

開水路乱流の組織構造とその画像処理

徳山高専 正員 大成 博文

〃 〃 佐賀 孝徳

〃 〃 渡辺 勝利

山口大学 〃 斎藤 隆

1. はじめに

開水路乱流における組織構造の特徴は、その三次元的な構造性と非定常性にある。流れの可視化法は、これらの特徴を抽出するのに最も有効な方法のひとつであるが、それを用いて定量化を行うまでの十分な確立にはいまだ至っていない。

すでに著者らは、この組織構造に関する系統的研究を進め、いくつかの重要な究明を試みてきた¹⁾。本研究では、それらを踏まえ、開水路乱流に形成された組織構造の水平断面形象の観察がなされ、さらにその可視化形象の画像処理がなされた。またその結果は、すでに明らかにされている横断面可視化による結果²⁾とも比較検討された。

2. 実験と画像処理の方法

実験には、幅60cm、長さ10m、深さ15cmの開水路が用いられた。水平断面視の光源には、最大出力2ワットのアルゴンレーザー膜（厚さ2mm）が用いられた。光膜への変換には2mmの円柱プリズムが使用され、壁から水表面までのそれぞれの水平断面（ $y^*=5 \sim$ 水表面までの14断面）に、この光膜が挿入された。トレーサーには、比重調節された（ $\rho=1.005$ ）フルオレセインナトリウム水溶液が用いられた。

また、可視化写真のそれぞれの画像は、CCDカメラからイメージメモリに入力され、いくつかの操作を経て2値化が、さらにはその統計解析がなされた。これらの過程についての詳細は文献2)に、実験条件については文献1)に示されているので、ここでは省略する。

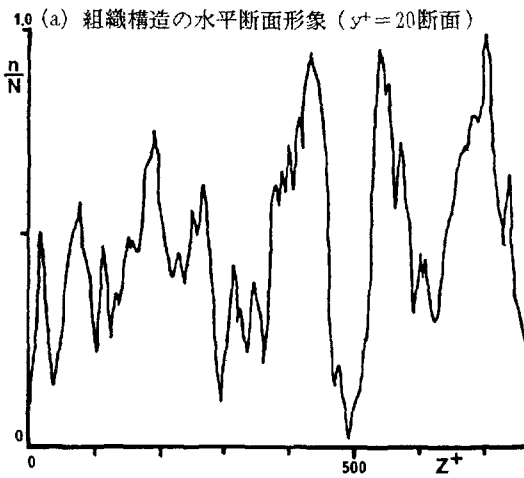
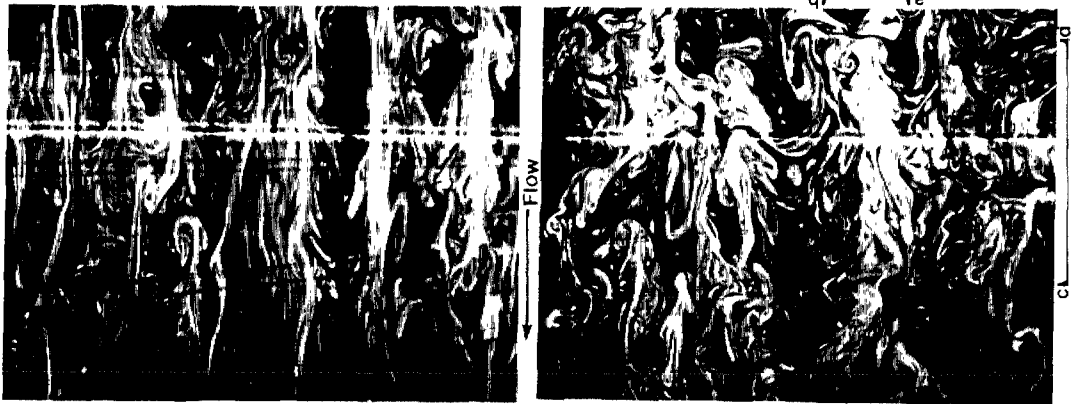
3. 水平断面可視化と画像処理の結果

