

## 津波評価小委員会（2023年度第3回）議事録（土砂津波体系化）

1. 日 時 : 2023年11月22日(水) 13:30~17:30
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、蛭沢委員、家島委員、姫野氏（加藤委員代理）、金戸委員、菅野委員、佐竹委員、嶋原委員、菅原委員、高川委員、富田委員、森委員、平田委員、福谷委員、松山委員、八木委員、米山委員  
川真田常時参加者、西坂常時参加者、浜田常時参加者、重光常時参加者、松浦常時参加者  
木原幹事長、荒川幹事、石島幹事、石原幹事、稲葉幹事、甲斐田幹事、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、中田幹事、土屋幹事、藤井幹事、保坂幹事、山木幹事
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) 津波評価小委員会(2023年度第1回)議事録案(土砂津波体系化) 資料-1-1
    - 2) 土砂津波実験結果および既往の波圧評価式との比較 資料-1-2

以 上

(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) 津波評価小委員会(2023年度第1回)議事録案(土砂津波体系化) 資料-1-1

- 疑義等あれば幹事長および幹事団に連絡のこと。

2) 土砂津波実験結果および既往の波圧評価式との比較 資料-1-2

- Q P.28 について。通過波（朝倉式）で整理したものと非通過波で整理したものがあり、縦軸・横軸ともに H で割るとい形になっているが、H はそれぞれ何を使用しているのか。
- A 朝倉式の場合は通過波の最大浸水深。非通過波の場合は作用壁がある時の作用壁の下流側 30cm 離れた箇所で水位を計測しているため、その水位計測データから得られる最大浸水深。ただし 8 秒以降は除外した形での最大浸水深。
- Q そうすると朝倉式の線は同じになるのか。
- A 無次元化しているので、3（同じ）になる。
- Q P.22 について。非通過波の条件を使うとデータが揃ってくるように見える。非通過波で無次元化すると、実験結果が統一的にまとまるという見方はできるのか。
- A 従来、通過波で波力評価がされている中で、通過波ではなく建物がある条件の方が、流速を見て波が壁にぶつかり位置エネルギーが変換されるという過程を見ることができるとい観点から、非通過波条件の方が良いのではないかという考え方もある。そのため今回整理した。個人的には非通過波条件の方が、まとまりが良いと感じている。
- Q そういった方向で今後データの取りまとめ等を実施していくという理解で良いか。
- A 今回、非通過波条件について一例として示しただけであるので、通過波（朝倉式）を否定するというものではない。両者同じ立ち位置で整理を実施しようと考えている。
- C 結局一連の実験で何が言えるのか。今やっている実験で言いたいことが言えるかどうかについて疑問がある。大きく方法を変えないと、今のままだと結果があまり変わらないということになると感じる。それについて分析すれば良いのかもしれないが、今後どうしていくかを幹事団で考えてほしい。
- A 承知した。幹事団で検討する。

以 上

## 津波評価小委員会（2023年度第3回）議事録（津波評価技術体系化）

1. 日時：2023年11月22日（水）13:30～17:30
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、蛭沢委員、家島委員、姫野氏（加藤委員代理）、金戸委員、菅野委員、佐竹委員、嶋原委員、菅原委員、高川委員、富田委員、森委員、平田委員、福谷委員、松山委員、八木委員、米山委員  
川真田常時参加者、西坂常時参加者、浜田常時参加者、重光常時参加者、松浦常時参加者  
木原幹事長、荒川幹事、石島幹事、石原幹事、稲葉幹事、甲斐田幹事、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、中田幹事、土屋幹事、藤井幹事、保坂幹事、山木幹事
4. 議題：
  - (1) 津波評価技術の体系化に関する検討
    - 1) 津波評価小委員会(2023年度第2回)議事録案(津波評価技術体系化) 資料-2-1
    - 2) 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 資料-2-2
    - 3) 地震を要因とする津波に関する検討
      - ・1605年慶長地震津波の再現解析のコメント回答  
南海トラフおよび伊豆・小笠原海溝確率論 資料-2-3-1
      - ・既往津波の分析と確率論への反映検討  
(日本海東縁部・庄内砂丘古津波の再現計算) 資料-2-3-2
      - ・波源の不確かさが水位に与える影響の検討 資料-2-3-3
  - 4) 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－
      - ・2018年スラウェシ津波に関する検討 資料-2-4-1
      - ・1741年渡島大島津波の再現計算（実現象と室内実験との比較検討） 資料-2-4-2
    - －地すべり津波の確率論的評価手法に関する検討－
      - ・確率論的評価手法の更新 資料-2-4-3

