

礫河床における礫の移動と流路変動に及ぼす覆砂の効果 -覆砂幅の影響-

鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科 学生員 ○天島爽太
 鳥取大学学術研究院 正会員 和田孝志
 鳥取大学学術研究院 正会員 三輪 浩

1. はじめに ダム下流の河川では土砂供給の停止による河床砂礫の粗粒化や河床低下，流路の固定化等が進行し，これが河道内樹林化や環境機能の低下などに繋がる例が見られる．そこで，ダム下流河道の粗粒化や流路の固定化に対して，人為的に砂を供給することで礫の移動性を高め河床の変動を促す方法が試みられている¹⁾．窪ら²⁾は礫河床の高水敷に砂を覆砂すると礫の移動性が向上し，流路変動が促進されることを実験的に示した．ただし，彼らは覆砂層厚が礫の移動と流路変動に及ぼす影響を検討しており，覆砂の面的な影響は検討していない．流路変動に効果的な覆砂法を検討するためには，その影響範囲を把握する必要がある．そこで本研究では，高水敷への覆砂の幅を変化させた水路実験を実施し，覆砂幅と流路変動の状況を分析することで効果的な覆砂幅について検討を行う．

2. 実験方法 実験は，長さ 10 m，幅 0.5 m の循環式可変勾配水路を用いて行った．水路には長さ 2.7 m，幅 0.5 m の移動床区間を設け，その直下流に採砂箱を設置し，これらの上下流は固定床とした．図-1 に移動床部の概略を示す．なお，覆砂幅は 3 種類設定した．移動床部には砂礫を充填させて河床を形成するとともに，水路の左岸側には低水路を形成した．移動床部は平均粒径 $d_g=7.1$ mm の礫と $d_{s2}=0.56$ mm の砂 B を 4:1 の割合で混合した混合砂礫河床に低流量を通水して表層を粗粒化させた河床である．また，覆砂には $d_s=1.4$ mm の砂を用いた．

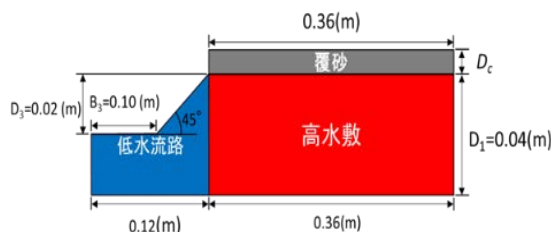


図-1 移動床部の概略図(横断図, GC4)

表-1 に実験条件を示す．表中， B_f は低水路幅， D_c は覆砂層厚である．また，総通水時間はそれぞれ約 10 分間である．なお，GC4 は窪³⁾が行った全幅覆砂(図-1)の実験である．

表-1 実験条件

実験ケース		覆砂幅 B_c (cm)	覆砂幅割合 B_c/B_f	覆砂層厚 D_c/d_g	水路勾配 I	流量 Q (L/s)
Series G	GA1	-	-	-	1/100	30
	GC2	9	0.25	0.70		
	GC3	18	0.5	0.69		
	GC4	36	1	0.73		

3. 砂礫の移動に及ぼす覆砂幅の影響 図-2 は各条件での流出土砂量の時間変化を示している．いずれのケースも時間が経過するにつれて単位時間当たりの砂礫の流出量は減少することから，覆砂が砂礫の移動に効果を発揮するのは通水開始の早い段階で，それ以降次第に覆砂の効果は漸減することがわかる．通水当初は砂の効果によって表層礫の移動が促進され，これに伴って間隙に存在する砂によってより下層の礫も移動が促進されるためであると考えられる．ただし，覆砂の砂や間隙の砂は礫と共に運ばれて河床表層が再び粗粒化すればこの現象は収束することになる．また，流出量は覆砂幅に比例しているが，実験の観察によると移動した砂礫の一部は低水路に流入・堆積しており，覆砂幅が狭いほど全覆砂量に占める低水路への砂礫の流入量の割合は大きい．

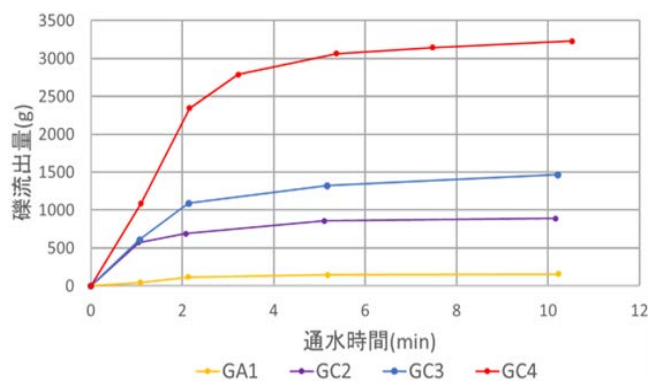


図-2 各ケースでの砂礫流出量の時間変化

キーワード 礫河床，粗粒化，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

4. 低水路の変動に及ぼす覆砂幅の影響 図-3 は、河床条件別の移動床部の河床変動を実験前後で比較したものであり、(a)は移動床部の初期平均河床高からの偏差 (Δz) を示し、高位が正である。図中の x は移動床上流端からの距離、 L は移動床の長さ、 y は左岸からの距離を表す。(b)は移動床部の平均横断形状を実験前後 ($t=0, 10 \text{ min}$) で比較したものである。さて、GC2 では(a), (b)より低水路で少量の砂礫の堆積が確認できるが、他の2ケースに比べて低水路幅の拡大は小規模である。GC3 では、(a), (b)より低水路においてGC2 より明確な砂礫の堆積が確認でき、また、(b)より低水路肩が侵食し、低水流路幅が拡大したことがわかる。これは、高水敷の砂礫が低水路に流れ込み、堆積したことによって低水路の河床が上昇したことを示している。GC4 では GC3 と比べて低水路幅は拡大しているものの、低水路への砂礫の堆積は明確な増加は確認できない。以上のことから、低水路幅は覆砂幅の増加に比例して増加するが低水路深さに及ぼす覆砂幅には上限があると考えられる。

