津波高さの大きな短周期波成分を有する津波の伝播特性

鹿児島大学大学院	正会員	○柿沼	太郎
鹿児島大学大学院	学生会員	山下	啓

1. 研究の目的: 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の水面変動が,水深約 204 m の岩手南部沖に設置されている GPS 波浪計により計測された¹⁾.本計測値は,独立行政法人港湾空港技術研究所海洋・水工部海洋情報研究領域海象情報研究チームにより分析され,国土交通省港湾局により報道発表されたものである.この結果により,0.5 m 程度の水面低下の後,約10分の間に水面が比較的緩やかに約 2.5 m 上昇し,そして,その後の4~5分間に急激な約4.7 m もの水位上昇が生じたことがわかった.この GPS 波浪計設置地点は,釜石港の湾口防波堤沖である.そこで,このように,津波高さの大きな比較的短周期の成分と,長周期の成分が合成されている場合に,津波がどのような伝播特性を示すのかに関して,数値シミュレーションを行ない検討した.なお,本概要では,地形を一様静水深部と一様斜面よりなるモデル地形とし,津波の1次元伝播を対象とする. **2. 基礎方程式系と数値解析法**:非粘性・非圧縮性流体の,鉛直断面内の非回転運動を対象とした.速度ポテンシャルを $\phi(x,z,t) = \sum_{\alpha=0}^{N-1} \{f_{\alpha}(x,t) \cdot z^{\alpha}\}$ のようにN個のべき関数の重み付き級数に展開した.そして,変分法²⁾に基づき得られた非線形波動方程式系を基礎方程式系とし,これを差分法³⁾を用いて解いた.

3. 数値解析条件: 速度ポテンシャルの展開項数を N=2 とした. 側方は, 完全反射境界とした. 図-1 のように, 斜面より沖側の静水深を 204 m, 斜面より岸側の静水深を 9 m とした. 斜面の水平長さは, 75 km である. こ れを Case A の地形とした. また, Case B では, Case A の斜面上の静水深が 70 m となる地点近傍に, 図-2 に 示す潜堤を設置し, その岸側の静水深を 70 m とした. Case C は, 図-3 のように, Case B の地形上の潜堤がな い場合である. 上記の公開された波形の数値を読み取り, これを 2 倍した図-3 の Case 1, Case 1 の波形から高 い短周期波成分に先行する長周期波成分を波形が滑らかになるように除外した Case 2, または, 高い短周期波 成分を除外した Case 3 を初期時刻 (*t*=0 s) における水面変動とし, 初期流速を至る所で 0 として, これらの 初期状態より生成する津波の伝播解析を行なった. 計算格子間隔を 500 m とし, 計算時間間隔を 0.1 s とした.

4. 数値解析結果: 図-5 に、Case 1 ~ 3 の初期条件より生じた津波が Case A の斜面に伝播した際の, t=2,000, 7,000, 8,000 及び 8,400 s の各時刻における水面形の数値解析結果を示す. 斜面上で,波形の前傾化が認められる. Case 1 及び 3 の,高い短周期波成分に先行する長周期波成分も,浅水変形により峰の高さが徐々に増加している. 津波が斜面を出て一様静水深部に入射し始める t=8,000 s では,先行する長周期波成分を持たない Case 2 の第1峰の高さが最も大きく,また,第2峰の発達も Case 2 が最も顕著である. Case 1 の初期条件より 生じた津波の,斜面上の伝播に関して,t=2,000 s と t=7,000 s を比較すると,高い短周期波成分の第1峰前面 が、これに先行する長周期波成分の峰前面に追い付こうとしており、t=8,000 s では、前者が後者に追い付いており、Case 1 の第1峰の高さが最も大きく,また、第2峰の発達も Case 1 が最も顕著である. 図-6 に、Case 1,または、2 の初期条件より生じた津波が Case B,または、C の斜面に伝播した際の、t=9,000 s における水面形の数値解析結果を示す. Case 1 の津波が Case B,または、C の斜面に入射した Case B-1 と Case C-1 の比較より、潜堤による第1峰の高さの低減量は、この時刻で約 0.66 m であり、これほど津波高さの大きな津波には、潜堤の効果があまり現れていない. 従って、潜堤位置では、Case B-2 の第1峰の高さが Case B-1 より大きい.

参考文献

- 1) 国土交通省: ホーム・ページ, http://www.mlit.go.jp/report/press/port05_hh_000017.html, 2011.
- 2) 柿沼太郎: 透水性海浜における内部波の挙動の数値計算, 海岸工学論文集, 第48巻, pp.146-150, 2001.
- Nakayama, K. and Kakinuma, T.: Internal waves in a two-layer system using fully nonlinear internal-wave equations, Int. J. Numer. Meth. Fluids, Vol. 62, pp. 574-590, 2010.
 - キーワード 津波, 短周期成分, 潜堤, 非線形性
 - 連 絡 先 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学大学院理工学研究科, Phone: 099(285)8467







図-5 Case 1~3 の初期条件より生成した津波が Case A の斜 面に伝播したときの各時刻における水面形の数値解析 結果(赤色: Case A-1, 青色: Case A-2, 灰色: Case A-3)



図-6 Case 1 or 2 の初期条件より生じた津波が Case B or C の 斜面に伝播したときのt=9,000 sにおける水面形の数値 解析結果(紫色: Case B-1,緑色: Case C-1,灰色: Case B-2)