

構造物の耐波検討における水柱崩壊モデルを用いた簡易な津波計算

東洋建設株式会社 鳴尾研究所 正会員 ○小竹 康夫
東洋建設株式会社 鳴尾研究所 松村 章子

1. 目的

構造物の津波に対する安定性や機能を評価する計算手法は数多く存在し、海溝型地震による津波発生時の初期水位や、伝播過程での波形変化などを考慮した様々な解析技術が提案されている。一方、ハザードマップなどが整備され、沿岸域で想定される津波の水位上昇量などが既知の情報として存在する地域で個別の構造物に対する検討を行う場合、高度な解析技術や水理模型実験などの事前検討として、構造物周辺の限られた領域を対象とする簡易な計算手法があると便利である。本研究は、既知の情報を目標値とする津波を発生する簡易な計算手法として、水柱崩壊モデルの適用性の確認を目的とする。

2. 水柱崩壊モデルによる津波発生モデル化

津波の発生から伝播を扱う数値計算手法は数多く存在する。例えば松山ら(1995)は、水路実験で地盤の隆起、沈降を再現し、海底地盤の変位速度を変化させた場合の水面変動の応答を調べ、強非線形ポテンシャルモデルを用いた計算手法を開発している。また柿沼ら(2005)は、3次元の数値波動水槽に海底の隆起や沈降を模擬的に与え、数値計算により津波の発生過程を詳細に検討している。これらは、津波の初期波形を正確に与えることで沿岸部での計算精度の向上を目的とした検討であり、本研究では、それらの計算結果を目標値として、数値波動水路を用いて簡易に津波を発生させる手法について検討する。数値波動水路には CADMAS-SURF(沿岸開発技術研究センター、2001)を用いる。同手法は、既に有川ら(2005)が3次元に拡張した数値波動水槽を用いて検証しているとおり、津波波力算定に適用可能である。一方、津波発生手法として用いる水柱崩壊モデルは、自由表面を持つ流体の数値解析精度の検証にしばしば用いられる手法である(例えば川崎ら(2002))。今回対象とした解析領域の模式図を図-1に示す。計算対象領域は、実験水路で模型縮尺 1/50 の実験を行う程度の規模を想定する。水深は 34 cm で一定とし、格子の大きさは水平 5 cm、鉛直 1 cm でやや扁平である。また水路両端にはエネルギー減衰領域を設け、境界からの反射波の影響を抑制する。水柱崩壊モデルの変数は、水柱の高さと幅である。

3. 計算結果

図-2に、水柱崩壊による津波伝播状況の一例を示す。鉛直方向は水平方向に対して10倍に拡大している。このときの測定位置における流速と水柱の高さ、幅の関係を整理する。流速分布は鉛直方向にほぼ一様であったため、平均流速に換算した結果を図-3に示す。また静水面からの最大水位上昇量との関係を図-4に示す。いずれの図も縦軸は水柱の幅、横軸はそれぞれ平均流速と水位上昇量である。図中には近似曲線を2次関数で示しており、水

中の高さごとに精度良く表現できる。これは、水柱高さが一定の水柱崩壊モデルでは、水柱幅に依存

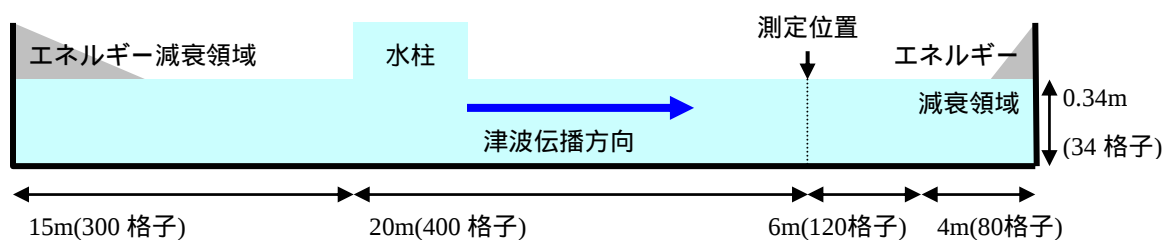


図-1 解析領域全体図

キーワード 水柱崩壊，津波，数値波動水路

連絡先 〒663-8142 兵庫県西宮市鳴尾浜 1-25-1 東洋建設(株)鳴尾研究所 TEL 0798-43-5902

する位置エネルギーを初期エネルギーとして与え、それが流速の自乗に比例する水平方向の運動エネルギーと、波高の自乗に比例する振動エネルギーに分配されて津波が伝播した結果である。次に、測定位置で静水位から水位が上昇を始め、津波の第一波に続く谷が通過した後に水位が静水位となるまでの時間を周期と定義し、同様の比較を行うと、図-5 に示すとおり、若干のばらつきを示すが、ほぼ直線で近似が可能である。この結果、沿岸域での津波諸元として流速、水位変動、周期が既知の情報として与えられた場合、解析領域にあわせて水柱の高さ、幅を数種類に変化させた事前検討により校正曲線を求めておけば、水柱崩壊モデルで簡易に目標とする津波を発生することができることがわかる。

