

貯水位の低下によるダムの 排砂に関する研究

岐阜大学 学生員 〇川越 佳人
岐阜大学 正員 田中祐一郎

1. はじめに 現在、我が国では、ダムの堆砂が深刻な問題となってきた。本来ダムは「洪水調節・各種用水の確保・発電等」を目的として建設されているのであるが、ダムの堆砂による河床上昇に伴って、有効貯水量の減少などのダム本来の機能を果たさなくなるばかりでなく、下流部の河床低下や海岸侵食にまで影響が現われている。従って「ダムの堆砂排除」という課題が極めて重要になっている。

本研究ではダム貯水池における堆砂排除の方法として、セキに設けた開口部の幅と高さにより貯水位を低下させる具体的な方法を与え、掃流力を限界掃流力以上に回復させるといった自然の営力を利用することによって、貯水池内の堆砂排除を実験により行ない、その適応性を検討するものである。

2. 実験目的と方法 実験装置は図-1に示すような長さ12m幅0.4mの鋼製直線水路を利用した。そして水路の下流端にSand filter を設け流出土砂量を回収できるようにした。水路には平均粒径0.035cm の5号砂を下流端の厚さ約10cmで所定の勾配になるように整地した。貯水位の低下を与えるためにセキに表-1のように幅と高さの異なる開口部を設け、貯水位を5種類与えた。ただしセキ上げ効果が起きないように断面積を設定した。実験は無給砂・一定流量 ($Q=3.8281/s$) のもとで表-1に示す5種類のセキにより貯水位を与え、初期河床を0分とし通水時間 $t=1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 120$ 分毎に水位をポイントゲージを用いて河口より1m毎に測定した。またその時間毎に止水し、河床高を音波測深機を用い、河口から1mまではセキの影響を考慮できるように0.1m毎、それより上流は0.2m毎に12mまで測定した。尚Sand Wave の影響を極力なくす為に河床高・水位は1断面における測定点を1mまでは7ヶ所、それより上流は5ヶ所ずつ測定しその平均値をデータとした。また各時間毎に流出土砂量を回収測定し、実測値の河床低下量から求めた流出土砂量と図-2の様に比較することにより実測値河床高の信頼性を確認した。

以上の方法により貯水池内の河床変動を時間的に追跡し、それを次に示す拡散方程式の初期条件および境界条件として与えることにより解き、流出土砂量を求める。

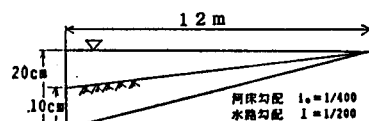


図-1 実験装置

	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5
B	25	25	25	15	15
H	12	15	18	15	18

表-1 開口部スケール

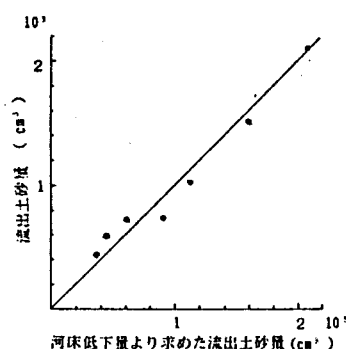


図-2 流出土砂量

3 河床変動計算 下流端水位低下による河床変動を扱うものに芦田の拡散方程式を用いた解析法¹⁾があり、流れの状態を疑似等流と仮定すれば次式で表わされる。

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

流砂量式として芦田・道上式²⁾を用いると

$$K_0 = 17.8 \frac{A_1^3}{(\sigma/\rho - 1)A} \left(1 - \frac{\tau_{*c}}{\tau_*}\right) \left\{1 - \left(\frac{\tau_{*c}}{\tau_*}\right)^2\right\} \frac{1}{1 - \lambda} \quad (2)$$

$$A_1 = A / [6.0 + 5.75 \log_{10} \{R/d(1+2\tau_s)\}] \quad A = q/u, \quad K = K_0 q$$

ここに τ_s : 限界掃流力 τ_{s0} : 無次元限界掃流力 u : 摩擦速度 σ/ρ : 砂の比重 λ : 砂の空隙率 R : 径深 d : 砂の粒径 q : 単位幅流量である。

