

Ⅱ-32 大容量貯水池の下流流域における河床低下の研究(第2報)

岐阜大学工学部 正員 °河村三郎
中部電力 K. K. 正員 三浦真治
K. K. 大林組 正員 吉田邦夫

大容量貯水池が流砂河川に築造されるとダムの下流流域は流砂が遮断されるために河床が低下する。河床が完全に低下した時の平衡状態は静的平衡の状態になると考えられる。昨年度の第17回年次学術講演会において、このような流砂遮断による河床低下はダム築造後における河川の縦断的な粒度分布が推定されれば静的平衡理論により近似的に計算しうることを示した。⁽²⁾ 本報告は、ダム築造後における河川の縦断方向の粒度変化を推定するために次元解析により研究を行なった結果の一部である。

1. 次元解析 ダム築造前の諸量からダム築造後の粒径変化を推定するために関係してくる変数は次の4つに分類される。

(1)水路形状を示す量

B = 水路巾 $[L]$,

h = ダム築造前の河床勾配(無次元),

ΔZ = ダム築造後時間後における河床低下量 $[L]$,

x = 流下方向にとった距離 $[L]$.

(2)流れを示す量

U = ダム築造前の平均流速 $[L/T]$,

h = ダム築造前の水深 $[L]$,

t = ダム築造後の時間 $[T]$.

(3)流体を示す量

ρ = 水の密度 $[F T^2/L^4]$,

$\Delta \rho$ = 水と空気との単位重量の差 $[F/L^3]$,

μ = 水の動粘性 $[F T/L^2]$.

(4)土砂を示す量

σ = 土砂の密度 $[F T^2/L^4]$,

d_s = ダム築造前の平均粒径 $[L]$,

d'_s = ダム築造後時間後における平均粒径 $[L]$,

σ_ϕ = ダム築造前の河床材料の標準偏差(無次元),

σ'_ϕ = ダム築造後時間後における河床材料の標準偏差(無次元),

ここに, $\sigma_\phi = \sqrt{d_{84}/d_{16}}$.

$$\phi_1(B, \Delta Z, x, U, h, t, \rho, \Delta \rho, \mu, \sigma, d_s, d'_s, \sigma_\phi, \sigma'_\phi) = 0 \quad (1)$$

この代りに摩擦速度 u_* を代入し, μ の代りに沈降速度 w $[L/T]$ を代入し, 反復変数として u_* , d_s , ρ をとると

$$\phi_2\left(\frac{B}{d_s}, \frac{\Delta Z}{d_s}, \frac{x}{d_s}, \frac{U}{u_*}, \frac{h}{d_s}, \frac{u_* t}{d_s}, \frac{d_s \Delta \rho}{u_*^2 \rho}, \frac{w}{u_*}, \frac{\sigma}{\rho}, \frac{d'_s}{d_s}, \sigma_\phi, \sigma'_\phi\right) = 0 \quad (2)$$

$\Delta \rho = \rho g$ であるから $d_s \Delta \rho / u_*^2 \rho = g d_s / u_*^2$ (g : 重力の加速度)となり, また σ/ρ の代りに $(\sigma/\rho)^{1/3}$ を用い, さらに, これと $u_*^2/g d_s$ とを組み合わせた $u_*^2/[(\sigma/\rho)-1] g d_s = \tau_*$ を $u_*^2/g d_s$ の代りに用い, σ_ϕ と σ'_ϕ に関しては σ_ϕ の代りに σ'_ϕ/σ_ϕ を用いる。 $u_* t/d_s$ は $u_* t/x$ とおきかえられうるから

$$\phi_3\left(\frac{B}{d_s}, \frac{\Delta Z}{d_s}, \frac{x}{d_s}, \frac{U}{u_*}, \frac{h}{d_s}, \frac{u_* t}{x}, \tau_*, \frac{u_*}{w}, \frac{d'_s}{d_s}, \frac{\sigma'_\phi}{\sigma_\phi}\right) = 0 \quad (3)$$

この研究の目的としている粒径変化を推定するためには B/d_s , $\Delta Z/d_s$, x/d_s , h/d_s は重要でないから省略すると

$$\frac{d'_s}{d_s} = \phi_4\left(\frac{u_* t}{x}, \frac{U}{u_*}, \frac{u_*}{w}, \tau_*, \frac{\sigma'_\phi}{\sigma_\phi}\right) \quad (4)$$

2. 実験結果 実験水路は巾 0.4 m, 深さ 0.4 m, 長さ 13.5 m のものであり, 実験に使用した砂の d_{50} (mm) と σ_ϕ を Table 1 に示す。

(1)河床低下の時間的变化。1例として実験番号 NQ.1 のダムから 0.5 m, 0.6 m の位置における河床低下の時間的变化を Fig. 1 に示す。

また、コロラド川に築造された Davis, Parker, Imperial の各ダムの下流流域における河床低下の実測値を Fig. 2 に示す。

(2) d'_{50} と $u_* t / \chi$, u / u_{*c} , u_* / w , τ_* , $\sigma'_\phi / \sigma_\phi$ との関係。これらの関係を Figs. 3, 4, 5, 6, 7 に示す。

