B22

陸域遡上津波の再現計算と被害評価
quasi-3D Simulation of Tsunami Inundation in Urban Area

森信人・○宮下卓也・間瀬肇・安田誠宏
Nobuhito MORI、 ○Takuya MIYASHITA、 Hajime MASE、 Tomohiro Yasuda

This study examines numerical simulations to estimate characteristics of surface elevation and velocity of tsunami in a real city condition. The simulations of 3 cases of horizontal eddy viscosity showed significant differences in both surface elevation and velocity. Comparing quasi three dimensional model with two dimensional model, quasi simulation was superior to the other in land area.

1. 研究背景・目的

2011 年の東北地方太平洋沖地震による津波は，市街地において複雑な挙動を示した．津波の被害評価には当該地域の最大浸水深を用いることが多いものの，実際の被害状況は最大浸水深の分布と必ずしも一致しないことが確認され，被害評価に関する見直しが求められている．

そこで本研究では，準 3 次元海洋モデル Regional Ocean Modeling System (ROMS ; Shchepetkin and McWilliams(2005)) [1)] を用いて，津波実験の再現計算を行い，モデルの再現性及び適用可能な現象を把握するとともに，陸上構造物が周囲や背後に与える影響を明らかにすることを目的とする．また，準 3 次元計算と同様に鉛直層を 1 つにした 2 次元計算も行い，両者の結果を比較することでパフォーマンスの違いやモデルの優位性に関する検討を行う．

2. 対象実験・解析条件

本研究は，Oregon State University(OSU)の水槽で行われた実験（Park et al.(2005) [2)]）を対象に，実験の再現計算を行った．データは OSU の Daniel Cox 教授より提供いただいた．

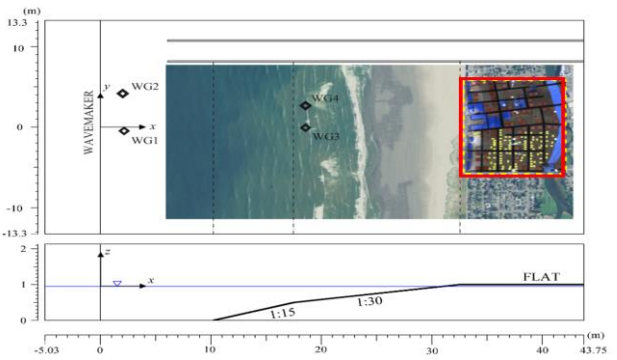

図 1 対象実験の地形全域 (Park et al. [2)])

実験の概要を図 1 に示す．この実験は，1/50 スケールとして Oregon の海岸の Sea side city を模擬し，市街地の模型が設置された．造波機を x=0 とし，長さ 48.8 m，幅 26.5 m の矩形型水槽である．図 2 は，水位と流速が計測された地点を示している．解析では，計算コスト削減のため模型部分を全て含むよう最小限の領域に切り取り，43.6×13.0 m とした．レーダーで計測された実験地形の座標をメッシュデータへ変換し，不足する地点は補間を行い作成した．

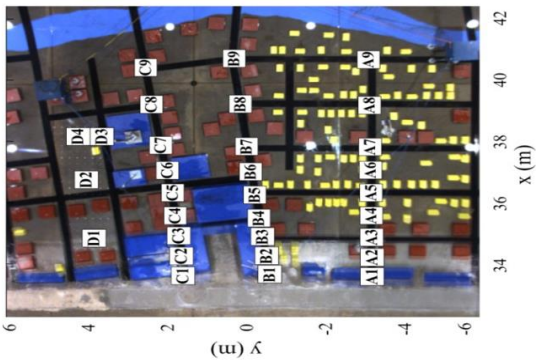

図 2 水位・流速の計測地点

3. 再現計算結果と考察

まず，異なる水平渦動粘性係数 3 ケースを用いて再現計算を行い，パフォーマンスを比較した．水平渦動粘性係数の変化による津波先端部の到達時刻の違いが確認できた．津波の進行断面の幅に対する渦の大きさが到達時刻に影響していると考えられる．次に，2 次元モデルと準 3 次元モデルの比較を行った．結果の一例を図 5 に示す．等しい渦動粘性係数を用いても，準 3 次元モデルと 2 次元モデルではエネルギー損失に大きな差が見られた．2 次元モデルは鉛直方向に計算領域を分割していないため，鉛直方向に一様に損失を受ける

