

## フレア形状を用いた大水深非越波型護岸の水理特性

九州大学 学生員 ○赤司恵美 鮎川慶一朗  
 正会員 入江 功 吉田明德  
 八代高専 正会員 上久保祐志

### 1. はじめに

最近、上久保ら<sup>1)</sup>は浅海域において十分な越波阻止機能を有し、低天端となりうる護岸としてフレア型護岸を提案しそれが直立護岸に比べて優れた越波阻止機能をもつことを示した。近年、土地の高度利用が進み、陸上において広大な用地を入手することは困難となったため、新たに利用することのできる土地を得ようと人工島や海上空港建設の事例が増加している。このように人工島や海上空港建設の必要性が高まるとともに、大水深域においても浅海域同様に低天端かつ越波を許さない護岸の必要性が高まってきている。しかし、浅海域では主として砕波が作用し水粒子の運動方向が水平方向となるのに対して、大水深域では主として重複波が作用し水粒子の運動方向は鉛直方向となり、フレア形状の大水深非越波型護岸への適用の可能性については必ずしも明らかではない。そこで本研究では、浅海域に対して開発されたフレア型護岸の大水深非越波型護岸としての適用を考え、水深に対して相対的に大きさの異なるフレア型護岸を対象に、フレア形状に対する平均水面の位置と入射波高を変化させた実験を行い、その適用性と越波特性について検討した。

### 2. 実験内容

実験は、長さ 20.0m、高さ 1.2m、幅 0.6m の 2 次元造波水槽を用い、図-1 に示す勾配 1/20 の不透過傾斜床に続く水平床に、フレア形状の寸法を一定にとり(図-2 参照)、設置水深を  $h=30\text{cm}$  及び  $50\text{cm}$  の 2 通りに変えて護岸形状に占めるフレア部の相対的な大きさを変化させたフレア型護岸と、比較のためフレア護岸と天端高さが等しい直立護岸を設置して行った。フレア形状に対する平均水面位置を図-2 に示す a, b, c, d の 4 点とし、設置水深  $h$  を固定し、護岸の高さを変えることで平均水面位置を変化させた。入射波は規則波を用い、波数  $kh=0.75$  ( $h=50\text{cm}$  で  $T=2.06\text{sec}$ ,  $h=30\text{cm}$  で  $T=1.26\text{sec}$ ),  $kh=1.00$  ( $h=50\text{cm}$  で  $T=1.63\text{sec}$ ,  $h=30\text{cm}$  で  $T=1.59\text{sec}$ ) について、入射波高  $H$  を  $H=4.0\text{cm}\sim 12.0\text{cm}$  の間  $0.5\text{cm}$  きざみで大きくしていき目視によって越波の有無を判定し、限界の入射波高を護岸前面より  $6.5\text{m}$ ,  $8.5\text{m}$  の位置に設置した計 2 本の波高計で測定した。

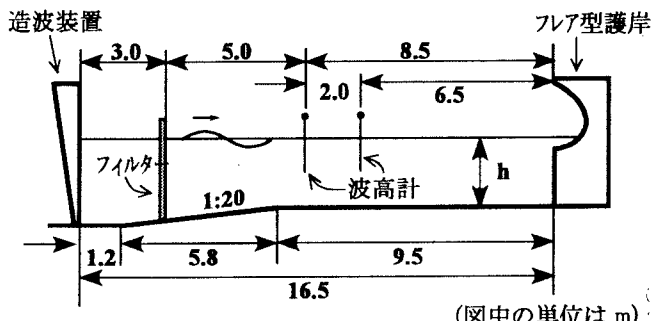


図-1 実験装置

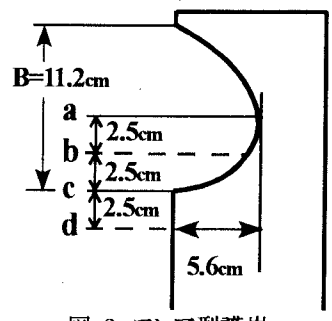


図-2 フレア型護岸

### 3. 実験結果と考察

図-3 は、水深  $50\text{cm}$ ,  $B=11.2\text{cm}$  の場合のフレア型護岸と直立護岸の限界波高を比較したもので、横軸に限界波高  $H_c$ 、縦軸に護岸天端と平均水面の距離  $h_c$  (天端高と呼ぶ) をそれぞれ水深  $h$  で無次元化してプロットしたものである。ただしここで限界波高とは、越波を生じない最大の波高を言う。図-3 より天端高さが大きくなるにつれて、直立護岸のほうが小さい波高で越波を生じる傾向がわずかに認められるが、その差は小さい。理論的には直立壁

