

II-153 床止めによる侵食制御に関する研究

京都大学防災研究所 正員 里深 好文
 京都大学防災研究所 正員 芦田 和男
 京都大学防災研究所 正員 江頭 進治

1. はじめに

床止めの設けられた堆砂域における水みちの形成を伴う流路の変動過程を、水路実験および数値シミュレーションによって検討することにより、床止めの設置間隔や水通し幅が、その侵食制御機能に及ぼす効果に関して考察を行なっている。

2. 実験的考察

図-1 に示すように、水路に一樣な砂を敷き均し、給砂なしの条件で上流端より給水を行い、表-1 に示す条件のもとで実験をおこなった。床止めで区切られた各区間には、上流側から順に番号をつけている。各ケースの流出土砂量の時間的変化を図-2 に示す。水通しを設けたRUN-A, RUN-B において早い時期に流出土砂量が小さくなっている。これは床止めの水通し部によりエネルギーロスが発生し、ダム上流部にせきあげが起こって、流砂が貯留されるためと考えられる（図-3 (b)）。また、区間長 l_b の長いRUN-Bにおいて流出土砂の継続時間が長くなっている。これは、図-3 (a) に示されるように侵食され得る土砂量が多いためである。縦断的にみると、河床は上流側から順に低下し、安定化してゆくが、このとき、水みちの平面形状は蛇行形状を呈している。しかし、水通しを持つ床止めの設置間隔が短い場合には、蛇行の発達を制限され、横侵食が抑制されるために、流路は直線的に固定される。その結果、ダム下流部に図-4 のような非侵食領域が形成される。その形状は、袖部の長さ l_a と形状係数 β によって表わされ、RUN-A の結果ではほぼ2に近い値になっている。図-5 はRUN-B の区間別の侵食量である。上流の区間ほど侵食量が少なくなっているのは、流路が早い時期に安定し、横侵食が抑制されるためである。

以上のように、堆砂域に水通しを持つ床止めを設けると、縦侵食が抑制される上に、蛇行の発達を制約を受け、横侵食が抑制されるために、侵食量は小さくなる。また、その設置間隔が短く、水通し幅が狭いほど、せきあげの効果と非侵食領域の形成により床止めの前後に貯留される土砂量が多くなり、侵食量は小さくなる。

3. 数値シミュレーション

従来の一次元河床変動モデル¹⁾を用いて、上述の侵食過程を表現することを試みる。水みちが左右に振れることをモデルに組み込むために、水みちが振れる条件においては、河床変動量を水路幅全体に均等に配分する。振れの判定基準として、つぎの2つを考える。一つは交互砂州²⁾の形成限界であり、もう一つは側岸斜面の移動限界で³⁾

表-1 実験条件

	l (cm)	l_b (cm)	B (cm)	B_0 (cm)	Z_0 (cm)	ΔZ (cm)	ΔB (cm)	Q (cm^3/s)	t_0	d (cm)
RUN-A	800	200	100	10.0	20.0	2.0	2.0	1000	0.05	0.19
RUN-B	800	400	100	10.0	20.0	2.0	2.0	1000	0.05	0.19
RUN-C	800	200	100	20.0	2.0	2.0	2.0	1000	0.05	0.19

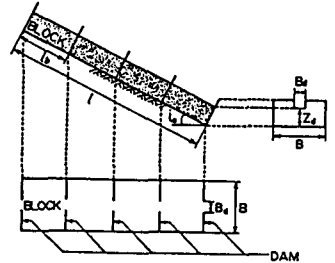


図-1 定義図

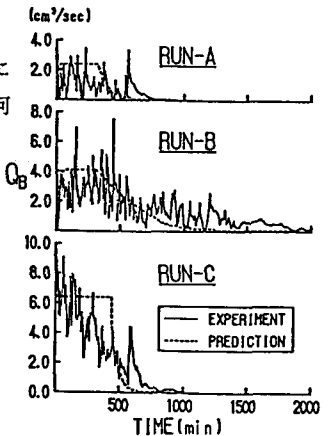


図-2 流出土砂量

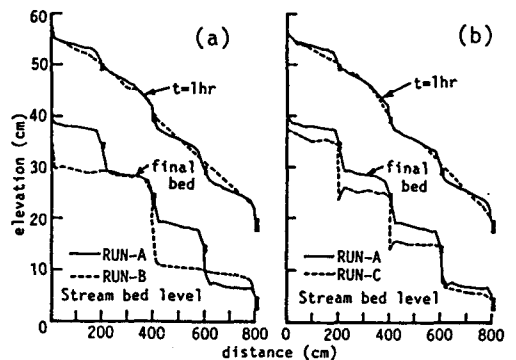


図-3 平均河床位の比較

あって、掃流力が限界掃流力より小さければ振れは起こらないものとする。それぞれの基準値はつぎのように与えられる。

$$h_{lim} = \sqrt[3]{0.05 B_w^2 d}$$

$$k = 2\tau_{*c} \cos\theta \sqrt{1 - \left(\frac{\tan\theta}{\mu}\right)^2} \quad (\text{Lane \& Corlson の式より})$$

