

フレア護岸の越波流量に対するマウンドの影響に関する考察

(株)神戸製鋼所 正会員 ○片岡 保人, (株)神戸製鋼所 正会員 竹鼻 直人
(株)神戸製鋼所 正会員 奥村 昌好, 宮崎大学 正会員 村上 啓介

1. まえがき

フレア護岸は図-1 に示すように、独特の曲面形状により低天端でかつ越波を大幅に低減できる新形式の護岸である¹⁾⁻³⁾。任意の海域、波浪条件が与えられた場合、フレア護岸の越波流量あるいは天端高さを図-2 に示した越波流量推定線図を用いて求めることができる。この越波流量推定線図は、海底面上に直接フレア護岸モデルを設置した実験結果をもとに作成されている。このため、捨石マウンドが低い場合は、波に対するマウンドの影響が小さいので上記推定線図を用いることができる⁴⁾。しかしながら、マウンドが高くなってくるとマウンドにより波が変形し、越波流量も影響を受け、上記推定線図から外れる可能性がある。このため、越波流量に対するマウンドの影響を表す何らかの指標が必要になる。そこで、本報では、水槽模型によりマウンド付きフレア護岸の系統的な越波流量測定実験をおこない、越波流量の違いを表現するパラメータについて検討した。



図-1 フレア護岸施工例

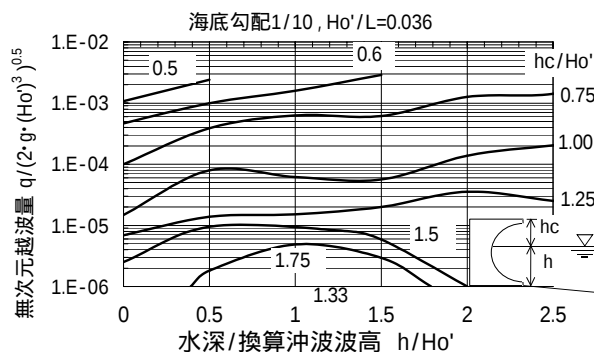


図-2 フレア護岸越波流量推定線図例

2. 水理実験

水理実験は、2次元吸収制御式造波水槽（長さ 30m × 高さ 1.2m × 幅 0.6m）中に 1/10 海底勾配を模擬した不透過斜面を設置し、その斜面上に捨石マウンド、フレア護岸モデルを置いておこなった。水槽の沖側（造波板側）水深は 78cm とした。モデル縮尺は 1/25 とし、現地諸元で図-3 に示すように、天端高さを 6m で一定にして、護岸高さ B とマウンド高さ d を変化させた。マウンド天端幅は代表的な長さで 2.5m とした。不規則波の換算沖波波高 $Ho' = 1 \sim 3\text{m}$ 、換算沖波波長 $Lo = 83 \sim 250\text{m}$ 、波形勾配 $Ho'/Lo = 0.012$ で、水深 $h = 3 \sim 5\text{m}$ とした。不規則波の周波数スペクトルは修正 Bretschneider-光易型を基準とし、造波開始 1 分後から 10 分 55 秒間（有義周期の波が 300 波以上入る時間）の波をひとつの波群とした。越波流量は、護岸モデル上に 30cm 幅の水路を設け、岸側容器に越波水を回収し、単位時間、単位幅あたりの量を算出した。越波流量はひとつの潮位、波浪条件に対して、2 回計測し平均値を求めた。

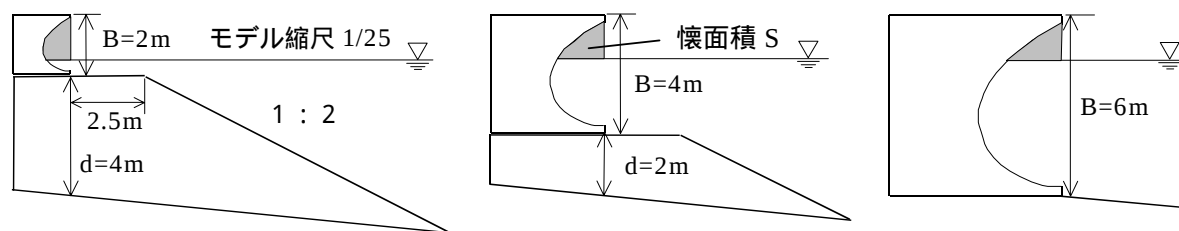


図-3 水理実験モデル

3. 実験結果と考察

図-4 にすべての越波流量実験結果を示す。横軸は水深/換算沖波波高 h/Ho' 、縦軸は無次元越波流量 q' である。各記号で護岸高さ $B = 6, 4, 2\text{m}$ （それぞれマウンド高さ $d = 0, 2, 4\text{m}$ ）の結果を示している。各水深の結果は

キーワード：フレア護岸，越波流量，捨石マウンド

連絡先：〒651-2271 神戸市西区高塚台 1 丁目 5-5 神戸製鋼所機械研究所 Tel.078-992-5641 Fax.078-993-2056

破線で囲んだようにひとまとまりになっており、 h/H_o' が大きくなるほど、すなわち波高が小さくなるほど、 q' が小さくなっている。各水深における h/H_o' と越波流量の関係はマウンド高さが変化しても概ね同様の傾向を示しているが、詳細にみると、水深が浅い場合はマウンドが高い方が越波流量が多くなっており、逆に、水深が深い場合はマウンドが低い方が越波流量が多くなっている。このことを典型的に表しているケースを図-5 に示す。

