

土木学会 原子力土木委員会 津波評価部会 第8回 議事録

日 時：平成17年9月12日（月）13:30～16:50

場 所：東京電力株式会社 千代田荘

出席者：首藤主査、磯部委員、佐竹委員、今村委員、坂本委員、小林委員、酒井委員、大津委員、中嶋委員、秋山委員、川本委員、浅野委員、梶田委員、伴委員、久松氏（北川委員代理）、榊山委員兼幹事長、池野幹事、松山幹事、安中幹事、藤井幹事、木場幹事、稲垣幹事、山木幹事、武田幹事、柳沢幹事

資 料：第7回津波評価部会議事録案（資料1）

数値計算モデルに関する検討（資料2）

打ち切り誤差の評価（資料2-補足1）

分散項の大きさの比較メモ（資料2-補足2）

砂移動評価における非線形分散波モデルの適用に関する検討（資料3）

陸上に遡上した津波波力の検討（資料4）

委員会報告案（資料5-1）

対外発表リスト（資料5-2）

議 事：（Q：質問、C：コメント、A：回答）

1. 第7回津波評価部会議事録案の確認

平成17年6月3日に開催された第7回津波評価部会の議事録案が配布された。追加、修正、コメントがあれば、幹事へ連絡することとした。第7回議事録は、コメント反映後、土木学会原子力土木委員会津波評価部会のHP上で公開する予定である。

2. 数値計算モデルに関する検討

幹事団より、非線形分散波モデルに関する検討（資料2ならびに補足1、2）について報告がなされた。その際、以下の質疑応答、コメントがあった。

C：線形分散方程式であれば、精度が良いモデルが幾つか提案されているが、それは振幅が小さい、すなわち線形の条件において、分散項が取り入れられている。本検討では、砕波直前まで発達するような非線形すなわち有限振幅の条件で、分散項を精度良く取り入れられるかという検討と認識。この場合、非線形項と分散項とのインタラクションが存在するはずであるが、既往研究では考慮されていなかった。報告によると、人為増幅項は非線形項と分散項のインタラクション、緩衝、相乗効果を表現するものと解釈している。

Q：分散性を補正する意味で人為増幅項を入れており、展開式において人為増幅項に該当する項には二階微分すなわち曲率が入っている。このため、波のクレスト部分で値が大きくなり、

クレスト前後では値が小さくなると考えられる。なぜ真値とみなせる長尾らの結果に近づく結果となるのか。

A：人為増幅項を入れると、分裂波の前面波形は長尾らに近づく、すなわち、補正する傾向になるが、分裂波の後面波形は逆に遠ざかる、すなわち、補正しない傾向になるようだ。

C：補正においては、二階微分すなわち曲率ではなく、一階微分すなわち勾配が考慮されている方がよいのではないか。

Q：補完対象の項をそのまま計算すると、計算時間が掛かりすぎるのか。

A：一次元では計算できる可能性はあるが、二次元への適用については今後の検討課題としたい。

Q：人為増幅項は省略した式を便宜的に代替するためのものであるから、スケール毎にその係数を定めるか、もしくは係数がスケールによらないことを確認するのが良いと考える。

A：実験では大陸棚地形を忠実に再現しており、少なくとも砕波するところまでは、現地スケールにも適用できるものと考えている。

Q：補完対象の項だけでも、異なるスケールで比較計算するなど、妥当性を検証できないか。

A：模型実験との比較により人為増幅項を同定しており、実験が現地を再現していると考えれば、現地スケールにおいても妥当と考えてよいのではないか。

C：フルード相似則が成り立つ範囲では、係数が無次元量であれば、スケール効果は無いと考えてもよいかもしれない。

C：砕波直前までは再現できるであろうが、砕波後は難しいかもしれない。

Q：計算波形の比較において、後藤式の方がペリグリン式よりも分散性が大きく見えるが、分散項の大きさの比較では、逆にペリグリン式の方が後藤式よりも大きくなっている。これは矛盾しないか。

A：前者は資料 2-補足 2 に示す B-1 後藤タイプ線流量表示を使用した。B-1 では $(1+\varepsilon)^2$ が効いて分散項が大きくなる傾向がある。一方、後者は資料 2-補足 2 に示す B-2 後藤タイプ平均流速表示を使用した。このタイプでは、分散項が抑えられる。

Q：断面 1 次元モデルを平面 2 次元モデルに拡張する際に、断面 1 次元モデルで同定した人為増幅項をそのまま用いてよいか、理論的裏付けが取りにくい。二次元計算では、x 方向、y 方向への振り分けはどうするか。

C：人為増幅項をベクトル表示で記述した方がよいのではないか。同じ M の二階微分でも、ラプラシアン M の一次変換か、 $\text{grad}(\text{div}M)$ かで意味が異なる。

