

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

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

矢野 嘉章

大阪工業大学大学院

学生員

○榎本 明子

1. はじめに

港湾並びに漁港は、静穏性の確保が第一義となるため必然的に閉鎖性が強くなり、近年、水質の悪化が深刻化している。このため内水域の水質改善策の一つとして防波堤の一部を透過性構造物に置き換える方法も採られている。当然、全長が透過性を持つブロック積み防波堤の水質改善効果は大きい。しかしブロック積み堤の海水交換特性についてはまだ明らかにされていない点が多い。本報ではその仕組みと水質改善の程度を明らかにするための第一段階として直立ブロック積み堤を用いた水質改善実験を行い、港内における濁度の時間的変化や、波とブロックの特性、すなわち入射波高と空隙の大きさの相対比(H_I/d')や粒径レイノルズ数(Re)が水質改善率にどのような影響を及ぼすのかについて報告する。

2. 実験方法

実験は幅 0.8m、高さ 1.2m、長さ 50m の造波水槽中央に、**図-1**に示す堤体幅 $B=45\text{cm}$ 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、光学式濁度計により港内側の水域の4断面(堤体後面からの距離 $y=25\text{cm}$, 50cm , 100cm , 200cm)の16測点(水面からの深さ $z=8\text{cm}$, 17cm , 26cm , 35cm)において水質の時間的変化を調べた。濁度はカオリナイトを用い、港内側の初期濁度を 200ppm に設定し、波の入射にとまなう濁度の変化を測定して水質改善率(τ)を求めた。 τ は濁度の低下量を初期濁度で割ったものである。また港内側の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 $y=0$ として後面に正を、また水面を $z=0$ として下方を正としている。

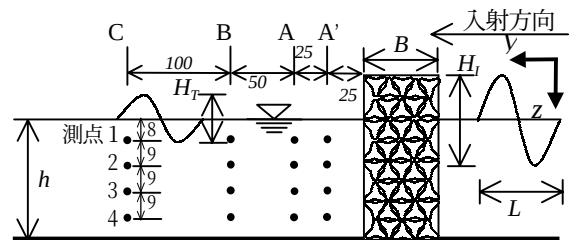


図-1 実験断面 (単位:cm)

表-1 実験波と構造物の諸元

水深	h (cm)	40
入射波高	H_I (cm)	8.0
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	0.025
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'	0.52 0.81 1.36
粒径レイノルズ数	Re	13400~34700

3. 実験結果と考察

(1) 堤体付近の流況

図-2は $d'=15.3\text{cm}$ の堤体付近の流況を表したもので、水深の midpoint よりやや上の方から水塊が流入する。 $d'=15.3\text{cm}$ の場合、常にこの付近から水塊が流入することとなり水質改善率(τ)に大きく影響を及ぼした。この流況はブロックの形状によって

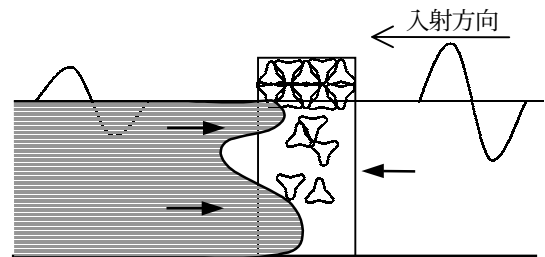


図-2 堤体付近の流況

キーワード: 海水交換, 水質改善率, 透過率, 波高・空隙代表径比

連絡先: 〒536-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学 工学部 都市デザイン工学科(TEL06-6954-4146 FAX06-6957-2131)

異なり、空隙が小さくなるほど濁水と清水の境界面が鉛直方向に一様で波状にならず、ブロックの大きい場合に比べ改善率も小さくなる傾向が見られる。この結果から見て、波高・空隙代表径比(H_l/d')が大きくなると τ は小さくなるようである。

(2) 水質改善率の時間的変化

水質改善率(τ)の時間的変化(t/T)の一例を図-3に示す。この図はA'断面、測点1の結果で H_l/d' をパラメータにしたものである。 $t/T=12$ までは τ に変化がなくほぼ一定であるが、この後、港内側に波が入射し始めると急激に τ が変化し、60%以上の値を示すこともある。そして、この τ の値は H_l/d' によって大きく異なり、 H_l/d' の小さいほどすなわちブロックが大きいくほど τ が大きくなることが確認された。

(3) 水質改善率と断面位置の関係

水質改善率と断面位置(y/L)との関係の一例を図-4に示す。この図は測点を固定($z/h=0.2$)し、パラメーターを H_l/d' にしたものである。これらの図より断面位置が堤体に近いほど τ は大きくなりA'断面($y/L=0.08$)では最大50%程度となる。そして H_l/d' によって τ が変化することが認められる。

