

# 直立型ブロック積み堤の水質改善に関する実験的研究

大阪工業大学工学部 正会員 井田 康夫  
 大阪工業大学大学院 学生員 櫻本 明子  
 (株)日本港湾コンサルタント 正会員 矢野 嘉章

## 1. はじめに

近年、港湾の機能及び利便性の更なる強化に加えて、環境の保全・創出を目指し、各地でエコポートの形成などが進められている。また、海岸においても海岸環境の整備が重視されている。このような取り組みの中で、閉鎖性水域(例えば港内の水域)における水質浄化も重要な課題の一つであり、早急な対応が迫られている。しかし、水質改善の定量的な指標はまだ十分に示されておらず、浄化方法も状況に応じて適宜決められている。本研究は、ブロック積み堤のような構造物に期待される水質改善について、入射波の特性や構造物の特性を入射波高と空隙の大きさの相対比( $H_I/d'$ )ならびに粒径レイノルズ数( $Re$ )で代表させ、これらが水質改善に果たす役割を検討するものである。

## 2. 実験方法

実験は幅  $0.8m$ 、高さ  $1.2m$ 、長さ  $50m$  の造波水槽中央部に図 - 1 に示す堤体幅  $B=45cm$  のテトラポッド模型を用いた直立型ブロック積み堤を構築し、ファイバー直径  $6mm$  の光学式濁度計により堤体後方水域の 4 断面(堤体後面からの距離  $x=25cm$ 、 $50cm$ 、 $100cm$ 、 $200cm$ )の各 4 測点(水面からの深さ  $z=8cm$ 、 $17cm$ 、 $26cm$ 、 $35cm$ )において濁度の時間的変化を調べた。濁度はカオリナイトを用い、堤体後方水域の初期濁度を  $100ppm$  に設定した。水質改善率( )は濁度の低下量を初期濁度で割ったものである。実験方法は堤体後方水域からカオリナイト溶液が流出しないよう堤体後面に引き上げ式の仕切板を設け、堤体に波が入射する直前に仕切板を開け濁度の変化を計測した。透過波高は堤体後面から常に  $3.5m$  離れた位置で容量式波高計により測定し、入射波高は無堤時における同位置の波高とした。実験に使用した波はすべて規則波で非越波とした。実験波と構造物の諸元を表 - 1 に示す。ここで、 $d'$  はブロック 1 個の体積と同体積の球の直径を表したもので、空隙の代表長さである。なお座標は堤体後面を  $x=0$  として後方に正を、また水面を  $z=0$  として下方を正としている。

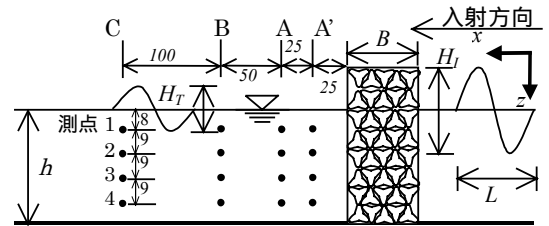


図 - 1 実験断面 (単位:cm)

表 - 1 実験波と構造物の諸元

水深	$h$ (cm)	40
入射波高	$H_I$ (cm)	3.96 ~ 15.22
周期	$T$ (sec)	1.8
波長	$L$ (cm)	327
相対水深	$h/L$	0.122
波形勾配	$H_I/L$	0.012 ~ 0.047
ブロック高さ	$d$ (cm)	7.2 12.2 18.9
空隙代表径	$d'$ (cm)	5.8 9.9 15.3
波高・空隙代表径比	$H_I/d'$	0.26 ~ 2.59
粒径レイノルズ数	$Re$	6200 ~ 62800

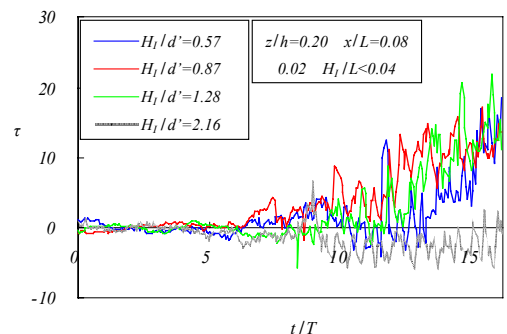


図 - 2 水質改善率の時間的変化

## 3. 実験結果と考察

### (1)水質改善率の時間的変化

水質改善率( )の時間的変化の一例を図 - 2 に示す。この図は A'断面、測点 1 の結果で、波形勾配( $H_I/L$ )は  $0.020 \sim 0.040$  の範囲にあり、波高・空隙代表径比( $H_I/d'$ )をパラメータにしたものである。  $t/T=6$  まではほとんど変化はないが、波が入射

し始めると  $H_I/d'$  が小さい場合ほど  $K_T$  が大きくなり短時間のうちに最大 20%程度を示すケースもある。なお  $H_I/d'=0.57$  の場合の水質改善が進まなかった理由は、仕切板をあけた直後に、濁水が仕切板の前方に流出し、この濁水が再び流入したことが目視観察されており(写真 - 1)、これが原因と考えられる。

