

津波作用時における沿岸構造物が背後の構造物に与える減勢効果に関する一考察

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○ 中島 彩

名古屋大学高等研究院 正 会 員 中村 友昭

名古屋大学大学院工学研究科 正 会 員 水谷 法美

1. はじめに： 海岸の近くに建設された構造物は、津波来襲時に一時的な避難場所となるだけではなく、その背後の構造物に作用する波力を減勢させる効果が期待できることから、防災上有効であると考えられる。しかし、近年、津波と構造物の相互作用に関する研究が積極的になされているものの、沖側の構造物が有する背後の構造物への波力の減勢効果については十分な検討がなされているとは言えない。そこで、Kerry ら（投稿中）は水理実験により波力の減勢効果に及ぼす沖側の構造物の配置の影響について検討しているものの、構造物の配置の違いによる波力の減勢機構については示されていない。本研究では、Kerry ら（投稿中）による水理実験に中村・水谷（2010）の3次元数値計算モデルを適用し、水理実験結果との比較により同モデルの再現性を検証するとともに、沖側の構造物の配置が背後の構造物に作用する波力に与える影響について検討を行う。

2. 数値計算モデルの概要: 中村・水谷 (2010) によって開発された 3 次元数値計算モデルを用いて解析を行った. 同モデルは, 非圧縮性流体からなる全気液相に適用可能な連続式と Navier-Stokes 方程式を支配方程式とする LES をメインソルバーとし, それに気液界面を追跡する VOF モジュール, 可動構造物の運動を取り扱う IB モジュール, 浮遊砂の解析と地形変化の計算を行う底質輸送モジュールが組み込まれている. 本論では, 可動構造物や地形変化は取り扱わないことから, IB モジュールと底質輸送モジュールは使用しなかった.

3. 計算条件：図-1 に本研究で使用した計算領域の概略図を示す。同図に示すように、勾配 1/15 と勾配 1/30 の不透過斜面と、それに接続した水平床を設定した。そして、その水平床上に図-2 に示すように構造物を配置した。

すなわち、打上高、波圧、波力の計測を行っている岸側の構造物として水平床の開始点から 4.8 m の位置に縦と横が 60 cm、高さが 40 cm の直方体を固定し、その $1 \leq x/a \leq 7$ だけ沖側に縦、横、高さ 60 cm の立方体の構造物を固定した。なお、 a は沖側の構造物の幅、

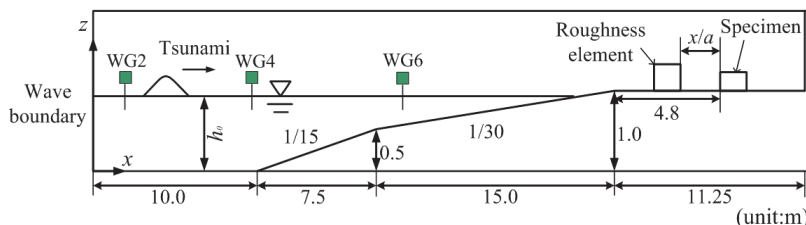


図-1 計算領域の概略図

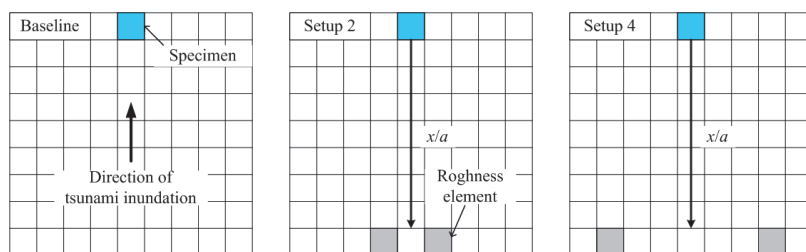


図-2 構造物の配置

x は岸側の構造物から沖側の構造物までの距離である。沖での静水深 h_0 を 90.5 cm とし、沖側境界の境界条件として誤差関数を微分した値を造波板の速度として与えて水理実験と同条件の津波の造波を行った。

