

フレア型断面を有する防波護岸の 越波制御特性に関する研究

九州大学工学部 学生員○上久保祐志 正会員 入江功
正会員 村上啓介 正会員 牛房幸光
学生員 青木久美

1. まえがき

近年、沿岸域の利用の拡大にともない、内湾のみならず外洋に面した沿岸域においても背後域空間の高度利用（例えば、人工島空港での植生域の確保）を考慮した人工海浜や沖合人工島が計画されつつある。これらの外洋に面した施設の護岸は沖合いの波浪の影響を直接受け、護岸の設計に用いる設計沖波波高が場合によっては十数mとなり、例えば鉛直壁の前面に消波ブロックを設置した従来の消波護岸を用いた設計では、背後地の利用に応じて設定される許容越波流量を満足する護岸天端高さは十数mにも達する。このような護岸断面は、必ずしも景観上あるいは経済性の面から充分な護岸断面とは言えず、低天端でかつ越波量を極力低減させることが可能な護岸断面の開発が望まれる。

本研究では、低天端でかつ越波を極力低減させる護岸断面の一つとしてフレア型断面（フレアとは船体の推進効率の向上と波返しを目的に船首部に設けられた曲面部を指す：後出の図-2を参照）を提案し、断面形状の異なるフレア型護岸と従来の直立護岸を対象に水理模型実験を行い、護岸断面の違いによる越波特性を比較した結果について述べる。

2. 実験装置と実験方法

実験は図-1に示す2次元造波水路を用い、図-2に示す4種類の護岸断面（鉛直護岸と奥行き深さDが異なる3種類のフレア型護岸）を水槽端に設けた1/20の不透過傾斜海浜（スロープ）上にそれぞれ設置し、設置水深hを種々変化させて越波が生じる限界天端高さ h_c を求めた。実験に用いた入射波は、波高 H_o が4, 6, 7, 8, 9cmで波形勾配 H_o/L_o が0.012と0.036の2種類で、越波の有無は目視で確認した。なお、図-2に示した護岸前面に消波ブロックを設置した場合についても同様の実験を行い越波特性を調べた。

3. 実験結果と考察

図-3、4は、 $H_o=4, 6, 7, 8, 9$ cmで波形勾配が $H_o/L_o=0.036$ と0.012の波が消波ブロックが設置されていない各護岸断面に入射した場合に、越波を開始する設置水深hに対する天端高さ h_c を示したもので、図中の直線上の点は同じ波高での越波開始点を、また、白ぬきと黒ぬきのマークはそれぞれ護岸が碎波点より岸側にある場合と沖側にある場合を示している。同一の波高が入射する場合の護岸の天端高さは、いずれの場合も鉛直護岸に比べてフレア護岸の方が低く、この傾向は入射波の波高が小さいほど顕著である。また、フレア護岸の奥行き深さDが大きくなるに従って越波点での天端高さは低くなっていく傾向があるが、入射波高が大きくなるに従って波形勾配一定のもとの波長に対する奥行き深さDは小さくなるため、断面形状の違いは徐々に小さくなる。各断面形状ごとに越波開始点について比較すると、鉛直護岸の場合、限界天端高さ h_c は設置相対水深hの増大と共に高くなっているが、フレア型護岸の場合は設置水深によってあまり変化のないことを示している。図-4において鉛直護岸の場合における越波開始点がばらついているのは、碎波点の位置が入射波高の増加にともない必ずしも沖側に移動せず、ばらつきがあるためだと思われる。

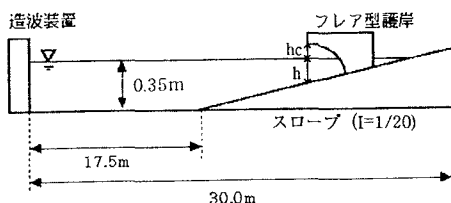


図-1 水路断面形状

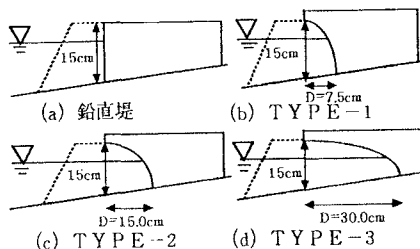


図-2 実験に用いた模型断面
(点線は消波ブロック設置位置)