3. 砂移動評価における非線形分散波モデルの適用に関する検討

幹事団より、砂移動評価における非線形分散波モデルの適用に関する検討（資料 3）について報告がなされた。その際、以下の質疑応答、コメントがあった。

Q：遠地津波計算による入力では水位・流速を両方入れるが、検潮記録による入力では水位のみの入力ということか。

- A：そのとおり。流速を入力しているか、していないかの違いが存在する。また、結果に違いが出た原因としては、解析範囲が限られていることによる影響が考えられる。今後の検討課題としては、解析範囲を広げること、ならびに、より細分化したメッシュを用いること、が挙げられる。
- Q：水位と流速ともに強制入力することは、境界条件を与えすぎていて、反射等による影響が懸念される。
- A：その可能性は否定できない。
- C：より細分化したメッシュで遠地計算を行い、検潮記録との整合を高めることが先決。
- C：領域設定の影響が大きいと考える。今の入射位置の断面は深浅の差が大きく、深い方からばかり海水が入ることとなる。領域をもっと広く取るべき。
- Q：水位の痕跡高は何に依っているか。
- C：大学等による調査結果である。計測位置は、海岸にある建物の海側の壁などであろう。
- Q：湾内での痕跡高を、ほぼ一様と捉えるか、狭窄部を境に変化していると捉えるかによって、結果の解釈も変わるのではないか。
- C：痕跡高はほぼ一様と捉えたほうがよい。
- Q：本研究では、分散波モデルの適用性を検討したいのであるが、チリ津波は周期が長いので、分散性は効いていないということか。
- A：分散性は効いていないが、流速場には差が出ており、これは差分スキームの違いによると思われる。
- Q：検潮記録に基づく場合、途中で振り切れている箇所をどのように扱えばよいか。今回、欠けている部分は前後のデータをそのまま繋いで補間した。実際の水位としては、これより大きい可能性があるのではないか。
- A：線で繋ぐのではなく、観測記録を点でプロットし、点で考えた方が良いかもしれない。
- Q：気仙沼湾だけでなく、石巻や八戸の記録との比較は行っているか。検討用の入射波は、周辺の観測記録も含めて、到達時刻や波形と整合するものを探るのが良い。
- A：遠地計算の結果は石巻・八戸でも再現性は良かった。江ノ島では波形も良く合っている。

4. 陸上に遡上した津波波力の検討

幹事団より、陸上に遡上した津波による波力評価法の検討(資料4)について、報告がなされた。その際、以下の質疑応答、コメントがあった。

<陸上構造物に作用する波圧特性と波圧算定式の提案>

- Q：ソリトン分裂波の波長と護岸前面から建屋までの距離との関係はどのようなか。護岸越流時の乱れから鉛直加速度を得て、波圧が大きくなるもしくは建屋衝突時の跳ね上がり高が大きくなる可能性がある。 η と h_c の比によって波圧が決まるのではないか。
- A：ソリトン分裂波の周期は1秒程度であるから、波長は1m程度となる。建屋設置位置は31、

61、101cmなので、分裂波の波長に比べて、相対的に建屋は護岸前面に近い配置で実験を行った。

C：津波の波長に対して、建屋の設置位置が護岸前面から相対的に近いために、分裂だけではなく色々な現象が組み合わさり、大きな波圧が生じていると考えられる。

C：実際の発電所では護岸の外側に港湾があり、遮蔽されるため、本実験のように直接護岸や建屋に津波が当たることはなく、大きな波圧が作用する可能性は小さいと考えられる。

C：護岸天端高、静水深、津波水位の関係で、その後の越流特性や波圧特性がほとんど決まってしまうと考えられる。波長に比べて建屋までの距離が短いため、護岸を越流する際に発生した乱れによる鉛直成分が影響しているのではないかと。

Q：建屋について、耐震設計における地震力と津波波力の大小関係はどのようなか。

A：未だ比較していない。

C：確認した方がよい。地震力の方が大きいと想定されるが、力が小さいか大きいかを確認しておくことは重要である。

<日本海中部地震津波により被災した護岸ケーソンの安定性検討>

Q：本体の波高・波長の違いにより、分裂波の波高・波長が異なるものとなり、それが結果として波圧の違いの原因となっている可能性はあるか。

A：波形として、波長が短いケースでは本体頂部から分裂する現象がみられるという違いはみられた。

C：津波本体に対して、分裂波の発生場所や発達状況を考慮して整理すると理解しやすいのではないかと。

C：ケーソンの滑動安定性検討について、提案は津波が後ろに回り込まなければP1を考えるとということか。また、越流する場合には、浮力の他に、越流する海水による押さえ込み効果があるかもしれない。

C：能代港で実際に何が起きたのかは良く判っていない。能代港の潮位計では短周期波は観測されなかった。また、相田モデルによる解析第一波・第二波の解釈にも違いがあり、実態が判らない。

C：防波堤の検討にあたっては、被災事例を集めて把握しておいた方がよい。十勝沖地震津波の際、八戸港では、第一波で港内の水位が低下したところに、第2波目が防波堤を越流してマウンドに滝落とし状態となった。チリ津波の際、沖縄では、防波堤前後の水位差のためにマウンドの捨石が抜けた。

C：能代港の状況として実際に判っているのは、数波の津波が立て続けに来襲し、去った後の護岸ケーソンの状況である。第二波の方が大きかったとすると、提案式で滑動しないとされたケーソンについて、第一波だけでなく、第二波でも滑動しないことは示せないか。

A：第1波通過後の引き波と第2波目の津波の大きさが特定できれば、検討可能であるが、現時点ではそれら津波の大きさが不明である。

C：沖では第二波が大きかったようだが、一波目の引き波で潰され、岸では第二波の方が小さくなったようである。

5. 検討成果の総括 ー委員会報告案ー

委員会報告案として土木学会論文集原稿案(資料 5-1)、対外発表の状況としてリスト(資料 5-2)について報告がなされた。追加、修正、コメントがあれば、幹事へ連絡することとした。

C：部会で検討した内容は、学会発表するなどして批判を仰ぎたい。検討結果が完全なものでは無い場合にも、適用可能な範囲、残された課題等の注釈を付けて、公表するべきであると考ええる。

6. 主査挨拶

今回が一連の部会の最終回となるため、首藤主査から挨拶を頂いた。要旨は次のとおり。

研究・検討はあくまでも綿密に行い、それでも判らない部分を担保するのが設計である。留意すべき点としては、津波による被害では想定外のことが発生する可能性があること、地震に比べて津波は実測例が少ないこと、津波が塩水であることの影響、が挙げられる。物事を良く知る努力は続け、一方で、全てを知っている訳ではない可能性を補う設計を行って欲しい。

以 上