

波返し工を有する護岸の平面的な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 前 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 前 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) 統括事業部 正会員
 玉野総合コンサルタント(株) 流域技術部
 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
 藤田智志
 ○牧村直樹
 吉田 要
 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、H23年度に1/10の急勾配条件を想定して、各種波返し護岸の越波流量特性を断面実験¹⁾により明らかにした。これに引き続き、本研究は、海底地形が平面的に変化した条件での越波流量特性を平面実験により明らかにし、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平面水槽(図-1)において、表-1の条件で実施した。海底地形はモルタル固定床にて作成した。ここに、護岸沖は河口テラス状の緩勾配地形、護岸前面は現況地形(図-1中の地形)及び洗掘地形の2種類とし、後者は図-1中の

TP-1.0m以浅を護岸法先まで水平とした。実験に用いた護岸は、図-2に示す波返し護岸で、図-1のとおり、延長約300mの区間で湾曲的に設置した。実験では、護岸前面の海底勾配、水深、波高、入射角に対する越波流量特性を検討するとともに、直立護岸に対する換算天端高係数 β を利用し、概算越波流量推定図の作成を試みた。

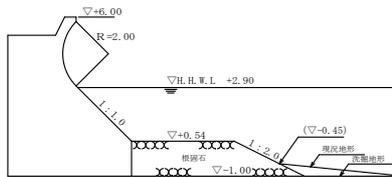


図-2 実験に用いた波返し護岸 (曲率半径 2.0m, 角度 45°, 勾配 1:1)

3. 研究結果

(1) マクロ的な越波流量特性

図-3は、越波流量の平面分布を示したものである。これを見ると北端エリアを除き現況地形の越波流量が多い結果となっている。これは、護岸前面(法先~5H_{1/3}程度)の海底勾配が洗掘地形の場合、水平(緩勾配)になっているためと推測され、堤脚水深よりも海底勾配の影響が強く現れたものと考えられる。なお、北端は堤脚水深 2m未満と最も浅くなっており、ここでは、砕波(=水深)の影響が現れたものと考えられる。

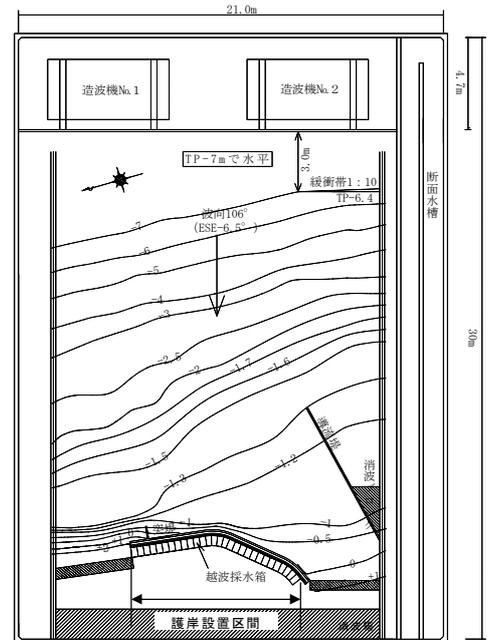


図-1 実験水槽及び現況地形

表-1 実験条件

縮尺	潮位 (m)	波の種類	波浪諸元				波数
			波向	Ho'(m)	T(s)	波形勾配	
1/40	H.H.W.L. +2.9	不規則波	ESE -6.5度	3.63	7.4	0.042	1500 (3波群)

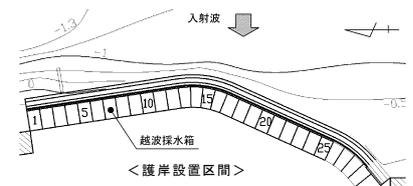
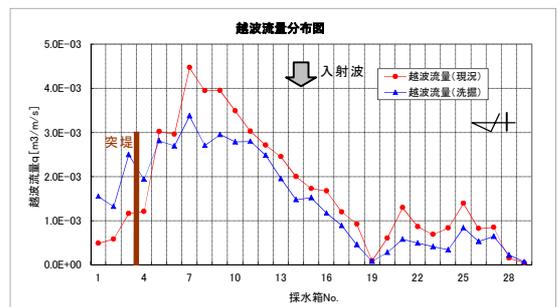


図-3 越波流量の平面分布

キーワード 波返し付き傾斜護岸, 斜め入射波, 不規則波, 越波流量, 平面水理模型実験
 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

(2) 前面波高による越波流量特性

図-4は、護岸前面（沖合40m程度）の波高分布と越波流量の関係を示したものである。これをみると、両者の相関は高くなっており、越波流量の変動は前面波高の分布に大きく依存することが確認された。

(3) 入射角による越波流量特性

図-5は、波の入射角と越波流量の関係を示したものである。これをみると、入射角がプラス側、マイナス側に増大するにしたがって越波流量は減少し、入射角の変化が小さい区域では越波流量の変動も少なくなっている。特に、採水箱No.14~18の区間では入射角が増大し、逆に越波流量は急減している。当該区間では先の図-4より前面波高がほぼ一定であることから、斜め入射波の影響が越波流量の低減をもたらしたものと判断される。

