

通水路型防波堤の海水交換機能に関する研究

(株)奥村組 正会員 森田修二
 大阪大学 正会員 出口一郎
 大阪大学 尹 晟鎮

1. まえがき

閉鎖性水域となる港湾では海水の循環が妨げられ水質悪化が問題となることがある。著者らは港内の水質改善・維持を図ることを目的として、通水路を有する透過性防波堤の波の遮蔽性や通水特性に関する研究を行ってきた。一般に、波の遮蔽と海水の交換は相反する課題であり、透過性防波堤を適用するには波の透過性と海水交換機能の両面を検討する必要がある。著者らは通水路型の防波堤の中でも、単なる水平型よりスロープ型やステップ型の通水路を有する防波堤が波の遮蔽性に優れていることを示し¹⁾、通水特性についても検討してきた²⁾。一方、港湾全体の防波堤の配置を考えた場合、これらの通水路型防波堤は部分的に配置されることが予想される。したがって、港内の海水交換量を評価するためには、防波堤周辺の流況を考慮した検討が必要である。本研究では、海浜流や潮流を想定した定常流れ場における模型実験と数値解析によって海水交換機能の研究を行っているが、ここでは、海浜流を模擬した流れ場の結果について報告する。

2. 実験の概要

平面水槽内に港湾模型を配置し、通水路型防波堤による水交換量を把握する実験を行なった。図-1には、平面水槽(13m×4.5m)に配置した港湾の模型(2m×1.5m)を示した。水深は15cmである。水槽内の水を循環させて上流(図の右側)から定常流を与えたが、現地の海浜流を模倣したものと考えている。模型は1/50程度のスケールを想定し、流速は10cm~20cmとした。港湾の両側面には通水路型防波堤を配置し、通水路型防波堤には、スロープ型と水平型のを製作した。図-2にはスロープ型通水路の防波堤の模型を示したが、防波堤を4ブロックに割り、通水口の配置や開口高さを一定の範囲(1cm~5cm)で変更できるようにして開口率とともに通水路の配置による水交換機能の差違が検討できるようにした。港内に懸濁物質を投入し港内濁度の変化から水交換量の評価を行なった。懸濁物質にはカオリナイトを用い、分散剤を添加して沈降や付着を防止した。なお、模型の通水特性は2次元水槽における実験で既に検証²⁾しており、非線形のダルシー則を用いて水位勾配によって通水路内の流量が評価できることを確認している。

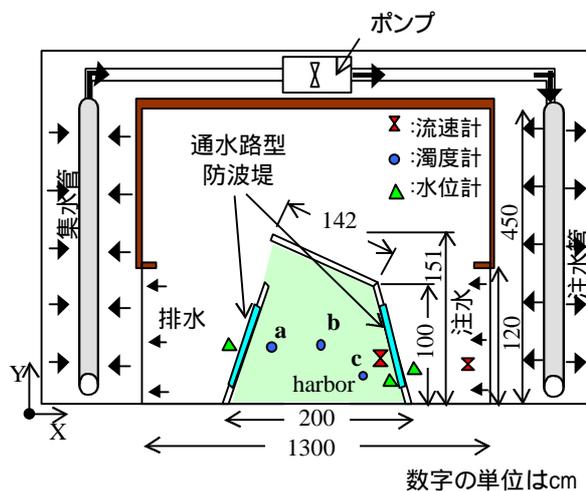


図-1 実験水槽の概要

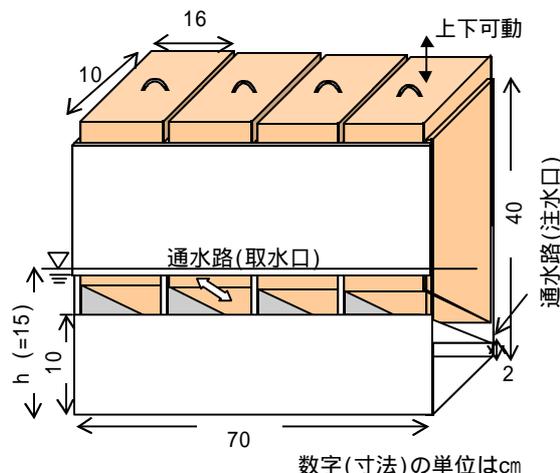


図-2 通水路型防波堤の模型 (スロープ型)

キーワード：海水交換、通水路型防波堤、スロープ型通水路、水平型通水路 連絡先：〒545-8555 大阪市阿倍野区松崎町 2-2-2(株)奥村組 TEL:06-6625-3772 FAX:06-6623-7699 E-mail:oku06986@gm.okumuragumi.co.jp

3. 実験結果と考察

図-3 と図-4 は実験で得られた港内濃度の経時変化を示し、図-5 には解析結果を示した。流速は平面水槽の流入口で 11cm/s であり、港湾模型の両側の通水路を全ブロックを 1cm 開口している。実験では港口と通水路を全て閉じて流れ場を定常にした状態で港内に懸濁物質を投入、攪拌した後、港口と通水路を開口した。図の横軸は開口後の時間である。真水が上流側から流入して測点 c から順次に濃度が低下するが、港内の壁に沿って小さな循環流が発生するため中央の測点 b の低下が遅れてくる。濃度低下は通水路の通水性と同じく水平型の方が若干速い。解析手法は既に報告²⁾したが、流れ場を海浜流の方程式で濃度変化を移流拡散方程式を用いて求める。解析は水平型の結果で、平均濃度は港内の平均と 3 測点の平均を示した。概ね実験結果を再現できているが、解析では港内の循環流や測点 b の濃度低下の遅れは評価できていない。

