

上部フレアによる越波対策事例

(株)神戸製鋼所 正○荻野 啓
(株)神戸製鋼所 正 安藤 圭

宮崎大学工学部 正 村上 啓介
(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、台風や風浪などの厳しい環境にさらされ老朽化したり、建設当時からの環境変化に伴い異常波浪時に越波被害が生じている箇所がある。このような施設に対しては、従来工法である護岸の嵩上げや、消波ブロックで被覆する対策が取られてきた。これらの工法のかわりに、天端高低減や老朽化対策が可能となる、上部フレアを用いた越波対策工法について事例を報告する。

2. 上部フレアについて

(1) 工法の特徴

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。この工法の特長は、①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天端高の低減が可能、などである。図1に示す通り、上部フレアはブロック高を1m から3m までの 50cm 間隔で設定しており、全国の様々な地形や設計条件に対応できる。表1に従来式フレアと上部フレアの地域ごとの実績を示す。上部フレアを開発した2013年度以降は、上部フレアの比率が向上し、かつ北日本エリアでも適用されている。これは従来式フレアでは適用が困難な箇所でも、上部フレアの場合は現地条件に応じた下部工形式を選定可能であるためと考える。なお、上部フレア形式で整備された山形県国道7号や大分県国道10号でも、設置後に背後道路の通行止めが発生していないことが継続的に確認されている。

(2) 設計条件とブロック高の関係

上部フレアの必要天端高は、波高・周期・波長・水深・海底勾配・許容越波流量などの設計条件を基に、ブロック高による越波流量の変動を考慮し、フレア護岸の越波流量推定線図¹⁾を用いて決定できる。これまでの上部フレア的设计実施事例65件を対象とし、図2にブロック高と換算沖波波高 H_o' 平均値および、許容越波流量 q_o 平均値との関係を整理し、その傾向を確認した。その結果、換算沖波波高の増加や、許容越波流量の低減に伴い、高い越波阻止性能が必要となるため、低天端を実現するために必要となるブロック高は大きくなることが確認できた。天端高・対策断面の決定には、この他に水深や海底勾配および、既存構造物との取り合い等にも影響を受けるが、現地条件に応じて、上部フレアのサイズを適切に選定することにより、様々な条件下における越波対策に適用可能と考えられる。



写真1 鼠ヶ関地区上部フレア護岸

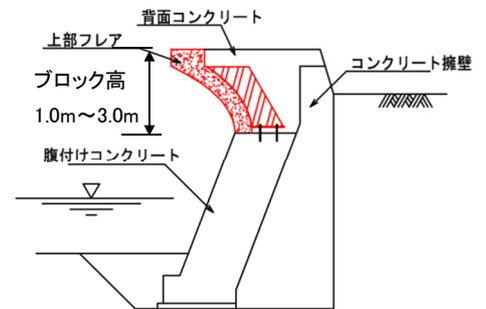


図1 上部フレアによる対策断面例

表1 地域別採用件数

地域	2012年度まで		2013年度以降	
	従来式	上部	従来式	上部
北海道				1
東北				2
関東				1
北陸			1	
東海				1
近畿				
中国	2			1
四国	1			
九州	2	1(杭式)		1
沖縄	2			1
合計	7	1	1	7

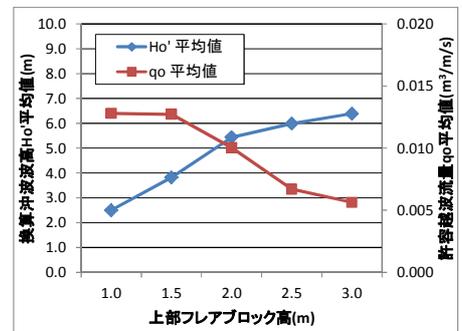


図2 設計条件とブロック高の関係

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. 上部フレアの適用事例について

(1) 工事概要

北海道の日本海側は波浪条件が厳しい地域であり、沿岸部では越波被害に伴う交通規制が発生している箇所がある。この地域において、初めて上部フレアが採用となった事例を報告する。図3に示す通り、施工箇所は日本海側の岩内町であり、2017年から施工が開始された。越波対策として決定された護岸断面を図4に示す。工法の比較検討の結果、既設護岸を腹付けて下部工を構築し、上部フレアを設置する断面が採用された。

