

博多湾西部海域潮流解析への重み付差分法の適用

九州産業大学○ 学生員 久田見幸周 九州産業大学 安武 徹
九州産業大学 正員 加納正道 九州産業大学 正員 赤坂順三

1. まえがき 筆者らは[文献1]で、傾斜水路模型における潮流解析を行うための陽形式、陰形式重み付差分法(WFDM)の定め方を提案し流速の解析解が実験値とよく一致することを報告した。本報では、これらの手法により実海域における潮流解析が、模型実験結果とよく一致する解析結果を得ることができたことを報告する。

2. 模型実験と数値解析 博多湾西部海域の模型実験装置を図1に示す。これは水平方向に1/1000 鉛直方向に1/100の縮尺で作成された水理模型であり、湾開口部2ヵ所に潮位発生装置を備えている。今津湾の平均水深1.6mより実験上の平均水深1.6cmとする。今津湾での干満の変化は6時間15分周期のCOSINカーブで変化するので実験上では時間縮尺1/100の225秒周期COSINカーブで行った。潮流解析は流れを記録し水面にフロートを浮かべビデオにてフロートを追跡し潮流を解析した。また、数値解析上では模型実験装置図1を基に図2に示すように非正方格子上に海岸線に沿った形で四辺形のメッシュを区切った。このとき流速点⑪①②③④⑤や潮位点⑥⑦⑧⑨⑩は図3の差分モデルを用いることで境界近くの各流速M,Nがスムーズに流れるように配慮した。

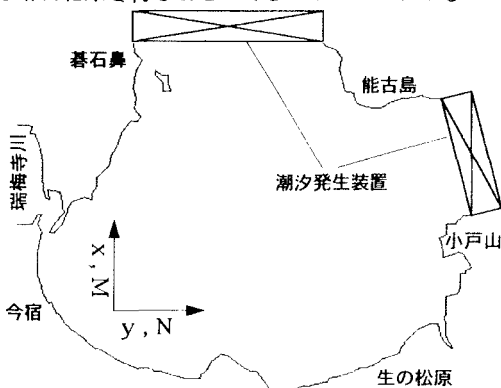


図1 実験および解析領域

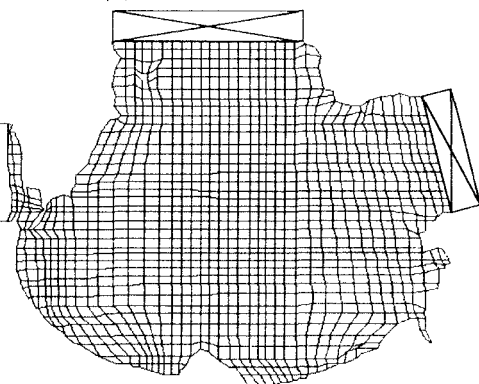
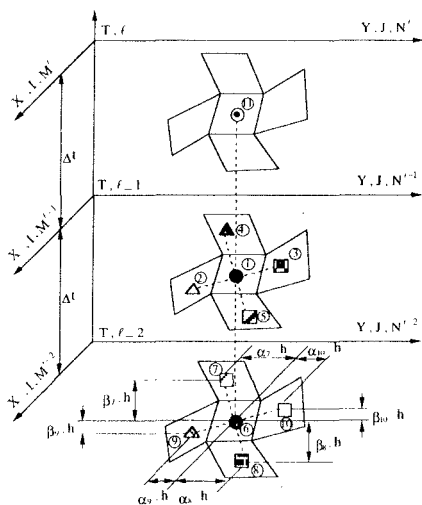


図2 解析領域メッシュ

3. 基礎式および解析方法 潮流の基礎方程式として、2次元浅海流方程式(1)および連続の式(2)を用いる。 $M=U(H+\zeta)$, $N=V(H+\zeta)$ は各々 x, y 方向の線流量、 U, V は x, y 方向の平均流速、 ζ は水面の平均水面 (H) からの高さ、 g は重力の加速度、 γ_b は水底における摩擦係数であり、コリオリ力および粘性項は無視している。



⑪ - ①②③ - ⑥⑨⑩ - VM (X方向流速モデル)

⑪ - ①④⑤ - ⑥⑦⑧ - VN (Y方向流速モデル)

