

## II-152

## 直線・蛇行水路乱流凹岸部の組織構造と速度場の相互関係

徳山高専 正員 ○渡辺 勝利  
 正員 大成 博文  
 正員 佐賀 孝徳  
 山口大学 正員 斎藤 隆

## 1. はじめに

著者らは、これまでに直線・蛇行水路乱流に形成された組織構造の系統的な究明を進めてきた<sup>1)</sup>。その結果、水路の蛇行に伴う組織構造の特徴のいくつかが検討され、なかでも、直線部直下流の凹岸部における底壁上と水表面付近の大規模な組織構造が、凹岸隅角への流体輸送に重要な役割を果たしていることが明らかにされた。それらの詳細な内部構造の解明には、速度場との相互関係を明らかにすることが不可欠である。

そこで本研究では、著者らによって開発されたDPIV法<sup>2)</sup>を用いて、直線・蛇行水路乱流の凹岸部における組織構造と瞬間速度場との対応が検討された。

## 2. 実験装置および方法

実験には、図1に示される直線・蛇行水路が用いられた。本水路の直線部の長さ、幅および高さはそれぞれ5.9m, 25cm, 10cmである。蛇行部は長さ4m, 幅25cm, 高さ10cmの蛇行水路が用いられた。その線形には一波長200cm, 最大偏角20°のsine-generated curveが使用されている。水路幅およびその高さは直線部と同一である。流れの可視化実験では、蛇行部凹岸においてDPIV法を用いた縦断面視が行われた。縦断面視の照明にはハロゲンスリットが用いられ、スリットは断面3, 4, 5の右岸から約4cm離れた位置に側壁とほぼ平行に挿入された。なお、DPIV法の詳細については、文献2)に記述されているのでここでは省略する。実験条件は、断面1における水深が6.8cm, レイノルズ数が2700に設定された。

## 3. 実験結果および考察

図2には、断面3における横断面視の一例が示されている。流れ方向は手前向きである。図中の大規模な渦構造(S①, ②, ③)は、凹岸(R)方向へ著しく傾斜している。凹岸側壁付近では、この傾斜した渦構造と水表面付近の渦構造(S④)の相互作用により凹岸隅角へ向かう2次流れが誘起されている。

図3, 4には、DPIV法によって得られた縦断面視の結果の一例が示されている。図3は凹岸付近の大規模な渦構造の縦断面形象、図4は微細粒子(比重1.008)の瞬時流跡にそれぞれ相当する。縦断面形象は1/125sec, 粒子流跡は1/15secの撮影時間で同時撮影された。図4の流跡線がデジタイザーによって読み取られ、その長さから撮影時間から瞬間速度ベクトルが得られた。図5には、その瞬間速度ベクトルと大規模渦構造の縦断面形象のスケッチが示されている。この図より、瞬間速度ベクトルは、全体として下に凸に湾曲する流向を呈していることが認められる。図6には流れ方向流速の等値線図が示されている。同図の灰色の領域はこの領域内の最大流速の0.85倍以上の比較的高速な領域を示しており、それは水表面から底壁方向へ傾斜した分布形状を呈している。

大規模渦構造の縦断面形象と速度変動の相互関係を調べるために、流れ場各点の変動速度ベクトルが以下の操作を経て

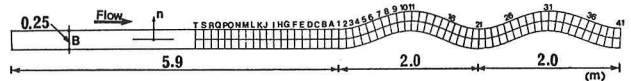


図1 実験水路概略



図2 横断面視の一例(△:水表面, ▲:壁面)

図7のように求められた。本流れ場では平均流速分布が流下方向に変化するため、写真を流れ方向に3等分して、その各々の区間内の平均流速分布が求められた。変動速度ベクトルは、瞬間速度ベクトルが存在する各区間の平均流速を差し引いて求められた。以上の操作を行った後に、流れ方向を18分割、水深方向を6分割して格子を作り、それを格子間隔の1/3ずつ流れ方向、水深方向にずらしながら移動平均計算が行われ、格子内の平均変動速度ベクトルが求められた。平均値の計算の際は、格子中心点からの距離に反比例させた重み付き平均が行われた。本図よりS①のような横渦の形象内とその周辺のベクトルは、時計方向を呈していることが明らかである。

