

土木学会 原子力土木委員会 平成 26 年度 第 2 回 津波評価小委員会 議事録 (案)

日 時 平成 26 年 8 月 7 日 (木) 13:30~17:20
場 所 電力中央研究所我孫子地区 別館 1 A 会議室
出席者 高橋委員長、有光委員、安中委員、佐竹委員、渡辺氏 (諏訪委員代理)、天野委員、
柳沢氏 (谷委員代理)、富田委員、平田 (一) 委員、山中委員
笹田氏 (大坪常時参加者代理)、中村氏 (清水常時参加者代理)、中嶋常時参加者、
奥寺氏・世戸氏 (藪常時参加者代理)、若松常時参加者、
松山幹事長、池野幹事、稲垣幹事、内野幹事、芝幹事、殿最幹事、藤井幹事、
山木幹事
木原オブザーバー、鈴木オブザーバー、土屋オブザーバー、文屋オブザーバー、
森オブザーバー、吉井オブザーバー、甲斐田オブザーバー

次 第

- (1) 前回議事録について (資料-1)
- (2) 東北地方太平洋沖地震を踏まえた検討
 - 1) すべり量の不均質性を考慮した波源モデル
 - a. 日本海東縁部 (資料-2)
- (3) 敷地浸水時の津波挙動に関する検討
津波・氾濫水路における実験 (実験見学含む) (資料-3-1)
敷地浸水時の津波挙動に関する検討 (資料-3-2)
- (4) 津波堆積物に関する検討
津波堆積物調査方法に関する検討 (資料-4-1)
数値解析モデルに関する検討 (資料-4-2)
- (5) 海底地すべり・山体崩壊の評価手法に関する検討 (資料-5)
- (6) 「原子力発電所の津波評価技術」改訂について (資料-6)
- (7) その他

議 事

(1) 前回議事録について (資料-1)

特記事項なし。

(2) 東北地方太平洋沖地震を踏まえた検討 (資料-2)

Q : 破壊伝播について、破壊開始点を変えたときに影響が出る地点は限られている。一方、ライズタイムを変えたときはどうか。

A : ライズタイムを変えた場合は沿岸部の全体で影響が出ている。局所的に影響が出るのは、破壊開始点と破壊伝播速度を変えた場合である。

Q : 破壊開始点に近い地点や、破壊伝播が向かっていく方向で影響が大きくなっているのか。

A : 破壊が伝播する方向でも影響が小さくなっている地点があるため、影響の出方についてこれから精査していく。

C : 地震波と比べて津波の伝播速度は遅いためそれほど影響はないかもしれないが、定性的には津波が進行する方向に破壊が進むと津波高が大きくなると考えられる。

A : 今回基本的な検討を行った地点の沖合には奥尻島がある。破壊開始点等を変えた場合の影響が局所的だったのは、奥尻島が原因となっている可能性もある。今後、場所を変更した検討を行う。

C : 本日の資料だけをみると、時間差を考えた場合に、全体的には津波高は小さくなるが、波源に近い場所で破壊が開始するケースでは津波高が大きくなる場合があるという結果である。つまり、波源が近い場合には破壊開始点の不確かさを考慮する必要があり、波源が遠い場合には瞬時破壊とすれば安全側の評価となるということ。これを津波評価技術の改訂版に記載するには、今回の波源だけでなく他の波源についても検討する必要がある。

Q : 検討しているスケーリング則との比較に用いたインバージョン結果の断層モデルは、20kmの地震発生層全体を切るようなモデルとなっているか。スケーリング則が20kmの地震発生層の全体を切ると考えて検討されているのに、インバージョン結果の断層モデルでは断層幅を任意に設定しているとすると、両者に整合が取れていないのではないか。

A : 以前の検討で、地震が発生しない範囲も面積として考慮した場合をプロットしたことがあったが、今回も同様に確認はしていきたい。

C : 地震が発生しない層とは断層上端部周辺のことを指しているのだと思われるが、ここで言いたいのは波源全体のことである。インバージョンの断層モデルが20kmの地震発生層の全体を切るようなモデルとなっていれば、スケーリング則との比較の際に整合が取れていることになる。

Q : 瞬時破壊の場合、ライズタイムを0秒に設定していると思うが、実務上、そのような設定は用いないのではないか。

A : 既往の解析では、瞬時破壊の場合にはライズタイムを0秒に設定することが多い。これが一番単純な方法であり、マンシンハ・スマイリの地盤変動量を初期水位として計算を行う。

Q : 港湾や湾地形では第1波以降の津波の方が高くなる可能性があるため、計算時間が6時間で良いかどうか検討する必要があるのではないか。

A : 湾内では第3波、第4波の津波高も大きくなっていった地点もあったように記憶しているため、各地点でどの時点で最高水位を示しているか確認する。

Q : スケーリング則の検討について、第2段階と第3段階のスケーリングの閾値を断層長さの10倍で仮に設定としているが、この10倍というのはどのような意味を持つ数値なのか。

