

II-232

貯水位の低下によるダムの排砂法

岐阜大学 工学部 田中祐一朗

1. はしがき

ダムの排砂問題は河川工学上の重要問題である。従来から多くの研究がなされており、最も効果的な方法は貯水位を低下させることにより、湖内の掃流力を増加させる方法であることが知られている。中国の黄河に築造された三門峡ダムでは、排砂門を増設して洪水時にこれを開けることにより、堆砂対策に成功したことは有名である。¹⁾しかし、ダムの全幅にわたってゲートを設置することは困難であり、その一部に設置した場合には、縮流による堰上げが生ずる。本研究はこのような場合の排砂効果について、若干の検討を行ったものである。

2. 拡散型河床変動理論

芦田²⁾は一次元不等流の運動方程式、連続式および河床砂の連続式、Manning の抵抗則を用いて次のような拡散型方程式を導いた。

$$\frac{\partial z}{\partial t} - k \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = 0 \quad (1)$$

拡散係数 k は、流砂量式として芦田・道上式を用いると次のようである。

$$k = \frac{17.8}{1-\lambda} \frac{q}{(\sigma/\rho-1)} \frac{A_1^3}{A} \left(1 - \frac{\tau_{*c}}{\tau_*}\right) \left(1 - \sqrt{\frac{\tau_{*c}}{\tau_*}}\right) \quad (2)$$

ダム地点 ($x=0$) での河床低下量 z_0 を境界条件に与えると、(1) 式の解は次のようになる。

$$z = z_0 \left(1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{T_0} e^{-T^2} dT\right) \quad (3)$$

$$\text{ここに、} T_0 = \frac{-x}{2\sqrt{k}\sqrt{t}} = \frac{-x}{2\sqrt{k_0}\sqrt{g}t} \quad (4)$$

この解の妥当性は、実験によって既に検証されている。

3. ダムの排砂実験

実験は、幅 40 cm、深さ 40 cm、長さ 15 cm の鋼性循環水路を用いて行った。開口部の幅 b と高さ a とを変化させ、5 種類の実験を行った。初期河床は、1/400 の勾配に砂を敷き均し、流量は電磁流速計を用い、水位はポイントゲージを、河床形状は超音波式測定器を用いて行った。図-1 に実験 No. 5 ($a=18$ cm, $b=15$ cm) の河床形状の時間的変化を示す。ダム地点での縮流による堰上げ効果のため、水位低下が小さく、上流 20 cm 程度の場所に河床高が変化しない点が現れ、この点から上流部で河床変動が時間的に進行している。この場合 z_0 を初期河床高と堰 Crest 高にとった理論値と実験値は、図-2 に見るように適合性が良くない。

4. 境界条件設定法

b/B の値が小さい場合、縮流の始まる U 断面での河床高 z_U が重要になる。図-3 に示すように、S, U, A 断面において水流の連続および運動量の保存則を考えると、

$$Q = B h_a V_a = B h_u V_u = b h_s V_s \quad (5)$$

$$\rho Q (V_u - V_a) = \frac{1}{2} \rho g B (h_a^2 - h_u^2) - F_{au} + W_{au} i_{0au} \quad (6)$$

$$\rho Q (V_s - V_u) = \frac{1}{2} \rho g (B h_a^2 - b h_u^2) - F_{us} + W_{us} i_{0us} - \frac{\rho g}{2} (B - b) h_u^2 \quad (7)$$

を得る。ここに、 F は各断面間の底面せん断力の合力、 W は各断面間における水の重量、 i_0 は各断面間の河床勾配であり、他は慣用の水理量である。上の(5)、(6)、(7)式を連立させて解くことにより、 U 断面での河床高 z_u を求めることができる。ここで z_u を用いて、境界条件 z_0' は、

$$z_0' = z_d - z_u$$

(8)となる。(8)式によって与えられる境界条件を用いることにより、図-4に示すように拡散型河床変動の理論の実験値との適合性は、図-3に比べてずっと向上することになる。

5. むすび

以上のように、本研究はダムの開口幅の過小により、堰上げ効果が顕著な場合にも、一次元拡散型河床変動理論の適用する可能性について検討した。本方法を用いることにより、各種のスリット幅におけるダム排砂の効果と、その河床変動を予測することが可能となる。研究の遂行に際し、川越佳人氏（熊谷組）、渡辺和浩氏（昭和板金）らの協力を得た。記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 芦田和男、河川の土砂災害とその対策、森北出版 pp166(1985)
- 2) 芦田和男、京大防災研年報12-B、pp437~447(1969)
- 3) 芦田和男・道上正規、土木学会論文報告集第206号、pp59~69(1972)

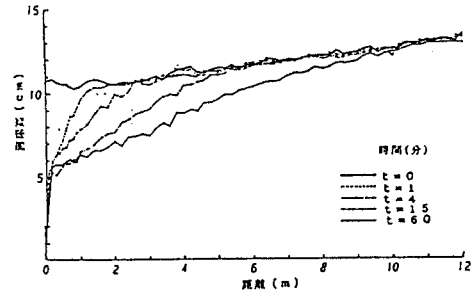


図-1 河床変動図

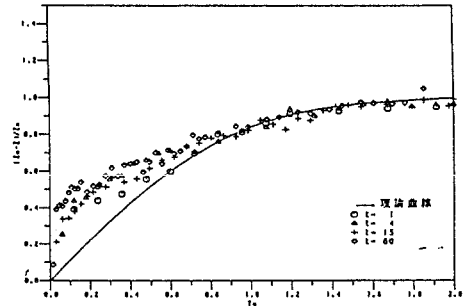


図-2 河床低下の変化特性

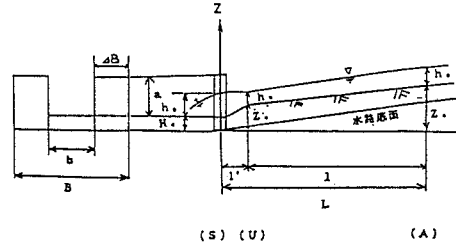


図-3 スリット横断形状と水路の縦断形状

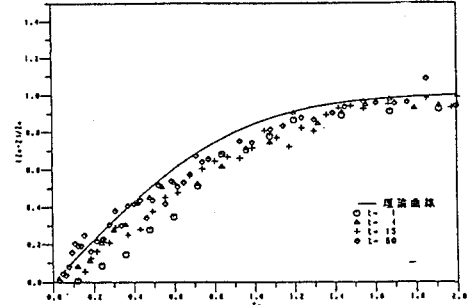


図-4 下流端河床低下量を z_0' として与えた場合の河床低下の変化特性