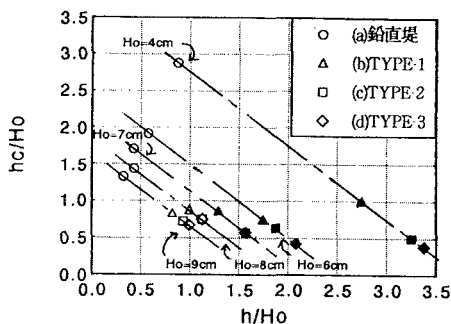


図-3 $Ho/Lo=0.036$ (消波ブロックなし)

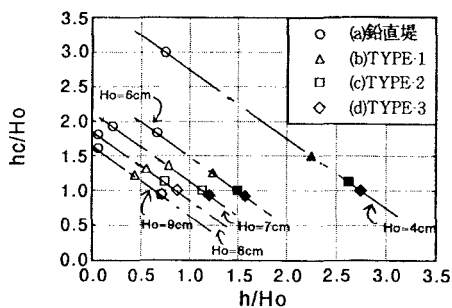


図-4 $Ho/Lo=0.012$ (消波ブロックなし)

図-5、6は、図-3、4の場合と同様の入射波条件で護岸前面に消波ブロックを設置した場合について示している。フレア護岸前面に消波ブロックを設置した場合は、入射波高が比較的小さい場合は設置したブロックの消波機能により護岸の天端高さは消波ブロックを設置しない場合に比べて若干低くなる。しかしながら、入射波高が大きくなるに従って消波ブロック前面での波の遡上が顕著になり、フレア護岸の波返し効果がなくなり各護岸断面の天端高さは小さくなる。各断面形状ごとに越波開始点を比較すると、フレア型護岸は、設置水深 h の増加にともない限界天端高さ hc が減少する傾向にある。

図-7に示しているように、入射波高の大きさによらず、波形勾配が大きい方が小さい方に比べて天端高さは低くなる。また、入射波が小さい場合には消波ブロックを設置した方が天端高さが小さくなる傾向があるが、入射波高が大きくなると消波ブロック前面の波の遡上が顕著になり、いずれの波形勾配の場合も消波ブロックを設置することにより逆に天端高さが高くなる。このように、護岸前面に設置された消波ブロックでは越波制御の観点からは必ずしも効果的であるとは言えず、消波ブロック自体の天端高さや設置位置に関しては今後の検討課題である。

4. あとがき

本研究では、低天端でかつ越波を極力低減させる護岸断面としてフレア型護岸断面を提案し、その越波特性を水槽実験により検討した。その結果、フレア型護岸は鉛直護岸にくらべ極端に越波しにくい断面であることがわかった。しかし、護岸前面に消波ブロックを設置した場合にはブロック斜面上を波が遡上しフレア護岸の特性が十分発揮できなくなる場合もあり、今後の研究課題の一つとしてあげられる。また、護岸に作用する衝撃砕波圧も重要な検討課題の一つであり、引き続き実験的に検討を重ねていくつもりである。

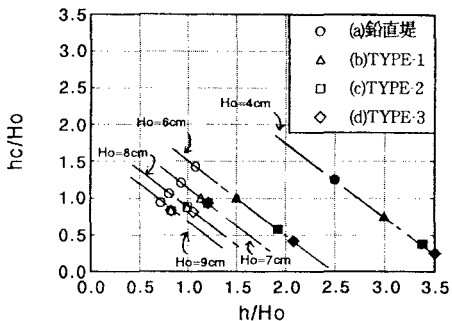


図-5 $Ho/Lo=0.036$ (消波ブロックあり)

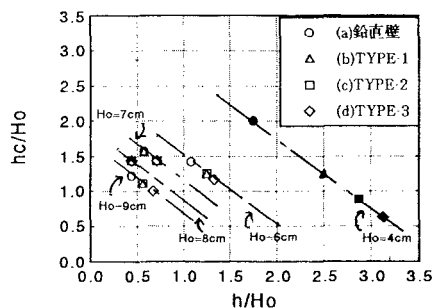


図-6 $Ho/Lo=0.012$ (消波ブロックあり)

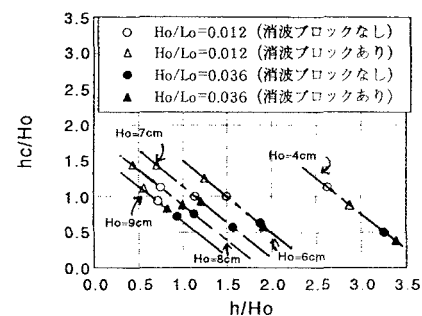


図-7 TYPE-2の越波点