土かと思う。シルトと粘土を合わせて泥と

考え、それが水と混ざったものを泥水と呼ぶのが一般的かと思う。地質学的な解釈はあると思うが、この辺りは後藤先生がお詳しいと思う。

A 承知した。説明方法に留意する。

Q 実験では、初期水深はあるのか。

A ダムブレイクさせるだけであるが、砂には水が浸してある。

Q 水位は底面と同じくらいの高さまではあるということか。

A そのとおり。

Q 海底の砂を巻き上げるような現象をイメージしているが、初期水位がもっとあるような実験も予定しているのか。

A 予定はしていない。

Q 今よりも、砂層の位置を下げることは予定しているか。

A 予定はしていない。外力を変化させるために、ダムブレイク側の水位は変化させる予定。

Q 有川先生が実施している実験のように、砂層の高さを数 cm 下げることで、水路内に水だけの部分を作ることはしないということか。

A 計画はしていない。

C ゲート開後の流れ始めが重要であるという説明で、私もそうだと思う。水だけの層があるような解析も実施した方が良いと思う。津波の先端が直接砂に当たるといことが実際に起こり得るのかはよく分からないが、砂層の高さを変える実験も行うのが良いのではないかと思う。

Q また、本実験は来年度中にできるイメージか。

A 来年度中に実施する予定。一度は見学していただきたいと思っている。

C ぜひ願います。

C 砂床の高さを1, 2cm 程度下げて水が張るような形にすることかと思うが、そうした方が実験の再現性も向上すると思われるため、それは私も同意見。ただし、ドライになればなるほど巻き上げが大きくなるため、下流に水を張ると珪砂の巻き上げ効率が落ちると思うため、そのトレードオフはある。

C 実現象として砂面を直接津波が流れるというのが、どの程度あり得るのかということかと思う。

C 実験の再現性の観点からも、始めから水を張っていた方がいいと思う。1, 2cm 程度は水深がある方が、実験のコントロールが良いと思われるので、予備実験で確認するとよい。

A 最大の侵食が3cm であり、平均するともっと小さくなる。そこに1, 2cm の水を入れると巻き上げりが難しいように思われるが、検討してみる。

以上

土木学会原子力土木委員会 第8期津波評価小委員会（2021年度第3回）
議事録（津波評価技術体系化）

1. 日時：2022年2月9日（水） 14:00～17:40
2. 場所：WebExによるオンライン会議
3. 出席者：高橋委員長、安中委員、今村委員、蛭沢委員、家島委員、加藤委員、菅野委員、後藤委員、佐竹委員、菅原委員、高川委員、富田委員、橋委員、平田委員、福谷委員、八木委員、米山委員
奥寺常時参加者、川真田常時参加者、徳永常時参加者、西坂常時参加者、野瀬常時参加者、浜田常時参加者
松山幹事長、石島幹事、石原幹事、稲葉幹事、甲斐田幹事、加藤幹事、金子幹事、木原幹事、木村幹事、栗田幹事、木場幹事、佐藤幹事、志方幹事、芝幹事、中田幹事、土屋幹事、永松幹事、平井幹事、藤井幹事、保坂幹事、森幹事、山木幹事、吉井幹事
4. 議題：
 - (1) 津波評価技術の体系化に関する検討
 - 1) 第8期津波評価小委員会(2021年度第2回)議事録案(津波評価技術体系化) 資料-2-1
 - 2) 地震を要因とする津波に関する検討
 - ・南海トラフに関する知見収集 資料-2-2-1
 - ・琉球海溝沿い海域に関する知見収集 資料-2-2-2
 - 3) 地震以外を要因とする津波に関する検討
 - ・地すべり津波の決定論的評価手法に関する検討 資料-2-3-1
 - ・地すべり発生の解析手法 資料-2-3-2
 - ・地すべり津波の確率論的評価手法に関する検討 資料-2-3-3
 - 4) 津波解析手法の高度化に関する検討
 - ・ハイブリッド解析手法（接続方法の検討） 資料-2-4

