

長岡技術科学大学 学生員 湯城 豊勝

建設省土木研究所 正会員 石川 忠晴

建設省土木研究所 福井 明

1. はじめに

ダム等の建設によって生じる大規模な河床変動を模擬する実験を行い、文献(1)に述べられている方法で計算した結果と比較した。現実の条件になるべく近づける目的で、河道幅を流下方向に変化させるとともに、流量、給砂量を時間的に変化させた。実験は次の三部から成る。① 平衡縦断形状の形成、② ダム下流の河床低下、③ 貯水池内の堆砂及び上流河道の河床上昇。

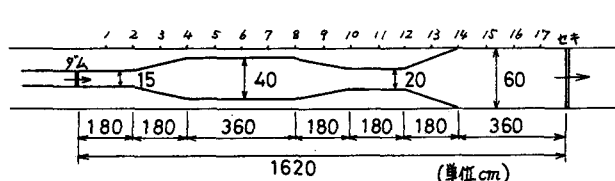


図1 実験水路

2. 実験装置及び方法

長さ30 m、断面60 cm×60 cmの可変勾配水路内に図1の様に幅の変化する水路を敷設した。給砂はダム上流部の水路部において10分毎にメスシリンダーで測定した。流量は30分毎に下流の三角堰で検定した。河床材料は下限0.4 mm上限0.6 mmでカットしたほぼ均一な砂を使用した。流量条件、給砂条件を図2に示す。

3. 平衡河床縦断形

水路床に砂を一定の厚さに敷き均した後、図2の流量、給砂量のもとで15時間通水し、河床高の時間的変化を測定した。水路中央の河床高の変化を図3に、最終平均河床高を図4に示す。図3からわかるように、流量と給砂量が周期的に変動する為に平衡状態においても河床形状は一定していない。図4には、流量が変化する時点の形状を示してある。

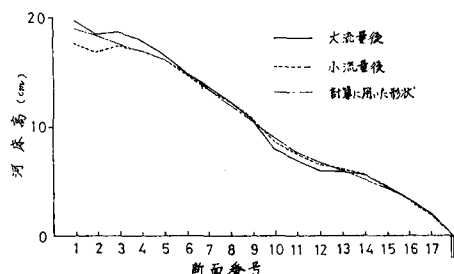


図4 平衡河床縦断形

らわかるように、流量と給砂量が周期的に変動する為に平衡状態においても河床形状は一定していない。図4には、流量が変化する時点の形状を示してある。

4. 河床低下実験

平衡河床縦断形を形成させた後、流量条件は変えずに給砂のみを止め、その後の河床高の変化を測定した。結果を図5に示す。図中の V_0 は、仮に給砂を続けていたとすれば、その時点までに加えられていたであろう砂量である。（すなわちダムによってカットされた流砂の累積値を表す。）図中の実線は、次のようにして計算された結果である。まず、図4の測定結果（実線と破線）の平均をとり、平均平衡河床形状を求める。次に、これを縦

