

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 3 回） 議事録（案）

日 時 平成 29 年 12 月 22 日（金） 13：30～17：20  
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、蛭沢委員、及川氏（谷委員代理）、  
加藤委員、嶋原委員、清木氏（清水委員代理）、菅原委員、高川委員、  
富田委員、平田（一）委員、山中委員、米山委員  
神田氏（川真田常時参加者代理）、藤田常時参加者、森野常時参加者  
松山幹事長、池野幹事、木場幹事、芝幹事、玉田幹事、藤井幹事、藤田幹事、  
山木幹事、佐藤幹事、森幹事  
大平オブザーバー、木村オブザーバー、栗田オブザーバー、志方オブザーバー、  
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

議 題

- (1) 前回津波評価小委員会議事録の確認 (資料-1)
- (2) 非地震性津波の確率論的評価手法に関する検討  
ー海底地すべりのコメント回答、陸上地すべりの試計算計画 (資料-2-1)  
ー南海トラフの海底地すべりの試計算の経過報告 (資料-2-2)  
ー日本海東縁部の海底地すべりの試計算の経過報告 (資料-2-3)
- (3) 敷地浸水評価に用いる津波評価の策定方法に関する検討（コメント対応） (資料-3)
- (4) カルデラ陥没を要因とする津波の検討 (資料-4)
- (5) 非地震性津波の実験の再現計算（三次元モデル）（海底・陸上地すべり） (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) 非地震性津波の確率論的評価手法に関する検討  
ー海底地すべりのコメント回答、陸上地すべりの試計算計画 (資料-2-1)

Q: ロジックツリーにおいて、再来期間の「上限」・「下限」という分岐があるが、「上限」・「下限」と記載すると、その間に真値があるように思えてしまう。「上限」・「下限」というより、むしろ考え方の違いと思う。そのため、設定した再来期間の上下限の分岐でなく、考え方そのものの分岐に修正した方がよいと思う。

A: 承知した。

Q: 中間的な考え方のロジック分岐を追加で設定することも可能か。

A: 中間的な考え方を設けるための確かな根拠が何かあれば、ロジック分岐を設定することは

可能である。

- Q: 陸上地すべりの移動距離について、防災の観点の地すべりと少し相違があるように思う。今回文献を採用するに当たって、斜面崩壊と地すべりの区分けを行っているのか。地すべりの定義について考えを教えてください。
- A: 今回の検討は、対象とする地すべりを形態により絞っていない。同じ「地すべり」という用語を用いている場合でも、文献により対象とする範囲が異なっている可能性があるため、今後、引用した統計データの対象範囲等を慎重に分析する予定である。

## (2) 非地震性津波の確率論的評価手法に関する検討

- 
- －南海トラフの海底地すべりの試算の経過報告 (資料-2-2)
- 
- －日本海東縁部の海底地すべりの試算の経過報告 (資料-2-3)
- 

- Q: 資料 2-2 について、二層流モデルの計算結果と KLS(Kinematic Land Slide モデル)による計算結果とを比較すると、二層流モデルの方が発生位置に関する感度が高い。その理由についてどう考察しているか。KLS は、土砂を剛体に見立てて移動させるため、KLS の方が、感度が高いように思うのだが。
- A: 資料 2-2 の下層のスナップショットに示すように、二層流モデルは海底地形に応じて土砂の流れ方向が KLS と違うことが一因と考えている。
- Q: KLS では、移動前の土砂が移動後には消滅するという計算であるため、初めは下降側の波しか発生しないということであるが、資料 2-2 の波源付近の水位のスナップショットにおいて時刻 1 分程度までが土砂が消滅している時間帯という理解でよいか。
- A: そのとおり。
- C: 水位のスナップショットに、海底地形を入れることはできないか。また、海底地すべりの位置も図示して欲しい。
- A: 拝承。
- C: 海底地すべりの土砂移動について、本来は海底地形に依存して決まる。今回の検討ではそれらを考慮せずに設定されていることに違和感がある。
- A: 実務で実施する場合には海底地形を踏まえて地すべりの諸元を決めることになるが、今回は、例示計算として機械的に仮想的な地すべりを設定している。KLS では、計算上、移動距離をパラメータとして設定する必要があり、Watts や二層流でもそれぞれ必要なパラメータがある。今回のハザード評価の結果を踏まえ、パラメータの設定方法について総括してみる。
- C: 海底地すべりの移動方向は地形を見て決めているため、実務においては海底地すべりの移動方向や移動距離は海底地形を踏まえて決められると思う。

