

フレア型護岸屈曲部の越波について

宮崎大学 正会員 村上啓介
宮崎大学 正会員 真木大介
(株) 神戸製鋼所 正会員 竹鼻直人

1. はじめに

フレア型護岸は深い円弧状の断面を持ち(写真-1)、円弧部での強い波返し機能によって、従来の直立護岸に比べて高い越波阻止機能を持つ。フレア型護岸の越波阻止機能や作用波圧の特性については、水理模型実験や数値シミュレーションにより数多くの検討が進められてきたが¹⁾、その全ては護岸法線に対して波が直角入射する場合についてである。実際の海域では、護岸法線に対して波が斜めに入射する場合や、護岸に屈曲部がある場合も多く、そのような条件における越波阻止機能の評価は、フレア型護岸の実設計において極めて重要と考える。本報告では、フレア型護岸の屈曲部における越波特性を平面水槽実験で検討した結果について述べる。



写真 - 1 フレア型護岸施工例
(広島県呉市)

2. 実験装置と実験方法

実験は長さ 20m, 奥行き 15m, 高さ 0.7m の平面水槽を用いて実施した(図-1 上段)。水槽内のほぼ中央に高さ 0.1m のマウンドを設置し、その上にフレア型護岸の模型を設置した(図-1 中段)。実験は 1/20~1/30 程度の模型縮尺を想定し、フレア型護岸の高さは 0.16m, 護岸円弧部の奥行き深さ長さは 0.08m とした。

護岸模型の 1 ブロックの長さは 0.6m, 奥行きは 0.3m であり、実験では 11 ブロックを使用して図-1 下段に示すように①~⑪までの順に設置した。本実験では、護岸模型の①~⑦を入射波に対して 30 度傾けて設置し、それに対して⑧~⑪の部分に 15 度~45 度傾けて屈曲部を設けた(図-1 下段)。護岸前面の水深は $h=0.18m$ とし、入射波周期を 1.2 秒, 1.6 秒, 2.0 秒, 入射波高を 10cm 程度に設定して実験をおこなった。

越波流量は、護岸ブロックごとに天端上の越水を集める水路を製作し(図-1 中段)、護岸の背後の容器に越波した水を集め、メスシリンダーを用いて計測した。実験では、同一の入射波条件の計測を 3 回おこない、その平均値からブロックごとの越波流量とした。比較として直立護岸を設置した場合についても同様の実験をおこなった。また、護岸前面の適当な箇所(図-1 下段右図の丸印の箇所)と水槽沖部において波高の計測をおこなった。更に、越波状況をビデオカメラで撮影して波返し状況を評価した。

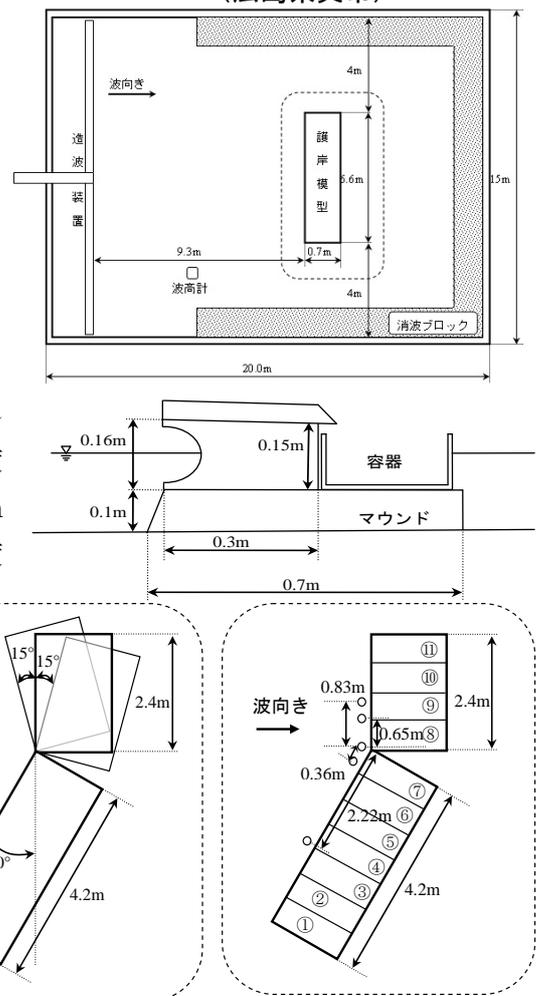


図 - 1 実験水槽平面図

キーワード フレア型護岸, 屈曲部, 越波, 斜め入射波

連絡先 〒889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1 宮崎大学工学部土木環境工学科 TEL 0985-58-7336

3. 実験結果と考察

図 - 2 は、フレア型護岸法線が 15 度屈曲した場合の護岸前面の波高分布を、入射波高で無次元化して示したものである。図中の ch2 から ch6 は、図 - 1 下段右図の丸印で示す護岸模型④から⑧の前面位置に対応している。入射波高は概ね 10cm 程度で、短周期の実験条件では波の伝搬過程で若干の碎波が生じていた。入射波周期が 1.2 秒の場合、屈曲部で波高が極小を示す傾向が見られるのに対し、入射波周期が長くなると一様な波高分布を示す傾向が見られる。この特徴は他の屈曲角度でも同様であった。いずれの入射波周期の場合も越波が生じていたが、護岸前面での波返しの状況は短周期の入射波ほど明確に観察され、波返し運動が屈曲部でその向きを変えることで波高が低減したものと考えられる。