以上

(1) 津波評価技術の体系化に関する検討

1) 津波評価小委員会(2023年度第2回)議事録案(津波評価技術体系化) 資料-2-1

- 疑義等あれば幹事長および幹事団に連絡のこと。

2) 津波解析手法の高度化に関する検討

・ハイブリッド解析手法

資料-2-2

- Q スライド p7 について、津波が侵入してくる A-A'の線は幅の中央位置ということでよいか。  
 $\omega$ の設定は他には実施していないのか。
- A A-A'は中央位置で設定している。他の方法も考えたが、整理の容易さから今回の整理とした。
- Q 三次元計算は800秒から水位流速0としたのか。海域も3次元の中に入っているのか。
- A 一部入っている。800秒から初期水位を与えて、流速0として計算している。
- Q 2次元の結果から水位を取ったのか。
- A 2次元の計算結果で、平面的に与えるのではなく代表的な時系列データを見て、T.P.-1.5mで一様に設定した。
- Q スライド p10 について、佐藤らの計算の際も3次元は途中から実施していたが、その際は平面二次元の結果をそのまま与えていた。平面二次元の結果を三次元に割り振るだけなのでそこまで難しいことではないはず。途中から水面変動があって流速が無いというのは本当ではないので、今回の検討も二次元の結果をそのまま用いる方が良いと思う。ちなみに、地盤変動はどう扱っているのか。
- A 地盤変動は地震による地殻変動を初期地形に考慮した状態から解析している。
- Q その時に水面は変動するはず。ちゃんとやろうとすると、やはり最初から解析をする必要があって、細かく言い出すときりが無いが、ここでは置いておく。引き続き検討を続けてほしい。もう一点、ハイブリット領域の中、2D エリアでネスティングは出来ないのか。メッシュでかなり苦労している印象を受けた。
- A 領域を複数つなぐ考え方ではなく、一つのメッシュの中で場所によって粗密を作るということはできるが、手間が非常にかかると思う。
- C 最終的には波源からやるということではないかと思う。
- C 2次元・3次元の検証にあたって、波の前に検証対象が地震動で傷んでいるはずだが、その効果が入っていない。私もいろんなところで被害調査をやっているが、地震動でどのくらい傷んでいて、特に杭基礎で地盤が緩んでいるところに来るとさらにひっくり返りやすい、その地震動の影響がどのくらいかということを想定したうえで、津波が来るというシナリオだと丁寧に検証したということになる。前回は質問をして、地震動については検討していないとの回答

であったが、米山先生と高橋先生に、そこは検討しないと説明性が無いよねと伝えた。ただ、私も質問するだけではいけないので、地震動の先生がこの検討にどのように手伝っていただけるのかということで、今回の検討の話をしたところ、前任の土木委員長の小長井先生、現委員長の中村先生、の両名から手伝うと言って貰えた。その二人らは不確かさ、地震動の波形を観測されていて、不確かさの範囲を何パターンかすれば地震動でどのくらい傷んでいるのかというのは設定できるから、そのケースに対して今回の検討をやって検証するとよりよいのではないかと。小長井先生も中村先生も手伝うと言っている。まさしくこの原子力土木委員会のいい所だと思う。地震動の影響がそこまで大きくないという結果になるかもしれないが、誰も疑問に思うことなので、検証前の前提条件をきちんと尽くしたうえで検討しておかないと説明性が足りないと考える。あと一回しかないが、もし必要であれば小長井先生と中村先生に手伝いを要請できる。

C コメントのとおりだと思うが、この流れで対応するのは少し難しい面もあると思う。仕切り直しをしてやるかどうかは、幹事団で相談して欲しい。非常に重要な課題であるが、原子力土木委員会で対応は可能な話ではある。

C 今後の検討に記載されている建物耐力の検討までいこうとすると、ご指摘のとおり地震の影響も考慮した耐力との比較になると考える。今後というのがいつを指しているかということもあるが、今フェーズの段階では浸水深、流速が合っているかという観点での比較をしている。したがって現在の目的においては、接続部の確認などのハイブリッド計算手法について検討していると考えている。

