

横須賀港馬堀地区高潮対策事業における護岸構造について

Basic Design of Storm Surge Barrier in Mabori District of Yokosuka harbor

井上博士*・鶴谷広一**

INOUE, Hiroshi and TSURUYA, Hiroichi

* (財)沿岸開発技術研究センター 調査部 主任研究員

** (財)沿岸開発技術研究センター 理事・リサイクル研究部長

Mabori seashore suffered serious damages from the storm surges in 1995 and 1996. Then CDIT(Coastal Development Institute of Technology) conducted research works on the measures against storm surge in Mabori seashore considering protection, utilization and environment. The present report describes the estimated structure of the integrated shore protection facilities obtained from the research.

Key words : storm surge, integrated shore protection, slit caisson

1. はじめに

馬堀海岸は、横須賀市の南東に位置し、その延長は約1,600mである。当海岸は、「ポートフロンティア計画」「横須賀港エコポート計画」において、自然環境の保全・改善に留意しつつ親水性を高め、住民の海洋レクリエーション的利用を図るものと位置づけられている。また、横須賀市の「海と緑の10,000mプロムナード」事業も推進され、憩いの空間としての整備が期待されている。

一方、当海岸においては、平成7年・8年と2年連続で、台風による高潮によって大規模な越波が生じ、背後の国道16号・県道134号の冠水、周辺家屋の床上・床下浸水等の多大な被害が発生した。中でも平成8年の台風17号(T9617)では、図-1に示すように被害浸水面積が70haにおよんだ。そのため、適切な高潮対策を図ることが急務となっている。

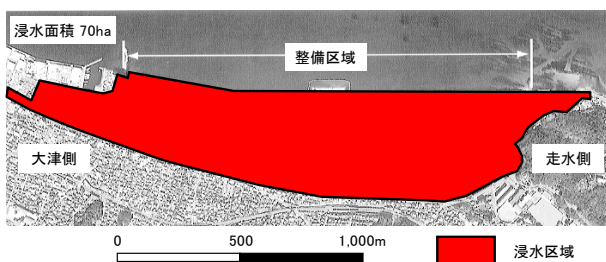


図-1 平成8年台風17号による浸水区域¹⁾

このような情勢を背景に、運輸省(現 国土交通省)による直轄事業として馬堀海岸高潮対策事業が計画された。この事業推進にあたり、(財)沿岸開発技術研究センターでは運輸省第二港湾建設局(現 国土交通省関東地方整備局)より調査業務を受託し、平成10年度から平成12年度までの3ヶ年に渡って、設計・施工・親水性・環境共生等に関する広範な検討を行ってきた(一部(財)港湾空

間高度化センターと共同で実施)。なお、平成10年度および平成11年度には、学識経験者・行政関係者等からなる技術検討委員会を設置し、経済性・効率性・有効性に配慮しつつ、高度な技術的観点から高潮対策施設の平面配置ならびに断面構造の検討を実施した。

本論文は、その調査業務の成果として得られた高潮対策護岸の構造と検討経緯について紹介するものである。

2. 設計条件の設定

2.1 既存護岸の設計条件と被災時の波浪

現在の護岸が設計された時点での設計条件は、以下のとおりである。

設計時期	: 昭和41年
設計潮位	: D.L.+2.6m
設計波高	: $H_0 = 2.2\text{m}$
設計周期	: $T_0 = 6.0\text{s}$

また、T9617来襲時の最大風速は、横須賀市の観測によると約35m/sであり、沖波および換算沖波は以下のように推算されている。

沖波波高	: $H_0 = 3.7\text{m}$
沖波周期	: $T_0 = 6.1\text{s}$
換算沖波波高	: $H_0' = 2.75\text{m}$

2.2 設計条件の見直し

前項に示したように、T9617来襲時には既設護岸の設計条件をはるかに上回る波浪が発生しており、そのために大きな被害が生じたものと考えられることから、対策事業を計画するにあたり、設計潮位および設計波浪の見直しを行うこととなった。

(1) 設計高潮位

一般に波力や越波量は、潮位が高く水深が大きい場合に危険側となる。したがって、表-1に示すの5つの値を比較し、最も危険側となるものを設計高潮位とした。なお、各潮位の算定手順は図-2に示すとおりである。

表-1 設計高潮位の算定結果

①既往最高潮位	D.L.+2.5m (T7920)
②50年確率高潮位	D.L.+2.4m
③H.W.L.+ 既往最大潮位偏差	D.L.+2.5m
④H.W.L.+ 50年確率潮位偏差	D.L.+2.5m
⑤H.W.L.+モデル高潮	D.L.+2.6m

