

# 勾配・川幅の変化点近傍での河床変動に関する基礎的研究

宇都宮大学大学院 学生員 青木 拓也  
宇都宮大学大学院 正会員 池田 裕一

## 1. はじめに

沖積河川の中には、河床縦断勾配が急変する河川がある<sup>1)2)</sup>。例えば鬼怒川においては図-1に示すように、利根川合流点より46km付近で河床勾配が急変している。また、46km付近では、そこを境に河道幅も大きく変化しており、河床材料の粒径分布が二峰性をもっているなど、複雑な様相を呈している。鬼怒川では、その地点で流量の調整を行っており、河川の長期的な管理を考える際には、このような地点の詳細を知ることは重要であろう。

そこで本研究では、鬼怒川の勾配急変点付近の特徴を参考に、移動床実験を行い、急変部付近での特徴的な現象を検討することとした。

## 2. 実験装置および方法

実験は、長さ16m、幅20cm、深さ35cmの長方形断面水路を用いて行った。この水路に砂を敷き詰め、勾配急変部を設けた。勾配急変部は、有効長12mの上流端から7.5mの位置に設けた。急変点から上流側の勾配は1/100、下流側の勾配は1/200とした。水路幅は、上流側では19.7cm、下流側では16.5cmであり、写真-1のように、50cmかけて滑らかに変化する。実験条件を決定するに当たっては、その変化する割合や流量、河床材料について、砂が動き河床形状が形成されることと、上流と下流で等流区間が存在することに注意した。実験条件を表-1に示す。各Runについては、通水時間のみを変化させている。

実験では、混合砂礫を用いた。使用した河床材料は、細砂として中央粒径0.19mmの珪砂7号と粗砂として中央粒径1.5mmの珪砂3号を用いた。この2種類の砂を混合し、混合砂とした。なお、2種類の砂を混合させたときの混合比は、砂を7、砂利を3の割合とした<sup>4)</sup>。それぞれの砂と混合砂の粒度分布は、図-2に示すようになる。

実験は、混合砂を敷き詰めた水路に、通水し、通水中は給砂を行った。停水後に河床高の測定と河床表層の河床材料を採取した。

## 3. 実験結果および考察

### (1) 河床縦断形状

各Runでの通水後の河床高を図-3に示す。急変点に相当する部分は、河床上昇が大きいところと小さいところの境界であり、通水時間の経過とともに、下流に移動している。この現象は、勾配のみが変化する実験においても現れている<sup>3)</sup>。ここで、勾配急変点の時間的位置的変遷を図-4に示す。この図では、今回の実験結果と勾配のみが変化する

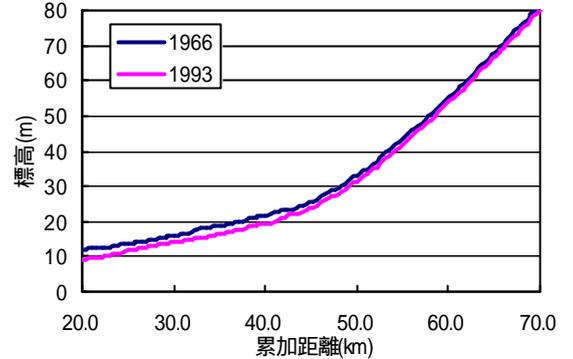


図-1 鬼怒川の最深河床高の縦断変

表-1 実験条件

Run No.	1	2	3
通水時間(min)	10	20	50
$d_{50s}$ (mm)	0.188		
$d_{50G}$ (mm)	1.5		
単位幅流量( $\text{cm}^3/\text{s}$ )	50		
混合比	7 3		
勾配	上流部	1/100	
	下流部	1/200	
水路幅(cm)	上流部	19.7	
	下流部	16.5	
上流部区間長	7.5		
下流部区間長	4.5		
給砂量( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	306		

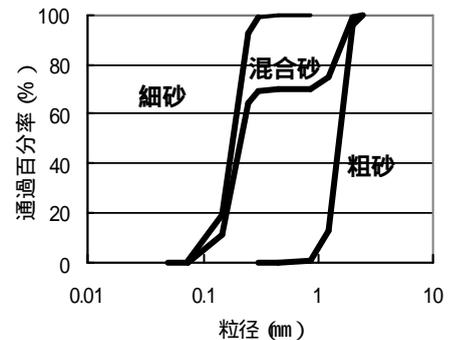


図-2 粒度分布

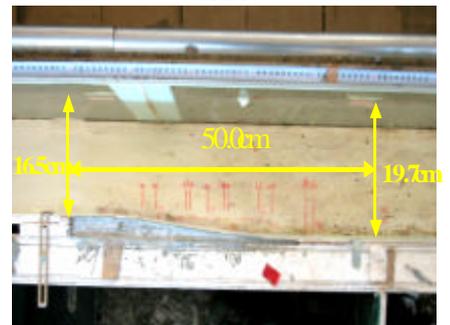


写真-1 水路写真(水路幅変化部)

keyword: 勾配急変部, 混合粒径, 河床波, 河床変動

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 TEL 028-689-6214 FAX 028-689-6230

