

II-234

砂防ダムによる土砂調節に伴うダム下流域の河床変動

京都大学防災研究所 正会員 里深好文 京都大学防災研究所 正会員 高橋 保
 京都大学防災研究所 正会員 中川 一 京都大学大学院 学生員 奥村裕史
 株式会社 間組 正会員 大蔵康明

1. はじめに

我が国では、土砂災害を防止・軽減することを目的として、数多くの砂防施設が設置されてきた。より合理的な土砂のコントロールを実現するには、各構造物が持つ機能を解明する必要があり、これまで著者らは砂防ダム、遊砂地といった砂防構造物の土砂調節機能に関して研究を進めてきた^{1), 2)}。ただし、これまでの研究においては、砂防構造物が設置された地点における流砂量を主な評価の対象としてきたため、構造物下流域の河床変動に関しては考慮してこなかった。いま、砂防ダムに一時的に貯留された土砂が、ダム下流域に流出することを考えると、ある条件下では、ダム下流部において局所的かつ顕著な土砂の堆積を生じることが予想される。この現象は流水のスムーズな流下を妨げ、場合によっては、河川流域周辺の人間活動に害をもたらすことも考えうる。そこで、本研究では、砂防ダムの土砂調節に伴うダム下流域の河床変動に関して、水路実験ならびに数値計算による解析を行った。

2. 砂防ダムからの流出土砂がダム下流域の河床変動に及ぼす影響に関する実験

実験に用いた水路は図-1に示すような、全長10m、幅40cmの可変勾配鋼製水路である。この水路の上・下流端に堰を設置し、長さ500cmの区間を使用した。初期状態として、水路中央部に水通し幅 $B_d=17\text{cm}$ のダムを取り付け、ダム下流側の河床勾配 I_2 は下流端堰の高さで水路勾配と平行に、ダム上流側の河床勾配 I_1 は、ダムと上流端堰それぞれの水通し部天端を結ぶラインまで土砂を敷き詰めた。ダム上流側の河床勾配は、ダム下流側の河床勾配よりも急勾配で、ダムが満砂している状態を想定している。実験条件を表-1に示す。ダム直下部の洗掘が急激に起こらないように、ダム下流側20cmの区間に最大粒径が4.10cmの石を敷き詰めている。実験に使用した土砂は図-2に示す粒度分布を持つ混合砂である。通水時間は80分であり、20分毎に河床位の測定を行った。河床位測定装置を計測台車に取り付け、水路縦断方向、横断方向に移動させることによって河床形状を連続的に測定した。実験の結果、ダム直下部に砂州状の顕著な土砂の堆積が生じる場合と、生じない場合があることが判明した。このような河床形状がひとたび形成されると、流れは河岸方向に大きく向きを変え、水路側壁に衝突するような流れとなることが観察された。

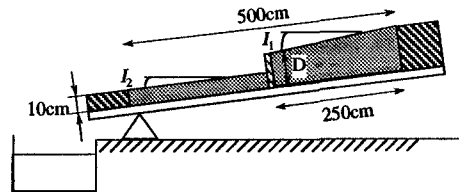


図-1

表-1

RUN No.	I_1	I_2	$Q (\text{cm}^3/\text{s})$	$D (\text{cm})$
RUN 1	1/20.3	1/30.0	505	12
RUN 2	1/20.3	1/30.0	833	12
RUN 3	1/20.3	1/51.5	538	12
RUN 4	1/20.3	1/51.5	723	12
RUN 5	1/20.4	1/76.9	483	12
RUN 6	1/20.4	1/76.9	800	12
RUN 7	1/12.4	1/78.7	438	8
RUN 8	1/14.6	1/77.5	423	10
RUN 9	1/14.2	1/99.0	433	10

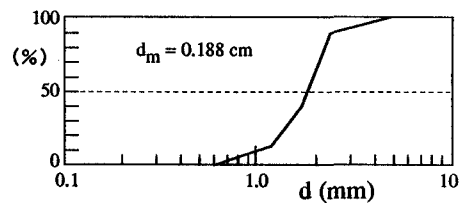


図-2

キーワード：砂防ダムによる土砂調節、土砂の堆積、河床変動、

〒611 宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所 TEL 0774-38-4121 FAX 0774-32-6039