A : Irikura & Miyake(2011)によると、断層長さの10倍は地震モーメントで 10^{21} Nmに対応している。どちらかという断層長さの10倍ではなく、地震モーメントの値の方により意味があると考えている。なお、この地震モーメントの数値は、今回検討している地震よりは大きなものである。

C：東北地方太平洋沖地震以降、日本海側で大きな波源を設定し津波評価を行う自治体が出てきている。日本海東縁部の既往地震では影響が無いが、既往地震を上回る規模を検討していく場合には、第2段階と第3段階のスケーリングの閾値の設定が影響する可能性もある。このため、今後、この閾値について、地震学の専門家に相談するなどしてある程度物理的に説明できる値を検討していくことも必要だと考える。

(3) 敷地浸水時の津波挙動に関する検討

津波・氾濫水路における実験(実験見学会含む)

(資料-3-1)

Q：V2の鉛直平均流速が示されていたが、V2では鉛直方向に複数の記録があるのか。V1では底面付近の流速を計測しているとの説明だが、それとV2の鉛直平均流速との違いはあるか。また、計測された流速と、流量から計算した平均流速との関係はどうか。

A：V2での流速は、高さ10cmの層ごとに鉛直平均されたもの計測されている。また、2秒間の流速が機械的に平均化処理されている。一方、V1では、床から約10cmの点の流速が計測されている。V1とV2の流速を比較すると、約10秒後までは整合しておらず、それ以降は概ね整合している。これはV2が2秒間隔の出力であり、非定常な流れを精度よく捉えることができているためだと考える。なお、水路端部で計測した流量から計算した流速と計測した流速が整合することは確認している。ただし(計測流速の大きい)ケース1は端部で計測した流量から計算した流速よりも計測値が大きくなっている。

Q：流木の移動速度も計測しているのか。

A：流木の移動はカメラで補足しているものの、衝突するときに水塊で流木が消えてしまうため、現状うまく最後までトラッキングできていない。

敷地浸水時の津波挙動に関する検討

(資料-3-2)

Q：波力算定式に入力した流速は、V1の計測値か。

A：その通り。有光(2012)では構造物の2メッシュ前の平面二次元結果の流速を用いて波力を算定しているが、V1は構造物から3.75m離れた地点であり、少し遠いと考えている。

Q：2メッシュとはどのくらいの距離か。

A：有光(2012)では1cmメッシュで計算していたため、2cmの距離。このときは一番実験結果と整合した。その後の解析では、構造物のすぐ前、1メッシュ前で波力を算定している。

Q：約10秒以降の準定常状態における波力の算定結果は妥当だが、約10秒より前の非定常状態における波力の算定については今後どのように検討を進めるのか。

A：今回の実験結果では、約10秒以降の準定常状態における波力が大きくなっている。設計では準定常状態のみを考慮すれば良い、という整理ができないかと考えている。

Q：非定常状態における波力がどのような現象で生じているのかを把握しておくことも重要である。実験・数値解析の両面から検討していただきたい。

(4) 津波堆積物に関する検討

津波堆積物調査方法に関する検討

(資料-4-1)

- Q：化学分析で貞観地震の津波堆積物を特定している既往研究もあるようだが、化学分析ではどの程度過去の津波堆積物まで確認できるのか。
- A：津波堆積物の特徴を持つものの物性による。ただし、まだ事例が少なく、どんな鉱物が津波堆積物の特徴を持ったものなのか、検討している段階である。
- Q：最終的な成果物としてどのようなものを期待しているか。
- A：調査方法、分析方法とその成績表のようなものを整理したい。「ある物質が含まれていれば津波堆積物の可能性がある」などの目安になるようなものである。難しいのは、津波堆積物がなかった場合に、何が言えるのかということ。
- Q：津波堆積物が無ければ、津波が襲来していなかったと言えるのか。
- A：例えば、湖沼のような津波堆積物の保存がされ易い場所で見つからない場合には、そのようなことを言うことができるかもしれない。
- C：歴史記録も津波堆積物と同じで、記録に無いからと言って、津波が無かったとは言えない。
- C：発見されたイベント堆積物が津波起因か波浪起因かを判断する方法について、今後具体的かつ客観的に標準化されると、津波堆積物の活用方法の幅が広がる。

数値解析モデルに関する検討

(資料-4-2)

- Q：引き波の影響については考えないのか。
- A：まずは各モデルの妥当性を確認するとの観点から、今回は津波が遡上した段階までの計算結果を示している。

(5) 海底地すべり・山体崩壊の評価手法に関する検討

(資料-5)