図1には、 $y^*=20$ 、50の高さの断面における、組織構造の水平断面形象とそれを表現するトレーサーの存在頻度分布がそれぞれ示されている。可視化写真における白い部分がトレーサーの存在領域であり、この領域は黒く写る周囲の領域と比較して、相対的に流れ方向流速が遅い部分を反映している。(a)のバッファー層内では、流れ方向に長い筋状の低速帯が形成され、その左右にトレーサー濃度の薄い部分が存在して、そこにもより細かい縦筋模様が認められる。(c)の対数領域内では、縦筋がより短くなり、その左右の揺動も顕著である。また、縦筋の左右には、壁縦渦¹⁾の断面と思われる形象がいくつも観察される。この両写真におけるトレーサーの存在頻度分布が(b)、(d)に求められている。これらは、同図上のそれぞれの写真と対応する。これらより、横方向には、壁縦渦の渦径（ $Z^*=20$ 程度）、壁縦渦同士の横幅間隔（低速帯同士の横幅 $Z^*=100$ と同一）、壁縦渦が複合した大規模組織構造の横幅、さらには水深などの多重な規模の変動の存在が認められる。さらに、(b)と(d)では、(d)の方に壁縦渦の渦径規模の変動の増加がより認められることが興味深い。

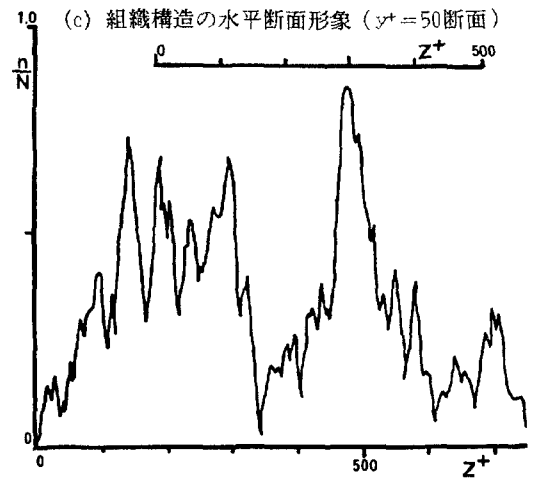
図2には、同一流れ場における横断面可視化写真から求められた、 $y^*=50$ の断面におけるトレーサーの時空間存在分布が示されている。図中の黒い部分がトレーサーの存在領域であり、それを囲む点線と斜線の部分が大規模組織構造の輪郭と断面に相当する。また、この領域は、図1内のトレーサー濃度の薄い領域も含めた大規模な領域とも対応していると考えられる。今後、より一層の詳察が必要とされる。

参考文献

- 1) 大成博文他：土木学会論文集，第363号，pp.135-145，1985.
- 2) 佐賀孝徳他：水工学論文集，第34巻，pp.457-462，1990.



(b) トレーサの存在頻度分布 ($y^+ = 20$ 断面)



(c) トレーサの存在頻度分布 ($y^+ = 50$ 断面)

図1 壁近くの組織構造の水平断面形象とトレーサの存在頻度分布

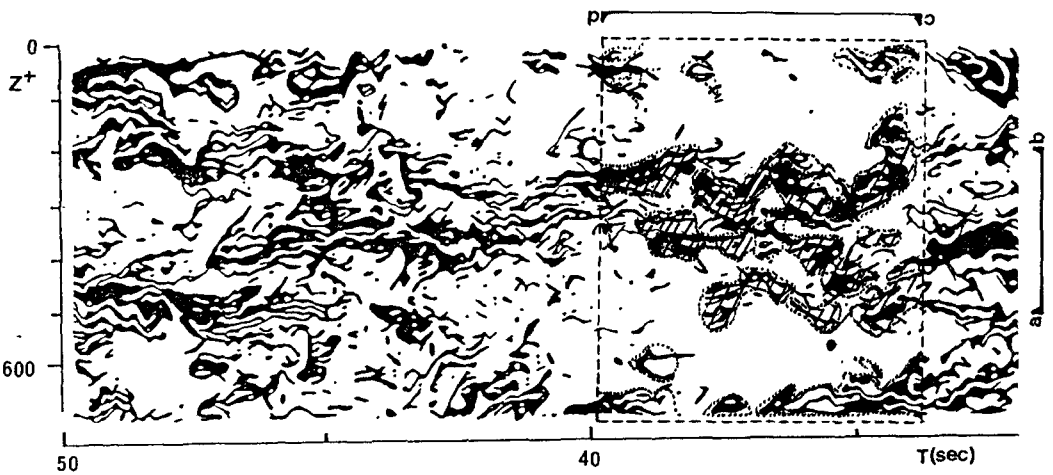


図2 トレーサの時空間存在頻度分布 ($y^+ = 50$ 断面)