

II-379

多目的ダブル・パラペット消波堤の試設計

大成建設(株) 正会員 田中 良弘
同 上 同 上 酒井 雅史
同 上 同 上 木暮 睦

1. はじめに

近年、ウォーターフロント開発に代表されるように、海域の高度利用に伴う周辺海域の環境や景観への配慮、あるいは親水空間の確保の要請が増大してきている。このような背景を踏まえ、著者らは、防波堤本来の消波機能の他に、海域浄化機能や総合マリン・レジャー基地としての機能、さらに軟弱地盤立地に有利な、多目的ダブル・パラペット消波堤(図1)を提案する。

本研究の目的は、図1に示す多目的ダブル・パラペット消波堤の波力特性を明らかにし、多機能を組み込んだ試設計、及び施工法の検討を行い、今、求められている親水空間を創出する消波堤として、その可能性を明らかにすることである。

2. ダブル・パラペット消波堤の波力特性

波力特性を得るため、縮尺 1/40 の模型を用いて水理実験を行った。入射波は、規則波で $H=4\sim 11.2\text{m}$ 、 $T=8\sim 14\text{sec}$ (実大) の12種類とし、反射率と透過率の測定のに、模型に直接取り付けた三分力計により、堤体に働く水平波力と揚圧力を測定した。図2に水平波力と揚圧力の全体波力について、合田式に対する低減率を示す。 $T=8\text{sec}$ における低減率は、波高一水深比によりバラつくものの、低減率は0.6~0.9の範囲にある。図3及び図4に最大揚圧力が作用したときの水平力の位相、及び逆に最大水平力が作用したときの揚圧力の位相に関する結果を示す。図4より $T=8\sim 10\text{sec}$ において、最大水平力が生ずる時に、揚圧力は押し込みに作用することがわかる。図2~図4の実験結果より、低減率 $\lambda_H \approx 0.9$ 、 $\lambda_U \approx 0.85$ 、また、位相に関して $F_H^U \approx 0.3$ 、 $F_U^H \approx 0.4$ がそれぞれ上限値であることがわかった。

3. 多目的ダブル・パラペット消波堤の基本設計

波力実験より得られた結果を基に、図1に示す多目的ダブル・パラペット消波堤の基本設計を実施した。ここに提案する消波堤の基本的な用途は①反射率の小さな消波堤、②海水浄化、③総合マリン・レジャー基地であり、一函の長さは40.5mである。各函体ごとに5種類の多目的函体(①ダイビング・スポット、②水中レストラン、③フィッシング、④なぎさプール、⑤水中水族館)を考えているが、ここではダイビング・スポット函体の基本設計を示す。

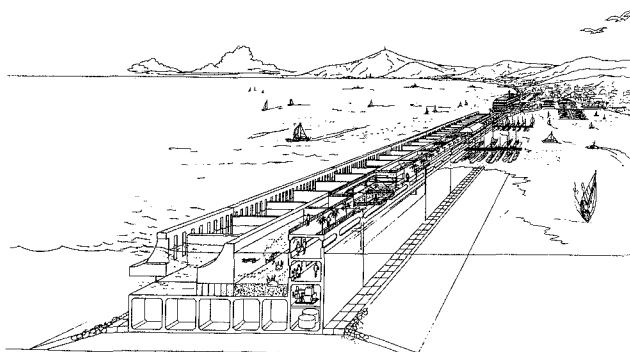
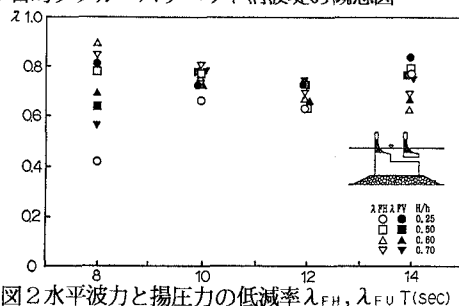
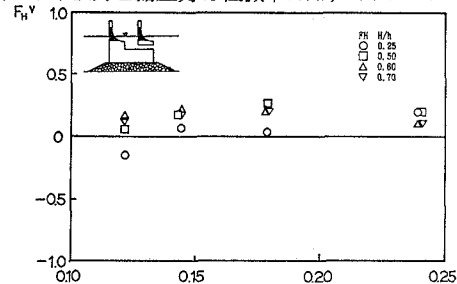
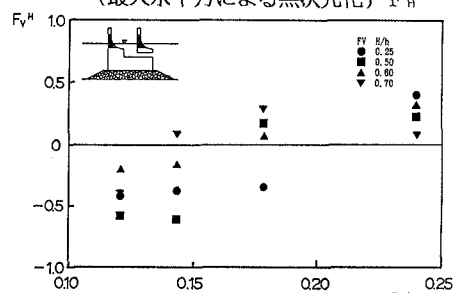


図1 多目的ダブル・パラペット消波堤の概念図

図2 水平波力と揚圧力の低減率 λ_{FH} 、 λ_{FU} $T(\text{sec})$ 図3 最大揚圧力作用時の水平力 F_H^U
(最大水平力による無次元化) F_H^U 図4 最大水平力作用時の揚圧力 F_U^H
(最大揚圧力による無次元化) F_U^H

