

# 分水路における分岐部付近の流れ構造に関する研究

指導教官 富永晃宏 教授

15118618 岩佐 康孝

## 1. はじめに

河川の治水対策の一つとしてこれまでに分水路が建設されてきたが、流量配分予測が難しく、また分水路に土砂が堆積してしまうという問題を抱えている。本研究は基礎研究の一つとして流量配分比の観点から、水面形状、流速、作用する力の関係を検討し、分岐部付近の流れ構造を明らかにしようとしたものである。

## 2. 実験条件

実験水路は循環式水路とし、主水路に分岐水路を取りつけたアクリル製の矩形断面水路を用いる。本研究では、流量配分比に着目したため、分岐角を  $90^\circ$  とし水路を単純化した。平面形状は「T」字の分岐形状をした分水路である。また、主水路下流方向を遮断し「L」字湾曲水路としても利用した。水路幅はいずれも  $20\text{ cm}$  とし、水路勾配は  $1/5000$  になるようにレベルで調節した。主水路、分岐水路の下流端には堰を設けておりこの調節により流量配分比を変化させた。実験水路の概略図を図1、図2に示す。ここでの流量配分比は総流量  $Q$  に対する分水路流入量  $Q_s$  の比 ( $k=Q_s/Q$ ) と定義する。

T字型では流量配分比が  $27,43,49,57,71,89(\%)$  のケースで、水深及び流速を測定した。L字型ではT字型において流量配分比  $57\%$ 、 $89\%$  における  $Q_s$  の流量を流して分水路下流端の水深を T 字型と一致させた。また、計測不能をさけるため、跳水が起きないケースを選別している。

## 3. 実験結果及び考察

1) 流量配分比に関する考察：実験における流量配分比の設定の際、重量法により流量を測ると同時に水深(主水路上流部の水深  $h_u$ 、主水路下流部の水深  $h_d$ 、分水路下流部の水深  $h_s$ )も測った。さらに総流入量  $Q=3.85, 3.06, 2.19\text{ l/s}$  に変えて実験を行なった。図3に  $Q=3.85\text{ l/s}$  のときの結果を示す。全体の水深が大きくなり  $h_u$  と  $h_d$  の差が小さくなるにつれて流量配分比が大きくなる。また流量配分比と  $h_s$  の間に比例関係が見られた。この関係を図4に示す。分岐水路の水深が高い場合、流量配分比の変化が分岐水路下流水深に与える影響が大きくなる。

