

第四港湾建設局 正員 小蔵 謙一郎
 第四港湾建設局 正員 細川 泰廣
 第四港湾建設局 正員 白石 勝明
 第四港湾建設局 諸石 一幸

1. まえがき 直立部の前面に消波ブロックを設置した消波ブロック被覆堤は、消波ブロックにより衝撃波力の緩和、反射波の軽減効果、越波の低減等を目的として一般的に施工されている。これに対し、L型消波ブロック等の重量をL型ブロックの安定に活用して経済性を高めた新形式の防波堤であり、水深、波浪が比較的大きくない海域において有効であると期待される本研究ではL型消波防波堤の設計に当たって必要となる波力特性および水理特性を水理模型実験により明らかにするものである。

2. 実験方法

(1)実験水路 実験に用いた水路は、長さ50m、幅1m高さ1mの造波二次元水路でフラップ型造波機が設置されている。この造波機は、規則波及び不規則波を発生させることが可能であり、今回用いた不規則波については本造波機の造波効率及び運動特性を考慮して、ブレードジュナイダー・光易型のスペクトルを持つ波を造波した。

(2)堤体模型および実験条件 堤体模型は図-1に示す。基本タイプ、基本タイプ（中詰無）、後傾タイプおよび透過タイプの4種類のL型消波防波堤構造とした。この堤体はアクリル製で、印は波圧計設置位置である。実験縮尺は、造波二次元水路の造波特性及び既に製作している消波ブロックの重量等を考慮して縮尺1/29.18とした。実験内容は、堤体の水理特性を把握するための反射・伝達波実験及び波力特性を調べるための波力実験を表-1の実験ケース表のごとく行った。

(3)測定方法 反射・伝達波実験については、堤体前面に所要の波が作用した時の堤体前面及び堤体背後に設置した波高計より入力する波計信号を磁気テープに記録しFFT法により入・反射波の分離計算を行う。これにより、堤体模型の反射率、堤前・堤背の波高比より波高伝達率を算出した。波力実験については、堤体の直立板に作用する波圧及び床板に働く揚圧力の分布を調べるために所定の位置に超小型圧力計を設置して測った。また三分力計により全水平力、全揚圧力をも測定した。反射・伝達波実験には不規則波を、波力実験には規則波を用いた。

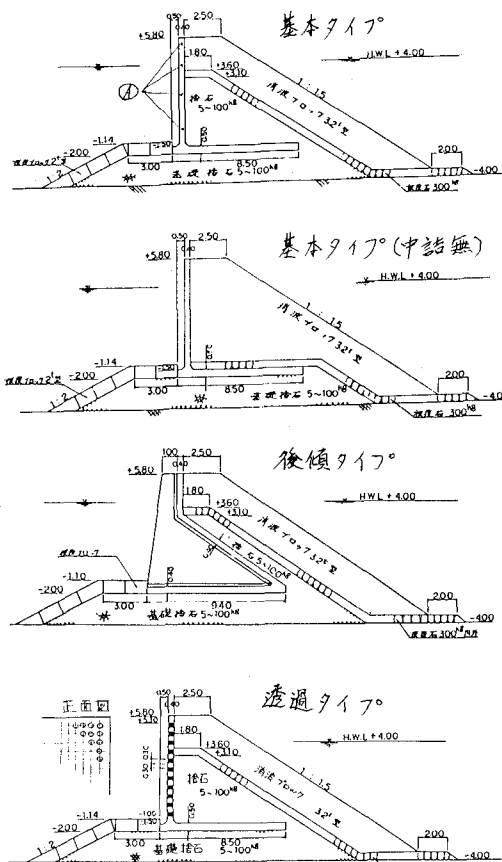


図-1

表-1

実験名	堤体種類	水深 (m)	潮位 (m)	周期 (sec)	波高 (m)
反射・伝達波実験	基本タイプ	-8.0	H.W.L (+4.0)	T=7.0	H=3.0
	後傾タイプ				
	透過タイプ				
波力実験	基本タイプ	-8.0	H.W.L (+4.0)	T=7.0	H=2.0
	基本タイプ(中詰無し)			T=10.0	H=3.0
	後傾タイプ			T=7.0	H=4.0
	透過タイプ			T=10.0	H=3.0