議 事

(1) 津波評価技術の体系化に関する検討

1) 第8期津波評価小委員会(2021年度第2回)議事録案(津波評価技術体系化) 資料-2-1

- 修正等あれば幹事長まで連絡のこと。

2) 地震を要因とする津波に関する検討

・南海トラフに関する知見収集

資料-2-2-1

Q 浮島ヶ原の反対側の静岡周辺の隆起について、北村先生の知見があるのはご存じか。

A 内容までは確認していない。

C 1m~2mという規模で隆起したという知見があるので参考にするとよい。

A 参考にする。

Q p17の信頼度の図の凡例が欲しい。色が示すのは信頼度か高さか。

A 高さである。

Q 信頼度 X の全く信頼できないようなものはどういったものか。

A 次回整理して示す。

・琉球海溝沿い海域に関する知見収集

資料-2-2-2

C 3点コメントする。1つは、P8とP20で、津波高さのプロットがあるが、ここには津波が届いていない地点のデータも含まれているため、注意すること。まとめのページで44.1mというように示しているが、それも津波が到達していないという情報なので、そのあたりを再度確認すること。

2つ目は、断層モデルに関して、検討するモデルはそれでいいと思うが、最新の知見として、今村先生や宮澤先生が提案された、地震+海底地すべりのモデルがあるが、地すべり痕跡の有無を検証した論文が最近出されている。それによると、地すべりは起きているが、歴史時代ではなさそうだということが指摘されており、明和のときはそのモデルではないかもしれないということが指摘されている。JAMSTECの金松さんが論文を発表しているため参考にすること。

3つ目は、波源モデルに関して、卒論生が明和の波源の再検討を実施しており、中村先生の海溝型のモデルの再検討を試みたが、どのモデルもすべり量がものすごく大きい。卒論生が取り組んでいるモデルが一番良さそうなものでも、背景すべりで10m、大すべり域では50mほど必要となる。その大すべり域の位置は、岡村先生が指摘している地すべりがある位置と割と近く、海溝型地震+岡村先生が指摘する位置の地すべりという組合せがあり得ると思う。断層モデルなどのパラメータは提供できるため、必要に応じてご連絡いただければ対応する。

Q 再現計算をする際に様々なモデルを入れると同時に、例えば観測をある程度説明し得るモデル群を作ることは考えないのか。つまり、どの程度の観測で、どれだけのモデルを拘束できるかと

というのは、複数のモデルを仮定して、それをある程度説明し得るモデルの群として見ると、より良い理解につながると思う。

- A モデル群については未検討であるため、検討する。
- Q P21の④の海溝型巨大地震モデルのところ、最後の行、Matsumoto(2020)の2つモデルのところ、2点目の宮古島再現モデルは8~14m と幅を科学的に設定して提案しているが、なぜこれが再現計算を見送る理由になるのか。
- A P53が Matsumoto(2020)の検討事例。この検討は、沖縄県(2015)が検討した3連動のモデルは大きすぎるのではないかとことから始まり、痕跡と比較して八重山地区は3連動と1枚モデルは同程度であるが、宮古島は3連動は顕著に大きく、1枚モデルも大きくなっている。つまり八重山では1枚モデルでもよく、宮古島ではこの結果から、すべり量20m だとこの痕跡に対して大きすぎるということで、推定されるのは8~14m の間だとこのくらいになるのではないかとことまでしか述べられていない。資料の記載が不十分であったかもしれないが、すべり量8~14m の間の再現計算の検証まではされていないため、今回再現計算は見送った。
- Q 私の質問は、P21の④の最後の文章の2つ目が、なぜ見送る理由なのかということ。資料の記載ぶりが悪いということなのか。今の説明は Matsumoto(2020)の研究の中身まで立ち入って解釈しているが、その解釈された結果に信用がないということか。
- A そういつ訳ではないが、例えば宮古島であれば、すべり量8~14m であれば再現できるとのことだが、同じ矩形ですべり量が違うというものになる。石垣島の場合は、同じすべり量でも再現性が低下する。石垣島、宮古島それぞれに着目すればこのすべり量の範囲となるが、両方を再現すると、どちらのモデルが良いかについては、より検討を進めなければならないため、今回は再現計算を見送った。
- C 今の説明を資料には記載すべき。

