

九州大学大学院 学生員○小橋 乃子 鞠 承 淇 和田 真人

九州大学工学部 正 員 小松 利光 矢野真一郎 藤田 和夫 柴田 敏彦

1.はじめに 我が国の閉鎖性海域の多くはいずれも深刻な水質問題を抱えており、海域環境の改善が望まれている。そのような問題に対処するために、著者らは水質の悪化した閉鎖性海域に流れの方向により抵抗差をもつ人工構造物を設置することによって潮汐残差流を制御し、外海水と湾内水の海水交換を促進する方法を提案している。これまでこのような特性をもつ底面粗度による海水交換の促進効果については数値実験的に検討¹⁾されてきたが、今回は底面粗度を実際に往復流水路に設置し、湾奥部に投入された染料の残存率を測定することにより海水交換促進効果の確認を試みた。

2.実験装置と測定方法 実験に用いた装置を図-1に示す。水路は幅0.25 m、高さ0.25 m、長さ1.30 mの亚克力製の内湾部と幅1.5 m、高さ0.8 m、長さ3 mのステンレス製の外海部からなり、海域奥にあるフロートを上下させることによって潮汐を発生させた。また、底面が湾内と同じ高さになるように外海部に亚克力板（0.4 m × 0.75 m）を取り付けた。さらに、予備実験において外海部の流れの不安定な状態が海水交換に大きな影響を及ぼすことが問題となったため、外海の流況を整えるという意味合いから、内湾部から外海部へかけて中板（0.2 m × 1.2 m 厚さ0.5 mm）を設置した。

湾奥部の海水交換能を調べるために湾奥から0.45 mの範囲を測定範囲として潮汐発生前に板により仕切り、蛍光染料（フルオレセインナトリウム 約 0.01 g）により様に彩色した（図-2参照）。潮汐発生と同時に仕切板を取り除き、経時的に採水することによって湾奥部における濃度の変化を調べた。採水は満潮時に湾奥部の10ヶ所において同時に行い、湾奥部の平均濃度を求めた。分光光度計によって測定された各時刻の濃度は初期濃度を100とした残存率に換算された。また、外海が停滞しないように外海背後部から水道水を供給した。実験に用いた底面粗度はこれまでの研究結果^{2),3)}から有効な粗度形状の一つであると考えられる1/4球面型とし（図-3参照）、相対水深(h/k)を5（粗度高さ k = 2.1 cm、平均水深 h = 10.5 cm）とした。また潮汐の周期は60秒、振幅を2 cmとし、外海での水道水供給量は45 m³/sec.になるように設定した。

3.実験内容と結果 <実験1> 水路中央部の中板を人工島と見なし、人工島周りに反時計周りの潮汐残差流を生成するように底面粗度を配置した。底面粗度の配置と実験結果を図-4, 5に示す。Type1は中板の両側に10cm間隔で粗度を配置したもので、この場合は粗度がない場合とほぼ同様の結果となっている。着色水の流動に着目すると、上げ潮時には図-4の中板の上部から透明な外海水がより多く流入し、下げ潮時には湾奥部の着色水が中板下部から多く流出している様子が観察され

