

新形式道路護岸（フレア護岸）の設計手法と試製作

国土交通省 北海道開発局
北海道開発土木研究所
(株)ドーコン
(株)神戸製鋼所

正 三田村 浩
正 今野 久志
正 井上 雅弘 正 梅木 宏也
正○市川 靖生 正 竹鼻 直人

1. はじめに

臨海部の道路において、越波による通行止めや、打上げられた越波水塊による乗用車のフロントガラス破損といった事例が報告されている¹⁾。これらの被害を低減するために、護岸の沖側に消波ブロックを設置する方法が多く採られるが、越波低減方法として筆者らは図-1 に示す新形式護岸（フレア護岸）を提案している^{2) 3)}。この護岸は、堤体上部を海側に大きく迫り出す形状をしており、円弧形状で波を滑らかに沖側に返すことにより越波流量の低減が可能である。水理実験により消波ブロック被覆護岸と同等の越波低減効果を有することも確認されている⁴⁾。一方、機能面では、堤体上部を公園・歩道・駐車帯など多目的に利用したり、海側に道路を拡幅することが可能である。また、前面水域の消失を少なくし親水性領域を確保できるといった利点も有している。



図-1 フレア護岸のイメージ

今回、フレア護岸の設計手法を試設計・試製作を通じてとりまとめたので、その概要を報告する。なお、陸上施工、現地工期短縮が可能な施工方法として、軽量化が可能な鋼・コンクリートのハイブリッド構造を適用し、かつ現地工事の簡略化が可能なプレファブ構造とした。

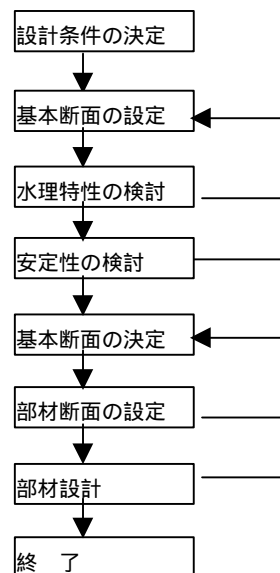


図-2 フレア護岸の設計フロー

2. 基本設計

図-2 に示す設計フローに従い、試設計を行った。主な設計条件を表-1 に示す。設置水深は+0.3m、内湾で比較的波の穏やかな条件を想定している。この条件に基き、天端高さ、堤体幅を検討した。天端高さは越波流量試験結果⁵⁾から、堤体幅は滑動・転倒の安定計算からそれぞれ求めた。安定計算では上載荷重と土圧を考慮した。この結果得られた基本断面を図-3 に示す。護岸の高さは3m、堤体幅は2mである。なお、安定計算の結果を表-2 に記すが、地震時の滑動で堤体幅が決定されている。

表-1 設計条件

潮位	上載荷重	設計波	安全率		
			常時	地震時	
H.W.L. +1.2m	常時 5.0kN/m ²	沖波有義波高 $H_{1/3}$ 1.5m	滑動 1.2	1.0	
L.W.L. ±0.0m	地震時 0.0kN/m ²	有義波周期 $T_{1/3}$ 4.7sec	転倒 1.2	1.1	
R.W.L. +0.4m					

表-2 安定計算結果

	常時	地震時
滑動	1.75 > 1.20	1.03 > 1.00
転倒	3.53 > 1.20	2.01 > 1.10
地盤支持力	P=53.5kN/m ²	P=81.7kN/m ²

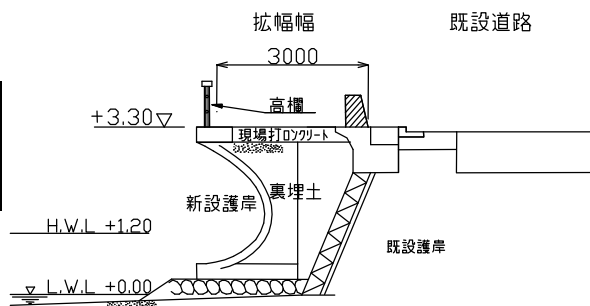


図-3 基本断面

キーワード 越波，道路護岸，ハイブリッド，FEM

連絡先 〒657-0845 神戸市灘区岩屋中町 4-2-15 神戸製鋼所 Tel.078-261-7285 Fax.078-261-7807

3．詳細設計

3 - 1．構造イメージ

基本断面決定後は部材設計等の詳細設計を行う。構造としては、鉄骨によるフレーム構造とし、沖側前面の円弧部を鋼板とコンクリートのハイブリッド構造とした。そのイメージを図-4に示す。

