

フレア型護岸の換算天端高係数と護岸端部の越波について

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

深い円弧断面を持つフレア型護岸の施工事例や検討事例が報告されつつある¹⁾。現地への適用性の検討では斜め入射波に対する護岸天端高の算定が求められる場合があるが、フレア型護岸の換算天端高係数は定められておらず、斜め入射波に対する適用性の評価が困難な状況にある。また、現地への適用では既設護岸の一部をフレア型護岸断面に改良する場合があります。斜め入射波に対するフレア型護岸端部(既設護岸との接合部)の越波について明らかにする必要がある。以上の背景から、本研究は斜め入射波に対するフレア型護岸の換算天端高係数を具体的に示すとともにフレア型護岸端部の越波特性について明らかにすることを目的とする。

2. 実験装置と実験方法

実験は長さ 20m, 幅 15m, 高さ 0.7m の平面水槽を用いて実施した。1/30 の模型縮尺を想定し、護岸高さは 0.16m, 円弧部の奥行き深さは 0.08m とした。護岸模型は幅 0.6m, 奥行き深さ 0.3m を 1 ブロックとし、14 ブロックを入射波の波向きに対して傾けて設置した(図-1)。

換算天端高係数を求める【実験 A】では、護岸設置角度を $\theta=0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ の 3 ケース、護岸前面の水深を $h=0.18\text{m}$, 入射波高を $H_0=0.1\text{m}$ とし、入射波周期が=1.2 秒, 1.6 秒, 2.0 秒の 3 ケースについて規則波を造波し、護岸模型ブロックごとの越波水量を計測した。計測は同一の入射波条件について 3 回おこない、その平均値を越波量とした。

【実験 B】では、図-1 の護岸模型ブロックの 1~11 をフレア型護岸断面、12~14 を直立護岸断面とし、フレア型護岸端部における越波について検討した。入射波に対する護岸の設置角度は $\theta=15^\circ$ とし、図-2 に示す 4 通りの護岸接続部の断面について越波量の計測実験をおこなった。

3. 実験結果と考察

図-3 は入射波の波向きに対する無次元越波量の分布を示したものである。また、図-4 は平均越波量(護岸ブロック 2~12 の無次元越波量の平均)を比較したものである。直立消波護岸などとは異なり、入射波の波向きが大きくなるにしたがいフレア型護岸の越波量は増加する傾向が見られる。

本研究では、設計に用いられているフレア型護岸の越波量算定図(護岸に対して波が垂直入射: 図-4 参照)から平均無次元越波量に対する護岸天端高さを読み取り、波向きが 0° の場合の護岸天端高さに対する 15° および 30° の護岸天端高さを換算天端高係数とした。

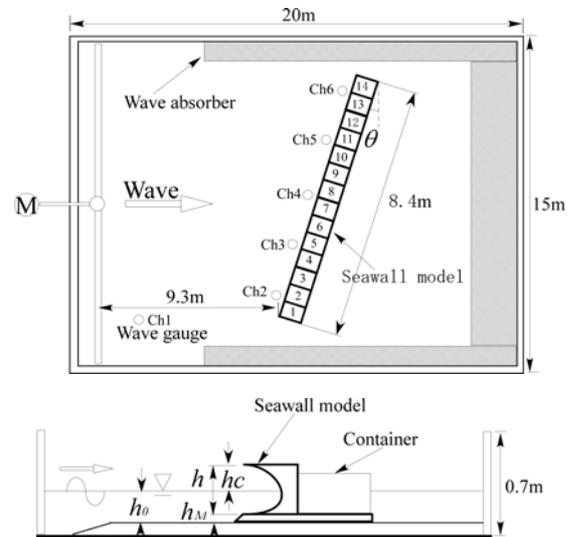
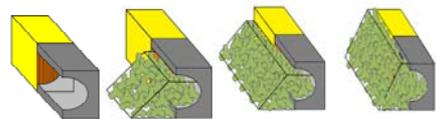


図-1 平面水槽実験の概略図



Case-A Case-B Case-C Case-D

(A:消波工なし, Bフレア護岸前面低天端被覆
 C:フレア護岸前面と直立護岸前面低天端被覆,
 D:フレア護岸前面と直立護岸前面高天端被覆)

図-2 護岸接合部の模型概略図

キーワード 斜め入射波, フレア型護岸, 越波

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 TEL0985-58-7336

上記の方法で求めた換算天端高係数を図-6に示す。円弧部での強い波返し機能によって越波量を低減するフレア型護岸の換算天端高係数は、直立消波護岸やパラペット後退型護岸とは異なることが明らかとなった。フレア型護岸の天端高さは入射波の波向きが15°程度までは直角入射の場合と同等であるが($\beta=1$)、波向きが30°程度になると10%~20%程度割り増す必要がある($\beta=1.1\sim 1.2$)。また、換算天端高係数の周期に対する依存性は小さい。

図-7はフレア型護岸断面が直立護岸断面と接合する付近の越波量分布を示したものである。明らかな越波量の相違が護岸端部を境に見られ、護岸接合部では沿い波が打ち上がる現象が確認された。消波工の設置により沿い波の打ち上がりは低減するが、消波工の天端を必要以上に高くすると消波工斜面の波の這い上がりが波返しより卓越して消波工部分で越波量が増大する。

