

構造物の形状にともなう津波力の変化特性に関する研究

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○田中 智也
名古屋大学大学院工学研究科 正会員 中村 友昭
名古屋大学大学院工学研究科 フェロー 水谷 法美

1. はじめに

陸上構造物に作用する津波力に関して多くの研究が数多く行われてきた．近年，建物に作用する津波力に及ぼす開口部の効果が検討され，その津波力軽減効果が指摘されている．しかし，建物の耐震壁の位置の制約などから開口部の設置が常に有効であるとは限らない．また，既存の構造物を津波避難ビルとして活用するには新たに開口部を設けることは現実的ではない．一方，外部に非常階段を設け，それを保護するための施設を，形状を工夫して設置することで津波力を軽減させることは有効な一手法として考えられる．本研究では，縮尺 1:25 で 3 次元数値計算を実施し，既存の構造物前面に半円形及び三角形の保護工を設置することによる津波力の軽減効果について考究する．

2. 数値解析

本研究では，中村・水谷（2013）が開発した 3 次元流体・構造・地形変化・地盤連成数値計算モデルを図-1 に示す計算領域(長さ 14.41 m, 幅 2.2 m , 高さ 1.2 m)に適用して解析を行った．なお，本計算では Navier-Stokes 方程式を支配方程式とする LES モジュールと，気液界面を追跡する MARS に基づく VOF モジュールのみを用いた．図-1 に示すように，水平床の沖側端から 1.5 m の位置に不透過な直方体の構造物を設置した．ここで，構造物の沖側方向に半円柱，三角形柱をそれぞれ装着した場合の構造物前面の拡大図を図-2 に示す．計算は直交格子を使用しているが，構造物周辺の計算格子は x,y 方向にそれぞれ 1 cm と細かくした．なお， z 方向の格子を 0.5 cm とした．入射波条件を表-1 に示す．

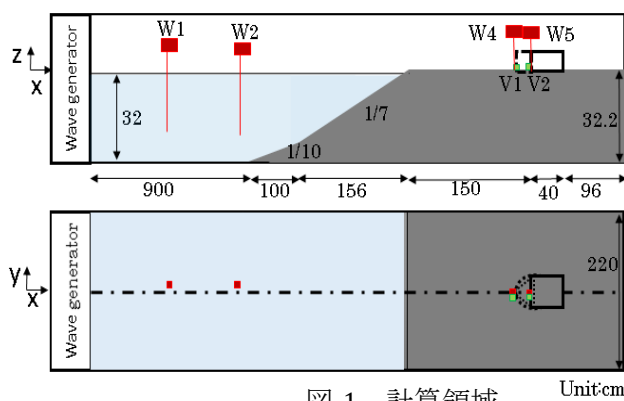


図-1 計算領域

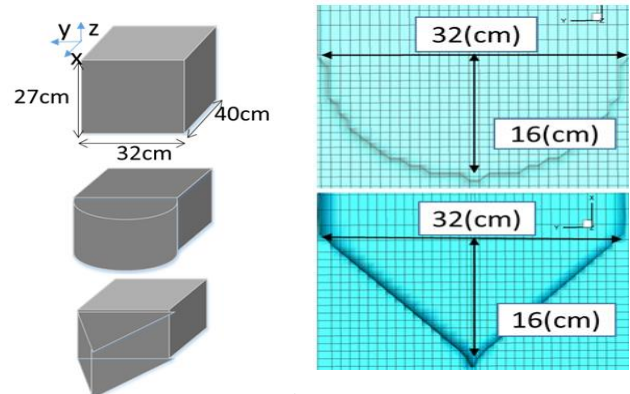


図-2 対象構造物

表-1 入射波条件

Wave1	Wave2	Wave3	Wave4
H=0.08[m]	H=0.08[m]	H=0.10[m]	H=0.05[m]
T=10[s]	T=15[s]	T=10[s]	T=10[s]

3. 計算結果及び考察

Wave1 を入射させた場合の構造物前面の打上げ高さの時間変化を図-3 に示す．最大値に着目すると三角形を設置した場合に前面での打上高さが最も小さくなり，遡上津波を周辺へ受け流していることがわかる．半円形を設置した場合も三角柱より小さいものの打上げ高さの低下効果が

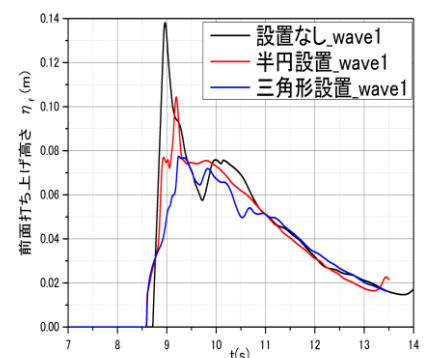


図-3 打上げ高さの時間変化

確認できる。

Wave1 を入射させた場合の波力最大時の構造物前面の波圧分布を図-4 に例示する。直方体(a)に比べ半円形を設置した(b)では中心部に大きな波圧が集中する傾向があるが絶対値は小さい。三角形を設置した(c)では中心部においても大きな波圧が生じなくなり、津波を受け流していることの効果が現れたと考えられる。

