

波返し付き傾斜護岸の越波流量特性に関する実験的研究

国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所	正会員	○ 宮島正悟
同 上	環境課	小 椋 進
同 上		大橋幸彦
玉野総合コンサルタント(株)	営業推進室	正会員
同 上	環境防災部	森川高德
		奥田純生

1. はじめに

護岸に設けられる「波返し」は、優れた越波低減機能を有し、かつ、その効果は、波返しの各種諸元（角度、曲率半径、法面勾配）の影響を強く受けることが知られているが、両者の関係は定量的に把握されておらず、波返し付き傾斜護岸（以降、波返し護岸と呼ぶ）を計画する上での隘路となっている。

以上を踏まえ、本研究は、伊勢湾内の任意の海岸を対象に、波浪条件、堤脚水深、波返し形状を各種変化させた場合の越波流量特性を水理模型実験により明らかにするとともに、各種波返し護岸に対する概算越波流量の推定手法を検討し、適切な護岸設計を行うための基礎資料を得ることを目的とした。

2. 実験方法

実験は、国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所伊勢湾水理環境実験センターが所有する長さ 30m、幅 1m、深さ 1.2m からなるピストン型単方向不規則波造波装置（吸収制御タイプ）が設置された実験水路において、模型縮尺 1/30 で実施した。実験に用いた波の諸元は、 $H_o' = 3.69\text{m}, 4.19\text{m}, 4.69\text{m}$ の 3 種類、波形勾配 $H_o' / L_o = 0.036, 0.056, 0.061$ の 3 種類を組み合わせた計 9 種類の不規則波であり、地形条件は、海底勾配 1/80、堤脚水深は $h = 1.6\text{m}, 2.6\text{m}, 3.6\text{m}$ の 3 種類とした。実験に用いた護岸は、波返しの曲率半径 $R = 1.5\text{m}, 2.0\text{m}$ 、角度 $\theta = 45\text{度}, 60\text{度}$ 、法面勾配 $i = 1:1.0, 1:1.5$ を組み合わせた計 8 タイプを対象とした（図 1 参照）。実験では、前述までの条件を各種組み合わせた計 45 ケースを実施し、波返し護岸の越波流量特性を検討した。加えて、実験結果をもとに直立護岸に対する換算天端高係数 β を利用して、任意の波高、堤脚水深、天端高に対する概算越波流量推定図の作成を試みた。

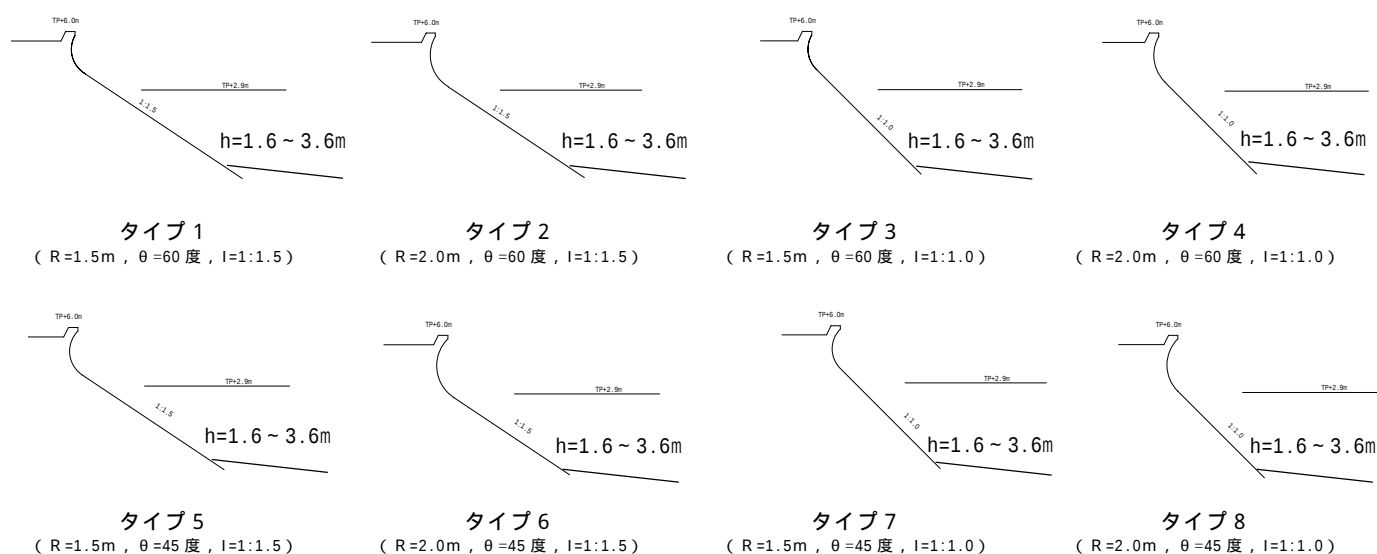


図 1 実験対象とした波返し護岸（8 タイプ）

キーワード：越波流量，波返し付き傾斜護岸，換算天端高係数，越波流量推定図，水理模型実験

連絡先：名古屋市南区東又兵衛町一丁目 57 番地の 2 TEL 052(612)9451, FAX 052(612)9452

3. 研究結果

(1) 波返し護岸の越波流量低減効果

図2は、波返し護岸(タイプ1)について、実験結果を基に、直立護岸に対する換算天端高係数 β (波返し護岸の実験天端高 h_c と、そのときの越波流量と同じになる直立護岸の推定天端高 h_{cv} の比： h_c/h_{cv})を示したものである。これをみると、 β は水深が浅くなるほど減少し、水深2.6m以浅では、ほぼ $\beta < 1.0$ となっている。よって、波返し護岸の場合、浅い水深では、直立護岸に比べ優れた越波低減効果を発揮し、天端高を5～30%程度低下できる可能性を有することが確認された。

