

傾斜水路及び今津湾模型における重み付差分法による潮流解析

九州産業大学 学員 ○安武 徹 東 和 大 学 正員 - 空閑幸雄
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〕、〔文献2〕で、傾斜水路模型では正方格子メッシュ、実海域（今津湾）では非正方格子メッシュを用いた重み付差分法（WFDM）による潮流解析を行ったが、今津湾模型のWFDM解析結果から、格子を横切る流速成分が小さく計算されていることが判明した。そこで本報では、解決策として格子と流速成分の関係を検討するため、まず今津湾模型で正方格子メッシュを用いることにより傾斜水路模型での解析と同じ条件でWFDM解析を行い、次に傾斜水路模型では格子を変形させることで流速成分が格子に直交しないWFDM解析を行い、各々の解析結果について報告する。

2. 今津湾模型と傾斜水路模型 博多湾西部の今津湾水理模型実験装置図、正方格子メッシュ図と模型実験実測流を図1～3に、実海域を理想化した傾斜水路模型実験装置図、非正方格子メッシュ図と正方格子でのWFDM解析解を図4～6に各々示す。傾斜水路模型実験装置では、幅0.33m、長さ5.03mの水路に海域の平均底面勾配を想定した1/25の傾斜をつけ、潮汐変動は、流入、流出専用の2台のポンプにより行う。今津湾水理模型実験装置の水平及び鉛直縮尺は各々1/1000、1/100であり、湾開口部2箇所に潮汐発生装置を備えている。

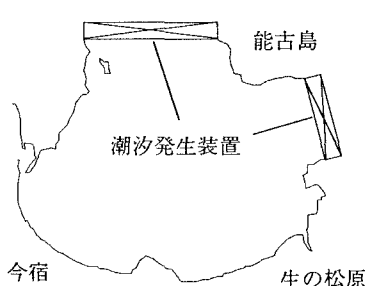


図1 今津湾水理模型実験装置

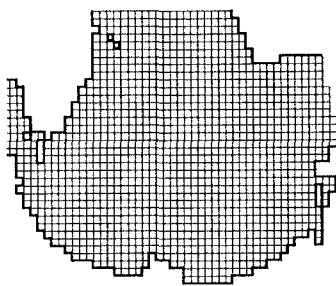


図2 今津湾正方格子メッシュ

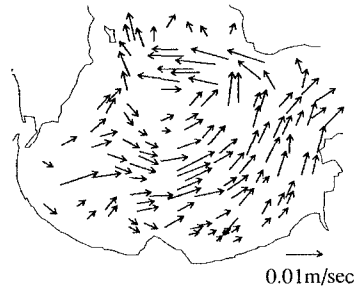


図3 模型実験実測流（満潮→干潮）

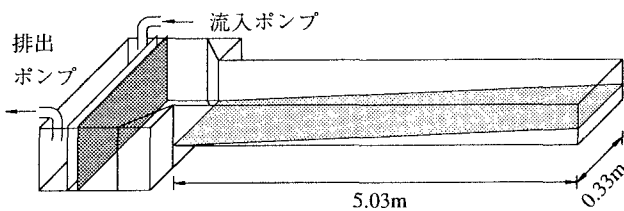


図4 傾斜水路実験装置

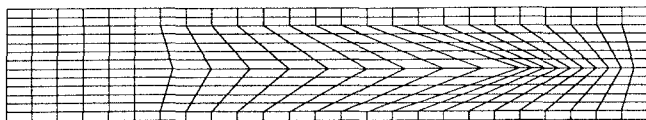


図5 傾斜水路非正方格子メッシュ

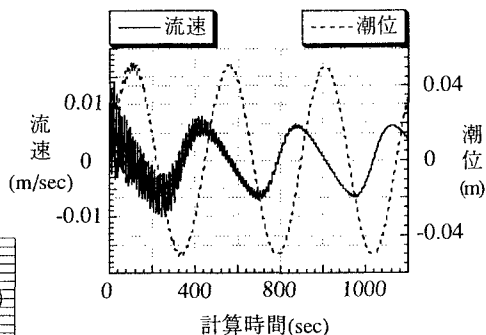


図6 傾斜水路WFDM解（正方格子）

3. 基礎方程式および解析方法 潮流の基礎方程式は2次元浅海流方程式 (1) [x方向のみ示す] および連続の式 (2) を用いる。ここに $M = U(h + \zeta)$, $N = V(h + \zeta)$ は各々 x, y 方向の平均流速、 ζ は平均水面(h)からの水面の高さ、 g は重力の加速度、 γ_b は水底における摩擦係数、 ε は渦動粘性係数であり、図7に示す陽形式差分モデルの考え方により、陽形式重み付差分式 (4) にて解析を行う。

