

日大教授 正員 久宝 保

砂利河川とは粒径 $2 \sim 64 \text{ mm}$ の礫が $40 \sim 50\%$ 以上混合した底質上の河川をいう。したがって、普通の砂河川に比してもっとも相違する点は、(1) 底質の粒径が大きいこと、(2) 細粗粒子が広い範囲に混合していることにあろう。(写真は砂利河床の状況の例)

砂利河川の底質流送に関して、まず砂河川におけるものより、その底質粒子の径が大きいということから考察してみよう。まずその底質の限界流送力(あるいは限界掃流力)を

$$\tau_c = K_2 (\gamma_s' - \gamma_w) d \quad (1)$$

で与えられ、粒径が大きい場合には、多くの研究者達によって、 K_2 はほぼ一定であることが知られている。ただし γ_s' ($\approx 2.65 \text{ t/m}^3$)、 γ_w' ($\approx 1 \text{ t/m}^3$) : それぞれ砂利と水との単位体積重量、 d : 粒径、流送力を τ 、水の密度を $\rho_w (= \gamma_w/g)$ とすると、単位幅当りの底質移動量は

$$q_s = \alpha'' \left(\frac{\tau}{\rho_w} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{\tau - \tau_c}{\rho_w} \right)^n \quad (2)$$

で示されることが多いが、砂利底質に関しては n の値がいかになるかが問題になる。二次元定流に関する Psammo-hydraulic 的考え方は、等流で

$$J(q_w + \gamma_s' q_s) = \frac{u_w^2 q_w}{g C_w^2 y} + \gamma_s' \frac{u_s^2 q_s}{g C_s^2 y_s} \quad (3)$$

ここに J : 水面こう配、 q_w : 単位幅流量、 γ_s' : 砂利の比重、 u_w : 平均流速、 C_w : 摩擦係数、 g : 重力加速度、 y : 水深、 u_s : 底質移動速度、 C_s : 摩擦係数、 y_s : 底質移動厚さである。ここで

$$\gamma_w y J = \tau, \quad \gamma_w y J_c = \tau_c \quad (4)$$

とすると、(3)式は

$$q_s = \frac{u_w}{(\gamma_s' \frac{u_s^2}{g C_s^2 y_s} - J) \gamma_w} (\tau - \tau_c) \quad (5)$$

となる。砂利底質が移動する場合の水流の平均流速は、大体

$$u_w \approx C_s g^{0.5} y_s^{0.5} J^{0.723}$$

で近似せられる。ゆえに(5)式は



$$g_s = \frac{C_s}{\left(\gamma_s' \frac{U_{*s}^2}{g C_s^2 \gamma_s} - J \right) \gamma_w' \rho_w^{as} J^{0.177}} \tau^{\frac{1}{2}} (\tau - \tau_c) \quad (6)$$

となり、 τ および τ_c に関する主要項によれば(6)式は

$$g_s = \alpha'' \left(\frac{\tau}{\rho_w} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{\tau - \tau_c}{\rho_w} \right) \quad (7)$$

となり、 α'' が実験的に一定と見なされれば、(2)式で τ が1であることが明かになる。また(7)式は(1)式により

$$g_s = K_s \left(\frac{\tau}{\rho_w} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{\tau}{\gamma_s \gamma_w} - K_3 d_s \right) \quad (8)$$

$$\left(\text{あるいは} \right. \\ \left. \frac{g_s}{\sqrt{g \gamma_s J} d_s} = K_s \frac{\gamma_s J}{(\gamma_s \gamma_w - 1) d_s} - \frac{K_3}{K_s} \right) \quad (9)$$

となり、実験結果は図の通りである。

つぎの向題は砂利河川の底質粒子が大小かなり広い範囲の粒径のものよりなることである。もしもこれを用い分け別々の流送関数により流送量をその合計より推定すると、現象的に正しくなく、実際の流送量が大きく推定されねばならない。ここに用い分け曲線より、試行的に

$$d_s = d_{25} d_{50} / d_{75} \quad (< d_{50}) \quad (10)$$

を採り出した。ここに d_{25} 、 d_{50} 、 d_{75} はそれぞれ砂利底質の通過百分率の25、50、75%量に應ずる粒径である。なお d_{75}/d_{25} は sorting coeff. の自乗である。

本研究結果より

$$g_s = 4.12 (g \gamma_s J)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{\gamma_s J}{\gamma_s \gamma_w - 1} - 0.0902 d_s \right)$$

を用いて、若干の砂利河川の底質移動量を推定吟味したがかなり妥当な結果を得ることができた。

本研究に当り始終御指導を蒙うした京大の石原先生および岩垣先生に対して、深甚の謝意を表する。

(引用および参考文献は省略する)

