

湾域における潮流の流動特性に関する研究 (2)

——長方形湾の場合——

京都大学防災研究所 正員 今本博健
 京都大学防災研究所 正員 石垣泰輔
 関西電力(株) 正員 ○袋井 肇

1. はじめに：本報告は、湾域における潮流の流動特性を解明するための基礎として、長方形湾を対象として、水理実験および数値シミュレーションの2種の方法により検討したものである。水理実験では光ファイバー型レーザ・ドップラー流速計（以下FOLDAと略記）を用いた速度計測を行うとともに、数値シミュレーションでは単層モデルによる差分法を用いている。

2. 実験方法および計算方法：実験は別報¹⁾に示した小型水槽（長さ2m、幅1m）を用い、湾奥長37.5cm、湾口幅12.5cmの湾を対象に、水深2.5cm、周期90秒、潮差0.4cmの条件で行った。流速計測には1成分用FOLDAを用い、湾奥・湾幅方向（x, y方向）に5点、鉛直方向に3点の計15点の計測を行っている。計測時間は180秒（3周期）、サンプリング周波数は5Hzとし、3波のアンサンブル平均を行い、さらに2秒間の移動平均を行っている。

一方、数値シミュレーションは連続式および運動方程式から誘導された以下の差分式を用い、実験と同じ水理条件で行っている。

$$\begin{cases} M_{m+2}^{i,k} = \frac{1}{1 + \frac{P_8}{C^2} \left((M_{m+1}^{i,k})^2 + (N_{m+1}^{i,k})^2 \right)} \left\{ M_{m+1}^{i,k} \frac{g(R+1)\Delta t}{\Delta S} (\eta_{m+1}^{i,k} - \eta_{m+1}^{i,k-1}) - \frac{P_8}{C^2} M_{m+1}^{i,k} \left((M_{m+1}^{i,k})^2 + (N_{m+1}^{i,k})^2 \right) - \frac{2\Delta t}{(R+1)\Delta S} \left\{ M_{m+1}^{i,k} (M_{m+1}^{i,k} - M_{m+1}^{i,k-1}) + N_{m+1}^{i,k} (M_{m+1}^{i,k} - M_{m+1}^{i,k-1}) \right\} \right\} \\ \eta_{m+3}^{i,k} = \eta_{m+1}^{i,k} - \frac{\Delta t}{\Delta S} (M_{m+2}^{i,k} - M_{m+2}^{i,k-1} + N_{m+2}^{i,k} - N_{m+2}^{i,k-1}) \end{cases}$$

ここに、 M, N ：x, y方向の流量束、
 η ：潮位、 h ：水深、 $\tau = \frac{h}{C}$ 、
 $j = x/\Delta S$ 、 $k = y/\Delta S$ 、 ΔS ：格子間隔、
 Δt ：時間間隔、 C ：Chezy係数
 であり、また $N_{m+2}^{i,k}$ に関する差分式も $M_{m+2}^{i,k}$ と同様である。境界条件は、起潮機部分で強制水位として正弦波を与えると同時に、潮位が一様であると仮定してx方向の流速を与えている。他の境界では境界と直角方向の流速を0としている。初期条件は、起潮機部分を除き全領域で流速、潮位を0としている。なお、湾外での格子間隔を湾内のそれの

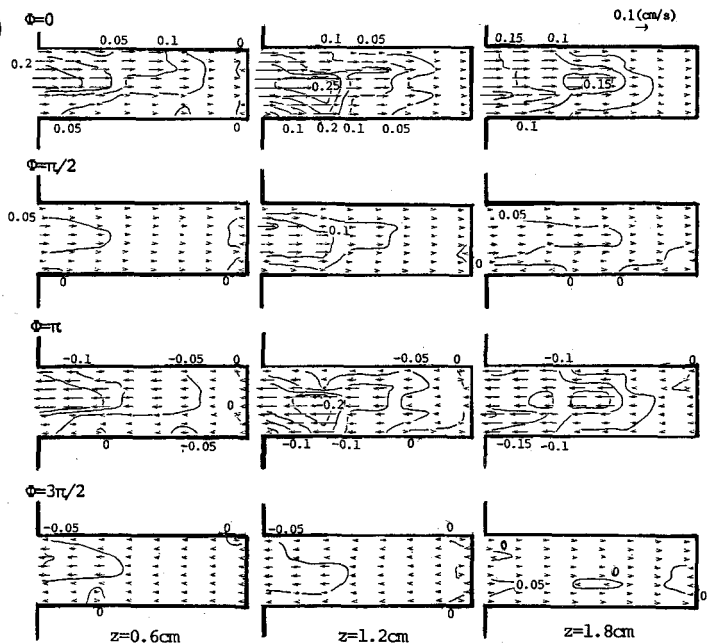


図-1 実験におけるuの水平ベクトル図および等流速線図

2倍とし、計算が安定した1周期を結果として採用している。以下の結果において、位相は上げ潮最盛時を $\phi=0$ とし、満潮時、干潮時をそれぞれ $\phi=\pi/2$, $3\pi/2$ としている。