以上のことを考慮すると、河床の連続式は次のようになる。

$h < h_{lim}$ and $\tau_* > k$ において

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{1-\lambda} \frac{1}{B} \frac{\partial(q_B \cdot B_w)}{\partial x} = 0$$

$h \geq h_{lim}$ or $\tau_* \leq k$ において

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{1-\lambda} \frac{1}{B_w} \frac{\partial(q_B \cdot B_w)}{\partial x} = 0$$

ここに、 h :水深、 B :水路全幅、 B_w :水みち幅、 q_B :単位幅流砂量、 z :河床位、 λ :空隙率、 d :粒径、 θ :側岸の傾斜角、 τ_* :無次元掃流力、 τ_{*c} :限界掃流力、 μ :砂粒子の内部摩擦角度である。

つぎに、水通し部におけるせきあげを評価するために、ダム地点と直上流断面との間に損失水頭 h_l を次のように与える。

$$h_l = \xi \frac{v_d^2}{2g}$$

ここに、 ξ :損失係数、 v_d :ダム地点の流速、 g :重力加速度である。

非侵食領域の形成に対しては、侵食可能な幅を変化させることにより対応し、このモデルを前述の水路実験に適用した結果を、図-2と図-5に示している。水みち幅はレジーム則を用いて与えた。結果を見ると、実験値をかなりよく表わしていると思われる。

4. 侵食制御機能の評価

床止めの侵食制御機能の評価するための指標として、侵食率 V_E/V を考えた。ここに、 V_E は対象とする領域から侵食され系外に出て行く土砂体積の総量である。 V は領域の侵食可能な土砂体積であり、次のように与えている。

$$V = (i_o - i_c) \frac{I \cdot I_b \cdot B}{2}$$

ここに、 i_o :初期勾配、 i_c :安定勾配、 I :水路全長、 I_b :床止めの設置間隔である。

図-6は、侵食率と設置間隔との関係を示している。これにより、床止めの設置間隔を短くするほど、侵食が抑制されることが、水路実験と数値計算のいずれからも立証された。

図-7は、侵食率と水通し幅との関係を示している。図の曲線は計算値である。水通し幅が狭いほど、侵食率は小さくなっている。また、損失係数が大きくなるほど、侵食率は小さくなっている。これは、せきあげの効果が大きくなるためである。

4. おわりに

以上から、水通しを持つ床止めを堆砂域に設置すると、水通しの幅が狭いほど、横侵食が起りにくく、せきあげの効果もあって、侵食されにくくなる。また、その設置間隔が狭いほど、侵食されにくくなることが判明した。(参考文献) 1) 芦田ら:京大防災年報 第30号 B-2 1987、2) 藤田 裕一郎:京都大学学位論文、1980、3) 芦田・江頭・加本:京大防災年報 第26号 B-2 1983

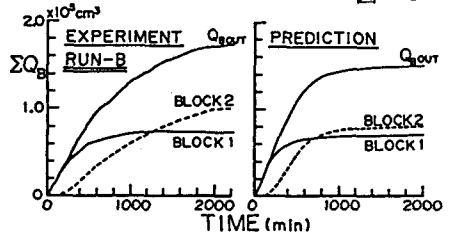
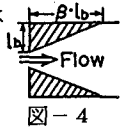


図-5 区間別侵食量

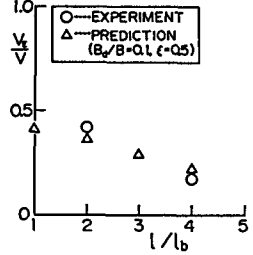


図-6 侵食率

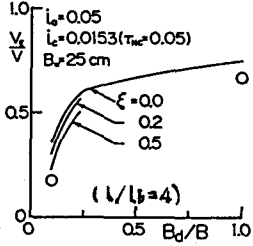


図-7 侵食率