

足利工業大学大学院 学生員○高橋直行

足利工業大学 正会員 新井信一

足利工業大学 正会員 岩崎敏夫

1. まえがき

開水路流れの乱れの発生、拡散、消滅の機構は流れを支配する大変興味深い現象であるが、その全体像はいまだ明かにされていない。このような乱れ現象を調べるため、本学水理研究室乱れ場解析システム¹⁾のアルゴンイオンレーザー可視化画像処理装置により、昨年²⁾に引き続き開水路流れの観測を実施した。また、He-Neイオンレーザー流速計(1次元FLV)を用いてその時の流速分布も測定した。ここでは可視化により得られた結果の一部を報告する。

2. 実験装置および実験方法

実験は、長さ8.1 m、幅0.15 m、深さ0.4 mの開水路で実施した。但し、測定部を含む3 mは塩ビ製で、上流1.8 mと下流3.3 mは木製である。上流からフルオレセインナトリウムの水溶液を投入し、その時の乱れが流れ去った後に、観測を開始した。可視化断面は、上流から3.6 mのところである。図1に示すように、スリット光をミラーを用いて分光させ、底面と側面から照射するようにし、開水路底面から発生する縦渦の横断面と縦断面を同時に観測した。またこの時、3台のCCDカメラを用いて図示の様に3方向から撮影し、これらを分割画面とする一画面に編集した後、ビデオに集録した。実験したRe数の範囲は、代表長さに水深hをとって2000から10000である。

今回は、その中で乱れの現象の可視化が比較的良好な $Re = 2900$ と $Re \approx 4300$ について考察を述べたい。

3. 実験結果

まず $Re = 2900$ の場合について示す。 $h = 10\text{ cm}$ である。図2は、水路横断面の可視化図であるが、前報²⁾でも報告したように、双子渦とも呼ばれる縦渦(矢指)が発生する。これは流下方向の渦であり、ゲルトラー的渦である。一方、図3は、縦断面を可視化したものであるが、ここには低速渦の浮上と思われるトルミエーンシェリヒティング波的な渦(矢指)が発生する。流れは右から左である。先端には反時計まわりの横断方向の渦を有することが多い。この現象をリフトアップ、また頭の渦を頭(かしら)渦と呼ぶことにする。

これら2つの方向の渦が同じ流れに発生するので、図1に示した方法にて、渦の立体的な観察を試みた。一例を連続写真にて図4、図5、図6に示す。立体構造の微細なところは見えないけれど、リフトアップの構造は双子渦と頭渦の両方を有すようであり、従って図7に示すような構造をしているのではないかと考えられる。つまり、双子渦の左右の渦とリフトアップの頭渦は同じ渦管ではないと思われる。

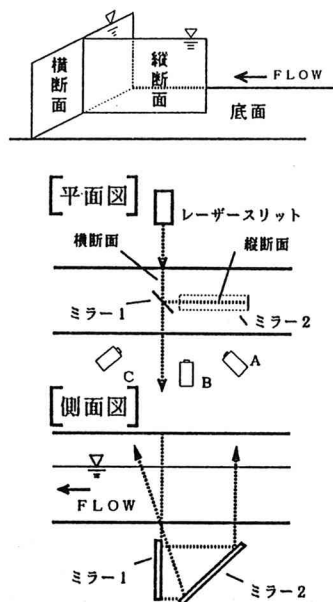
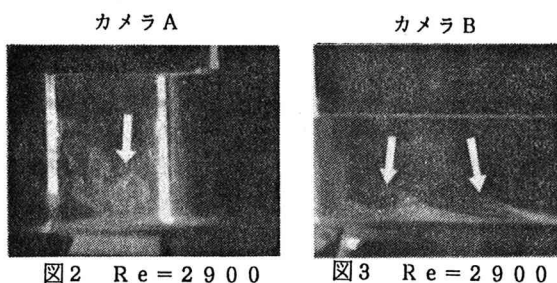
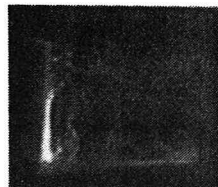


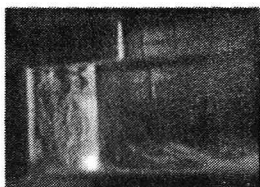
図1 照射方法及びカメラ位置

図2 $Re = 2900$ 図3 $Re = 2900$

カメラC



カメラA



カメラB

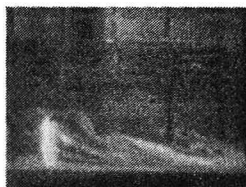
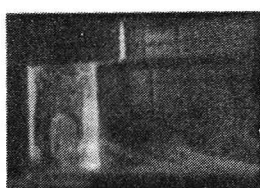
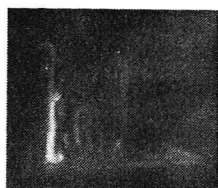
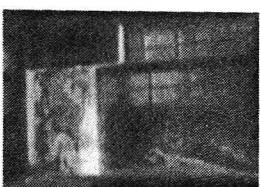
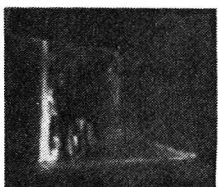
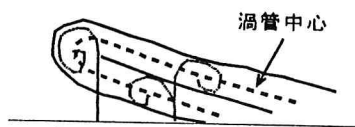
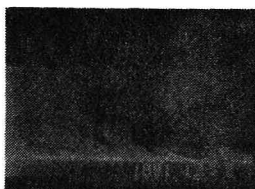
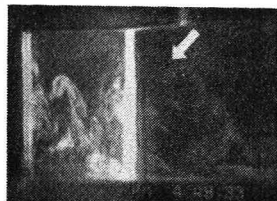
図4 連続写真① $Re = 2900$ 図5 連続写真② $Re = 2900$ 図6 連続写真③ $Re = 2900$ 

図7. リフトアップの渦構造

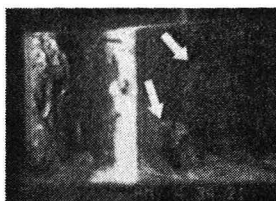
カメラB

図8 $Re = 4500$

カメラA

図9 $Re = 4250$

カメラA

図10 $Re = 4250$

しかしながら、多数例の観測にもかかわらず、双子渦と頭渦の両方が同時に存在し、かつ典型的な形の変化を明瞭に認識できるリフトアップはまだ確認されないで、もう少し観察を加えないと結論は下せない。

次に $Re = 4200 \sim 4500$ の場合を述べる。 $h \approx 10 \text{ cm}$ である。前例の流れより渦は乱れて観察しにくい、おおむね前例と同じことがいえる。縦断面を見ると図8に示すようにリフトアップを見ることができるが、この場合には図9に示すように頻繁に水面付近までリフトアップする。図10に示すように時々縦断面に逆方向の渦の組み合わせが観測されることもある。

なお流速分布については、現在解析中であり、結果が出来次第報告したい。

4. あとがき

今回開水路縦渦の立体的可視化を試みたが、縦渦構造の全体像を明らかにすることが出来なかったので、撮影方法なども改善し、今後も実験を続けていきたい。

なお本実験は、本学卒研究生の田沢一成、中山一史、野村雄の各君の努力に負う所大であり、記して感謝する。

参考文献

- 1) 上岡充男、新井信一、岩崎敏夫：レーザーによる開水路流れの計測、土木学会第18回関東支部技術研究発表会、1991
- 2) 高橋直行、新井信一、岩崎敏夫、上岡充男：開水路流れの可視化、土木学会第46回年次学術講演会、1991