

PIVによる開水路流れの流速分布に関する研究

法政大学 正会員 西谷 隆亘
 正会員 牧野 立平
 学会員 小野 正文

1. はじめに これまで、多くの研究者が、河床変動と流れの構造について、研究を重ねて来た。木下¹⁾は、流下方向に軸を持つ水深規模の渦運動（並列らせん流）の存在を推測している。また、今本²⁾らは、水深規模で生じる三次元的らせん構造を提案している。本研究は、PIVを用いた開水路内の流速分布の測定により、流れの構造を実験的に考察するものである。

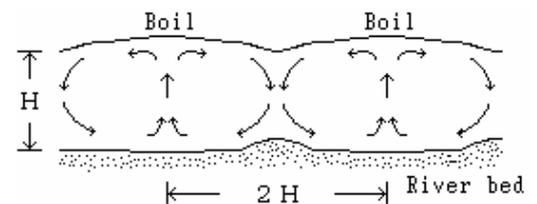


図1 木下の並列らせん流

2. 実験方法 実験水路は、全長 10.0m、横幅 40cm、側壁高 30cm の長方形断面開水路である。通水流量、下流端堰上水深、勾配、撮影方法等の実験条件を変えて、22 回の実験が行なわれた。トレーサは、平均粒径 $4.1\mu\text{m}$ 、比重 1.02 のナイロン粒子を用いた。トレーサを投入し、これをレーザー光で照射して、水路の水平面、縦断面、シートを上流側に 45 度傾けた横断面の画像が CCD カメラで撮影された。取得された画像はパソコンで計測され、ベクトル図が作成された。

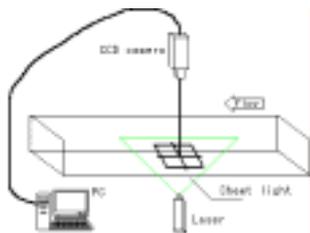


図1 水平面の測定

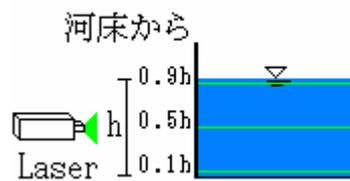


図2 水平面測定箇所

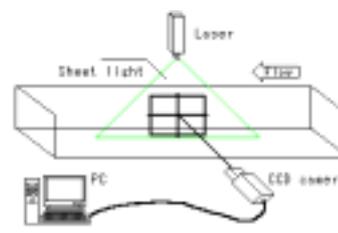


図3 縦断面の測定

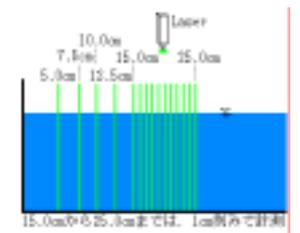


図4 縦断面測定箇所

表1 実験の水理条件

実験番号	実験日	水温 T ()	平均水深 h(cm)	アスペック比
Ex04-10	1月14日	7.5	3.6	3.6/40
勾配 I	流量 Q(l/s)	流速 U_m (cm/s)	Re 数	Fr 数
1/2500	1.04	7.21	1555	0.121

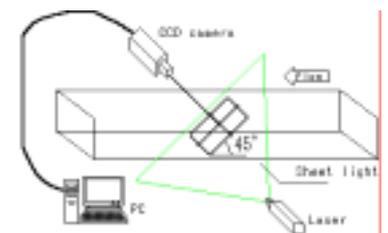


図5 横断面の測定

3. 結果と考察 流速は測定されていないが、水路床に、トレーサが水平方向に連なった縦筋が横断方向にほぼ等間隔で配置しているのが見られた(図6)。縦筋は、横幅 40cm の水路に 7 つ見られた。その間隔は、約 $5.7\text{cm}(=40/7)$ であり、この値は、水深の約 1.6 倍であった。縦筋が生じている場所は、流速の遅い、流れの収束部であると考えられる。水面近傍の解析結果を見ると、流速の早い成分と遅い成分が横断方向に交互に配置しているのが見られた(図7)。流速変動の山と谷を数えると 20cm の区間にそれぞれ六個ずつあり、流速の山と谷は、 $3.33\text{cm}(=20/6)$ 間隔で生じていた。この値は水深の約 0.9 倍であった。水面の流速分布と河床の縦筋の関係はハッキリしない。