表-1の算定結果より、設計高潮位はH.W.L.+モデル高潮のD.L.+2.6mとした。

(2) 設計波浪

設計波浪は、横浜地方気象台の風速観測値を基本資料として SMB 法による波浪推算を波向毎に行い、極値統計解析によって算定し、50年確率波を採用した。

なお、極値資料としては、年最大風速、極大風速につ

いて検討した。さらに、モデル台風（伊勢湾台風規模、T9617の経路）による推算波浪についても検討し、50年確率波との比較を行い、両者のうち大きな値を与える50年確率波を設計沖波とした（図-3参照）。表-2に設計沖波の算定結果を示す（表中のハッチ部を設計沖波として採用）。

表-2 設計沖波の算定結果

検討ケース	波 向					
	NNW	N	NNE	NE	ENE	E
①年最大風速 1944～1996	3.45	4.52	3.77	3.41	2.55	2.12
②風速極大値 1961～1996	5.46	6.67	6.46	6.15	5.31	4.80
③年最大風速 1961～1996	3.05	3.22	2.82	2.17	1.93	1.38
④モデル台風	5.33	5.76	5.54	5.00	4.65	3.88
⑤年最大風速 1961～1996	3.19	3.39	3.06	2.40	2.30	1.52
⑥モデル台風	5.48	5.98	5.93	5.32	5.10	4.15
⑦モデル台風			4.29			
⑧モデル台風			6.51			

上段：有義波高 (m)，下段：有義波周期 (s)

次に、上記の設計沖波より、現地における護岸の設計波を推算するために、エネルギー平衡方程式による数値計算を行った。さらに、平成10年度には運輸省第二港湾

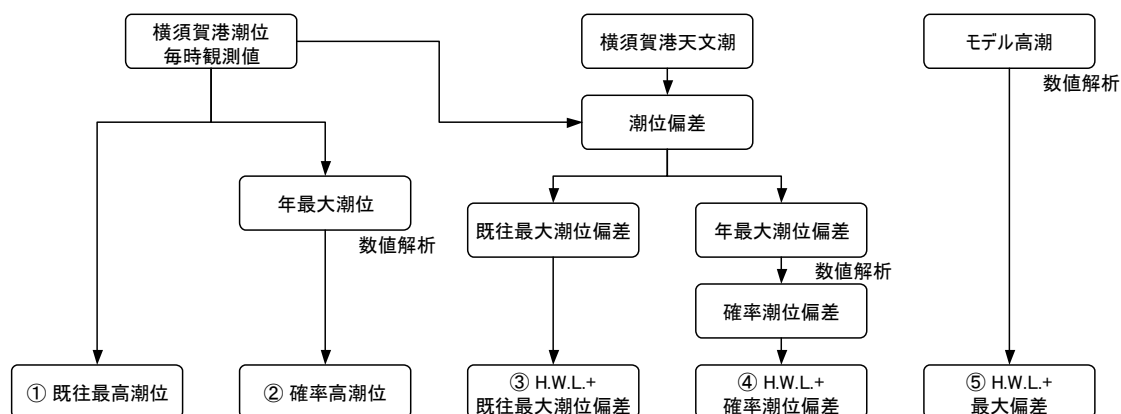


図-2 設計高潮位算定フロー図

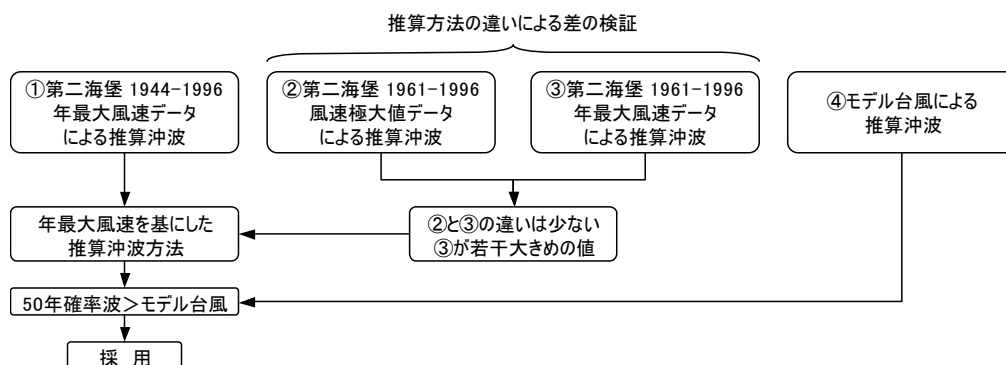


図-3 設計沖波算定フロー図

建設局（現 国土交通省関東地方整備局）にて平面水槽による水理模型実験が実施された。その実験値と計算結果とを比較したところ、実験では波の収斂によって局所的に波高の大きな場所があったが、計算ではこのような現象は見られなかった。この原因としては、以下のような要因が考えられた。

