

1. はじめに 近年多自然型河づくりが注目されている。その中で複断面河道の高水敷の一部を掘削してわんどを造成する試みも行われている。わんどは、その特性から河川環境を保全するために重要な河川構造物である。わんどの課題は土砂の堆積を防ぐ、局所的な洗掘を避ける、水質保全のための水交換、静穏域の確保である。これらを考察するにはやはりわんど内の流れ構造を把握する必要がある。本研究では揖斐川をモデルとしたわんどの流れ構造を把握することを目的とする。

2. 実験条件 実験水路は、長さ4m、幅30cm、勾配1/500の亚克力製長方形断面水路を用いた。水路側壁に幅10cmの塩ビ板を設置し高さ4cmの高水敷を作り、一部区間を低くしたわんどを設けた。水制には厚さ1cm、高さ2cm、長さ10cmの塩ビ板を用いた。座標軸は流下方向にx座標、横断方向にy座標、水路床鉛直上向きにz座標としている。流れの可視化にはPIV法を用い、比重1.02、粒径50micronのナイロン樹脂粒子を用い、厚さ約3mmのシート状にした500mWアルゴンレーザー光 (Ion Laser Technology) を開水路鉛直縦断面(x-z平面)と水平断面(x-y平面)に照射した。この可視化画像は高速ビデオカメラを用いて1/120sで撮影した。画像は高速ビデオカメラのメモリーに録画された後、ハードディスクに640×240画素のTIFFファイルとして記録される。画像計測にはVISIFLOW(AEA Technology)PIVシステムを用いた。高速ビデオカメラで連続撮影可能な1963枚、約16秒間平均値の流速ベクトルデータを得、統計処理した。実験条件を表-1に、実験ケースを図-1に示す。

3. 流速ベクトル図に関する実験結果と考察 1963枚(16秒)の連続画像から得られた流速データを平均した長時間平均流速ベクトル図に関して考察する。実験結果を図2に示す。kw2でZ=25mm断面を見ると、上流側わんど内開口部付近を中心とした水平渦が見られ、また鉛直縦断面上流側わんど内上面付近を中心とした小規模の渦が見られる。この影響で河床では広い範囲

表-1 PIV実験条件

流量Q(l/s)	3.8
低水路水深H(cm)	6.0
高水敷水深h(cm)	2.0
断面平均流速 U_m (cm/s)	27.1
水路床勾配I	1/500

で逆流している。kw4ではZ=5mm断面わんど内中央部よりやや上流側で水平渦が発生している。またY=50mm断面で下降してきた流れが河床へもぐりこんでいる。これらの影響で河床で流れの早い逆流が起きている。kwds2(上流側)ではZ=25mm断面上流側わんど内開口部付近で大規模な渦が見られる。また第一水制頭部で小さな水はねが見られる。Y=5mm断面第一水制手前で水制を乗り越えようとする上昇流が見られる。水制間ではZ=25mm断面上流側わんど内開口部付近を中心とした渦が見られる。Y=25mm断面水制間中央部で流れの大きな下降流が発生している。これが河床にあたり流れが各方向に分散している。kwds4の第一水制前のわんどではZ=5mm断面上流側わんど内を中心とした渦が見られる。この影響でわんど内の多くの流れが逆流、または側壁方向に流れている。また鉛直断面で下降してきた流れが河床にもぐりこんでいる。水制間ではZ=5mm断面第一水制後方で渦が起きているが、Y=50mm断面で見られる下降流によって小規模で分かりにくくなっている。

4. 流速分布に関する考察 各ケースのY=90mmにおける横断方向流速分布を図3に示す。kw2では河床近くのZ=25mm断面で開口部中央付近で流入が見られるが、下流側高水敷手前で流出していることが分かる。またZ=35mm断面の下流側高水敷手前で側壁方向に向かっている。kw4ではkw2のときと同様に河床近くのZ=5mm断面で流入、流出が見られる。またわんど内では下流側高水敷手前で流出する方向に流れている。kwds2では河床近くのZ=25mm断面で、上流側から中央部にかけて流入する流れが見られ、この影響で水平渦が起きている。また第二水制手前でわんど内の流れは流出している。kwds4では水制間では流れの速い下降流が入り込んできているため、横断方向流速はどの断面でも小さいものとなっている。河床近くのZ=5mm断面で第二水制手前で水はねによって流出している。Z=25mm断面では第一水制を乗り越えてきた下降流の影響で側壁方向に流れている。

5. おわりに PIV可視化計測により高水敷わんど内の水交換や土砂輸送に影響を及ぼすと考えられる複雑な流れ構造が明らかになった。しかし全般的に、洪水時においても静穏域が保たれており、これは洪水時における魚の避難所というわんどの効果を果たしている。また、わんど内の水制による水はねは少なかった。わんどを深くすると、高水敷からの下降流が河床へもぐ

