

固定床河川における水制を利用した土砂再被覆に関する検討

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○久加 朋子

京都大学防災研究所 正会員 藤田 正治, 正会員 竹林 洋史

人と自然の博物館 三橋 弘宗, (独)農業環境技術研究所 大澤 剛士

1. はじめに

都市近郊や農村周辺を流れるコンクリート製河床のような固定床河川においても、近年、良好な河川環境の確保が全国的に求められ始めている。しかし、固定床上の流砂特性については十分な知見が得られておらず、河床地形および堆積土砂の粒度の予測が非常に難しい現状がある。本研究では、側岸と河床の3面がコンクリートで覆われた兵庫県三田市を流れる池尻川を対象に、生態系再生を目的として設置された水制¹⁾の土砂の再被覆効果を調べると共に、今後の水制設置技術に関する基礎情報を得ることを目的に、水理実験によって固定床上の砂礫の輸送特性について検討した。

2. 現地概要

池尻川は、全長約 2.8km、川幅 4.0~4.5m のコンクリート三面張り河川である。河床勾配 1/50 の中流部にて、土砂を側壁沿いに再被覆させることを目的とする小規模な水制群が 2009 年 3 月より設置されている(図-1)。水制は流下方向の長さ 0.35m、幅 0.6m、高さ 0.35m である。

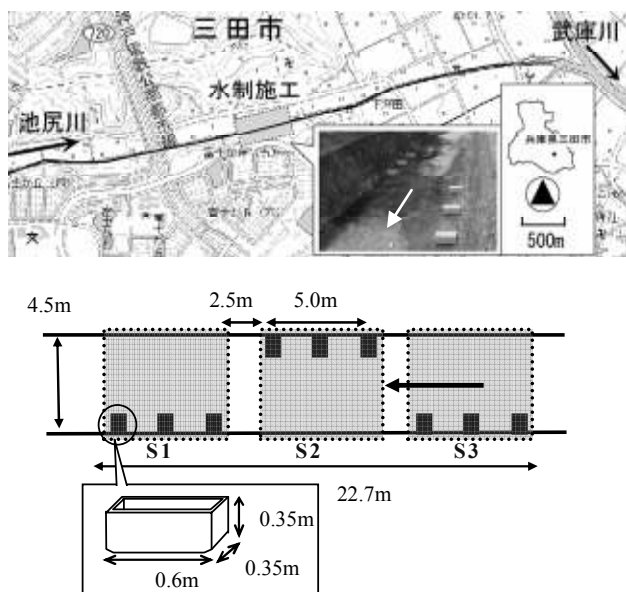


図-1 池尻川の概要

3. 水制施工後の土砂の堆積状況

水制周りの土砂の堆積状況を把握するため、河床高の変動量を測定した結果を図-2 に示す。2010 年 3 月 28 日は増水直後、2010 年 7 月 16 日および 2010 年 8 月 22 日は降雨の少ない夏期にあたる。その結果、いくつかの水制間において、平均粒径 2.24mm 程度の土砂が円形に近い形状で堆積していた。水制より下流側に位置する凹部に堆積する土砂の平均粒径は 16.9mm 程度(粒径 500mm 以上の出現頻度の小さい礫を除く)であることから、現状の水制群は水制周りに比較的小粒径の砂礫のみを堆積させ、大粒径の砂礫は非平衡性が強く、水路中心部を直線的に流下するため、捕捉できていないようであった。堆積地形は、調査日ごとに異なる形状を示し、堆積厚も数 mm~15mm 程度と小規模であった。これは、堆積した砂礫が小粒径であるため流されやすいためであるが、これら水制の配置が、固定床では無く、移動床河川における設計基準を参考に決められていることが原因の可能性も考えられる。

そこで、次に水理実験にて、固定床上の流砂の伝播特性については把握し、今後の水制設置に関する基礎情報を得た。

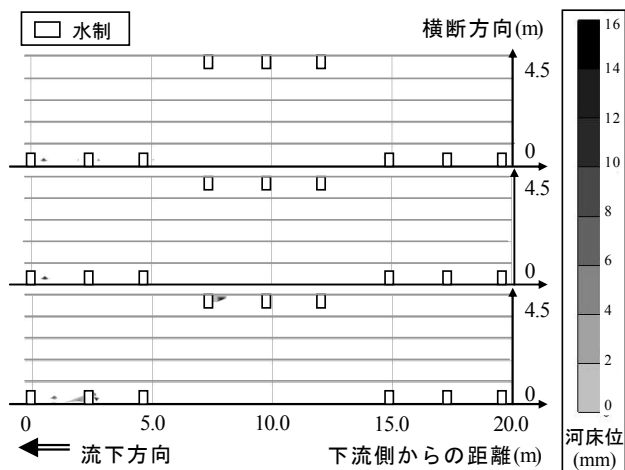


図-2 水制周りにおける土砂の堆積形状

(上から順に 2010 年 3 月 28 日, 7 月 16 日, 8 月 22 日)

