

導流堤による内湾の海水交換に関する研究

山口大学工学部
中国工業技術研究所
山口大学工学部

正会員 ○朝位孝二
正会員 山崎宗広
学生員 萱寫嘉郎

1. はじめに

内湾、漁港、工業港などの閉鎖性の海域では、海水の停滞によって引き起こされる水質の悪化が生態系や衛生面で問題となっている。動力ポンプ、エアレーションなどの人工エネルギーを利用した改善工法も考えられるが経済的ではない。導流堤などの構造物、海底地形の改変等による流況制御工法が、経済的かつ有効な手段としてとりあげられる。本研究では2個の開口部を持つ湾を想定し、開口部に導流堤を設置して湾内水の停滞性改善、および外海との海水交換の活性化を試みた。

2. 実験内容

図1に示すように平面水槽内に湾規模 3m×5m、湾口幅 0.5m (2個)、水深 14cm のモデル的な湾を設定した。実験条件として潮汐の周期 180 秒、潮汐の振幅 0.6cm を与えた。流況制御工法は、アクリル性の導流堤（長さ 50cm、25cm）の組み合わせによって5ケースおこなった。各ケースを図2に示す。潮汐の発生には平面水槽内に設備されているプランジャー式起潮装置で行った。湾内全体の流況や湾内の海水交換については、湾内に均一（20cm 格子状）に初期配置された計 360 個の浮標ボール（直径 35mm、比重 0.92）の移動から評価した。潮汐の振幅のチェックには、湾内と外海のそれぞれにサーボ式水位計を設置した。

3. 実験結果

図3は内湾に残っているボールの数をカウントして評価した残留率の各ケースの比較である。残留率が低い程、海水交換は良い。10周期間測定し各ケースの残留率を求めた。導流堤を設置した CASE 1～5 よりも流況構造物を設置しない CASE 0 のほうが海水交換は良い結果となった。

図4は浮標ボールを 1 周期間追跡して得た

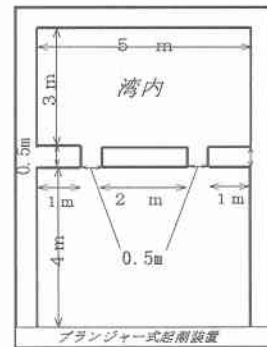


図1-平面水槽概略図

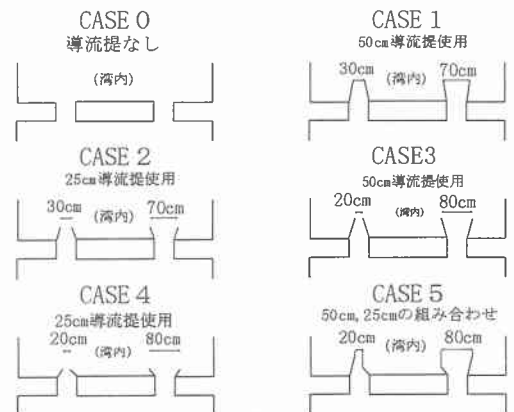


図2-実験ケース

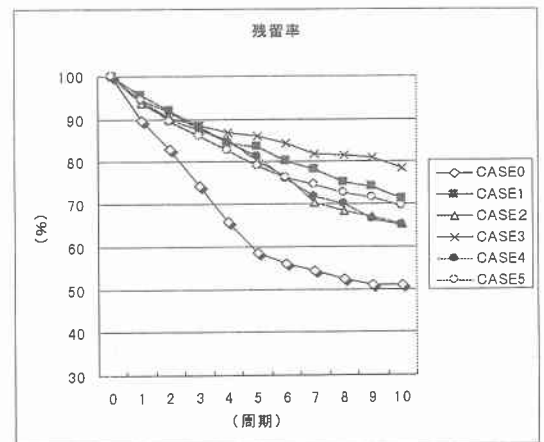


図3-実験で得られた残留率

流跡図である。干潮時をスタートとして始点を○印で示している。導流堤を使用した CASE 3 と CASE 4 では、CASE 0 よりも渦が強化され湾奥の流れも活発になっているのが確認できる。なおこの流跡図は 3 周期目の始め(干潮)から 4 周期目の始めまでの 1 周期間を測定したものであるが、他の周期によっても同じような流れがみられ定常的な循環流が存在しているものと思われる。