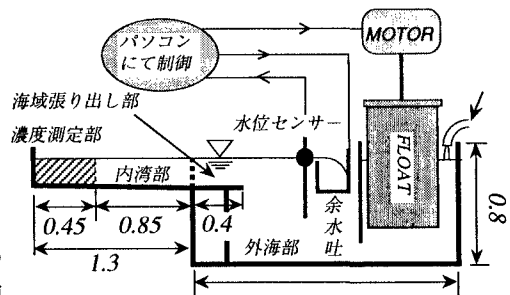


図-1 実験水路概略図（単位m）

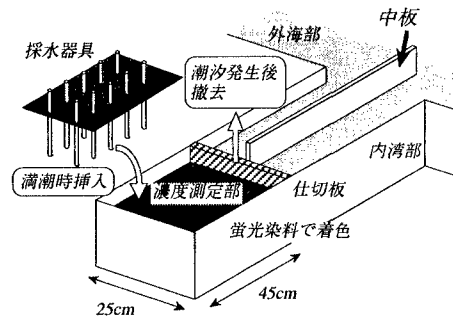


図-2 実験状況イメージ図（単位m）

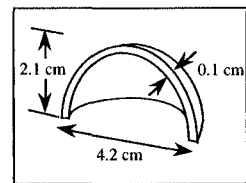


図-3 実験に用いた底面粗度（1/4球面型粗度）

Key words: 海水交換, 底面粗度, 潮汐残差流, 水質浄化, 閉鎖性内湾

〒812-81 福岡市東区箱崎6-10-1 TEL 092-642-3282 FAX 092-642-3279

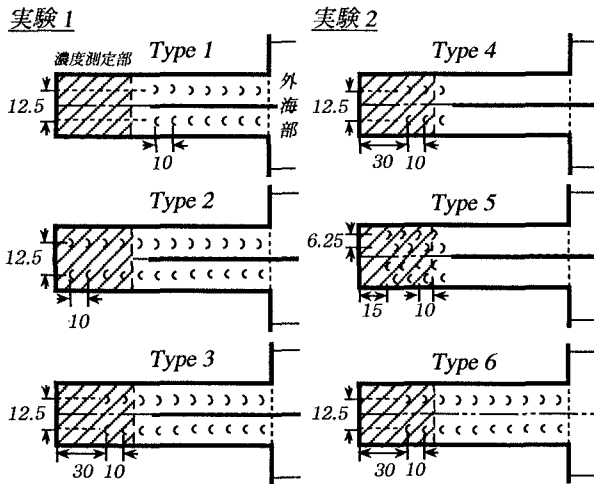


図4 底面粗度の各配置パターン（単位：cm）

た。このことから中板を中心に反時計回りに一方向の潮汐残差流が生成されていたと思われるが、生成された潮汐残差流が中板先端付近で回り込み湾奥部まで到達しなかったために海水交換の実質的な促進には至らなかったと考えられる。そこでType2として底面粗度を湾奥部に到るまで配置した。その結果、10周期以降では湾奥濃度が粗度を設置しない場合と比較して相対的に約25%程度減少した。この実験でも反時計回りの流動が見られたが、流速の小さい最湾奥部において底面粗度の間に着色水が貯留されている様子が観測された。そこで最湾奥部の粗度を取り除いたType3について実験を行った。その結果、海水交換は更に促進され粗度なしの場合と比べて相対的に60～65%の濃度を低下できるという結果が得られた。

＜実験2＞ 中板の影響がない領域において底面粗度のみで平面的な残差流をつくるために図-4に示すType4～6のような粗度配置で同様な実験を行った。Type4はType3の配置から中板周りの粗度を除いた形であり、Type5は粗度差を大きくするために粗度の配置を左右二列の千鳥配置とした。また、Type6は実験1で最も効果のあったType3の配置から中板を取り除いている。図-6に示した測定結果を見るといずれの配置パターンも粗度による濃度軽減効果が見られなかった。また、この実験においてはいつれの配置パターンでも着色水が幅方向に一様化しており、明確な潮汐残差流の存在は確認されなかった。

4. まとめ 本実験より次のような結果が得られた。

- 1) 水路のような細長い海域に一方向流れを生成させる場合には粗度がない場合と比べて湾奥部の濃度を最大65%程度軽減することができ、底面粗度による海水交換促進効果が確認された。
- 2) 湾奥の海水交換を促進するためには、湾奥部に到達するスケールをもつ潮汐残差流を生成するように粗度を配置することが必要である。

今後は平面的な拡がりをもつ往復流水路による底面粗度の海水交換促進能力の検証実験を行っていく予定である。

-参考文献-

- 1) 小松利光, 他; 方向性を持つ底面粗度を用いた潮汐残差流の創造と制御, 水工学論文集, 第41巻, pp.323～328, 1997., 2) 小松利光, 他; 流れの方向により抵抗特性の異なる人工粗度の開発, 水工学論文集, 第41巻, pp.705～710, 1997., 3) 鞠承祺, 他; 流れに対し方向特性をもつ人工底面粗度の抵抗特性に関する実験的研究, 第52回年次学術講演会概要集, (投稿中)

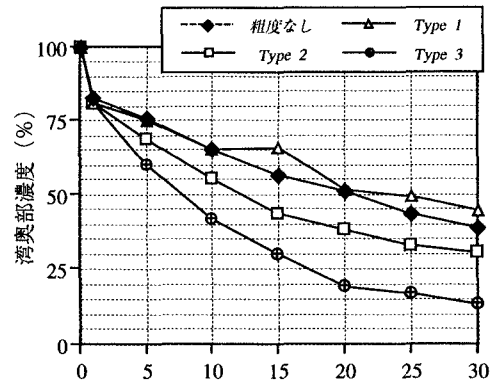


図-5 湾奥部濃度の時系列図（実験1）周期

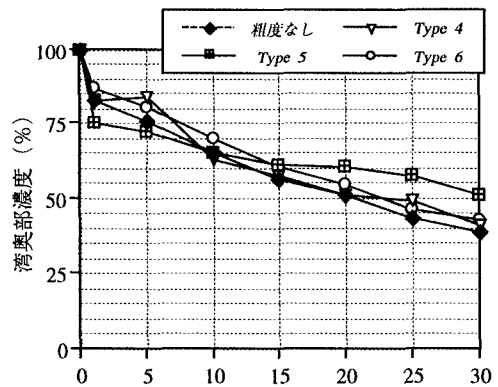


図-6 湾奥部濃度の時系列図（実験2）周期