

(Ⅲ-7) 砂澁河床における水流の抵抗法則について

神戸大学 工学部 正員 松 梨 順 三 郎

移動床をもつた水路において、砂澁が十分に発達した現象過程を考える。この過程は一般に非定常現象であるが、その非定常性が単に砂澁の波動特性による水理諸量の周期的変動に起因していると考えられる状態を砂澁河床と呼ぶことにする。ここではこのような現象段階に着目し、G. K. Gilbert、安芸博士及び著者の実験資料を次元解析的に考察して、流れの抵抗法則に関する二三の興味ある結果を得たので、その大要をのべることにする。

砂澁河床の状態は上述のように一般に非定常現象であり、水理諸量は場所的にも時間的にも変化するが、ここではこれらの量のオ一次近似量として場所的時間的に平均された量を取り扱い、これらの量がどのような法則に支配されているかを考察する。砂澁河床の状態においては平均の水面勾配 S は平均河床勾配 J と近似的に等しいと考えてよい。この現象過程における従属変数は砂面での平均摩擦応力 τ_0 、砂澁の波高 ΔH 、波長 λ_s 、伝播速度 W_s 及び流砂量 q_B のほかに、平均水深 h_m 及び平均水面勾配 S もまた従属変数と考えられる。独立変数は初期砂面勾配 J_0 、重力の加速度 g 、単位幅流量 q 、水の密度 ρ と粘性係数 μ 、砂の水中密度 $\sigma - \rho$ と中央粒径 d 及び混合砂としての特性をあらわす β_s である。したがってこの現象過程は七つの関係式

$$h_m, S, \tau_0, \Delta H, \lambda_s, W_s, q_B = \pi_{1,2,\dots,7}(J_0, g, q, \rho, \mu, \sigma - \rho, d, \beta_s) \quad (1)$$

のうちいずれか一つによつて規定される。(1)式を変形し、無次元化して、二次的と考えられる独立変数を省略すると、

$$U_m/U_R^*, \Delta H/R, \lambda_s/R, W_s/W, \phi = \pi'_{1,2,\dots,5}(F_R, \psi, R/d) \quad (2)$$

となる。(2)式をもとにして、実験資料からこれら従属変数の実験式を求めると、それぞれ、

$$U_m/U_R^* = -13.4 + 9.03 F_R - 10.8 \log \psi + 5.75 \log R/d \quad (3)$$

$$\Delta H/R = 0.44 + 1.01 F_R + 0.51 \log \psi \quad (4)$$

$$\lambda_s/R = 5.8 - 30.4 F_R - 19.8 \log \psi \quad (5)$$

$$W_s/W = 0.001 + 0.072 F_R + 0.032 \log \psi \quad (6)$$

$$\varnothing = 6.1 F_R^{1.45} \psi^{1.84} \quad (7)$$

となる。同様の考察を開水路について行くと

$$\tau_0, I, \Delta H, \lambda_s, W_s, \varnothing = \delta_{1,2,\dots,6}(R, S', U_m, \rho, \mu, \sigma, \rho, d, \beta_s) \quad (1)'$$

$$U_m/U_*, \Delta H/R, \lambda_s/R, W_s/W, \varnothing = \delta_{1,2,\dots,5}(\psi, Re, R/d) \quad (2)'$$

