

II-324

ダブル・パラペット型消波堤を用いた軟着底構造レジャー人工島の試設計

大成建設(株) 技術開発部 正会員 田中良弘
同上 同上 正会員 古川圭三
同上 同上 木暮 睦

1. 研究の目的

最近、全国各地でマリン・レジャー関連の人工島構想がさかんに打ち出されている。著者らは、図1に示す新しいタイプの消波構造物を人工島に組み込むことにより、軟弱地盤や条件の厳しい海域においても、短期間にかつ経済的に建設でき軟着底構造のレジャー人工島を提案する。

本研究の目的は、図1に示すダブル・パラペット型消波堤の波力特性を明らかにし、これを人工島に組み込んだ場合の設計を行い、軟着底構造物としての地震特性を明確にすることにある。

2. ダブル・パラペット型消波堤の波力特性

波力特性を得るため、図1に示す構造の1/20の模型を用いて水理実験を行った。入射波は、非砕波条件の規則波で $H=2\sim6\text{ m}$ 、 $T=4\sim14\text{ sec}$ （実大）とした。全体波力は、水路の床下部に3分力計を設置、これに模型を固定し測定した。

図2に水平波力 F_H と揚圧力 F_v の測定波形の一例を示す。これより、水平力最大時と揚圧力最大時で位相差が認められる。 F_v 最大時に F_H はほぼゼロであり、また、 F_H 最大時に F_v はゼロからマイナス（下向き）の値を示しており、この傾向は他の周期、波高の場合に置いても認められた。

図3は、直立壁に作用する波力を扱った合田式と実験値との比を、入射波周期について示したものである。本来、単一の規則波による実験値を合田式と比較することに問題があるが、ここでは試設計への1つのアプローチとして行った。これより、水平波力 F_H は合田式の45～75%、揚圧力 F_v は合田式の55～85%となることがわかった。

3. 滑動安定性

波力実験で得られた結果を定量的に確認するために、縮尺1/40の模型を用い滑動実験を行った。入射波は $H=10\text{ m}$ 、 $T=12\text{ sec}$ （実大）一波とした。マウンドに用いた碎石は粒径1.5～2.0 cmである。あらかじめ行った摩擦測定により、マウンドと模型堤体との静止摩擦係数 $\mu \approx 0.6$ の値が得られた。堤体の滑動量は、ビデオトラッカーを用いて測定された。

図4は、横軸に堤体の水中重量 W 、縦軸に6波目までの1波毎の平均滑動量を取り、 W を変化させた場合の結果を示したものである。なお図中の曲線は実験値の平均的な傾向を示したものである。これより、滑動限界水中重量は約155kg/m（実大で

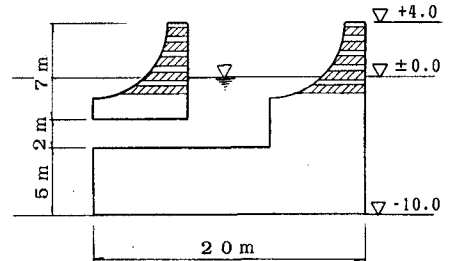


図1 ダブル・パラペット型消波堤の構造断面

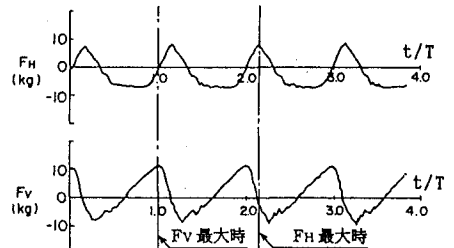


図2 水平波力 F_H 揚圧力 F_v の測定波形
【 $H=25\text{ cm}$ (5m), $T=2.46\text{ sec}$ (11sec)】

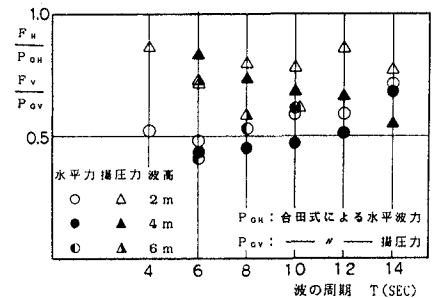


図3 波力特性（合田式との比較）

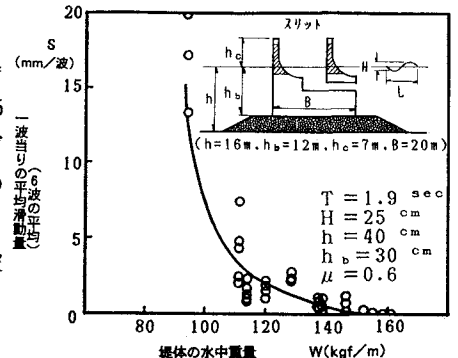


図4 滑動安定性

248t/m) が得られる。ここで得られた水中重量は、水平波力を $F_H = 0.75 P_{GH}$ 、揚圧力を $F_v = 0$ として計算した時の安定重量に対し、安全率で1.2 が得られる。また、揚圧力を $F_v = 0.85 P_{GV}$ 、水平波力を $F_H = 0$ として得られる安定重量に対して、安全率 3.9 が得られる。これらの結果より、本提案構造物の安定計算においては、水平波力と揚圧力の位相、及び波力値の低減が取り入れられることが考えられる。

