

急勾配海岸における波返し付き傾斜護岸の越波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
 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
 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
 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
 玉野総合コンサルタント(株) 流域技術部 正会員
 玉野総合コンサルタント(株) 流域技術部

内田吉文
 小椋 進
 鬼頭孝明
 西尾賢二
 ○ 森川高德
 池尾 進

1. はじめに

護岸に設けられる「波返し工」は、優れた越波低減機能を有するが、その効果を定量化した研究事例は多くなく、波返し付き傾斜護岸（以降、波返し護岸と呼ぶ）を設計する上での隘路となっている。これを受け、筆者らは平成16年度に海底勾配 1/80 の緩勾配条件で各種波返し条件に対する越波特性を明らかにした。

これに続き、本研究は、前面地形が 1/10 の急勾配条件を想定し、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一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、表-1 の条件で実施した。地形条件は海底勾配 1/10, 堤脚水深は $h = 3.35m$, $4.35m$, $5.35m$ の 3 種類とした。実験に用いた護岸は、天端高 T.P.+6.0m ($hc = 3.1m$)、波返し形状は曲率半径 $R = 1.0 \sim 2.0m$, 角度 $\theta = 45^\circ, 60^\circ$, 法面勾配 $i = 1:1.0, 1:1.5$ を組み合わせた計 5 タイプで、現地海岸を想定し前面に根固工を設置した（図-2 参照）。実験では、前述までの条件を各種組み合わせた計 24 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。

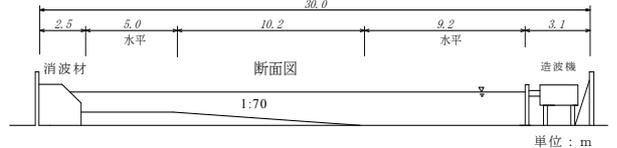


図-1 実験水路

表-1 実験条件

潮位 (m)	波の種類	波浪諸元			波数	波群
		Ho' (m)	T _{1/3} (s)	波形 勾配		
H. H. W. L. +2.9	不規則波	3.13	6.9	0.042	660	3
		3.63	7.4			
		4.13	7.9			

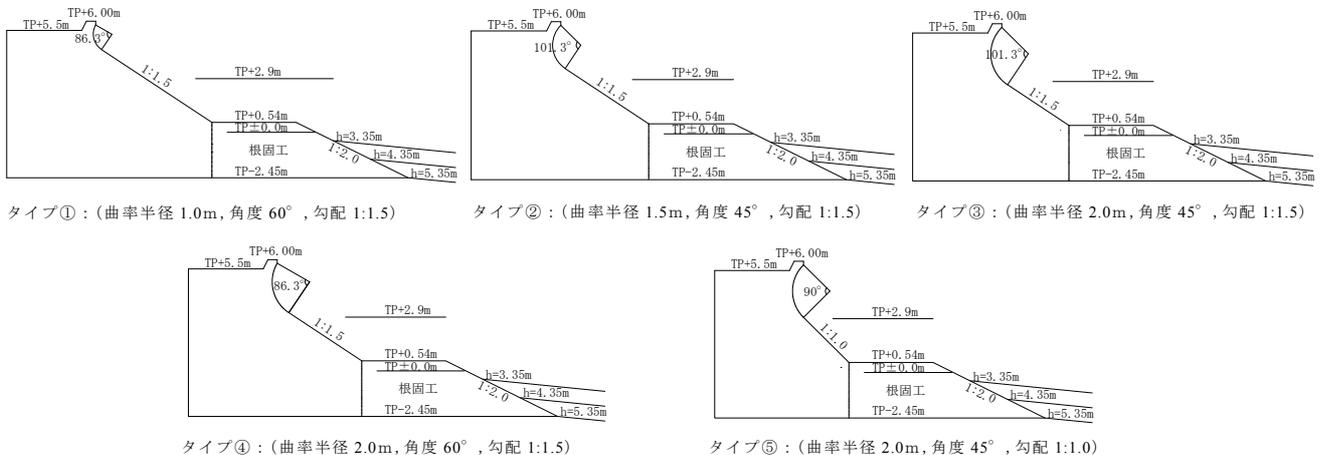


図-2 各種波返し護岸 (5 タイプ)

キーワード 急勾配海岸, 波返し付き傾斜護岸, 不規則波, 越波流量, 水理模型実験
 連絡先 〒461-0005 名古屋市東区東桜二丁目 17 番 14 号 TEL 052(979)9303, FAX 052(979)9273

