

斜め入射波に対するフレア型護岸の越波制御機能

宮崎大学	正会員	真木大介
宮崎大学	正会員	村上啓介

1. はじめに

フレア型護岸(写真-1)は深い円弧状の断面を持つ護岸で、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越波や飛沫を低く抑える機能を持っている。フレア型護岸の越波制御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る数多くの研究が進められてきた¹⁾。ただし、それらの全ては護岸法線に対して波が垂直に入射する場合(直角入射)についてであり、斜め入射波がフレア型護岸に作用する際の越波制御機能については全く検討されていない。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も多く、そのような条件でのフレア型護岸の越波阻止機能が直角入射の場合の機能とどの程度の差異があるのかを検討することは、フレア型護岸の実設計において極めて重要と考える。本研究は、斜め入射波に対するフレア型護岸の越波制御機能を確認するために実施したものであり、



写真-1 フレア型護岸（広島県呉市）

本報告ではその結果について述べる.

2. 実験装置および実験方法

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). 水槽の壁面には消波ブロックとして直径 5 cm 程度の碎石を敷き詰めた. 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 - 2). 実験では 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は 0.08m とした.

実験に用いた護岸模型の1ブロックは長さ0.6m, 奥行き0.3m, 高さは前方0.16m, 後方0.15mであり, 実験では全部で11ブロック(総長さ6.6m)を使用した. 護岸前面の水深は, 円弧部の最も深い位置に静水面がくる深さ($h=0.18\text{m}$)として実験を行った. 入射波周期 T は1.2sec., 1.4sec., 1.6sec., 1.8sec., 2.0sec.の5通りとした. 護岸越波量を比較する目的から, 入射波高は十分に越波が生じる程度とし, 実際の入射波高は容量式波高計を用いて計測した.

フレア型護岸の法線は入射波の波向きに対して直角の場合を基準として、 0° ， 15° ， 30° の 3 通りとした（図 - 2）. 越波流量は、図 - 2 に示すように、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、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ブロックごとに計測した. 実験では同一の入射波条件の計測を 3 回ずつ行い、その平均値を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行った.

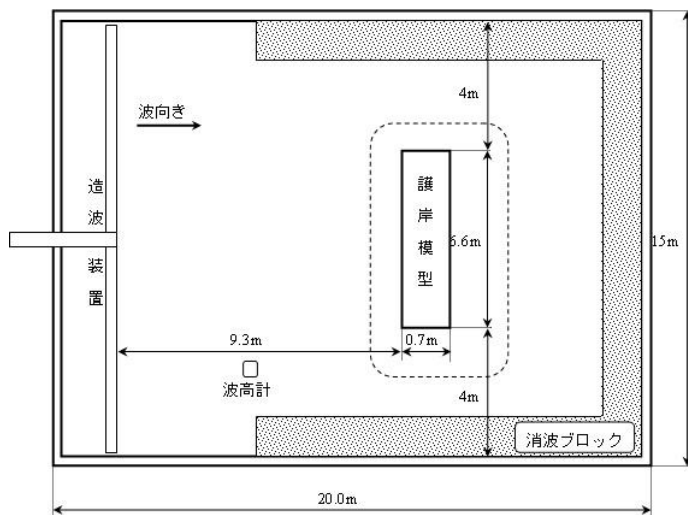


図 - 1 実験水槽平面図

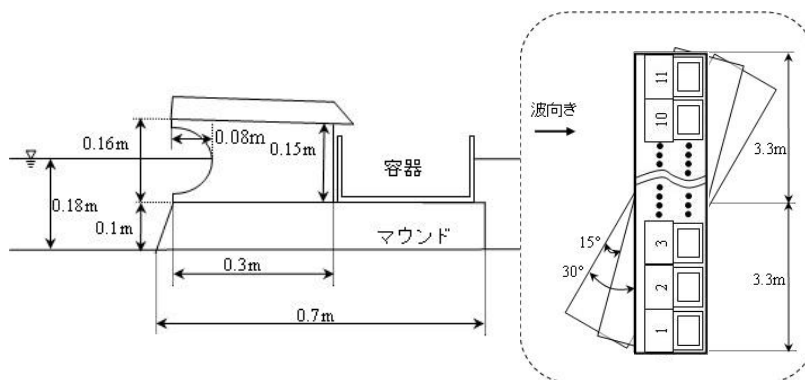


図-2 護岸模型図(側面、平面図)