の場合には波の非線形効果が無視できる波形勾配では前面には完全重複波が形成される事になるので、越波限界波高  $H_c$  は天端高  $hc$  と等しい入射波の波高  $H$  とほぼ等しくなる ( $H_c/h = hc/h$ ) と考えられる。

本実験では玄海中に計画されている空港護岸を想定し、水深 10~20m, 周期 10sec 程度の設計波を対象として行った。仮に水深 20m とすると実験は縮尺 1/40 に相当し、実験波高 4cm~12cm は現地の波高 1.6m~4.8m に相当する。このときの波形勾配は波高 4.8m でも  $H/L=0.039$  で、このときアーセル数  $Ur$  は  $Ur=(H/L)/(h/L)^3=8.85$  で非線形性は大きくない。図-3 に示す実験の結果はこのような比較的長周期の設計波に対しては本実験で用いたスケールのフレア護岸では浅海域で見られたような直立護岸に対する優れた越波阻止機能は期待できないことを示している。

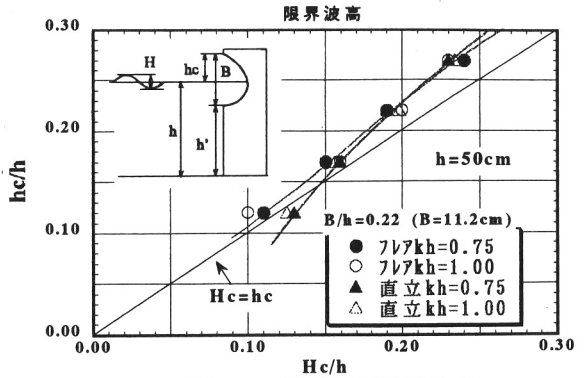
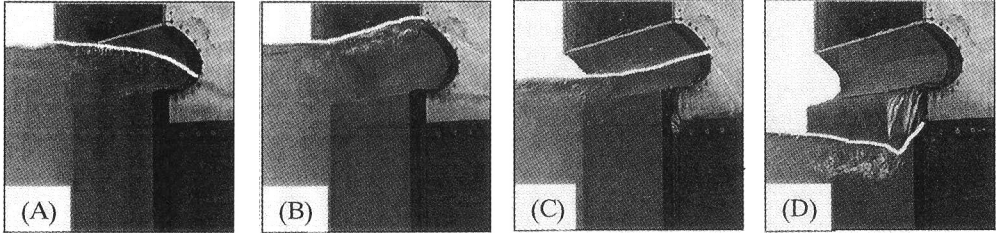


図-3 天端高さ と 限界波高

参考までに護岸に作用する波の上昇時から引き波時までの様子を示すと次のようである。



- (A) 堤前の水位が上昇している状態。先ず堤体直前の水位が上昇、フレア形状部分の水位は遅れて上昇する。
- (B) 水位が最高点に達した状態。この図では越波は生じていない。
- (C) 波が引いていく状態。沖側が先行する。上昇時に比べ引き波時は動きが速い。
- (D) 水位が下がってしまった状態。フレアに残った水塊が落下するためしぶきが上がりやすい。

#### 4. あとがき

今回行った実験の結果、比較的長周期の設計波に対してはフレア形状を用いた護岸は直立護岸に対して必ずしも優れた越波防止能力を持つものではないことがわかった。しかしながら実際の波浪は不規則波であり非線形性が強く波形勾配が大きい成分も含まれており、非線形性の強い短周期の高波成分に対しては直立壁に比べてフレア形状の越波阻止効果が期待できると考えられる。また、実際には護岸前面に消波ブロックを設置して護岸に作用する波圧の低減や反射波の低減を図るのが普通であり(図-4参照)、この場合には砕波性の設計波が作用することも考えられる。このような場合の越波防止効果、およびフレア形状に替わるより有効な護岸断面形状についても引き続き検討をおこなう予定である。

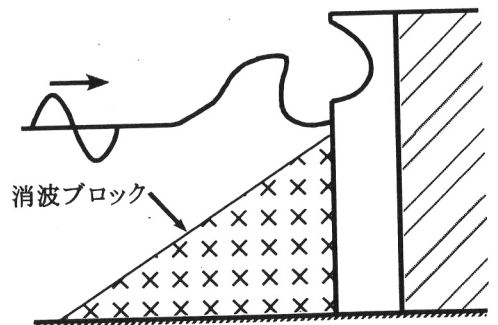


図-4 消波ブロック付大水深フレア型護岸

(参考文献) 1) 上久保祐志(2000):『非越波型護岸断面に関する基礎的研究』平成11年度九州大学博士論文