

複数構造物に作用する津波波力に関する3次元数値シミュレーション

三菱重工業(株) 正会員 ○池末俊一 正会員 四條利久磨 非会員 佐藤敏浩

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震では巨大な津波が発生し、陸上に遡上した津波の波力によって数多くの構造物が損壊した。今後、沿岸部の津波対策の再考が求められるが、津波に対する防災対策に当たっては、沿岸構造物に作用する津波波力の評価が重要である。この津波波力の評価では、構造物前面での水塊の打ちあがり等、遡上津波と構造物の干渉における流れの3次元性を考慮する必要がある。これらの影響を考慮するには数値シミュレーションが有効であるが、これまで構造物が複数個ある状態を数値シミュレーションにより取り扱った研究として中村ら¹⁾の研究があるものの事例は少ない。そこで本研究では、3次元数値シミュレーションによる複数構造物への津波波力の再現を行い、その適用性を検証した。

2. 数値計算条件

2.1 数値計算手法

支配方程式は3次元Navier-Stokes方程式である。また、乱流モデルにはLES(Large-Eddy Simulation)を用い、界面捕捉手法としてVOF(Volume of Fluid)法を採用した。数値計算コードは汎用CFDコードであるFLUENTを用いた。

2.2 計算モデル

中村ら¹⁾の研究と同様に、3次元数値シミュレーション(3D-CFD)でシマモラら²⁾の水理実験装置をモデル化し再現解析を行った。解析条件を図-1に示す。なお、津波の入力については、シマモラら²⁾が水理実験で用いたピストン型造波板の変位波形形状を参考として、移動メッシュにより直接造波板の動きを模擬した。この方法で得られた水位波形の計算結果、及び中村ら¹⁾の論文に示されている実験結果の読取値との比較を図-2に示す。この結果から、計算領域内での津波水位が計算にて概ね良好に再現出来ていることが確認された。

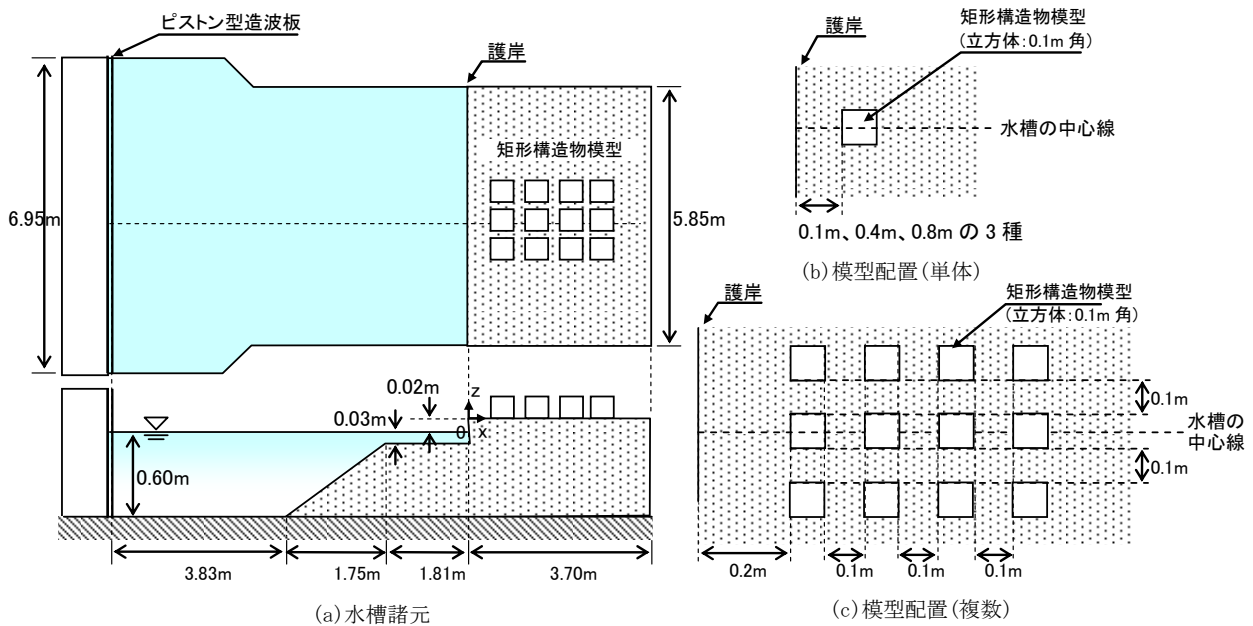


図-1 3D-CFDで再現した実験条件^{1),2)}

キーワード：津波, 津波波力, 数値シミュレーション, 複数構造物,

連絡先：〒851-0392 長崎県長崎市深堀町5-717-1 三菱重工業(株) 長崎研究所 流体研究室 TEL095-834-2820

3. 計算結果

図-3に今回実施した矩形構造物(単体, 複数配置)を対象とした津波シミュレーション結果の圧力分布を, 図-4に矩形構造物を複数配置した場合の各列の構造物に作用する最大津波波力を文献実験値²⁾との比較により示す. 津波の進行方向の真正面に矩形構造物が複数配置される場合, 前列の建物が流れをせき止めるため遡上した津波が減勢し, 後列側の矩形構造物に作用する圧力が低下する. 図-3に示した圧力分布から, 3D-CFDによる津波シミュレーションでもこの傾向が定性的に再現されていることが分かる. また, 図-4に示した矩形構造物に作用する津波波力の最大値についても, 文献の実験データと3D-CFDの結果は良好に一致している. 特に, 複数配置のケースで護岸から離れるにつれて後列側の波力が大きく低下する現象についても, 3D-CFDによる再現性が良好であることが確認された.

