

排水機能を有する二重パラペット護岸の越波流量に関する検討

大成建設（株）技術センター 社会基盤技術研究部 正会員 ○千綿 蒔

大成建設（株）技術センター 社会基盤技術研究部 正会員 本田 隆英

大成建設（株）技術センター 社会基盤技術研究部 正会員 織田 幸伸

1. 背景と目的

地球温暖化に伴う気候変動の影響により、海面上昇や台風の強大化が懸念されるため、越波や越流による高潮浸水リスクへの対策を講じる必要がある。筆者らは、規則波を対象とした水理実験により、二重パラペット護岸による越波流量低減効果を確認し、護岸諸元と越波流量の関係を示した¹⁾。ただし、対象とした二重パラペット護岸は排水機能がないため、パラペット間に溜まる水を排水できれば、岸側（後側）パラペットの必要天端高を低下させることができる。本研究では、沖側（前側）パラペットに排水口を設けた排水型の二重パラペット護岸を対象とした検討を行った。排水口の大きさやパラペット間（遊水部）の地盤高等の諸元と越波流量の関係を数値実験により把握し、越波流量を低減するために有効な護岸条件について検討した。

2. 越波流量の検討方法

排水口を設けた二重パラペット護岸の諸元を図-1 に示す。本構造は、排水口の形状が沿岸方向一様に空隙となり現実には想定されないが、まずは排水口による越波低減効果の有無を確認するため、本構造を対象とした鉛直2次元解析を実施した。

数値実験は、図-2 に示す解析領域を対象として、OpenFOAM (v2206) の interFoam ソルバーを用いて実施した。計算の安定化のため、空気相（本検討では VOF 値 0.05 未満で定義）の流速は水相の流速を超えないとする制限を設けた。ここで、VOF 値とは各格子における水相の体積率である。越波流量は、後側パラペット断面における VOF 値と流速の積によって算出した。

護岸諸元としては、堤前水深 h 、前後パラペット天端高 h_f 、 h_b 、パラペット間隔 l 、排水口の高さ D 、遊水部底面高 w があり、表-1 の通りに設定した。基本的な越波特性を把握するため、入射波は規則波とし、200 s の解析時間のうち 100 s を越波流量算定の対象とした。

3. 排水口による越波流量の低減効果

まず、遊水部の排水有無による越波流量の違いを確認するため、遊水部の水位が異なる条件に対して越波状況を比較した（図-3）。遊水部が満水の場合(a)、遊水部への流入量 $Q_1 = 1.56 \text{ m}^3/\text{m}$ に対し、後側パラペットの越波量は $Q_2 = 0.51 \text{ m}^3/\text{m}$ となっている。なお、ここでは1波当たりの越波量を評価対象としている。一方、

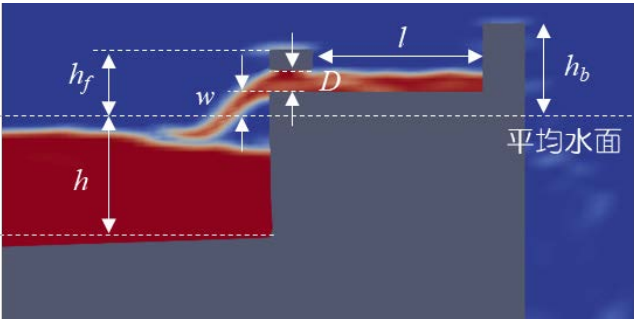


図-1 二重パラペット護岸の諸元

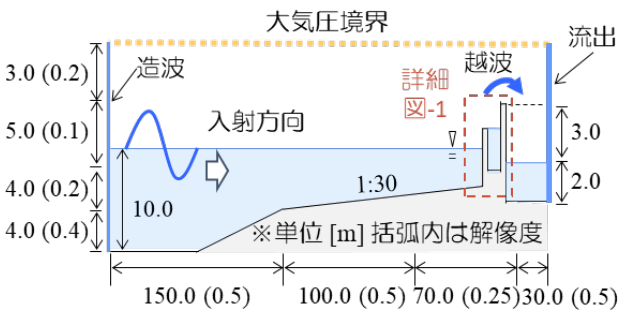


図-2 計算領域の概略図

表-1 解析ケース

地形	堤前水深 h [m]	3.0
	海底勾配	1/30
入射波	波高 H ・周期 T	2.0 m・8.0 s
二重 パラペット	前後パラペット 天端高 h_f ・ h_b [m]	1.4・2.0
	パラペット間隔 l [m]	4.0
	遊水部底面高 w [m]	0.0, 0.4
	排水口の高さ D [m]	0, 0.1, 0.3, 0.5

キーワード 高潮、越波、対策工、二重パラペット護岸、排水機能、OpenFOAM

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 334-1 大成建設（株） TEL 080-9579-4369

遊水部の水位が低い場合(b), Q_1 は(a)とほぼ同量であるが, 越波量は $Q_2 = 0.20 \text{ m}^3/\text{m}$ と小さくなっている. 排水口により遊水部の水位を低く保つことができれば, 越波量は低減可能であることが示された.

図-4 に, 排水口を有する二重パラペット護岸の越波状況を4段階に分けて示す. まず, 波到達前(a)では, 遊水部の水位は低く保たれている. 波が到達すると(b), 前側パラペットを超えるか, 排水口を通して, 遊水部に水が流入する. 流入水の一部は後側パラペットを超え(c), 越波しなかった水が排水口から流出する(d). 二重パラペットの越波流量 q_2 を算出すると, 排水口がない場合に $q_2 = 0.056 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ であったのに対し, 排水口 50 cm のケースでは $q_2 = 0.026 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ に低減した. 排水口により遊水部への流入量は増加するが, 遊水部の水位低下による越波流量の低減効果の方が大きいといえる.

