

諫早湾潮受け堤防水門開閉による流れと海水交換の制御

九州大学工学部エネルギー科学科 学生員 青木 一弘
九州大学大学院総合理工学研究院 正会員 経塚 雄策

1. はじめに

2000年の冬季から、有明海における養殖海苔の不作問題が大きな社会問題となった。その原因及明のために農水省第三者委員会が設置され、諫早湾の防潮堤水門の約2週間の短期開門調査が2002年4月～5月まで行われたが調査結果はまだ発表されていない。これに関して、本研究では諫早湾の近似地形模型を製作し、南北にある排水門を開閉し、粒子を浮かべ流すことによって水門開放時における流動を知り、また各位置の水位と流速を測定する。これらの事により、調整池の海水交換率と開門パターンとの関係を調べる。

2. 研究方法

本研究で用いたモデルの海域を Fig.1 に、地形模型の諸元を Table1 に示す。なお、諫早湾の海底部分は本研究では海底を水平であると近似し模型を製作した。数値計算では、50m メッシュで再現した地形データを採用している。

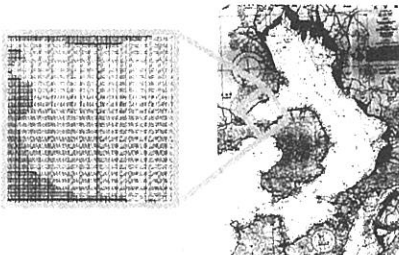


Fig.1 モデル海域

2.1 実験から解析まで

PCにより潮汐発生装置を制御し、水槽(5m×3m)の端にあるフロートを上下動させることにより潮汐を発生させる。

実験の流れとしては、まず初めに Fig.2 に示す実験装置で×の位置では電磁式流速計、●の位置には超音波式水位計により、流速と水位を測定した。また粒子を投入し潮汐を起こし、そして水槽の上部にセットされたデジタルビデオカメラで撮影し、撮った映像をPCに取り込み、画像解析ソフトにかけた。なお、粒子の動きを滑らかにするために界面活性剤を使用した。

実験では、門を閉じた状態で数周期運転し、その後水門開門と同時に粒子を投入した。水門開閉のタイミングにより粒子残留率が変化するので、Fig.3 に示した幾つかの開閉のタイミングについて実験を行った。

ただし、水門開閉は全て外潮位が0m以下になる時に行っており、調整池内の水位は常に0m以下に保たれることになる。

残留率については調整池内に粒子を投入し、水門の開放とともに流出する粒子を除き、調整池内に残存する粒子数から計算される次の残余関数 $r(t)$ によって評価した。

$$r(t) = n/N \quad (1)$$

ただし n は一周期後における調整池内に残存する粒子の総数 N は投入粒子の総数である。本実験では $N=151$ とした。

Table1 模型の緒元

	諫早湾	模型	縮尺比
全幅[m]	7500	3.00	1/2500
北水門[m]	200	0.08	
南水門[m]	50	0.02	1/100
水深[m]	4	0.04	
潮汐周期[s]	44700	180	1/250

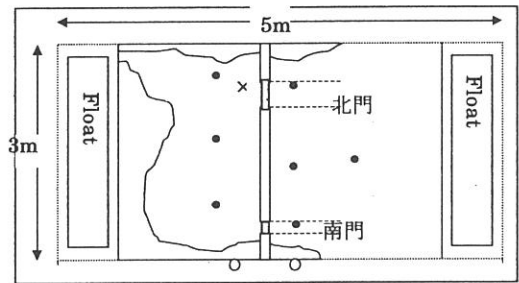


Fig.2 実験装置

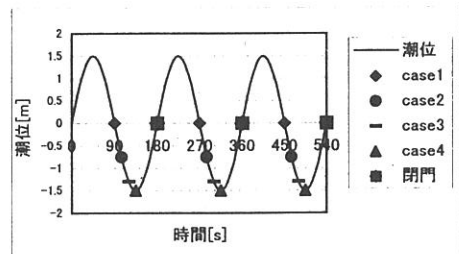


Fig.3 潮位振幅と水門の開閉時間

2.2 数値シミュレーション

Fig.1 の海域を対象にして 3 次元多層モデルによる潮流計算を行った。ただし、水深については今回の模型実験に合わせて 4m の一定とした。開境界における強制水位は M2 分潮だけを考慮し、潮位振幅 1.5m、周期を 12.42 時間とおいた。また、粒子追跡法による流れの可視化については、海水と同じ密度の仮想粒子をおいて計算を行った。