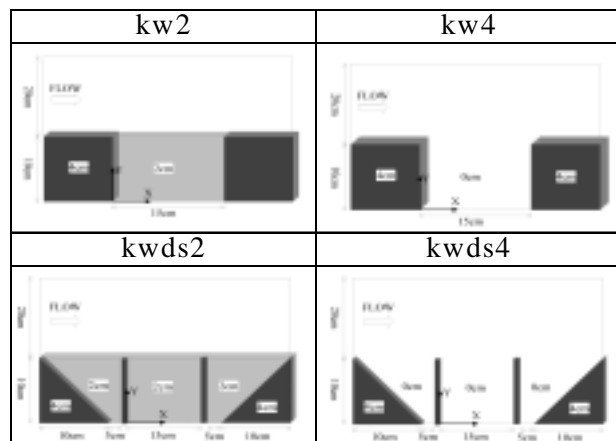


図-1 PIV実験ケース

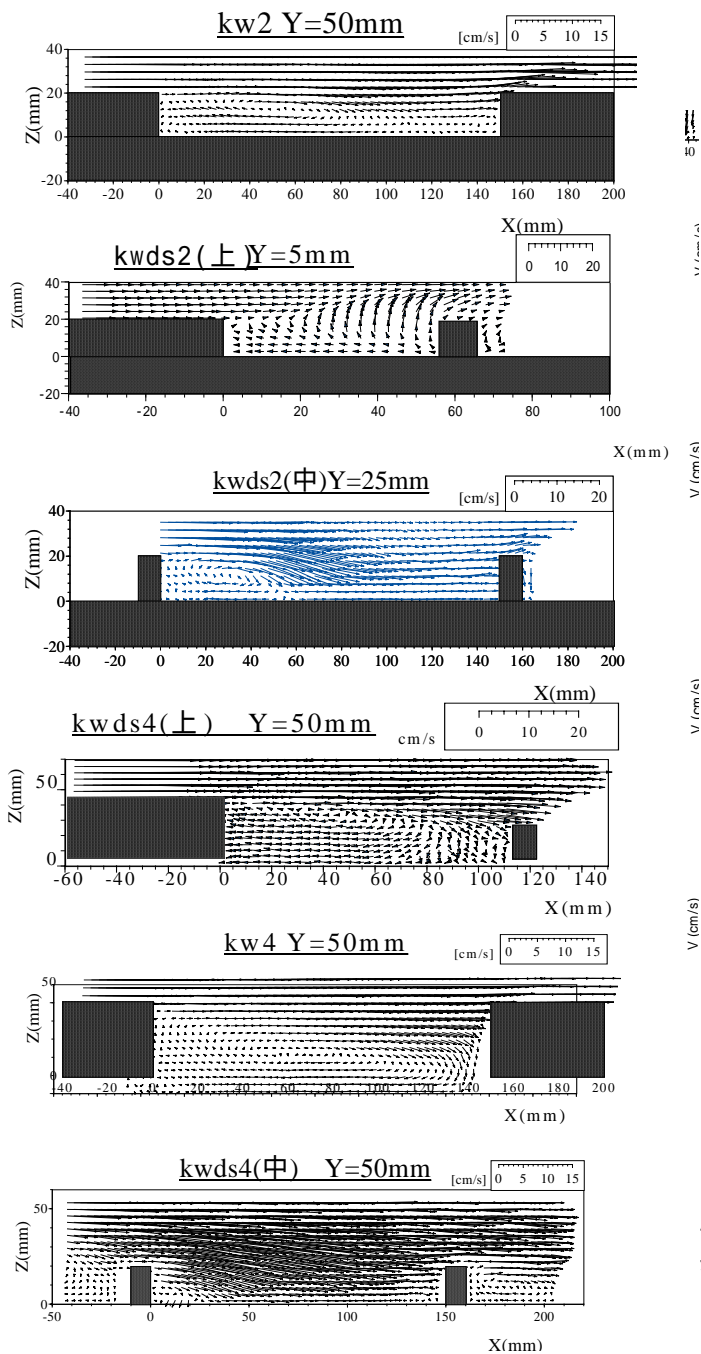


図-2 流速ベクトル図

りこみ河床に影響をもたらす事がわかった。わんど内の下流側に置かれる構造物の影響で、河床では流出が起きたりするため、これを様々な形にして考察する必要がある。またわんどへ流入する流れと渦には密接な関係にある事がわかった。今後の課題としては、わんどの形を変えたり、もっと大きな実験水路を用いて実験する必要がある。 指導教官 富永晃宏教授