海水浄化のメカニズムは、バクテリアによる水中有機物の接触浄化、及び波浪による曝気である。波エネルギーや潮汐エネルギーを利用して前後の遊水部に水位差を発生させ、濾材より構成される接触酸化槽に海水を通過させる。表1に示す試設計条件の基に基本設計を行った結果、図5に示す標準断面を得た。完成時のバラストとしては、従来のケーソン堤で用いられる砂バラストではなく、水バラストであるが、滑動に対する安全率は1.6が得られた。これは、波浪条件があまり厳しくないことの他に、堤体幅が広いこと、波力低減と位相特性により、堤体安定に必要とするバラスト重量を低減することができたためである。また、地盤に対する平均接地圧は 5.0 t/m^2 と従来のケーソン堤に比べ著しく低い。そのため、N値が10程度の地盤においても、ほとんど地盤改良が不必要と考えられる。接地圧が低いため、地震時の滑動が問題となるため、地震時における剛体の滑動解析を実施した。

図6に長周期成分の卓越した八ノ戸地震波（最大加速度 300 gal ）による地震の加速度波形、消波堤の応答加速度及び消波堤と地盤の滑り波形を示す。最大滑動量としては 2.25 cm であるが、構造物の最大加速度は 126 gal と、地盤の最大加速度より低減されている。

4. 施工方法

提案の消波堤は、 $40.5^{\circ} \times 32^{\circ} \times 16^{\circ} \text{ m}$ と従来のケーソン堤に比べ、規模が大きい。形状の特徴を利用して、建設コストの低減と工期の短縮を可能にすると考えられる施工方法（図7）を検討した。下部構造体及び隔壁は、ドライックあるいはフローティング・ドライックで製作し、水深6mの仮マウンドにて外周の構造体を製作する。潮汐と水バラスト排出により浮上させ、現地まで曳航し、現地で再び水バラストにより沈設する。内部のパラペットや浄化槽を現地でドライワークにより製作する。内部製作が終了したら、内部に海水を注水、仮止水壁を撤去して完成する。

5. おわりに

海域の高度利用という観点から、多目的で消波波力特性の優れた消波堤の試設計を通して、以下に示す結論を得た。

①計画海域の条件や規模に応じて、5種類の多目的函体をオプションとして選択できるため、事業

計画の自由度が高い。②従来のケーソン堤に比べ、水平波力及び揚圧力の低減、各々の最大値が発生するタイミングにおいて位相差を考慮できる。③そのため、堤体に必要とされるバラスト重量が低減され、建設コストの低減が可能である。④ダブルパラペットの反射率は、広い周期体の波に対して低い。⑤波や潮汐などのエネルギーを利用した海水浄化機能のため、周囲の海水が浄化される。⑥長い函体の施工により、施工期間の短縮化とコストの低減を可能にした。

表1 設計条件一覧

設計条件		設計荷重（合田式の低減考慮）
波浪	$H_{max} = 6.0 \text{ m}$ $T_{1/3} = 8 \text{ sec}$	最大水平力 $F_H = 53.5 \text{ t/m}$ 最大揚圧力 $F_V = 39.2 \text{ t/m}$
潮位	H.W.L. = $+2.0 \text{ m}$, L.W.L. = $\pm 0.0 \text{ m}$	
水深	$h = -15.0 \text{ m}$, マウンド'天端高 $h = -12 \text{ m}$	
原地盤特性	砂質土, $N = 10$	
地震	八ノ戸地震波 最大入力加速度 300 gal	

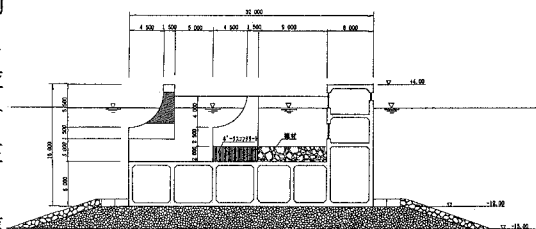


図5 標準断面図

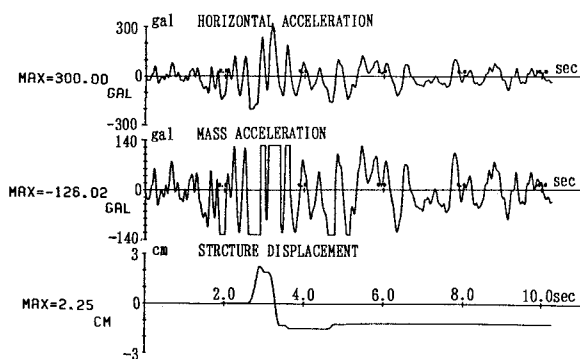


図6 八ノ戸地震波による応答

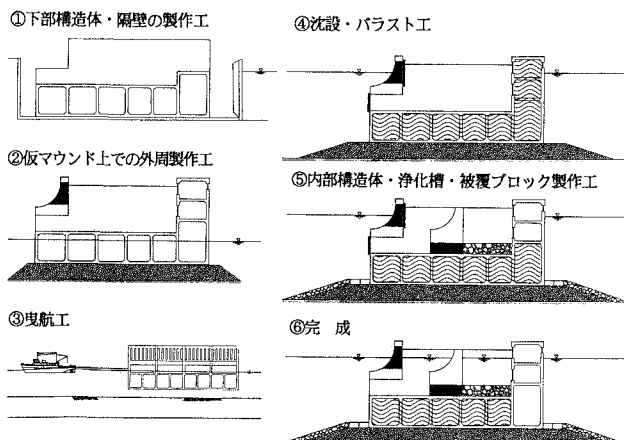


図7 施工要領図