

本川・わんど連結部形状がわんど内の水交換に及ぼす影響

名古屋工業大学 学生会員 ○北村福太郎
名古屋工業大学 学生会員 鄭 載勲

名古屋工業大学 正会員 富永晃宏
名古屋工業大学 篠田藍子

1.はじめに 近年、生態系の保全の重要性が認識され、多自然型川づくりが注目されている。その中でわんどは、主流部に比べ流れが穏やかであることなどから、多様な生態系環境を創造することが可能である。わんどの維持すべき条件として水質悪化防止に注目すると、生態系維持のためには適度な水交換が必要となる。また、わんど内流速の違いにより生息する生物にも変化が生まれると考えられるため、本川とわんどに連結部を有する場合、その長さ、および向きによって水の交換、流速にどのような違いが出てくるか検討した。

2.実験条件 実験水路は長さ 4m、幅 48cm、勾配 1/500 の塩化ビニル製長方形断面水路を用い、水路右岸を遮蔽物により遮蔽し、上流から 2.2m の位置をわんど域とした。わんどにおけるアスペクト比は 1.67、流量は 4.19l/s とし、水深はわんど域で 4cm となるように水路下流部の堰上げにより調整した。なお、わんど内形状（奥行き：9cm、幅：15cm、高さ：4cm）、本川幅（30cm）は一定とする。本川・わんど連結部形状は図-1 に示す 6 ケース（開口向き 45°、90°、135° 開口幅 1cm、3cm）とした。実験方法は電磁流速計による流速測定、画像撮影、PIV 解析（Dipp Flow）、濁度経時変化計測を行った。濁度計測は静止画像から RGB 値を取得し、白黒画像へ信号を変換させることですべての色の濃淡を表現できるようにしたプログラムによる画像処理を行った。これらにより、わんど内流速、流れ方向、水交換時間、滞留時間、水交換の遅れる個所等を求め考察した。

3.実験結果および考察 流速測定は電磁流速計および PIV によって行われたが、ここでは PIV による流速ベクトルを図-2 に示す。まず開口水路長 1cm のケースについてみると、fw1 はわんど内上流側に流速の大きい時計回りの渦を形成し、下流側には反時計回りの渦を形成している。fw2 はわんど全域に 1 つの時計回りの渦を形成する。fw3 はわんど全域に 1 つの反時計回りの渦を形

