

湾口部地形改变の基礎的研究

中国工業技術研究所	正員	○山崎宗広
中国工業技術研究所	正員	宝田盛康
中国電力(株)技術研究センター	正員	今岡安則

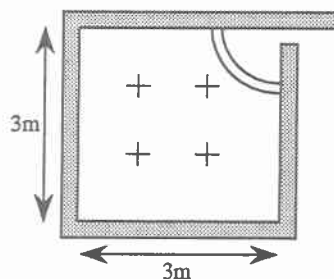
1. はじめに

閉鎖性海域や埋立によって形成された人工水域内では、広い範囲で水域が停滞して富栄養化しており、赤潮の発生や貧酸素水塊の形成といった、水質環境問題が引き起こっている。このような浄化機能が低下している海域では、これを修復・強化・補償していく技術(ミチゲーション技術)が強く求められている。ミチゲーションの実施には生態系も含めた総合的な技術が必要となるが、著者らは湾における流況を制御して海水交換速度を適切なレベルで維持・管理することで、物理的な面からミチゲーション技術の検討を行っている。本報告では、沿岸域における湾や灘の水平形状を基礎的な閉鎖型矩形湾として取り扱い、湾内流況の制御のための要素的なものとして湾口部の海底形状に着目し、深み埋め込み効果による湾内循環流の変化機構と海水交換性の変化を水理模型実験により検討した。

2. 湾口部地形改变実験

狭い湾口を持つ閉鎖性湾では、湾口部を含めその近傍が湾内の平均水深より深くなっていることが多く、湾内水深への漸浅化する地形変化の度合いによって湾内に生じる循環流や湾内各水域および湾全体の海水交換が規定されている。そこで、3m×3mの規模で、開口幅30cmのモデル的な矩形湾を平面水槽に設置し、図1に示すように湾内側の海底に急勾配型のスロープ(7/13勾配)を設けた場合(以下、急勾配型地形と呼ぶ)と、湾口部でステップ的な地形変化による場合(以下、ステップ型地形と呼ぶ)の2ケースを取り扱った。なお、ステップ型地形は急勾配型地形における湾口部の深みを人為的に埋め込んだ場合を想定している。実験では主要パラメータである、①湾外の水深を10.5cm, 14cm, 17.5cm、②潮汐の周期を120秒, 180秒, 240秒、③潮汐の振幅を0.3cm, 0.5cm, 0.7cmと幅広く変化させて海底形状の違いによる効果を検討した。潮汐の発生には平面水槽に設備されているプランジャー式起潮装置で行い、湾内の流況や海水交換性については、湾内に均一に配置(20cm間隔格子状)した浮標ボール(直径35mm, 比重0.92)の移動から評価した。

(平面図)



(側面図)

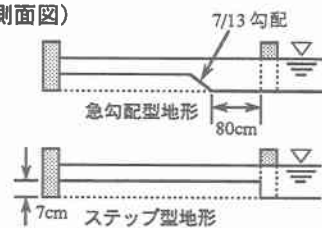


図1 基礎実験地形

3. 実験結果と考察

図2は、これら一連の実験の中で、湾外水深が14cm、潮汐周期が180秒、潮汐振幅が0.5cmとして得られた実験結果であり、(a)は浮標ボールの長期的な移動を、(b)は残差流を示したものである。流跡図は、海底形状が急勾配型地形の場合は3周期間、ステップ型地形の場合は1周期間追跡したもので下げ潮後の憩流時をスタートとして●印で示し、整理したものである。また残差流はデジタル画像処理流体計測システム(nexus製PTVⅡ)により、5秒毎の流速分布を求め19×19メッシュ上に流速データを補間し、1周期間平均して求めたものである。なお、残差流の算出に際しては、空間的に流速データが少なくて補間できないときは空白になるように設定した。流跡図をみると海底形状が急勾配型地形の場合、湾奥部は停滞域のため3周期経っても殆ど動いておらず、潮流の流程を図から求めると10～30cm程度であり、湾内に時計回りの大きな循環流が存在している。一方、ステップ型地形の場合、急勾配型地形でみられたような時計回りの循環流はみられず、