4. 実験概要

実験水路は全長 21m, 幅 0.5m, 勾配 0.0012 の長方形断面水路を用い, 平均粒径 0.53 mm の珪砂 5 号を張り付けたベニヤ板を水路底に敷いて固定床とした. 水路下流端には水深を等流水深に調節するためのゲートおよび土砂を捕捉するための採砂箱を設置した. 給砂材料は全ての実験を通して平均粒径 1.08mm の一様砂とし, 下流端から 5.2m 上流地点に給砂投入点を設定した. 実験の水利条件を表-1 に, 実験条件を表-2 に示す. CaseF-1~F-4 は, 固定床河川に与える給砂量の違いによる河床地形の形成・浸食特性の違いを確認するため, 土砂の総給砂量を 2400g に統一し, 少量ずつ時間をかけて土砂を給砂する CaseF-1 から土砂を一度に置土状に与える CaseF-4 まで給砂方法を変化させた. 実験で与えた給砂量は, CaseF-1 が移動床の平衡流砂量, CaseF-3, CaseF-4 は固定床の堆積限界の掃流砂量付近, およびそれ以上に相当する. 水利条件は岸・黒木による中規模河床波が形成されない水利条件とし, 実際, 河床に砂礫を敷いた場合は中規模河床波が形成されないことを確認した.

表-1 実験の水利条件

実験条件			
河床勾配	0.0012	$BI^{0.2}/H_0$	1.78
流量 (L/s)	15.24	τ^*	0.040
水深 H_0 (cm)	7.3	U^*	0.026
粗度係数 n	0.012	一様砂 d_m (mm)	1.08

表-2 実験条件

CASE	初期 給砂量 (g)	給砂量 /回 (g)	回数	給砂終了 時間 (min.)	実験時間 (min.)
F-1	0	40	60	30	1,5,10,20,30,80
F-2	0	80	30	15	1,5,10,20,30,80
F-3	0	200	12	6	1,5,10,20,30,80
F-4	0	2400	1	-	1,5,10,20,30,80

5. 結果・考察

給砂量を時間的に変化させた場合における水路下流端への流出土砂量の違いを図-3 に示す. 図-3 より, 堆積限界掃流砂量より少ない土砂を与えた CaseF-1 と CaseF-2 では, どちらも土砂が短時間で下流端まで到達し, 伝播速度も大きく異ならなかった. 一方, CaseF-3 および CaseF-4 では, 一度に多くの土砂を与えたにも関わらず, 下流端からの初期の流出量が少ないという結果が得られた. つまり,

一度にたくさんの土砂を与えられた固定床水路ほど, 土砂が下流に輸送されにくく, 都市近郊を流れるような土砂供給の少ない固定床河川ほど土砂は短時間で下流まで輸送されるようである. これは, 少しずつ流砂を供給した場合は流砂が流れに与える影響が小さく, ほぼ等流状態の流れ場の流体力を受けて土砂が下流に流下されること, および本条件では固定床河床と砂礫との内部摩擦角が砂礫と砂礫との内部摩擦角より小さいため, 流砂の伝播速度が速くなるものと考えられる. 一方, 多くの土砂が河床上に堆積している場合, 堆積した土砂の下流側に流れの剥離域が形成され, 土砂が剥離域に取り込まれながら下流に伝播するため, 流砂の下流への伝播が遅くなるものと考えられる. ただし, 固定床上に形成された地形は, 上流側からの浸食により比較的短時間で分裂を繰り返しながら崩壊し, 移動床水路 (Dune を形成し, 砂礫がゆっくり下流へ伝播) と異なり, 河床上に地形を維持することが難しいようである.

6. おわりに

固定床河川では, 移動床河川に比べて給砂の質と量の時間的な変化が, 下流域の地形や河床材料の粒度への影響として早く現れる. 今後, 水制のより適切な配置を検討することによって, 単時間かつ高速で流れさる砂礫の滞留効果を高める手法について検討してゆく.

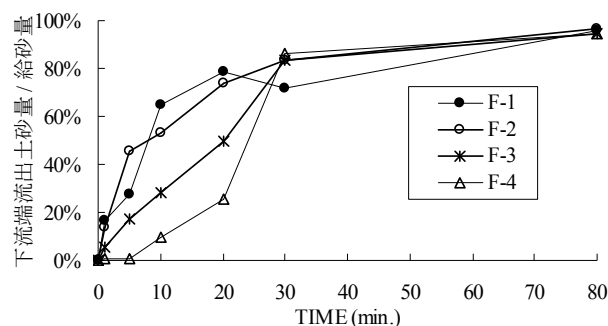


図-3 給砂量に対応した砂礫の伝播速度の比較

参考文献

- 1) 久加朋子・清水洋平・大澤剛士・石田裕子・佐々木宏展・稲本雄太・三橋弘宗: コンクリート河川におけるゲンジボタルとカワニナの生息場所再生の試み, 人と自然, pp.159-165, 2010
- 2) 芦田和男・道上正規: 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, vol.208, pp.59-63, 1972