4. 数値計算の概要と結果

数値計算によって実験ケースの流況を再現した。浅水方程式を用い、条件として潮汐の周期 180 秒、振幅 0.6cm (実験と同じ)を与え、動粘性係数 $0.01\text{cm}^2/\text{sec}$ 、空間差分間隔 10cm、時間間隔 0.005 秒とした。図 5 に潮汐残差流の流線を示す。定性的には実験と同様の循環流が再現された。導流堤の効果により湾内の循環流が強化されたことがわかる。

浮標ボールを用いて残留率を評価する方法は精度がボールの数に依存するため精度に多少の疑問が残る。そこで残留率についても数値計算によって再検討を行った。湾内側全域に 2cm 間隔で計 37500 個のマーカを配置しランジュ的に追跡、10 周期までの湾内に残るマーカを数えて残留率を求めた。計算から求めた残留率を図 6 に示す。CASE 0 が最も残留率が小さいことが分かった。

5 考察

本実験では、導流堤の設置によって湾開口部の流速を速くすることによって潮汐残差流を強化させ、海水交換の促進を試みた。その結果、湾内の流況を変化させて停滞性の強い湾奥部の流れを活性化させることができた。しかしながら海水交換の促進につながるとは限らなかった。今回のケースについては導流堤背後の流れが弱く、また開口部を極端にせばめたため内湾水がうまく外海にでられないことに原因があると思われる。湾内水を外海に効率良く交換させることが目的であり、それに適した導流堤の設置位置については今後の課題としたい。

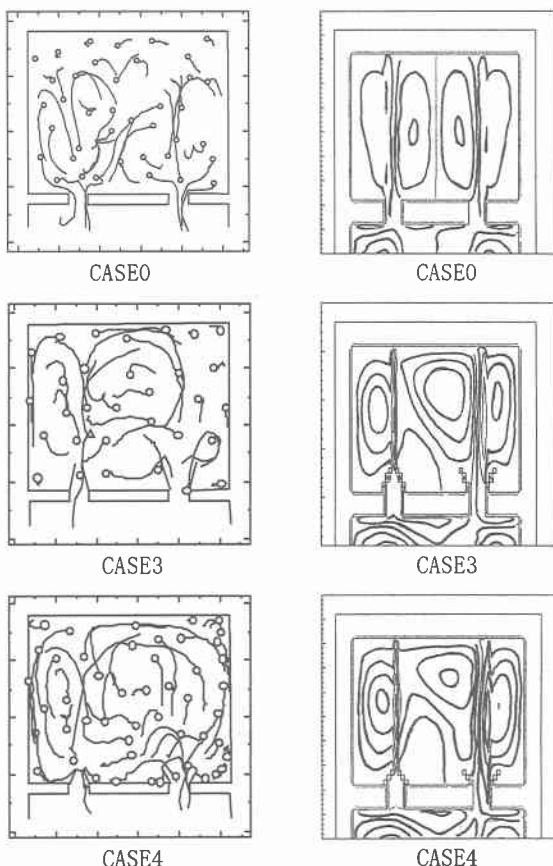


図 4 - 流跡図

図 5 - 数値計算で求めた流線図

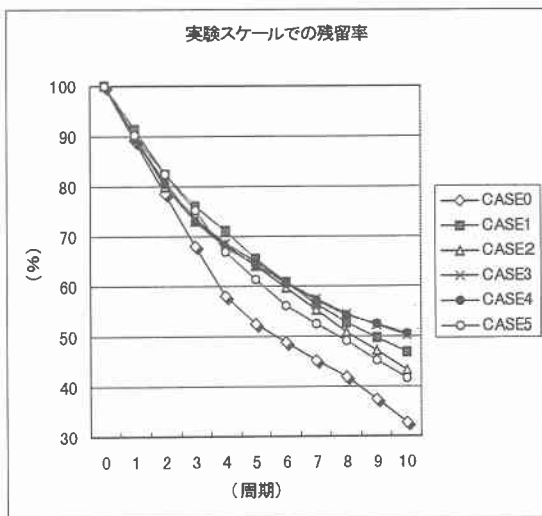


図 6 - 数値計算で求めた残留率