

II—5 ブロック式直立消波構造の反射率について

北海道開発局土木試験所 正会員 岸 哲也
同 上 林 忠志

1. はじめに

港口からの侵入波や港内発生波の多重反射などによって水域施設の静穏度が十分に確保されない場合には、問題となる構造物の前面に異型ブロックを投入するなどして対処しているが、この方法では水域施設を狭くして船舶の航行上も支障をきたすという難点がある。そこで構造物そのものに消波機能を持たせ、水域施設を広く確保するとともに場合によっては岸壁として利用できるように直立消波構造が採用されるようになってきている。直立消波構造に用いられるブロックには様々な種類があり、その反射特性や安定性などについては開発各社による資料のほかに若干の研究例もあるが、設計法についてはまだ十分に確立していない。このことから著者らは設計法の確立を最終目的として水理模型実験によるブロック式直立消波構造の研究を進めており、本報ではその一環として反射特性に関する実験結果を報告するものである。

2. 実験施設および実験方法

実験水路は、図-1に示すように長さ28m、高さ1m、幅0.8mの両側面ガラス張りで前後端に消波用ブロック、造波機前面に整波用フィルターが設置されている。造波機は逆ペンデュラム型で、周期0.8～3秒波高20cm程度までの波を起こすことができる。この、水路のほぼ中央部に1/20の勾配を設け、そののり肩部に堤体を設置した。マウンド厚は5cmで碎石を用いて形成し、その上に床板を置いてブロックを4段積みにした。上部工は厚さ3cmのモルタル製で、上部工から床板まで一体化させて滑動・転倒が生じないようにした。ブロックは図-2に示すワーロック、クロスホロー、イグラーの3種類で、いずれのブロックも40tタイプの1/25模型（モルタル製）である。

実験は、波の諸元と水位を変えて行った。水位については最上段ブロックの中央(①)、最上段と2段目の境界(②)、2段目ブロックの中央(③)、2段目と3段目の境界(④)の4水位としたが、ブ

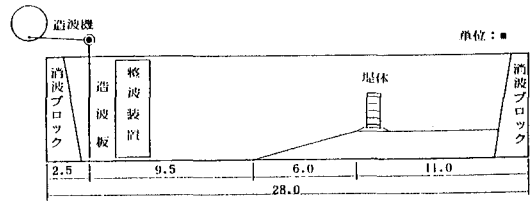


図-1 実験水路

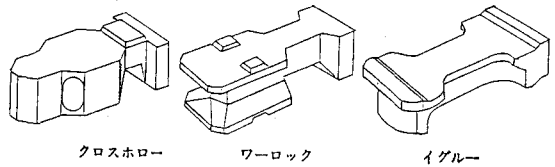


図-2 ブロック模型

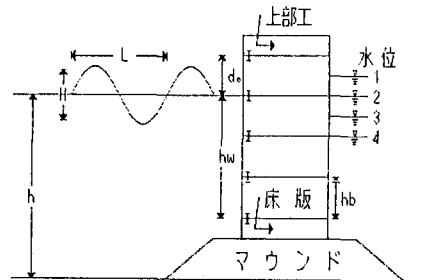


図-3 実験断面

表-1 実験条件

h (cm)	22.8 ~ 36.0
T (sec)	1.2 ~ 2.4
L (cm)	160.0 ~ 430.0
H (cm)	2.9 ~ 19.8
do (cm)	3.4 ~ 16.0
h/L	0.065 ~ 0.192
H/L	0.008 ~ 0.100
l/L	0.046 ~ 0.136
do/(hw+do)	0.125 ~ 0.500

ロックごとに水深は異なる。堤体断面と記号を図-3に、実験範囲を表-1に示す。反射率は、造波機からの再反射波が到達しない時間内で堤体前面における波の腹と節とを容量式波高計によって測定し、ヒーラーの方法を用いて見掛けの値を算定した。

3. 実験結果

ブロック式直立消波構造の反射特性に影響を与える因子は種々考えられるが、本報では外力である波（波形勾配 H/L 、相対波高 H/d_o ）、水位（相対クリアランス $d_o/h_w + d_o$ ）、ブロック諸元（相対消波長 ℓ/L ）をパラメータとしてデータの整理を行った。なお、結果の図は末尾に一括した。

