

諫早湾防潮提水門の開放に伴う流動と海水交換について

九州大学工学部エネルギー科学科 学生員 横山智己
九州大学大学院総合理工学研究院 正会員 経塚雄策
九州大学大学院総合理工学研究院 正会員 濱田孝治

1. はじめに

現在、有明海における養殖ノリの不作問題が大きな社会問題となっており、その原因として、諫早湾の堤防との関係が疑問視されている。本研究では諫早湾の地形模型を製作し、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、その結果を数値計算結果と比較し同様の結果を得られるかを確かめることで、この問題を解決していくための手掛かりを模索することにした。

2. モデル海域について

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非常に複雑であるため、本研究では海底を水平であると近似し模型を製作した。よって模型は海岸線模型（水平方向と鉛直方向の縮尺が異なる）となっている。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。

3. 実験から解析まで

3.1 潮汐の振幅の決定

潮汐発生装置で起こした潮汐の干潮時・満潮時における水位差から、実験で使用する振幅を決定した。Fig.2 に装置の概要を示す。水槽(5m×3m)の両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。フロートの制御は PC で行い、水位計で得た値をデジタルボルトメーターで出力するようにした。

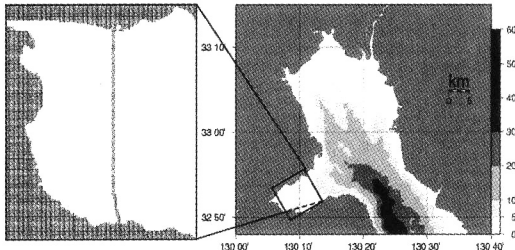


Fig.1 モデル海域

3.2 計測結果

実験前にフロートの制御電圧と潮汐振幅の関係を調べると、次式によって近似できることが分かった。

$$y=0.6219x+0.2493 \quad (1)$$

ここで、y は潮汐振幅、x は電圧である。本実験では潮汐振幅を 3[cm]とした。よって、式(1)より電圧は 4.42[V]になる。実験ではこの値を使用し潮汐を発生させた。

3.3 実験

3.3.1 実験の流れ

潮汐を起こし、粒子を均等に配置し投入する。水槽の上部にセットされた DV (デジタルビデオカメラ) で撮影する。撮った画像は avi ファイルとして PC に取り込み、画像解析ソフトにかける。

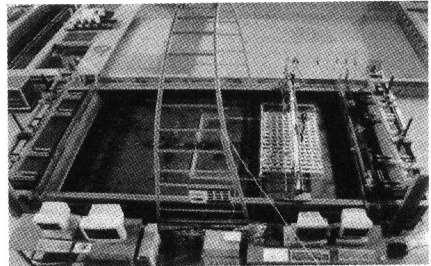


Fig.2 実験装置

3.3.2 粒子投入パターン

実験では、水槽内の流れを安定させるために数週間運転し、その後粒子を投入した。粒子の投入のタイミングにより粒子残留率が変化するので、Table 2 に示した幾つかの粒子投入のタイミングについて実験を行った。

3.3.3 残留率

残留率は、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。

$$r(t)=n/N \quad (2)$$

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、 $N=153$ とした。

4. 数値計算

Fig.1 の海域を対象にして潮流計算を行った。ODEM(Osaka Daigaku Estuary Model)を使用した。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、模型実験と同様に仮想粒子をおいて計算を行った。

5. 結果と考察

Fig.3 に実験による流跡線を、Fig.4 に数値計算による流跡線を示す。Fig.3, Fig.4 から分かるように実験及び計算ともに調整池内に同様の二つの大きな渦ができており、両者の一致が良いことが分かる。

Table 3 は、粒子投入のタイミングの違いによる残留率の変化を調べたもので、投入時期によって結果が変化することが分かる。

Table4 は、開放する水門の違いによる一周期後の残留率を求めた結果である。この結果から、北水門単独開放時の方が南北両水門開放時よりも残留率が小さく、海水交換が円滑に行われるという興味深い結果が得られた。この原因については、現在数値計算を実行中であり、その結果をみて検討したい。

6. おわりに

今後の予定としては、実験と同様の粒子投入パターンで数値計算を行うとともに、模型実験においては水門付近の流速の測定を行う。

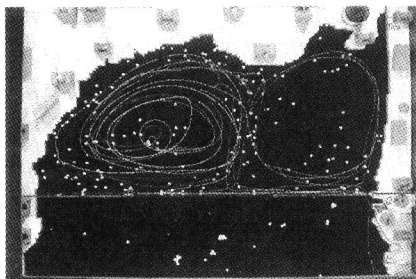


Fig.3 実験による粒子の軌跡
(両水門開放時・満潮時投入)

Table 1 模型の諸元

| | 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 |
| 深さ[m] | 400 | 0.04 | |

Table 2 粒子投入のタイミング

| | |
|--------|--------|
| 両水門開放時 | 満潮時 |
| | 下げ潮最強時 |
| | 干潮時 |
| | 上げ潮最強時 |
| 北水門開放時 | 満潮時 |
| | 干潮時 |
| 南水門開放時 | 満潮時 |
| | 干潮時 |

Table 3 粒子投入のタイミングによる残留率の実験結果

| | 満潮時 | 下げ潮最強時 | 干潮時 | 上げ潮最強時 |
|-------|-------|--------|-------|--------|
| 両水門開放 | 0.588 | 0.477 | 0.425 | 0.523 |

Table 4 開放する水門による残留率の実験結果

| | 満潮時 | 干潮時 |
|--------|-------|-------|
| 両水門開放時 | 0.588 | 0.425 |
| 北水門開放時 | 0.542 | 0.405 |
| 南水門開放時 | 0.771 | 0.732 |

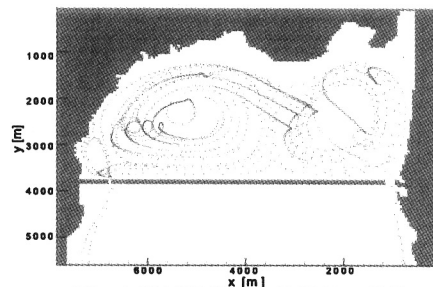


Fig.4 数値計算による粒子の軌跡
(両水門開放時・満潮時投入)