

ダム堆砂形状の計算手法に関する研究

岐阜大学工学部 正会員 河村 三郎
 岐阜大学工業短期大学部 正会員 藤田 一郎
 岐阜大学大学院 ○ 学生員 末松 正年

1 まえがき

ある河川にダムを建設すると、流送土砂は、ダム貯水池内に堆砂し、ダム上流域の河道は河床が上昇すると考えられる。

これまで、ダム堆砂の予測モデルはいくつか提案されているが、いわゆる河道区間においては流れを疑似等流と仮定している場合が多い¹⁾。しかしながら、ダム上流域の河床上昇を問題にする場合には、この区間においても不等流と仮定する必要があると考えられる。

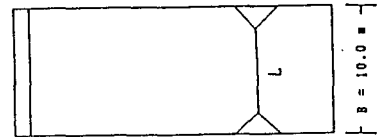
そこで本研究では、このような点を考慮し、全断面において不等流計算が可能なプログラムを開発し、ダム堆砂計算に用いてみた。対象としては、狭さく部を有するダム貯水池を考え、特に狭さく部、ダム上流域の河道区間の河床変動に与える影響について検討した。

2 理論

ダム貯水池に流入するまでの流砂は、ほぼ平衡状態であると考えられる。しかし、ダム貯水池内に流入すると、急激に掃流力が減少するため、貯水池の入口付近で堆砂がはじまる。即ち、この領域では、流砂の移動形態は非平衡と考えられるが、本研究においては、モデルを単純化するために、平衡状態と仮定した。流砂の連続式は掃流砂と浮流砂²⁾を考慮して次式で与える。

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{(1-\lambda)} \frac{\partial (q_b B + q_s B)}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

ここで、 λ : 河床材料の空隙率 z : 河床高 t : 時間
 B : 河川幅 x : 流下距離
 q_b : 単位幅当りの掃流砂量 q_s : 単位幅当りの浮流砂量



Wash Load による堆砂は、掃流砂と浮流砂による堆砂がゼロとなる最下流断面から二断面上流より下流に堆砂するものとし、次式で与える。

$$\frac{\partial z}{\partial t} - \frac{K_w(A/h)}{(1-\lambda)B} \frac{W_{lw} Q_w}{Q} = 0$$

ここに、 Q_w : Wash load Q : 流出流量
 W_{lw} : Wash load の代表的沈降速度

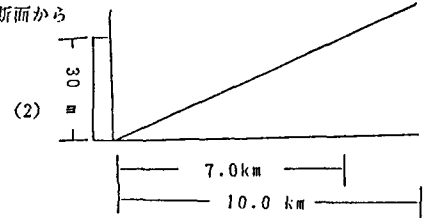


図-1 ダム貯水池形状

3 計算手順

全断面において、不等流計算を迅速に行うために、通常はNewton法を用いたが、堆砂が進行してくると解が発散するケースが数多く出てくることが分かった。このような場合には、その区間の水面形を二分法を用いて求めることにした。このような、Newton法と二分法を使い分けることにより、全断面の不等流計算が可能となった。

掃流砂公式としては、次式のような芦田・道上式³⁾を用いた。

$$\frac{q_{bi}}{i_b U_{*c} d_i} = 17 \tau_{*ci} \left(1 - \frac{\tau_{*ci}}{\tau_{*c1}}\right) \left(1 - \left(\frac{\tau_{*ci}}{\tau_{*c1}}\right)^{1/2}\right) \quad (3)$$

ここに、 q_{bi} : 粒径別の掃流砂量 U_{*c} : 粒径別の摩擦速度
 i_b : 粒径 d_i の砂れきが河床において占める割合

浮流砂量は、次の芦田・道上式³⁾を用いた。

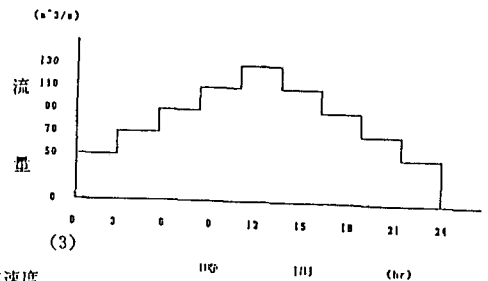


図-2 洪水流量

$$\frac{q_{s1}}{q \Delta F(W)_0} = Ce \left(\left(1 + \frac{n g^{1/2}}{\kappa h^{1/6}} \right) \Lambda_1 + \frac{n g^{1/2}}{\kappa h^{1/6}} \right) \Lambda_2 \quad (4)$$