越波流量は、護岸堤前で波高や波のボリュームが増えたと増加し、静水面上の護岸懐面積が増えたと減少すると考えられる。このため、下記のパラメータを検討した。

まず、マウンドをリーフとみなし、港湾基準のリーフ海岸における波高変化⁵⁾に示された(1)式により護岸沖先端部における波高 H_x を求め、天端高さ h_c で無次元化した値 H_x/h_c を算出した。

$$\frac{H_x}{H_o} = B \exp \left\{ -A \left(\frac{x}{H_o} \right) \right\} + \alpha \frac{h_o + \bar{\eta}_\infty}{H_o} \quad \dots \dots \dots (1)$$

(1)式で、 x はリーフ先端からの距離、 A 、 B 、 α 、 $\bar{\eta}_\infty$ は波浪条件、水位上昇量等からきまる値、 h_o はリーフ上水深である。つぎに、護岸沖先端部における波長 L を計算し、上記波高 $H_x \times L$ により入射波のボリュームを表す値を求め、これを図-3中に薄墨で示した静水面上の護岸懐面積 S で無次元化した値 $(H_x \times L)/S$ を算出した。 H_x/h_c と $(H_x \times L)/S$ の値は、それらが大きくなるほど越波流量が増加するというものである。最後に、これらふたつの値の積、すなわちパラメータ

$(H_x/h_c) \times ((H_x \times L)/S)$ を求めた。このパラメータの一例を図-5中に数字で示した。この値が大きいほど越波流量が多くなっている。また、このパラメータと無次元越波流量 q' の関係を図-6に示す。図-6よりデータには若干のばらつきはあるものの、相関係数 $R=0.88$ と両者はかなりよい相関を示している。ここで提案したパラメータを用いて、マウンドによるフレア護岸の越波流量の違いをある程度定量的に予測することができると考えられる。

4. あとがき

マウンド付きフレア護岸の越波流量の違いを表現するためのパラメータを提案したが、今後より広範囲な海域・波浪条件に対する検証や、護岸沖先端部マウンド上における波高の検討などが必要と考えられる。

参考文献

- (1) 村上啓介、入江功、上久保祐志：非越波型防波護岸の護岸天端高さと作用波圧について、海岸工学論文集第43巻，pp.776-780，1996。
- (2) 上久保祐志、入江功、村上啓介、神田一紀：護岸上の完全開放を目的としたフレア型護岸の特性について、テクノオーシャン98論文集，pp.129-132，1998。
- (3) 片岡保人、市川靖生、榊原健男、竹鼻直人、高羊二、入江功：フレア型護岸の不規則波による水理特性の検討、海洋開発論文集Vol.17，pp.61-66，2001。
- (4) 市川靖生、片岡保人、榊原健男、竹鼻直人、入江功、村上啓介：フレア護岸の水理特性におよぼすマウンドの影響、海洋開発論文集Vol.18，pp.251-255，2002。
- (5) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，pp.114-115，1999。

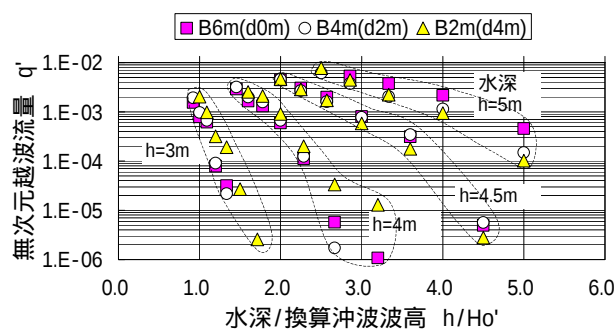


図-4 越波流量実験結果

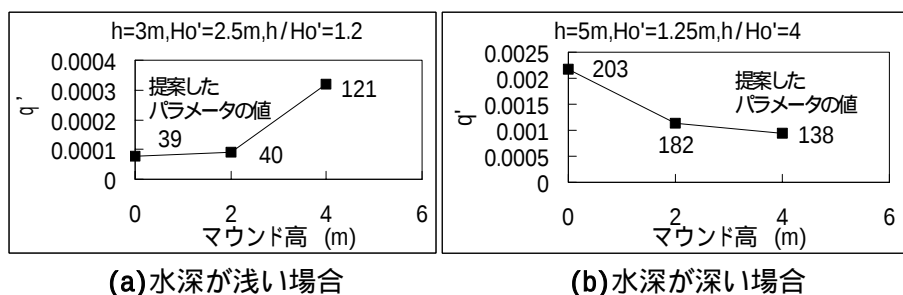


図-5 越波流量とマウンド高さの関係

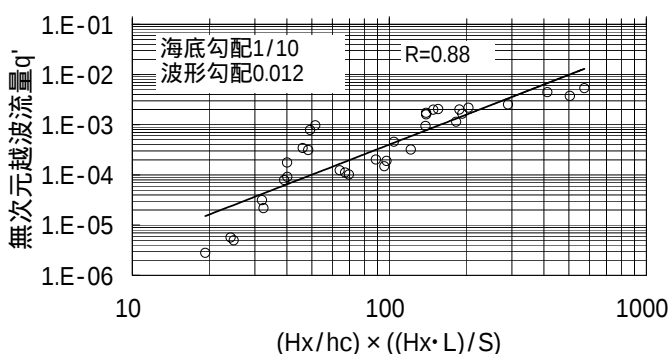


図-6 提案したパラメータと越波流量の関係