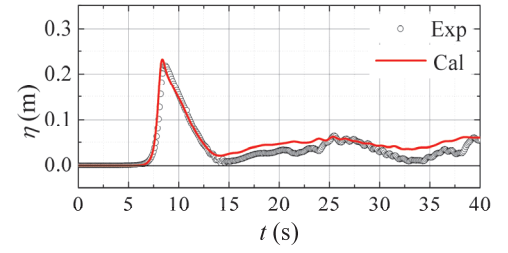
4. 計算結果および考察：水位変動 η と岸側構造物前面での打上高 η に関して，Setup 4 ($x/a = 1$)における水理実験結果と数値計算結果の比較を図-3 に例示する．同図より，水理実験結果と数値計算結果に若干の位相差が認められるものの，水理実験結果を比較的良く再現できていることが確認できる．以上より，本モデルの再現性が確認できたことから，以下，本モデルを用いて波力に対する検討を行う．

図-4 に Setup 2 に関する岸側構造物に作用する津波力 F の時系列変化を示す．同図から，沖側構造物がない場合の F が最も大きく， x/a の増加とともに徐々に減少し， $x/a=4$ のときに最も小さくなることが分かる．た

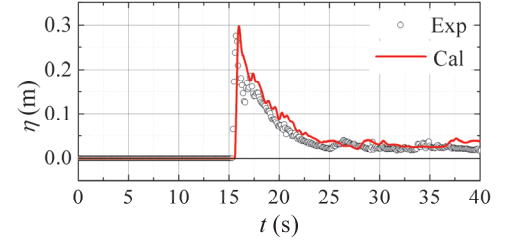
だし, $x/a=7$ のときは $x/a=4$ より F が増大している傾向が認められ, さらに x/a を増加させると F が **Baseline** に漸近すると推測される.

次に, **Setup 2** と **Setup 4** における津波力の最大値 F_{max} と x/a の関係を図-5 に示す. ここで, F_{bmax} は **Baseline** での津波力の最大値である. 同図から, $x/a=1$ のとき, 沖側構造物の配置に関わらず F_{max}/F_{bmax} はどちらも低減していることが分かる. 一方, $x/a=4, 7$ のときは, **Setup 2** では F_{max}/F_{bmax} が大きく低減しているものの, **Setup 4** では構造物がない場合よりも F_{max}/F_{bmax} が大きくなっていることが確認できる. 図-6 と 7 に **Baseline** と **Setup 2** ($x/a=4$) における津波の浸水過程を示す. ここで, $t=16.4$ s が岸側の構造物に作用する津波力が最大値となる位相を表す. 図-6(a) と 7(a) の比較より, 津波が岸側の構造物に到達する時刻には差が認められないことが分かる. しかし, 遡上した津波の一部が沖側の構造物で反射し, 岸側の構造物まで到達しなかったことから, 図-6(b) と 7(b) の比較より岸側の構造物の周囲にある水塊も少なくなり, 図-6(c) と 7(c) の比較より岸側の構造物での打上高が **Baseline** よりも **Setup 2** の方が小さくなったことが確認できる. そのために, 上述したように, F_{max}/F_{bmax} にも差が生じたと推測される. 以上から, 岸側の構造物に作用する津波力の最大値は沖側の構造物の配置の影響を強く受け, 沖側に構造物が存在しない場合と比較して津波力の最大値が必ずしも低減されないことが判明した. また, 本研究の範囲では, **Setup 2** ($x/a=4$) の配置方法が岸側の構造物に作用する津波力を低減するのに最も効果的であることが確認できた. 今後, 沖側の構造物の配置が岸側の構造物に作用する津波力や波圧に与える効果を定量的に示せるよう, さらなる検討を行っていく所存である.

[参考文献] [1] 中村・水谷 (2010) : 第 24 回数値流体力学シンポジウム, E10-4, 9p. [2] Bridges, Cox, Thomas, Shin, Rueben: Coastal Engineering, Elsevier (submitted).