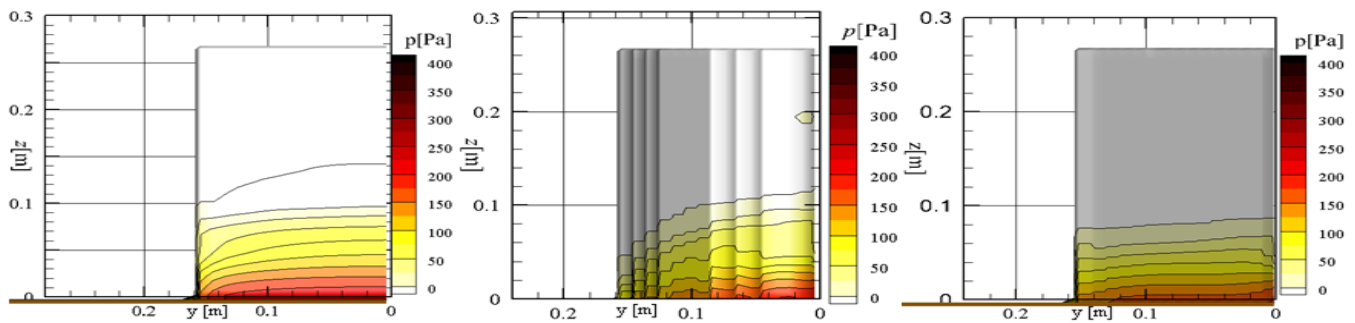


図-4(a) 波圧分布 (設置なし)

図-4(b) 波圧分布 (半円形設置)

図-4(c) 波圧分布 (三角形設置)

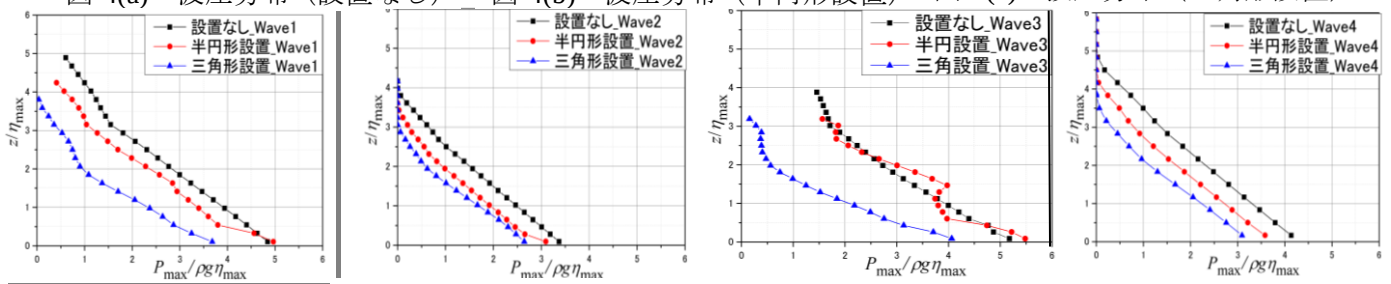


図-5 形状による最大無次元波圧鉛直分布の変化

ここで, wave1~wave4 の波を入射させた場合の構造物前面の中心位置における最大無次元波圧の鉛直分布を図-5 に示す。なお, 横軸は各高さにおける最大波圧を構造物が存在しない場合の最大遡上水深 $\eta_{\max}$ に対する静水圧で無次元化し, 縦軸は波圧計測位置を $\eta_{\max}$ で無次元化した。図より三角柱を装着した場合の最大波圧の軽減効果が全ての入射波の場合に確認できる。半円柱を装着した場合, 周期の長い wave2, 波高の小さな wave4 の場合は波圧が軽減されているが, wave1 と wave3 の場合では設置しない場合よりも最大波圧が部分的に増大していることが分かる。この原因は, 何も設置しない場合よりも半円形分が岸側に近づいていることから, やや大きな波圧が生じたと推察される。最後に, 各形状の構造物に対して Wave1 を入射させた場合の作用津波力の時間変化を図-6 に示す。最大値に着目すると, 最大打上げ高と同様に三角柱を装着させた場合に最も津波力の低減効果が確認できる。また半円柱を装着した場合も軽減効果が得られた。なお紙面の都合上, 図示できないが, 他の入射波条件においても同様の結果が得られたことを付記する。

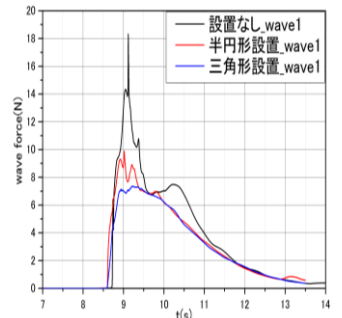


図-6 波力の比較例

4. おわりに

本研究では, 既存の陸上構造物前面に追加施工を実施し形状を変えることによる津波力の軽減機構について 3 次元流体数値計算モデルを用いて検討した。その結果, 前面の形状を変えることにより効果的に津波の流れを受け流し, 津波力を軽減させる効果があることを確認した。しかし, 周期が短く流速が比較的速い場合に限り, 装着物を追加施工した場合に部分的に波圧の最大値が増加する場合のあることが分かった。今後は, 周辺の流況の変化も考究し, より総合的な評価を行っていく所存である。

参考文献: [1] 中村・水谷 (2010): 3 次元流体・構造・地形変化練成数値計算モデルに基づく遡上津波による陸上構造物周辺の局所洗掘現象冠する数値シミュレーション, ながれ, 日本流体力学会, 第 29 巻, 第 2 号, pp.107-117. [2] 青木・水谷ら (2014): 建物ビルに作用する津波力に及ぼす建物形状および津波作用方向の影響に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol.70 (2014) No.2, pp801~805.