3. 研究結果

(1) 波返し護岸の越波流量特性

図-3は、各種波返しタイプにおける堤脚水深と越波流量の関係を示したものである。全体傾向としては、いずれのタイプも、堤脚水深とともに、越波流量は漸増している。

こうした中、越波流量が多いのは、タイプ① (R=1.0m, $\theta=60^\circ$, $i=1:1.5$)、タイプ④ (R=2.0m, $\theta=60^\circ, i=1:1.5$) で、いずれの水深も許容越波流量 $0.02 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$ を大きく超えている。タイプ② (R=1.5m, $\theta=45^\circ, i=1:1.5$) は堤脚水深 3.35mでは許容値を下回るものの、それ以外は、許容値を超える状況にある。これに対し、タイプ③ (R=2.0m, $\theta=45^\circ, i=1:1.5$)、タイプ⑤ (R=2.0m, $\theta=45^\circ, i=1:1.0$) は、いずれの堤脚水深でも許容値内に収まっており、高い越波制御効果を有することがわかった。

(2) 波返し工による天端高低減効果

ここでは、天端高の観点から、各種波返しタイプの越波低減効果を把握する。図-4は、各種波返しタイプの越波流量より、直立護岸に対する換算天端高係数 β を求め、堤脚水深との関係を示したものである。

これをみると、越波流量が最も多かったタイプ①は、 $\beta=0.97$ となり、直立護岸とほぼ同等の越波流量になってしまうことを示している。これに対し、タイプ④は $\beta=0.7$ 程度、タイプ②は $\beta=0.6$ 程度と低くなっている。このことは、同じ越波流量を、直立護岸より30~40%程度下げても実現できることを示している。

さらに、タイプ⑤、③では $\beta=0.52\sim0.56$ となり、直立護岸に比べ、50%近く天端高を低減できる結果となっている。

これらの結果より、波返し工の各要素 (曲率半径 R, 角度 θ , 勾配 i) が有する越波低減の寄与度を評価すると、概ね、 θ (小角度) $> R$ (大半径) $> i$ (緩勾配) と推測される。

(3) 実験結果の汎用化

図-5、図-6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となる限界天端高の推定図である (図例：タイプ③)。

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、堤脚水深に対する限界天端高の概算値を推定することができる。

4. 主要な結論

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

- (1) 波返し護岸は、高い越波制御効果を発揮し、直立護岸に比べ天端高を30~50%程度低下できる可能性があることがわかった。
- (2) 波返し工の各要素 (曲率半径R, 角度 θ , 勾配i) が有する越波低減の寄与度を評価すると、概ね、 θ (小角度) $> R$ (大半径) $> i$ (緩勾配) の順になるものと推測される。
- (3) 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 ($0.02 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$) となる限界天端高推定図を作成した。

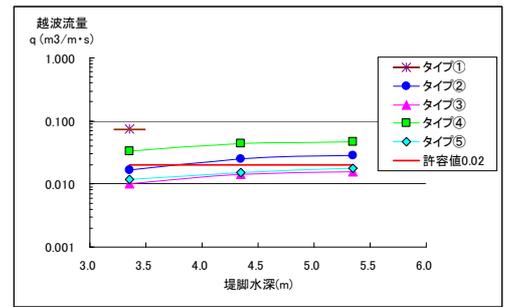


図-3 各種波返し工の越波流量比較

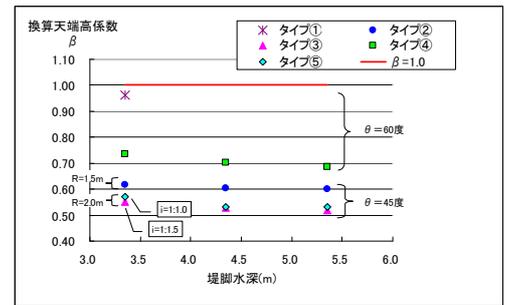


図-4 各種波返し工の換算天端高係数 β

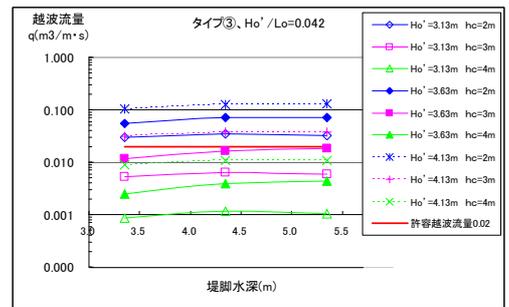


図-5 波返し護岸の越波流量推定図 (タイプ③)

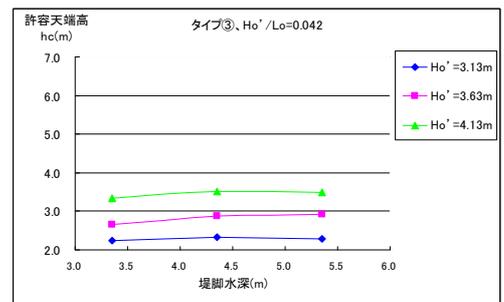


図-6 波返し護岸の限界天端高推定図 (タイプ③)