- ・ 波の方向性（実験では単一方向不規則波）
- ・ 波高・波向の沿岸方向分布の不均一性
（実験では一様な波浪しか造波できないが、現地波浪は造波位置において波浪条件が異なる）

これらの結果と当海岸前面の海底地形が複雑であることを考慮し、数値計算では現地の現象を再現できないものと判断した。そこで、平面水理模型実験の結果を設計波浪条件として採用することとし、表-3および表-4に示すように4工区に分けて波浪条件を設定した。なお、波浪条件は、後述する直立消波構造部前面における条件である。

表-3 設計波浪条件（H. H. W. L. 50年確率波）

対象区域		平面実験での測定値		沖波 波高 H_0 (m)	沖波 周期 T (s)
工区名称		$H_{1/3}$ (m)	H_{max} (m)		
大 津 側	大津港寄り	3.07	4.94	4.5	6.7
	中央部寄り	2.87	4.51		
	中央部	3.61	5.77		
	走水側	3.42	5.40		

表-4 設計波浪条件（H. W. L. 50年確率波）

対象区域		平面実験での測定値		沖波 波高 H_0 (m)	沖波 周期 T (s)
工区名称		$H_{1/3}$ (m)	H_{max} (m)		
大 津 側	大津港寄り	1.60	2.44	1.5	5.0
	中央部寄り	1.45	2.33		
	中央部	1.91	2.77		
	走水側	1.59	2.25		

(3) 許容越波流量

当海岸の直背後には歩道が配置されているため、許容越波流量は、背後地の利用状況より設定することが望ましいと考え、直背後の歩行者のうち、少なくとも50%が安全であると判断できる次の値²⁾を設定した。

$$\text{許容越波流量 } q_a = 2 \times 10^4 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$$

なお、T9617 来襲時の越波流量は、冠水量、排水量、降雨量等から $1.45 \times 10^3 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ と推定されている。

3. 基本断面の選定

高潮対策護岸としての整備断面を検討するにあたり、越波等の水理特性や構造の安定性を考慮することはもちろんであるが、当海岸の利用計画から、景観、親水性、生物環境等についても十分な配慮が求められた。

そこで、図-4に示すような面的防護方式を中心とした4案について比較検討を実施した。水理特性の確認については、平成11年度に運輸省第二港湾建設局（現 国土交通省関東地方整備局）にて断面水理模型実験を実施し、利用面については、港湾管理者である横須賀市と協議するとともに、住民の要望事項等に配慮して検討を進めた。

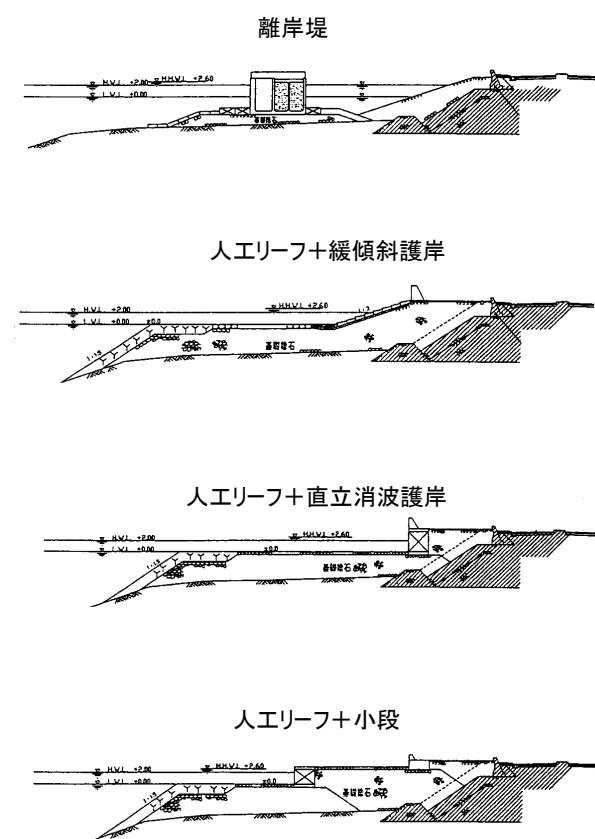


図-4 基本断面案

その結果、他の案より天端高を低くしても越波を抑えられるなど、水理特性、景観、親水性等に優れている「人工リーフ+小段」（小段部前面に直立消波構造を配置）を整備断面の基本案として採用した。

さらに、その整備断面の詳細を決定するため、各検討工区における設計条件に基づき、断面水理模型実験をかさねて実施した。最終的には、各工区毎の断面実験にて得られた断面を配置した平面水理模型実験を実施し、背後地の残留水位、越波流量、ブロックおよび被覆石の安定等を確認し、各工区の基本断面を決定した。その基本断面を図-5に示す。

