

## 第9期津波評価小委員会（2025年度第1回）

### 議事次第

1. 日 時 : 2025年6月3日（火）9:00～12:00

2. 場 所 : Webex によるオンライン会議

3. 出席者 : 高橋委員長、蛭澤委員、金戸委員、菅野委員、後藤委員、サッパシー委員、嶋原委員、菅原委員、高川委員、田島委員、富田委員、馬場委員、松山委員、森委員、八木委員、山中委員、米山委員、川真田常時参加者、重光常時参加者、西坂常時参加者、野瀬常時参加者、野原常時参加者、松浦常時参加者、村上常時参加者、木原幹事長、石島幹事、石原幹事、小川幹事、長田幹事、加藤幹事、木村幹事、栗田幹事、木場幹事、佐藤幹事、志方幹事、芝幹事、鈴木幹事、土屋幹事、鶴留幹事、東幹事、藤井幹事、保坂幹事

4. 議 題 :

(1) 2024 年度第3回津波評価小委員会議事録の確認

資料-1

(2) 津波解析手法の高度化に関する検討

ー 津波水位の確率論的評価手法に関する検討 ー

～計算ケース数の縮減手法に関する検討～

・ 機械学習（ディープラーニング）に関する手法の基礎的な調査

資料-2

(3) 地震を要因とする津波に関する検討

1) 地震性津波の確率論的評価手法の高度化に関する検討

・ 津波の再現性指標に関する検討

資料-3-1

2) 波源モデル策定等に関する検討

・ 津波堆積物を含む古地形や海水準等の情報源の再現解析への反映方法に関する知見収集

資料-3-2

(4) 地震以外を要因とする津波に関する検討

1) 初期波形、初期水位の評価方法の高度化に関する検討

・ 初期波形評価方法の高度化

資料-4-1

2) 地すべり津波の確率論的評価手法の高度化に関する検討

資料-4-2

(5) 津波漂流物 WG2 件の活動報告

1) 津波漂流物衝突評価 WG 活動報告

資料-5-1

2) 津波漂流物の影響評価技術の体系化 WG 活動報告および  
技術資料に関する意見照会

資料-5-2

5. 議 事 :

(1) 2024 年度第 3 回津波評価小委員会議事録の確認

資料-1

- 疑義等あれば幹事長および幹事団に連絡のこと。

(5) 津波漂流物 WG2 件の活動報告

1) 津波漂流物衝突評価 WG 活動報告

資料-5-1

- 疑義等あれば幹事長および幹事団に連絡のこと。

2) 津波漂流物の影響評価技術の体系化 WG 活動報告および

技術資料に関する意見照会

資料-5-2

- 疑義等あれば幹事長および幹事団に連絡のこと。

(2) 津波解析手法の高度化に関する検討

ー 津波水位の確率論的評価手法に関する検討 ー

～計算ケース数の縮減手法に関する検討～

・ 機械学習（ディープラーニング）に関する手法の基礎的な調査

資料-2

Q 確率論的津波評価におけるシナリオ削減のために、今回の検討をしているという理解で良いか。

A そのとおり。

Q まとめの最後に、「津波高分布を入力データとした計算コスト関連の検討も実施予定」とあるが、これは具体的にどのようなことを言っているのか。

A 現状は入出力次元が小さく、計算コストはそこまで大きくはないため、計算コストの削減という目的は達成している状況であるが、入出力次元が大きくなると、学習に必要な計算コストが大きくなり、シミュレーションの計算コストとのバランスが難しくなるため、今後はそのような評価も実施していくという意味である。

Q 津波高分布というのは、初期水位分布のことで良いのか。

A 初期水位分布を入力データとして、最大津波高分布を出力とする予定である。

Q 現在行っているような単純な矩形断層モデルで計算した初期水位分布を入力データとするということか。

A そのとおり。

C そうであるならば、あまり意味がないように思う。矩形断層モデルから初期水位分布が出てきて、津波が伝播していく途中を学習させるということであるため、機械学習を行わせている意味がないように思う。矩形断層モデルではなく、大すべり域・超大すべり域を設定する不均質な地殻変動量分布を与えるのであれば、GNN 等を適用する意味はあると思う。矩形断層モデルから計算した初期水位分布、伝播計算、津波来襲という過程で、初めの断層モデルと最後の出力の津波高分布だけを入れて学習させるのであれば、機械学習の意味があると思う。出発点は断層モデルで初期水位分布を計算し、津波高分布をシミュレ