$$U_m/U_* = -18.70 + 3.4 \log Re - 9.0 \log \psi + 5.75 \log R/d \quad (3)'$$

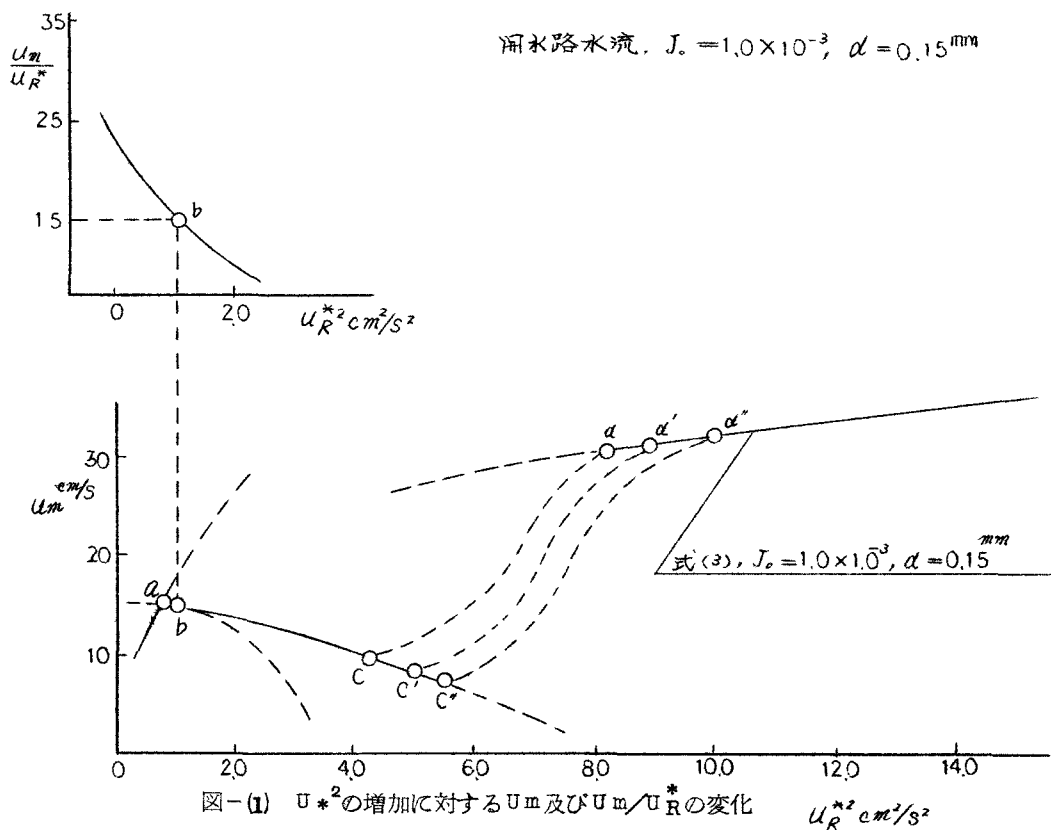
$$\Delta H/R = 25.27 - 6.31 \log Re \quad (4)'$$

$$\lambda_s/R = -86.8 + 26.3 \log Re \quad (5)'$$

$$W_s/W = -0.55 + 0.14 \log Re \quad (6)'$$

$$\log \varnothing = -29.14 + 3.28 \log \psi + 7.55 \log Re \quad (7)'$$

が得られる。図-(1)及び(2)はそれぞれ開水路及び閉水路における水流の抵抗法則の式(3)及び(3)'をあらわす。



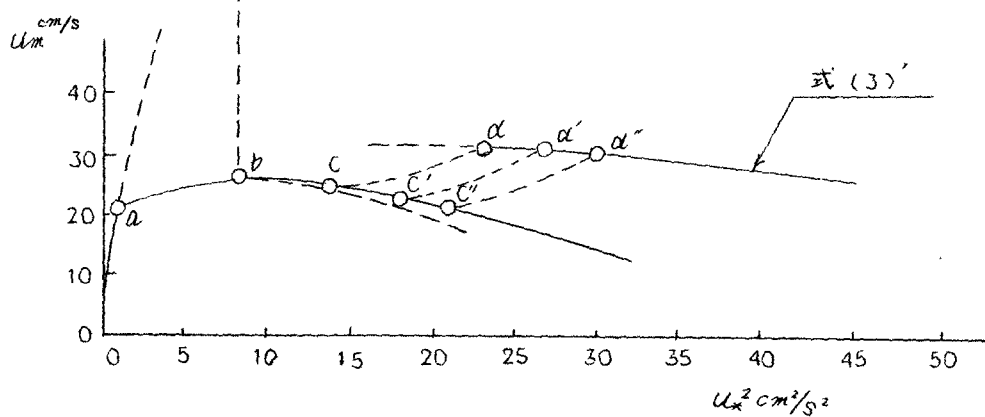


図-(2) U_*^2 の増加に対する U_m 及び U_m/U_* の変化