ここに、 q_{s1} : 各粒径の浮流砂量 q : 単位幅流量 n : 粗度係数 g : 重力加速度
 C_e : 基準点濃度 κ : カルマン定数 Λ_1, Λ_2 : 積分値

Λ_1, Λ_2 及び C_e を求める際には、有限積分・半無限積分が必要となるが、二重指数関数型の積分公式を用いることにより、高速で積分値が得られる。

4 計算結果と考察

計算を実行するに当り、モデル化したダム貯水池を図-1のように与え、そのダム貯水池に図-2で示す洪水を10日間連続で与える。また、河床材料として、図-3で示すような混合材料を全断面で与えた。

得られた結果をもとに、各狭さく幅で示したものが、図-4である。この図を見て分かることは、狭さく部(7km地点)前後における河床変動量 Δz が、狭さく幅が小さくなるに従って大きくなっていくことである。これが、どの程度、どの地点まで及んでいるかを確認するために、狭さく部前後での Δz を、プロットしてみた。それが図-5である。この図を見ると、狭さく部より上流側では、7.5km地点での変動量が大きい。それより上流では堆砂は安定してくる。また、狭さく部より下流においては、5.0km地点までは Δz の値が大きい。しかし、それより下流側では安定した堆砂状況であろうと思われる。一方、7.0km地点では、掃流力が增大しているため初期の段階で Δz が負となり、堆砂しにくくなっていると考えられる。

以上の事から、このモデルは狭さく部を有する河川の挙動を、良く表現していると考えられる。今後は、流砂の移動形態を非平衡とし、アーマリングを考慮したモデルで、狭さく部の影響を検討したい。

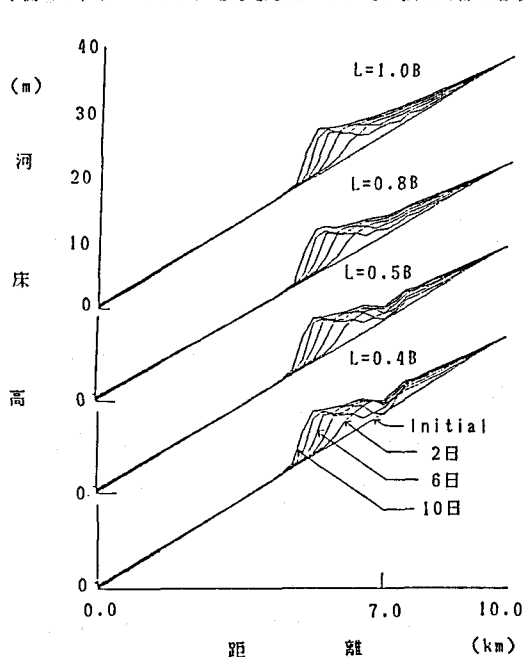


図-4 河床変動

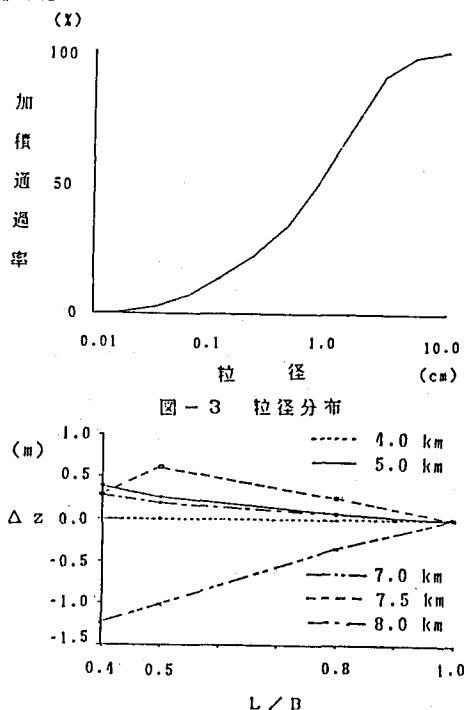


図-5 河床変動量

参考文献

- 1) 芦田 和男・岡部 健士：貯水池堆砂の数値計算法に関する研究，京都大学防災研究所年報 第25号B-2、昭和57年，pp.389-400
- 2) 河村 三郎：土砂水理学1，森北出版，1982年，pp242-311
- 3) 芦田和男・高橋保・道上正規：河川の土砂災害と対策，森北出版，1983年，pp19-53