図8には、渦度分布 $\omega_z$ が示されている。図中の薄い灰色は時計方向、濃い灰色は反時計方向の渦度の領域を示している。この図より、水表面付近、底壁上の大規模な渦構造の縦断面形象内には、時計あるいは反時計方向の渦度がいくつも集中していることが明らかである。また、図6における高速域の底壁面側の境界には時計方向の渦度、その水表面側の境界には反時計方向の渦度が分布しているように思われる。これは、水表面付近および底壁面上の大規模渦構造の相互作用によって高速流体が底壁方向に誘起されることを示している。

#### 4. おわりに

DP IV法を用いて直線・蛇行水路乱流凹岸部の渦構造と瞬間速度場の関係が考察され、この領域の渦構造の縦断面形象と渦度の関係が明らかにされた。

#### 参考文献

- 1) 渡辺他：直線・蛇行水路乱流の組織構造の特徴，水工学論文集，Vol. 37, pp475～480.
- 2) 渡辺他：壁乱流における流脈パターンと瞬時流跡の同時抽出，水工学論文集，Vol. 37, pp829～832.

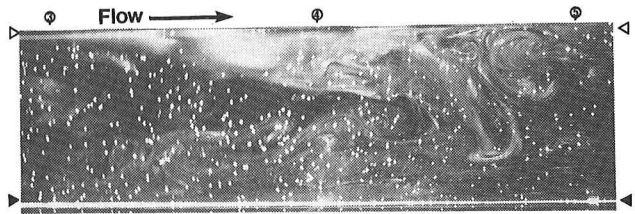


図3 大規模渦構造の縦断面形象

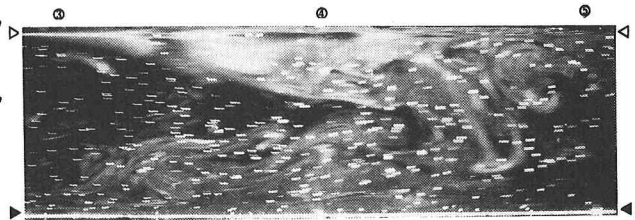


図4 粒子流跡

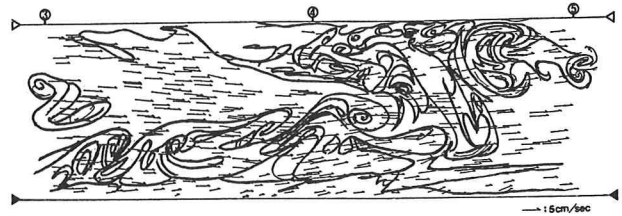


図5 瞬間速度ベクトル

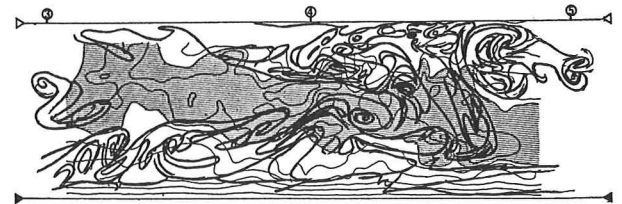


図6 流れ方向流速の等値線図

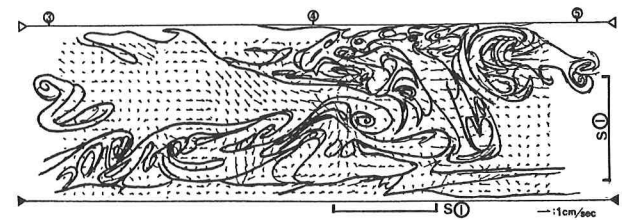


図7 変動流速ベクトル

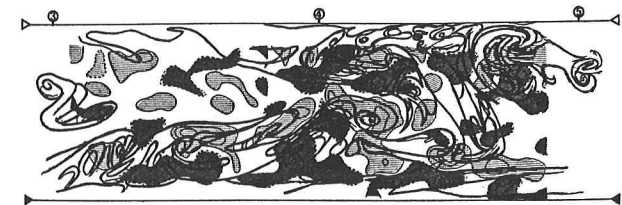


図8 渦度分布（最外側 $\pm 0.4 \text{ sec}^{-1}$ ，間隔 $\pm 0.8 \text{ sec}^{-1}$ ）