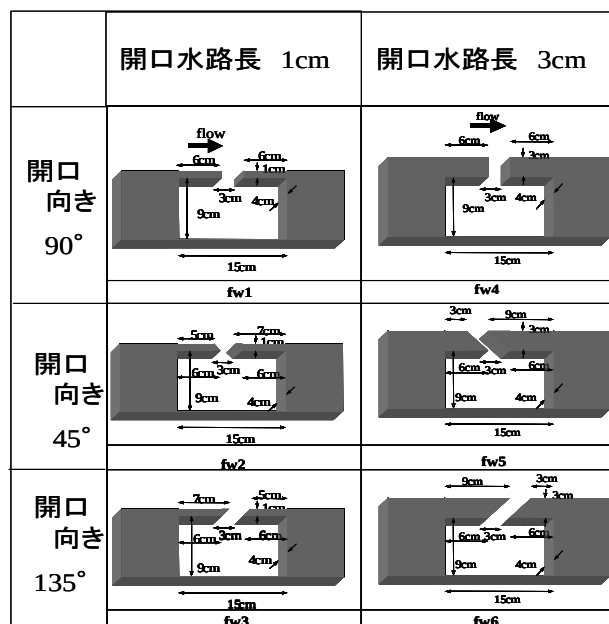


図-1 わんど形状

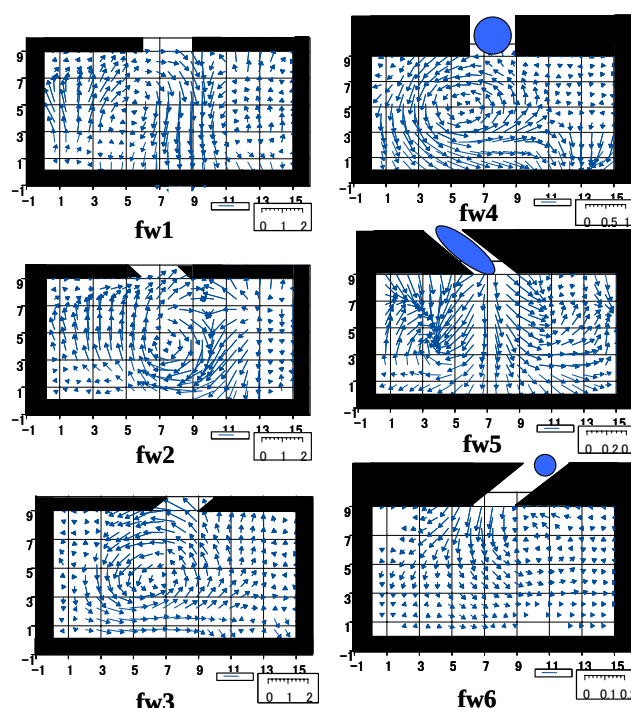


図-2 流速ベクトル

成する。以上開口水路長が 1cm の場合は開口向きと同じ方向ベクトルを持つ流れが渦の機動力となり、渦を形成していることがわかる。次に開口水路長 3cm のケ

連絡先 〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町
電話&FAX (052)735-5490

キーワード： わんど PIV 水交換 渦構造

ースである fw4, fw5, fw6 に関しては、開口部付近に流速の大きい時計回り渦の形成が確認できた。（図-2 中に示す）この渦の形成因としては、わんど域に本流の流れが流入することに付随して本流へ出ていく流れが存在することとなり、相反する 2 つの流れが存在することによりこの微小渦が形成されと考えられる。この結果開口水路長が 3cm の場合においては開口水路内に形成された渦を介してわんど内へ流れが発生するため、fw4 ではわんど域全体に反時計回りの渦が、fw5 では上流側に時計回り渦、下流側に反時計回り渦が形成され、fw6 では非常にゆっくりな反時計回りの渦を形成する結果となった。

水交換過程のビデオ画像より、わんど内の水交換について、渦の中心および渦の形成範囲から外れる部分の水交換は遅れることがすべてのパターンにおいて確認された。ここで例として fw4 形状の 360s 後の画像を図-3 に示す。

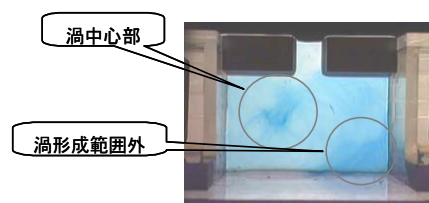


図-3 濁度変化画像 (fw4 360s)

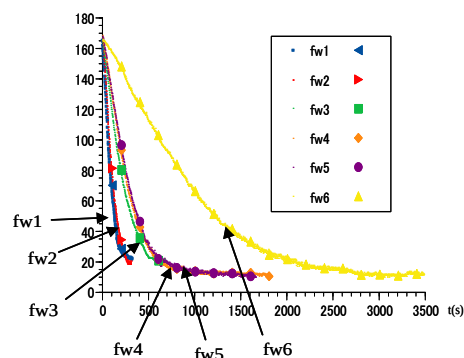


図-4 濁度経時変化

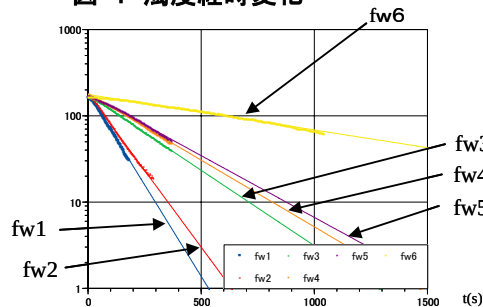


図-5 片対数グラフによる濁度経時変化

わんど内水交換について、平均濃度経時変化を示したグラフが図-4 である。開口水路長が長いほど交換が遅く、またわんど開口向きが本流流れ向きより 135 度傾いているケースがもっとも水交換が遅くなり、開口向きが本流流れ向きより 90 度傾いている場合と開口向きが本流流れ向きより 45 度傾いている場合の水交換は近い値をとる結果となった。

ここで水交換速度 V_E を以下のように定義する。濁度経時変化の片対数グラフが図-5 であり、これがほぼ直線分布することから指数近似を適用する。

$$\ln(c) = -t/\tau \quad (1)$$

ここで τ は片対数グラフの傾きを示すもので、これから次のように V_E を定義する。

$$V_E = (DLh)/\tau \times 1/bh \quad (2)$$

(DLh ; わんど内体積 bh ; 開口面積)

この定義よりわんど内平均流速と水交換速度を比較した結果を図-6 のグラフで示す。これより、わんど内流速が大きい方が交換速度も大きい傾向があるといえる。ただし、fw1 と fw2 に見られるように fw2 がわんど内平均流速が大きいのにに対し、水交換速度は fw1 が大きな結果となっている。これはわんど内渦形状の違いによるものと考えられ、渦の形態によっては滞留時間が短くなる、つまり効率よく水交換が行われることを示していると考えられる。

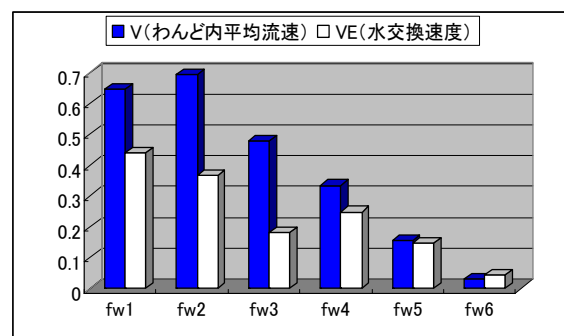


図-6 わんど内平均速度と水交換速度比較

4.まとめ

以上より、本川・わんど連結部形状によりわんど内での流れ、流速、交換速度の関係を知ることができた。今後さらに幅広く、多くの形状について実験を重ねることで、河川生物における棲み分けの観点から、わんどの効果的な設置が行えるようになって考えられる。また、わんど内への流入速度とわんど内流速の関係より、土砂の堆積しやすさ、堆積形状等についても検討していきたい。

参考文献 (財)河川環境管理財団 大阪研究所 「わんどの機能と保全・創造」