(4) 入射角による天端高低減効果

図-6は洗掘地形（護岸前面の堤脚水深、海底勾配が一定）を対象に入射角と換算天端高係数 β_0 との関係を示したものである。これをみると直角入射（ $\theta=0^\circ$ ）で $\beta_0=0.75$ 、その後、入射角の増大に伴い図中の相関式のとおり漸減しており、斜め入射による天端高低減効果が定量的に把握できた。なお、H23年度実験¹⁾では、同一護岸形状で $\beta=0.6$ 弱（ $\theta=0^\circ$ ）を得ており、今回実験は相対的に高い（=天端高低減効果が小さい）結果となっている。この主要因は、護岸沖の海底が1/440以下の緩勾配となっていることで、来襲波は砕波を受けた状態で護岸に到達するため、H23年度実験¹⁾で確認された「護岸根固工による越波低減効果」が小さくなったことによるものと考えられる。

(5) 実験結果の汎用化

図-7は、先の β_0 に加え、現況地形の実験結果より得た堤脚水深に対する β_h を利用して作成した天端高、入射角をパラメータとする堤脚水深と越波流量の関係を示したものである（図例： $\theta=10\sim 20^\circ$ ）。本図より、護岸沖が緩勾配の地形条件での任意の入射角、堤脚水深、天端高に対する概算越波流量を推定できる。

4. 主要な結論

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

- ①越波流量は、護岸前面の海底勾配が緩いほど、波高、堤脚水深が小さいほど、入射角が大きいほど低減することが確認された。
- ②今回実験のように護岸沖が緩勾配地形で、来襲波が砕波を受けた状態で護岸に到達した場合、護岸根固工による越波低減効果は小さくなる可能性がある。
- ③換算天端高係数 β を利用し、任意の入射角、堤脚水深、天端高に対する概算越波流量推定図を作成した。

参考文献 1)：内田吉文ら(2012)：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, 土木学会全国大会第67回年次学術講演会講演概要集 II-244.

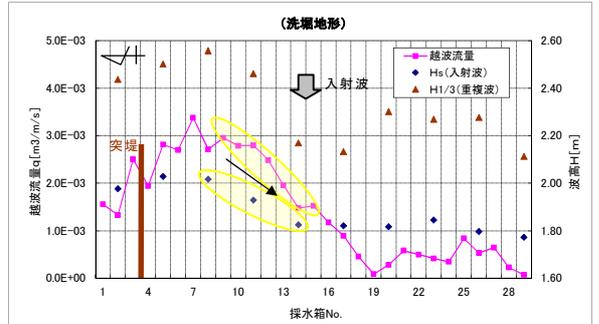


図-4 前面波高と越波流量の関係（洗掘地形）

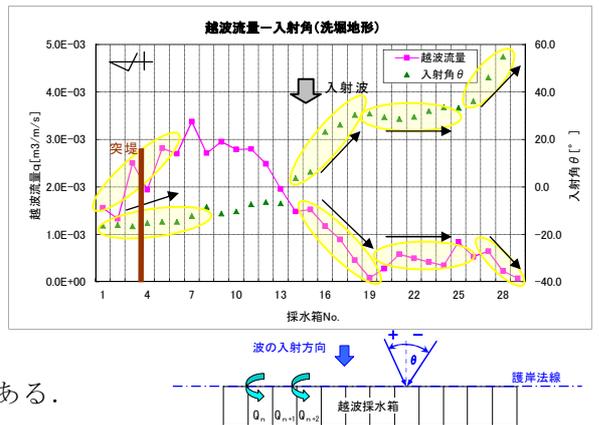


図-5 入射角と越波流量の関係（洗掘地形）

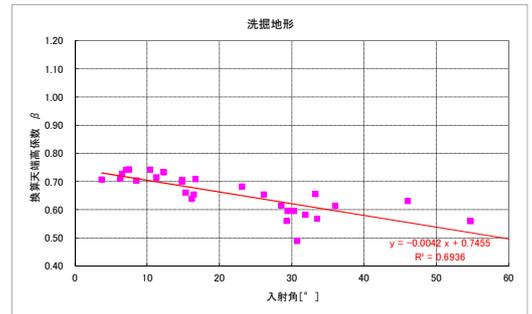


図-6 入射角と換算天端高係数 β_θ の関係

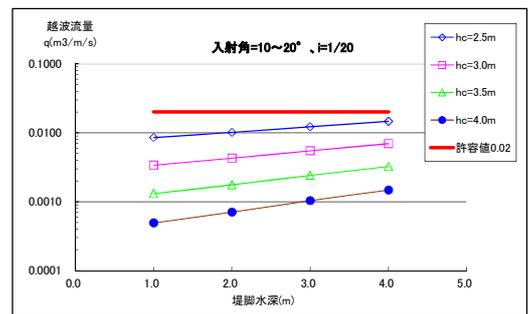


図-7 越波流量推定図
($\theta=10\sim 20^\circ$, 護岸前面勾配 $i=1/20$)