図-4（A）～（C）は、波形勾配と反射率の関係をプロットしたもので各ブロックごとに示してある。データに多少のバラツキはあるものの波形勾配が大きくなるにつれて反射率は小さくなっており、 $H/L = 0.08$ 付近からはほぼ一定値となるような傾向を示している。ブロックの種類による相違はほとんどなく、上限値を包絡的に結ぶと $H/L = 0.02$ で $K_R = 0.5$ 、 $H/L = 0.08$ で $K_R = 0.3$ 程度の反射率となっている。

図-5（A）～（C）は、相対波高を横軸にとって波が堤体前面に当たる範囲と反射率の関係をみたものである。図-4ではブロック間の相違がなかったことからここでは周期別に示した。周期1.2秒で相対クリアランスが0.125の場合を除くと、反射率は相対波高が大きくなるにつれて減少している。岡本¹⁾も同様の実験結果を得ているが、この結果は波がブロックに当たる面積が広くなるにつれて反射率が低くなることを意味している。周期別に見ると、周期が長くなると全般的に反射率が高めであるのは図-4の結果から当然である。また、相対波高を一定とすると相対クリアランスが大きいほど反射率が低くなる傾向が見られる。

そこで相対クリアランスを横軸にとってデータを整理すると図-6（A）～（C）となる。相対クリアランスすなわち静水面上のブロック部の比率が高くなると反射率は減少している。データは4群にわかれているが、これらは水位に対応しており左端が①、右端が④である。周期1.2秒と1.8秒では、静水面がブロック間の境界にある場合（②、④）には

データのバラツキが小さく、中央部にある場合（①、③）にはバラツキが大きいという結果になっている。

図-7（A）～（C）は、相対消波長と反射率の関係を示したものである。長尾・加藤²⁾、岡本¹⁾らの実験によってブロックの特性に対応した最適消波長の存在が指摘されているが、本実験の範囲内ではいずれのブロックも相対消波長が大きくなると反射率は小さくなるという単調減少傾向を示すにとどまっており、最適消波長を確認するまでには至らなかった。

4. まとめ

今回の実験結果をまとめると、

- ① 反射率は波形勾配の増加に伴って漸減する。
- ② 反射率は全般的に相対波高の増加に伴って減少する。ただし周期が1.2秒と短かく、ブロックの露出部が少ない（相対クリアランス0.125）場合にはその逆に増加傾向を示していた。
- ③ 反射率は相対クリアランスの増加に伴って減少する。
- ④ 静水面がブロック間の境界部にあるときの方が、ブロックの中央部にあるときより反射率のバラツキが小さい。
- ⑤ 本実験の範囲内では、相対消波長の増加に伴って反射率は単調減少する。

これらの結果を設計に適用するものとするれば、ブロック段数を固定する場合には静水面上のブロックの比率が高い方が反射率は低くなり、水位はブロック間の境界部に合わせた方が期待される反射率のバラツキが少ないということが言える。また、周期が短い場合には反射特性が一般と異なる傾向を示す場合も予想され、本実験では確認できなかった最適消波長の存在も考え合わせると、外力条件としては特に波の周期に着目すべきであると言えよう。

実験範囲は限られているものの、今回の実験によってブロック式直立消波構造の反射特性についてはおおそ把握できたように思われる。今後は不十分な点を補足し、さらに安定性に関する実験を行って最終的には設計法の提案を行いたいと考えている。

<参考文献>

- 1) 岡本 博：直立消波構造の水理特性、第24回海講 1977、PP. 245 — 249。
- 2) 長尾義三・加藤久徳：直立消波岸壁に関する二、三の実験的研究、第17回海講 1970、PP. 145 — 153。