3. 結果と考察

Fig.4 は case1 での調整池内外の水位を実験と数値シミュレーションで比較したものである。この比較から実験での潮位振幅が計算値やや大きかったために調整池側の最低水位が実験値の方が計算値よりも低くなっているが、水位の波形等から判断すると良い精度で実験を数値計算が表現できていると思われる。

Fig.5 は case1 での流速を実験での計測値と数値シミュレーションでの流速を比較したグラフを示している。グラフの流速値は正の値が湾内から湾外に向かう方向である。湾外への流速の最高値は実験値と計算された値ともに約 1.2[m/s]である。湾内に向かう流速の最高値は実験値で約 4.4[m/s]となっていて、計算値は約 4.0[m/s]となっている。これも良い一致を示している。

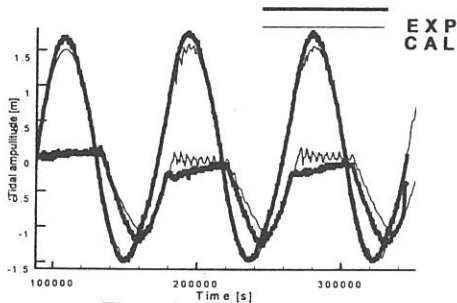


Fig.4 水位の比較(case1)

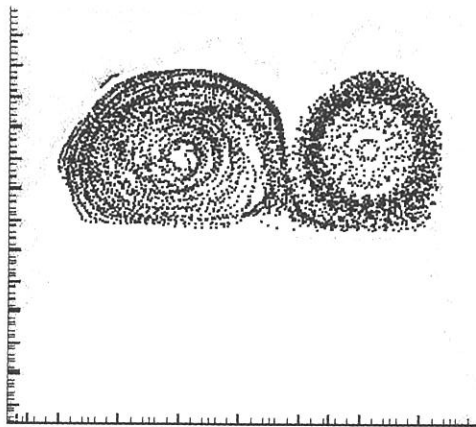


Fig.6 数値計算による粒子追跡(case1)

Table2 に実験でのそれぞれのケースでの残留率を示す。見て分かるようにどのケースでも周期を重ねる度に残留率は減少している。その中でも case1 の残留率が最も少なく、4 つのケースの中で一番海水が交換できている。これは、開門している時間と残留率が関連していることを示している。

Fig.6 と Fig.7 に数値計算による粒子追跡と実験で行った粒子追跡の図を示した。どちらも上潮時の図であるが、見て分かるように両方とも大きな円を2つ描いているのが分かる。この2つの渦は両水門からの水の流入によって起こったものである。

4.まとめ

現在のところ数値計算は case1 しか終了していない。その範囲では数値計算と実験の一致は非常に良いことが分かった。他のケースでも数値計算を行い、実験と数値計算の一致と確かめ、数値計算でさらに長周期での計算を行って、海水交換率と開門パターンの関係調べる予定である。

Table2 実験での残留率

	1 周期後	2 周期後	3 周期後
case1	0.731	0.543	0.433
case2	0.754	0.563	0.437
case3	0.841	0.709	0.570
case4	0.914	0.801	0.685

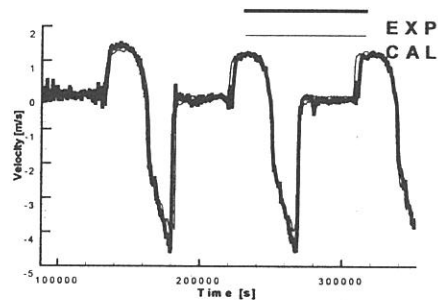


Fig.5 流速の比較(case1)

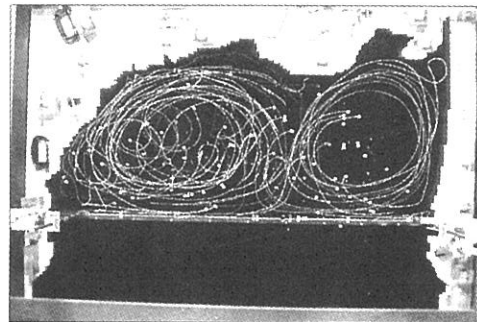


Fig.7 実験による粒子追跡(case1)