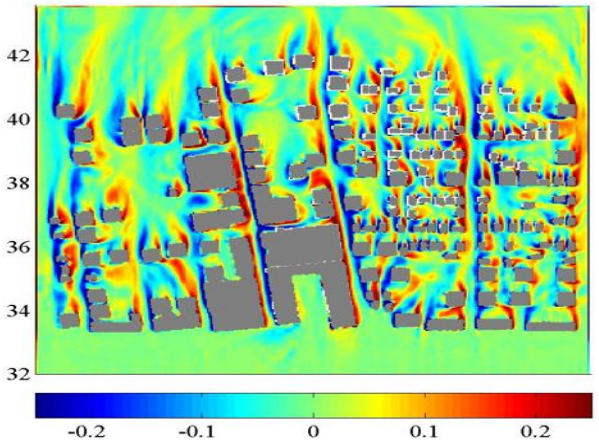

図 3　時間平均渦度分布（ν =0.01 のケース）

ことが原因であり，陸域の計算は準 3 次元モデルが適していると考えられる．

また，実験値と流速の RMSE を比較したところ，構造物を除き平坦な地形で行った計算の流速が，市街地模型の津波実験と最も誤差が小さかった（図６）．このことは，市街地のように構造物が密集した地域でも，波としての運動が保たれる場合もあることを示している．

4.　結論

本研究では，市街地模型の津波水槽実験を対象に再現計算を行い，モデルの評価と陸域津波の特性について考察した．以下に，本研究の結果を示す．

(1)　大きさの異なる 3 ケースの水平渦粘性を用いて市街地模型を設置した水槽実験の再現計算を行った．津波の来襲方向に対して前面が開けている地点では，渦粘性の小さいケースの方が水位，流速ともに良好な精度を表した．しかし，構造物背後では渦粘性が大きいほど精度が向上した．また，市街地のように波の進行幅が変わりやすい地形では，渦粘性係数の値が波の進行する速さに大きく影響した．

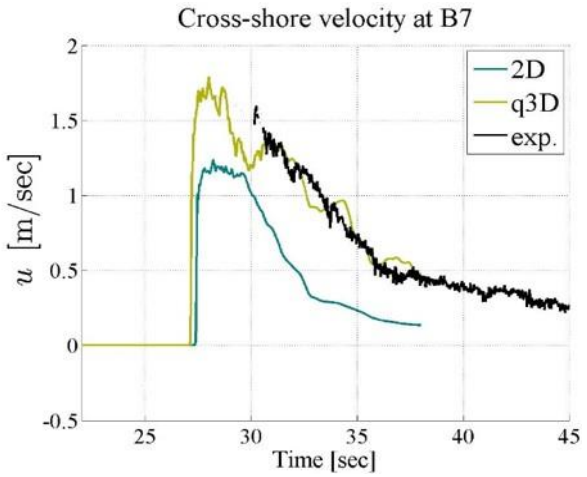

図 4　2 次元モデルと 3 次元モデルの流速比較 (B7 地点)

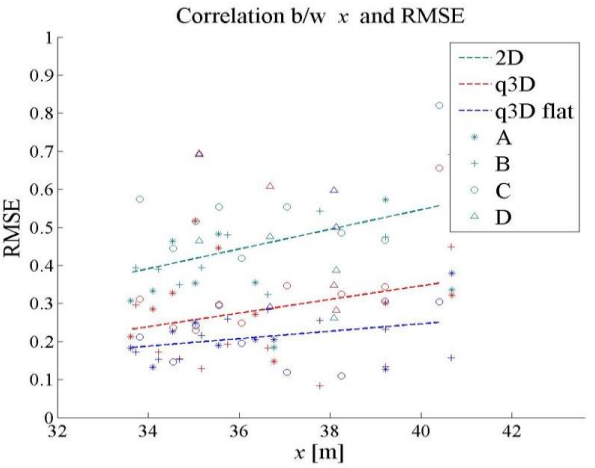

図 5　各ケースにおける流速の RMSE

(2)　準 3 次元モデルと 2 次元モデルの津波陸域氾濫計算では，鉛直層の数以外のパラメーターが等しくとも，計算結果に有意な違いが見られた．2 次元モデルではエネルギー損失が水位の大きさに関わらず鉛直方向に一様に働くため，必要とされる計算スケールが細かくなる陸域での氾濫計算には適していないと考えられる．

(3)　構造物がない地形の準 3 次元計算結果との比較により，実験においては陸域到達後も波としての運動が一部で保たれていたことを確認した．しかし，波動運動として再現できない流れもあり，市街地における津波氾濫の流れは二面性を持っていると言える．準 3 次元モデルは，波動運動を扱うことができ，鉛直層に分割した計算が可能であることから，陸域の津波被害評価のための実用に供するモデルといえる．

参考文献

1) Shchepetkin and McWilliams : The regional oceanic modeling system (ROMS): a split-explicit, free-surface, topography – following - coordinate oceanic model , 2005.

2) Park et al. : Tsunami inundation modeling in constructed environments: A physical and numerical comparison of free-surface elevation, velocity, and momentum flux,　2013.