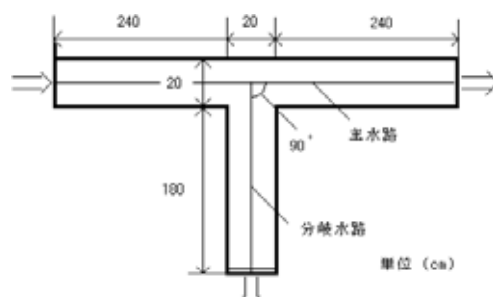


図1 T字型分水路

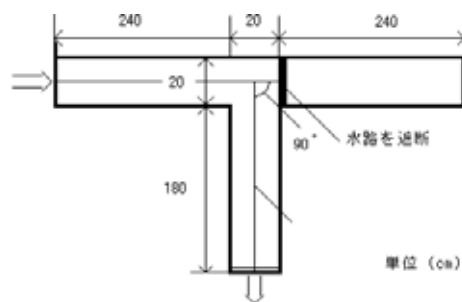


図2 L字型湾曲水路

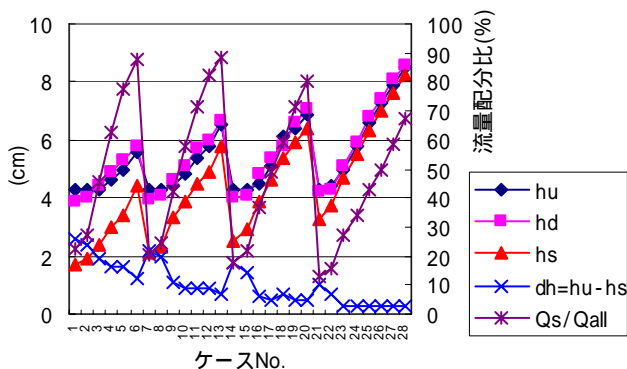


図3 水深と流量配分比の結果

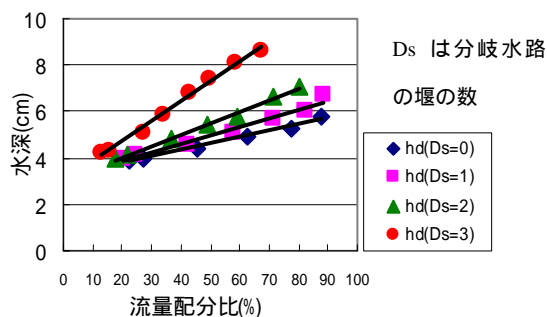


図4 流量配分比と  $h_d$  の関係

2) 水面形状・流速状況からの考察：水深及び流速結果から作成した水面形状・流速ベクトル・流速コンターを図5、図6、図7に示す。分岐水路へ流入後、一部は分岐曲部内側で逆流が発生する。その他の流れはその外側を壁面にそって進む。その後、底層では流れは広がるが、中層・表層では流れはしばらく外側の壁に沿って平行に進む。流量配分比が大きくなるにつれて分水路へ向かうベクトルが多くなり、流れの曲率も大きくなるため、分岐水路における逆流領域は減少する。一方、主水路分岐部の進行方向左側では逆流が発生するようになる。それと同時に速度分布は流速の大きい領域が主水路の分岐曲部内側から分岐水路の分岐曲部外側へと移っていく。分岐水路においては底層、中層、表層、で流れが異なるため、流線は上下左右へと複雑な動きをし、場所によっては逆流も起きる。また流線は常に一定ではなく周期的に変化している。

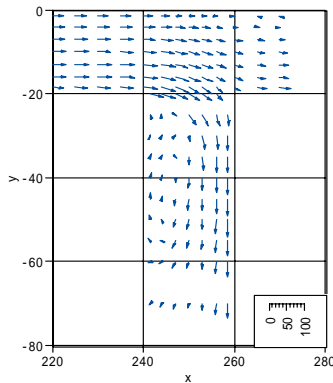


図5 ベクトル図

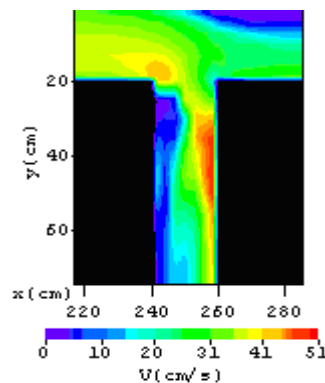


図6 流速分布図

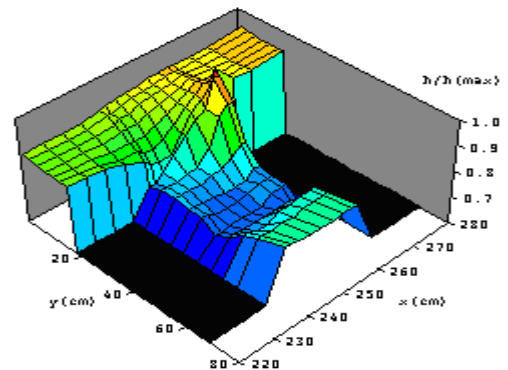


図7 水面図

3) 作用する力による考察：主水路と分岐水の境界線で得られた慣性力、圧力、レイノルズ応力、遠心力の比較を図8で示した。分岐部入口に働く力は慣性力と圧力がレイノルズ応力と遠心力に比べ大きく支配的であった。慣性力は分岐曲部内側で最大であり、分岐曲部外側に向かって減少していく傾向があり、流量配分比が大きくなるにつれて慣性力は増加している。遠心力は流量配分比が増えたと最大点に分岐曲部外側から内側に移っていく。また遠心力によって水面が押し上げられて上昇するため、遠心力と水圧は似たような分布をする。

$$U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial(-\overline{uu})}{\partial x} + \frac{\partial(-\overline{uv})}{\partial y} \quad (1)$$

$$U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial(-\overline{vv})}{\partial y} + \frac{\partial(-\overline{uv})}{\partial x} \quad (2)$$

$$\frac{u^2 + v^2}{R} \quad (3)$$

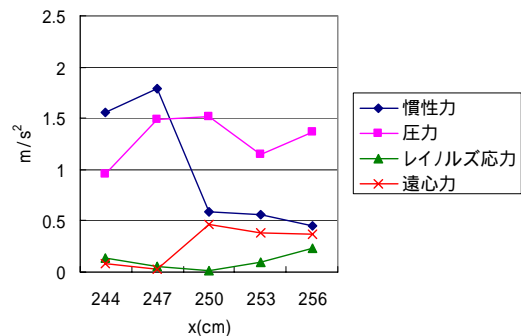


図8 力の比較

4) T字型分水路とL字型湾曲を水面形状、ベクトル図、速度分布、力において比較すると流量配分比89%では類似する点が多いが、57%では大きく異なる点が多い。L字型からT字型水路の流れの構造を予想するのは難しく、可能だとしても流量配分比が大きい場合に限られる。

#### 4. 結論

本研究により分水路の分岐部では流量配分比の違いによって、水面形状、流速分布、分岐水路への流入の様子、作用する力など、流れ構造が大きく異なることが明らかとなった。今後は浮遊砂や掃流砂にも注目し、土砂堆積の防止を目的とした研究や意図的に土砂を堆積させ排砂の役割を高める研究につなげていく必要がある。