4. レジャー人工島の基本設計

ダブル・パラペット型消波堤の波力実験と滑動実験より得られた結果、及び線形ポテンシャル理論による波圧分布等を基に、写真1に示すようなレジャー人工島の基本設計を実施した。設計条件として表1に示す自然条件を用い、基本的には Dn. V. Ruleを準拠した。上屋を除く下部構造体は、PRC構造とし、図5に示すような構造図が得られた。人工島の主要寸法は、 $100^L \times 100^B \times 45^H$ mで、波浪に対する安定バラスト重量を含んだ完成状態で、構造物が地盤に与える接地圧力が $3.5 \sim 4.0$ t/m² となった。

この値は、従来の埋立方式や重力着底方式に比べ著しく低く、そのため軟弱地盤 ($N = 8 \sim 12$) においても特別の地盤改良なしに立地が可能となる。

5. 地震応答解析

基本設計により得られた軟着底構造に対し、地震時における概略の滑動応答解析を試みた。解析モデルは剛体（下部構造体）上に1質点系モデル（タワー部に相当）が付加した場合の剛体滑動モデルである。解析上の主な仮定としては、地盤は剛、構造物底面の接地圧は一定、ロッキングを含まない、クローン摩擦に従う、等である。短周期成分の卓越した El Centro地震波による応答計算結果を図4に示す。最大地盤入力加速度300galに対して、下部構造体の最大応答加速度は±110 gal 程度で、滑動することにより免震されていることが認められる。タワー部の応答変位は±10cm程度と大きいものの、下部構造体の滑動量は最大2cmで、最終滑動量は1cm以下となった。

6. 結論と今後の課題

(1) ダブル・パラペット型消波堤の波力実験及び滑動実験から、直立壁に作用する波力からの低減、及び水平波力と揚圧力の位相を考慮した安定設計の可能性が得られた。しかし、ここで得られた事実は、限られた入射波条件下のもので、実際の設計に適用するには波形勾配や碎波の有無、また不規則波による実験が必要である。

(2) (1)の結果を使用したレジャー人工島の安定計算より、厳しい波浪海域においても軟着底構造形式が成立することがわかった。

(3) 地震時の滑動解析により、試設計の人工島には免震効果を期待できる。また、最終滑動量は数cm以下であると考えられ、この程度の滑動量では機能上、特に問題とならない。

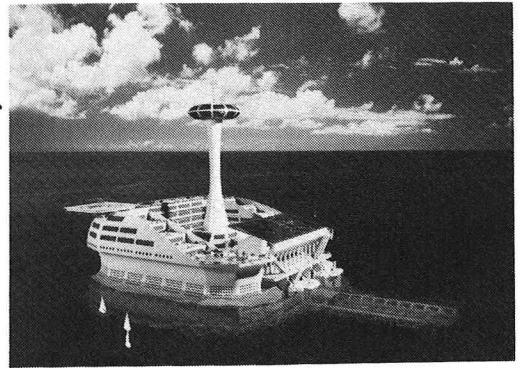


写真1 レジャー人工島

表1 設計条件および設計荷重

	設計条件	設計荷重
波浪	$H_{max} = 9.0$ m $T_{1/3} = 12$ sec $V_1 = 2.0$ knots $U_{10} = 30$ m/sec	水平力 $P_H = 17,914$ t 鉛直力 $P_V = 36,985$ t $P_T = 290$ t $P_W = 226$ t
潮流		
風		
潮位	S.W.L. = +2.0 m, H.W.L. = +1.5 m, L.W.L. = -1.0 m	
水深	$h = -16.0$ m, マウンド先端: $h = -14.0$ m	
原地盤特性	砂質シルト N値 $8 < N < 10$	
地震	海底地盤入力加速度 300 ***	

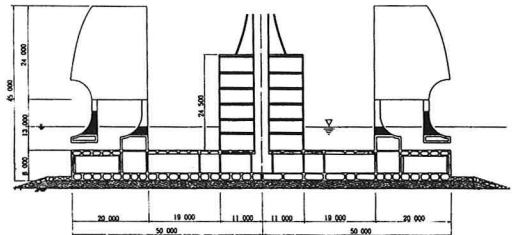


図5 一般下部構造図

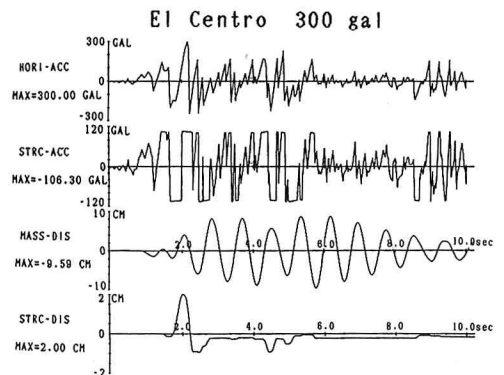


図6 El Centro 地震波による応答