## 河川分流点周辺の流れと分派流量に関する研究

九州工業大学工学部	学生会員	○中薗 優馬	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	川上貴士

## 1.はじめに

河川分流点は、治水・利水・環境と密接に関係しており、河川の維持管理上、極めて重要な地点である.河川分 流点での流況、分派流量は、分流角度、分流点上下流の川幅などの河道の平面・縦横断形状、下流端の水位などの 影響を受ける.そのため、これらの影響を適切に把握することが、河川分流点での維持管理計画を検討する上で重 要である.本研究では、以上のような背景を踏まえ、分流点下流の本川の横断面形状および水位の変化が、分流点 周辺の流況、分派流量へ及ぼす影響について検討した.

## 2. 実験の概要

実験装置は図-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、勾配

*I*=1/1,000の本川と,角度θ=30°で分流させた長さ2.6m,幅 *B*<sub>3</sub>=0.25m,高さ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B<sub>2</sub>は,上流の幅B<sub>1</sub>に比べ,①狭 くなる場合(CaseA),②変化しない場合(CaseB),③広くなる場 合(CaseC)の3通りに変化させた.本川の下流端の水位は,四角 堰の堰幅で調節した.表-1に実験条件を示す.いずれのCase についても,本川下流端の堰幅を変化させ,本川下流の水面 形状が分派流量に及ぼす影響を把握した後,本川上下流の水 面形が表-1となるような条件で実験を行い,分流点周辺での 詳細な流況の把握を行った.

測定項目は,水位*H*(m),水表面流速*U*<sub>s</sub>,*V*<sub>s</sub>(m/s),水深平均 流速*U*,*V*(m/s),底面流線および分派流量*Q*<sub>3</sub>(m<sup>3</sup>/s)である.いず



れのCaseにおいても上流から一定流量Q=0.015(m<sup>3</sup>/s)を供給し、定常状態が確認された後、測定を開始した.水位は

ポイントゲージで、水表面流速については直径約5mmの発砲スチロール球を、底面流線については直径約3mmのプラスチック球を流し、その動きをビデオカメラで撮影しPTV解析を行うことで求めた.水深平均流速については電磁流速計を用いて一点法で、河床高はレーザー変位計で測定した.分派流量はバケツで水を回収し、水の体積と時間を計測することで算定した.水位と流速の測定範囲および測定点は図-1に示す通りである.なお、CaseC-a-3の分流点周辺では水深が浅いため水深平均流速が測定できなった.その場合は、水表面流速U<sub>s</sub>、V<sub>s</sub>を水深平均流速 U(=0.9U<sub>s</sub>)、V(=0.90 V<sub>s</sub>)に変換した値を用いた.

## 3. 結果と考察

図-2は水面形の実験結果を、図-3は本川下流端の水位によって変化する分流点上下流の本川の水面形、支川での 跳水の有無と分派流量の配分比との関係の実験結果を示したものである.なお、図-2中には流入流量と分派流量か ら求めた等流水深と限界水深も併せて示している.また、図-3中にはCaseA-a-1~3、CaseB-a-1~3、CaseC-a-1~3に対 応する分派流量の配分比と水面形を示している.なお、跳水の有無は目視で確認し、表中の○は支川全幅で、△は 部分的に跳水が発生したCase、×は跳水が発生していないCaseを示している.これらから、(1) CaseA-a、B-a、C-a のいずれも本川上下流の水面形の違いにより、分派流量の配分比が変化する場合としない場合があること、(2) CaseA-a-1、CaseB-a-1、CaseC-a-1のように本川上下流の水面形がM<sub>1</sub>曲線となる場合には、本川下流の水位の影響を 受けるため、分派流量の配分比が変化すること、(3) CaseB-a-2、CaseC-a-2のように水面形が本川上流でM<sub>2</sub>曲線、下 流でM<sub>1</sub>曲線となる場合、CaseA-a-3のように本川上流でM<sub>1</sub>曲線、下流でM<sub>2</sub>曲線となる場合には、下流端水位の影響 を受け分派流量の配分比が変化するが, 本川下流の水面形が等流水深に近づく と当然ながら下流端の影響はなくなり, 分派流量の配分比がほぼ一定となるこ と,(4) CaseB-a-3やCaseC-a-3のように, 本川上流でM<sub>2</sub>曲線,下流がM<sub>2</sub>曲線とな る場合で本川の水位が等流水深に近づ く場合には配分流量比がほぼ一定とな ること,また,支川全幅で跳水が発生す る場合には,支川では支配断面が生じ, 本川上流の流れによって分派流量が決 まることから,分派流量がほぼ一定とな ること,などが確認できる.

図-4は、水深平均流速ベクトルから求 めた流線,底面流線の実験結果を示した ものである.なお、図中には水深平均流 速コンター図もあわせて示している.ま た、CaseC-a-3の点線は水表面流速から 水深平均流速を推定した区間を示して いる.水深平均流速コンター図から,分 流点下流の水面形状が(1) M<sub>1</sub>曲線となる CaseA-a-1, 2, CaseB-a-1, 2, CaseC-a-1, 2では分流点下流の流速が減速すること, (2) 一方, M<sub>2</sub>曲線となる CaseA-a-3, CaseB-a-3, CaseC-a-3については変化が 小さいこと、水深平均流線から、(1)い ずれのCaseについても分流点周辺で流 線は支川側へ曲がること,(2)支川へ向 かう流線はCaseA-aではCaseA-a-1, 2, 3 の順で、CaseB-aではCaseB-a-1, 2, 3の



順で、CaseC-aではCaseC-a-1, 2, 3の順で多いこと、底面流線から、(1) いずれのCaseについても水深平均流速と底 面流速との間にずれがあること、(2) 支川へ向かう流線は、水深平均流線と同様に、CaseA-aではCaseA-a-1, 2, 3 の順で、CaseB-aではCaseB-a-1, 2, 3の順で、CaseC-aではCaseC-a-1, 2, 3の順で多いこと、(3) 底面流線の曲率は CaseA~Cの順で大きく、流れの3次元性が強くなること、などが確認できる.

以上から、①分流点下流から上流にかけて水面形がM<sub>1</sub>曲線となる場合は分流点で本川主流方向の流速が減速する ため、流れが支川に流入しやすい状態となり、一方で、②分流点下流から上流にかけて水面形がM<sub>1</sub>曲線からM<sub>2</sub>曲 線に変化する場合は分流点周辺で本川主流方向の流速が変化しないあるいは加速するため、流れが支川に流入しに くい状態となる.そのため、分派流量の配分比は①のような水面形の場合に大きくなる.このように、分流点周辺 の流れの特性は、河道平面形状や分流点上下流の水面形により変化し、ある程度パターン化されると考えられる. 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、分流点周辺の流況、分派流量へ及ぼす影響について実験的 に検討した.その結果、分流点周辺の流れの特性は、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.