図-3に示すように初期河床にそって流水方向にx軸、鉛直方向にz軸をとり、x軸からの河床変化量をzとし初期条件・境界条件をそれぞれ

$$z(x, t) |_{t=0} = 0$$

$$z(x, t) |_{x=0} = 0$$

とすると(1)式の解は次式ようになる。

$$\frac{z_0 - z}{z_0} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{T_0} e^{-\tau^2} d\tau$$

$$T_0 = - \frac{x}{2\sqrt{K_0 q t}} \quad (x: m, t: sec)$$

(3)

(4)

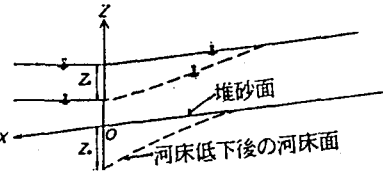


図-3 貯水位低下定義図

4. 実験結果および考察

図-

3は初期河床 $t=4, 30, 60, 120$ 分における河床状態を示す。 $x=0.4m$ まではセキの影響が現われているが、それより上流は河床低下が時間経過と共に上流へ伝播する様子が分かる。測定結果より場所的・時間的に水深がほぼ一定で、擬似等流状態と見なしうるので、計算条件を(2)式に代入し $A_1=0.736$ $K_0=0.259$ を得る。貯水池低下量は $x=0$ における初期河床からの低下量とし $z_0=2.13cm$ とした。これらを(4)式に代入すれば、任意の x および t における河床の低下量 z を容易に求めることができる。

図-4は理論値と実験値とを比較したものであるが、水深や河床高の測定精度や、河床に生じるSand Waveによる影響を考慮に入れると、理論曲線と実測値とは多少の誤差はあるもののかなりよく一致していると見なされる。よって上記の解析により河床低下量 z を求め、それによる流出土砂量を算定することができる。

なお貯水位の低下量を決定するセ

キ開口部の幅と高さによる断面積との関係、セキにおける影響については講演時に述べることにする。

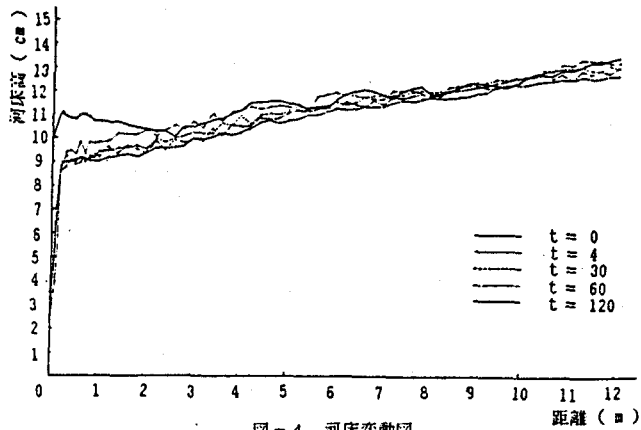


図-4 河床変動図

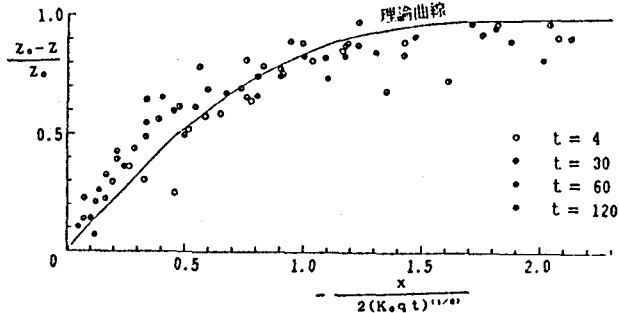


図-5 河床低下の変化特性

(参考文献) 1) 芦田和男: 河床変動に関する研究、京大防災研究所年報、第12号 B、1969年3月

2) 芦田和男: 河床変動に対する境界条件の影響、土木学会第25回年次学術講演会講演集、第2部、1970年