キーワード：流れの構造，並列らせん流

連絡先（法政大学 電話：042-387-6114 FAX:042-387-6124 ）

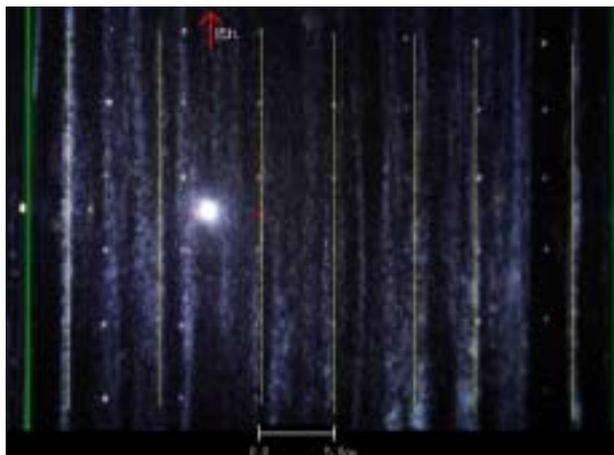


図6 トレーサが横断方向に連なった縦筋

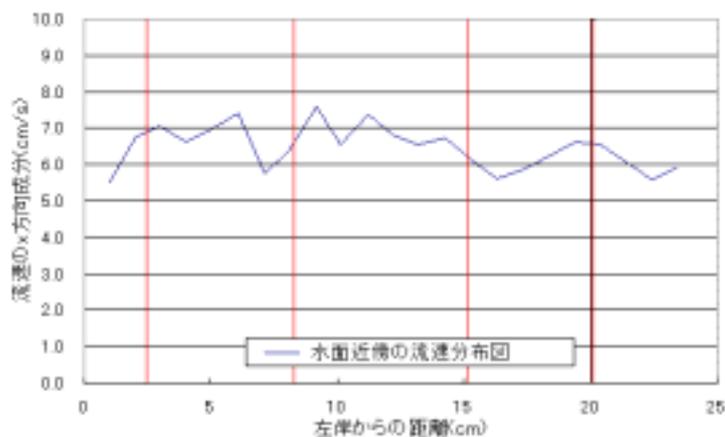
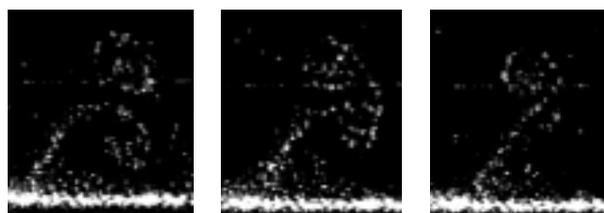


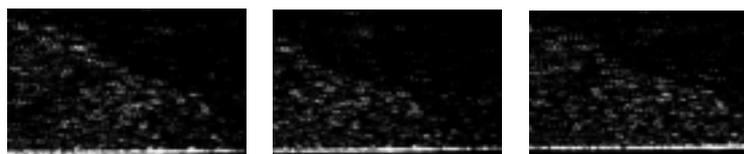
図7 水面近傍(0.9h)の横断方向の流速分布図(赤線は図6の縦筋)

4. 横断面と縦断面の観察 水路横断方向には、回転方向がそれぞれ逆の双子渦が見られた(図8)。水路縦断面には、河床から水面に向かう上昇流が観察された(図9)。この解析は今後の課題である。



t=0.0 t=0.24[s] t=0.48[s]

図8 横断方向に回転する渦の時間経過



t=0.0 t=0.12[s] t=0.24[s]

図9 河床から発生する上昇流の時間経過

5. おわりに 「水深規模で発散・収束が三次元的に生じる流れの構造が存在する」という仮説で行われた本実験では、ベクトル図や流速分布図の作成を行い、流速の早い成分がほぼ水深間隔で生じている事が観察された。

水面の流速分布と河床の縦筋の関係は、定量化に至らなかったが、流れの三次元的構造が示唆された。

今後、横断面と縦断面の流速分布の詳細を測定する必要がある。

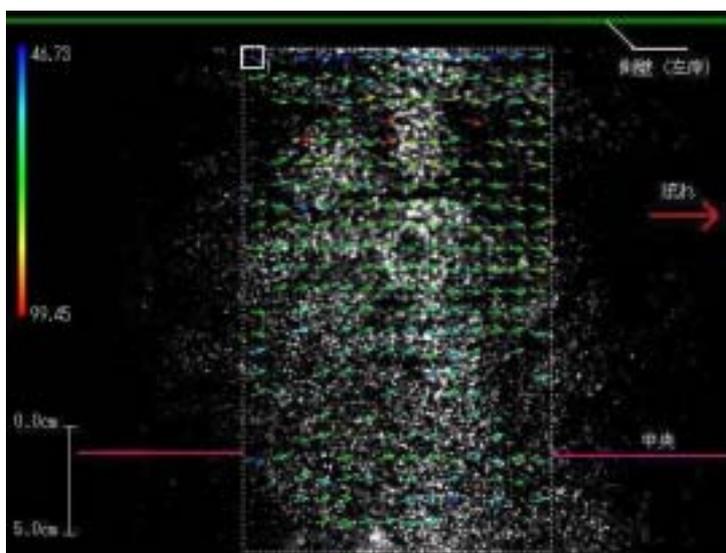


図10 水面近傍(0.9h)の水平面ベクトル図

【参考文献】

- 1) 木下良作：並列らせん流に関する実験的研究，北海道開発局，1977年3月
- 2) 今本博健・石垣泰輔：LDVによる開水路流れの速度ベクトル計測について(1)，京大防災研年報，第28号，B-2，1985，pp.471-486