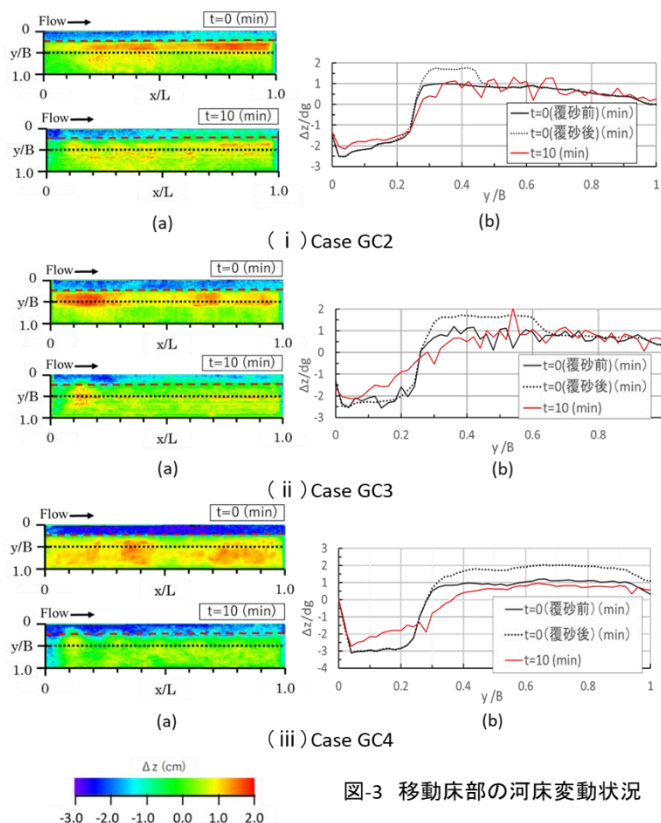


図-3 移動床部の河床変動状況

※ 赤の破線は、元河床の高水敷と低水流路の境界を示す。

5. 低流路の幅と深さに及ぼす覆砂幅の影響 図-4 は、各ケースでの低水路の幅と深さの時間変化を示している。ただし、これらはそれぞれの通水前の初期値で基準化されている。時間経過に伴い、全体として低水路幅は増加傾向、低水路深さは減少傾向にあることがわかる。まず、低水路幅に着目すると、いずれのケースも時間の経過に伴って低水路幅は増加し、覆砂幅が大きいほど低水路幅の増加量も大きい。このことは、低水路肩の侵食が覆砂のかなりの範囲まで及んだことを示唆している。ただし、高水敷肩の侵食がより対岸(右岸)方向に

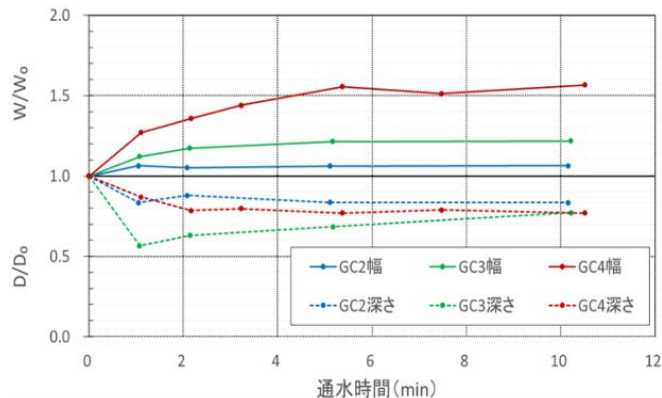


図-4 各ケースでの低水路の幅と深さの時間変化

及ぶにはそれが生起するだけの時間が必要であり、これは覆砂量(覆砂高さ)の多さにも依存するため、さらに系統的な検討が必要である。一方、低水路深さに着目すると、覆砂幅が最も小さいGC2が河床上昇量は最も小さく、低水路幅も考慮した流路変動としては最も小規模であることがわかる。しかし、覆砂幅が最も大きいGC4よりも覆砂幅が狭いGC3の方が河床上昇量は大きく、河床上昇と覆砂幅は必ずしも比例関係にない。このことは、低水路に流れ込む砂礫の量は必ずしも覆砂幅に依存せず、一定の影響範囲があることを示唆している。また、この傾向は低水路幅同様、覆砂量にも依存すると考えられ、さらなる検討によって覆砂が低水路の変動に及ぼす影響範囲を明確にできると思われる。

6. おわりに 本研究では覆砂幅が低水路の幅と深さに与える影響について検討した。その結果、低水路深さに及ぼす覆砂幅には一定の影響範囲があることが示唆された。今後系統的な検討を行い、その影響範囲について明らかにする予定である。

参考文献 1) 三輪ら：河川技術論文集，第24巻，2018。2) 窪ら：土木学会論文集B1(水工学)，Vo. 77(2)，2021。3) 窪ら：第72回土木学会中国支部研究発表会講演概要集，pp. 129-130，2020。