(a) WG 6 での水位変動 η



(b) 岸側構造物前面での打上高 η

図-3 実験値と比較 (**Setup 4**, $x/a=1$)

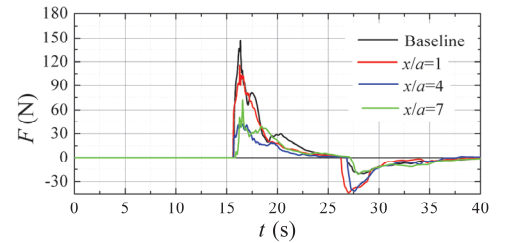


図-4 岸側構造物での津波力 F

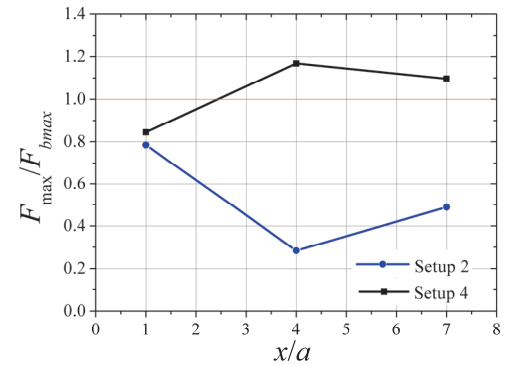
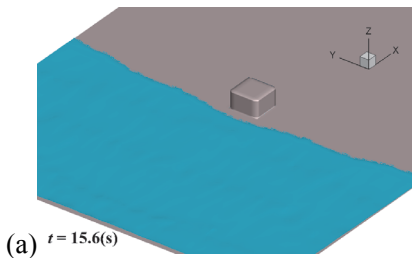
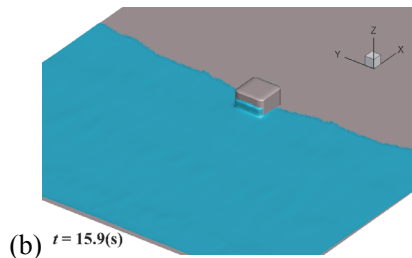


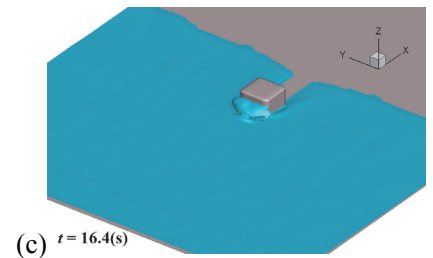
図-5 最大津波力 F_{max}



(a) $t=15.6(s)$

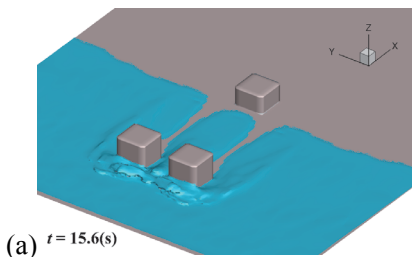


(b) $t=15.9(s)$

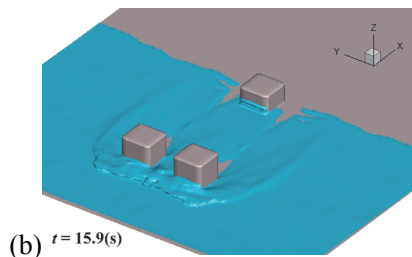


(c) $t=16.4(s)$

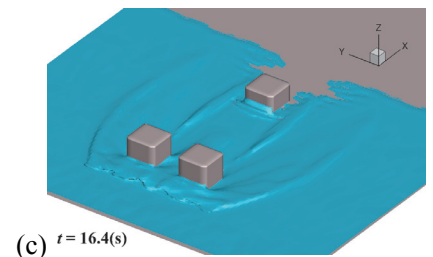
図-6 **Baseline** での浸水過程



(a) $t=15.6(s)$



(b) $t=15.9(s)$



(c) $t=16.4(s)$

図-7 **Setup 2** ($x/a=4$) での浸水過程