

II-188

開水路乱流の水表面流速分布と大規模組織構造の相互関係

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 河元信幸

1. はじめに

乱流場に形成された大規模組織構造は、流れのさまざまな物理量の輸送に重要な役割を果たすと考えられることから、その解明は水工学、流体工学上の重要な課題である。開水路乱流のような自由表面をもつ流れでは、それらは気液界面における気体や熱の輸送¹⁾あるいは並列らせん流²⁾の形成とも関係していると考えられているが、その詳細は十分明らかにはされていないように思われる。そこで本研究では、開水路乱流における水表面と内部構造の同時可視化する手法を用いて、両者の相互関係に関する究明を試み、いくつかの興味深い知見を得た。

2. 実験装置および方法

実験には、長さ10m、幅60cm、高さ15cmの総アクリル樹脂製の直線開水路が使用された。水表面と内部構造の同時可視化実験は、流れの横断面および縦断面に染料注入法を適用すると同時に、それぞれにおいて微細粒子(粒径約1mm)を水表面に散布しPTVを併用した。図-1に横断面視と水表面の同時可視化の概略を示す。実験条件は、水深(H)を5.5cm、平均流速(Um)をcm/sec、レイノルズ数($Re=Um \cdot H/\nu$, ν :動粘性係数)を5500に設定した。

3. 実験結果および考察

図-2は、水表面と横断面の同時可視化の結果を示している。(a)には、中央部と左に水表面まで到達した大規模な組織構造(SV1, SV2)が可視化されている。これらの大規模な構造は複数の小規模な構造が複合して形成されていることが観察される。この大規模構造の可視化と同時に時刻における水表面の速度分布を表したものが(b)である。計測された領域は、横方向に12cm、流れ方向に5cmの領域である。なお、同図には横断面視のスリット位置が一点破線で描き入れてある。これより、横断方向に流速の高低が水深の約2倍の間隔で出現しており、並列らせん流の形成が推察される。(c)は、(a)の横断面形象のスケッチと(b)同断面位置に相当する水表面主流速度分布を合成したものである。これより、組織構造が水表面に到達している領域周辺では相対的に低速であり、それ以外の領域では相対的に高速であることが明らかである。

図-3は、水表面と縦断面の同時可視化の結果を示している。(a)には水表面方向に発達しながら流下する2つの組織構造(SD1, SD2)が可視化されている。SD1は、水表面付近まで発達しており、先端部には横渦形象が認められる。下流のSD2は最下流部で水表面まで到達しており、上流と同様に先端部には明瞭な横渦形象が認められる。(b)は、水表面の瞬時速度分布を示している。同図には、縦断面可視化のスリットの位置が、一点破線で示されている。この図より、高速域が流れ方向に連続して分布しており、その間隔は水深の2倍であることが明らかである。これは横断面との同時可視化の結果と同様に並列らせん流の形成を示唆している。(c)は、縦断面可視化位置における水表面主流速度分布と組織構造の縦断面形象のトレースを重ね合わせて示されている。水表面流速は、組織構造SD1に沿つ

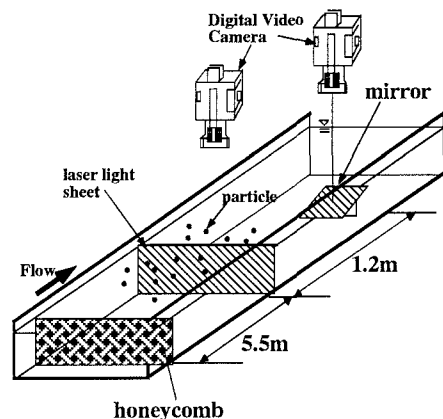


図-1 横断面視と水表面PTVの同時可視化法の概略

キーワード：開水路乱流、大規模組織構造、並列らせん流、流れの可視化

連絡先：〒745-8585 山口県徳山市久米高城 3538・0834-29-6326・0834-28-9813

てその上流から頂部にかけては高速であり、それ以降では低速となっている。この高速化は横渦運動と水表面と横渦の間の流線がせばまることによる影響が考えられる。また、減速化は、渦構造の交流の影響を受けているように思われる。組織構造 SD2 においても SD1 と同様な傾向がうかがえる。

このように水表面の主流速分布と組織構造の形成領域は密接な関係を有していることが明らかとなった。今後さらに詳細な究明が必要と考えられる。

参考文献

- 1) 永翁ら, 機論, 64 巻 620 号, pp. 57-64, 1998. 2) 木下良作, 石狩川開建報告書, pp. 1-135, 1977.