C 小長井先生や中村先生からは簡単だと聞いている。検討してあるものがあるので、あとは不確かさを3、4パターン感度解析して設定して検討するだけ。いつでも二人に電話する。

Q 佐藤らの論文に関連して、地震動側の入力としてそれなりにいいものがあるのか。

A 佐藤らの論文は、津波の解析をした後に、地震動の解析もして、安定性解析もするという流れの津波のところを私が主に担当したもの。具体的な記録は論文を確認してほしい。

IAEAにもこの津波の話を報告している。国際的な注目もあるのでぜひ実施してほしい。

C 方向性としては、建物倒壊の判定に関係するので、地震動と津波波力のパラメータが必要になるので、相互協力は面白いし必要だと考える。ただ、現時点では津波波力を正確に把握するという点を突き詰めているところなので、これはこれで実用性・信頼性を確認しているということである。

Q 2Dと3Dの接続について、陸域で設定しているが、リアス式海岸であることも踏まえると湾内で3D設定しておく必要があると思うがどうか。

A 湾の一部を含む範囲を設定したケースを現在検討中で、今回の陸域での設定との違いは今後分析予定。

Q 次回委員会までに実施されるということか。

A 既に計算に着手している。

### 3) 地震を要因とする津波に関する検討

・1605 年慶長地震津波の再現解析のコメント回答

南海トラフおよび伊豆・小笠原海溝確率論

資料-2-3-1

- Q Kajiura フィルターについて。初期水位分布で見るとスムーズになっているが、最大波には短波長の影響がないということか。
- A そのように考えている。初期水位分布では出ていたが、空間波形を見ると最初は出ているがすぐに減衰している。減衰の原因が数値解析的なものの可能性もある。実現象として短波長は起きえないだろうという判断で特に解析はやり直していない。
- Q そうい判断であれば Kajiura フィルターで切った方が良いということか。
- A そのように考えている。
- C 1605 年慶長地震は南海トラフ沿いで発生した場合のロジックツリーについて、巨大地震発生可能性なしと、プレート間カップリング率の最大すべり領域で 0.01 は同じことを言っており、ダブルカウントのような気がする。一度検討して欲しい。
- C 1605 年慶長地震は南海トラフ沿いで発生したかどうかについての項目が、伊豆・小笠原海溝のロジックツリーにあるのであれば、南海トラフのロジックツリーにも同じような分岐があった方が良いと感じる。同じロジックツリーがあった方がダブルカウント等の混乱が生じないように感じる。
- A 承知した。検討する。
- Q P.17 について。伊方 SSHAC は南海トラフの発生モデルの一番のロジックツリーである。伊方 SSHAC を活用して欲しい。研究の目的によるが、伊方 SSHAC との整合性も重要であると考えため、後で手戻りにならないようにして欲しい。また、地震ありなしのロジックツリーについて、論理破綻したら意味がない。ロジックツリーの原則に則るようにして欲しい。吟味して欲しい。
- A 承知した。幹事団で吟味し、委員の先生方にも相談したいと思う。
- Q プレートの相対運動速度について。Seno (1993) はプレートの相対運動速度が上手く求まらないことが明らかとなっている。一方、GPS 観測網を利用している MORVEL や REVEL はプレートの相対運動速度を精度よく求めることができる。また、Seno (1993) にはプレート間運動の決定に関して問題があり、最近の研究結果をベースに議論するべきであると思う。
- G-R 的と固有地震的というのは、どのような意味合いがあるのか。
- A プレートの相対運動速度について、最新の知見に基づくかどうかは検討する。
- G-R 的と固有地震的について。固有地震的については、再来期間を決めた上でやって

いる。

C 南海トラフ沿いの地震活動については、ほぼ G-R 則に則っていない。そのため、G-R 的に物事を考えるのは危険だと思う。

A 南海トラフ (P.18) は固有地震であるため、G-R 則は入っていない。南海トラフについては G-R 則は考えていない。

C 南海トラフで G-R 則をロジックツリーに入れていないのであれば、伊豆・小笠原海溝のロジックツリーに G-R 則を入れない方が適切であると感じる。

A 伊豆・小笠原海溝のロジックツリーに G-R 則を入れるかどうかについては、いただいたコメントを踏まえて検討する。

C 南海トラフで G-R 則を検討しないのは G-R 則がわからないからではなく、南海トラフの巨大地震というのは、固有地震的に起きることがわかっているからであると思う。伊豆・小笠原海溝はそれがわからないから、G-R 的もしくは固有地震的なのかのロジックツリーを作っていることだと思うが、いかがか。