(2) 波返し形状と越波流量の関係

8種類の波返し形状と越波流量の関係を図3に示す。これを見ると、越波流量は波返し形状の影響を強く受けており、本実験条件の範囲では、曲率半径が大きいほど($R = 2.0\text{m}$ 時)、また、角度、法面勾配が小さいほど($\theta = 45^\circ$ 時、 $i = 1:1.5$ 時)、越波流量は減少する傾向となることが判明した。その結果、越波低減の観点からは、タイプ6($R = 2.0\text{m}$ 、 $\theta = 45^\circ$ 、 $i = 1:1.5$)が最も有利となることがわかった。

(3) 波返し護岸の越波流量推定図

図4は、直立護岸に対する換算天端高係数 β を利用して作成した波返し護岸の越波流量推定図及び許容越波流量($0.02\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$)となる天端高の推定図である(図例：タイプ1, $H_o'/L_o = 0.036$)。本図より、任意の波高、堤脚水深、天端高に対する越波流量ならびに任意の波高、堤脚水深に対する許容天端高の概算値を推定することができる。波返し形状(曲率半径、角度、法面勾配)は、護岸断面の大きさや天端高に直結することから、本図を利用することで、越波流量を制御しつつ、建設コストの縮減、低天端による景観の改善、施工性の重視など、目的に応じたより適切な護岸形状の検討が可能になるものとする。

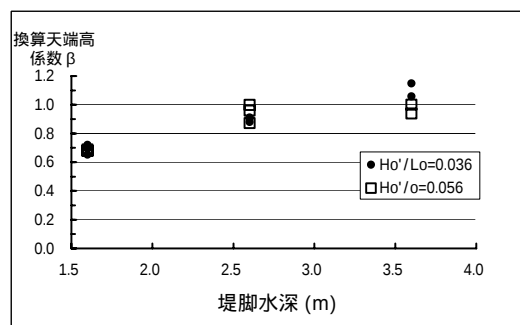


図2 波返し護岸と直立護岸の天端高比較

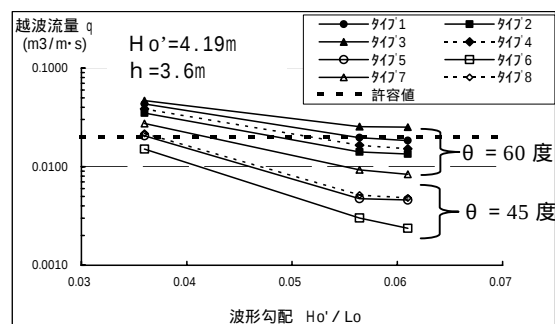


図3 波返し形状による越波流量特性

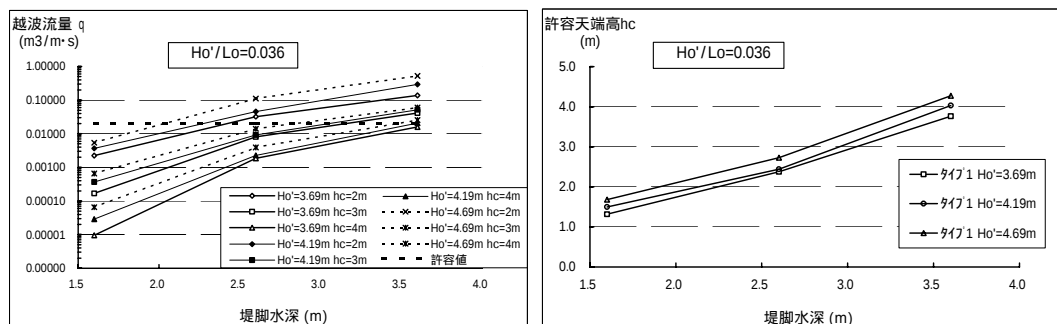


図4 波返し護岸の越波流量及び許容天端高推定図(タイプ1: $H_o'/L_o = 0.036$)

4. 主要な結論

本研究で対象とした「波返し護岸の越波流量特性」に関する主要な結論は、以下のとおりである。

波返し護岸は、堤脚水深が浅いほど越波低減効果が強く発揮され、水深2.6m以浅では、直立護岸に比べ天端高を5～30%程度低下できる可能性を有することが確認された。

波返し護岸の越波流量は、本実験の範囲では、曲率半径が大きいほど($R = 1.5\text{m} < 2.0\text{m}$)、角度が小さいほど($\theta = 45^\circ > 60^\circ$)、法面勾配が小さいほど($i = 1:1.0 < 1:1.5$)、減少することがわかった。

直立護岸に対する換算天端高係数 β を利用し、護岸タイプ毎の概算越波流量推定図ならびに許容越波流量($0.02\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$)となる天端高推定図を作成した。