

スリット型防波堤の波圧測定実験

九州工業大学 正 渡辺 明 浦 勝
学 ○ 悦永賢司 上野 進

1. 緒言 混成堤直立部前面に消波を目的としたスリットが設けられるようになったが、これを比較的小規模のヤードで製作でき、小型の起重機船で海上輸送できるようにするために堤体をいくつかのブロックに分割することが考えられる。このためにはブロック間のジョイントが作用する波力のあらゆる位相時に耐えるものでなければならない。本研究はブロック式スリット型防波堤に作用する波圧の各位相における値を模型実験により求めた結果を報告するものである。

2. 設計条件 防波堤設置水深 $h=8.0\text{m}$ における有義波は波高 $H=3.0\text{m}$ 、周期 $T=6.4\text{秒}$ 、波長 $L=49.2\text{m}$ である。模型縮尺 $S=1/25$ とし、以下全て模型寸法で記述する。その他の量の縮尺はフルード相似則より定まり、圧力度 p は S 、時間縮尺は $\sqrt{S}$ である。防波堤直立部は図-1に示すように全体がA,B,C,Dの4個のブロックに分割されている。A,Bは縦スリット型消波構造となっており各部の寸法は図中の記号を用いて表-1に示した。A,Bの遊水室の長さ B_0 は消波すべき波長より決まるが本堤防は船舶運行限界波($L \approx 1.0\text{m}$)を対象とした。図-1に示した直立部模型を4個製作し、図-2に示すようなマウンド高 D_m の混成堤とし、深さ 1.5m 、幅 1.2m 、長さ 20m の造波水槽の幅いっぱい設置した。波の進行方向

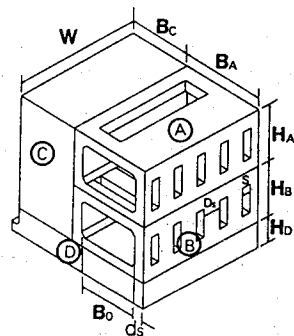


図-1 模型概略

表-1 模型諸元 (単位: mm)

B_a	336	B_b	144	H_b	130	D_m	80
B_b	192	W	300	H_d	60	$h-d$	120
B_c	144	H_a	320	S	20	B_1	180
d_s	24	H_b	130	D_s	40		

を表すx軸の原点はピストン型造波機の振動中心とした。堤体前面位置は $x=11.21\text{m}$ であり、静止水面からの水位変位量 η は $x=8.215\text{m}$ と 11.188m の2点で容量式波高計を用いて測定した。この2点の η は H_1, H_2 で表す。波圧の測定は受感部直径 14mm 、最大圧力感度 $p=500\text{g/cm}^2$ の波圧計を用いた。波圧計の設置位置は図-2に示す19点である。波圧は東京測器研究所社製10 channel用デジタル動歪計DRA-10Aをパソコンによって制御しディスクにリアルタイムで記録した。記録は波高計の出力が予め設定した閾値を越える時に開始し、サンプリング間隔 0.01秒 で 15秒 間行った。波圧の測定は水深 $h=32, 28, 24\text{cm}$ の3段階において、周期 $T=1.28\text{秒}$ の波を造波機の偏心量 e を6段階に変えてそれぞれ3回行った。

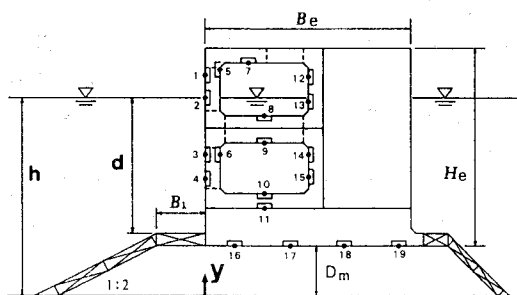


図-2 模型側面図

3. 実験結果 防波堤設置前の進入波の波高 H と e の関係を h を変えて測定した。以後 H を基準波高として用いる。図-3は波高および19点における波圧の15秒間における同時記録から3秒間抽出した結果の一例である。これは $h=32\text{cm}$ 、 $H_e=13.7\text{cm}$ の場合である。なお同図中の点線は静水圧 p_0 に負号をつけた値である。同図より $H_1=19.22\text{cm}=1.40H$ 、 $H_2=26.20\text{cm}=1.91H$ となることがわかる。 $S_1 \sim S_4$ の堤体前面波圧は重複波圧とみなせるが遊水室上部の直立壁($S_{12}, 13$)には碎波圧ないし衝撃碎波圧が作用しているのがわかる。波圧が最大となる時刻は前面で水位がzero-upする時、奥壁ではこれより約 0.3秒 程度遅れている。このようにそれぞれの測定場所位相差が生じており、各ブロックに作用する波圧合力を求めるには水位変動の各位相時における同時波圧分布により計算することが必要である。この目的で同時時刻における波圧分布を示した一例が図-4である。これは図-3より、①は前面センサーが、②は奥壁センサーが最大波圧を感知した時のものである。