Q: 地すべり津波の手法による計算結果の差異について、今後どのように処理・評価していくのか。

A: 確率論の枠組みで評価する以前の決定論を含めた議論であると考えている。今回の検討の結果は、断層変位による津波の評価手法ほど、地すべりによる津波の評価手法の精度は良くないということを示唆している。そのため、現状、決定論では、複数の評価手法で計算し、その中で厳しい計算結果を採用する方法をとっている。本検討と並行して、評価手法の精度を上げていくことも重要と考える。

C: 3つのモデルを用いて海底地すべりの計算を行うというのは認識論的不確かさを考慮しているということになる。今回の計算結果では、KLSと他の2つの評価手法で差異が大きく、これは認識論的不確かさの幅が大きいことを表している。そのため、複数のモデルを用いて津波の検討をしていると理解できるが、並行して計算の精度自体も向上させていく必要がある。

C: 感想だが、海底地すべりの方向の決め方が海域ごとに異なっている。南海トラフでは、評価ポイントから半径約14kmの円上で一番深い地点を地すべりの方向として設定している。つまり、情報は少ないが客観的な設定方法を用いている。日本海東縁部では、海底地形を見て最大傾斜方向を考慮してすべり方向を設定している。つまり、多くの情報を使っているが人間の判断が入った地すべり方向の設定方法を用いている。両海域でのそれぞれ手法の中間のような、客観的にすべり方向を決める方法があればよいと思っており、そこが我々の手法として足りない部分だと感じている。

Q: これまでの水理実験からは、地すべり挙動の特性についてどのような知見が得られているか。また、今回の実地形を用いて計算した結果から、水理実験とは違うような知見が得られたのか、あるいは、予想通りだったのか。

A: 実験結果とその再現計算については、今後説明予定である。

A: 本検討のKLSでは、土砂の移動前と後では土砂が完全に同じ形状としている。一方、実験の再現計算のKLSでは、映像から土砂形状を確認している。実地形における土砂の移動過程において、土砂がどのように変形するかについては、よく考えて設定する必要があると思う。

C: 地すべりの実現象が、剛体か流体かどちらに近いのかということもまだ分かっておらず、そのあたりの不確かさを含めて整理する必要がある。

Q: KLSの計算結果を見ると、短周期の波形が認められる。KLSは海底地盤の変動が100%水面に変換されるような計算だが、地殻変動による水面変動を考える場合と同じようにKajiura(1963)フィルターを適用してもよいと思う。

A: Kajiura(1963)フィルターについては、以前の少委で海外の研究事例として紹介したことがあるが、これまで検討したことはないので、今後検討が必要と考える。

- C: 各手法による計算結果の比較については、本検討では実験を行っているため、確率論評価の例示計算の中で大小比較をしても仕方がない。手法間の比較は実験結果の中で実施し、それでも KLS を用いた計算結果が大きいかを検討することに注力した方がよいと思う。
- C: 地すべり性の津波については、まだ研究のフェーズとして検討することがたくさんある。今回の研究では、多くの実験データを蓄積し、検証するためのデータを得た。一方で、モデルについて修正すべき点は多くあるため、是非今後も各委員から知恵やアドバイスをいただければと思う。
- C: 海底地すべりについて、決定論では保守的に評価するからよいということであるが、それは科学的・工学的ではない。決定論でも確率論でも認識論的不確かさの取り扱いは同じはずであり、決定論についても慎重に検討した方がよい。