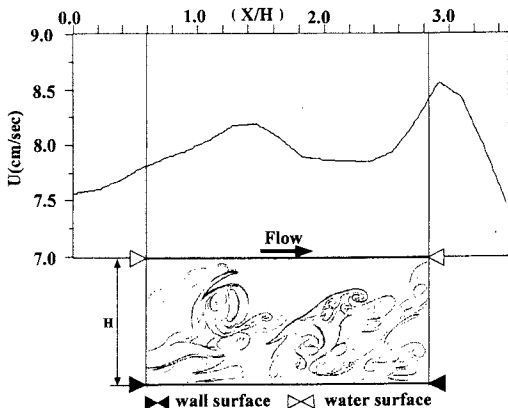
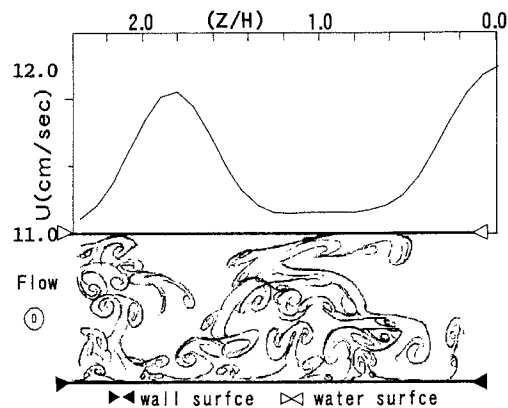
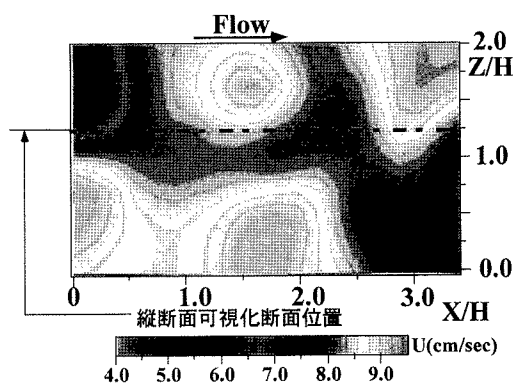
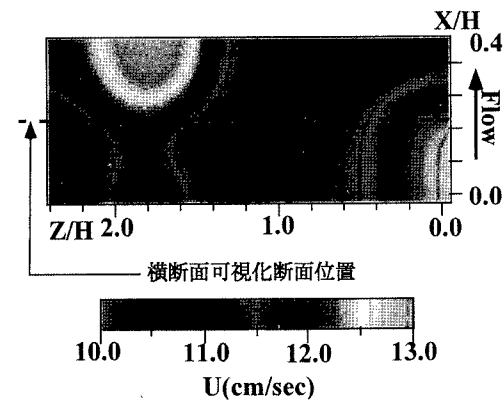
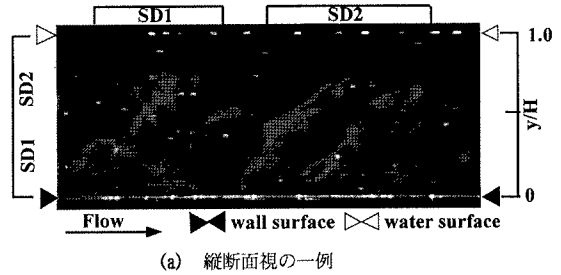
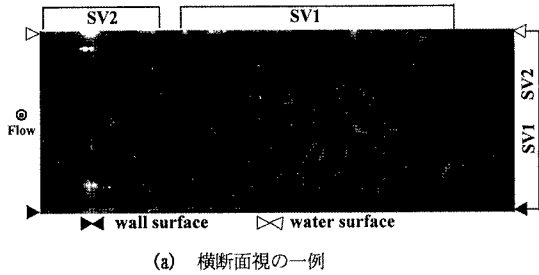


図-2 水表面と横断面の同時可視化の結果

図-3 水表面と縦断面の同時可視化の結果