

河川分流点周辺の河床変動と分派流砂量に関する研究

九州工業大学工学部 学生会員 ○川上 貴士 九州工業大学大学院 正会員 重枝未玲
九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山壽一郎 九州工業大学大学院 正会員 坂本 洋
九州工業大学大学院 学生会員 新谷 恭平 九州工業大学工学部 学生会員 中園優馬

1. はじめに

河川分流点は、土砂の堆積・河床洗掘、それに伴う多様な河床形状など治水と環境の両面で重要な地点である。河川分流点では、分流角度、川幅、河床材料などの河道特性や下流端の水位によって流れや分派流量、流砂量などが変化するため、その維持管理を行うためには、そこでの流れと河床変動を把握することが不可欠である。本研究では、以上のような背景を踏まえ、分流点周辺の流れや河床変動を実験的に把握し、分流点周辺の河床変動プロセスについて検討した。

2. 実験概要

実験水路は、図-1 に示すような長さ 9.0m × 幅 1.8m の可変勾配水路中に、アクリル製の長さ 9.0m、高さ 0.25m、幅 $B_1=0.5m$ 、勾配 $I=1/1,000$ の本川と、角度 $\theta=30^\circ$ で分流させた長さ 2.6m、高さ 0.25m、幅 $B_3=0.25m$ 、勾配 $I=1/1,000$ の支川を設置したものである。分流点下流の本川の幅が、(1) 狭くなる場合 (CaseA)、(2) 変化しない場合 (CaseB) の 2 通りの平面形状に対し、固定床と移動床で行った。移動床では粒径 0.89mm、比重 1.65 の一様砂を高さ 0.14m で敷き詰めた。実験条件の詳細は、表-1 に示す通りである。

いずれのケースも、上流端から流量 $Q_1=0.015(m^3/s)$ を流入させ、移動床では下流端から流出した土砂と同量の給砂を行い、定常あるいは平衡状態が確認された後、測定を開始した。測定項目は、固定床では水位 $H(m)$ と水表面・水深平均および底面流速 (m/s) と分派流量 $Q(m^3/s)$ 、移動床では水位、河床高 $Z_b(m)$ 、分派流量および分派流砂量 $Q_s(m^3/s)$ である。水位はポイントゲージで、河床高はレーザー変位計で、水深平均流速は電磁流速計を用いて一点法で、水表面流速と底面流線についてはトレーサーの動きを PTV 解析することで求めた。分派流量はバケツを用いて、分派流砂量はふるいを用いて回収し測定した。水位・河床高の測定点は、図-1 に示す通りである。

3. 結果と考察

まず、実験結果に基づき、移動床での分流点周辺の河床変動特性について検討した。図-2 は初期河床高を基準とした河床変動量コンターと固定床での底面流線の実験結果を示したものである。なお、図中には後述する河床変動プロセスを記述している。河床変動量コンターがマイナスの場合は洗掘を、プラスの場合は堆積を表している。また、底面流線における赤いラインは支川に流入する流線を表している。

これらから、(1) CaseA-b-1 では分流点下流の本支川で局所洗掘が生じるが、CaseA-b-2 と CaseA-b-3 では支

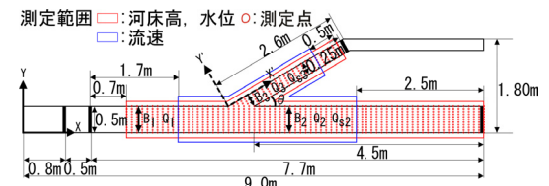


図-1 実験装置図
表-1 実験条件

Case名	河床	I	n	$D(mm)$	s	$B_1(m)$	$B_2(m)$	$B_3(m)$	$Q_1(m^3/s)$	本川水面形	分流前	分流後
CaseA-a-1	固定床		0.01							M1	M1	
CaseA-a-2	固定床		0.01							M1	M1	
CaseA-a-3	固定床		0.01							M1	M1	
CaseA-b-1	一様砂	1/1000	0.014	0.89	1.65	0.5	0.3		0.015			M1
CaseA-b-2	一様砂	1/1000	0.014	0.89	1.65	0.5	0.3		0.015			M1
CaseA-b-3	一様砂	1/1000	0.014	0.89	1.65	0.5	0.3		0.015			M1
CaseB-a-1	固定床		0.01							M2	M1	
CaseB-a-2	固定床		0.01							M2	M1	
CaseB-a-3	固定床		0.01							M2	M1	
CaseB-b-1	一様砂		0.014	0.89	1.65							M2
CaseB-b-2	一様砂		0.014	0.89	1.65							M2
CaseB-b-3	一様砂		0.014	0.89	1.65							M2

M1=M1曲線(堰上背水曲線), M2=M2曲線(低下背水曲線)