3) 地震以外を要因とする津波に関する検討

・地すべり津波の決定論的評価手法に関する検討

資料-2-3-1

- Q P8のH11,12,13地点の結果で、青い線が分散項なし、緑が分散項ありの結果であるが、青い線のピークが20mmを少し超える程度で、実験は10mmくらいとなっている。対して緑の線は40~60mmとなって、その後小さくなる。どうしてこのような急激な変動をするのか。
- A この部分はしっかりと検討ができていないので、今後確認する。
- C もっと手前のH7などとの関係もあるかもしれないが、少し変動が大きいと思う。H11の直下に何かがあるということではないと思うが、粒状体だから薄く広がる感じだと思われ、そうすると説明が難しいと思うので、また分析して結果を教えて欲しい。
承知した。

・地すべり発生の解析手法

資料-2-3-2

- 特段の議論なし。

- Q 結局、線形回帰部分はないということか。
- A こちら 2019 年の論文には入っている。
- Q そこで入れているけれど、意味がなかったので次の論文で 0 にしたのか。
- A 時系列的には、入れていない方が前の論文。2019 年では入っている。海域が違うのが関係するのかわからないが、取り扱っている対象が違うので、平均を 0 にするという仮定を設けない方が、きれいに検討できると判断したものと思われる。
- C 私の方でも論文を確認するが、一つだけコメントする。補足 p.22 で、ガウス過程回帰の期待値を求めるとあるが、ガウス過程回帰の良いところは推定値の分散が出る場所なので、それをどう処理するかがポイントになると思う。
- Q 既に得られている結果があり、密なところは自信のある答えを出す、疎なところでは自信のない答えを出し、ある期待値は出るが分散が大きくなるので、確率論的に扱う場合には不確かさが大きくなっているところをどう扱うかというのが、検討のポイントということか。
- A そのとおり。

4) 津波解析手法の高度化に関する検討

- Q 前フェーズよりも結果がかなり良くなったと思う。気になったのは、P16 の 3D の計算で、なぜ横方向に水面形の違いが出ているのか。
- A 横方向にもメッシュを切っており、フル3D 計算をしているため少し違いが出るのと、側面の摩擦を Non-Slip 条件にしている影響が出ているものと思う
- Q なぜ Non-Slip 条件なのか。Free-Slip とすることに比べ、かえってややこしい条件になっているのではないか。実験と比べる際に、このような疑問の残る結果となっていることは問題と考えられ、再検討をお願いしたい。
- A 承知した。
- C この検討は、フル3D とハイブリッドの違いの解明に集中した方が良いと思う。そこに実験を持ち出してくると、より複雑になってしまうため、まずは両者の違いの検討を集中的に進めた方が良いと思った。
- Q 3D で計算しているので鉛直方向の流速分布があると思うが、その比較はしているか。
- A まだ比較はしていないが、流速も比較対象として考えている。
- C 壁に衝突する検討は流速分布の影響が効いてくると思うため、ぜひ検討してほしい。
- C この検討に適したコメントかはわからないが、参考までにコメントする。港空研で STOC を使っ

て計算したときは、押し波の場合は比較的スムーズに計算ができたが、引き波の場合は接続の方法によって波形が結構変わってしまった。今回は孤立波を与えているため押し波主体化と思うが、引き波が入った場合の検討もされた方が良い。

- A 引き波は確認していないため、検討する。

- C ちなみに STOC の場合では、バッファゾーンを設けて2D と3D を計算した。つまり、接続する部分をオーバーラップして接続しているが、そのオーバーラップの方法によって引き波のときの計算結果が変わった。この計算でもそのような結果になるかもしれないため、確認してほしい。
- C 押し波の計算は上手くいくが、引き波で計算が発散するのはよくあり、仕方なく3D 領域を広くとるなどの対応が必要。ある程度シナリオができてきたら、引き波の方も検討してほしい。
- A 承知した。

以上