

津波の市街地氾濫に関する基礎的実験と数値計算

防衛大学校 学生会員 ○津高 亮太
 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. 研究の背景と目的

近年、数値計算が津波予報や被害予測には多く活用されている。最も活用されている計算手法は浅水理論を支配方程式としたスタッガード・リーブフロッグ法であり、詳細な地形データを利用すれば2m間隔での浸水予測が可能となってきている¹⁾。しかしながら、詳細な地形データを活用した事例²⁾は少なく、計算精度の検証が十分になされていないところが現状である。そこで本研究は、浅水理論による津波遡上計算の精度を検証するため、平面水槽において構造物を配置した遡上実験を行い、数値計算と比較した。

2. 実験・計算手法と通過波の再現性

図1のような平面水槽を使用して、水理実験を実施した。ピストン型造波装置で前方に押し出すことにより、1波のみ入射波(波高5cm, 水深59cm)として与えた。水位及び浸水深の測定に超音波変位計, 流速の測定にプロペラ式流速計を用いた。サンプリング周期を200Hzと設定し、同様の実験を5回を行い、その平均とした。構造物の配置と測定点を図2に示す。実験スケールを1/100と想定し、10cm角の木片を図2のように組み合わせて構造物を表現した。Case1では構造物の間における流況を検証するため、構造物の間隔が狭いもの(W=4cm)から間隔が広いもの(W=20cm)まで間隔を5cmごとに変化させた。計測点は、いずれの場合でも4点(①-④)で測定した。Case2では構造物背後の流況を検証するため、構造物幅の狭いもの(B=20cm)と構造物幅の広いもの(B=40cm)とした。計測点は、全部で12点(a-1)あり、構造物の背面から最も近い点(a)で20cm, 最も離れた点(i)で80cm離れている。

計算は浅水方程式を支配方程式とし、スタッガード・リーブフロッグ法により差分して解いた。時間ステップを0.0001sとして、造波開始から13sを出力した。空間格子間隔 Δx を2cmとすれば、実スケールで2m間隔の地形データを利用した場合と同等の計算となる。さらに詳細な計算をするため、 $\Delta x=1cm, 0.5cm$ の場合も検討した。境界条件は、造波板以外の壁面で完全反射とし、

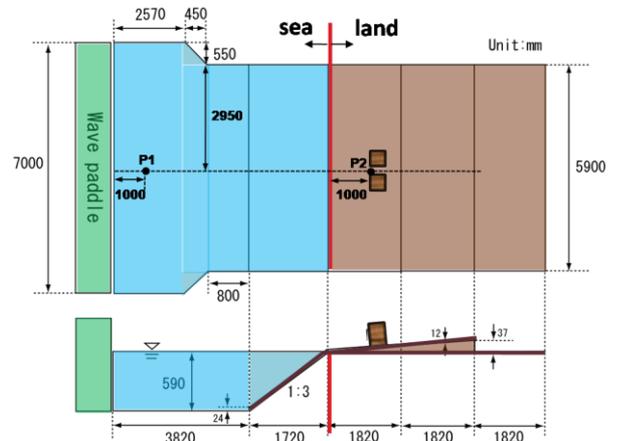


図1 実験水槽の概要

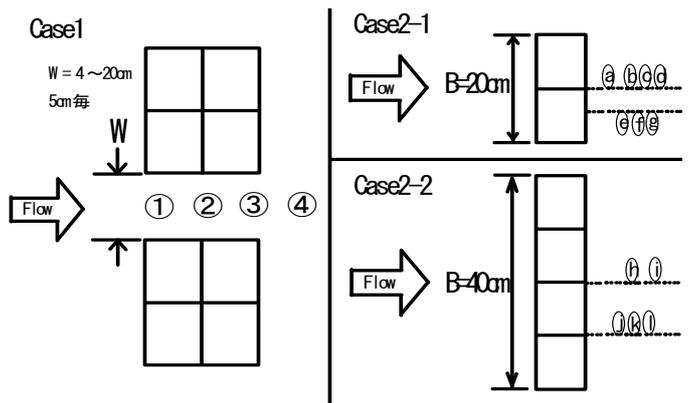


図2 構造物の配置と測定点

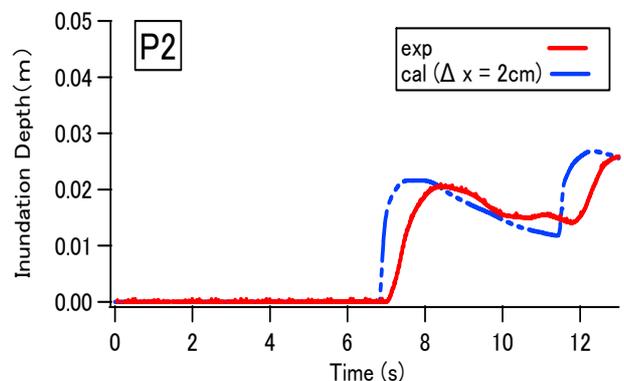


図3 通過波の再現性

キーワード 津波 市街地氾濫 遡上計算 浅水理論

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20 防衛大学校システム工学群建設環境工学科 TEL 046-841-3810

造波板面中立位置で造波板の移動速度を入力した。

構造物を配置していない状態で通過する波を通過波とし、図3にP2(図1)での通過波の再現性を示す。構造物に至るまでの計算誤差は約17%であり、以下はそれを考慮して検討した。

