

土木学会原子力土木委員会 津波評価小委員会（2017 年度第 4 回） 議事録（案）

日 時 2018 年 3 月 6 日（火）9：30～13：00
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、加藤委員、佐竹委員、
嶋原委員、清水委員、菅原委員、高川委員、谷委員、富田委員、平田（一）委員、
平田（賢）委員、山中委員、米山委員
川真田常時参加者、高橋常時参加者、野瀬常時参加者、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、佐藤幹事、芝幹事、玉田幹事、殿最幹事、
藤井幹事、藤田幹事、森幹事、山木幹事
大平オブザーバー、甲斐田オブザーバー、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、吉井オブザーバー

議 題

- (1) 前回津波評価小委員会議事録の確認 (資料-1)
- (2) 非地震性津波の実験の再現計算（平面二次元モデル）
 - (陸上地すべり) (資料-2-1)
 - (海底地すべり) (資料-2-2)
 - (再現計算の総括) (資料-2-3)
- (3) 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) (資料-3-1)
 - (日本海東縁部の海底地すべりの試算) (資料-3-2)
 - (日本海溝の陸上地すべりの試算) (資料-3-3)
 - (試算の総括) (資料-3-4)
- (4) 取放水設備内水位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の策定方法に関する検討 (資料-5)
- (6) 既存の砂移動評価手法の再現性検証 (資料-6)
- (7) 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

- Q : 海底地すべりの実験結果について、陸側の観測点で押し波が観測されておらず違和感がある。計測がうまくいっていない可能性はないか。
- A : 水位の時刻歴については容量式波高計で計測しているが、最大水位がうまく計測できていない可能性があったためポイントゲージで検証している。その結果から容量式波高計の計測が正しいことは確認できている。実験結果の水位の時刻歴波形については、実験における水位変動が小さいことが影響しているのではないかと考えている。
- C : 地すべり実験の再現性について、最大上昇水位、最大下降水位だけで整理するのは不十分だと思う。今後の課題にも記載されているとおり、水位の時間変化の再現性を検討することが地すべりの発生プロセスの再現性向上につながると考える。
- Q : KLS モデル(Kinematic Land Slide モデル)の最終形状はどうやって設定しているか。
- A : 固定形状については実験後の位置を最終形状としている。粒状体については実験後の形状を計測していないので二層流モデルの最終形状を用いている。
- C : KLS モデルに対して、それを改良した PKLS モデルを今回提案しているが、それにより陸上地すべりの位相があってきている。
- Q : 海底地すべりについても PKLS モデルを用いると再現性が向上するのではないか。
- A : おそらくそうだと思う。
- Q : KLS モデルについて途中で地すべり体が消えてしまっているのは何故か。
- A : KLS モデルの手法をそのまま今回の実験に適用してしまうとこうなってしまうということをお示ししている。
- A : 元々 KLS モデルは崩壊域と堆積域が近い渡島大島の地すべりで検証された手法。今回の実験では崩壊域と堆積域が離れており、構築された現象と物理的には異なる面がある。手法としてはパラメータ設定の面などで使いやすく、その点は有用であるのであえて適用して分析を行っている。
- C : 実験値と解析値との比較整理について、例えば、KLS モデル (海底地すべり) の水位下降側の傾向は、粒状体と固定形状とで異なっているようにみえる。また、Watts モデル (海底地すべり) の水位下降側の傾向は、固定形状の中でも水深によって変わっているようにみえる。これだけの実験・解析ケースがあるので、もう少し詳細にデータ整理を行うと更に課題が整理できるのではないか。
- C : 陸上地すべりについて、PKLS モデルを用いることにより第一波の波形の再現性が向上した。海底地すべりについても PKLS モデルを用いた検討を行ってほしい。また PKLS モデルでも第二波が再現できていない。この点については継続検討してほしい。

- C : 説明はなかったが、参考資料に地すべり再現計算の傾向総括表を載せていただいている。実験値と解析値との比較整理について更に精査すべきという指摘には同感であるが、今回は実験・解析ケースが多いため、このような表があると手法同士の再現性の違いについて一定の理解が進む。波形の再現性についてもこのような表があるとよいのかもしれない。
- Q : この傾向総括表に三次元解析の結果を載せるとどうなるか。
- A : 三次元解析は「同程度」という評価になる。三次元解析結果については波形も含めてよく一致している。
- Q : 今後の検討の方向性について、二次元解析の精度を上げていくのが良いのか、三次元解析を検討していくのか。それとも両手法とも検討していくのか。
- A : 三次元解析についても実現象への適用にあたっては課題がある。そのため両手法とも検討していきたいと考えている。

(3) 非地震性津波の確率論的評価手法に関する検討

(資料-3-1~4)

- Q : 今回の検討では、簡易的な津波ハザード解析を行っていただいた。この簡易的な解析手法がどの程度の信頼性を有するかについては、今回の検討に加えて、今後さらにロジックツリーの全てのパスを用いた計算を実施し、それらを比較することにより確認できる。実務に適用するためには、さらに信頼性の確認が必要と考えている。
- A : 今回の簡易的な手法では、ロジック分岐において黄色で示した基本パスをベースとして、それぞれ1つずつ白のパスを通るようなケースを設定して計算を実施した。例えば、全て白色のパスを通るような計算は実施していない。そのため、今回の検討で使用しなかったロジックツリーのパラメータに関しては、その感度は線形的に結果に影響すると仮定していることになる。この仮定の妥当性については、今後、全てのパスについて計算して確認する必要がある。
- C : 今回の検討の実用化を目指すときには、例えば、地すべりの規模や形状については、実際の地すべり跡の形状等から情報を得て、面積だけは調査に基づいた値とて設定し、設定が難しい体積等についてはパラスタするなどすれば、さらに考察が深められるかもしれない。今後の検討事項と考える。
- C : 資料 3-2 の津波ハザード解析結果は、非地震性津波のリスクについて示唆に富む内容であった。地震性津波のハザードと非地震性津波のハザードを比較し、例えば、非地震性津波の年超過確率が 10^{-8} になるなど、非常に小さな値を示した場合には、リスクが非常に小さいため、非地震性津波のハザードの検討を深掘りする必要がこれ以上ないなどの意思決定ができると思う。
- Q : 資料 3-4 の課題の整理のうち「津波発生 of 伝播解析手法」について、「手法ごとの適用範

