

石礫河川における河床構成材料の変化が土砂移動・河床変動に与える影響

中央大学大学院
中央大学研究開発機構
国土交通省北陸地方整備局

学生会員
フェロー
正会員

○前嶋 達也
福岡 捷二
須賀 正志

1. 序論

石礫河川は、河床に大きな石や礫が存在することで砂河川や砂礫河川とは異なる土砂移動機構を有する¹⁾。近年、過去に行われた砂利採取や河川横断構造物の設置により、上流から大きな河床材料が十分流下せず、流体力に耐える河床材料が減少したことにより河床低下や河道の滞筋化および基盤層の露出等が問題となっている。石礫河川において河床構成材料の変化が土砂移動機構に与える影響を知ることは重要である。本研究では、大きな石を河床から取り除いたり再配置することで河床粒度分布を変化させた常願寺川現地実験結果を基に、土砂移動と大きな石による捕捉効果について検討を行う。

2. 常願寺川大規模現地実験概要

常願寺川 6.1km の河道内高水敷上に直線水路を掘削し、石礫河川における土砂移動と大きな石の効果の実験を行った。図-1 に実験水路平面図を示す。通水は全部で 3 回行われ、通水中は水位と流量を測定し、通水終了後は河床形状、河床材料を測定した。水中カメラを設置し、通水中の土砂移動状況の撮影を行った。流量は通水 1 回目、2 回目が 6.0m³/s、通水 3 回目が 8.0m³/s の定常流であり、1 時間～1 時間 30 分程度通水した。1 回目の通水は、安定な河道形状の作成を目的とした。1 回目通水終了後、No.-1'～No.3 区間で河床安定に寄与していたと考えられる大きな石(10cm～20cm)に青く着色(青石)し、それらを河床から取り出し、あらかじめ準備しておいた 1～1000 の番号を付けた黄色の着色石(黄石 5cm～10cm)を河床高の変化を小さく保つように置き換えた。取り出した青石は、No.0～No.2 区間で河床表面積の 10%程度、その他の区間では 7%程度に相当する。2 回目通水終了後、黄石の移動状況を調査した。3 回目通水は、取り出した青石を河床に再配置して、河床形状や河床材料の変化を検討した。

3. 河床構成材料と土砂移動の関係

写真-1 は 1 回目通水終了後と 2 回目通水終了後の河床状況を示す。1 回目通水終了後、写真-1 (a) に示すように No.4 地点より下流の河道流心部に幅 1.5m、厚さは 5cm から 10cm 程度の砂の堆積が見られた。これは側岸侵食によって供給されたものが流下しやすい河道中心部に集まったものである。2 回目通水で 6.0m³/s の流量を 1 時間 30 分通水すると、写真-1 (b) に示すように砂は流送された。通水 1 回目の流量と通水時間では、砂が抜けだすのに十分な通水時間ではなかったことを示している。

置き換えた黄石の移動状況から河床粒度分布と土砂移動の関係を考察する。図-2 に置き換えた黄石の移動状況を示す。河床に配置した黄石の大部分は移動し、特に No. 1～No. 2 区間で

