

河床材料の粒度分布の幅が中規模河床形態に及ぼす影響についての実験的検討

(独) 土木研究所 ○正会員 坂野 章
 正会員 石神 孝之
 正会員 箱石 憲昭

1. はじめに

近年、ダム等の河川構造物下流での河床低下と流路の固定化等が進行し、治水面だけでなく環境面においても問題が生じている事例が指摘されており、山地河川の河床変動機構等の研究が行われている^{1), 2)}。しかし、工学上重要な“瀬と淵”の形成と関わりの深い礫州等の中規模河床形態の形成の場における、深掘れの規模や流砂量等の空間分布に対する河床材料の粒度分布の影響についての検討例は少ない。本論文は、これに関した移動床水理実験による検討結果を報告するものである。

2. 検討方法

実験は、長さ 60m、幅 2m のコンクリート水路の中に、**図 1** に示す中央粒径が同一の 3 種類の粒度分布を有する河床材料を縦断勾配 1/100 で平坦に整形し、各材料において 2 種類の一定流量を重ねて通水した (**表 1** 参照)。

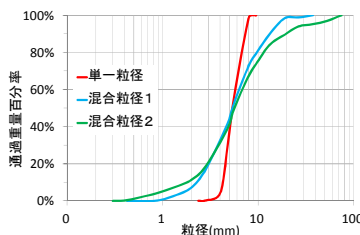


図 1 河床材料粒度分布



写真 1 掃流砂採取器 (採取幅 10cm)

通水中に、水位・流砂量・表面流速、通水後に、河床形状・粒度分布・流出土砂をそれぞれ測定した。通水中には、任意地点で流砂が採取できるように、**写真 1** に示すような流水抵抗の極力小さくした採取器を作り、この中央三角の尖った部分を河床に押し込んで採取器を水平にし、一定量の掃

表 1 実験ケース一覧

実験No.	河床材料			流量	Fr	τ_*	幅水深比 (B/H)	水深粒径比 (H/d ₅₀)	通水時間 (分)	
		d ₅₀ (mm)	d ₈₄ /d ₁₆							
ケース1	-1	単一粒径	5.5	1.6	流量小(127 l/s)	0.9	0.08	30	13	150
	-2				流量大(186 l/s)	1.0	0.10	20	18	120
ケース2	-1	混合粒径1	5.5	4.1	流量小(127 l/s)	0.9	0.08	30	13	168
	-2				流量大(186 l/s)	1.0	0.10	20	18	127
ケース3	-1	混合粒径2	5.5	5.2	流量小(127 l/s)	0.9	0.08	30	13	159
	-2				流量大(186 l/s)	1.0	0.10	20	18	117

流砂を捕捉するまでこの状態を保持した。粒度分布については、①通水中の流砂 ②通水後の河床表面の試料 (幅 10cm×長さ 15cm×厚さ 2cm) ③通水後河床のΦ約 15cm×厚さ 5cm の試料 の各々を同一箇所にて採取してふるい分け試験を行った。なお、水路上流部河床を砂の供給部分としており、河床材料の供給は行っていない。

3. 検討結果

3.1 河床形状と流況

図 2 は、各ケースの空中写真・河床横断図・表面流速について比較したものである。空中写真と表面流速は、それぞれ流量小に流量大を重ねて通水した直後と直前の状況であり、白色の範囲が淵の部分となる。単一粒径と混合粒径 1 のケースでは、平面形状が同規模の礫州が形成されるが、淵の深掘れについては、単一粒径の方が顕著である。この河床状態における流況として、止水直前における通水中の表面流速のベクトルから判断すると、単一粒径の方が流れの偏りが大きく規則的な蛇行流を示す傾向の強いことが確認できる。また、混合粒径 2 では、礫州の形成がほとんど見られず、河床横断形状の偏りも他の 2 ケースと異なり極端に小さいことが確認できる。

3.2 掃流砂量と粒度分布

図 3 は、任意の 4 地点 (**図 2** に示す各ケースの①～④地点) の掃流砂量について材料別と流量別に比較したものである。これによると、地点による値のバラツキは非常に大きく、その状況は材料及び流量が変わっても同様にバラツキは大きい (例えば、単一粒径で流量小の④の位置における掃流砂量はゼロ)。当ケースは前述のように礫州の瀬と淵の比高が大きいことから、礫州の影響により流れが規制され当該地点の河床近傍で限界

※写真及び番号はQ大の通水後で、粒度分布及び空隙率測定箇所(流砂、表面、中)

