

礫河床への覆砂による土砂移動と流路変動

セントラルコンサルタント株式会社 非会員○太田祐平

国土交通省近畿地方整備局 非会員 河原光佑

鳥取大学大学院工学研究科 正会員 和田孝志

鳥取大学大学院工学研究科 正会員 三輪 浩

1. はじめに ダムの下流では土砂供給の停止による河床低下や河床砂礫の粗粒化によって流路の固定化が進行し、これが樹林化や環境機能の低下等の要因となっている。一方、礫層に砂が含まれると礫の摩擦角の減少によって礫は砂が含まれない場合よりも移動し易くなることが知られている¹⁾。このような特性を利用して、三輪ら²⁾は粗粒化した河床への覆砂が表層礫の移動を増加させ、これが流路の変動に繋がる可能性があることを示した。しかし、彼らは平坦河床を対象として覆砂を行っており、固定化された低水流路を有する場に覆砂を行った場合の礫の移動と低水流路の変動への効果については検討していない。そこで、本研究では高水敷に覆砂を行い、それが礫の移動と低水流路の変動に与える影響について検討している。

2. 実験方法 実験は長さ 10 m、幅 0.5 m、深さ 0.6 m の可変勾配水路を用いて行った。水路には長さ $L=2.7$ m、幅 $B=0.5$ m、深さ $D=0.04$ m の移動床部とその直下流に採砂箱を設置し、それらの上下流部には固定床部を設けた。移動床部には砂礫を充填させるとともに、水路中央部に図-1 に示すような低水流路を成形した。砂礫は平均粒径 7.1 mm の礫、1.4 mm の砂 1 および 0.56 mm の砂 2 を使用し、移動床部の砂礫構成は 3 種類設定した。図-2 にそれらの砂礫構成を模式的に示す。図中の Case A は礫のみで構成される河床、Case B は礫のみで構成され覆砂を行った河床、Case C はアーモアコート化させた河床

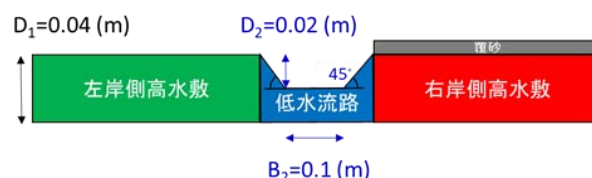


図-1 移動床部の概要図（横断面図）

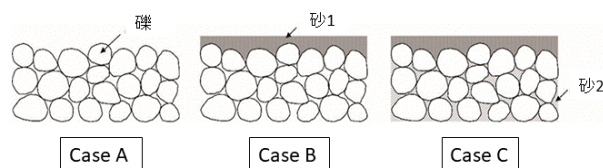


図-2 移動床部の砂礫構成（側面図）

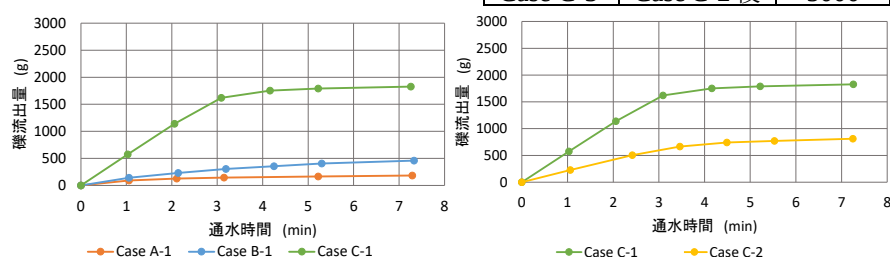
（表層は礫のみ、下層は礫と砂 2 の混合）に覆砂を行った河床である。なお、覆砂は右岸側高水敷のみに行った。実験のケースと覆砂の条件を表-1 に示す。いずれの実験も水路勾配 1/100、流量 30L/sec とした。実験では、約 1 分間に移動床部から流出した砂礫の重量を測定し、これを 7 回繰り返した。なお、通水中は水面を計測し、停水後に河床面を計測した。

