

河川流計算法の教材としての定常平面2次元水面形解析法について

フェロー会員 ○細田 尚

(株) 建設技術研究所 正会員 森川 浩

(株) 建設技術研究所 正会員 岩見 収二

1. 目的 ; 種々の条件下における実河川流を再現・予測するために、流れの定常性を仮定した準2次元解析法および平面2次元非定常流解析法が汎用的に用いられている。準2次元解析法は横断面内の流速分布形を近似的に考慮しているが、水位の横断方向の一樣性が仮定されるとともに平面流況の再現もできないため1次元水面形解析法を若干改良した解析法とみなされる。本研究の目的は、このような準2次元解析法と平面2次元非定常流解析法の間として位置づけられる定常状態での平面2次元流解析法を提案することで、両者の長所や短所および両解析法の数学的な関連性を検討する枠組みを提示することである。さらに、本解析法を活用した河川流計算を理解するための教材開発も目的としている。

2. 定常平面2次元水面形解析法に関する研究の経緯 ;

定常状態での平面2次元な水面形解析法について、細田・米山¹⁾は直交曲線座標系での平面2次元連続式、運動量式を基礎式として用い、流線で分割された流れの中の本一の流管に対して与えられた上下流端境界条件の下で水面形解析を行う方法を提案した。しかし、初期条件から出発して定常状態の水量を計算する過程で、流線網を逐次修正するという複雑な計算過程を繰り返す必要があったため、実河川に適用するためには解析法を改良する必要性が指摘されていた。(図-1参照)

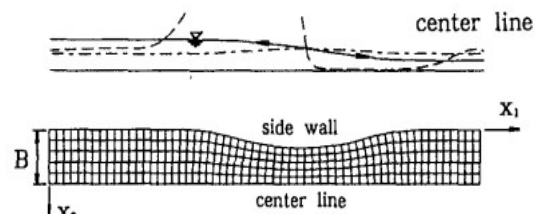


図-1 定常平面2次元水面形解析の一例¹⁾

そこで本研究では、上下流端境界条件の下で初期に設定された流線を逐次修正することなく、流出入のある流管の集まりと考えそれぞれの流管に対して水面形解析を行う方法を示す。その際、流線を修正する手続きの代わりに横断方向の流量フラックスについて逐次収束計算を適用する。

3. 基礎式と有限体積法に基づく離散式 ;

本稿では計算法の概要を簡潔に説明するために、図-2に示した基準水平面上に置かれた直角座標系での定常状態の平面2次元流の基礎式(1)~(3)を用いる。ただし、簡単のためレイノルズ応力項を省略している。また、横断方向の運動量式(3)中の第1項は定常状態の水量を収束計算で得るために付けられた項であり、通常的时间変化を意味していない。

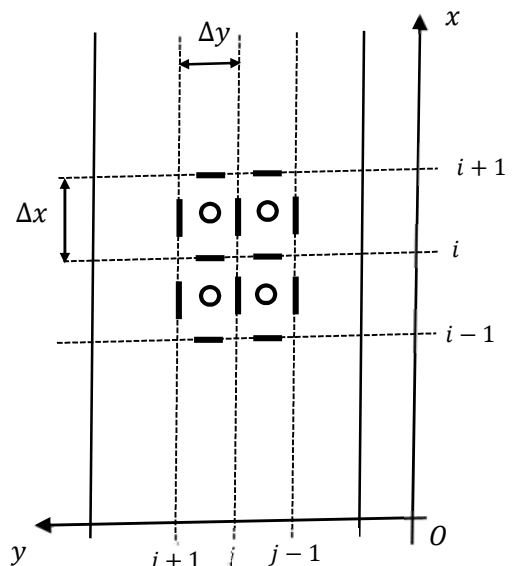


図-2 座標系と離散化の説明図

$$\frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial uM}{\partial x} + \frac{\partial vM}{\partial y} + gh \frac{\partial z_s}{\partial x} = -\frac{\tau_{bx}}{\rho} \tag{2}$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial uN}{\partial x} + \frac{\partial vN}{\partial y} + gh \frac{\partial z_s}{\partial y} = -\frac{\tau_{by}}{\rho} \tag{3}$$

ここに、(x,y)は空間座標、hは水深、z_sは基準水平面からの水位(M,N)は流量フラックスベクトルの成分、(u,v)は水深平均流速ベクトルの成分、(τ_{bx},τ_{by})は底面せん断応力ベクトルの成分、gは重力加速度の大きさを示す。

キーワード 河川流計算, 平面2次元流, 水面形解析, 準2次元解析法, 数値解析法

連絡先 細田 尚 E-mail: hosoda.takashi.82c@st.kyoto-u.ac.jp

