

市街地氾濫を対象とした津波数値計算の精度の検証

防衛大学校 学生会員 ○柴山 健太
 防衛大学校 正会員 嶋原 良典
 防衛大学校 正会員 藤間 功司

1. はじめに

2004年インド洋津波をはじめとする過去の津波災害では、密集市街地を津波が氾濫することで構造物に壊滅的な被害を与えることが度々確認されてきた。よって有効な津波防災対策を立案するためには、事前に信頼性の高い津波数値計算により遡上津波が構造物に及ぼす影響を検討し、その安全性を把握することが重要である。従来の津波遡上計算では、構造物の抵抗としてManning粗度を土地利用ごとに与える抵抗モデルが一般的であった（小谷ら，1999）が、近年では数m程度の空間解像度で構造物を不透過性の地形の一部として扱う地形モデルが使用されるようになってきた（藤間ら，2007）。しかしながら、地形モデルを利用した津波計算を行う場合、構造物周辺の平面的な津波流況の再現精度に関する知見が未だ不十分である。

そこで本研究では、市街地の津波氾濫に関する水理実験を行い、2次元平面問題の津波遡上計算について再現精度の考察を行った。

2. 水理実験の概要

沿岸部の市街地を氾濫する津波について、水理実験を実施した。図1に示すような平面水槽（1/100スケール）を用い、一様勾配の陸上域に10cm角の構造物模型を10cmの間隔で16個（4×4配列）配置した。ここで構造物の配置関係は図2と図3に示すような2パターンとし、津波の進行方向にCase1では6点（A～F）、Case2では8点（A～H）の位置において超音波変位計を利用して陸上浸水深を計測した。

入射波条件としては、5秒間で造波板を36cm前方に押し出すことで津波を造波させる（図4参照）。これにより、沿岸を伝播する津波の形態としては非碎波で遡上することになる。なお、実験結果では、構造物がない場合の通過波においてA点の位置では3cm（実スケールで3m）の最大浸水深になる。

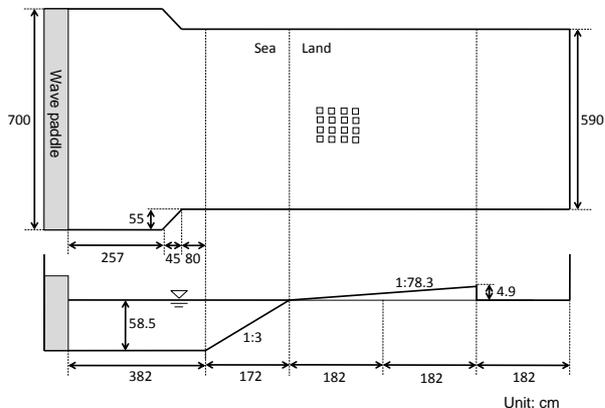


図1 実験装置

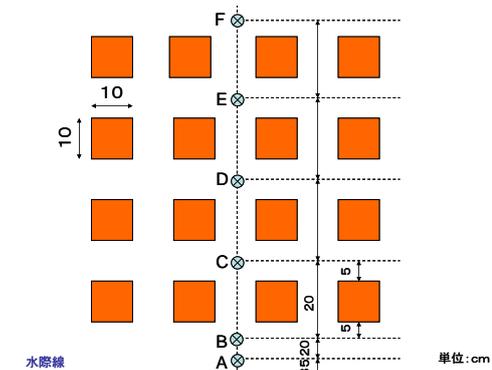


図2 構造物の配置条件 (Case1)

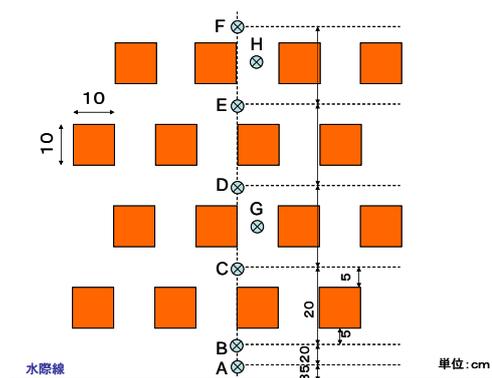


図3 構造物の配置条件 (Case2)

3. 計算方法および計算条件

数値計算手法は支配方程式が浅水理論（非線形長波理論）であり、Staggered leap-frog 差分法により数

キーワード 津波，市街地氾濫，浅水理論

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 建設環境工学科 TEL : 046-846-3810 (内線 3524)

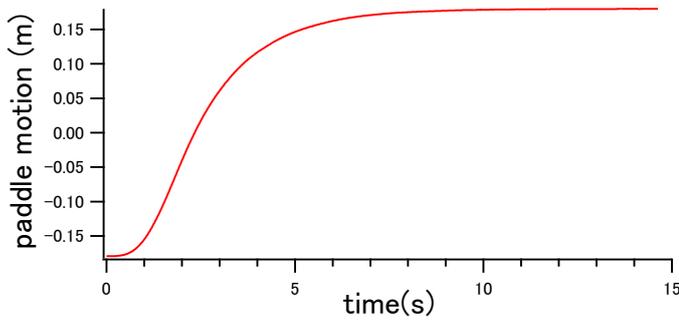


図4 入射波条件 (造波板の変位の時系列)

値解を求めた (計算手法の詳細は、後藤ら, 1982 を参照). また, 設定した空間格子間隔として, 10cm 角の構造物モデルを地形モデルで表現可能な 3 段階の格子間隔 ($\Delta x = \Delta y = 1, 2, 5\text{cm}$) について計算を実施した. 時間ステップは $1.0 \times 10^{-4}\text{s}$ とし, 再現時間は 15 秒間とした.

