

勾配急変部における混合砂礫の堆積状況に関する基礎的実験

宇都宮大学 学生員 ○小野尚志
宇都宮大学 正会員 池田裕一
河相工学研究庵 F 員 須賀如川

1. はじめに

沖積平野を流れる河川には勾配が大きく変化する、勾配急変部が見られることがある¹⁾。その前後では河床材料の堆積状況、河道幅、流路形態などが変化することが知られており、河川の全体的な管理を考えると、このような縦断変化の構造を知ることは重要である。そこで本研究では、勾配急変部を設けた開水路において混合砂礫を用いた移動床実験を行い、急変部での河床勾配の縦断変化、河床形態および砂礫の堆積状況についての若干の検討を行った。

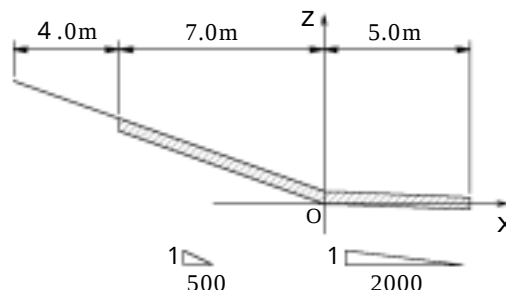


図 - 1 実験水路概要図

2. 実験装置および実験条件

実験では図 - 1 のような幅 50 cm、長さ 16mの水路において下流端から 5 mを 1/2000 の緩勾配区間とし、それより上流側は 1/500 の急勾配区間とした。上流端から 4mは流れを安定させるための助走区間とするため固定床とした。それ以外は厚さ 5 cmの移動床である。流量は $300 \text{ cm}^2/\text{sec}$ で一定とした。

混合砂礫は図 - 2 のような粒度分布を持つ砂と礫を用いた。礫には中央粒径 3.4 mmの川砂利を、砂には中央粒径 0.46 mmの川砂を採用した。沖積平野を流れる勾配急変部を持つ河川では、上流側の主構成材料が下流側と比べ 30～60 倍の粒径を持ち、同じ摩擦速度を持つ流れに対し砂の砂利に対する無次元掃流力は同じく 30～60 倍となることが知られている²⁾。本実験で使用する砂と礫との無次元掃流力比は約 24 で、礫(砂利)が限界掃流力を受ける場合の砂の無次元掃流力は約 1.2 となる。

表 - 1 実験条件

Run No.	1, 4	2, 5	3, 6
単位幅流量(cm2／sec)	300		
混合割合(礫:砂)	5:5	6:4	7:3
初期河床勾配	上流部	1/500	
	下流部	1/2000	
混合砂礫厚(cm)	5		
水深(cm)	約7.5		
Fr	0.46		

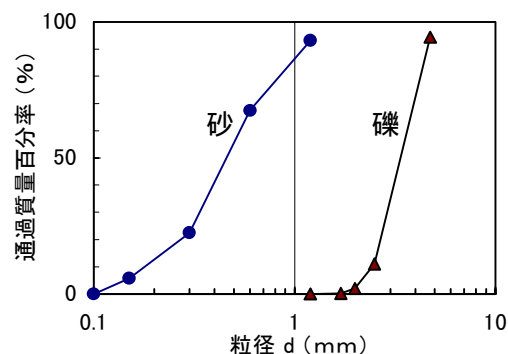


図 - 2 砂と礫の粒度分布

この砂と礫を表 - 1 に示すように体積比 5:5 (Run1,4)、6:4 (Run2,5)、7:3 (Run3,6) で混合し(図-3)、約 5 cm厚で勾配急変部を持つように水路に敷き詰めた。実験では縦断方向に河床高と水深の経時変化を測定し、堆積状況の変化について撮影と河床表面の砂礫を各地点 20 cm×20 cmの範囲で厚さ約 1 cmを採砂、粒度分布の測定を行った。実験では上流部の流出砂が極端に減少した時点で通水を停止した。

