

流路変動に及ぼす床止めの効果

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
 京都大学防災研究所 正員 〇里深 好文

1. はじめに

床止めの土砂侵食制御機能を評価するために、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し、床止めの設置間隔や水通し幅の、流路変動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った。実験は3ケースで、その条件を表-1に示している。床止めで区切られた各区间には、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-5(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-5(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。RUN-Aにおける水みちの平均河床位と水位の変化を図-3に示す。上流側から順に河床が低下し、安定化している。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、蛇行の発達が制限され、流路は直線的に固定される。そのため、ダム下流部に非侵食領域が形成される。その形状は図-4に示す形状係数 β を用いて表わされ、 β はRUN-Aの結果ではほぼ2に近い値になっている。図-6は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。それは、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、蛇行の発達が制約を受け、せきあげの効果と非侵食域が形成されるため、侵食量は小さくなる。また、その設置間隔が短いほど、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。1つは交互砂州の形成限界であり、もう1つは側岸斜面の移動限界であって、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

表-1 実験条件

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

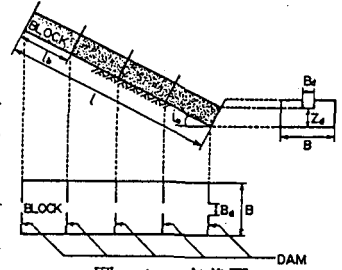


図-1 定義図

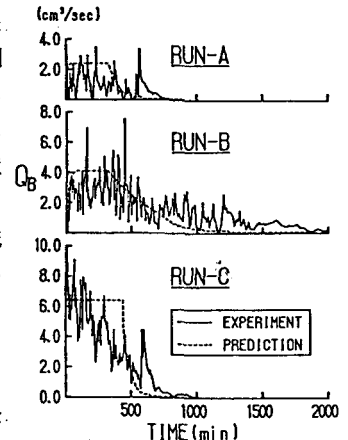


図-2 流出土砂量

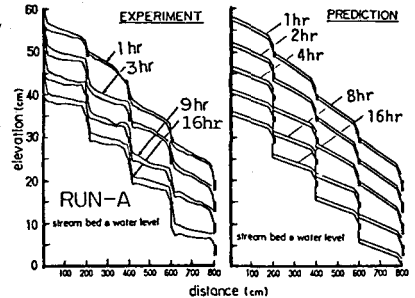


図-3 水みちの平均河床位と水位

とする。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。

$$h < h_{lim} \text{ and } \tau_* > k;$$

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

$$h \geq h_{lim} \text{ or } \tau_* \leq k;$$

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

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

$$k = 2 \tau_{*c} \cos \theta \sqrt{1 - \left(\frac{\tan \theta}{\mu} \right)^2}$$

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。

このモデルを前述の水路実験に適用した結果を、図-2～図-6に示している。水みち幅はレゾ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。図-7は、侵食率と水通し幅、設置間隔との関係を示している。侵食率 P は、

$$P = V_E / V$$

と定義され、 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、 V は領域の侵食可能な土砂体積である。

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、横侵食が起こりにくく、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

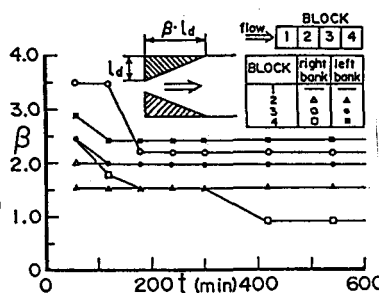


図-4 非侵食領域の形状係数

RUN-A

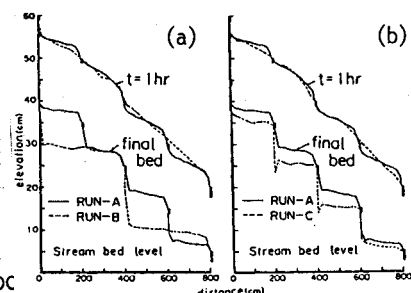


図-5 河床位の比較

RUN-C

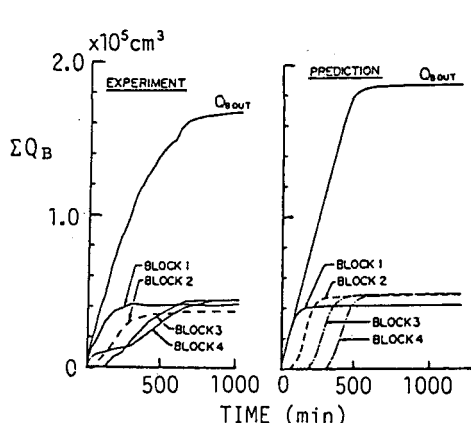
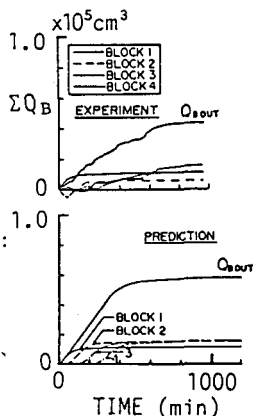


図-6 区間別累積侵食量の時間的変化

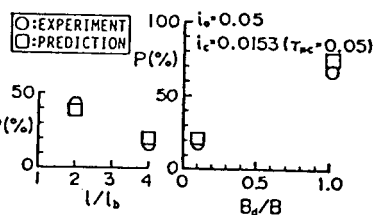


図-7 侵食率