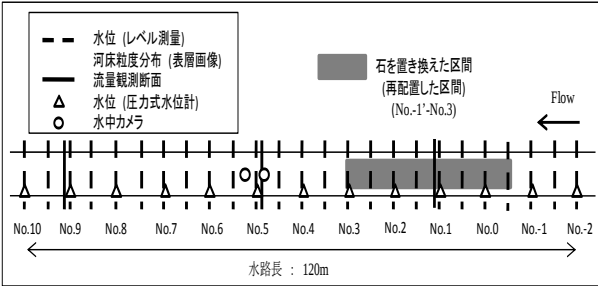


図-1 実験水路平面図



(a) 1回目通水終了後



(b) 2回目通水終了後

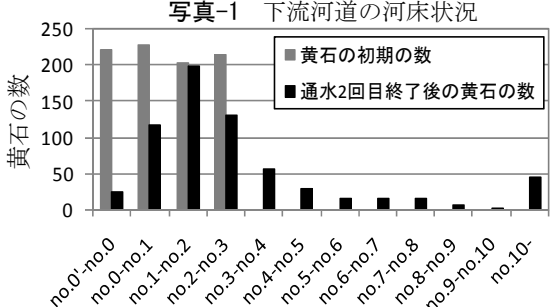


写真-1 下流河道の河床状況

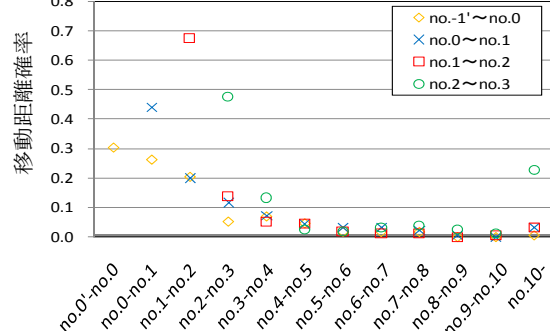


図-2 2回目通水前後の黄石の状況

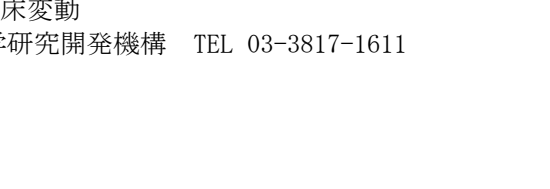


図-3 黄石の移動距離確率

黄石が多く停止しており、その半数が上流から流下してきたものであった。図-3 に黄石の移動距離確率を示す。移動距離確率は、黄石の初期配置断面からある距離流下した黄石の数を初期配置断面から流下した全黄石の数で除すことにより求めている。No.-1' ~No.2 区間に配置した黄石の移動距離は、通水 1 回目終了後に砂の堆積していない No.4 付近までは指数関数的に減少している。No.2~No.3 に配置した黄石は、最下流断面 No.10 を越えて流下している確率が高い。さらに、砂の堆積していた No.4 地点より下流にはほとんど黄石が堆積していないことが分かる。これより、低水路河道内に大量の砂が供給されると、砂が主流部を流下するため河床の凹凸が小さくなり、流送されてきた石や礫は河床に止まりにくくなるのが分かる。水中カメラの映像からも大きな粒径が、大量の砂と一緒に滑るように流下していくのが見られた。また、上流から流下してきた石礫がぶつかることで止まっていた礫が動き出す現象がよく見られた。石礫河川の土砂移動は、流体力だけでなく、河床を構成する粒度分布や、その凹凸関係が大きく影響することが明らかとなった。

4. 大きな石の捕捉効果

大きな石を河床に再配置した通水 3 回目終了後の河床高、河床粒度より大きな石の捕捉効果の検討を行う。図-4 に通水 3 回目終了後河床の通水 2 回目終了後河床からの河床変動コンターを示す。青石を配置した No.-1' ~No.3 区間では、大きな石が流下してきた砂礫や側岸侵食により供給された石礫を捕捉し、河床を上昇させていることが分かる。No.3 より下流では、上流での石礫の捕捉効果により土砂供給量が減少し、河床洗掘が生じた。図-5 に No.4 地点の横断面形状を示す。河床に核となる大きな石の割合が少ないため、主流部で深掘れし断面形状が大きく変化していることが分かる。図-6 に通水 2 回目と通水 3 回目の表層画像解析より求めた河床粒度分布を示す。No.0 地点では、青石の再配置により石礫を捕捉したために、粒度分布が大きくなっている。同様に No.4 地点の粒度分布も大きくなっているが、これは河床洗掘により大きな石が現れたためである。図-7 に各通水後の河床高から通水 1 回目の平均河床高を引いた河床形状コンターを示す。通水 3 回目終了後に No.2 付近の左岸寄りに土砂堆積による砂州が形成されたことが分かる。これは、No.0~No.2 区間では、青石を多く配置したことにより、青石による土砂の捕捉効果が高かったことが要因として考えられる。

