

上面排水付き上部フレアによる越波対策工法の提案

(株)神戸製鋼所 正○荻野 啓 (株)神戸製鋼所 正 神田 直美
(株)神戸製鋼所 片岡 保人 (株)神戸製鋼所 正 田中 敦

1. はじめに

全国の海岸堤防においては、台風や冬季風浪などの厳しい環境にさらされ老朽化したり、建設当初より設計波高が増大した地域では、異常波浪時に越波被害が生じている場合がある。このような施設に対しては、従来対策として護岸の嵩上げや、消波ブロックで被覆する工法が取られていた。これらの工法のかわりに、我々がこれまでに開発してきた上部フレア¹⁾を用いて、更なる天端高低減を目的とし、上面排水機能を付加した越波対策工法を提案する。

2. 新工法について

(1) 特徴

上部フレアは、曲面で波を沖に返して越波流量を低減するプレキャスト製品であり、写真1に示す山形県鼠ヶ関地区でも採用されている。図1に上部フレアを用いた既設護岸改良を兼ねた対策断面を示す。護岸前面に腹付けした新設擁壁上に上部フレアを設置する案で、上部フレアはアンカーボルトで固定し、さらに背面コンクリートを施工して下部構造物と一体化する。この工法の特徴は、①高波浪域でもコンパクトな製品で越波対策が可能、②陸上施工が可能、③工費低減が可能、④既存の消波ブロックの存置が可能、⑤天端高を低減して背後からの眺望が可能、などである。図2は、上部フレア断面より更に天端高低減が必要となる場合に対して、背面コンクリート上面に設けた排水層と上部フレアを組合せた新工法の断面である。上部フレアを越流した水塊を排水層に誘導し、排水管から排出することで背後地における越波流量を低減する。図1の断面から更に天端高を低くし、眺望確保・工費低減が可能となる。排水口には逆流抑止弁等をつけて、波浪作用時の海水の進入を防止する。

(2) 水理特性の確認

上面排水付き上部フレアの水理特性を実験で確認した。表1に実験条件を示す。水槽実験は、2次元吸収制御式造波水槽中に海底勾配を模擬した不透過斜面を設置し、その斜面上に護岸モデルを設置して実施した。本実験では排水層の基本性能を確認するため、使用するモデルは従来型フレアを用いた。越波流量の測定は不規則波を用いて行い、波高・周期・波長は現地緒元で越波流量が $0.01\text{m}^3/\text{m/s}$ 以上となる条件で決定し、上面に排水層が無い場合と、フレア先端部から現地緒元で2mおよび3m背後まで排水層を設けた場合の越波流量を確認した。



写真1 鼠ヶ関地区上部フレア護岸

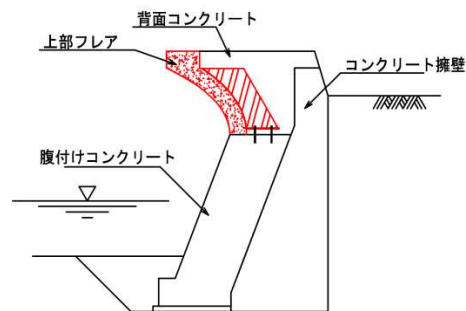


図1 上部フレアによる対策断面

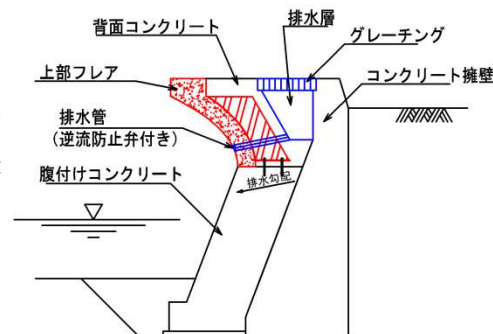


図2 上面排水付き上部フレア断面

表1 水理実験条件(実験緒元)

換算沖波波高 Ho' (cm)	10.0~13.2
沖波周期 To (s)	1.5~2.5
沖波波長 L (cm)	830~1100
海底勾配	1/30
水深波高比 h/Ho'	0.5, 1.1
波形勾配 Ho'/Lo	0.012, 0.036
モデル総高 H (cm)	13, 16, 24
前面水深 h (cm)	4.5~14.0
天端高 hc (cm)	8.5~12.0

キーワード フレア護岸, 上部フレア, 越波対策, 老朽化対策

連絡先 〒651-8585 神戸市中央区脇浜海岸通2-2-4 (株)神戸製鋼所 TEL078-261-7815 FAX078-261-7807

(3) 水理実験結果

写真2に水理実験状況を示す。図3の越波流量試験結果に示す通り、上面に設けた排水層の範囲に応じて越波流量が変化する。ケース1の条件では、排水層が無い場合と比べて、フレア先端から排水層を2.0mまで設けた場合は越波流量を約6割に、3.0mまで設けた場合は約3割に低減した。また、ケース4の条件では、排水層を2.0mまで設けた場合は越波流量を約3割に、3.0mまで設けた場合は約2割以下に低減した。これらの結果から、排水層を設置することにより、背後地の越波流量が低減する。また、排水層の設置範囲を広げることで大幅に越波流量を低減し、同じ波形勾配では水深波高比が大きい方が越波流量比は小さくなった。なお、不規則波による水理実験においては、大きい波高が作用した際に越波が生じることから、排水層は現地条件を考慮して、体積を決定することが必要と考えられる。