A その通りである。

C それであれば、南海トラフのロジックツリー (P.23) の G-R 的を削った方が良いと考える。

A P.23 は、元々は伊豆・小笠原海溝のロジックツリーであるため、そのようには考えていない。

C G-R 的について。G-R モデルを使用したときの不確かさ要因として、最大規模をどうするかが重要となるため、検討して欲しい。

A 承知した。

C 資料 2-3-1 の p.10 の室戸の痕跡高だけが計算高から大きく異なっている」ことに関して、室戸岬周辺は、数m~十数m規模の岩礁が多数存在しているので、今回の計算格子サイズでは正しく計算できていない可能性があると思う。

#### ・既往津波の分析と確率論への反映検討

(日本海東縁部・庄内砂丘古津波の再現計算)

資料-2-3-2

Q 地すべりの計算をした結果について、飛島のところはかなり大きいということだが、そこはやはり説明が難しいということか。

A どこまできたのか、調査があまり実施されていないということもあるので確認は難しい。

Q 上限の制約は難しいということか。

A 相原ほか(2020)は沿岸域に絞った調査となっていて、内陸部は結果がない。

C 私の時は正断層を仮定して計算していたが、このように地すべりのモデルを入れて計算し

ているのは良いことだと思う。

Q 研究の前提条件について、日本海東縁部が、泊、柏崎刈羽、若狭湾に影響するというのは分かっているが、東縁部を震源とした場合にハザード曲線の中で支配するものについて、古津波の位置づけはハザード曲線の支配的な要因がどんでん返しになるような影響があるという観点で実施しているのか。今この検討がどこまでどうすればどうなるのか、が分からなかったので確認したい。

A 庄内砂丘古津波については断層運動で説明が難しく、津波ハザードカーブの支配的な要因への影響検討の観点では対象外となるようなものと考えている。

Q あまり検討する必要があるものではなかったということか。

A その通り。

C 冒頭に何のために実施しているかを記載した方がよい。東縁部の影響が大きいことは知られているので、日本海側にサイトを持つ電力は意識して検討しているというのは分かる。今回の検討対象もそれと同じ位置づけなのかを確認をしたい意図である。

Q 先ほどの回答について、地震による津波のハザード曲線には影響がないという意味か。地すべりによる津波ハザードであれば影響がある話という理解でよいか。

A その通り。

Q 津波ハザードには影響ないが、地すべりハザードには影響があるということか。

A 地すべりによる津波ハザードには影響があるかもしれないということである。

Q 津波ハザードにはあまり影響がないということか。

Q 津波と言っているのは何を指しているのか。

A 日本海東縁部を震源としてハザードカーブを考える、日本海の泊も柏崎も若狭湾も日本海東縁部の波源をどう決めるかということが議論としてある。

各発電所の波源は日本海東縁部以外も考えたうえで作っている。ただ、今の波源は地震でなければ日本海東縁部の断層のモデルの中には入ってこないということだと思う。

C 理解した。日本海のサイトで一番気にしているのは日本海東縁部だと考えている。

C 100年に一回こういうことが起こることであれば勿論それは影響してくる。

C 日本海東縁部の震源モデル化をどうするかという不確かさが常に問われている。特に島崎先生はその辺りをすごく注目している。その中でこの議論がどのような位置づけになるかが気になって確認した。

C その点も分からないので、現在このような検討をしているという認識である。今影響がないという前提で実施しているわけではない。



- Q           ランダムソースモデルだと多重震源モデル、Composed source model が提案されているが、今後こういったものを検討する予定はあるか。
- A           今回は Goda らのものに限定したが、今後機会があれば検討する。
- C           Composed source model は GitHub でプログラムが公開されているため、参考にしたい。
- Q           今回の検討の最終ゴールは何か。
- A           最終ゴールとしては、ランダムモデルをハザードに使わなければいけないかどうかを判断することにある。特性化モデルで十分ばらつきを計算できていればランダムモデルは使わなくても良い。特性化モデルでは扱えない範囲をランダムモデルで扱っているということであれば、ランダムモデルをロジックツリーの中に入れるなどが必要となるため、それを判断するための検討である。
- C           杉野モデルが全てではない。次々と新しいモデルが出てくると思われるため、途上のモデルだという考え方でやってもらえば良い。

