

II-108

重み付差分法による傾斜水路模型潮流解析

九州産業大学 ○ 学員 久田見幸周 東 和 大学 正員 空閑幸雄
九州産業大学 正員 赤坂順三 九州産業大学 正員 加納正道

1. まえがき 筆者らは前報[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の定め方を提案した。本報では、これらの手法による潮流解析において、渦動粘性係数 (ϵ) および底面摩擦係数 (γ_b^2) のとるべき値を数値実験的に検討し、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。

2. 模型実験 図1に博多湾西部海域を理想化した模型実験装置を示す。幅0.33m 長さ5.03mの水路には、海岸近くの底面勾配を想定した1/25の傾斜をつけ、潮汐変動は流入、排出専用の2台のポンプの流出入量を時間変化をもたせることで与えた。1周期の潮汐変化時間は博多湾水理模型の相似率を用いた450secであり、潮位は波高計による測定を行い、流速は電磁波流速計及びトレーサーにより測定した。図2に実測潮位および流速の一部を示す。

3. 解析方法および結果 潮流の基礎方程式として、2次元浅海流方程式および連続の式を用いる[文献1]。また、重み付差分法の定め方は文献1、2に示すとおりである。

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(1)、陰形式重み付差分式(2)を用いた解析結果について検討する。

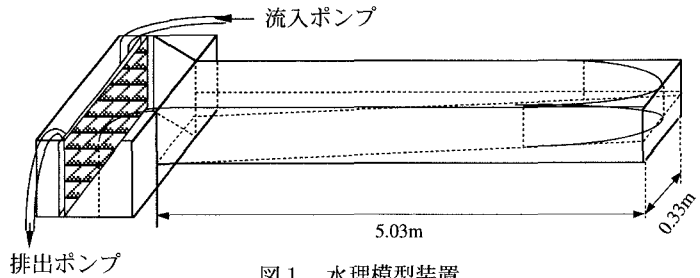


図1 水理模型装置

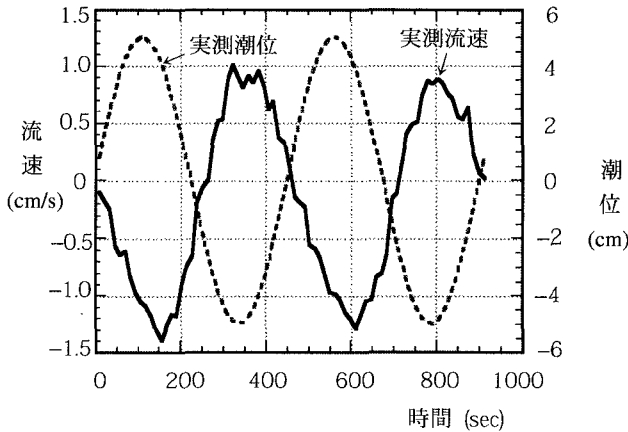
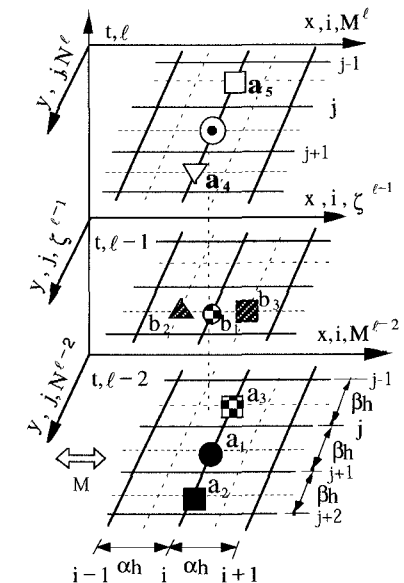


図2 実測流速、潮位

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

$$M(i, j, \ell) = a_4 \cdot M(i, j+1, \ell) + a_5 \cdot M(i, j-1, \ell) + a_1 \cdot M(i, j, \ell-2) + b_1 \cdot F(i, j, \ell-1) + b_2 \cdot F(i-1/2, j, \ell-1) + b_3 \cdot F(i+1/2, j, \ell-1) \quad (2)$$



○: 求める点 ▽ □: 未知点

▲ ● ■: 既知点

図3 多段階WFDM差分モデル

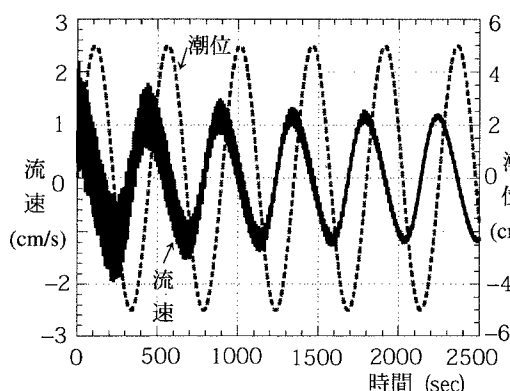


図4 WFDm解 ($\gamma_b^2=0.0023, \epsilon=0.0001$)

