

II-53 横越流・分流における流砂量配分について

舞鶴工業高等専門学校 正 員 〇川合 茂
 河川環境管理財団 正 員 芦田和男
 京都大学防災研究所 正 員 江頭進治

1. はじめに

貯水池堆砂の防止軽減法の一つとして、バイパス方式(図-1)が考えられている。この方式の土砂水理機能を調べるため、これまでに、流量配分比 κ (横越流量/全流量)と掃流砂量配分比 κ_g (横越砂量/全流砂量)について実験的検討を行い、両者の間には、 $\kappa_g \approx 2\kappa$ なる固定床自然分流の関係が認められることなどを明らかにした¹⁾。この結果を踏まえ、本研究は、固定床自然分流を対象としたポテンシャル流れにもとづく流況解析をもとに、掃流砂量配分の簡単な算定法について検討したものである。

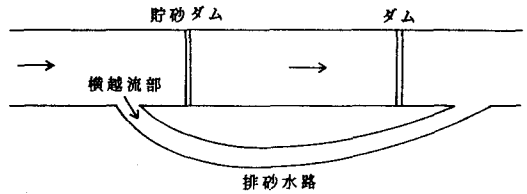


図-1 バイパス方式

2. 固定床分岐部周辺の上・下層の流れ

(1) 上層の流れ: 図-2に示すOPQRに囲まれた分岐部を考える。区間STが開口部である。ここで、流れ関数 Ψ を次式のようにおく。

$$\Psi = U_0 y + \sum_{n=0}^{\infty} H_n \sin \frac{(2n+1)\pi}{2L_3} x \sinh \frac{(2n+1)\pi}{2L_3} y \quad (1)$$

開口部STからの流出流速を図示のように三角形分布とすると、上式は、

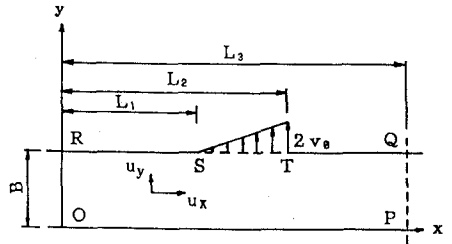


図-2 座標系と記号説明図

$$\Psi = U_0 y - \kappa U_0 B \sum_{n=0}^{\infty} C_n \sin \frac{m x}{L_3} \sinh \frac{m y}{L_3} \quad (2)$$

$$C_n = 4 \frac{\frac{L_3}{L_2-L_1} \sin \frac{m L_2}{L_3} - \frac{2}{m} \left(\frac{L_3}{L_2-L_1} \right)^2 \sin \frac{m(L_1+L_2)}{2L_3} \sin \frac{m(L_2-L_1)}{2L_3}}{m^2 \sinh(mB/L_3)}$$

となる²⁾。ここに、 U_0 は上流部の一様流速、 $m = (2n+1)\pi/2$ である。

図-3に、上式により得られる流線と固定床自然分流実験³⁾によって得られた流跡線を比較している。計算結果と実験結果はよく一致している。

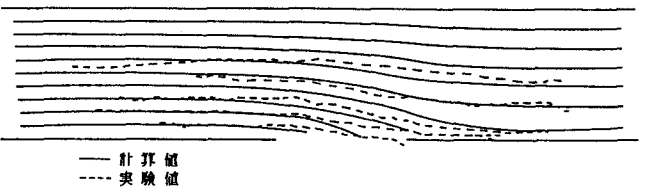


図-3 計算流線と実験流跡線

(2) 下層の流れ: 分岐部における下層の流れは、分岐に伴う二次流の発生・発達によって、上層の流線より分水路側へ大きく曲げられる。そこで、(2)式に示

される解に二次流を重ね合わせることによって下層の流れを表すことにする。分岐に伴う底面の二次流速には、一様弯曲流において提案されている次式を適用する。

$$v_b = N_* (h/r) q_b \quad (3)$$

ここに、 v_b は下層における二次流速、 h は水深、 r は流線の曲率半径、 q_b は流線の接線方向の底面

流速、 N_* は係数である。

いま、水深 h を、比エネルギー一定の条件から求め、 q_b を上層の解 $q_b^2 = u_x^2 + u_y^2$ で表す。そして、下層の流速 u_{bx} 、 u_{by} を、 $u_{bx} = u_x + v_{bx}$ 、 $u_{by} = u_y + v_{by}$ として、下層の流速ベクトルを求める。図-4 に流速ベクトルの計算結果と固定床自然分流実験により得られた底面近傍の流跡線を比較している。なお、 $N_* = 2$ としている。計算によって得られる流れ方向と実験流跡線は比較的良好に一致している。