解析方法を x 方向の M に関して示すと以下の通りである。まず式 (1) の右辺を 0 とした同次型を満足する M の多項式を式 (3) へ代入して得られる連立方程式より重み $a_1 \sim a_3$ を各々求める。次に式 (1) の非同次型の多項式解 M 及び F と先程求めた $a_1 \sim a_3$ を式 (4) へ代入して得られる連立方程式によって $b_1 \sim b_3$ を求める。これにより M に関する浅海流方程式解析用の重み付差分式 (4) が定まる。連続の式については式 (2) より展開した従来の差分法で解く。

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

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

$$M(i, j, L) = a_1 \cdot M(i, j, L-2) + a_2 \cdot M(i, j+1, L-2) + a_3 \cdot M(i, j-1, L-2) \quad (3)$$

$$M(i, j, L) = a_1 \cdot M(i, j, L-2) + a_2 \cdot M(i, j+1, L-2) + a_3 \cdot M(i, j-1, L-2) + b_1 \cdot F(i, j, L-1) + b_2 \cdot F(i+1/2, j, L-1) + b_3 \cdot F(i-1/2, j, L-1) \quad (4)$$

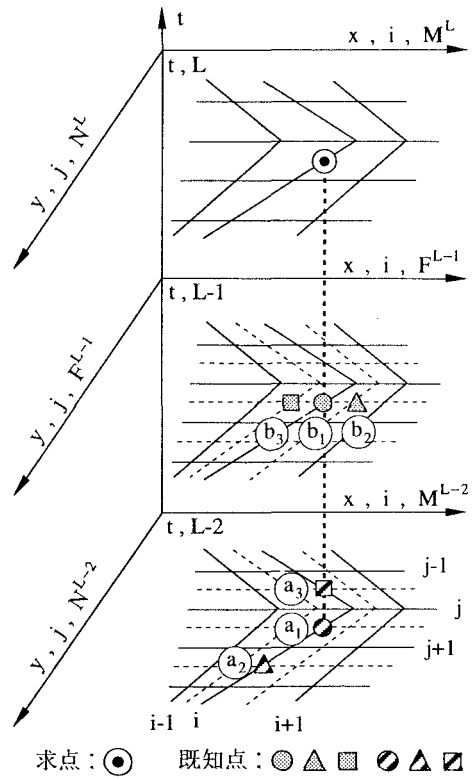


図7 陽形式差分モデル

4. 解析結果の検討 傾斜水路 WFDM 解析 (非正方格子) の潮位と流速の結果及び流速ベクトル図の一部を図 8、9 に各々示す。傾斜水路 WFDM 解析結果は [文献 2] 及び図 6 に示した正方格子 WFDM 解と比較してほぼ同様の潮流解析解を得ることができた。

5. むすび 本報において現時点での流速成分と格子の関係を把握することができた。今後は流速ベクトルに対する格子の取り扱い方や、実測値に対して流速ベクトルが近似する様な重みの取り方を検討し深度の大きな海域への本 WFDM 解析による潮流多層モデル解析などへ適用させていきたいと考えている。

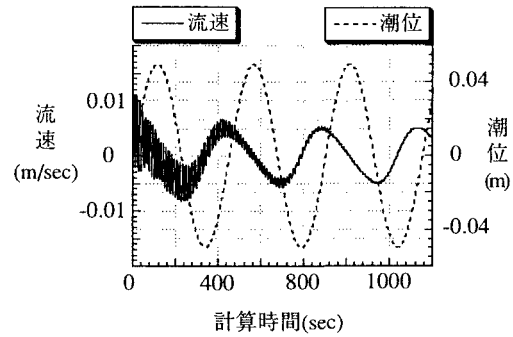


図8 傾斜水路 WFDM 解 (非正方格子)

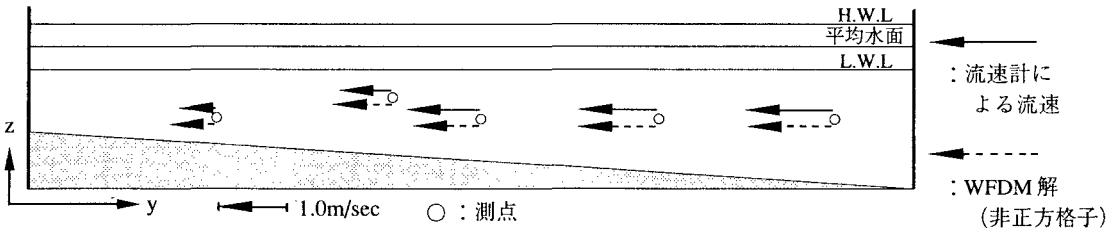


図9 傾斜水路 WFDM 解 (干潮から満潮)

参考文献 1) 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
2) 加納、赤坂、久田見、安武：博多湾西部海域潮流解析への重み付差分法の適用、平成 8 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集