

開水路乱流の横断面せん断構造

徳山工業高等専門学校 学生員 ○松葉譲児

同上 正会員 渡辺勝利

同上 正会員 大成博文

同上 正会員 佐賀孝徳

1. はじめに

著者らは、この数年来、染料流脈法と PTV を同時併用する DPTV を開発し、それを用いて開水路乱流の縦断面せん断構造について新たな知見¹⁾を明らかにしている。本研究では、DPTV を開水路乱流の横断面に適用し、瞬時速度分布およびせん断構造の特徴を検討した。

2. 実験および解析方法

実験には、長さ 10m、幅 60cm、深さ 15cm、水路勾配 1/1000 の透明アクリル樹脂製の滑面開水路が用いられた。図-1 に実験装置の概略を示した。トレーサーには比重調整を行った蛍光染料水溶液(比重 1.005)と微細粒子(平均粒径 $300\mu\text{m}$ 、比重 1.002~1.005)が使用された。可視化のスリット光にはレーザースリットおよびハロゲンスリット(厚さはそれぞれ 1.5mm、2.4cm)が用いられ、ハロゲンスリットの上流側にレーザースリットを挿入した。可視化された形象は、スリットの下流方向に設置された 45° の反射鏡を通してデジタルビデオカメラにより撮影された。実験条件は、水深 H を 7.5cm、レイノルズ数 $Re(=UH/\nu)$ 、ただし、 U : 断面平均流速、 H : 水深、 ν : 動粘性係数)を 4600 に設定した。

3. 実験結果および考察

図-2、3 に DPTV から得られた鉛直方向速度成分 v 、横方向速度成分 w の等値分布を示す。両図には秩序構造の横断面形象のトレーサーが重ね合わせてある。図中の明るい部分は v においては上昇領域、 w では右向きの流れ領域を表わし、暗い部分はその逆を表わす。まず図-2 に着目すると、縦渦構造 SV1 の左端には、非常に大きな値の下降流が形成されている。逆に SV1 の中央部では、相対的に弱い上昇領域が形成されている。またその上部では、右側から左上部に向かって斜め方向に上昇流が形成されている。縦渦構造 SV2 では、その回転運動に対応して右側に下降域、左側に上昇域が形成されている。次に図-3 に着目すると、SV1 の回転運動

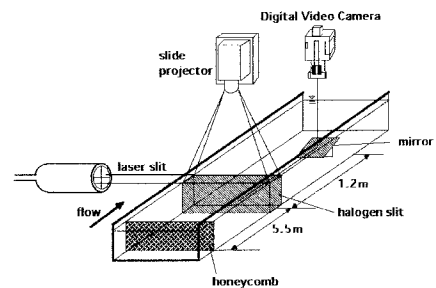


図-1 実験装置概略図

に対応してその上側には強い左向きの流れ領域が形成され、逆にその下側では右向きの流れ領域が形成されている。SV2 の上部には横方向に長く右向きの流れ領域が形成され、それは SV1 と SV2 との境界付近であたかも衝突しているようであり、その直下方には SV1 と SV2 によって誘起されたと考えられる強い下降域 DM1 が形成されていることが注目される。

図-4 には鉛直方向速度せん断(dv/dz)の等値線が示されている。図中の明るい部分は、その左側で下降、右側で上昇運動を伴うせん断を発生させる領域である。また暗い部分は、反対にその左側で上昇、右側で下降運動を伴うせん断を発生させる領域である。これらの明暗領域は一般的に、鉛直方向に長く連なる傾向を示し、横方向には交互に並ぶ配置特性を有することが知られている。そして、この明暗の領域が左から右へ横方向に連なる場合、明暗部の境界付近で上昇流が発生する。また、右から左へ同様に明暗部が並ぶと、その境界では下降流が形成されることになる。これより、SV1 の領域において、その中心部で水路床と鉛直方向に長い正の高せん断傾

キーワード：開水路乱流、組織構造、せん断構造、縦渦

徳山工業高等専門学校専攻科 環境建設工学専攻 (〒745-8585 山口県徳山市久米高城 3538)