図3 重み付差分法解析モデル

$$\frac{\partial M}{\partial t} + m \frac{\partial M}{\partial x} + n \frac{\partial M}{\partial y} = -g(h+\zeta) \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{\gamma_b^2}{(h+\zeta)^2} M \sqrt{M^2 + N^2} + \epsilon \left(\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

$$M^{(r)}(x, y, t) = \sum_{i=0}^r \left\{ \frac{(x - mt)^i + (y - nt)^i}{i!} \right\} \quad (3)$$

$$M(i, j, \ell) = a_1 \cdot M(i, j, \ell-2) + a_2 \cdot M(i, j+1, \ell-2) + a_3 \cdot M(i, j-1, \ell-2) \quad (4)$$

$$M(i, j, \ell) = a_1 \cdot M(i, j, \ell-2) + a_2 \cdot M(i, j+1, \ell-2) + a_3 \cdot M(i, j-1, \ell-2) + b_1 \cdot F(i, j, \ell-1) + b_2 \cdot F(i-1/2, j, \ell-1) + b_3 \cdot F(i+1/2, j, \ell-1) \quad (5)$$

$$M_L = \sum_{i=0}^{L-1} \left\{ \frac{(x-mt)^i + (y-nt)^i}{i!} \right\} \cdot t + \frac{(x-mt)^L + (y-nt)^L}{L!} \quad (6)$$

$$F_L = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^L \left\{ \frac{(x-mt)^{i-1} + (y-nt)^{i-1}}{(i-1)!} \right\} + 1 \quad (7)$$

また、重み付差分法の重みの定め方は[文献2,3]に記述している。本報では、図3に示す差分モデルに示す陽形式重み付差分式(4),(5)を用いた解析結果について検討する。

解析方法は先ず式(1)の右辺を0とした同時型へ前時間の多項式(3)の解Mを求め式(4)の連立方程式で a_{1-3} を各々求める。次に式(1)の非同時型の多項式解(6),(7)M及びFと概知項である a_{1-3} より式(5)の連立方程式により b_{1-3} を各々求める。これによりMに関する浅海流方程式解析用のWFDMが定まる。連続の式は式(2)より展開した従来の差分法で解く。

4. 解析結果の検討 重み付差分法を博多湾西部海域潮流解析に適用し、その結果の一部を図4,5,6に示す。図4,5の流速ベクトルによれば、干満潮による潮汐の動きを妥当に表わしているといえよう。また、図6の潮流楕円図によれば、場所によりその形状に差がみられるが、ほぼ潮流を表現し得ている。

6. むすび 本報においてWFDM解が博多湾模型実験における潮流解析に応用できることを示した。今後は博多湾の現地および水理模型実験における実測値との比較検討や他の海域における潮流解析への本WFDM適用を考えていきたい。

参考文献

- 1) 加納、空閑、赤坂、久田見: 重み付差分法による傾斜水路模型潮流解析、第51回土木学会年講 II部
- 2) 加納、空閑、赤坂、久田見: 傾斜水路模型の陰、陽形式重み付差分法潮流解析、第50回土木学会年講 II部
- 3) 加納、空閑、赤坂、久田見: 陰、陽形式重み付差分法を混用した傾斜水路模型潮流解析、平成7年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集

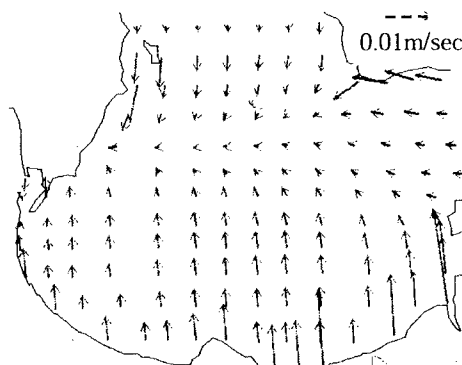


図4 干潮→満潮 (WFDM 解)

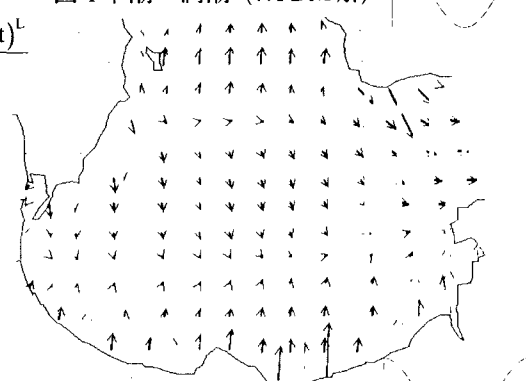


図5 満潮→干潮 (WFDM 解)

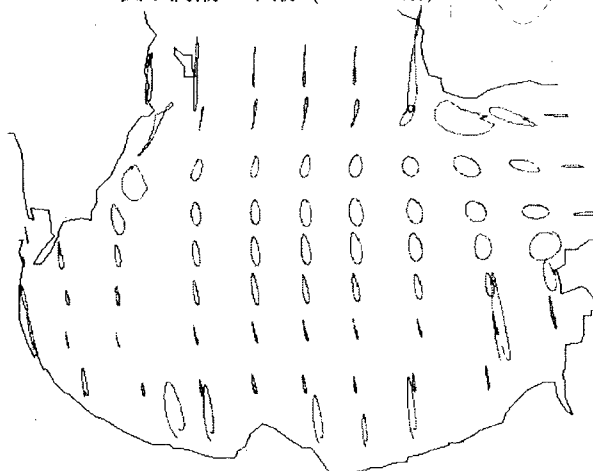


図8 潮流楕円 (数値計算解)