図 - 3 は、フレア型護岸の無次元越波流量を示したものである。図 - 1 下段右図に示すように、屈曲部は護岸模型の⑦と⑧の部分に相当する。入射波周期が 1.2 秒の場合、その屈曲部分付近で越波流量が極小値を示し、その特徴は他の屈曲角度においても見ることができる。越波流量が極小値を取ることは、図 - 2 に示した波高分布が極小値を取ることに呼応している。一方、入射波周期が長くなると、屈曲部付近で生じる特徴的な越波流量の違いは不明瞭になり、一様な越波量分布となる。

屈曲部のあるフレア型護岸と直立護岸について越波流量の比較をおこなった結果を図 - 4 に示す。入射波周期が短い 1.2 秒の場合、図 - 3(a)で示した結果と同様に両護岸断面ともに護岸法線屈曲部付近で越波流量が極小になる傾向を示している。フレア型護岸は、直立護岸に比べて越波流量を格段に低く抑えることができる特徴を持つ。フレア型護岸が持つこの特徴は、屈曲部がある場合についても確認することができる。

4. まとめ

フレア型護岸前面での波返しの状況は護岸法線の屈曲部においても確認され、そこでの越波制御機能は短周期の入射波ほど明確に現れることを確認した。これは、波返し運動が屈曲部でその向きを変えることで波高が低減したことによると考えられる。また、短周期の波に対して、屈曲部分付近で越波流量が極小値を示し、この特徴は屈曲角度によらず見られる。

参考文献

1) 村上啓介、若村太郎、真木大介、上久保祐志；海面上昇に対するフレア型護岸の防波特性の変化について，海洋開発論文集, Vol.23, pp.1117-1122, 2007.

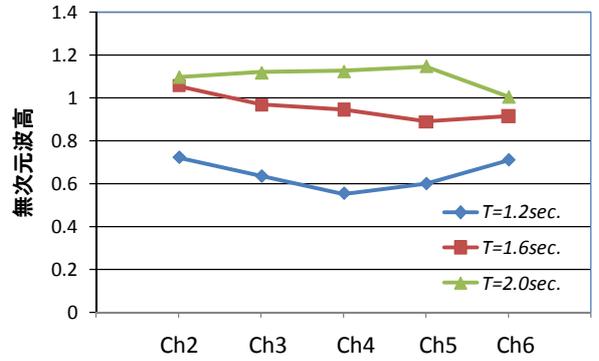
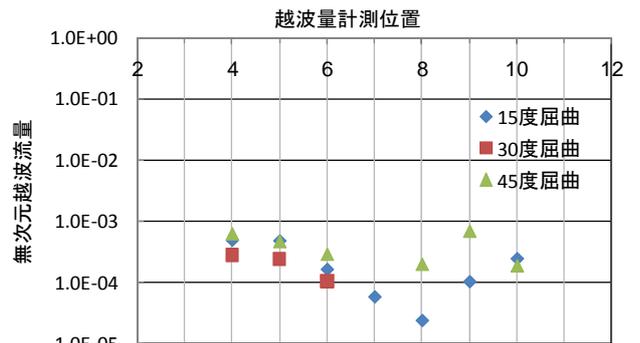
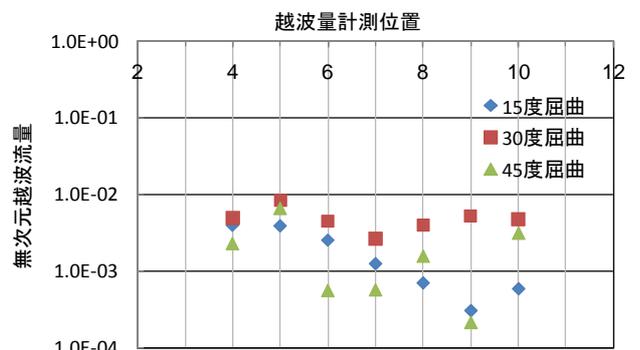


図 - 2 フレア型護岸前面の波高分布 (15度屈曲)



(a) T=1.2sec.



(b) T=2.0sec.

図 - 3 各屈曲角度における無次元越波流量

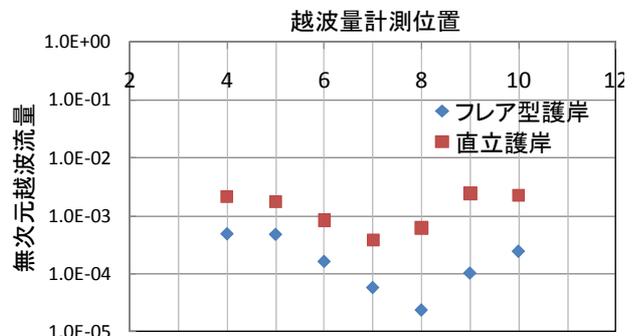


図 - 4 無次元越波流量の比較

(T=1.2sec., 15度屈曲)