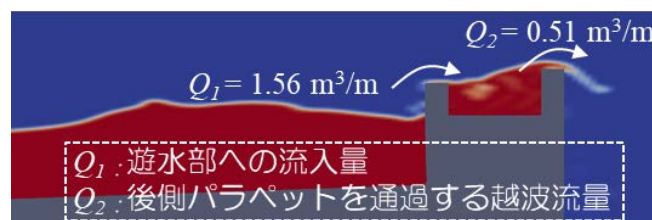
図-5 は, 各ケースの越波流量の比較を示す. 遊水部の底面高 $w = 0.0 \text{ m}$ では, 今回検討した $0 \leq D \leq 50 \text{ cm}$ の範囲においては排水口が大きいほど越波流量が低減しており, 排水口 50 cm のケースでは, 前述の通り排水口なしと比べて越波流量が 1/2 以下にまで減少した. 一方, $w = 0.4 \text{ m}$ では排水口による有意な越波流量低減効果はみられなかった. これより, 排水型の二重パラペットでは, 同じ天端高でも, 遊水部底面が低い方が, 越波流量の低減効果が高いと考えられる. また, 排水口高さが無限大に相当する後退型では, 後側パラペットと同じ高さの単独パラペットと同等にまで越波流量が増加する. これは, 排水口が大きい場合に, 打ち上げ時の排水口からの逆流が大きくなるためと考えられ, 排水口の大きさは適切に設定することが求められる.

4. まとめ

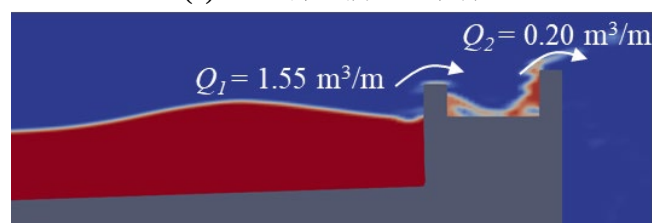
本研究では, 護岸前面に排水口を設けることで, 二重パラペット護岸の越波流量が低減することを数値実験により確認した. また, 遊水部底面と後側パラペット天端高の距離は越波流量の低減において重要であることが示された. 排水口前面に逆止弁等の構造を設けることで, さらなる越波流量の低減が期待できる. 多様な護岸・波浪条件の検討, 排水口の3次元性の考慮など課題は多いが, 高潮浸水対策に有用な知見が得られた.

参考文献

- 1) 千綿, 織田: 護岸における二重パラペットの越波流量特性に関する実験的研究, 土論集 B3, Vol.78, No.2, pp.I_391-I_396, 2022.



(a) 遊水部が満水の場合



(b) 遊水部の水位が低い場合

図-3 遊水部の水位による越波状況の違い

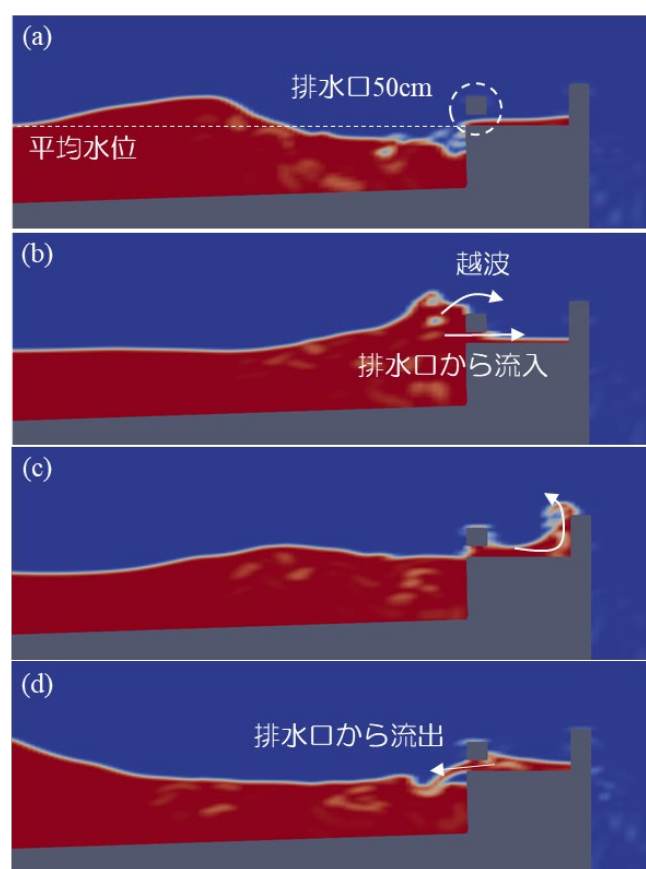


図-4 排水口を有する二重パラペットの越波過程 ($w = 0.0 \text{ m}$, $D = 0.5 \text{ m}$)

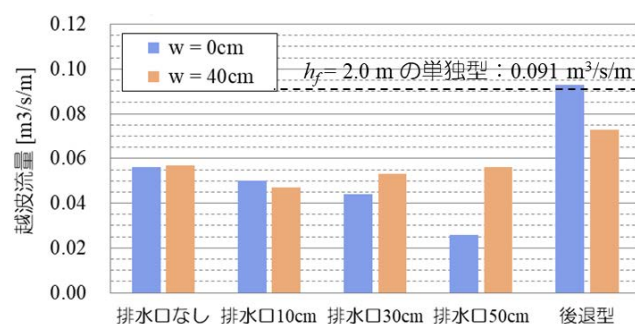


図-5 各ケースにおける越波流量の比較