4. まとめ

汎用コードを用いた数値シミュレーションにより海域での水位変動, 陸域での水位を再現することが確認された. また, 矩形構造物が複数配置される場合に, 構造物との干渉影響によって遡上した津波が減勢し, 後列側の矩形構造物に作用する圧力が低下する現象を3D-CFDで再現することが確認された. 今後は本手法を実地形へと展開し, 地形形状, 沿岸構造物配置を考慮した津波挙動, 津波波力の検討を進める予定である.

参考文献

- 1) 中村, 水谷, 藤間: 遡上津波の変形と陸上構造物に作用する津波力に関する3次元数値シミュレーション, 第23回数値流体力学シンポジウム(2009), G7-3
- 2) チャルレス シマモラ, 嶋原, 藤間: 建物群に作用する津波波力に関する水理実験, 海岸工学論文集, 第54巻(2007), pp.831-835

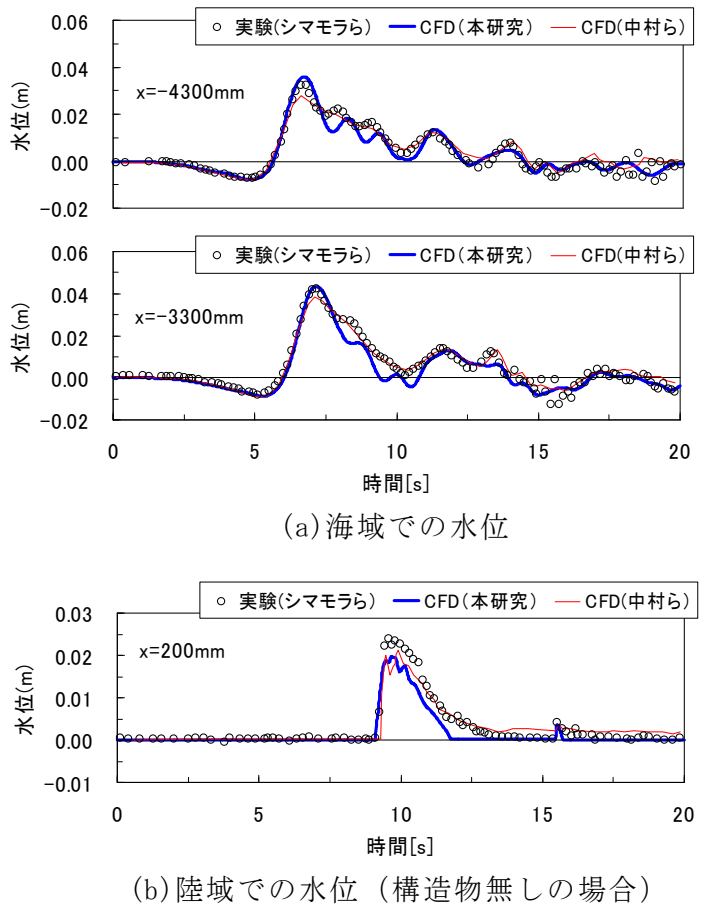


図-2 水位波形の計算結果及び実験結果との比較

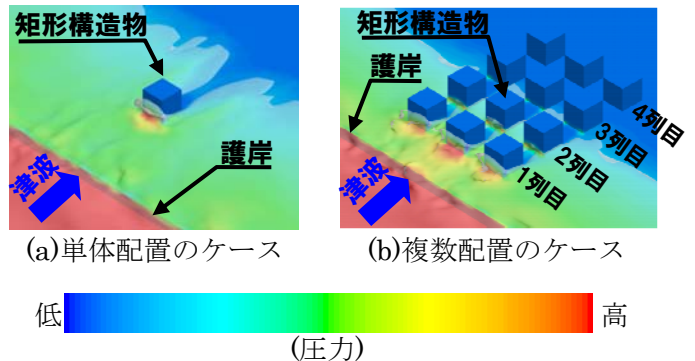


図-3 矩形構造物に作用する津波の圧力分布

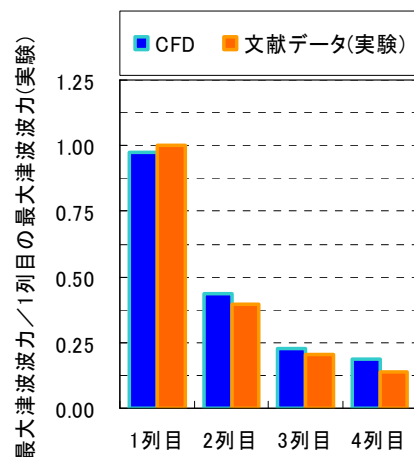


図-4 複数配置の影響 (最大津波波力)