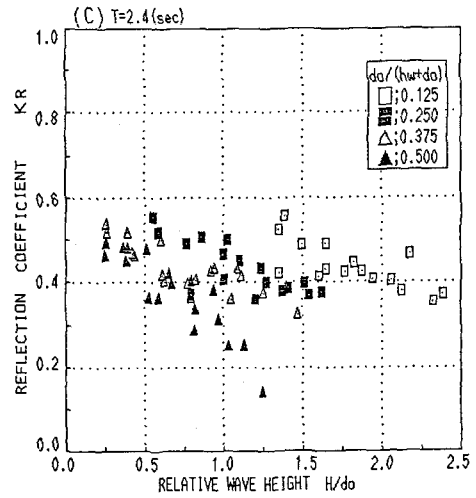
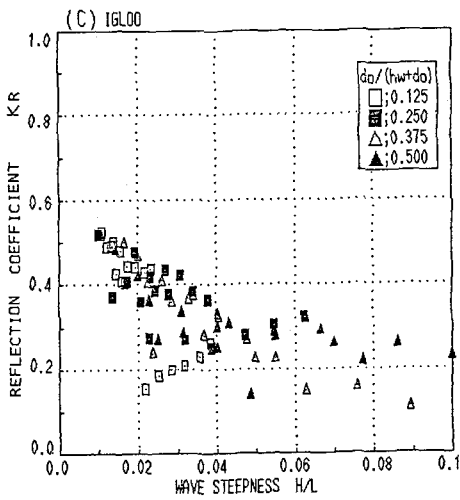
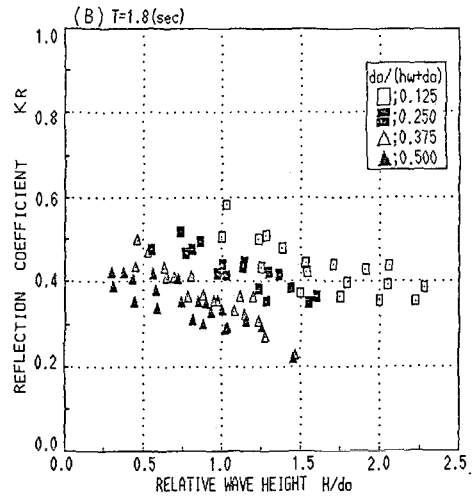
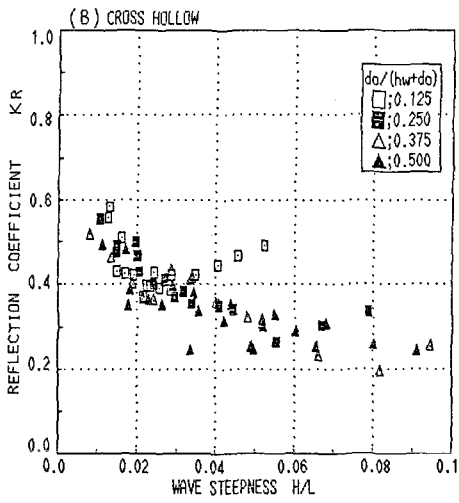
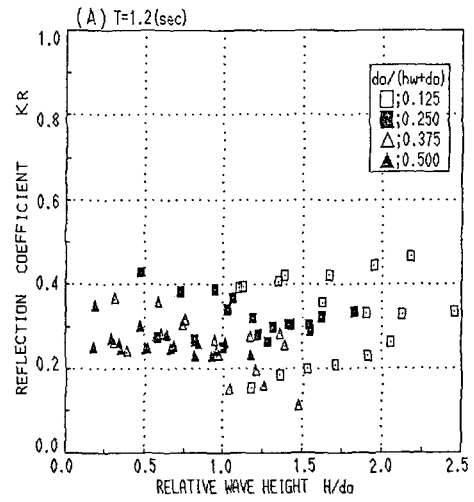
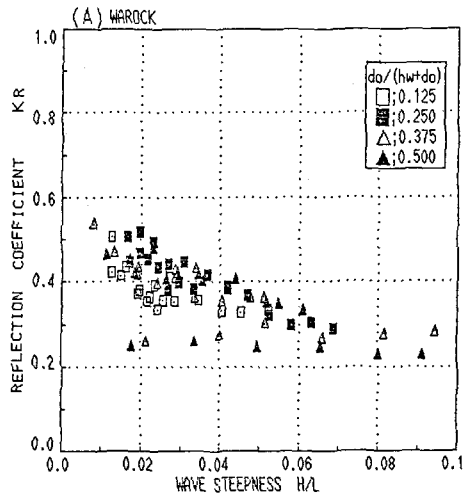