- Q：二層流モデルでは 1/20 程度以下の格子間隔が妥当であるということだが、地すべり斜面の傾斜角とは関係がないのか。
- A：地すべり土塊の特徴的な長さとして初期の土塊形状を参照しているが、本来、突入直前における土塊形状が重要である。土塊形状は移動するにつれて変化すると考えると、斜面の傾斜角が影響することがあり得る。
- Q：格子分割数が傾斜角の関数になるということか。
- A：初期の土塊形状と傾斜角の関数になる可能性がある。現在傾斜角を変えた検討を実施していないため、今後検討する。
- Q：格子分割について水位の 1 波長の 1/20 で概ね収束したとの記載があるが、何が 1 波長なのか。水位形状はサインカーブではない。
- A：ここでは、水位の上昇側と下降側の山谷を 1 波長としている。
- Q：水位の上昇側と下降側は同じ形状ではない。山谷の形状を再現するために、どの程度の格子分割が必要かという話ではないのか。

A：こちらは波形に関する話題である。先ほどの土塊形状の話とは分けて考えるべきである。波形に関しては、水深との関係があると考えられるため、水深を変えるなどして整理方法を検討する。

Q：KLS モデルの結果について、沖側が引き波初動となっているが、正しいか。

A：押し波初動か引き波初動かは、崩壊の速さと波の速さによって決まる。今回の設定では波の速さの方が早く、土砂が緩やかに移動するため、引き波初動となっている。これは設定によっては逆転することも考えられる。

(6)「原子力発電所の津波評価技術」の改訂について

(資料-6)

C：断層の不均質に関する点は、2002年版からの大きな違いの一つである。キーワードとして触れるようにすること。

C：その点は、東北地方太平洋沖地震以降では標準的な検討事項であるため、改訂版にどのように反映していくか検討すべきである。

Q：8.5（敷地浸水時の津波挙動）については、どの項目をどの程度の範囲で記載するのか。

A：基本的には平面二次元解析による津波伝播解析となる。として、サイト周辺の三次元解析やその手法（CADMAS - SURF、OpenForm 等）の紹介などを、個人的には考えている。

Q：8.6.3 の漂流物評価の前提となる流れの評価を 8.5 で述べるということか。その場合には、平面二次元解析で実施することが前提になるということか。

A：実務的にはその通りだと考える。もちろん詳細な手法による評価を妨げる必要はない。

Q：波力等の評価については CADMAS - SURF を念頭においているのか。

A：CADMAS - SURF をはじめとする三次元解析による波力評価については記載する。一方、少なくとも平面二次元解析結果に基づいてどの程度評価可能かについても記載する。また、小委員会でも紹介している実験結果を使った三次元解析の検証も載せていきたい。

Q：一般防災では、津波対策を L1、L2 の2つのレベルで設定することとなっている。原子力発電所における津波評価では、これに対応する概念について検討するのか。

A：少なくとも外郭施設の設計は一般防災と同じような手法で評価できると考えられる。また、それを超える津波に対しても影響を評価するための手法は記載する。それをどう使っていくかということについては、はっきりとは書きづらい。なお、原子力学会の深層防護の概念や、東日本大震災の事故の教訓については、最低限触れるつもりである。

C：5章（設計想定津波の策定）については、国交省がまとめた設計津波水位の決定法との関連が指摘される場所である。土木学会として公表するものなので、この点を整理しておかないと社会が混乱する懸念がある。

Q：一般防災の2段階の津波評価の概念と、我々が現在検討している原子力発電所の概念の違いを整理すべきということではないか。一般防災では、L1津波に対してはハード対策で対

処し、L2 津波に対しては避難することとしている。一方、原子力発電所は避難できないため、個人的には、一般防災で考えているような L2 津波に対してもサイトに浸水しない、いわゆるドライサイトが必要だと考えている。ただし、想定した津波が最大とは限らないため、敷地が浸水した後のことも検討しなければならない。

C：原子力発電所は逃げられないかもしれないが、敷地よりも高所に代替設備を保管しておくなど、設計を超える津波にも対処は十分可能である。

C：一般防災では想定する津波が防潮堤等を超えることを許容するが、原子力発電所では想定する津波に対してはドライサイトが基本だと考える。その上で、我々の想定が間違っただとしても、2段階、3段階まで対策していることが重要だということである。

C：5章（設計想定津波の策定）をどう記載するかが全体の中で一番の課題である。

C：5章（設計想定津波の策定）と6章（確率論的津波評価手法）に関連する項として、3章（津波推計の流れ）の3.1（全体方針）があるのではないか。ここに原子力発電所の深層防護や設計を超える津波に関する概念を、一般防災との関係を含めて記載すれば良いのではないかと考える。

C：3.1（全体方針）には土木学会としての哲学を記載しなければならない。哲学がないものはふらつくし、社会から信用されない。

Q：改訂の前提として、東北地方太平洋沖地震津波の存在が念頭にあるが、このときの教訓は小委員長がまえがきに記載するということか。

A：その予定である。

以 上