

ダム堆砂に関する研究（横山ダムを例として）

岐阜大学 ○学生員 頼 頼 律
 岐阜大学 学生員 太 田 伸
 岐阜大学 正会員 田中祐一郎

1 緒言

現在多くのダムでは、ダム貯水池内の堆砂に関連して引き起こされるダム上流の河床上昇、ダム下流の河床低下と河床砂礫の粗粒化という問題を始めとして、様々な問題を抱えている。その中には、予想以上の速さで堆砂が進行し、もうすでに満砂状態になってしまったダムもある。本研究は、このような問題に対して、横山ダムを例として、ダム貯水池内の堆砂機構を数値シミュレーションするものである。また、近い将来、上流部に日本でも有数といわれる徳山ダムの建設がきまっているので、横山ダムの現在の堆砂状況を明らかにすることは、その影響が至った状態を研究するためにも役立つことである。

2 数値シミュレーションの方法

貯水池に流れ込む掃流砂、浮遊砂の効果を岡部¹⁾の方法により分離することなく評価し、それらの堆砂量を、片押し計算方式を用いて、図-1に示すようなフローチャートに従って行う。

河道特性 ; 測量された横断面図を検討した結果、河道断面のモデルとして、台形断面で近似させることにした。

水面形計算 ; 境界条件にダムサイトの水位を与え、収束計算にNEWTON法を採用して、射流となった断面より上流の断面に対しては、擬似等流の仮定を適用する。

流砂量の計算 ; 掃流砂量、浮遊砂量の計算は次の通りである。

掃流砂は佐藤・吉川・芦田式と芦田・道上式で浮遊砂はLANE・KALINSKE式と修正された道上式²⁾を用いて計算する。

河床変動の計算 ; 掃流砂、浮遊砂の河床変動式。

$$\frac{\partial Z_B}{\partial t} + \frac{1}{\{B_B(1-\lambda)\}} \cdot \frac{\partial \{B_B \Sigma (q_B + q_S)\}}{\partial x} = 0$$

ここに、 B_B : 水面幅、 B_S : Bed Material Load の流送に有効な河床幅、 q_B 、 q_S : 単位幅あたりの掃流砂量、浮遊砂量
 λ : 河床の空隙率、 t : 時間、および Z_B : 堆砂面位である。

計算の安定条件 ; 計算の安定条件のモデルとして、黒木・岸³⁾の一次元河床変動の安定条件モデル（掃流砂+非平衡浮遊砂）によって検討を行なった。

差分方程式の安定性に関する、Courant・Friendrich and Lewy の条件は、次式で与えられる。

$$\frac{\Delta t}{\Delta x} \leq \min \{ |(\frac{dx}{dt})_z|^{-1}, (\frac{dx}{dt})_{P^{-1}}, (\frac{dx}{dt})_{C_i^{-1}} \}$$

$$(\frac{dx}{dt})_z = - \frac{1}{(1-\lambda)(1-Fr^2)} \cdot \frac{dq_{BT}}{dh} \tag{1}$$

$$(\frac{dx}{dt})_{P^{-1}} = \frac{1}{(1-\lambda)\delta} \cdot \frac{dq_{BT}}{dP} \tag{2}$$

$$(\frac{dx}{dt})_{C_i} = \frac{Q}{BH} \tag{3}$$

ここに、 Δt 、 Δx : 差分方程式の時間間隔および距離間隔、 Z : 河床高、 h : 水

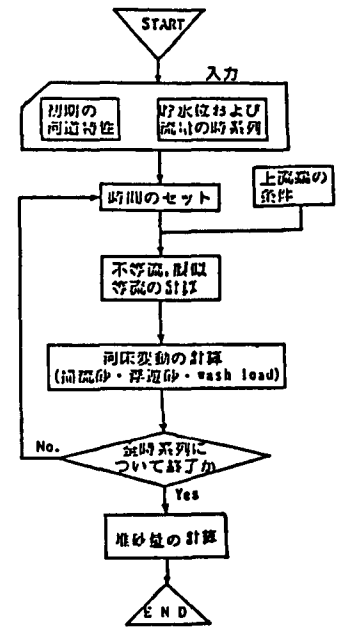


図-1 堆砂計算のフロー

深、 B : 川幅、 F_r : フルード数、 x : 区間距離、 t : 時間、 λ : 河床の空隙率、 q_{BT} : 掃流砂量、 q_{Bt} : 粒径 d_i の粒子の掃流砂量、 δ : 移動層の厚さ、 P_i : 粒径 d_i の粒子の占める割合、 C_i : 粒径 d_i の浮遊砂の断面平均濃度である。

