高水敷水深の変化に伴う片複断面開水路流れの特徴

徳山高専	学生会員	○徳光洋輔
徳山高専	正会員	渡辺勝利
徳山高専	正会員	佐賀孝徳

1. はじめに

複断面流れには、高水敷先端部から水表面方向へ生成 される斜昇流と、鉛直方向に軸を持ち回転する大規模な 水平渦という二つの特徴的な流れ構造が形成される.こ れらの構造の形成には高水敷水深と低水路水深の比や低 水路幅と水路幅の比が重要な因子となっていることが明 らかにされている¹⁾.本研究では、高水敷水深の大きい場 合と小さい場合の片複断面流れに注目し、流速分布特性 およびそこに形成される組織構造の特徴を流れの可視化 法を用いて検討した.

2. 実験装置および実験方法

図-1には実験水路および座標系を示す.本実験には, 幅60.5cm,高さ15cm,長さ10mの透明アクリル樹脂板製 の滑面開水路を用いた.水路の右岸側の壁面上に幅15cm, 高さ4cmの塩ビ樹脂板を上流から8mの区間に亘って設置 した.水路勾配は1/1000に設定し,水路の上流端に整流 装置として径4nm,長さ3.2cm,幅25cmのハニカムを設置 した.

流速計測にはPTVを採用した.トレーサーには平均粒 径100µm,比重1.04の微細粒子,照明にはスライドプロジ ェクター(1KW)による厚さ3mmのスリット光膜を使用 した.微細粒子を流れに投入し,水平断面および縦断面 での流動状況をデジタルビデオカメラ(Sony DCR VX-2000)で撮影した.粒子流動画像から画像解析ソフト 「Flow PTV」((株)ライブラリ)を用いて瞬時流速を求 め,それらを統計処理することにより平均流速等を求め た.組織構造の可視化では、トレーサーに比重1.005の蛍 光染料水溶液を,照明には前述のスリット光膜を用いた. トレーサーを流れに注入し、可視化された組織構造の水 平断面,横断面を前出のデジタルビデオカメラで撮影し た.

3. 実験結果および考察

(1)流速分布

図-2は、Case B(高水敷水深4cm)とCase A(高水敷 水深1cm)における平均主流速分布(U)と二次流分布 (V,W)を示している.Case Bでは、高水敷先端部にお ける斜昇流と対を成す旋回状の二次流れの形成が明瞭に 認められ、これらと主流速の等値線の凹凸形状が対応し ている.一方、Case Aでは、Case Bに比べて明瞭な斜昇 流の形成は認められない.旋回状の二次流も扁平な形状



表-1 実験条件

Case	H(cm)	Bf(cm)	D(cm)	U(cm/se	Re(U*H/v)
А	5.0	15.0	4.0	12.5	7153
В	8.0	15.0	4.0	14.4	12870
С	5.0	15.0	4.0	4.3	2499
D	8.0	15.0	4.0	5.6	5069
Е	8.0	15.0	4.0	4.7	4390
F	5.0	15.0	4.0	13.7	7787

となり,低水路のみ形成されている.また,本流れ場は, 横断方向の二次流,とくに高水敷方向の二次流が顕著で あることが認められる.

(2)組織構造の可視化

図-4 は高水敷端部周辺の横断面視の一例であり、(a) は Case D (高水敷水深 4cm), (b) は Case C (高水敷水深 1cm)のものである. Case D では、高水敷先端部に図に 示すような,水表面まで到達する縦渦構造が時間的に亘 って安定して形成され、低水路方向に揺動していること が観察された²⁾. 一方, Case C では, 縦渦構造の形状が 扁平となり,対岸方向へ伸長するような挙動が観察され た. また,明瞭な縦渦構造の形成は Case D と比べると間 欠的になっているように思われた. 図-5 は高水敷先端部 における縦渦構造の形成領域の時間変化を示している. 本図は, Case E (高水敷水深 4cm), Case C (高水敷水深 1cm) における横断面視画像について,水表面付近の各高 さ (Case E:y=3.9cm,Case C:y=0.85cm) で数ピクセル幅の 画像を水平切断し, 60 秒間分 1800 枚を繋ぎ合わせたも のである.この図において緑色あるいは黄色に見える部 分は縦渦構造が形成されている領域に相当している.赤 色点線は高水先端位置を示している. これより、Case F



図-5 高水敷端部付近に形成された縦渦構造の形成領域の経時変化(上: Case E²),下: Case C)

では、高水敷先端部に形成された縦渦構造の水表面部分 が長時間に亘って分布していることが分かる.一方, Case Cでは、染料の濃い部分が10秒程度の周期を示す波状を 呈している.また、その形象に鉛直方向に軸を持つ渦巻 き模様が見られる (図中の丸印). また, 比較的染料の少 ない部分では明瞭な縦渦構造の存在が認められなかった. 図-6は Case F での水平断面視の一例である. 高水敷水深 が小さい場合には、顕著な横方向の流れと図に示すよう な鉛直方向に軸を持つ水平渦が観察された. この構造は 大規模でその形成に周期性が認められた. この大規模構 造の詳細については今後の課題である.

4. おわりに

高水敷水深の変化に伴う、片複断面開水路流れの流速 分布特性,組織構造の特徴を考察した.その結果,高水 敷先端付近の二次流や縦渦構造の特性に相違が見出され た. また, 大規模な水平渦の存在も認められた. これら の特徴について今後さらに検討を進める.

参考文献

1) 福岡ら: 複断面河道の抵抗特性と河道計画への応用, 土木学 会論文集, 第411号/II-12, pp63-72, 1989.

2) 渡辺ら: 複断面開水路流れの斜昇流と高水敷上に形成された 組織構造の相互関係,水工学論文集,第51巻,pp649-654,2007.