3. 実験結果および考察

(1) 反射・伝達波実験結果 堤体構造別に、反射率・伝達率を求めた結果を表-2に示した。伝達率は基本タイプに対して、透過タイプが0.08大きく、後傾タイプは基本タイプと同程度である。反射率は、後傾タイプが最も大きいものの異型ブロック斜面の反射率既略値(0.3~0.5)内に留まる。

表-2

堤体種類	伝達率KT	反射率KR
基本タイプ	0.19	0.341
透過タイプ	0.27	0.346
後傾タイプ	0.20	0.367

(2) 波圧実験 各堤体構造、周期および中詰石の有無における波頂時の波圧測定結果を理論計算値(谷本らの提案した合田式による理論計算値)と比較した。直立部の波圧分布で透過タイプを除けば、理論値より大きい波圧を示す傾向がある。図-2は、基本タイプでのH=2.0, 3.0, 4.0m, T=7.0secの波浪条件での波圧分布であり、静水面付近の波圧が理論値より4割程度大きい値となった。波高が同一で周期が異なった波浪条件(T=10.0sec, T=7.0sec)での波圧は、長周期(T=10.0sec)の方が大きい傾向を示す。ただし静水面より上部の波圧は、周期によってその大小関係が一定でない。波圧記録紙でもその位置では他の位置における波圧値より一波ごとの変動が大きい。これは消波工による砕波現象の不規則性によるものと思われる。中詰石の有無による波圧分布は顕著な差異はみられなかった。堤体構造の違いによる波圧分布は、基本タイプの前面波圧に較べて透過タイプでは約5割減となった。底面波圧については、顕著な差異はみられなかった。

水平方向の波圧合力は、波圧分布の値より直線近似し算定した。この値を合田式に基づく理論値と比較し低減率として評価した。またこの波圧合力に消波工変動荷重および静水時消波工荷重を加えたものを全水平力とし以下の式とした。

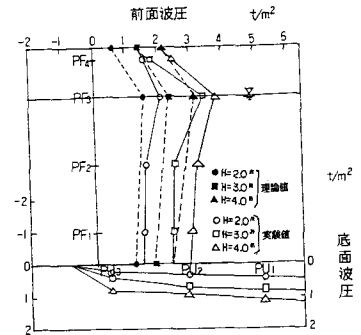


図-2

$$F = F_T + F_M + F_S \quad (1)$$

- F : 全水平力
- F_T : 波圧合力
- F_M : 消波工変動荷重
- F_S : 静水時消波工荷重

表-3

堤体種類	波設条件	中詰石	波圧合力t/m	理論値t/m	低減率	F _M (t/m)	F _S (t/m)	全水平力t/m
基本タイプ	H=3.0m	有	20.0	15.86	1.26	0.8	6.6	27.4
基本タイプ	T=7.0sec	無	21.2		1.34	0.8	4.4	26.4
透過タイプ		有	10.1		0.64	2.8	3.3	16.2
後傾タイプ		有	14.9		0.94	4.1	12.9	31.9

表3は、上式から算定したH=3.0m, T=7.0secの波浪条件での全水平力および波圧合力、低減率を示した。鉛直方向の力については、三分力計により求めたが全てのケースにおいて下向きである。

4. まとめ

以上の内容から次の結果が明らかになった。

(1) 直立部に働く波圧は理論値に対して比較的大きく、また消波工変動荷重および静水時消波工荷重の占める割合も大きいため既存の波力算定式では危険な場合が起こり得る。

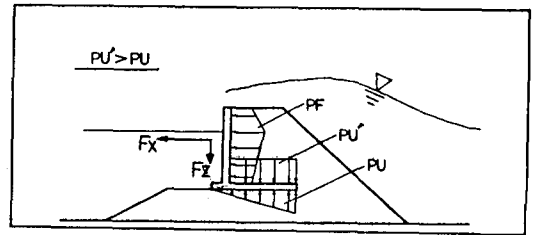


図-3

(2) 基本タイプの波圧合力は合田式に基づく波力の約1.3倍である。同様に透過タイプは約0.6倍、後傾タイプでは約0.9倍となった。

(3) 床板に働く波圧については、鉛直力は下向き、揚圧力は上向きであることから、図-3に示すような波圧分布が推定され、これがL型堤体の特徴の一つと考えられる。