3. 実験結果と考察

河床低下の例として Run3 の河床高の変化を図 - 4 に示す。初期急変点は $x=0$ である。河床高の経時変化を測定した Run1～3 では、混合比率の変化による縦断形状の変化がみられた。砂の割合が多い方が上流での河床低下が強く、急変部がやや上流方向に移動しているのが見られる。また急変部には、縦断方向に河床の緩やかな凹凸

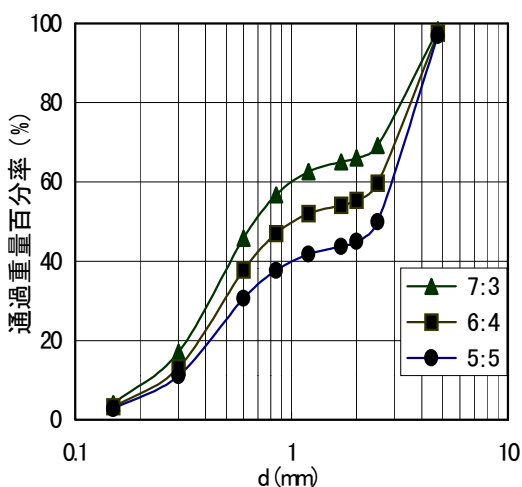


図 - 3 実験砂礫の粒度分布

キーワード：勾配急変部、混合砂礫、堆積状況、粒度変化

連絡先 〒321-8585 宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科水工研究室
電話番号 028-689-6214 FAX 028-689-6230

が確認された。その波長は約 0.7~1.0m であり、波高は 0.2~0.5 cm で礫の粒径分ほどであった。砂堆の波長は一様砂礫の場合、一般に水深の 5 倍程度、混合砂の場合はそれより短くなるという報告がある³⁾。今回の実験では、これが水深の 10~12 倍程度となっており急変部特有の現象である可能性がある。

通水停止後に観察した表面砂礫の堆積状況では、上流側から下流側にかけての堆積状況の変化が確認できた。上流部では粗粒化が進み、礫が河床表面の大半を占め縦横断方向にほぼ一様であるのに対し、中流部から下流部では、下流に行くにしたがって礫が砂から突出する部分、礫が集まる部分が減少し、急変部より下流では礫の集まる部分はあまり見られず、礫は砂に埋まる部分が多くなっている。また急変部では河床の凹凸に対応して、礫の突出が強い部分と突出の弱い部分が交互に現れる堆積状況の変化が見られた。

そこで Run4~6 では急変部の凹凸に注目して計測を行った。例として Run 6 での急変部における河床高の変化を図 - 5 に、通水後の河床表面の粒度分布を図 - 6 に示す。急変部では河床の凹凸が繰り返し生じており、粒度分布も交互に変化していることが分かる。具体的には、河床が凸の部分で礫の突出が強く粒度は粗くなっており、河床が凹にさしかかる部分で突出の弱い部分が見られ、粒度は細かくなっていた。

また縦断方向の代表的な粒径の変化を図 - 7 に示した。急変点より下流では初期河床の粒径を下回る変化がみられ、縦断方向に交互に変化していることが分かる。 d_{50} の縦断変化は僅かだが、 d_{60} では変化がやや大きくなり、砂と礫の粒径の分かれ目である d_{65} では最大、縦断方向の距離差 0.25m で約 0.65 mm の変化が見られている。このような粒度の変化は Run4~6 の結果では、砂の混合割合が多いほど強く現れていた。本実験の採砂は河床表面を削り取る方式であったため目視で感じられたほど変化は現れず、混合砂礫を用いた一様勾配での実験に見られる河床全体の粗粒化および粒度変化に比べ、特別大きな変化とは表せなかった。

今回の実験では急変部、特にその下流で、河床高のゆるやかな凹凸と、それに伴う粒度分布の変化を確認することができた。今後はさらに条件を変えてデータを蓄積するとともに、力学的な検討も行っていきたい。

参考文献)