表-1 実験ケースと覆砂条件

実験	河床	覆砂(g)
Case A-1	A	0
Case B-1	B	5000
Case C-1	C	5000
Case C-2	C	3300
Case C-3	Case C-2 後	5000

3. 覆砂の砂礫移動への効果 図-3はそれぞれ河床条件別、覆砂層厚別の右岸側

（水路右半幅分）の礫流出量の時間変化を示している。同図(a)より、覆砂を行っていないCase A-1に比べて覆砂を行ったCase B-1、Case C-1の流出量は増加していることがわかる。これはCase B-1では覆砂の効果によって主に表層礫の移動が増加、Case C-1では表層礫の移動増加とそれに伴って露出した下層の砂が礫の移動を促進させ、礫流出



(a) 河床条件別

(b) 覆砂層厚別

図-3 礫流出量の時間変化（右岸側）

量が増大したといえる。また、同図(b)より、覆砂量を減少させたCase C-2ではCase C-1よりも礫の流出量が小さい。

キーワード 礫床河川、覆砂、流路変動

連絡先 〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南 4 丁目 101 鳥取大学工学部社会システム土木系学科水工学研究室
TEL 0857-31-5284

結果として、本実験の範囲では覆砂量が大きいほど礫の移動量が増加した。

4. 覆砂の流路変動への効果 図-4は実験ケースごとの移動床部の河床変動の状況を実験前後 ($t=0\text{min}$, $t=7\text{min}$) で比較したもので、(a)は河床平面形状、(b)は平均横断面形状を示している。これらは初期平均河床高を基準としており、 x は移動床上端からの距離、 y は左岸からの距離である。なお、(b)で覆砂前の河床高（破線）を示すことで、礫の流出による河床形状の変動を追跡する目安とした。

同図より、覆砂を行わないCase A-1では明確な変動は起こっていない。横断面図において高水敷肩部の河床低下と低水流路の河床上昇が見られるが、これらは通水開始・停止時の河床固定用の網の上げ下げに起因するもので、流砂はほとんど見られなかった。一方、覆砂を行ったCase B-1, Case C-1では(a), (b)ともに明確な変動が確認できる。すなわちCase B-1では、(a)より低水流路の一部 ($x/L=0.5\sim0.75$ 付近) で河床上昇が認められ、(b)ではこれに加え、右岸側高水敷肩部の河床低下がわかる。また、Case C-1では、(a)より右岸側高水敷の河床低下と低水流路の中流から下流側での河床上昇が認められ、(b)でも低水流路の河床上昇と右岸側高水敷肩部から側壁近傍までの河床低下が確認できる。これらの結果より、覆砂によってその部分の河床が侵食・低下し、移動した砂礫の一部が低水流路に堆積して河床が上昇したことがわかる。その結果として流路が拡幅し、これが流路変動につながると考えられる。なお、下層の砂が礫の移動を促進させる場合は、低水流路の河床上昇と拡幅がより顕著になることが示された。

覆砂量を減少させたCase C-2では、(a)より低水流路の中流から下流側での河床上昇、(b)ではCase C-1と同様に、低水流路の河床上昇と右岸側高水敷肩部を主とした河床低下が確認できるものの、その変動量はCase C-1に比べて小さい。結果的として、本実験の範囲では覆砂量が大きい方が流路変動への効果も大きくなった。