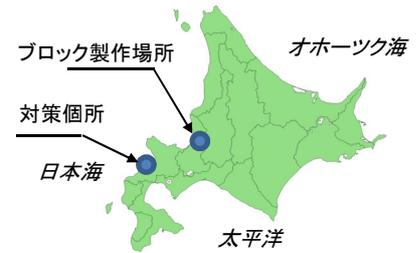


図3 対策箇所

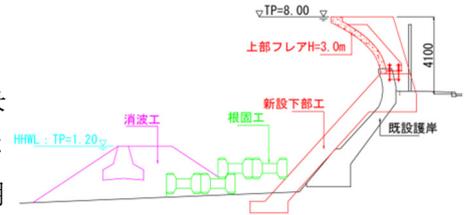


図4 現地対策断面

表1 現地設計条件

換算沖波波高 H_o' (m)	5.6
沖波周期 T_o (s)	11.4
波長 L_o (m)	202.7
波形勾配	0.028
設計水深(m)	2.5
水深波高比 h/H_o'	0.45
海底勾配	1/30
許容越波流量($m^3/m/s$)	1×10^{-4}

(2) 天端高の決定方法

前述の通り、表1に示す設計条件を基に越波流量推定線図で天端高を決定した。過去の事例と比較しても設計波高が大きく、許容越波流量が小さい条件であることから、上部フレアのブロック高は最大となる3mが適用された。採用にあたり、写真2に示す現地対策断面を模擬した水理実験を実施し、許容越波流量を満足することを確認²⁾した。また施工箇所が強風条件であることから、水理実験では宮崎大学の風洞設備を用いて風作用下の越波流量も測定し、風作用時の越波流量の抑制に対しては、護岸基部の台形積み消波工が有効であることを確認した。

(3) ブロック製作

上部フレアのブロック製作は、図3に示す通り北海道内で実施した。海岸部に設置する製品であることから、使用するコンクリートは耐久性に優れた高炉セメントとし、水セメント比は35%としている。またブロック内部に使用する鉄筋は、エポキシ樹脂被覆鉄筋が採用された。ブロック製作状況を写真3に示す。工場屋内で鋼製型枠と鋼製フレームを一体化し、一日一基のペースでコンクリートを打設した。初年度は20基のブロックを製作し、施工現場へはトラックによる陸上輸送を行った。

(4) 現地施工

施工状況を写真4に示す。施工現場は、国道沿いの擁壁部である。下部工を構築後、ブロックの搬入、荷卸し、ブロック設置は1車線規制により陸側から実施された。ホイールクレーンを用いて、予め下部工に配置されたアンカーボルト上にフレアブロックを据え付けて、固定する作業を行う。過去の施工事例と同様に、据付作業は全て陸側から可能であった。上部フレア設置後は、背後のコンクリートを施工して完成断面となる。

4. まとめ

上部フレアによる越波対策工法について、以下の内容を確認した。

- ① 様々な設計条件に応じて、高さ1m~3mの上部フレアブロックを適切に用いることで、幅広い条件下における越波対策に適用が可能である。
- ② 北海道の日本海側において、水理実験により許容越波流量を満足することを確認し、上部フレアを適用した越波対策断面が採用された。

謝辞：本事例報告にあたりご指導いただきました(株)土木技術コンサルタント様に御礼を申し上げます。

【参考文献】

- 1) 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。
- 2) 荻野啓ほか：北海道沿岸部における上部フレア護岸の適用，土木学会論文集B2(海岸工学)，第73巻，pp.853-858。(2017)

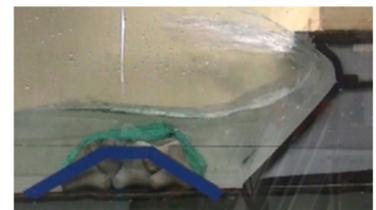


写真2 水理実験状況



写真3 ブロック製作状況



写真4 ブロック設置状況