

Ⅱ-52 有限差分法による出水時河口部の数値計算

東北大学大学院 学生員 ○岡部 健
東北大学工学部 正 員 田中 仁
東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

洪水時の河口部砂州周辺の流れを数値的に予測することは工学的に重要な課題である。先に著者ら¹⁾は七北田川河口を対象にそこで起きた洪水時の地形変化の再現を試みたが、再現結果に現実にそぐわない点があった。そこで、今回平面水路を用いた固定床実験及び新たに1990年9月に観測された七北田川洪水を対象として、その再現計算を行うことにより本計算法の適用性を検証したのでその結果について報告する。

2. 固定床実験

実験は、図-1に示す様なベニヤ板製の平面水路の河口部にモルタルで砂州の模型を作り、上流から一定流量（ $Q=3.54 \text{ l/sec}$ ）を流して行った。水路の下流端には越流堰が設けられており、水位は一定に保たれる。実験の測定項目は水位であり、測定位置は図-2に示す通りである。

3. 再現計算

再現計算の支配方程式は浅水理論に基づく、次の式(1)～(3)である。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + g D \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{g n^2}{D^{1/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + g D \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{g n^2}{D^{1/3}} N \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \quad (3)$$

但し、ここで

x, y : 水平方向座標、 t : 時間、 M, N : それぞれ（ x, y ）方向の線流量、 D : 全水深、 η : 水位、 g : 重力加速度、 n : Manningの粗度係数である。

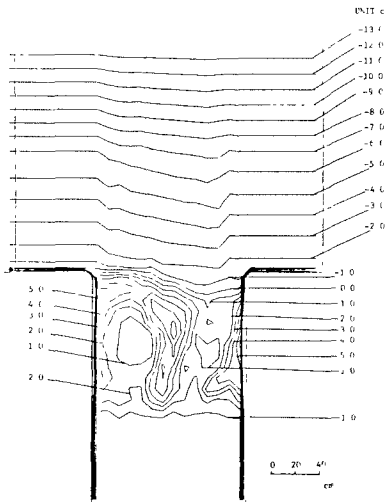


図-1 河床地形

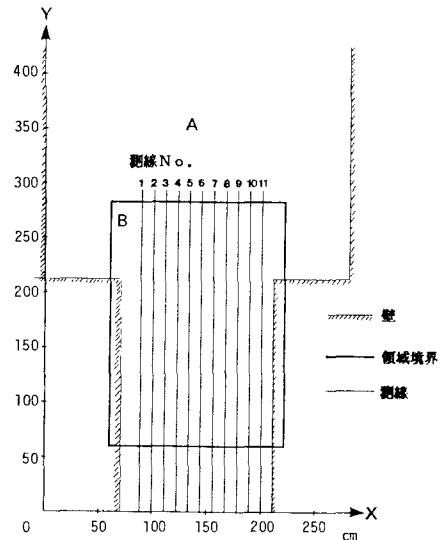


図-2 水位測定位置

砂州模型付近でメッシュ間隔を小さくするために図-2の様に計算を計算領域全体(領域A)と砂州付近(B領域)の二つの領域に分けて行い、両者の境界上で領域の接続²⁾を行った。計算の境界条件は、計算領域上流端で流量、下流端で実験で測定された水位をそれぞれ与えた。なお、本計算においては、 n の値をベニヤ板の部分については $n=0.010$ 、モルタルの部分は $n=0.013$ とした。各計算領域の計算格子間隔を表-1に示す。

表-1 計算格子間隔

領域	空間格子間隔	時間格子間隔
A	9.0cm	0.01sec
B	3.0cm	0.01sec

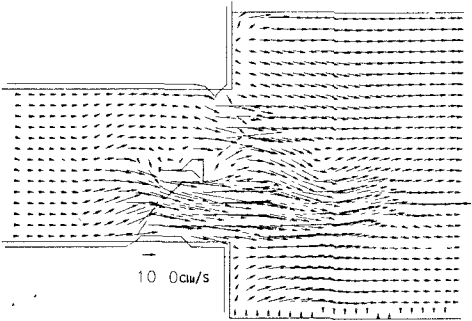


図-3 計算による流況

4. 計算結果と実験結果の比較

計算により得られた流況は図-3(A領域)に示す。図-4と5では図-2に示す各水位測定ラインのうち2測線について、水位の実験値と計算値の比較を行った。太い実線は計算で与えた河床地形のデータ、細い実線はサーボ式水位計による水位の測定値であり、×印はポイントゲージによる測定値である。また白丸は水位の計算値である。なお各図中の測線NO.はそれぞれ水理実験における測線番号に対応している。測線NO.1の場合をみると、特に $Y=170\text{cm}$ 付近で流れが突起を過ぎる際の局所的な水位の低下がよく再現されている。また、測線NO.9では流れが砂州を乗り越えた後の小規模なジャンプが表現されている。

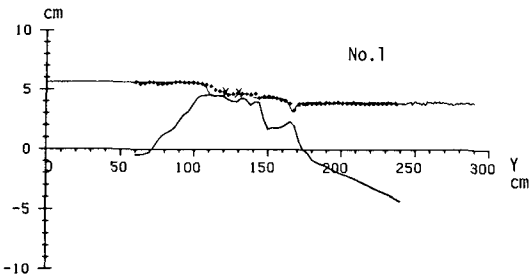


図-4 水位の実験値と計算値

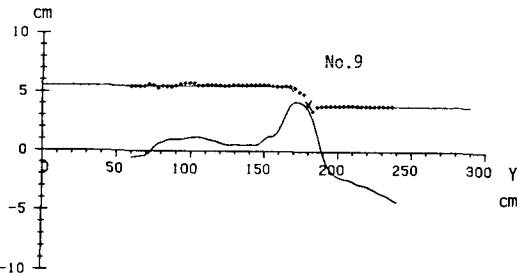


図-5 水位の実験値と計算値

5. おわりに

本研究では、水理実験で洪水流を再現し、その現象を数値計算でシミュレートすることにより本計算方法の適用性について検討したが、概ね実験値と計算値は良い一致を示し、本計算法の洪水流再現への適用性が証明された。1990年9月の七北田川の出水現象の再現計算については講演時に示す。

謝辞：本研究に対し、文部省科学研究費(一般研究(C)No.01550396,代表：東北大学 首藤伸夫)の補助を受けたことを付記する。

【参考文献】

1). 岡部ほか：出水時における河口部地形変化の数値計算 第45回土木学会年次学術講演会論文集. 1990
 2). 後藤智明・小川由信：Leap-frog法を用いた津波の数値計算法 東北大学工学部土木工学科. 1982