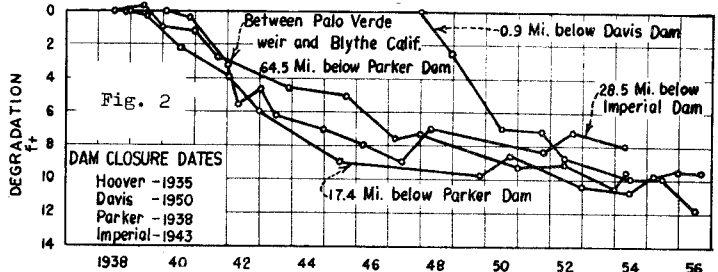
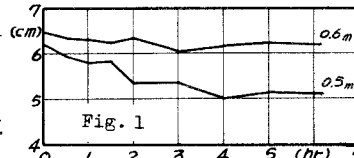
粒径変化に關する最も支配的な關係式として次式を得た。

$$\frac{d'_{50}}{d_{50}} = 0.90 + 0.00059 \left(\frac{u_* t}{\chi} \right)^{1.21} \quad (5)$$

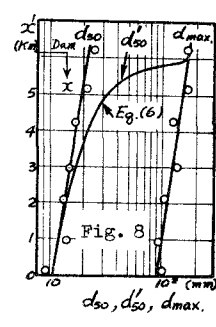
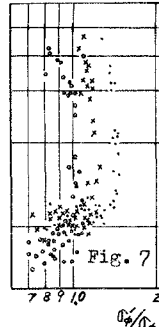
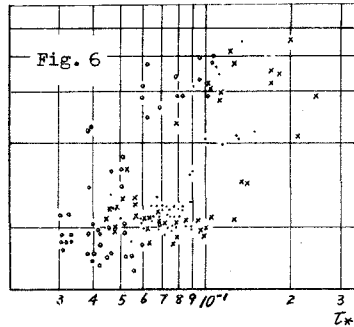
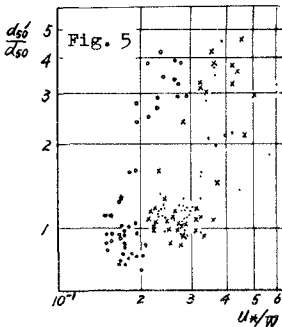
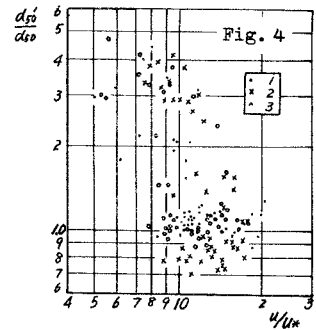
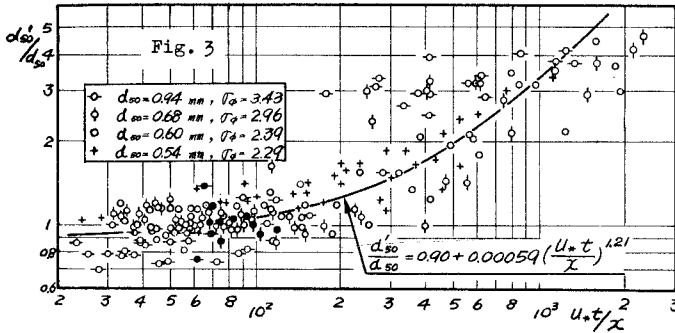
3. 粒径変化の推定例

計算例として牧田川(揖斐川支流)の地点番号 NO. 143+73.5 m の地点にダムが築造されたと

Table 1		
NO.	d_{50} (mm)	σ_ϕ
1	0.60	2.39
2	0.68	2.96
3	0.94	3.43
4	0.54	2.29



After W. M. Borland and C. R. Miller, Proc. ASCE, HY4, 1960.



仮定して粒径変化を推定してみよう。(a) $d'_{50}/d_{50} = 1$ となる地点の計算, $Q = 1200 \text{ m}^3/\text{s}$ について $u_* = 0.328 \text{ m/s}$, またこの流量が15日間連続して放流されるとすると $\chi = 6.112 \text{ km}$ をうる。

(b) 粒径変化の推定, Fig. 8 に示したごとく粒径 d_{50} は $d_{50} = 11.2 e^{-0.11\chi}$ であらわされることと, (c) 式から $d'_{50}/d_{50} = 0.90 + 1.003 \times 10^6 \chi^{-1.21}$ したがって, $d'_{50} = 11.2 e^{-0.11\chi} (0.90 + 1.003 \times 10^6 \chi^{-1.21})$ (6)

参考文献

- (1) 増田, 河村; 河川の静的平衡勾配について, 土木学会論文集 70号, 1960, pp. 17-25.
 - (2) 河村, 如藤, 瀬尾; 大容量貯水池の下流流域における河床低下の研究, 第17回年次学術講演会, 講演概要, Ⅶ部, pp. 73-76.
 - (3) Borland, W. M. and C. R. Miller; Sediment Problems of the Colorado River, Proc. ASCE, HY 4, 1960, p. 71.
- この研究に対して財団法人東海学術奨励会より研究助成金と謝意をここに記して謝意を表す。