ーションで求めるが、断層モデルと津波高分布を入力・出力とすると、学習させる情報が一番多いかと思う。初期水位分布を入力とすると、学習させる箇所は伝播計算のみであるため、機械学習させるには勿体ないような気がする。

A 地殻変動量分布の計算コストが高くないため、地殻変動量分布を入力データとした方が、精度が上がるのではないかと考えた。

C 機械学習という観点から見れば、現状のものは楽な方法であるかと思う。このモデルだと、結局地殻変動量計算をしなければいけないため、使いにくいように思う。単純な矩形断層モデルではなく、より複雑な大すべり域・超大すべり域を設定した場合には、どうなるのかという学習も重要であると思う。

Q 「コストと精度のバランス評価が最も重要である」とあるが、コストの観点は重要であると思うが、これが適用された場合に、具体的にどれくらいコストが削減されるのかという結果は出ているのか。

A コスト評価についてはまだ把握できていない。当初の目的はコスト削減であるため、今年度はその評価も行う予定である。

Q 現状の実際のコストと、今回の検討が導入された場合のコストの見込みを早めに掴んでおく必要がある。これは今回の目的であるため、具体的に何割程度削減されるのかなどのイメージを持った検討をした方が良い。また、このイメージを持った場合に、いつ頃結果が出るのか。

A 今後、大すべり域等を対象とした南海トラフに関する検討を実施予定であるため、第3回小委員会辺りで示したいと思う。

Q まとめに、暫定的な答えがあると思う。全体の1/3を学習させれば、残りの2/3は計算不要ということにはならないか。

A 今回の結果で言えば、Rate=0.3程度まで落とせば、精度上問題はないかと思うが、様々な側面からの評価は必要であると思う。

### (3) 地震を要因とする津波に関する検討

#### 1) 地震性津波の確率論的評価手法の高度化に関する検討

・ 津波の再現性指標に関する検討

資料-3-1

○ 特段の議論なし。

#### 2) 波源モデル策定等に関する検討

・ 津波堆積物を含む古地形や海水準等の情報源の再現解析への反映方法に関する知見収集

資料-3-2

Q 膨大な先行研究があり、全てを取り上げるのは難しいため、6000年の間のどの時代をターゲットにするのが、ある程度あった方がまとめやすいと思うがいかがか。

A そのとおりであると思う。年代は絞った方がまとめやすいと思うため、実際の津波堆積物が何年前なのかという情報も参照しつつ、その年代を調べるというまとめ方もあるため、年代を絞るということも検討する。

- C おそらく 6000 年前まで遡っているという研究はあまりなく、大体 2000 年前、3000 年前であると思う。それぐらいまでに期間を絞っても良いと思う。
- C 地域によって色々変わるため、取り上げる時代と場所が定まっていた方が良いかと思う。  
また、p.21 の地殻変動を入れるとどうなるのかというのは疑問である。隆起・沈降で津波が起こり、地形が上がったり下がったりしている津波を対象にした場合は、この取り扱いは難しいように思う。  
堆積地形だと色々できるかと思うが、侵食してなくなっている場所や海岸が後退している場所では、どこまで遡れるのかというのは難しい部分がある。この辺りの知見も収集した方が良いでしょう。
- A レビューされているのはほとんど堆積地形であるが、侵食地形についても着目したいと思う。