- 1) 小玉芳敬：渡良瀬川下流部における河床勾配の急変と河床表面の堆積状況．地理学評論, 67 A-5, 311-324, 1994．
- 2) 山本ら：河床縦断形の形成機構に関する研究．土木研究所資料, 第 3164 号, 1993．
- 3) 三輪・大同：河床波の変形に及ぼす混合砂の分級効果．水工学論文集, 第 41 巻, pp901-908, 1997．

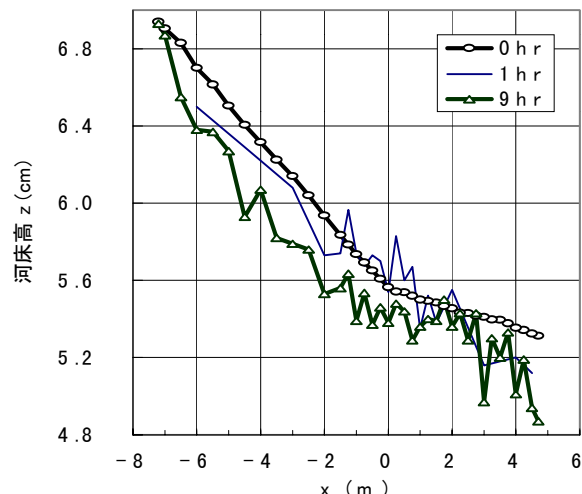


図 - 4 河床高の経時変化(Run3)

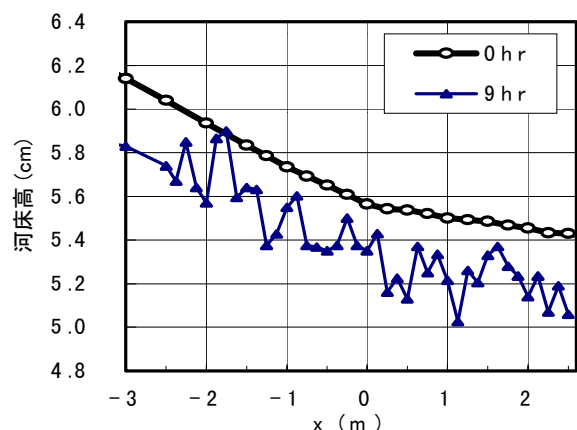


図 - 5 河床高の経時変化(Run6)

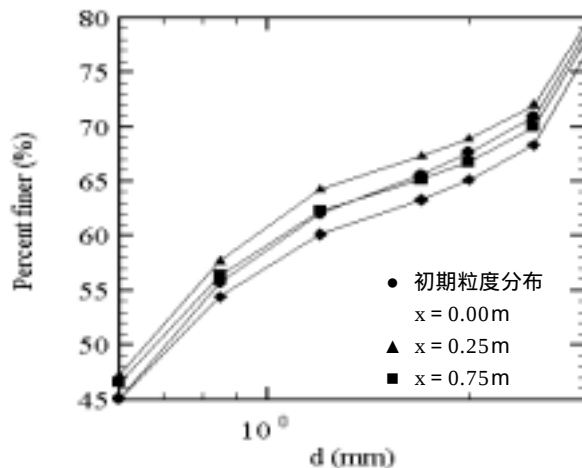


図 - 6 河床表面材料の粒度分布(Run6)

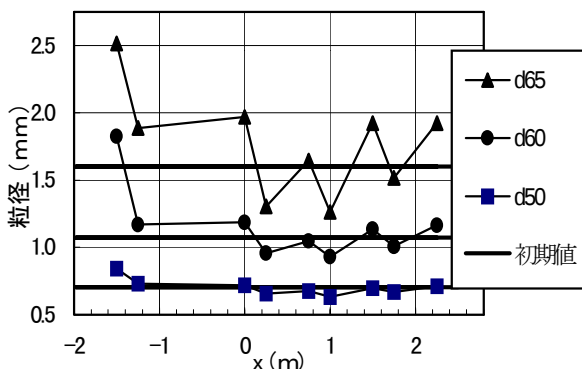


図 - 7 中央粒径の縦断変化(Run6)