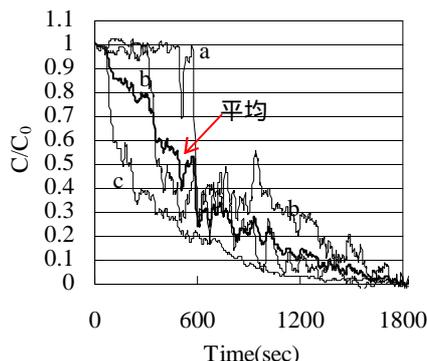


図-3 濃度の変化(スロープ型)

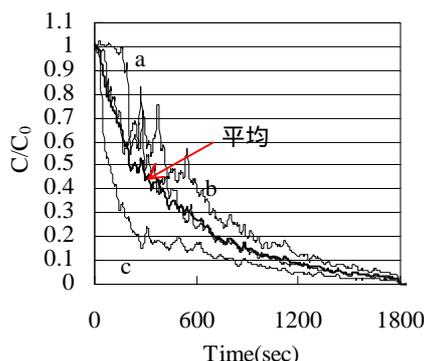


図-4 濃度の変化(水平型)

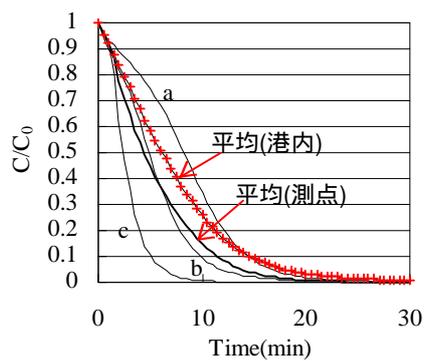


図-5 濃度の変化(解析結果)

図-6、図-7 には、通水路の通水性から求めた港内水の交換に要する代表時間と濃度低下に要した時間の相関関係を示した。水交換の代表時間とは、通水路(上流側)の開口面積 A と代表流速(流入流速) u の積の流量 $Q (=A \times u)$ と港内の水量 V から、 $t_r = V / Q$ で表される時間である。図中の印は 3 測点の平均濃度比が 0.5, 0.3, 0.1 にまで低下する時間を表している。なお、通水口を閉じた状態で真水の濃度にまで低下するのに要した時間 t_0 (125 分) で無次元化している。

いずれの濃度でも良い相関が得られており、このような評価手法で港内水の交換時間が推定できることがわかった。図-7 には解析結果を示した。実験結果の近似直線と比較してほぼ同様の結果が得られており、解析的にも予測可能であることがわかった。

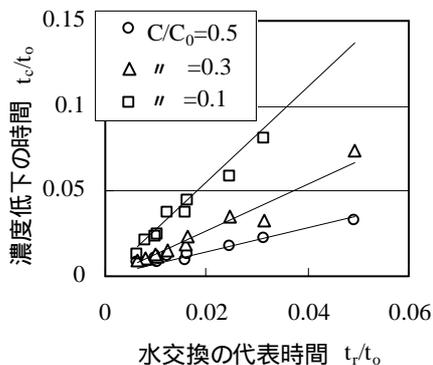


図-6 代表時間の相関(実験)

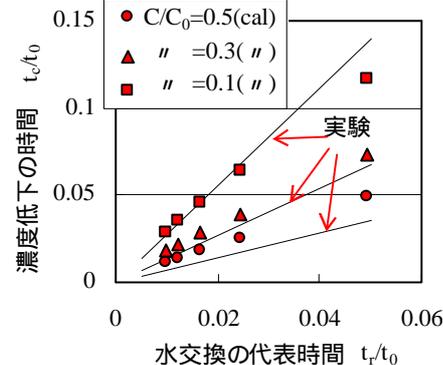


図-7 代表時間の相関(解析)

4. 結論

本研究では港湾における周辺の流況を考慮した通水路型防波堤の水交換機能を模型実験と数値解析によって検証した。実験結果から、港内の水交換に要する時間は、港湾周辺の代表流速と通水路の開口率で評価できることがわかった。また、数値解析でも再現できることがわかった。現地に適用するには、実大スケールでの通水特性などを確認する必要があるが、このような手法で現地の汚濁状況を考慮して通水路の開口率を概略的に設定し、数値解析によって詳細な設計が可能と考えられる。

[参考文献]

- 1) 森田修二, 出口一郎: スロープ水路を有する透過性防波堤に関する研究, 海岸工学論文集, 第 46 巻, pp.1101 ~ 1105, 1999
- 2) 森田修二, 出口一郎: 通水路型防波堤の通水特性に関する研究, 海洋開発論文集, 第 16 巻, pp.273 ~ 278, 2000