3. 実験結果および検討：図-1は、水平断面内の格子点における u の速度ベクトル・等流速線を鉛直高さ毎に示したものである。図より、上げ潮時には湾奥向き、下げ潮時には湾口向きの流れが湾口から湾中央にかけて見られるのに対し、満潮時・干潮時には湾内の各点で流速が小さいことが認めら

れる。また、湾奥付近では高さにかかわらず流速はほとんど0であり、一定の向きを示していない。一方、干潮時に於いて路床近傍・半水深付近で湾口向き、水面近傍で湾奥向きであり、高さにより異なった挙動を示す。

図-2は、湾幅中心における縦断面の格子点での速度ベクトルおよび u の速度ベクトル、等流速線を示したものである。図より、上げ潮時、下げ潮時に湾口付近でそれぞれ鉛直上向き、下向きの流れが見られ、水平方向に比べ鉛直方向の流れが卓越している。また、干潮時には水面近傍で流れが湾奥向きとなり、水面近傍での流れの挙動が水面の変化に追随していることが確認される。なお、本実験では別報りの可視化実験で観察された渦は認められなかった。

4. 計算結果および検討：図-3は、各位相毎の速度ベクトルを示したものであり、図より実験で得られた結果と同様の傾向が見られる。すなわち湾奥付近ではいずれの位相においても流速が0であるのに対し、湾口から湾中央にかけて上げ潮時・下げ潮時に比較的大きな流速値をとる。また上げ潮時・下げ潮時には流れが湾奥方向に卓越しているが、満潮時・干潮時には各点で流向が定まらず、不安定な性状を示す。一方、実験で得られた左右岸での異なる挙動は本計算では見られなかった。

今後は、さまざまな形状を対象とし、実験および数値シミュレーションを行うとともに、実験技術の改良および多層モデルを用いた数値シミュレーション法により詳細に比較・検討しなければならない。

参考文献 1) 今本・石垣・袋井・木戸：湾域における潮流の流動特性に関する研究(1)，土木学会関西支部講演集，1986。

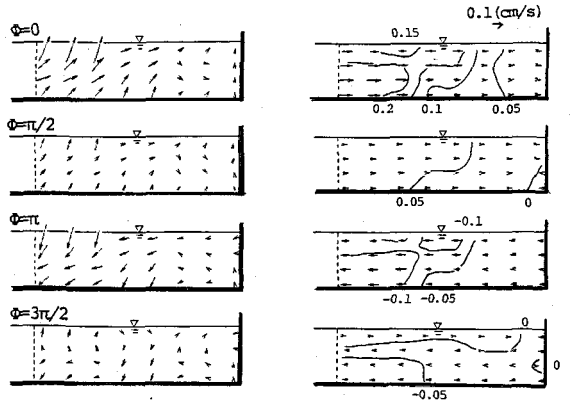


図-2 実験における縦断ベクトル図および u の等流速線図

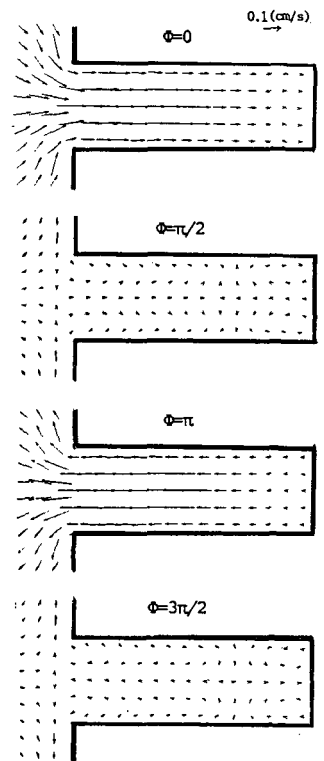


図-3 計算における水平ベクトル図