

中央大学 理工学部 正服部 昌太郎
東亜建設工業 K.K. 正岡田 哲一

1. 研究の目的

直立透過式防波堤に期待する機能として、反射率・打上げ高・越波量の低減と共に、作用波力の減殺があげられる。この種の堤体の消波特性には、堤体透過部の構造・型式に加えて、堤体全体としての入射波に対する応答特性が大きく関係する。したがって、直立不透過堤の場合と比較して透過式堤体の水理特性に関係する要因数は多く、またこれらの要因間の相互関係は複雑化する。この様な理由により、直立透過式防波堤の波力減殺効果に関する従来の研究では、堤体の構造型式まで考慮して波力減殺効果を統一的に評価することが十分にできていない。本研究は、直立透過式堤体の波力減殺を定量的に評価するため、次元解析によって波力に関係する主要なパラメータを提案し、直立不透過堤と堤体構造の異なる二種類の直立透過堤に対する模型実験結果によって、その妥当性を検討するものである。

2. 次元解析結果

捨石マウンド上に設置される堤体に、波が直角に入射する場合の作用波圧に関係する諸量間の関係は、式(1)で与えられる。

$$f(h, g, H, T, \rho, \mu, \phi, i, k, S_{wall}, S_{mound}, D, \lambda) = 0 \quad (1)$$

ここに、 h : 堤体設置水深、 H : 堤体設置地奥での入射波高、 T : 周期、 ρ と μ : 水の密度と粘性係数、 ϕ : 作用波圧、 i : 海底勾配、 k : 空気の断熱係数、 S_{wall} : 堤体形状、 S_{mound} : 捨石マウンドの形状、 D と λ : 捨石の代表寸法と傾げ率、 g : 重力の加速度である。透過堤体内に残留・封入圧縮される空気塊の形状と大きさ、その堤体外への脱出挙動は、堤体の形状特性に支配されると考え、 S_{wall} によって代表する。本研究では条件の単純化のため、海底面を捨石によって置換した水平床上に堤体を設置した場合を扱うこととする。式(1)中の S_{mound} は考慮する必要がなくなる、また実験では D と λ は一定として行うこととする。

式(1)より無次元波圧 $\phi / \rho_w d$ [$\rho_w d = \rho(H/T)^2/2$] の表示式として、式(2)がえられる。

$$\frac{\phi}{\rho_w d} = F\left(\frac{hL}{H^2}, \frac{MT}{gH^2}, i, k, \frac{B}{L}, \frac{h_c}{h}, \text{透過構造}\right) \quad (2)$$

式(2)では、 S_{wall} は B/L (B : 堤体幅、 L : 堤体設置地奥での入射波長) と h_c/h (h_c : 静水位よりの堤体天端高) および透過構造の無次元表示で置き換えるとした。また、 hL/H^2 と $(\mu T)/(gH^2)$ はそれぞれ、Froude 数と Reynolds 数に相当するものである。

表-1 実験条件と模型堤体寸法

3. 実験装置および実験方法

実験は、幅1m、高さ1m、長さ50mの二次元波動水槽内に、勾配1/50の斜面を設置して行った。堤体に作用する水平全波力は、L形ビーム系の波力測定装置によって測定した。実験に使用した模型堤体は、直立不透過式(V.W.)

	Vertical Wall	Block Type	Caisson Type
T (s)	1.0, 1.5, 2.0		
H (m)	0.2 - 0.15		
h (m)	0.20	0.28	0.20
h _c (m)	0.094	0.069	0.12
B (m)	0.172	0.172	0.220

とブロック積み(B.T.)および堤体内に排水部を有するケーソン型(C.T.)の二種類の透過堤である。波力測定は、堤体前面での重複波が安定化した期間の5~10波に対して行い、波力出力はデータレコーダーに記録して、振動解析装置によって解析を行った。また、堤体設置地奥での入射波高、堤体前面での打上げ高は、容量式波高計によって測定した。表-1に、実験条件と模型堤体の諸寸法を示す。

4. 実験結果とその考察

実験は、堤体前面で入射波が砕波しない場合に対して行った。

図-1~3は、堤体に作用する最大平均波圧 $\bar{P}_{Hmax} [= F_{Hmax} / B(R+h)$, F_{Hmax} :最大水平全波力, R :堤体前面での打上げ高, $R \geq h_c$ の場合は $R = h_c$ とする] と hL/H^2 との関係を示す実験結果である。図中には、越波の発生限界 ($R = h_c$) が実験と破線で、各実験条件ごとに示されている。これらの実験結果に見られるように、非越波時での \bar{P}_{Hmax} / P_{wd} と hL/H^2 との間には、各堤体ごとにほぼ同一の勾配を有する直線関係が両対数上に存在し、越波が発生すると \bar{P}_{Hmax} / P_{wd} は急激に減少する。図-4は、ブロック型の直立堤前面での入射波の打上げ高と入射波高との関係を示す実験結果の一例で、非越波時の打上げ高は入射波高に比例して増大するものが、本研究での模型堤体すべてに認められた。図-1