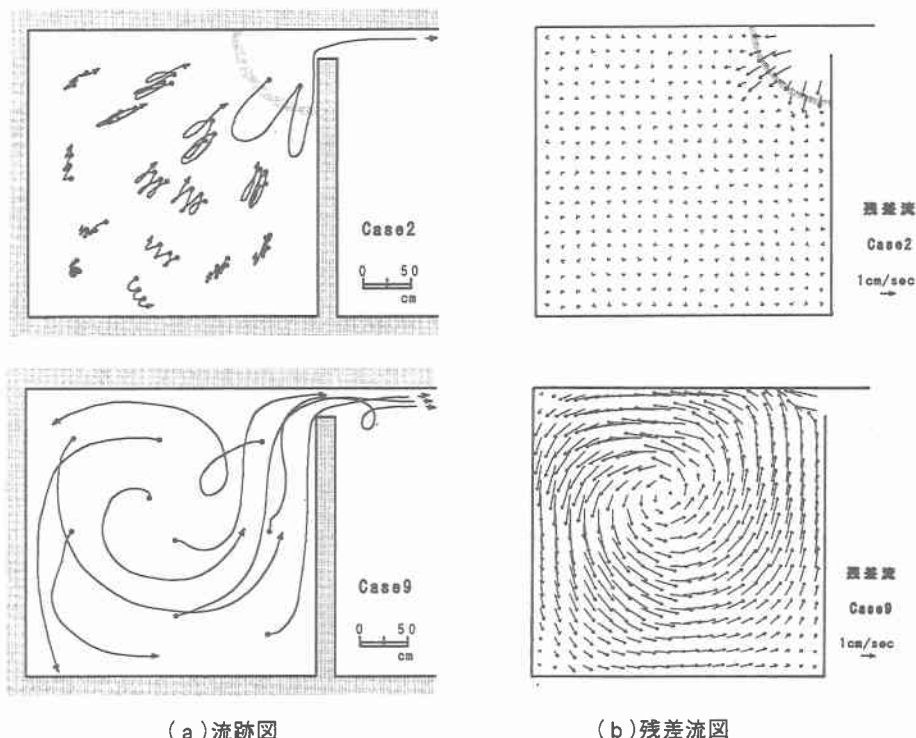


図2 流跡(a)と残差流(b)の比較 (Case 2:急勾配型地形, Case 9:ステップ型地形)

湾内全体に強い反時計回りの循環流が形成されている。以上のように、湾口部の深みが湾内側まで入り込んでいる場合とそうでない場合の差は大きく、その原因は、湾口部で剥離によって形成される潮流渦が海底の漸浅化によって回転を弱められ、十分な誘導速度を得ることができなくなり、湾内に深く進入しきれないことによるものと推測できる。次に、残差流についてみると、急勾配型地形の場合、湾奥よりも湾口部近傍のほうが残差流は大きい。一方、ステップ型地形の場合、湾内全体に強い反時計回りの残差流が形成されている。海底形状の違いによるこのような残差流や循環流のパターンは他の実験ケースでも同様な結果が得られており、残差流の強さは、水深が浅くなるほど、潮汐の周期が短くなるほど、振幅が大きくなるほど大きくなっている。

これまでの研究では、湾内に強い循環流が生成されれば、湾内各水域の海水の平均滞留時間の改善となるばかりでなく、湾内水全体の海水交換を良くするものであることが確認されている。図3は、湾口部における断面平均流速値（上げ潮期間）と平均滞留時間（湾内の海水が入れ換わることに要する時間を表す。厳密には、もとの海水が $1/e$ まで減少するまでの時間、浮標ボールの湾内残留量から算出）の関係を示したものである。この図からわかるように、海底形状の違いにより分類することができ、それぞれの分類の中では平均流速値が大きくなるにつれて湾内水全体の海水交換性も良くなること

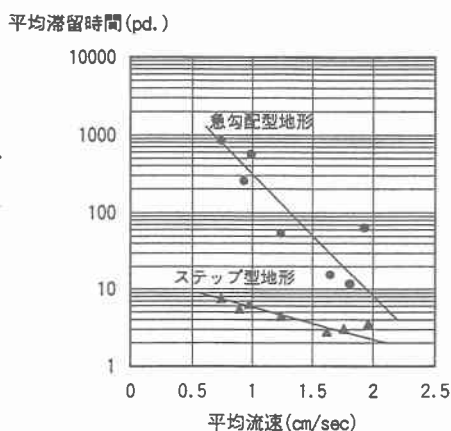


図3 平均流速と平均滞留時間の関係