(4) 天端高の決定方法

許容越波流量 q を満足するフレア護岸の必要天端高 hc は、図4に示す越波流量推定線図²⁾を用いて、水深 h 、海底勾配 i 、換算沖波波高 Ho' 、周期 To を基に算出する。上面排水付フレアでは、該当条件下における越波流量比 α を用いて、許容越波流量を q/α とすることで天端高が算定できる。仮に越波流量比 $\alpha=0.5$ 、 $Ho'=5m$ で、排水層により hc/Ho' が 0.06 低減できた場合、30cm($hc=5m \times 0.06$)天端高を低減できる。なお上部フレアの場合は、従来型フレアとの懷面積比で決まる越波流量比 qr ³⁾を用いて、許容越波流量を補正して天端高を算出する。

3. 施工方法について

上面排水付き上部フレアを用いた施工方法を検討した。図5の施工断面図では、下部工構築後、予め配置してあるアンカーボルトを用いて上部フレアを固定する。次に、埋設型枠等で排水層を構築し、排水管と接続した状態で背後コンクリートを打設する。排水層の上面には、グレーチングを設けることで、排水層への障害物の流入を防止し、管理者の通行も可能となる。図5に示す通り、背後道路を1車線規制することで、主要な工事は陸上側から実施することが可能である。

4. まとめ

上面排水付き上部フレアによる越波対策工法の提案について、以下の内容を確認した。

- ① 上部フレアと上面の排水層を組合せることにより背後地の越波流量を低減し、従来工法より天端高を低減できる可能性が示された。
- ② 排水層の設置範囲を陸側へ広げるほど、越波流量は低減する。
- ③ 現地条件を考慮して排水層の体積を決定し、水理実験によって必要天端高および越波流量低減効果が確認できる。

【参考文献】

- 1) 荻野啓ほか：上部フレアによる既設護岸改良の提案，第69回年次学術講演会，第II部門，p37-38，2014。
- 2) 片岡保人ほか：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，第17巻，pp.61-66，2001。
- 3) 田中敦ほか：上部フレア護岸の越波流量および天端高さの推定方法に関する検討，第71回年次学術講演会，第II部門，p433-434，2016。

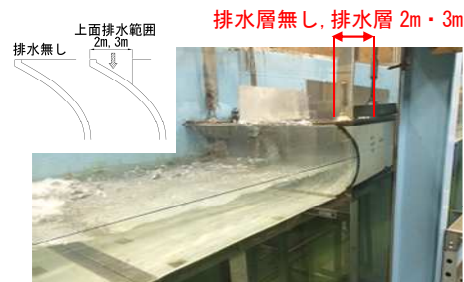


写真2 水理実験状況

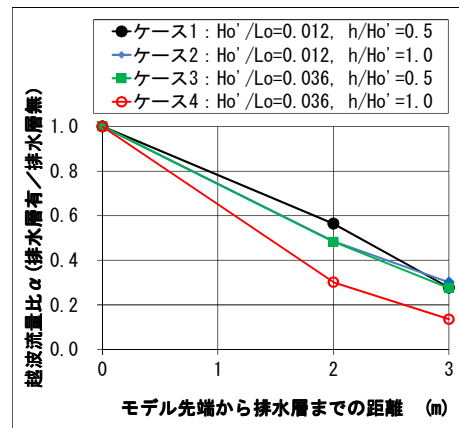


図3 越波流量試験結果

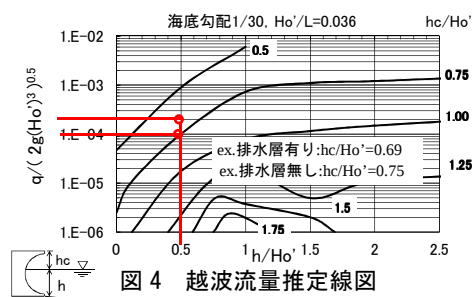


図4 越波流量推定線図

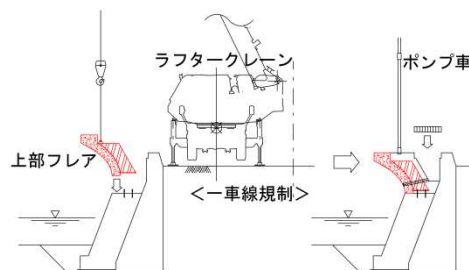


図5 施工断面図



写真3 上部フレア波返し状況