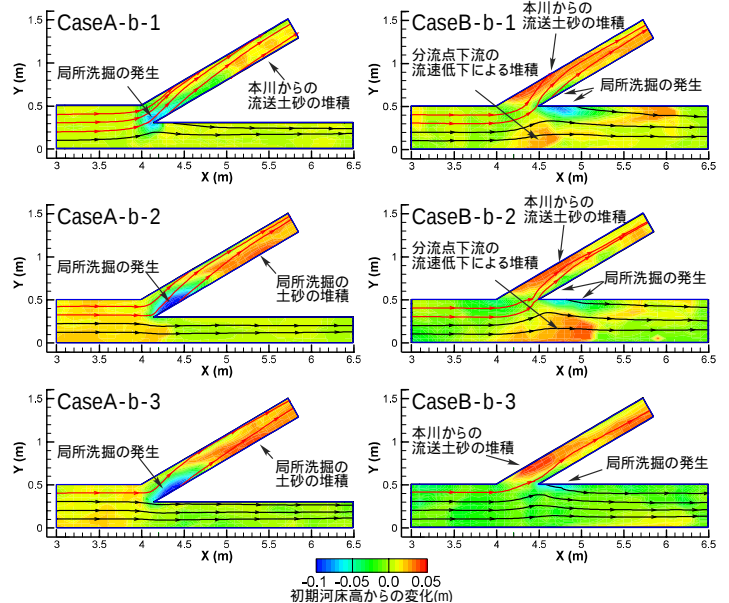


図-2 河床変動量コンター、底面流線の実験結果と河床変動プロセス

川のみに生じること、(2) いずれの Case も支川の右岸側に堆積が生じること、(3) 支川側の河床高は、図-3 の室田¹⁾がまとめた分流点周辺の洗掘および堆積のパターンと一致するが、本川は異なること、(4) 支川に流入する底面流線の本数が CaseA-b-1~3 の順で少ないこと、などがわかる。

CaseB-b では(1) いずれも分流点下流の本川左岸側と支川右岸側では洗掘が生じ、支川左岸側では堆積が生じること、(2) CaseB-b-1 と 2 では分流点下流の本川右岸側で堆積が生じ、図-3 のパターンと一致すること、(3) 一方で、CaseB-b-3 では分流点下流の本川右岸側で堆積が生じないこと、(4) 分流点周辺の洗掘の程度は CaseB-b-1~3 の順で深いこと、(5) 支川左岸側での堆積の程度は CaseB-b-1~3 の順で大きいこと、(6) 支川に流入する底面流線の本数が CaseB-b-1~3 の順で少ないこと、などがわかる。

図-4 は、分派流量の配分比と分派流砂量の配分比を示したものである。図

中には、室田¹⁾による分派流砂量と分派流量の配分比の関係も併せて示している。これより、(1)いずれも流量配分比が大きくなると、分派流砂量の配分比は大きくなること、(2) CaseB-b では概ね室田¹⁾の実験式と一致するが、一方で CaseA-b では差異が生じること、などが確認できる。

次に、以上の結果に基づき河床変動プロセスを推察した。CaseA-b のプロセスは次のようであったと推察される。(1) 上流から供給された土砂は、分流点に到達した後、本川と支川へと流送される。(2) いずれも、支川では分流点周辺の左岸と下流に土砂が堆積し河床が上昇するが、そのメカニズムは異なる。CaseA-b-1 では、本川上流からの掃流砂量が底面流線を沿って流下・堆積するためであり、CaseA-b-2 と CaseA-b-3 では、本川上流から掃流される若干の土砂と、局所洗掘部分から流出した土砂が堆積するためである。(3) CaseA-b-1 では、本川下流へ流送される掃流砂量は小さく河床変動は生じないが、CaseA-b-2 と CaseA-b-3 では上流からの土砂が流送されるため、砂洲を形成しながら流下する。(4) 底面流線方向からも明らかなように、CaseA-a-1 では支川の右岸側、本川の左岸側で側壁から発生している流線が、CaseA-a-2 と CaseA-b-3 では支川右岸側の側壁から発生している流線があり、そこでは土砂は主に流出するので、その位置で局所洗掘が生じる。

CaseB-b のプロセスは次のようであったと推察される。(1) 上流から供給された土砂は、分流点に到達した後、本川と支川へと流送される。支川に流送される土砂については、(2) 底面流線方向からも明かなように支川の左岸側に流送され、そこで堆積するため河床が上昇する。(3) その程度は、図-4 の分派流砂量の配分比が大きい CaseB-a-1~3 の順で大きくなる。本川下流へ流送される土砂については、(4) CaseB-b-1 と 2 では、分流点下流の本川の水面形が M_1 曲線で流速が流下とともに小さくなるため、分流点周辺に土砂が堆積する。その程度は、分流点上流の本川の水面形が M_2 曲線となり、そこでの流れが加速されるため掃流砂量が大きくなる CaseB-b-2 の方が大きい。(5) 一方、CaseB-b-3 では M_2 曲線で流速が流下とともに大きくなり、分流点周辺の土砂が流送されるため、分流点周辺での堆積は発生しない。また、分流点周辺では、(6) 底面流線方向からも明らかなように、CaseB-b-1~3 のいずれも本川の左岸側で側壁から発生している流線があり、そこでは主に土砂は流出するため、その位置で局所洗掘が生じる。

このように、分流点周辺の河床変動特性は、図-3 のパターンだけではなく、河道の平面形状や分流点上下流の水面形によって変化することがわかった。

4. おわりに

本研究では、本川の水位および横断面形状の変化が、分流点周辺の河床変動特性、分派流砂量へ及ぼす影響について実験的に検討した。その結果、分流点周辺の河床変動特性は、河道の平面形状や分流点上下流の水面形によって変化し、ある程度パターン化されることがわかった。

参考文献：1) 室田 明：開水路分土工の研究，土木学会論文集，第 70 号別冊 1-1，pp.1-33，1960。

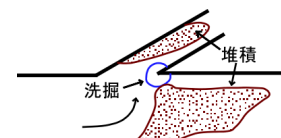


図-3 分流点周辺の洗掘と堆積のパターン

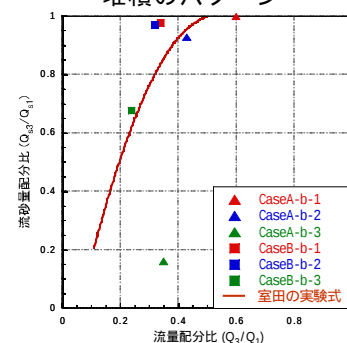


図-4 分派流砂量配分比