4. まとめ

数値波動水路を用いて、水柱の高さ、幅を変化させた水柱崩壊モデルにより、伝播する津波の平均流速、水位上昇量、周期との関係を調べた。その結果、既存の情報を目標値とする津波を簡易に発生することが可能であることが確認できた。

参考文献

- ・沿岸開発技術研究センター(2001): 数値波動水路の研究開発, 沿岸開発技術ライブラリーNo12, 296p.
- ・有川太郎, 山田文則, 秋山実(2005): 3次元数値波動水槽における津波波力に関する適用性の検討, 海岸工学論文集, 第52巻, pp.46-50.
- ・柿沼太郎, 秋山実(2005): 海底地形の変動に伴う津波発生過程の数値計算, 第52巻, pp.236-240.
- ・川崎浩司, 中辻啓二(2002): 3次元固気液多相流数値モデルの構築とその検証, 海岸工学論文集, 第49巻, pp.56-60.
- ・松山昌史, 池野正明, 田中寛好(1995): 海底地盤変動による水面応答特性に関する実験と数値シミュレーション, 海岸工学論文集

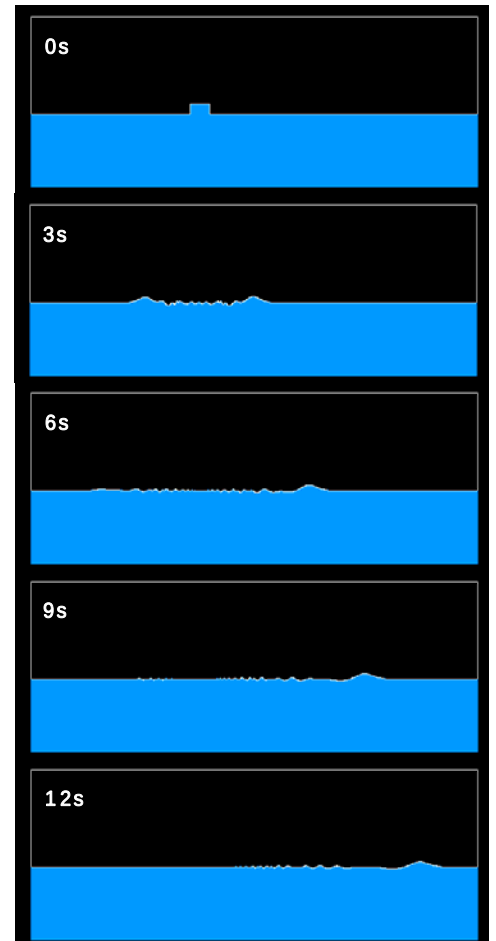


図-2 津波伝播状況の一例
(縦方向を10倍に拡大)

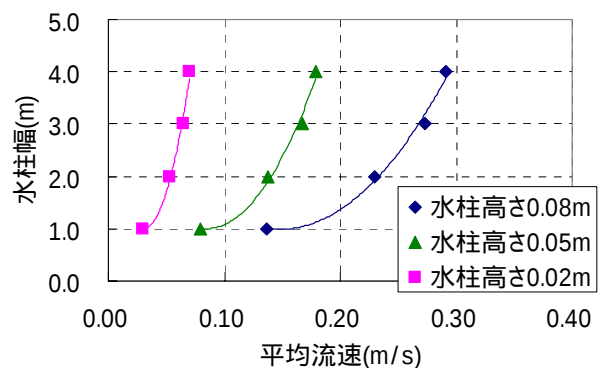


図-3 平均流速と水柱の高さ、幅との関係

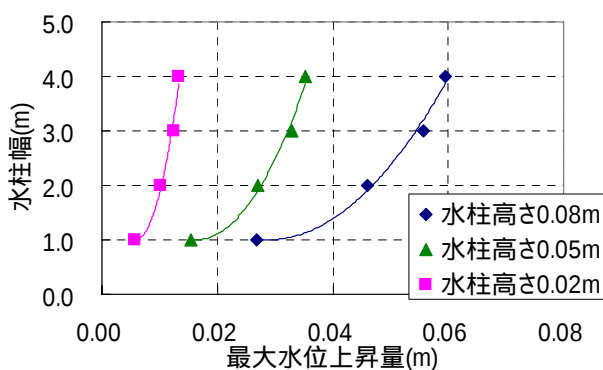


図-4 水位上昇量と水柱の高さ、幅との関係

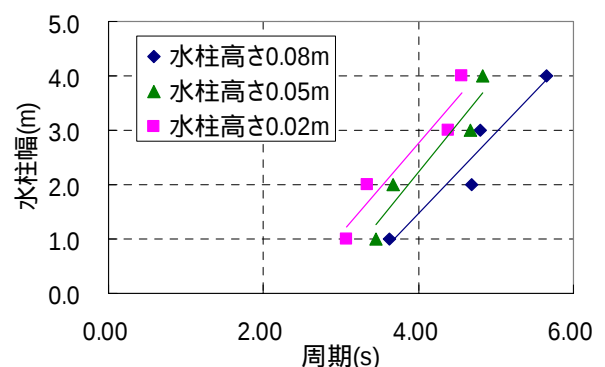


図-5 波長(周期)と水柱の高さ、幅との関係