域とその左右に負の高せん断領域の形成が注目される。これらの領域において、左から負・正と Z 方向に並ぶ領域では下降流が、さらに、この右側で正・負と並ぶ領域が形成されている。この場合、この上昇流よりも下降流の方が強く、かつ大規模であることが特徴である。また、SV2 の領域では、左から正・負の領域が Z 方向に配置され、これも大規模な下降流の形成と関係している。

図-5 には横方向速度せん断(dw/dy)の等値線が示されている。図中の明るい部分は、その上側で右向き、下側で左向きの運動を伴うせん断を発生させる領域である。また暗い部分は、反対にその上側で左向き、下側で右向きの運動を伴うせん断を発生させる領域である。これらの明暗領域は一般的に、水平方向に長く連なる傾向を示し、鉛直方向には交互に並ぶ配置特性を有することが知られている。そして、この明暗の領域が上から下へ鉛直方向に連なる場合、明暗部の境界付近で左向きの流れが発生する。また、下から上へ同様に明暗部が並ぶと、その境界では右向きの流れが形成されることになる。これより SV1 の渦巻き形成領域で負、その周辺領域で正の高せん断領域が形成されていることが注目される。また、SV2 でも正の高せん断領域が形成されている。さらに、SV1, 2 の上部でも正と負の高せん断領域領域が認められ、全体として横方向に大規模なせん断層が形成されていることが明らかである。

以上のことから、SV1, 2 の渦巻き型の流脈パターンの形成領域では、鉛直方向および横方向の高速せん断領域が形成されており、これらが渦運動と重要な関係を有しているように思われる。

4. おわりに

開水路乱流における横断面せん断構造の考察が DPTV 法を用いて行われ、渦巻き形象を持つ染料パターンと高せん断領域の相互関係が明らかにされた。

参考文献

- 1) 大成 博文, 渡辺 勝利, 佐賀 孝徳, 斎藤 隆, 波多野 慎: 壁乱流の縦断面せん断構造, 土木学会論文集, 1998.

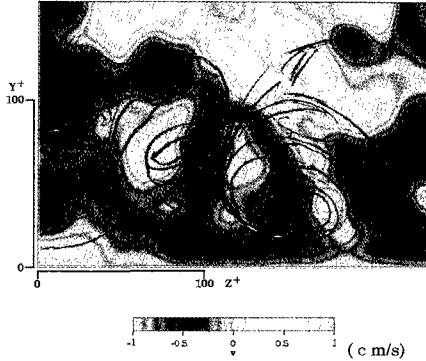


図-2 鉛直方向速度成分 v

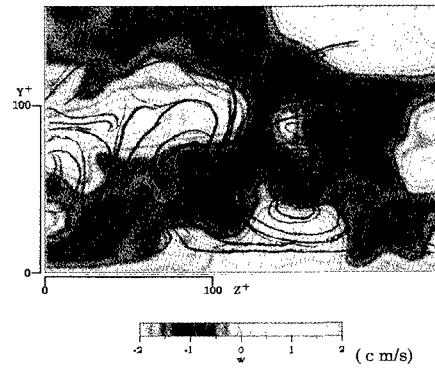


図-3 横方向速度成分 w

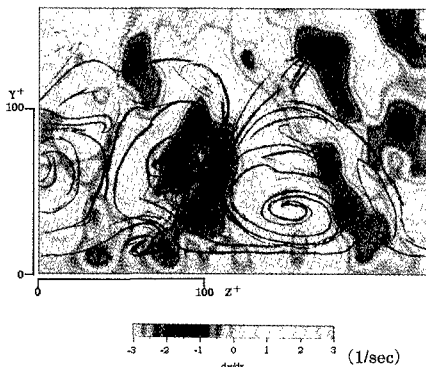


図-4 鉛直方向速度せん断 dv/dz

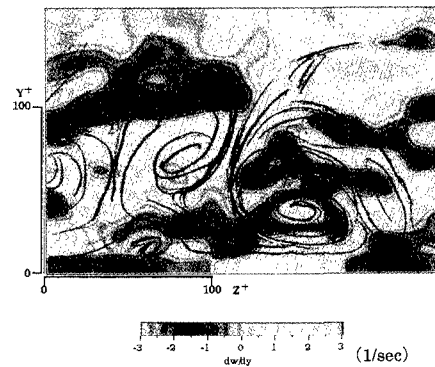


図-5 横方向速度せん断 dw/dy