

砂防ダム堆砂域の流路変動と流出土砂量

京都大学防災研究所 正 芦田知男 正 江頭進治

農林水産省 正 橋屋啓之 京都大学大学院 学 里深好文

京都大学 学 O 高村善平

1.はじめに 砂防ダムの流出土砂調節機能を明らかにするためには、満砂状態にあるダムの容量回復過程に関する知見が不可欠である。本報では砂防ダム堆砂域の水みち侵食に着目し、それに伴う流路変動と流出土砂量に関して水路実験と数値解析によって検討している。

2.侵食過程 幅50cm長さ21mの水路の下流に図1のような砂防ダム ($B=50\text{cm}$, $B_d=25\text{cm}$, $Z_d=20\text{cm}$) を設置し、ダム上流13mにわたって平均粒径 $d_m=3.05\text{mm}$ の一様砂を勾配 $I_0=0.0252$ に敷きならした。ついで流量 $Q=3\%$ を通水し、堆砂域の侵食過程を調べた。通水初期の掃流力はほぼ限界掃流力付近にあり、河床形態は Double Row Bar の形成領域にある。図2は主流域および砂州の状態を示したもので実線は砂州外縁破線は水中砂州外縁、斜線部は洗掘孔である。図3は無次元掃流力時間推移、図4は累積流出土砂量、図5は平均河床の縦断形状である。

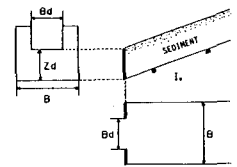


図1

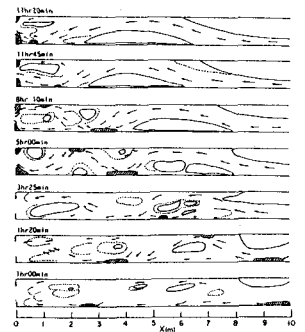


図2

通水開始直後は流砂はほとんど見られない。通水後10分経過すると平坦であった河床に交互砂州ができて始め、砂州が流下方向に前進していく。砂州の形成に伴い流水の集中が起これ、ついには水みちが形成される。図2に示されるように、このような過程を経て、1時間20分には蛇行流路が形成された。

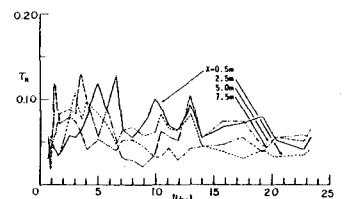


図3

ダムからの流出土砂量についてみると、通水後1時間30分までは流出土砂はほとんどない。この時間差は、上流域における水みちの形成とダムによる水流のせき上げによるものである。その後ダム近傍の河床が上昇して1時間30分頃から土砂流出が始まる。時間が経過すると、流出土砂量はある平均値のまわりに十数分の周期をもちて変動する。このような変動は図2にみられるように、ダム近傍における砂州と水みちの変動に依存しているものと思われるがとくに10時間30分

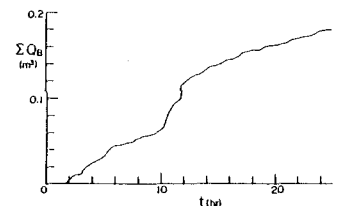


図4

頃に流出土砂量が30%と非常に大きい値が測定された。27時間までの平均流出土砂量は3.6%であるのでその変動の大きさがわかる。今回の条件すなわち $Q=3\%$ $I=0.025$ $B=27\text{cm}$ (Regime則) として、芦田・進上式より掃流砂量を算定すれば、2.82%となる。砂防ダムからの流出土砂量の平均的な値や絶対量は上述の式でほぼ推定できると思われるが、

Kazuo. ASHIDA Sinje. EGASHIRA Hiroyuki. TARUYA Yoshifumi. SATOFUKA Yuhei. TAKAMURA

上述のような流路変動によって流出土砂量が大きく変動することにも注意する必要がある。

3. 侵食過程の数値解析 侵食過程を解析するためには水みち幅をいかに推定するかが重要である。ここでは侵食のみを考えた数値解析で安定断面を求めることにより水みち幅を求める方法を考えた。計算においては次の仮定を用いた。(1)掃流力は法線分割面積法によって求める。(2)限界掃流力は Lane の Corlson の式で与える。(3)平衡横断形状は砂粒子の侵食のみに依存し、横断勾配は安息角以上の傾斜にならない。(4)縦断勾配は一定。(5)初期擾乱は正弦曲線と与える。計算した安定断面を図6に示す。結果としては侵食のみを考えているため実験結果($B \approx 30$ cm)よりいくぶん水みち幅は狭いものとなった。

次に、水みち幅を種々与えて、一次元解析により河床変動と流出土砂量を推定する。用いる基礎方程式は一次元の連続式、エネルギー方程式、掃流砂量式、流砂の連続式である。ここで掃流砂量式に芦田・道上式を、抵抗則には対数則を用いた。計算条件として水みち幅以外は実験と同じにした。ただし、流路は水路内を蛇行しながら全体的に侵食が進んでいくと考えられるので、水路幅 B 、実際の流路幅 B_m として、時間軸を B/B_m 倍に引き伸して考えている。図7に水みち幅を 27.4 cm に設定した時の河床の縦断図と、図8に数値解析と実験により求めた侵食量を比較したものを示す。図8の実験値は上流域の河床低下量と累積流出土砂量より求めたものである。図示の比較によれば、適当に B を仮定すれば、一次元解析によって侵食の過程をある程度推定できようである。

4. おわりに 砂防ダム堆砂域の侵食過程を実験により詳細に検討するとともに、その計算法について考察した。ダム堆砂の侵食は水みち侵食により進み、水みち幅を適当に与えればそれを平均的に予測できることがわかった。今後、水みち幅の推定法や、流出土砂量の変動現象、より一般の材料(混合砂)を用いた場合の解析法を確立することが重要である。

参考文献 ①芦田・江頭・村岡・里塚：砂防ダムの流出土砂調節機能に関する研究，京都大学防災研究所年報，1987.4 ②芦田・道上：移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究，土木学会論文報告集第206号 1972 ③藤田裕一郎：沖積河川の流路変動に関する基礎的研究，京都大学学位論文，1980

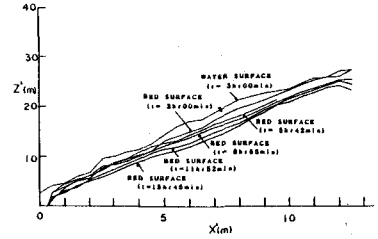
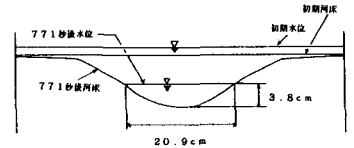


図5



INITIAL CONDITION
 $Q=3$ (l/s) c
 $i=0.025$
 $s=-0.1 (\cos (\pi B / y (\pi / 2)))$
 $B=60$ cm

図6

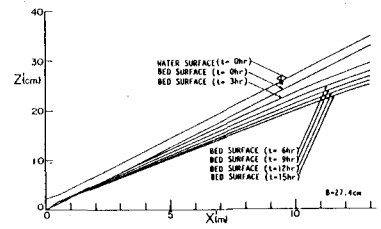


図7

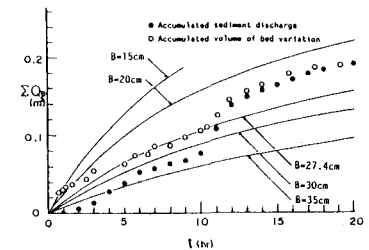


図8