5. まとめ

本研究では、2008 年常願寺川現地実験データを基に、石礫河川における河床材料の変化が土砂移動と河床変動に与える影響の検討を行った。その結果、石礫の移動・堆積は河床を構成する粒度分布とその凹凸関係が影響することを示した。また、河床に大きな石を配置すると、河床に凹凸ができるため、流下してくる石礫を捕捉し、河床を上昇させる効果を有し、河床高回復に効果的であることを示した。

参考文献

- 1)福岡捷二, 長田健吾, 安部友則: 石礫河川の河床安定に果たす石の役割, 水工学論文集, pp.643-648, 2008

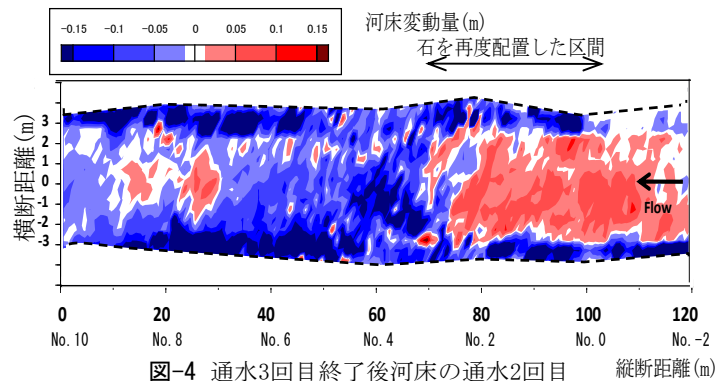


図-4 通水3回目終了後河床の通水2回目終了後河床からの河床変動量コンター

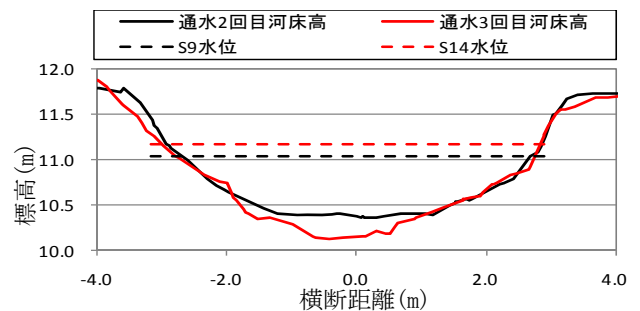


図-5 横断面形状

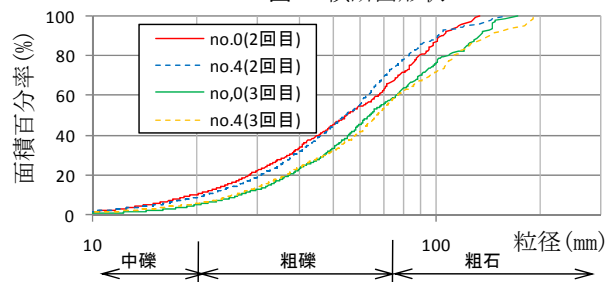
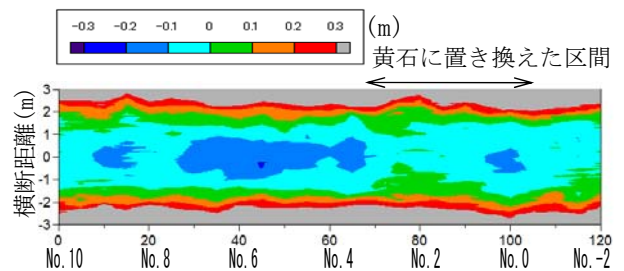
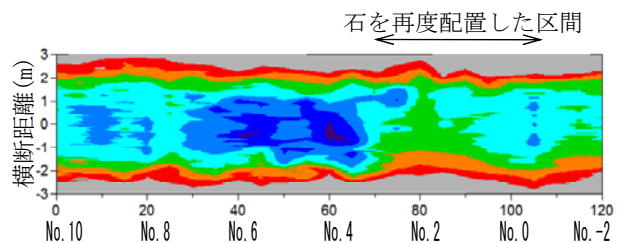


図-6 表層画像解析法による河床粒度分布



(a) 2回目通水終了後河床高-1回目平均河床高



(b) 3回目通水終了後河床高-1回目平均河床高

図-7 河床形状コンター