3 . 結果及び考察

構造物の間での浸水深の比較を図4に示す。横軸に実験値、縦軸に計算値をとり、斜線に近い程計算による再現性が良いことを示している。Wの変化に関係なく、値は斜線部付近に纏まっていることが分かる。図4は $\Delta x=2\text{cm}$ の結果であるが、その他の場合も同様の傾向であった。構造物の間における数値計算での再現性は、Wや Δx を変化に関係なく良いことがわかる。

構造物の背後での浸水深の比較を図5に示す。図4よりも全般的に斜線部から離れている値が多く、 $\Delta x=2\text{cm}$ の結果では水が到達していない場所もあることから、構造物の背後での数値計算での再現性は、最大浸水深については悪いことがわかる。構造物の背後での到達時間/周期の比較を図6に示す。到達時間は、最大浸水深を示した時間のことである。 $\Delta x=1\text{cm}, 0.5\text{cm}$ の結果は斜線部付近に纏まっているが、 $\Delta x=2\text{cm}$ の結果は斜線部から離れているものが多く、Bが大きい程顕著である。構造物の背後での数値計算での再現性は、到達時間/周期については Δx が大きい場合悪くなり、Bが大きい程顕著であることがわかる。

4. 結論

構造物の間における数値計算での再現性は、構造物間隔Wや空間格子間隔 Δx を変化に関係なく良い。構造物の背後での数値計算での再現性は、最大浸水深については悪く、到達時間/周期については空間格子間隔 Δx が大きい場合悪くなり、構造物幅Bが大きい程顕著である。

参考文献

- 1) 今村文彦, 藤原誠, 進藤一弥, 市村強 : 臨海都市域に來襲する津波の統合シミュレーション, 海岸工学論文集, 第51巻, pp. 291-295, 2004.
- 2) 村嶋陽一, 今村文彦, 竹内仁, 鈴木崇之, 吉田健一, 山崎正幸, 松田健也 : 津波浸水予測における航空機搭載レーザーデータの適応性, 海岸工学論文集, 第53巻, pp. 1336-1340, 2006.

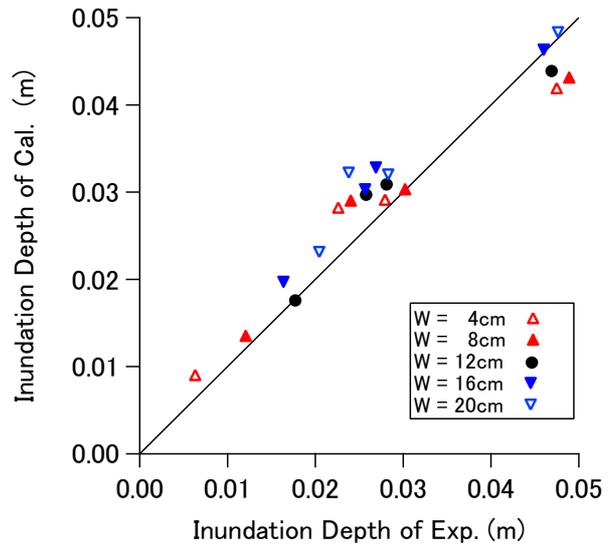


図4 構造物の間での浸水深の比較

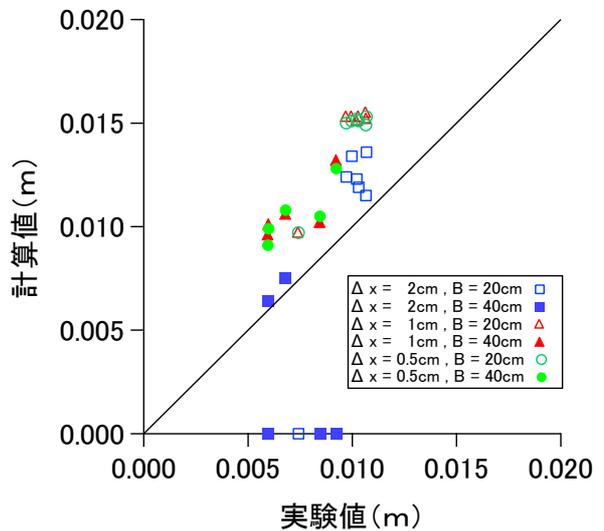


図5 構造物の背後での浸水深の比較

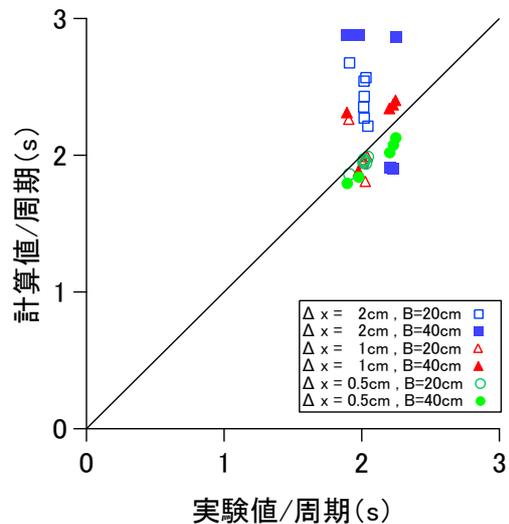


図6 構造物の背後での到達時間/周期の比較