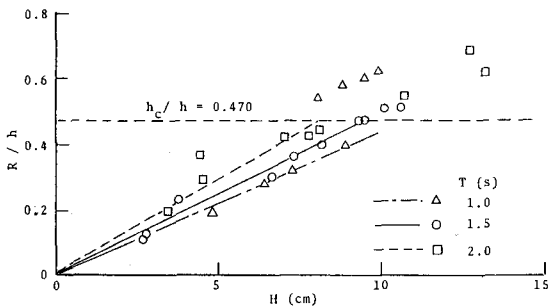
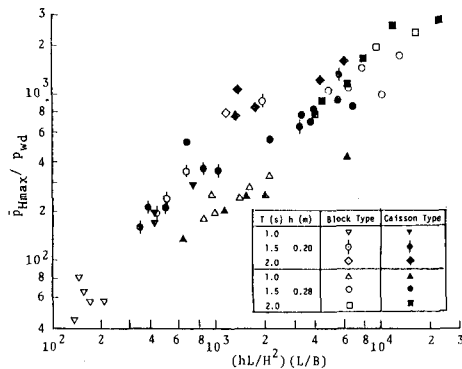


図-4 入射波高と打上げ高(ブロック型, $h=0.2m$)

~3の中には、実験破線によって実験結果に対する最適曲線が、実験条件ごとに示されている。しかし、図-1の直立不透過堤の場合には、直立堤の場合と比較して堤体前面水深の効果は小さく、入射波周期の影響が大きく残存している。

透過式堤体の場合には、入射波による堤体前面と堤体内の水面変動間には位相差が存在し、この効果が作用波力にも影響を及ぼす。図-5は、 \bar{P}_{Hmax} / P_{wd} と $(hL/H^2)(L/B)$ との関係で、非越



波時のブロック型

とケーソン型の実

験結果と使用して示したものである。この結果に見よう

に、堤体前面水深の効果は若干存在するが、本研究の使用堤体

に対しては、構造型式の異なる直立不透過堤に作用する波圧と、

統一的に表現することが出来る。また、直立不透過堤との比較

で直立不透過堤の波力減殺を検討することは、 \bar{P}_{Hmax} / P_{wd} と

hL/H^2 との関係を用いて、定量的評価を行うことが出来る。

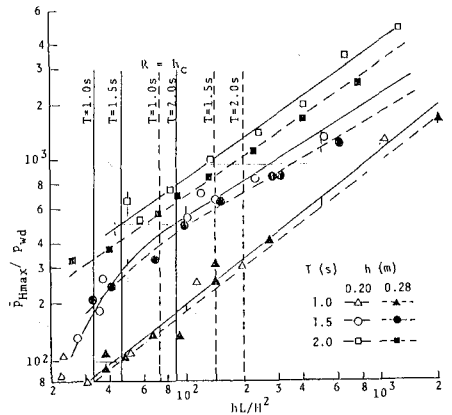


図-1 $\bar{P}_{Hmax} / P_{wd} \times hL/H^2$ (V.W.)

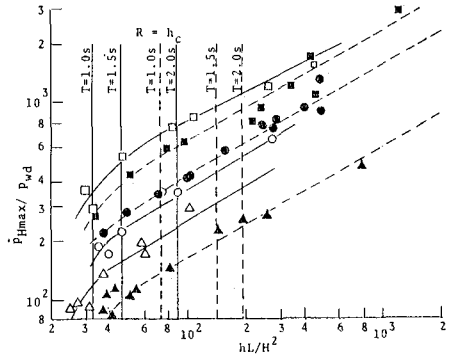


図-2 $\bar{P}_{Hmax} / P_{wd} \times hL/H^2$ (B.T.)

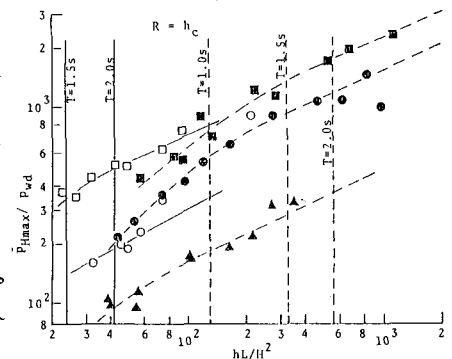


図-3 $\bar{P}_{Hmax} / P_{wd} \times hL/H^2$ (C.T.)

験結果と使用して示したものである。この結果に見よう
に、堤体前面水深の効果は若干存在するが、本研究の使用堤体
に対しては、構造型式の異なる直立不透過堤に作用する波圧と、
統一的に表現することが出来る。また、直立不透過堤との比較
で直立不透過堤の波力減殺を検討することは、 \bar{P}_{Hmax} / P_{wd} と
 hL/H^2 との関係を用いて、定量的評価を行うことが出来る。

引用文献

- 1) 服部ら(1979), 才26回海講論文集, pp. 396~400.