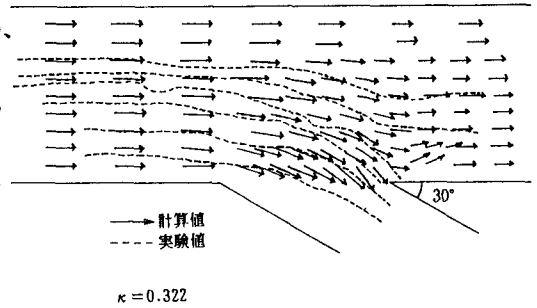


図-4 流速ベクトルの計算値と実験流跡線の比較

3. 掃流砂量配分

掃流砂量配分比 κ_g は、図-5 に示すような、底面における分流の境界流線の幅比 b/B に相当すると考えられる。そこで、下層における流向より分離流線を求め、掃流砂量配分比 $\kappa_g (= b/B)$ を算出する。図-6 に κ_g の計算値と固定床自然分流の実験値を示す。計算値と実験値はよく一致している。



図-5 分流境界流線

図-7 は、上述の方法を移動床横越流の掃流砂量配分比の算定に適用した結果である。なお、計算においては $N_* = 11$ とした。図示のように、計算値と実験値は比較的良好に一致している。このような簡単な方法にもかかわらず、掃流砂量配分は比較的精度よく推定される。ところで、固定床自然分流の場合は $N_* = 2$ 、移動床の場合は $N_* = 11$ としている。移動床の場合の N_* が大きいのは、局所的な河床形状の影響を受けて、二次流が発達するためと思われる。

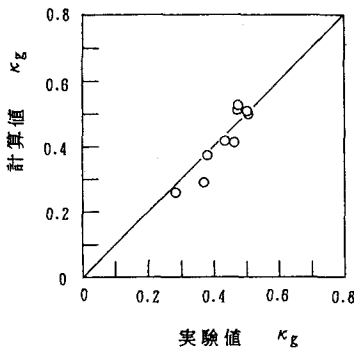


図-6 κ_g の計算値と実験値
(固定床自然分流)

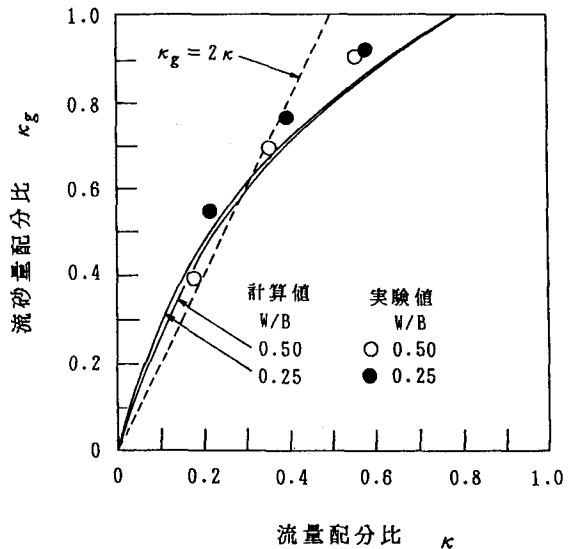


図-7 κ_g と κ の関係（移動床横越流・分流）

4. おわりに

横越流・分流における流砂量配分の簡単な算定法を検討した。今後、河床変動も含めた数値解析を行って、ここに提案した方法を検証して行きたい。

<参考文献>

- 1) 川合・芦田・江頭・安達：横越流・分流における流量・流砂量配分、第46回年講、II-264、1991。
- 2) 川合・杉本：分流に関する一理論解、第33回年講、II-343、1978。
- 3) 川合・芦田：固定床開水路分流における流量・流砂量配分に関する実験的研究、土論、第405号/II-11、1989。