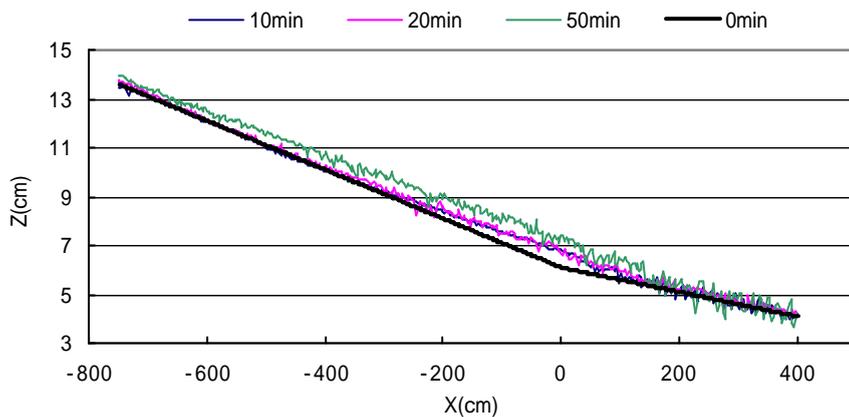


図-3 河床縦断形状

場合の実験結果とを合わせて示している。勾配のみが変化する場合、時間と勾配急変点の位置が比例関係にあるのに対し、勾配と水路幅が変化する場合では急変点の位置は時間経過に伴い、ある位置に収束するような挙動である。これにより、川幅が勾配急変点の移動を抑えていることが予測される。

また今回の実験では見られた河床波は、通水時間が50分の場合、 $X=-750\sim 140\text{cm}$ では波長約1.2m程度の低周波振動が見られ、さらに高周波振動が重なっているのが分かる。 $X=140\text{cm}$ より下流では高周波的なもののみであった。このような現象は10分、20分でも見ることができた。

## (2) 河床材料粒度分布の変化

本実験で用いた河床材料は二峰性を持つため、粒度分布の通過百分率曲線の勾配が最小となることを、細砂と粗砂の便宜的な境界とし、そこでの通過百分率を細砂分含有率を定義し、それにより評価することとする。

砂分含有率の縦断変化を図-5に示す。各Runの縦断変化を比較すると、 $X=-500\sim 0\text{cm}$ では、時間経過とともに細砂を多く含んでいる。これは、河床変動を伴う河床波鉛直方向の粒度分布が、表層から、細砂、粗砂、元河床となることから、通水時間の経過とともに細砂が粗砂の上に堆積する時間が長くなるためであると考えられる。次に、どのRunでも、勾配のみが変化する場合で見られているような、上流側で砂が粗く下流側で細かいといった傾向は見られず、また、その遷移過程で初期状態である砂分含有率70%を超えるような点、つまり粒度分布における急変点が存在する現象<sup>3)</sup>が明確に見られない。

これについては、今後詳しい検討が必要である。さらに、どちらのRunでも砂分含有率に縦断的にばらつきがある。これは、通水開始後1~2分で急変点から上流側に向けて約1~2m間隔で、粗砂が堆積することを確認しており、それが、通水し続けても現れた結果であるといえる。ここで、20分通水における河床高と細砂分含有率をあわせて図-6に示す。ここでの河床高は、全体の変化を見やすくするため、初期河床に対する相対的なものとした。この図より、河床にみられる低周波振動と細砂分含有率が対応しているように見ることができる。通水開始後すぐの粗砂の堆積が、河床形状と砂分含有率の縦断変化に影響を与え、このような傾向がでたと考えられる。つまり、勾配急変点よりも上流側では、現れる粗砂の堆積が大きな影響をあたえるようである。

<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砂礫の堆積状況，地理学評論，67A-5，pp.311-324，1994.
- 2) (財)河川環境管理財団：河道変遷特性に関する研究，pp.53-64，平成10年度
- 3) 青木拓也・池田裕一：勾配急変部における河床変動に関する基礎的研究，第59回年次学術講演会講演概要集，-098，2004.
- 4) 三輪・大同：混合砂の分級と河床波の形成過程の相互作用に関する実験的研究。水工学論文集，第35巻，1991

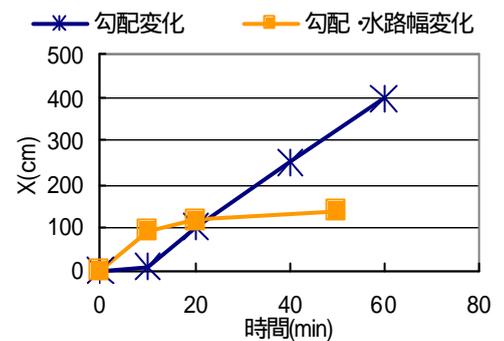


図-4 勾配急変点の変遷

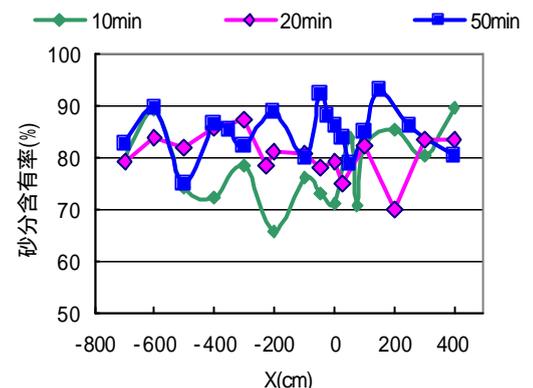


図-5 細砂分含有率の縦断変化

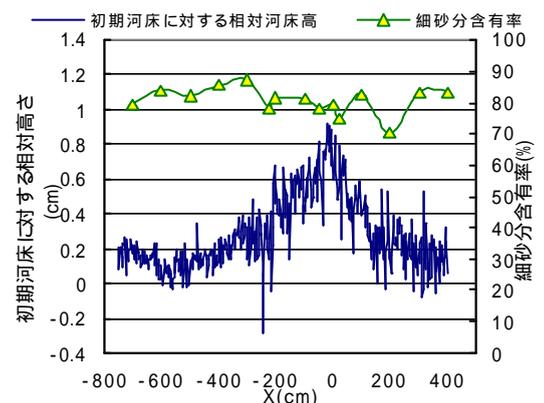


図-6 初期河床に対する相対河床高と細砂分含有率 (Run2)