4. 計算結果

計算結果として, 各ケースにおける最大浸水深の計算値と実験値の比較を図5と図6に示す.

(1) Case1 について

図5はCase1の規則配置の場合であり, 全体的な傾向として実験値よりも過大であり, また空間格子が大きくなるにつれて浸水深は小さくなっている. これにより, 空間解像度を粗くした方が精度が良いように思われるが, この水位の減少は移流項の風上差分スキームに起因する数値粘性誤差が原因と考えられるため, 物理的に正しい結果とは必ずしもいいきれない. また, 津波が建物間を浸入する B 点以降において, 実験に比べて計算での津波の減衰は遅れており, 最も背後の F 点ではかなり過大評価になっている. よって, 特に $\Delta x = 1\text{cm}, 2\text{cm}$ の粘性誤差が小さくなるような高解像度での数値計算においては, 碎波減衰などのモデル化を考慮する必要がある.

(2) Case2 について

一方, 図6のCase2ではCase1のような傾向はなく, 不規則である. 実験値と大きく異なるのは構造物1列目付近 (A, C) と再後列 (F 点) であり, 前者は構造物に衝突することによるスプラッシュの再現性の問題があること, また後者では計算で津波が到達していないことが確認された.

5. おわりに

本研究では市街地の津波氾濫に関する水理実験から, 既往の津波数値モデルの再現精度の考察を行った. 現段階では浸水深のみによる比較であるが, 今後, より定量的な議論として, ビデオ画像等を利用した平面的な津波

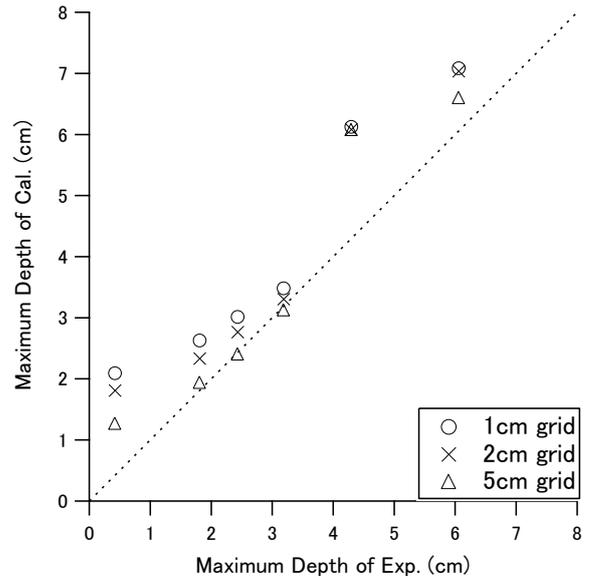


図5 陸上浸水深の最大値の比較 (Case1)

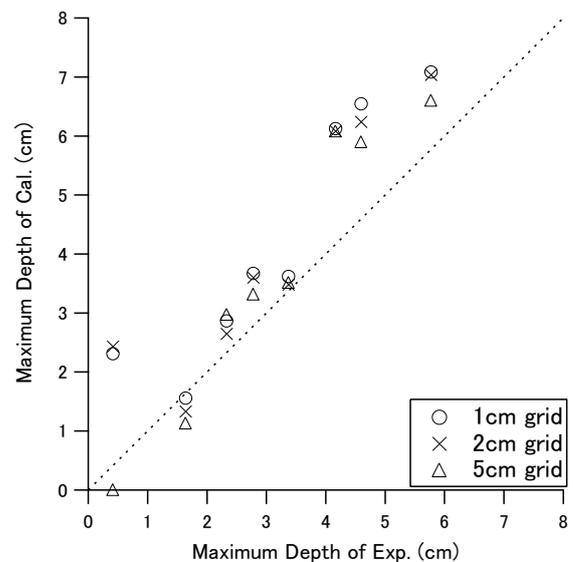


図6 陸上浸水深の最大値の比較 (Case2)

流況の比較や流速計による流速の比較などが必要である.

参考文献

- 1) 小谷美佐, 今村文彦, 首藤伸夫: GISを利用した津波遡上計算と被害推定法, 海岸工学論文集, 第45巻, pp.356-360, 1998.
- 2) 藤間功司, 佐藤紘志, 嶋原良典, 竹内幹雄, 千葉智晴, 飯田勉, 砂坂善雄, 高梨和光: 静岡市中島浄化センターの東海地震津波来襲時の被害予測について, 土木学会地震工学論文集, 第29巻, pp.881-889, 2007.
- 3) 後藤智明, 小川由信: Leap-frog法を用いた津波の数値計算手法, 東北大学工学部土木工学科, 1982.