(4) 水質改善率と無次元水深の関係

水質改善率と無次元水深(z/h)との関係を図-5に示す。この図はA'断面で、 τ と z/h の関係の一例を H_l/d' をパラメーターに示したものである。これより、 H_l/d' が小さい場合は水深が浅いほど τ は大きい、他の場合は τ の値に大きな変化は見られない。また $H_l/d'=0.52$ の場合、 $z/h=0.65$ で τ が特に大きい原因はブロック積みの過程で大きな空隙ができ、そのためこの測定点付近で水塊の流入が著しくなったものと考えられる。

(5) 透過率と水質改善率の関係

入射波高に対する透過波高の割合を示す透過率(K_T)と水質改善率との関係の一例を図-6に示す。この図はA'断面の測点1における τ と K_T の関係を表したもので、 H_l/d' が小さくなると K_T が大きくなり、この結果 τ が大きくなることを明らかに示している。このことは透過性構造物による水質改善において空隙の大きさの選択が重要であることを示している。

4. おわりに

ブロック積み堤のような構造物による港内水質の改善は空隙を通して行なわれ、空隙の大きさとその形状に関係する。本報では水質改善率(τ)は波高・空隙代表径比(H_l/d')によって変化し、 H_l/d' が小さくなると透過率(K_T)が大きくなり τ が大きくなることが認められた。また短時間で水質改善率が60%になったケースもあり、透過性構造物によって相当な水質改善が見込まれる。今後は実験条件を広範囲に設定し、 τ と H_l/d' および粒径レイノルズ数(Re)との関係を明らかにしたい。

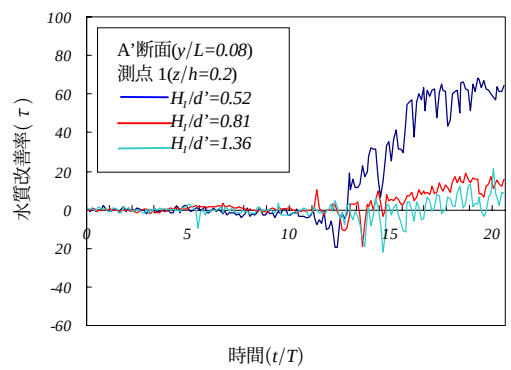


図-3 水質改善率と時間的変化

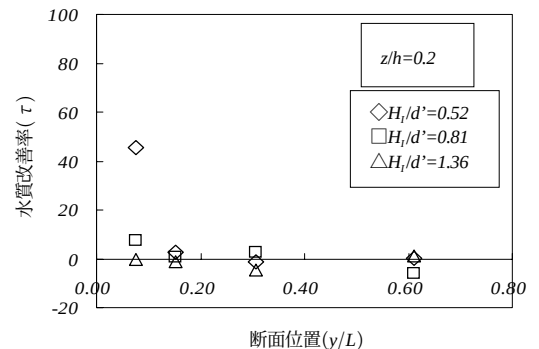


図-4 水質改善率と断面位置

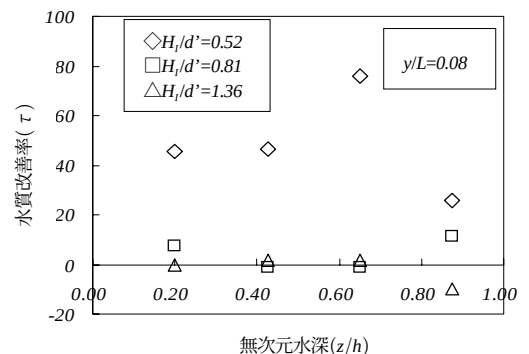


図-5 水質改善率と無次元水深

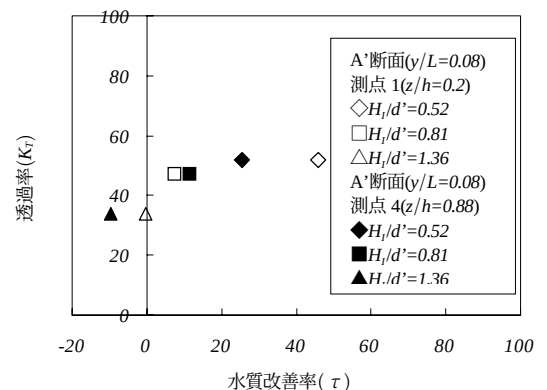


図-6 透過率と水質改善率

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) 和田安彦・三浦浩之：透過性石積み堤水質浄化システムの水質浄化特性と浄化効果の研究，土木学会論文集，No. 566/VII-3，pp1-12，1997.5.