図-4 波形勾配の影響

図-5 相対波高の影響

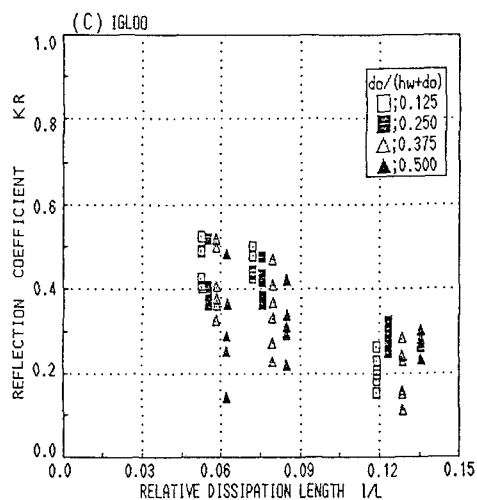
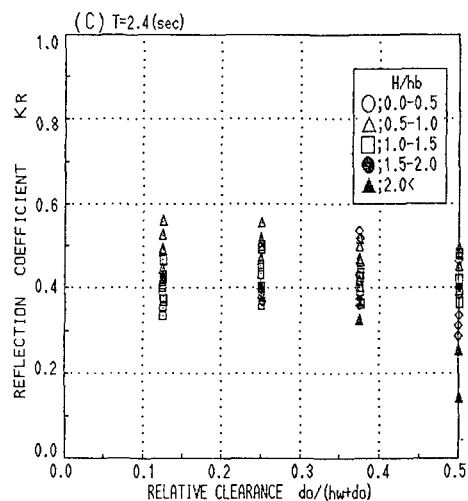
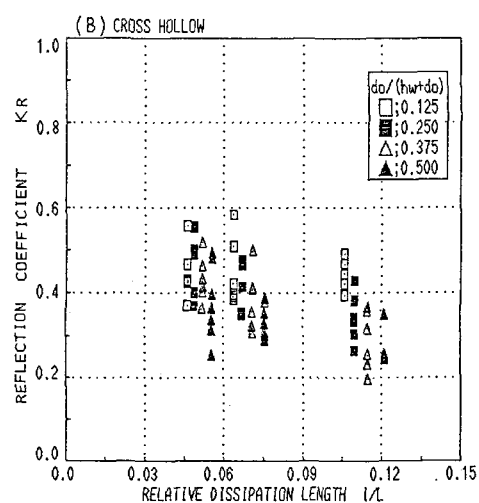
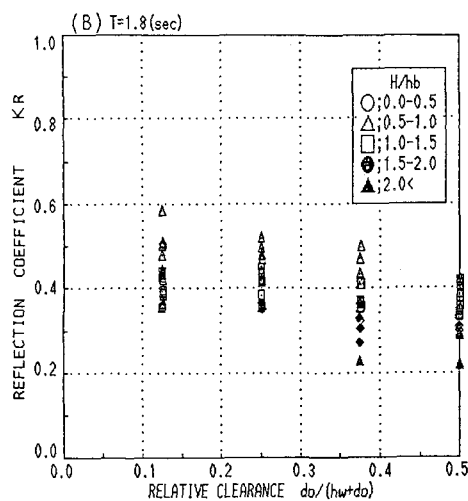
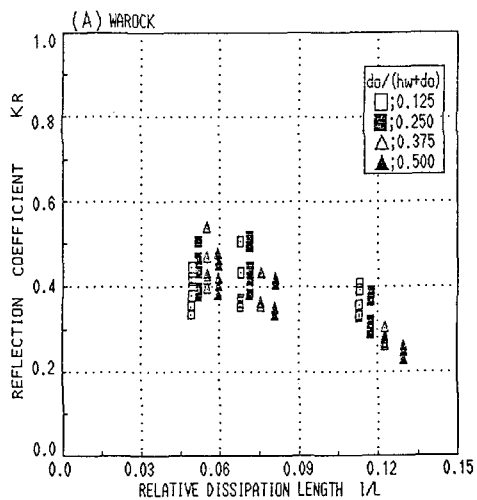
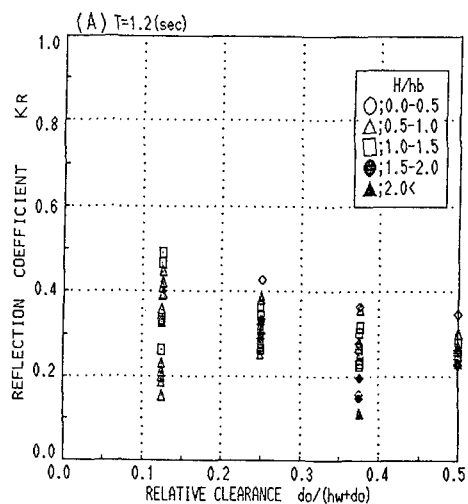


図-6 相対クリアランスの影響

図-7 相対消波長の影響