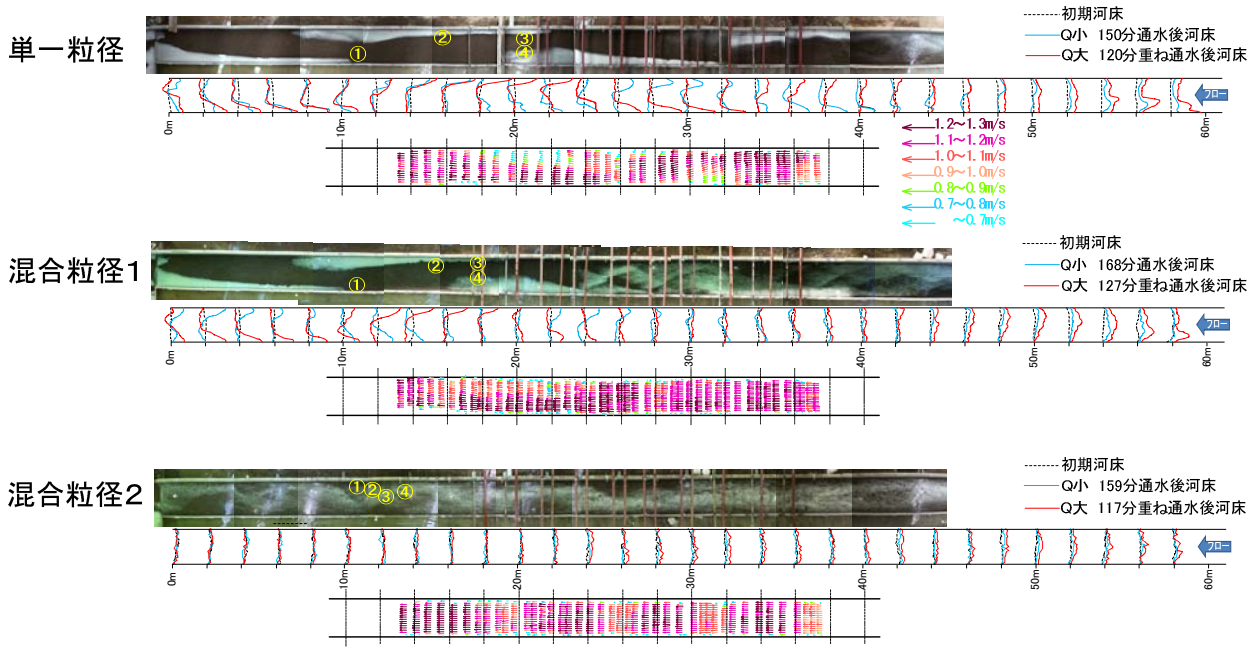


図2 河床の平面形・横断面及び表面流速分布

掃流力以下の流れ状態になったことが主な要因であると考えられる。

図4は、混合粒径1のケースにおける地点別の河床材料(河床表面及び河床中)と流砂の粒度(d_{16} 、 d_{60} 、 d_{84})について、流量別に比較したものである(棒グラフの棒の長さが d_{60} を示す)。河床表面の粒度は流砂や河床中の粒度と比較して地点によるバラツキが大きく、流量が変わっても同様である。このことは、河床表面の河床材料調査結果を分析する際には、特に採取位置との関係を明確にする必要が高いことを示唆していると考えられる。また、計算値(芦田・道上式)と実験値を比較すると、地点・流量に係わらず、実験の方が流砂の粒度及び混合度(d_{84}/d_{16})が大きくなる傾向を示す。芦田・道上式の粒径別の限界掃流力の基本であるEgiazaroffの理論では、混合粒径の場合に、平均粒径より大きな粒子は動きやすく、小さな粒子は動きにくいことを想定している。本実験で、Egiazaroffの想定がさらに強調され、大きな粒子の動きが顕著になることを確認した。

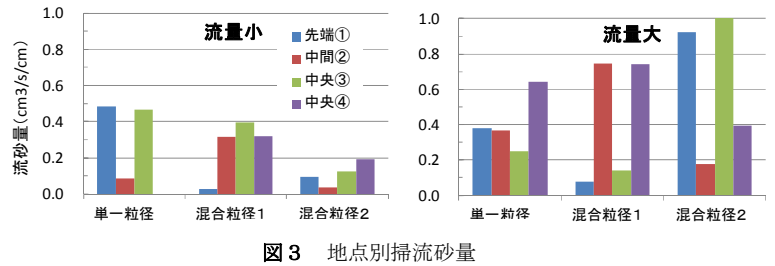


図3 地点別掃流砂量

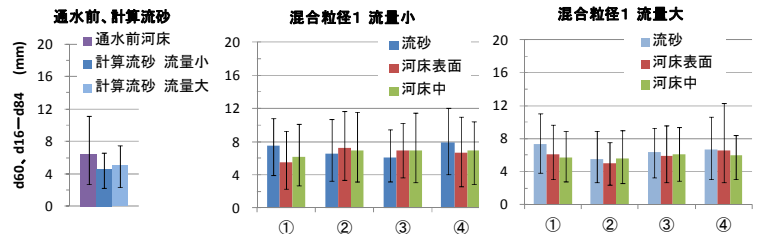


図4 流砂及び通水後河床材料の地点別粒度

4. おわりに

本検討によって、河床材料の粒度分布の幅が中規模河床形態の形状や流砂特性等に大きな影響を与えることがわかった。このことは、現在、礫床河川で顕在化している治水や河川環境の問題に対する一つの有効な対応策として、河床材料の粒径に着目することの重要性を示唆するものと考えられる。

参考文献

- 1) 長田健吾ほか:石礫河川の二次元河床変動解析法を用いた安部川網状流路の数値解析、水工学論文集、第54巻、2010.2.
- 2) 藤田光一ほか:大礫床表面における砂の堆積状況と浮遊砂量との関係についての実験的検討、水工学論文集、第52巻、2007.2.

キーワード 粒度分布、中規模河床形態、瀬と淵、流砂量

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 土木研究所水工研究G水理T TEL 029-879-6783