4. まとめ

(1) フレア型護岸の換算天端高係数は直立消波護岸やパラペット後退型護岸とは異なる。斜め入射波に対するフレア型護岸の換算天端高係数は、入射波の波向きが15°程度までは $\beta=1$ 、波向きが30°程度では $\beta=1.1\sim 1.2$ が適当と判断される。(2) フレア型護岸端部では沿い波の打ち上がりが発生し、その低減には消波工の設置が有効である。ただし、フレア型護岸の波返し効果を有効に発揮するためには、消波工天端を護岸天端よりも低く抑える(護岸前面の設計水位程度)必要がある。

参考文献 1) 村上啓介、真木大介、竹鼻直人；フレア型護岸屈曲部の越波について、土木学会第66回年次学術講演会, II部門, pp.455-456, 2011.

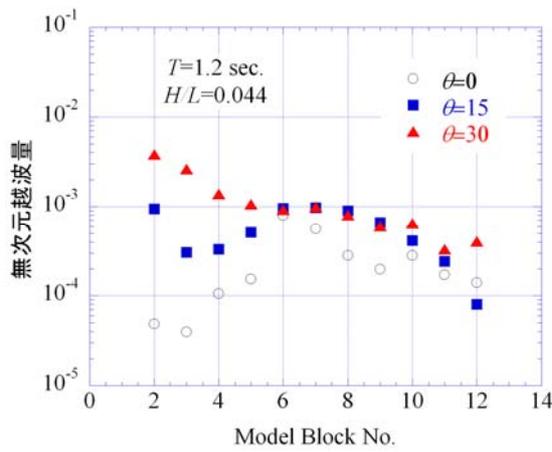


図-3 入射波の波向きに対する無次元越波量の分布

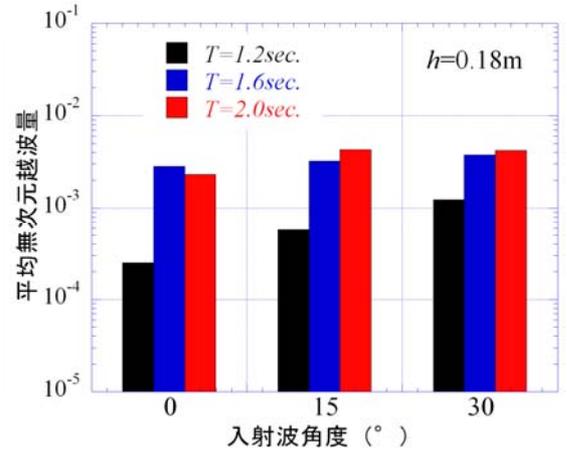


図-4 平均無次元越波量の比較

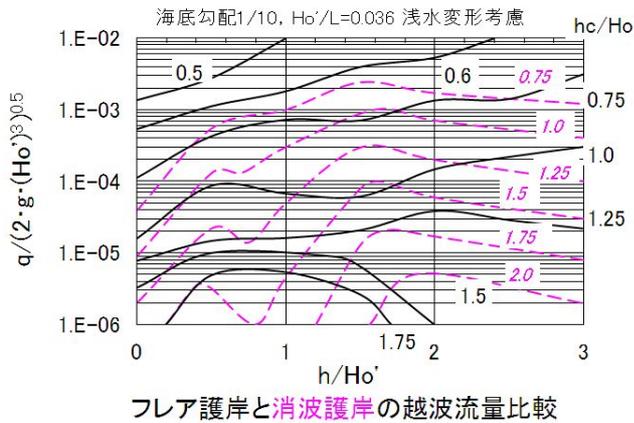


図-5 フレア型護岸の越波量算定図

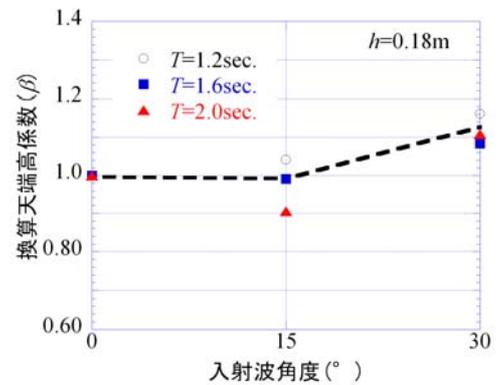


図-6 入射波の波向きに対するフレア型護岸の換算天端高係数

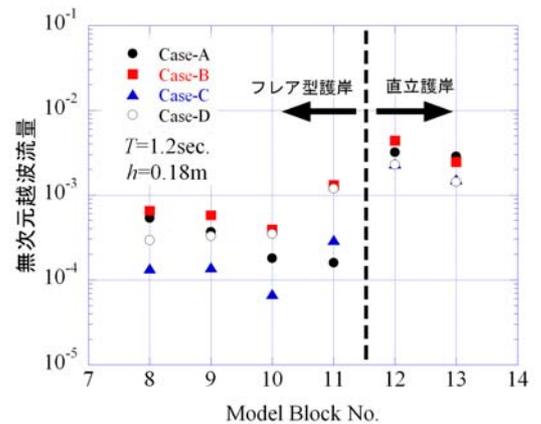


図-7 フレア型護岸端部付近の越波量分布