3. 実験結果と考察

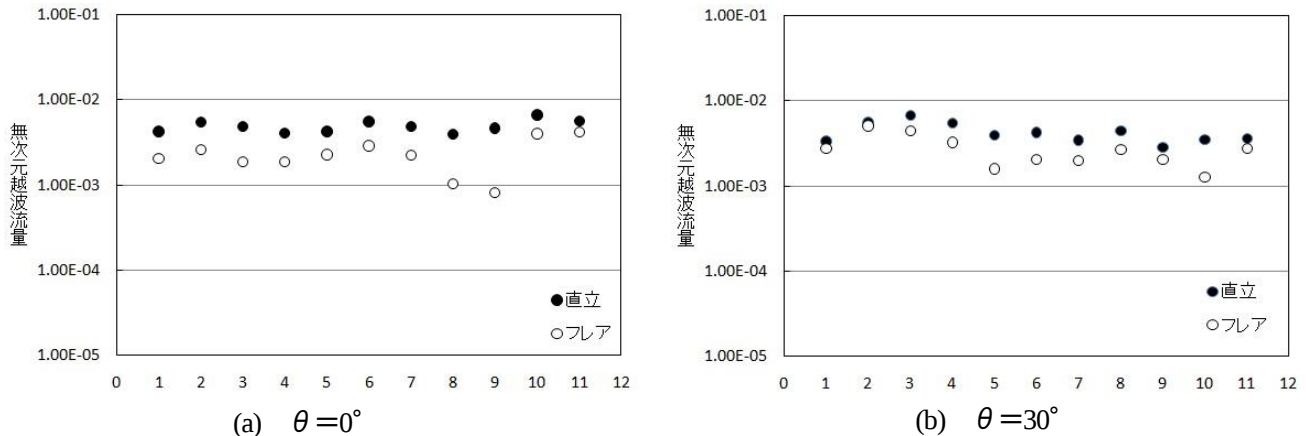


図 - 3 周期 $T=1.6\text{sec.}$ における無次元越波流量

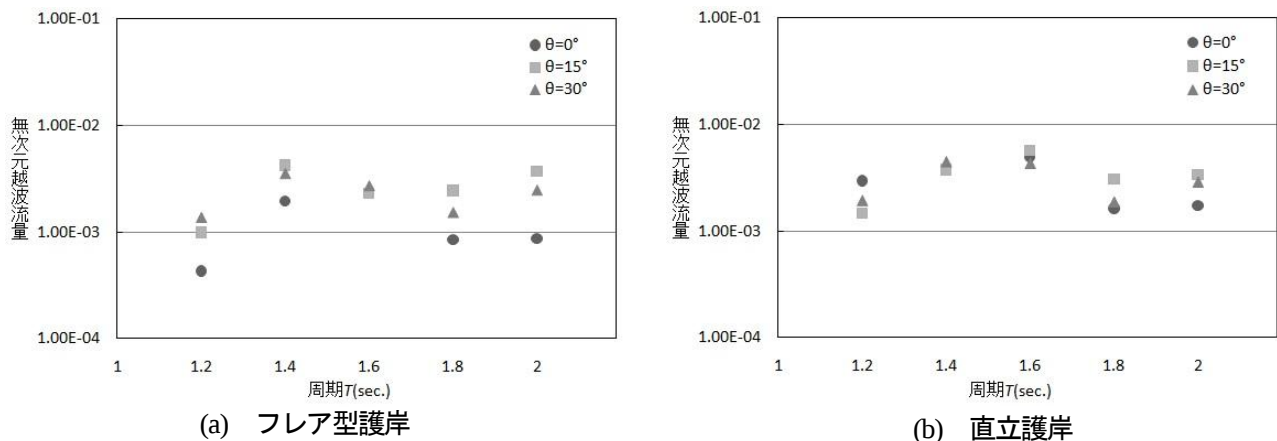


図 - 4 無次元越波流量の比較

図 - 3 は、周期が 1.6sec. における越波流量をフレア型護岸と直立護岸について比較したもので、(a)は $\theta=0^\circ$ （直角入射）、(b)は $\theta=30^\circ$ （斜め入射）を示している。図の縦軸は無次元越波流量、横軸は護岸の各ブロック番号を示している。 $\theta=0^\circ$ では、フレア型護岸の各ブロックの越波流量は直立護岸に比べて小さく、これまでの断面二次元で行ってきた検討結果と同様に波返し機能により越波流量が低減されていることが確認できる。一方、 $\theta=30^\circ$ においてもフレア型護岸は直立護岸に比べて越波量は低減されているが、その差は $\theta=0^\circ$ の場合に比べて小さい。このことは、護岸法線に対する入射波の波向きが大きくなるに従い、護岸に作用する沿い波の影響が強くなったと考えられる。その結果、護岸円弧部での波返し効果が十分ではなくなり越波制御機能が低下したものと考えられる。

図 - 3 で示したように、波の入射角度によらず、護岸ブロックごとに若干の越波量のばらつきが見られるが、その程度は小さく、各ブロックの越波量の平均値をとることで各波向きに対する越波量を比較することは可能である。図 - 4 は入射波角度が 0° 、 15° 、 30° における無次元越波流量を比較したもので、(a) はフレア型護岸、(b) は直立護岸を示している。図の横軸は周期を表している。フレア型護岸では $\theta=0^\circ$ のときがすべての周期において無次元越波流量は小さく、護岸法線に対する波向きが大きくなるに従い ($\theta=15^\circ$ 、 30°) 越波流量は増加している。一方、直立護岸では周期によらず $\theta=0^\circ$ 、 15° 、 30° と同様な無次元越波流量をとる結果となり沿い波の影響は小さい。

4. まとめ

平面水槽を用いた水理模型実験を実施し、フレア型護岸法線に対して波が斜め方向から入射する場合の越波制御機能について検討した。フレア型護岸法線に対する入射波の波向きが大きくなるに従い、護岸に作用する沿い波の影響が強くなっていた。その結果、護岸円弧部での波返し効果が十分ではなくなり越波制御機能が低下する傾向を確認した。ただし、直立護岸の無次元越波流量と比べると若干小さいか同程度であり、沿い波の影響を受けながらも波返し機能が見られることを確認した。

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。