

（株）ニュージェック 正員 藤田 暁
 （財）河川環境管理財団 正員 芦田和男
 （財）河川環境管理財団 正員 大槻英樹
 （株）ニュージェック 正員 劉 炳義
 （株）ニュージェック 正員 大本雄二

1. はじめに 本稿では、平面二次元の浅水流モデルで流れの数値解析を行う場合に、水制が流れに与える影響を定量的に評価して計算に組み込むための簡便な手法を提示する。なお、以下では図-1のような透過型の水制（スクリーン枠）を取り上げるが、手法は透過型・不透過型の水制とも統一的に扱うものである。

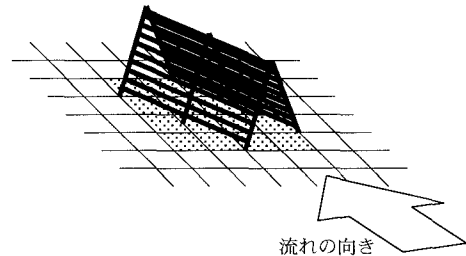


図-1 水制と計算メッシュ

2. 基本的な考え方 流れに対する水制の効果として、通水面積の減少による水捌効果と、水制周辺の渦領域におけるエネルギー散逸による流れへの抵抗効果、の2つを考える。前者の評価のために、水制位置では真の河床位よりも高く設定した擬似河床位を用いて流れを計算し、後者の評価のために、水制の影響領域では水制を考慮した付加抵抗係数を河床に与える。

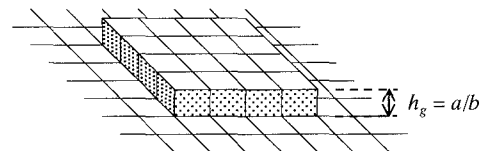


図-2 水制による遮蔽面積を考慮した擬似河床

3. 擬似河床の概念と設定方法 図-1のように透過型の水制が設置してある場合、影をつけた計算メッシュでは、水制による流れへの遮蔽面積に応じて擬似河床位を与える（図-2）。また、水制の上下流部分に現れる循環縦渦により実質的な通水断面積が減少する効果を評価するため、この領域にも同様に擬似河床を設定する（図-3）。

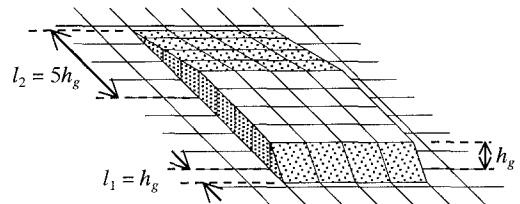


図-3 循環縦渦領域を考慮した擬似河床

水制の遮蔽高 h_g は、水の流れの方向から見た水制の遮蔽面積 a を水制設置域の幅 b で割って求める（図-4）。水の流れの方向については、水制上流における流れの平均流向で与える。

不透過型の水制をモデリングする場合には、水制の平面形状を計算メッシュで表現し、水制の天端高を河床位として与えて、水制を直接図-2のように表すことにより、不透過型・透過型とも共通して考

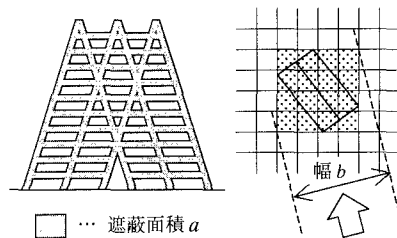


図-4 水制の遮蔽面積 a と水制設置域の幅 b

キーワード：水制、弯曲流れ、数値解析、浅水流モデル

連絡先：（株）ニュージェック

大阪本社 河川・海岸部 〒542-0082 大阪市中央区島之内1-20-19

Tel.06-245-4901

Fax.06-245-4710

えることができる。

水制前後の循環縦渦領域の長さについては、文献¹⁾等を参考に、水制背後は水制高さの5倍、水制直上流側は水制高さの1倍とする。ただし、この妥当性については、今後検討する余地がある。

$$z_f = \begin{cases} z + h_g - l & 0 \leq l \leq h_g \text{ (上流側)} \\ z + h_g & \text{(水制設置域)} \\ z + h_g - l/5 & 0 \leq l \leq 5h_g \text{ (下流側)} \end{cases} \quad (1)$$

