

乱流斑点内の渦の三次元構造

徳山高専 正員 山口大学 正員 斎藤 隆
 山本恭子 大成博文 佐賀孝徳

1. はじめに

乱流斑点 (Turbulent spot) の内部に発生した低速縞 (low speed streak), 縦渦 (streamwise vortex), 横渦 (transverse vortex) の構造 さらにはそれらの相互関係について検討した。その結果、これらの秩序構造 (coherent structure) の発生・発達機構が斑点全体の形成に重要な役割を果たすことが明らかとなった。これらの秩序運動の特徴は、十分発達した乱流構造の秩序構造を考へるうえで有益な示唆となった。

2. 実験方法

実験はFig.1に示す二象限同時可視化および、Fig.2に示すレーザースリット法¹⁾の二通りを行った。前者は、平面視(ハロゲンスリット)と横断面視(レーザースリット、出力2Wアルゴンレーザー)の同時可視化である。後者は、レーザースリットによる縦断面可視化である。実験装置および流速計測装置の説明は文献²⁾にあり省略する。トレーサーには、蛍光染料(フルオレセインナトリウム、比重1.01)が使用された。平面視の光源にハロゲンランプを用い、スリット厚を2cmとしたのは、粘性底層内およびそこからlift upするlow-speed streakを鮮明に可視化するためである。一方、横・縦断面視には幅2mmのレーザーを用い、それぞれの渦を輪切りにするように可視化した。平面視と横断面視の完全な同時可視化は無理なことから、同時シャッターを押しながら一定間隔平面視のスリットを遮断した。遮断すると横断面が写し出され、開放されると逆に平面視が写る。

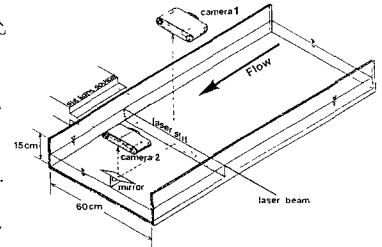


Fig. 1 Schematic of plan & streamwise visualization

3. low speed streak と縦渦

Fig. 3 に二象限同時可視化の一例を示す。右端には斑点の平面形状が、左上には そのレーザースリット付近の拡大写真が、その下には写真と同縮尺の横断面写真のスケッチがそれぞれ示されている。フィルムナンバー2は斑点の先端が丁度スリット面付近に到着した場合である。流れ方向に長く伸びたlow speed streak上に縦渦かひとつ形成されている。これより粘性底層内のlow-speed streakは縦渦の根元に形成されることが明らかである。フィルムナンバー13には、斑点前部の断面が示されている。斑点内の随所に縦渦が形成され、これもlow-speed streakと対応している。しかし、この場合のstreakは流れ方向に長くなく、その向きは流下方向のみではない。これは粘性底層からlift upしたstreak自身が縦渦の根元であるだけでなく、渦自身でもあり得ることを示唆するものである。

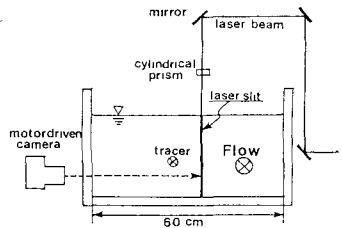


Fig. 2 Schematic of side visualization

Table 1 Experimental condition

$Re (= U_{max}/\nu)$	H (水深)	U_m (断面平均流速)
1925	3.6 cm	3.4 cm/s

4. 縦渦と横渦

Fig. 4 に縦断面視の結果を示す。白矢印で示された部分は縦渦かstreakとし(参考文献)で可視化され、その先端部の横渦を示したものである。縦渦が対であることと考えると斑点内に形成されたひとつの渦の三次元構造はマッシュルーム(木の子)を連ね、しかもその先端では横渦として閉じていることを想像させる。しかし、この場合のstreakは流れ方向に長くなく、その向きは流下方向のみではない。これは粘性底層からlift upしたstreak自身が縦渦の根元であるだけでなく、渦自身でもあり得ることを示唆するものである。

1) 大成博文他: 土木学会論文報告集 第354号/Ⅱ-1 (1984)
 2) 山本恭子他: 徳山高専研究紀要 第7号, (1983)