困とパラメータの設定方法を明確にする必要がある」と記載しているが、現段階のロジックツリーでは解析手法が3つ並列にならんでいる。今後は、各解析手法の適用範囲を示した上で、海底地すべり周辺の地質条件などによって、どれかに絞るようにするというイメージか。

- A : 現状の方法では、地すべりの地形の規模を設定しようとした際、その海底地すべり土塊がそのまま形状を維持してすべるのか、粒状体となって薄く広がるものか、その地すべり形態が整理できていない。例えば、二層流であれば、初期状態を設定すれば計算は可能であり、KLSであれば、地すべり土塊の初期形状と最終形状だけを設定すれば、その間の地すべり過程はよくわからないものの計算は可能である。しかし、今後、地質的情報を追加し、例えば、各地すべり形態に対して、どの手法が最も適切であるかなど、地すべりの地質的情報と解析手法との関係付けができればよいと思っている。
- C : 解析の前段階である地すべりの地質的情報により、適切な手法が決められるようになればよい。手法ごとに得意分野があるかもしれない。非地震性津波のロジックツリーにおいて、3つ解析手法を分岐として表すのではなく、適切な手法を1つに決められればよいと思う。

(4) 取放水設備内水位の確率論的評価手法に関する検討

(資料-4)

- Q : フラジリティカーブの作成において、一部のケースをランダム抽出しているが、全ケース計算する場合との計算時間、労力の差はどの程度か。
- A : 今回の検討では、全約 2000 ケースを 1 週間程度で実施しているが、解析ケースをかなり簡略化・省力化して設定している。実務で全ケースを計算すると膨大な時間がかかることから、解析ケース数を減らすことが必要となる。

(5) 敷地浸水評価に用いる津波の策定方法に関する検討

(資料-5)

- C : 観測結果と解析結果とに差異が認められる範囲は、津波が非線形挙動を示す部分であると考え。津波の伝播解析モデルは、砕波モデル、移流項、粘性項、解析スキームなどの設定により、計算結果が変化するため、津波の解析手法についてどの様なモデルを使っているのかを示すために、例えば、基礎方程式を示した方がよい。
- Q : 津波高さの調整方法について、今回の検討では調整方法①（波源モデルのすべり量に倍率を掛ける方法）を使っているが、計算精度が高いから調整方法①を選定したのか。
- A : 計算精度がよいからこの方法を選定したわけではなく、今回の検討において作業上計算がしやすかったため試行的にこの方法を用いて計算を実施したというものである。
- C : 津波 PRA 標準では、調整した津波波形は仮想的なものであり地殻変動と直接関係するものではないとの考え方にに基づき、あえて調整方法②（水位の増分のみに倍率を掛ける方法）を採用して例示している。例えば、地震による地殻変動量が大きい地域では、仮想的な津波を大きくすると地殻変動量も大きくなってしまい計算結果に影響するため、津波高さの調整方法についてどの方法を選定するべきかは詳細に検討した方がよい。

A : 承知した。必ずしも調整方法①が良いとは思っていない。地殻変動量が問題になる場合には、調整方法③のように地殻変動に全く影響されないものを選定するということもありえる。

(6) 既存の砂移動評価手法の再現性検証

(資料-6)

Q : 菅原ほか(2014)の飽和浮遊砂濃度に対する下限値の設定の検討について、今回1%、2%とした根拠はなにか。

A : 根拠は特にない。今回の検討では、沖合の地形変化量に着目した試検討として1%、2%の数値を設定した。

Q : 設定根拠について何か良い方法はあるか。

C : 菅原ほか(2014)の飽和浮遊砂濃度の算定式は van Rijn の論文に基づくものだが、この式の中でマニング粗度 n と土砂の巻上げ効率 e_s の設定についてももう少し調べる必要がある。van Rijn の論文では e_s は 0.025 とされているが、元文献まであたると条件によって多少変わる可能性がある。なお元文献は古い実験に基づいている。 e_s 等を固定的なパラメータと考えるか、スケールに合わせたパラメータと考えるのか検討するとよい。

Q : 防波堤が壊れることが砂移動に影響を及ぼさないのは何故か。

A : 局所的には変わっているとみているが、今回着目した湾内の変化については影響がなかった。

Q : ハネ部の破壊はそれでよいと思うが、中央部は最大水位ではなく越流後に防波堤がなくなっているのではないかという解析結果がある。それと比べると破壊が早すぎる可能性がある。

A : その文献は確認しており、中央部の破壊は越流終了時としているが、詳細な時刻は資料に記載したように設定している。

C : 防波堤が壊れる前に大きな掃流力が発生しており、防波堤が破壊した後は大局的には大きな地形変化は終わっているのではないか。

C : 防波堤中央部の背後は大きく洗掘されており、越流による洗掘であると考えている。これは二次元計算では再現できないため、洗掘された砂がどこにいったのかという観点から質問した。

Q : 連続的に拡散項をいれると、移流拡散式になるという理解でよいか。

A : そのとおり。

(7) その他

C : 3 / 1 2 に東京電力の柏崎刈羽原子力発電所の見学会を予定。
次年度以降の予定については今後連絡。

以 上