ここに、 z_f は擬似河床位、 z は河床位、 h_g は水制による流れへの遮蔽高である。

4. 付加抵抗の評価方法 擬似河床を与えた計算メッシュ（水制影響領域）に対し、水制の効果を以下のように考慮した付加抵抗係数 C_f の値を与える。

まず、抵抗係数の概念を用いて河床面に働くせん断力を表現すると、次のとおりである。

$$\tau = \rho C_f u^2 \quad (2)$$

ここに、 τ は河床せん断力、 ρ は水の密度、 C_f は抵抗係数、 u は鉛直平均流速である。

一方、従来の抵抗力の概念を用いれば、水制によって生じる流れへの抵抗力を次のように表せる。

$$D = \frac{\rho}{2} C_D \int_0^b u_0^2 h_g dy \quad (3)$$

ここに、 D は水制による抵抗力、 C_D は抗力係数、 u_0 は水制影響領域の上流側での鉛直平均流速、 h_g は水制による流れへの遮蔽高、 b は流れの方向から見た水制の横幅、 y は流れに直交する横断方向である。

近似的に、水制が流れに及ぼす抵抗力は水制影響領域の擬似河床面に働くせん断力の総和に等しいと考えられ、水制影響領域の抵抗係数を一様と仮定すれば、式(2),(3)より、抵抗係数 C_f を次式で表せる。

$$C_f = \frac{C_D \int_0^b u_0^2 h_g dy}{2 \int u^2 dA} \quad (4)$$

ここに、 A は水制影響領域を表す。流れの計算で河床せん断力を求める際には、式(4)を離散化した式に前の時間ステップの流速を代入し、 C_f を算出する。

5. 妥当性の検討 上述の水制の表現手法により、流れの数値シミュレーションを行い、同じ条件で

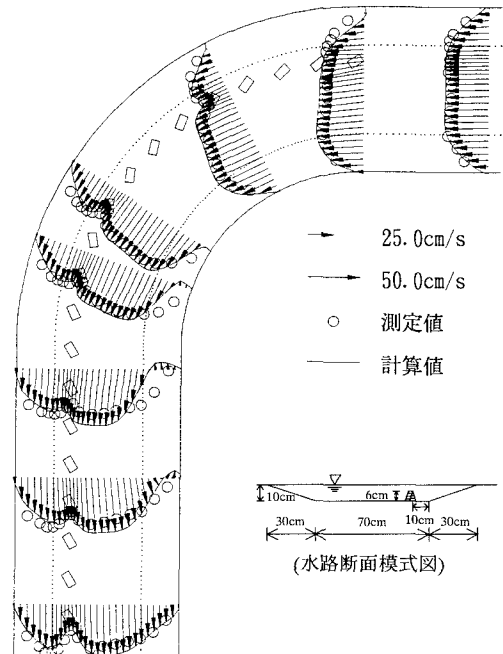


図-5 計算結果($C_D=1$)と実験結果の流速分布の比較

実施された水理模型実験の結果と比較する。対象とする実験は、平坦な固定床の90°単弯曲水路における流れの実験であり、弯曲外岸側には図-1の形状の水制が水路に対して30°の角度を付けて20個配置されている。流れの計算は直交曲線座標系を用いた二次元浅水流モデル²⁾で行う。水制の抗力係数 C_D は、種々の条件下で行った水理模型実験より、 $C_D = 1 \sim 3$ 程度の値が得られており、計算では $C_D = 1$ とした場合の再現性が比較的良好。

図-5に、計算結果と実験結果の流速分布を比較して示す。図によれば、計算によって弯曲水路での流れの様子や水制による流れの減速効果をおおよそ再現できたと評価できる。

6. 終わりに 今後、本手法の実河川への展開も図り、手法の適用性を高めてゆきたい。最後に、本研究を遂行するにあたり、貴重なご助言を頂いた立命館大学 江頭進治教授に謝意を表します。

参考文献 1) Allen, J.R.L.: Sedimentary Structures, Their Character and Physical Basis, Vol.1&2, Elsevier, 1982. 2) 芦田・江頭・劉: 京都大学防災研究所年報, 第35号, B-2, pp.41-62, 1992.