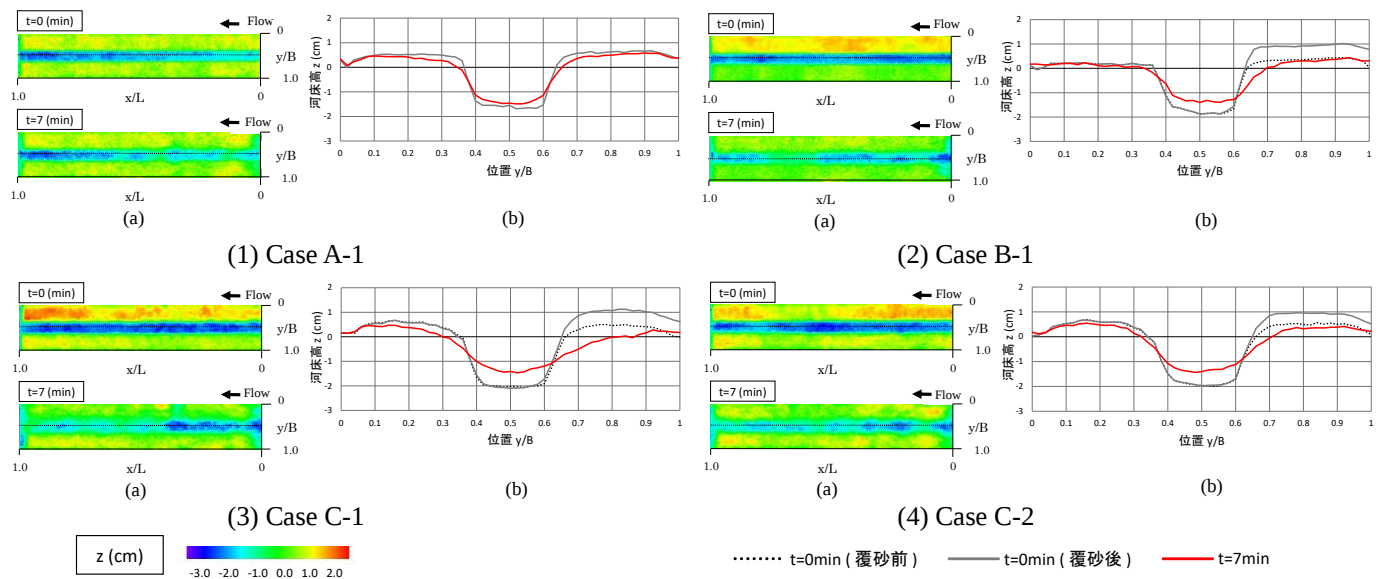


図-4 河床変動状況 (a): 平面形状 (河床高), (b): 平均横断面形状

5. 再覆砂の効果に関する検討 図-5に再覆砂を行ったCase C-3の平均横断面形状を示す。同じ覆砂量を供給したCase C-1と比較すると、Case C-3では低水流路、高水敷のいずれも明確な変動は確認できず、Case C-1よりも覆砂の効果が発揮されない結果となった。再覆砂の効果については更なる検討が必要であるが、観点の一つとして覆砂前の河床の状態 (形状、粒度等) の影響が挙げられる。

6. おわりに 本研究では、固定化した低水流路を有する場への覆砂が礫の移動と低水流路の変動に及ぼす影響について検討し、その効果を示した。

今後は効率的な覆砂方法を検討するために、覆砂量別の流路変動への効果

を明らかにするとともに、再覆砂の効果に関する検討を行う予定である。なお、本研究は科研費基盤研究(C) (研究代表者 三輪浩) の補助を受けて実施された。記して謝意を表します。

参考文献 1) Wilcock, P.R. et al.: Surface-based transport model for mixed-size sediment, Jour. of Hydraulic Engineering, No.129, pp.120-128, 2003. 2) 三輪ら: 粗粒化河床への覆砂による礫の移動と流路変動, 河川技術論文集, 第 24 巻, pp.89-94, 2018.

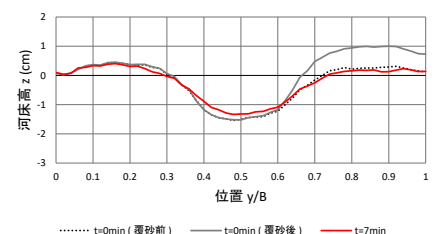


図-5 平均横断面形状 (Case C-3)