

II - 319

越流型水制周辺における洪水流の数値解析(その2)

大阪工業大学大学院 学生員 恩賀俊樹
建設技術研究所 正 員 丸山哲也
大阪工業大学工学部 正 員 綾 史郎

1. はじめに

これまで著者らは、河道内の河川構造物の1つである越流型水制と洪水時の流れの関係を越流型水制の存在による流体力をその反力として基礎方程式に取り込む方法により行ってきた¹⁾が、本研究では、越流型水制の存在を河床の形状変化として取り扱い、数値実験を試みた。その結果、流速、水位分布等を得ることができたので、前報での結果と比較して報告する。

2. 平面2次元方程式

デカルト座標系における平面2次元方程式を以下に示す。

$$\bullet \text{連続式} \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hU_j)}{\partial x_j} = 0 \quad (j = 1, 2) \quad (1)$$

$$\bullet \text{運動方程式} \quad \frac{\partial(hU_i)}{\partial t} + \frac{\partial(hU_j U_i)}{\partial x_j} = -gh \frac{\partial \zeta}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(h \frac{\tau_{ij}}{\rho} \right) - \frac{\tau_{ib}}{\rho} + h F_i \quad (i, j = 1, 2) \quad (2)$$

ここに、 U_i :水深平均流速ベクトルの x_i 軸方向成分、 h :水深、 ζ :水位、 g :重力加速度、 τ_{ij} : x_j 軸に垂直な面に作用する x_i 軸方向の応力、 τ_{ib} : x_i 軸方向の底面せん断応力、 ρ :水の密度、 F_i :越流型水制の存在による流体力の反力の x_i 軸方向成分である(越流型水制のモデル化は前報では流体力の反力としてモデル化したが、本報では河床 $z_b = \zeta - h$ の変化として組み込まれるので $F_i = 0$ である)。数値解析にあたっては、実際の河道は不規則に曲がっており、複雑な境界を有するため、(1)、(2)を一般曲線座標系に変換した後に行った²⁾。

3. 解析方法

数値解析は淀川河口部より12.8 kmから13.4 kmの区間の低水路部分を対象として、水制工周りの流況を再現するために一般曲線格子の大きさを約 $5\text{m} \times 2.5\text{m}$ とする数値模型実験水路を作成し、'93年7月5日の洪水流について行った。境界条件は上流端で流量、下流端で水位を与え、水制(長さ約40m×幅約5m)の場所の河床高をO.P.+2.59m前後の一定値にした(図-1参照)。なお、渦粘性係数は $A_h = 1.0 \text{ m}^2/\text{sec}$ とし、底面摩擦は粗度係数 $n = 0.03$ とした。

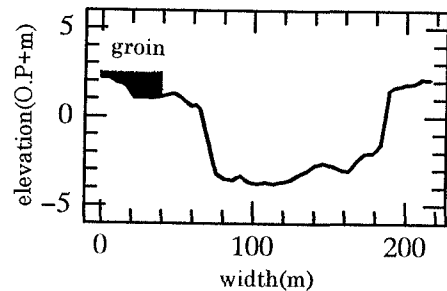


図-1 13.0 km地点の横断面図

4. 解析結果とその考察

図-2、3に流量 $2800 \text{ m}^3/\text{s}$ 時の流速分布図(流速ベクトルは x 方向 $+1.0\text{m/s}$ 、 y 方向 -0.5m/s の移動座標系上の速度である)と等水位線図を2つの方法による結果を比較して示した。図-2(a)は水制の存在を抗力と揚力の反作用として基礎方程式に取り込んだ場合の流速分布図である(抗力係数3.8、揚力係数0.3)。図-2(b)は本研究で得られた流速分布図であり、流軸の曲がりの影響により流れが流向を変えながら加速していく様子は図-2(a)と同じであるが、左岸水制付近の流速は、図-2(a)ではほぼ一様に大きく低下しているが、図

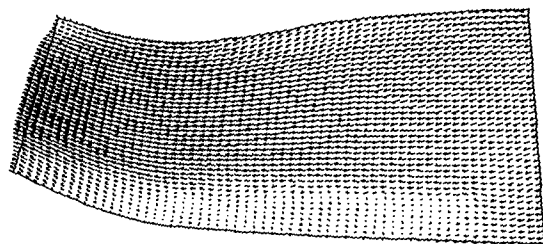
キーワード 越流型水制、洪水流、河床高、数値解析

〒535 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工大土木工学科 水圏環境研究室 電話-FAX 06-954-4184

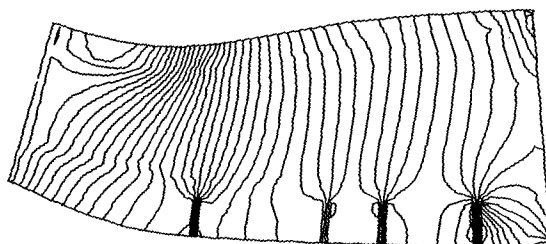
図-2(b)では水制工部分の上部で大きく、水制間で低下し流れが越流するとともに、水制背後に回り込む流れがあることもわかる。また、図-2(a)では最大流速が河川中央部分にのみあるのに対して、図-2(b)では河川中央部分での流速と水制上部を越流する流速が同程度であることがわかる。

等水位線図は、図-3(a)、(b)ともに水制の存在によりその周りに等水位線が集中し、その前後で水位が急変していることがわかる。図-3(a)では水制の下流で水位が低下しているが、図-3(b)ではより広範囲で水位が急変しており、水制間の水域と水路中央部との水位の違いも表れている。

等水位線間隔 0.6 cm

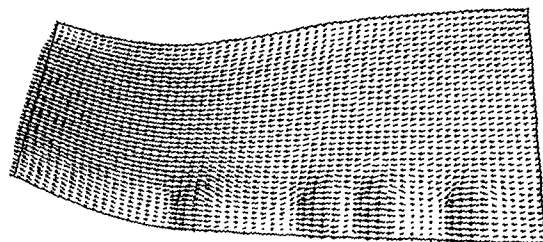


(a) 流体力の反力としてモデル化

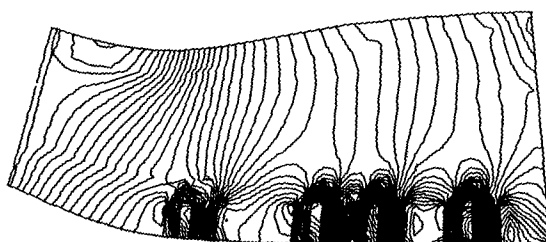


(a) 流体力の反力としてモデル化

等水位線間隔 0.6 cm



(b) 河床高の変化としてモデル化



(b) 河床高の変化としてモデル化

図-2 平面流速分布図の比較

図-3 等水位線図の比較

5. おわりに

越流型水制の存在を河床の形状変化としてモデル化し、平面2次元の数値実験を行った。その結果、水制上部を越流する流れや、水制間の水域に回り込む流れなどの水制周辺の流れが表現された。

参考文献 1) 綾ら：土木学会第51回年次学術講演会概要集，pp. 266-267，1996 2) 綾ら：水工学論文集，Vol. 39，pp. 447-452，1995。