#### 4) 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－

・2018 年スラウェシ津波に関する検討 資料-2-4-1

- 特段の議論はなし。

・1741 年渡島大島津波の再現計算（実現象と室内実験との比較検討） 資料-2-4-2

- 特段の議論はなし。

－地すべり津波の確率論的評価手法に関する検討－

・確率論的評価手法の更新 資料-2-4-3

- Q           一度滑った地すべりをもう一度復元させて滑らすということが納得できておらず、ローカルな津波の影響を考えると、地すべりが起こった場所の影響も大きいので、今の考え方でよいのが気になる。
- A           厳密にはあり得ないことだが、実務上は滑った後の地形を復元して津波の予測をすることも行われており、また一度滑ったところの滑落崖では、すこしずれた位置で同じような地すべり面が起きやすいことも知られている。
- Q           逆にその横にずれた地すべり自体を評価することはできないのか。
- A           結局そのずれの程度感が分からないが、そういう考え方もあり得る。

- C まさにそれを考えるのが確率論かと思う。
- A 経験的にやるにしても、実際に将来起きる地すべりがどれくらいずれるかということも不確かさのひとつだとは思う。
- C 実施すると対象となる数が多くなり大変だと思うが、地すべり規模が大きいほど位置がずれると、その影響するところも変わるため、大丈夫かと思った次第。
- A 相対的な位置関係として、地すべりが遠くにあれば問題ないと思うが、近いと津波には効いてくると思う。そういう不確かさがあることは認識している。
- Q これは陸上斜面が滑って土塊が海に入って津波がおきるという現象をターゲットにしているのか。
- A 陸上と海底の両方の地すべりを対象としている。
- C それであれば両者は切り分けて考えたほうがよい。対象斜面がどこにあるかということ进行调查するのに、地震 PRA や津波 PRA の前提は、サイト周辺を含めたプラントウォークダウンである。土塊の規模の下限を抑える必要があるのと、海岸線が法尻から離れているかどうかを調べて検討対象が決まったら、地震起因なので、震源を特定しないM 7以下の地震と、地震が特定できる地震も分ける必要がある。このような上流側のシナリオ設定が重要であり、土塊規模などのパラメータや、どこが円弧すべりを起こし沿岸まで到達するかということは専門家が議論すればよく、計算も比較的容易にできる。
- A 地すべりハザードはサイトの背後斜面が地すべりを起こすかどうかの話であり、地すべり津波ハザードが対象とする範囲とは空間的に違っていると思う。津波を考慮する上ではより遠くの範囲まで考慮する必要があり、例えば日本海東縁部全域を対象に詳細なデータを用いて FEM でモデル化し計算することは難しい。
- C シナリオをなくしてしまえば説明性が弱くなってしまうため、プラントウォークダウンが必要となる。津波やその他の専門家同士がタイアップしていくこと重要と思う。
- A 承知した。
- Q p.36 で、1 / K 倍するという話があったが、空間的なばらつきの K を、ある地点での水位の倍率として 1 / K 倍することか。
- A そのとおり。
- Q 空間的なばらつきや平均値の誤差を、一つのサイトの換算値として使っているのが疑問に思う。ハザードカーブを描くときには、エルゴード仮定を使って空間的なばらつきを時間的なばらつきに変換することで収めていたと思うが、こういう場合に一つの地点で換算するときに空間的な誤差みたいなものを使ってよいのか。
- A 空間と時間の話ではなく、手法間でどのくらい違うかということであるため、エルゴード仮定と

は違うのではないかという趣旨か。

Q そのとおり。単純にその地点において、手法間でどれくらいばらつくかということの評価するときに出していく方が良いのではないか。

A 承知した。計算ケースが十分にあれば、サイトのジャストポイントの水位が多く得られるのでそれを用いるべき。また、空間的に広げると話がおかしくなるというのは、ご指摘のとおりかと思う。

Q p.33を見ると、KLSモデルや Watts など手法によっても違いがあるように見えるが、今の提案は  $3\beta$ とのことだが、手法によっては  $2\beta$ もあるのではないか。

A 今回とりまとめたデータを見るとそのようにも考えられるが、地震津波の当初の設定が 2.3 ~10 であり、このうち 2.3 は、片側 1%の稀な事象は発生しないという考えに基づいている。これより小さい値を地すべり津波で設定することに抵抗感があった。2.3 $\beta$ の説明は今後追記する。

以 上