#### (4) 地震以外を要因とする津波に関する検討

##### 1) 初期波形、初期水位の評価方法の高度化に関する検討

###### ・ 初期波形評価方法の高度化

資料-4-1

- Q p.23 で、Fritz et al.(2004)→Watts(2005)の部分で、 $1 < Fr < 2$  以外はそれなりに合っているが、これは基本的には過大評価なのか。
- A 全体の  $Fr$  で見れば、Fritz et al.(2004)→Watts(2005)は過小と過大の中間の部分に位置している。
- Q "×"がついている  $1 < Fr < 2$  は過小評価となっているのか。
- A そのとおり。
- C なぜそうなるのかということが気になった。
- Q Huber and Hager(1997)が良かったというのは、パラメータが少ないからなのか、他の式と比べて物理的な違いあるのかななどの考察があれば教えて欲しい。
- A 今回の比較であれば、 $Fr$  数に対する感度が良すぎるものは、どこかで再現性が悪くなり評価が"×"になる傾向がある。現状正確に原因を整理はできていないが、このように広範囲に  $Fr$  数で見ている場合には、水深に対する感度が鈍いものが、良好となったと考えている。その辺りの定量的な分析は詳細にできていないため、検討する。
- C 色々パラメータがあるが、地形条件などの共通的なものはあると思うことから整理はできるかと思うため、検討して欲しい。  
あとは、波長がどれぐらいになるのかという点については、陸上地すべりの場合は海中に突入するため、重要であるかと思うため、その辺りについても検討して欲しい。

##### 2) 地すべり津波の確率論的評価手法の高度化に関する検討

資料-4-2

- Q 実施内容についての確認だが、「地震動ハザードを起点に」というのは、物理的にどのようなことを見ているのか。
- A ここは今後示していく部分であり本日はほとんど触れなかったが、今後例示計算の中で、どこで地すべりが起こるのかを解析的に探していくことを計画している。地すべりが起きるか起きな

いかという条件は、斜面勾配や地盤物性値等が関係する。さらに外力として、地震で起こる地すべりも検討対象としているため、地震外力がどのようなものであるかという設定をしないと、すべるかすべらないかということは分からない。最終的には、確率論的な津波評価のため、例えば加速度 900Gal を超えるのは何年に一回であるのかということ、それぞれの地すべりの場所で設定しなければならない。そのため、「地震動ハザードを起点に」というのは、外力である地震動の年超過確率が分かっている場合に、地すべり津波のハザード解析をするという意味である。

- Q まずは頻度の観点については、地震ハザードのモデルの頻度でスクリーニングするということか。
- A そのとおりである。地震動の影響が全く及ばないという場所では、地すべりを考慮する必要はないと考えているため、そのような意味でのスクリーニングはあると思う。基本的には、地震動のハザード曲線をどこから持ってくる、もしくは作成するところからはじめるというイメージである。
- Q 地震動ハザードは縦軸が頻度で横軸が PGA である。PGA ということは当然対象領域との距離もある。距離が離れており、地震動の影響がない場所でのハザードはやらないということかと思う。津波計算をする場での対象領域の条件についても、「地震動ハザードを起点に」という中に入っているのか。
- A そのようなことにはなる。海域については検討中であるため場所については言えないが、例えば南海トラフを考えると、プレート間地震で大体決まっているかと思うが、そのようなところではなく、活断層の地震で地震動ハザードが各ポイントで決まるという場合には、断層パラメータの距離は効いてくるため、それを考慮する必要がある。ここで言う地震動ハザードは、サイトでのハザード曲線ではなく、地すべりが起きる場所ごとにハザード曲線が本来はないといけなもので、そのようなものをどのように作るのかということも含めて現在検討している。
- Q 地域ごとにハザード曲線を作る場合には、震源は領域震源と特定震源があると思うが、この場合は領域震源をイメージしたハザードということか。
- A 地震動ハザード解析がここでの目的ではなく、その先が目的であるので、地震動を作るところをどれぐらい拘ってやるのかという部分は今後判断する予定である。非現実的な地震動ハザードを使用しても、例示計算を行う意味が薄れる。固有地震的なもので作るのか、G-R 的なもので作るのかということも含めて現在検討している。
- Q 「地震動ハザードを起点に」という起点の考え方が合理的になっていないと、次の地すべり確率に行った場合に、最初に不具合があると困るため、そこが論理的になれば良いと思う。海底地すべりがどのポイントで起こるのかと言った場合に、活断層の場合はポイントが分かるが、それ以外の領域震源の地震動によって、海底地すべりが起きる場合も想定されるため、その辺りの論理性については次回また教えて欲しい。
- A 前提条件の成立性については、今指摘いただいた内容を踏まえて検討する。
- C 成立性というよりは論理性であるため、検討して欲しい。

以 上