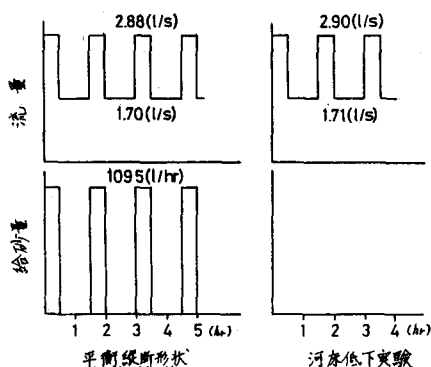


図2 流量・給砂量

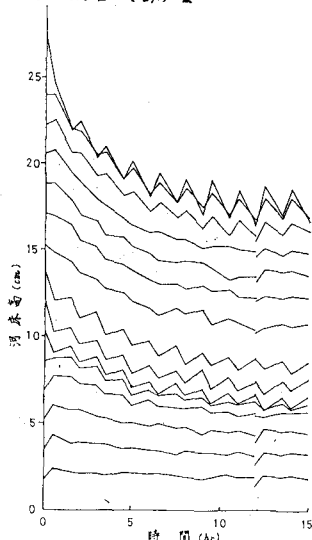


図3 河床高の時間的変化

断方向に5点平均し平滑化する。この形状を(1)式に代入して変動量を計算し、もとの平均平衡河床形状に加える。

5. 堆砂実験

平衡河床を復元した後、下流のセキを10 cm上げ、流量、給砂量の条件は平衡河床縦断形の実験と同一にし河床形状の変化を測定した。測定結果を図6に示す。

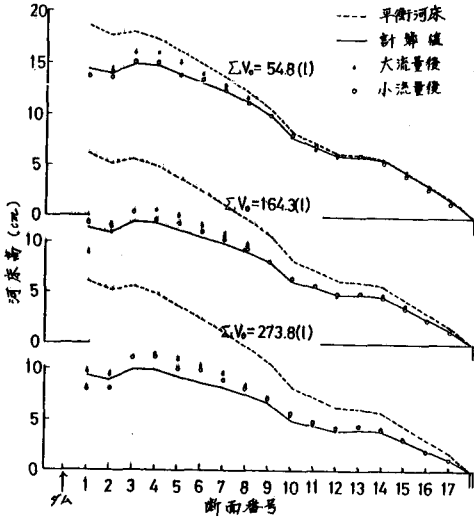


図5 河床低下実験

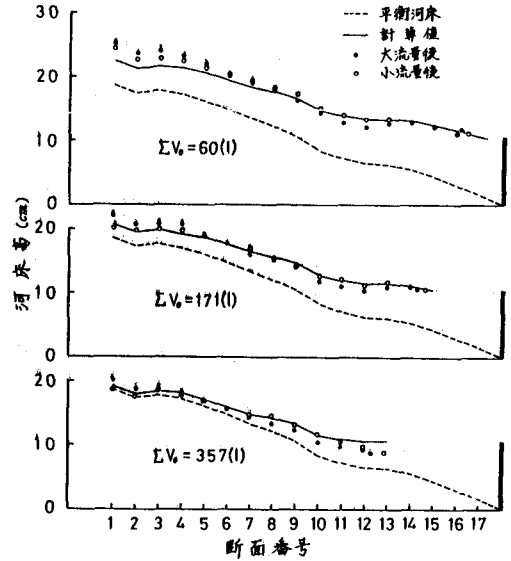


図6 堆砂実験

6. 計算式

i) ダム下流の河床低下

$$\left. \begin{aligned} 1: & \left(\frac{A_1}{V_0} + K_1 \right) \eta_0 + \left(\frac{A_1}{V_0} - K_1 + K_2 \right) \eta_1 - K_2 \eta_2 = -N_1 - N_2 \\ j: & -K_{j-1} \eta_{j-2} + \left(\frac{A_j}{V_0} + K_{j-1} \right) \eta_{j-1} + \left(\frac{A_j}{V_0} + K_{j+1} \right) \eta_j - K_{j+1} \eta_{j+1} = N_{j-1} - N_{j+1} \\ n-1: & -K_{n-2} \eta_{n-3} + \left(\frac{A_{n-1}}{V_0} + K_{n-2} \right) \eta_{n-2} + \left(\frac{A_{n-1}}{V_0} + K_n \right) \eta_{n-1} = N_{n-2} - N_n \\ n: & -K_{n-1} \eta_{n-2} + \left(\frac{A_n}{V_0} + K_{n-1} + K_n \right) \eta_{n-1} = N_{n-1} - N_n \end{aligned} \right\} (1)$$

ii) ダム上流の堆砂

$$\left. \begin{aligned} 1: & \left(\frac{A_1}{V_0} - K_1 + K_2 \right) \eta_1 - K_2 \eta_2 = 2 - N_1 - N_2 \\ 2: & \left(\frac{A_2}{V_0} + K_1 \right) \eta_1 + \left(\frac{A_2}{V_0} + K_3 \right) \eta_2 - K_3 \eta_3 = N_1 - N_3 \\ j: & -K_{j-1} \eta_{j-2} + \left(\frac{A_j}{V_0} + K_{j-1} \right) \eta_{j-1} + \left(\frac{A_j}{V_0} + K_{j+1} \right) \eta_j - K_{j+1} \eta_{j+1} = N_{j-1} - N_{j+1} \\ m: & -K_{m-1} \eta_{m-2} + \left(\frac{A_m}{V_0} + K_{m-1} \right) \eta_{m-1} + \left\{ \frac{A_m}{V_0} + c \left(\frac{I_m}{I_{0m+1}} \right)^{c-1} \frac{1}{L_{m+1} I_{0m+1}} \right\} \eta_m = N_{m-1} - (1-c) \left(\frac{I_m}{I_{0m+1}} \right)^c \\ m+1: & V_0 = (Z_m + Z_{m+1} + \eta_m) A_{m+1} / \left\{ N_m + (1-c) \left(\frac{I_m}{I_{0m+1}} \right)^c + K_m \eta_{m-1} - \left\{ K_m - c \left(\frac{I_m}{I_{0m+1}} \right)^{c-1} \frac{1}{L_{m+1} I_{0m+1}} \right\} \eta_m \right\} \end{aligned} \right\} (2)$$

ただし $N_j = \left(\frac{I_j}{I_{0j}} \right)^c$, $K_j = \frac{c}{2} \left(\frac{I_j}{I_{0j}} \right)^{c-1} \frac{1}{L_j I_{0j}}$, I_{0j} = j 区間の平衡河床勾配, L_j = j 区間の区間長, η_j = V_0 の土砂が上流から流出する間の j 断面の河床上昇量, Z_m = V_0 の土砂が流出する前の堆砂段丘の高さ, Z_{m+1} = V_0 の土砂が流出した後の堆砂段丘の高さ。

参考文献: (1) 石川忠晴 土木技術資料 22-3, 1980. 3.