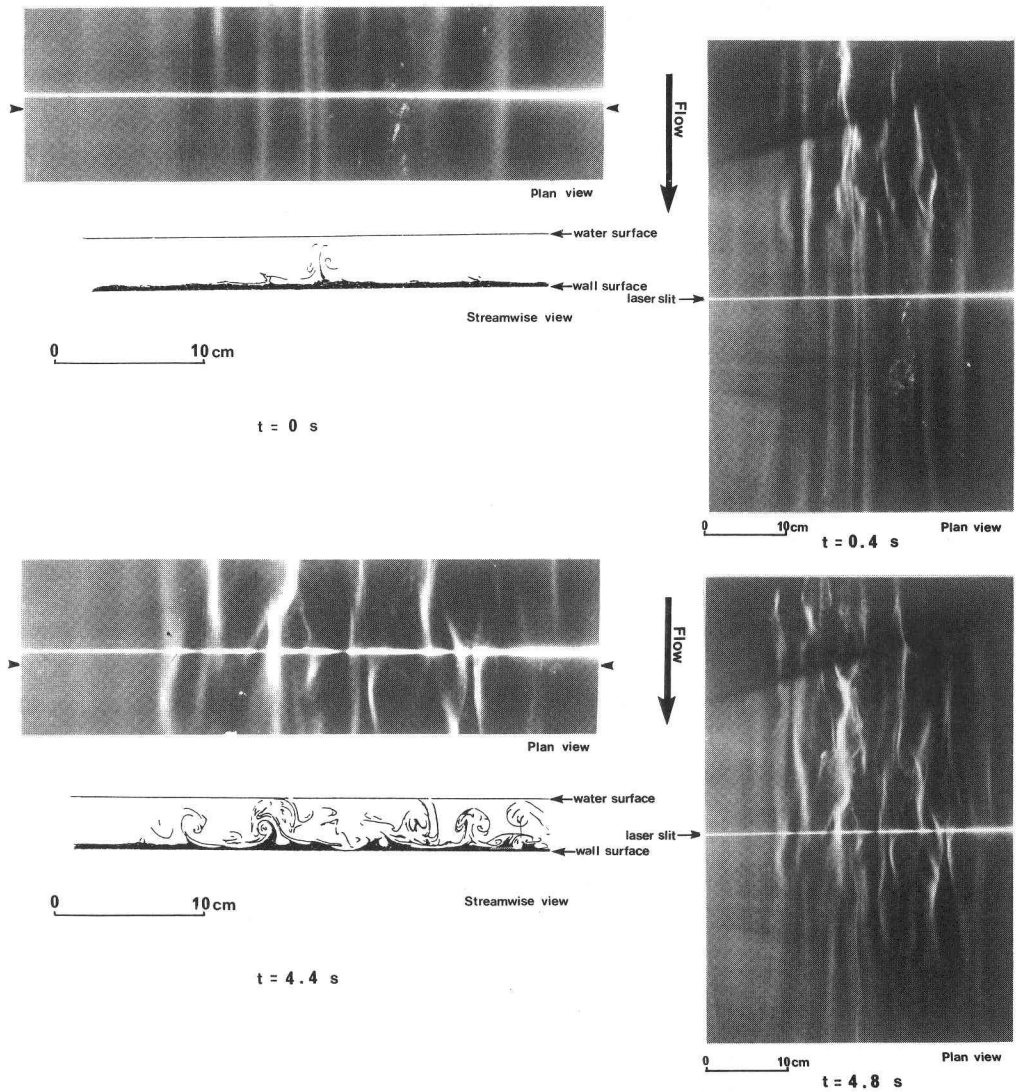


Fig.3 Simultaneous plan and streamwise view

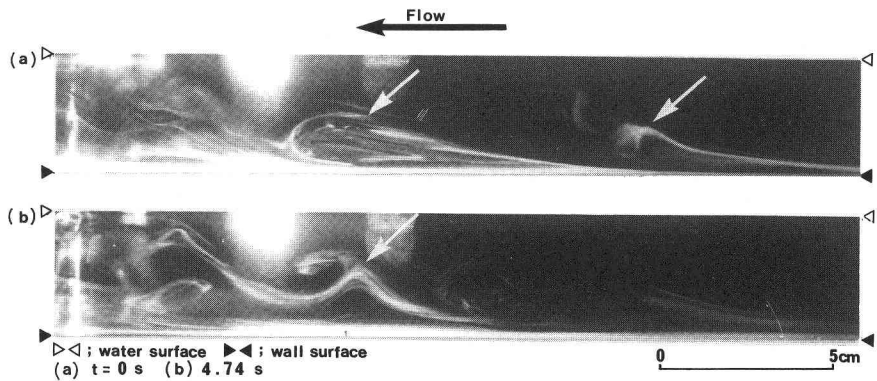


Fig.4 Side view of a turbulent spot