①では静水位位置

が最大13.5g/cm²を

記録しており、前

面水位がzero-upし

た時刻と一致する。

②では前面水位が

最大よりわずかに

低下した $\eta = 11.5$

cmの時に最大値

12.4g/cm²を記録し

ている。この時刻

においては水塊が

防波堤全体を覆う

ため遊水室内のセ

ンサー(S9, 10, 14,

15)がほぼ等圧力と

なっていると推定

できる。以上のよ

うにして求めた波

圧の最大および最

小値を一般化する

ために、

設置高さ $y=22.7$ cmの波圧計

S3およびS14を例にとって p

と H の関係を図-5に示す。

これより波圧は一般に $p =$

$\alpha w h$ と表される。ここに w は

水の単位体積重量、 α は圧

力係数である。同図より前

面波圧(S3)はほぼ $\alpha=0.65$

~0.85であるが、 $h=24, 28$

cmの時は $\alpha \approx 1.8$ となり碎波

圧となる。また遊水室の波

圧(S14)は $\alpha=0.5$ から h と H 、

に依存して $\alpha=1.0 \sim 3.0$ とな

る。一方 p_{min} は $\alpha=1$ で変化

するが水位がセンサー以下

に下がると大気圧に開放さ

れるといえる。この値を図

中に記入した。

中に記入した。

中に記入した。

中に記入した。

中に記入した。

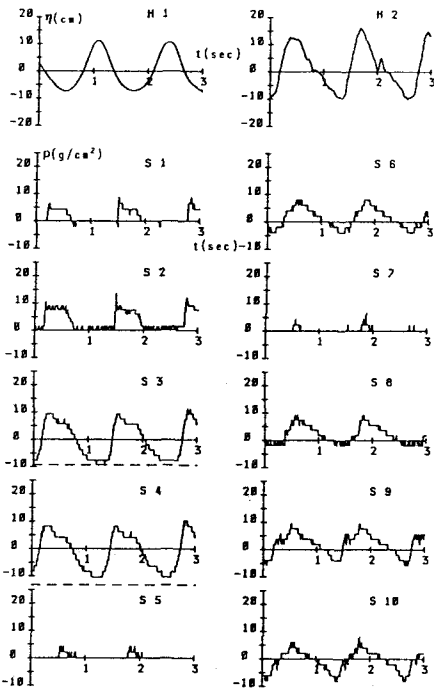
中に記入した。

中に記入した。

中に記入した。

中に記入した。

中に記入した。



$h=32.0$ (cm)

$H_*=13.7$ (cm)

$T=1.28$ (sec)

図-3 水位変動および波圧の測得記録例

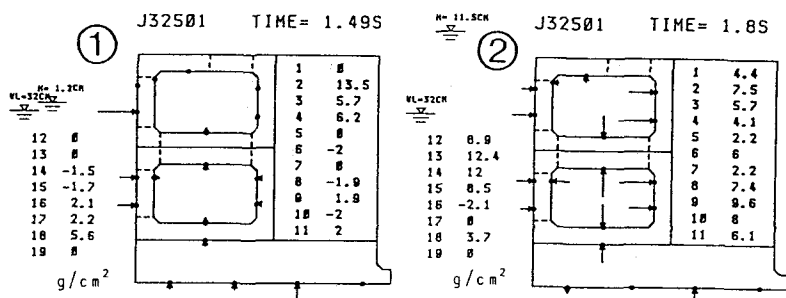


図-4 同時刻における波圧分布 (S-3, S-14)

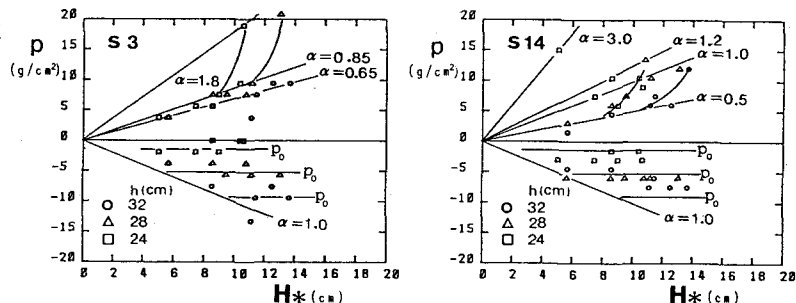


図-5 進入波の波高と波圧の関係

4. 結言 以上スリット型防波堤に作用する波圧を測定した結果を述べたが、さらに波圧分布を一般化し、各ブロックに作用する波圧の算定を行いたいと考えている。最後に本研究は科研(試験1, 代表 渡辺 明)の援助を受け、運輸省第4港湾建設局、日本港湾コンサルタントに資料提供を受けたことを記して謝意を表す。