砂州の発生の主たる要因として、ダム上・下流での掃流力の差が挙げられる。いま、ダムの上・下流で水みちの幅に大きな違いがないとすると、ダム上・下流の河床勾配の差が掃流力の差を生むと考えられる。図-3にダム下流部における顕著な土砂の堆積の発生・非発生に関する領域区分を示す。これをみると、ダム上・下流の河床勾配の差が大きいとき、土砂の堆積が生じやすくなっていることが分かる。また、河床勾配の差が比較的小さい場合においても、ダムの水通し部によって流水の幅が縮小されるとき、ダム直下部に土砂が堆積しやすくなっていることが分かる。これは、ダムの水通して流水幅が狭められ、強制的に横断方向の流砂の不均衡が生じているためであると考えられる。

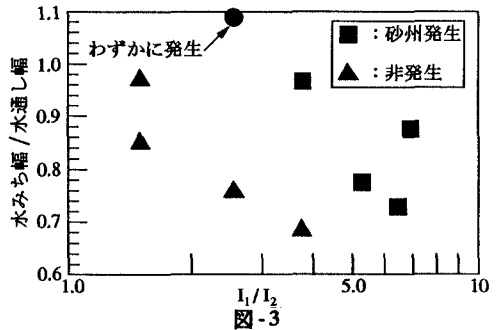


表-2

I_1	I_2	Q (cm ³ /s)	
1/20	1/80	800	RUN 6 に対応

3. 数値解析モデルを用いたダム下流域の河床変動に関する検討

上述のような砂防ダム下流部における顕著な土砂堆積の発生・非発生の限界をより一般的に評価するには、数値シミュレーションが有効であると考えられる。そこで、非定常の二次元浅水流モデル³⁾による流況及び河床変動の解析を行った。ここで、流下方向格子幅 $\Delta x = 5.0\text{cm}$ 、横断方向格子幅 $\Delta y = 1.0\text{cm}$ 、 $\Delta t = 0.01\text{sec}$ としている。流砂量式には芦田・道上の式⁴⁾を用い、粒径は一樣 ($d = 0.28\text{cm}$) であるとした。計算上の水路のサイズは実験で使用したものと同様である。計算時間は30分とし、ほぼ等流状態の流れを形成するために、上流端より100cmまでを固定床とした。

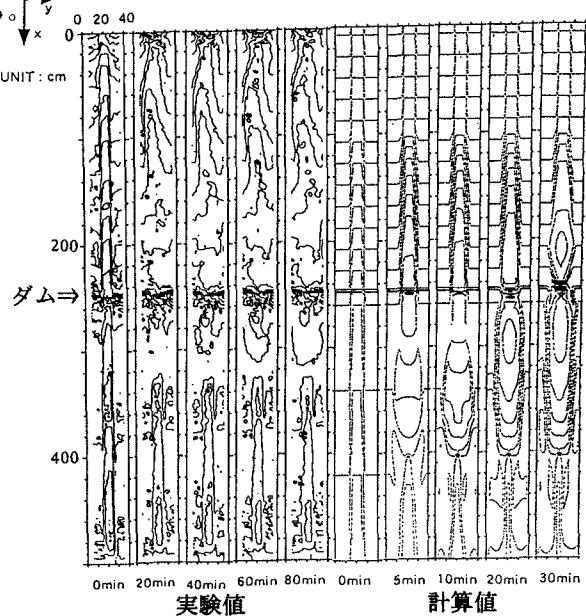


図-4

計算条件を表-2に示す。また、河床形状の時間的変動に関する実験結果と計算結果の一例を図-4に示す。これよりダム下流域の土砂堆積の傾向をほぼ再現できていると思われる。

4. おわりに

砂防ダムの上・下流の河床状態によっては、洪水ピーク後にダム直下部で顕著な土砂の堆積が生じ、その部分で水みちが側岸方向に曲がる現象が現れる場合がある。このような場合、砂州状の河床堆積物が流水によって再び侵食されることは難しく、人為的にそれを取り除かなくてはならないため、“メンテナンスフリー”の土砂調節は期待できない。総合的な土砂管理を行うためには注意すべき点である。

【参考文献】

- 1) 芦田・江頭ら：砂防ダムの流出土砂調節機能に関する研究、京大防災研年報第30号B2、1987。
- 2) 高橋・江頭・里深ら：遊砂地の土砂調節機能に関する研究、京大防災研年報第37号B2、1994。
- 2) 高橋・里深・奥村：山地河川の流路変動に関する研究、京大防災研年報第39号B2、1996。
- 4) 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、土木学会論文集、第206号、1972。