以上の条件を比較して検討した結果、最も厳しい条件を適用すると、計算時間が膨大になるので、横山ダムの流砂量の性質を考慮して式(1)のみの条件を適用することにした。

以上の式を差分法で解く。尚、計算結果は講演時に述べる。

3 横山ダムの特徴

ダムの堆砂形状は、一般的に、次の3つのタイプに分けられる。

TYPE-1 ; 本川あるいは支川の upstream に設置された比較的大規模なダムにみられる。

TYPE-2 ; 直上流に大規模なダムが設置されているようなダムや、木曾川系の一連のダム群の下流に位置するダムにみられる。

TYPE-3 ; 本川ないし大支川に設けられた中規模ダムであり、上流に大きなダムがないような場合、あるいは、支川上流端に設けられた小規模ダムにみられる。

横山ダムは、木曾川水系揖斐川の上流に位置し、上流部にダムが存在せず、図-2の横山ダムの堆砂形状や地理的な条件からも明かなように上記の3つのタイプのうち、TYPE-1に属すると考えられる。また、図-2からは、近年の河床変動がごくわずかであることがわかる。

また、図-3は、横山ダム上流部の河床材料の粒径加積曲線であるが、この図からもわかるように横山ダムの場合は、0.1mm以下の粒径の砂がごくわずかで、WASH LOADの堆砂がほとんどないと推測される。

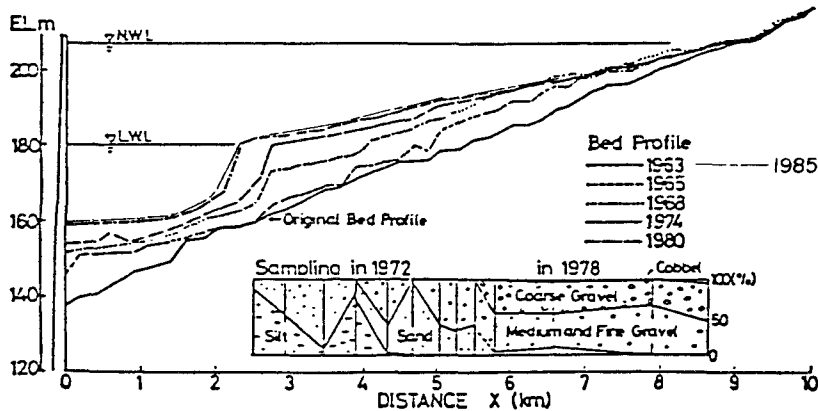


図-2 横山ダムの堆砂状況の経年的変化

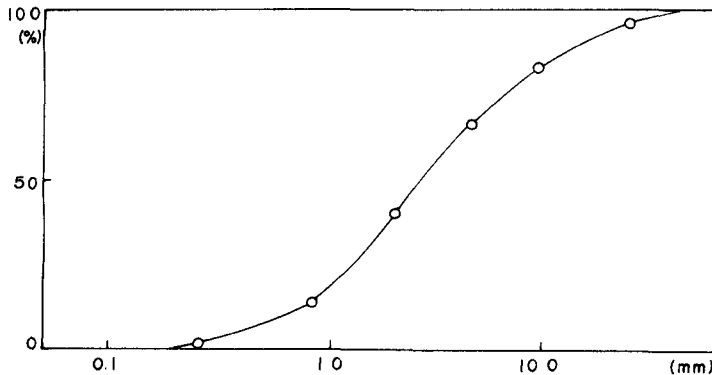


図-3 横山ダムの粒径加積曲線

参考文献：1)岡部、貯水池における堆砂過程とその予測に関する基礎的研究、2)芦田・岡部、京大防災年報、25号、B-2、昭和57年、3)黒木・岸、比較河川学の研究、ダム堆砂のシュミレーションに関する一考察、昭和62年3月