(2)透過率および水質改善率と波高・空隙代表径比の関係

透過率( $K_T$ )および水質改善率( $\tau$ )と波高・空隙代表径比( $H_I/d'$ )との関係の一例を図 - 3, 図 - 4 に示す。図 - 3 において  $H_I/d'$  が大きくなると  $K_T$  は減少するが  $H_I/L$  による違いはあまり認められない。図 - 4 では、 $H_I/d'$  の増加に伴い、 $\tau$  は一定または緩やかな減少を示す。また  $H_I/L$  が大きいほど平均的な値も大きくなる。これに加えて、 $K_T$  が小さい場合でも透過波高( $H_T$ )が大きければ水質の改善は活発に行われる。このことから、本実験のようなブロック積み堤による水質改善を期待する場合、 $H_I/d'$  の値は、重要なパラメータとなる。

(3)透過率および水質改善率と粒径レイノルズ数の関係

透過率( $K_T$ )および水質改善率( $\tau$ )と粒径レイノルズ数( $Re$ )との関係の一例を図 - 5, 図 - 6 に示す。図 - 5 から、各  $H_I/L$  において  $Re$  の増加に伴い、 $K_T$  は指数関数的に増加することは明らかである。図 - 6 では  $Re$  が増加しても  $\tau$  の変化は大きくないことが分かる。しかし  $H_I/L$  が大きいほど、平均的な値は大きい。

4. おわりに

ブロック積み堤のような構造物に波が入射する場合の水質改善は、堤体に近い場所では、わずかな時間で 20%程度まで改善することもあり、波高・空隙代表径比( $H_I/d'$ )が小さいほど水質改善率( $\tau$ )は大きくなる。このことから  $H_I/d'$  の値は、水質改善において重要なパラメータである。また  $Re$  には、粒径レイノルズ数( $Re$ )の直接的な影響は認められない。ただし、透過率( $K_T$ )が小さい場合でも透過波高( $H_T$ )が大きくなれば、 $\tau$  も大きくなることから  $K_T$  だけでなく  $H_T$  の把握も必要と考えられる。今後は各断面における流速についても実測し、これと  $\tau$  の関係についても明確にして行きたい。

参考文献 1) 榎木 亨・井田康夫・後野正雄・菅 智浩: 透過性構造物による波変形の模型実験の限界について, 海岸工学論文集, 土木学会, 第 39 巻(2), pp616-620, 1992. 2) 櫻本明子・井田康夫・矢野嘉章: 直立ブロック積み堤の海水交換機能に関する基礎的研究, 第 57 回年次学術講演会概要集, 土木学会, -048, 2002

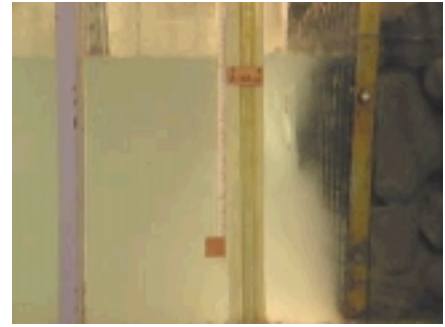


写真 - 1 水質改善の状況( $H_I/d'=0.57$ )

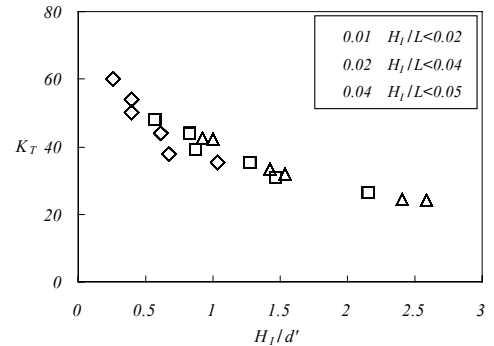


図 - 3 水質改善率と波高・空隙代表径比

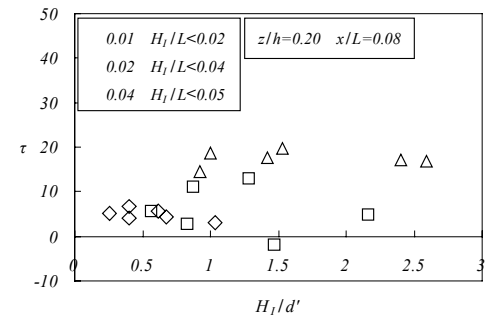


図 - 4 水質改善率と波高・空隙代表径比

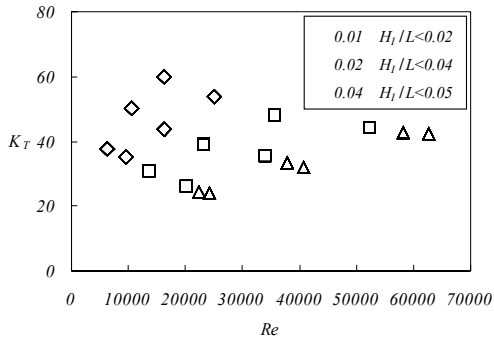


図 - 5 透過率と粒径レイノルズ数

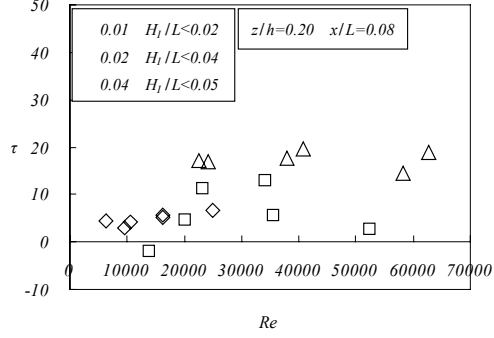


図 - 6 水質改善率と粒径レイノルズ数