3 - 2．部材設計

部材の設計は、特殊な円弧形状であることもあり、FEM解析により応力照査を行い断面決定をした。解析は常時、地震時に加え、吊上げ時に関して行った。その解析結果の一例を図-5に、解析結果をまとめたものを表-3に示す。今回の部材設計は試製作のためやや安全側の設計としている。

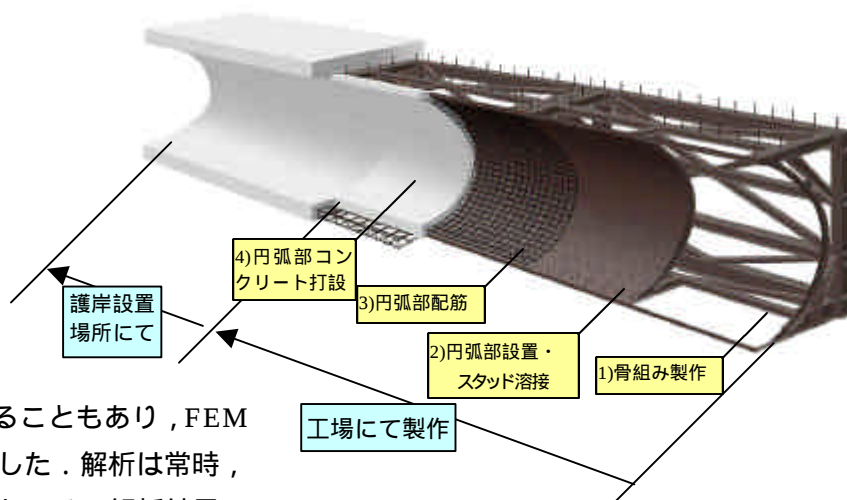


図-4 構造イメージ

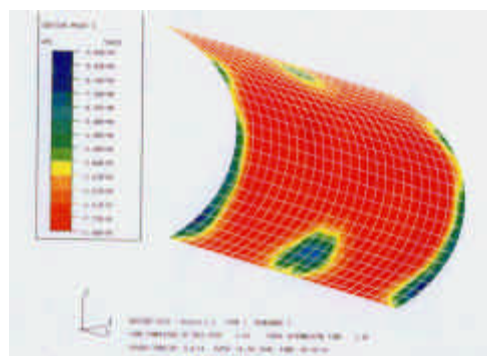


図-5 FEM解析結果一例
(鋼板表面、常時、最小主応力)

表-3 FEM計算結果

	コンクリート 最大引張応力 < 1.9	鋼殻部最大応力 < 140
常時	0.97	23.7
地震時	0.96	24.2
4点吊時	0.73	19.2
3点吊時	0.90	22.1

(N/mm²)

4．試製作

以上の設計により、実際に試製作を行ったのでその概略を説明する。製作・設置は神戸製鋼所播磨工場にて行った。その施工順序は次の通りである。(図-4参照)

- | | |
|-----------------|------------|
| 1) 骨組み製作 | } 工場にて製作 |
| 2) 円弧部設置・スタッド溶接 | |
| 3) 円弧部配筋 | |
| 4) 円弧部コンクリート打設 | |
| 5) 現地据付 | } 護岸設置場所にて |
| 6) 底版コンクリート打設 | |
| 7) 中詰砂投入 | |
| 8) 蓋コンクリート設置 | |

この一例写真を写真-1, 2に示す。

5．今後の課題

今後、FEMを用いない簡略な設計方法の確立、設置条件に合わせた設計・施工法の確立について検討が必要である。また、越波防止効果の確認を試製作した護岸の現地観測により行う予定である。



写真-1 鋼殻写真 (施工手順 2)



写真-2 護岸設置状況 (施工手順 8)

【謝辞】本護岸の水理実験は、九州大学入江教授、宮崎大学村上助教授にご指導を頂きました。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】1) 木村他；道路護岸における波の打上げ特性に関する現地観測，海岸工学論文集 Vol45，1998，pp676-680

2) 三田村他；消波ブロックによらない既設道路護岸の越波対策方法，第55回土木学会年次学術講演会

3) 市川他；フレア型護岸の道路護岸への適用に関する基礎的検討，第25回海洋開発シンポジウム，2000

4) 村上他；非越波型防波護岸の護岸天端高さと作用波圧，海岸工学論文集 Vol43，1996，pp776-780

5) 片岡他；フレア型護岸の不規則波による水理特性の検討，第26回海洋開発シンポジウム，2001（投稿中）