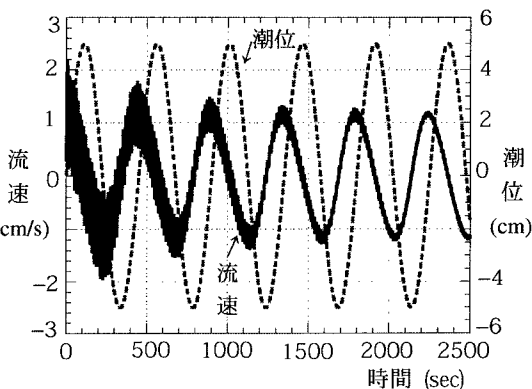


図5 WFDm解 ($\gamma_b^2=0.023, \epsilon=0.0001$)

4. 底面摩擦係数 (γ_b^2) と渦動粘性係数 (ϵ) の評価

(i) γ_b^2 のオーダー検討 基礎式において海底摩擦項は $\tau = \gamma_b^2 \rho V |V|$ として取扱っているが、これを乱流中の式 $f/8 \rho V^2$ の f として Manning 式の摩擦損失係数で表せば、 $\gamma_b^2 = 0.0023$ (無次元) (平均水深 0.3m, $n=0.0125$) を得る。一方定常開水路流れの摩擦抵抗力は $\tau = wRI$ に我々の数値解析の平均的な水面勾配 $I=6 \times 10^{-4}$ を適用すれば γ_b^2 の相当する値として 1.0 が得られる。そこで $\gamma_b^2 = 0.0023, 0.023, 1.0$ と数値実値を行った場合の陰陽両形式の WFDm 流速、潮位解析結果を図 4、5、6 に示す。3 個の図をと

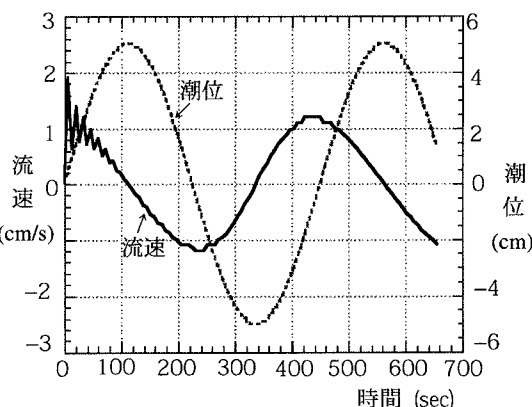


図6 WFDm解 ($\gamma_b^2=1, \epsilon=0.0001$)

おして陰、陽形式 WFDm 解はほとんど同じであり、計算開始当頭にはやや振動している流速値は段々収束している。また、 $\gamma_b^2 = 0.0023, 0.023$ では、これらの収束時刻にあまり差がみられないが、 $\gamma_b^2 = 1$ においては収束が 200 秒程度へと早くなってくる。但し収束した流速値はほぼ同じである。

(ii) ϵ 値の検討 M に関する粘性項を $\epsilon(\partial^2 M / \partial x^2 + \partial^2 M / \partial y^2)$ と基礎式の右辺で評価している。 ϵ 値として 0.01, 0.0001 (m^2/s) の場合の数値実験結果によれば、得られる流速、潮位には変化はみられないが、 $\epsilon = 0.01$ のとき流速の小振動が収束する潮時は 5 から 2 へと早くなっている。

5. WFDm 解と実測値の比較 図 7 に干潮から満潮に向かう時刻の流速について、 $\gamma_b^2 = 0.0023$, $\epsilon = 0.0001 m^2/s$, $\Delta x = 0.102 cm$, $\Delta t = 0.02 sec$ の条件で解析した例と比較すれば、実測流速と陰、陽形式 WFDm 解はよい一致を示している。

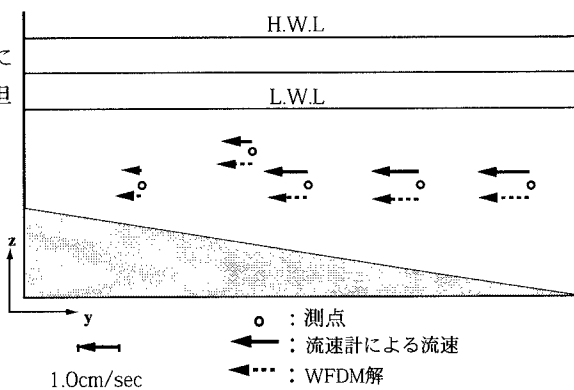


図7 水理模型実験・WFDm 解析による流向・流速

6. むすび 本報において WFDm 解が傾斜水路模型における潮流とよく一致することを示した。今後は博多湾模型のような複雑な境界条件をもつ場合の潮流解析へ本 WFDm を適用していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 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
- 2) 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