

横越流における流砂量配分

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

ダム堆砂の防止軽減法の一つとして、図-1に示すバイパス方式が考えられている。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ってきた。

そして、流量配分比 κ と掃流砂量配分比 κ_g 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を明らかにした¹⁾。こうした結果より、本研究は、掃流砂量配分の予測に関して、固定床分流を対象としたポテンシャル流れにもとづく簡単な流況解析をもとに、その算定法について検討したものである。

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、そこからの流出流速を図示のように三角形分布と仮定する。そして、ポテンシャル流れを仮定すると、流れ関数 Ψ は、

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

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

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と比較している。計算結果と実験結果はよく一致している。図-4には、 x 方向の無次元流速 u_x/U_0 ($u_x = \partial\Psi/\partial y$)の計算値と実験値を比較している。この場合も、両者はよく一致している。

(2) 下層の流れ：分岐部における下層の流線は、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

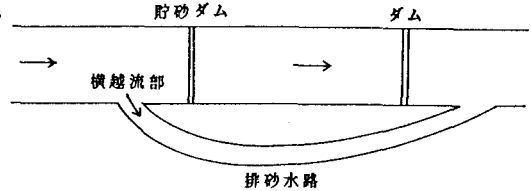


図-1 バイパス方式

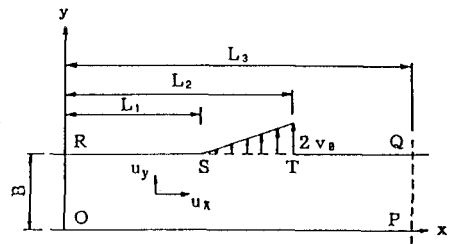


図-2 座標系と記号説明図

(1)

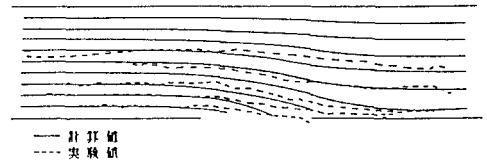
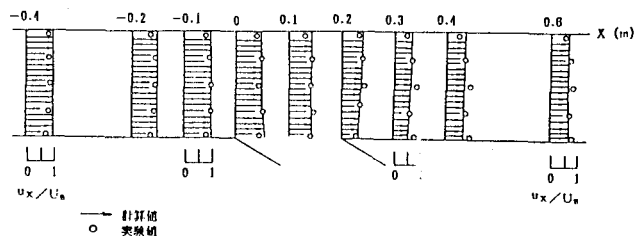


図-3 計算流線と実験流跡線

図-4 流速 u_x/U_0 の計算値と実験値の比較

Shigeru KAWAI, Kazuo ASHIDA, Shinji EGASHIRA

大きく曲げられる。そこで、(1)式で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は、一様弯曲流において提案されている次式、

$$v_b = N_* (h/r) q_b \dots\dots\dots (2)$$

を適用する。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、 $u_{bx} = u_x + v_{bx}$ 、 $u_{by} = u_y + v_{by}$ で表し、下層の流速ベクトルを求める。図-5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_* は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一致している。

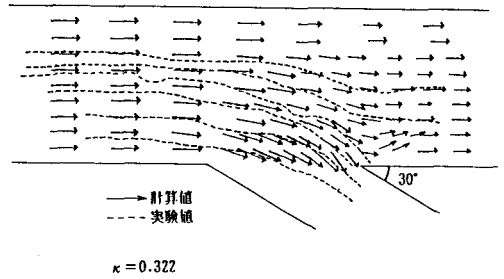


図-5 流速ベクトルの計算値と実験流跡線の比較

3. 掃流砂量配分

掃流砂量配分比 κ_g は、図-6に示すような、底面における分流境界線幅比 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。

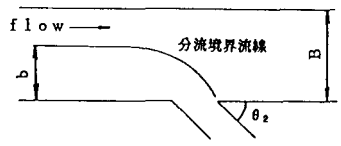


図-6 分流境界線

図-7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-8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。

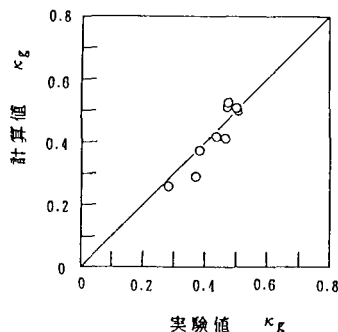


図-7 κ_g の計算値と実験値 (固定床自然分流)

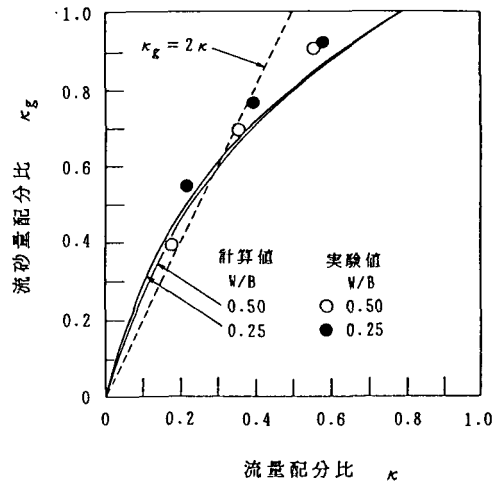


図-8 κ_g と κ の関係 (移動床横越流・分流)

4. おわりに

横越流・分流における流砂量配分の予測に関し、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い、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：第46回年講、II-264、1991。 2) 川合・杉本：第33回年講、II-343、1978。 3) 川合・芦田：土論、第405号/II-11、1989