### (3) 敷地浸水評価に用いる津波評価の策定方法に関する検討 (コメント対応) (資料・3)

- Q: 波源の抽出範囲の設定について、津波 PRA 標準を参照したと思うが、津波 PRA 標準は、代表例として 1 波だけ検討するのではなく、一区間に対して 10 波程度など、もっと多くの波を使うことを想定している。そのため、多くの波を選定しても問題ないと思う。
- A: 津波 PRA 標準では複数の波を使うことが記載されているのは承知している。今回の検討では、1 波 2 波に絞って計算しており、その絞り方として、津波高比を提案している。
- C: フラジリティ側の評価では、波高をパラメータとして機能喪失を検討する場合と、流量をパラメータとして機能喪失を検討する場合の 2 つがある。そのため、周期という観点から検討するのはよいと思う。津波評価について、津波の流速や周期などが、フラジリティ側の評価でどの様に使われるのかを考えながら検討して欲しい。
- C: このコメント回答の元々の質問は、津波の波高とともに、津波の周期の影響をみる必要があるのではないかという意図だった。本検討では、周期は直接的には考慮していないが、越流量や津波高比を用いて間接的に周期を考慮したということだと考える。ただ直接、周期を見られるようなパラメータがあってもよいとも思う。

### (4) カルデラ陥没を要因とする津波の検討 (資料・4)

- Q: 水位の時刻歴波形の実験値と計算値の比較をみると、カルデラの陥没速度が高速の場合は 3D モデルの方が 2D モデルよりも実験値とよく一致し、低速の場合は 2D モデルも 3D モデルも実験値とよく一致している。実現象に近いのは、低速の場合か高速の場合かどちらか。
- A: クラカタウの無次元陥没速度を考えると、低速の場合の方が実験値に近い。

- C: そうであれば、実現象としては 2D モデルでも 3D モデルでも再現可能ということになる。
- C: 今後の検討で実験値との比較をする場合、津波の高さだけでなく、全体的な波形がどの程度一致しているのかを検討した方がよいのではないか。
- C: カルデラの陥没速度が高速の場合、2D モデルが過小評価になっている点が気になる。
- Q: 3D モデルのカルデラ陥没のモデル化について、既知の値は実験におけるカルデラ陥没の計測変位で、それを流速に変換しているということか。
- A: そのとおり。陥没する底面部では一様に流速を与えている。
- C: できれば陥没面の境界を動かせられるとよい。陥没面の蓋を瞬時に取るようなダムブレイク方式で再現することもできるのではないか。
- A: できると思うが、やはり崩壊速度の設定に課題が残る。
- C: H2 地点はカルデラ陥没地点の真上の観測地点にあたるので、もう少し実験値と一致してもよいと思う。この精度で十分ということであれば良いが。
- Q: 渦動粘性係数の有無による影響はどうであったか。
- A: 補足資料に示している。渦動粘性係数 0 の場合、津波波形に振動が現れている場合があった。
- Q: 3D モデルでの渦動粘性の効果の考慮について、OpenFOAM のデフォルトの設定値以上に何か考慮しているか。
- A: 特に考慮していないと思うが、確認する。
- C: 水位の時系列グラフと比較すると、2D モデルと 3D モデルの違いは、非線形と分散性の効果の有無によるものだと思う。陥没速度が高速の場合が分かり易いが、H3 地点は浅いため非線形と分散の効果が出てくるが、2D モデルはその効果がでていないように見える。非線形と分散性の効果の有無は、陥没速度と関係があるのかもしれない。
- Q: 三次元計算のメッシュ構造について、カルデラ陥没部の同心円状からその周囲の矩形状へと繋いでいるが、波の伝播は同心円状になっているか。
- A: スナップショットで、波の伝播が同心円状になっていることを確認している。

(5) 非地震性津波の実験の再現計算 (三次元モデル) (海底・陸上地すべり) (資料-5)

- Q: 第一波目の最大値の比較について、多くの地点で実験結果と計算結果が一致しているが、一番被害が出そうな陸側の地点だけ過小評価しているように思う。なぜ陸側の地点だけが、過小評価されているのか。
- A: この地点は、波が短周期で激しい運動となっており、そのような挙動を計算では再現しき

れなかったと考えている。これを解決するためには、格子間隔を変えたりするなどの工夫が必要と考えている。

C: 報告書では、そのような部分の限界等についても記載してもらえると参考になる。

C: 本検討では、再現性の着目点が整理されており、非常に分かりやすくなったと思う。  
また、検討課題「実現象への適用に向けての検討」に記載のあるとおり、この分野では実現象を視野に入れての研究が大切であり、その視点を保持しつつ検討を継続して欲しい。

#### (6) その他

---

C: 今後の小委員会の予定について、次回は3/6午前。

以 上