なお、走水側のⅢ工区については、小段を設けなくとも目標とする越波流量以内に抑えられたため、「人工リーフ＋直立消波」を基本断面とした。

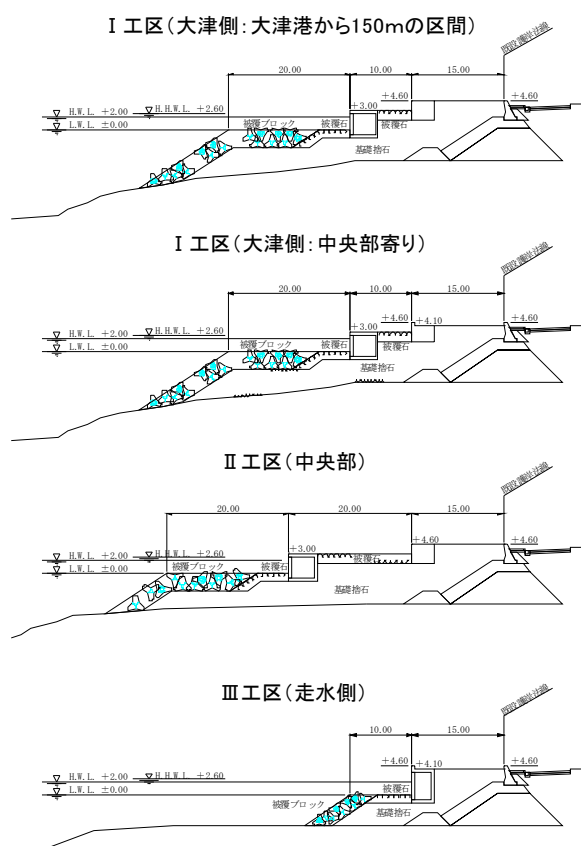


図-5 各工区の基本断面 (単位：m)

4. 護岸構造の特徴

4.1 直立消波構造

基本断面として選定した護岸構造は、小段部の前面に直立消波構造を配置している。これにより、リーフ部で碎波した波をさらに消波し、エネルギーを減衰することにより、越波流量を抑える構造となっている。

この直立消波の構造形式を選定するにあたっては、一般的な直立消波ブロックや頂版のないオープンスリットケーソン構造等を比較検討し、図-6に示すようなスリットケーソン構造を選定した。この構造の特徴は、通常のスリットケーソンと異なり、直立壁4面全てにスリットが設けられているところにある。ケーソン背後の裏込部まで透過構造とすることにより、見掛け上の遊水室を大きくするような効果があり、波エネルギーの吸収効果を高めている。なお、この効果は、平成12年度に運輸省第二港湾建設局(現 国土交通省関東地方整備局)にて実施された水理模型実験によって確認されている。

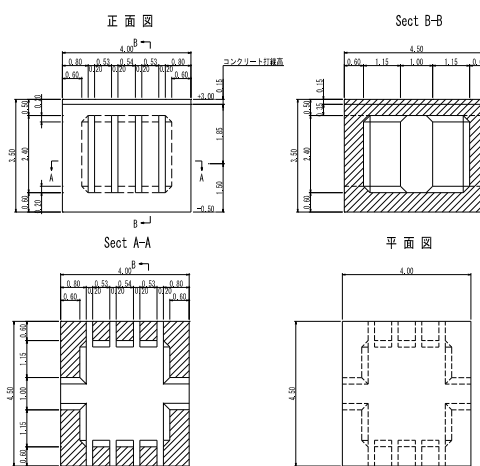


図-6 スリットケーソン構造図 (単位：m)

4.2 透過構造

整備後の護岸は、図-5に示すように捨石にて堤体を構築しており、表層部も通路となる一部の舗装帯を除き、透過構造となるように計画されている。そのため、波浪襲来時でも堤体内部の水位上昇を抑え、越波水が既設護岸の前面で堤体内部に浸透することにより、天端高を低くしても背後地への越波流量の低減を可能にしている。

5. おわりに

平成11年に海岸法の一部が改正され、防護・利用・環境の調和のとれた海岸形成を目指している。今後は、海岸整備のみならず、他事業においても、地域住民の意向を反映するなどして、調和のとれた空間形成がより重要になるものと思われる。

最後に馬堀海岸の整備後のイメージ図を図-7に示す。



図-7 整備後のイメージ図

参考文献

- 1) 国土交通省 関東地方整備局 京浜港湾工事事務所：高潮から地域を守る一横須賀港馬堀地区高潮対策事業概要
- 2) 福田伸夫，宇野俊泰，入江 功：防波護岸の越波に関する現地観測(第2報)，第20回海岸工学講演会論文集，pp.113～118，1973.