

## (II-103) 縦渦と並列らせん流に関する実験的検討

宇都宮大学 学生員 三浦 淳  
 宇都宮大学 正員 須賀 堯三  
 宇都宮大学 正員 池田 裕一

### 1. はじめに

並列らせん流については、約30年前、河川の洪水流においても存在することが示唆されて以来、その内容に関する研究は現在まで多々なされてきたが、未だ未解明の点が多く残されている。

本研究では、らせん流の構造を解明すべく、実験水路内に空気気泡によって強制的に並列らせん流を形成させ、時間平均してみれば安定して並んでいる縦渦1本1本に注目し、それがどのように干渉し合っているかを、横断面での時間的推移や縦断的な湧昇点列、沈込部を基にして調べ、並列らせん流の構造の特性を明らかにし、現在まで提案されてきたらせん流の構造モデルと比較、検討することが目的である。

### 2. 実験装置及び方法

実験水路として、長さ4m幅68cmの亚克力製直線水路を用いた。水力条件は、勾配1/1000、流量3.6l/s、流速6.25cm/s、水深8.5cmとした。アスペクト比は8.0である。流速は2成分電磁流速計を用いて計測し、1測点当たりサンプリング間隔20msで20～30秒平均されAD変換されたものである。気泡を発生させる装置として、エアーポンプに接続した直径5mmのビニールチューブを用い、水路床に2h間隔(17cm)で4本敷きそれぞれ1本当たり5cm間隔で開けた径1mmの小孔から空気を平均 $1.3\text{cm}^3/\text{s}$ で散気した。また可視化を行う際のトレーサーとしてウラニンを使い、それらを撒くためのチューブを散気のためのチューブに併せて設置した。横断面可視化に関しては観察箇所の流れに影響を及ぼさないようスリット面より下流側約90cmの所にミラーを置きスリット面上の現象をそのミラーにより側面へ反射させそれを撮影した。

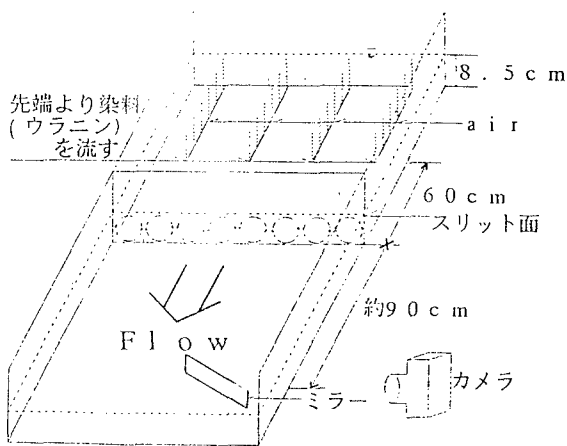


図-1 実験装置概略図

### 3. 実験結果及び考察

気泡により強制的に発生させたものは縦渦を並べたものであるが、それが流下し安定したときに並列らせん流になる。チューブ端より、下流側60cmの箇所における並列らせん流の横断面流況を図2に示す。実験より水深を様々変化した結果、2倍間隔で気泡流を発生させれば安定したらせん流が存在することが確認できた。しかしこれは点計測による長時間の平均した流れであり、瞬間の流れの場では特徴ある時間変化をしている。

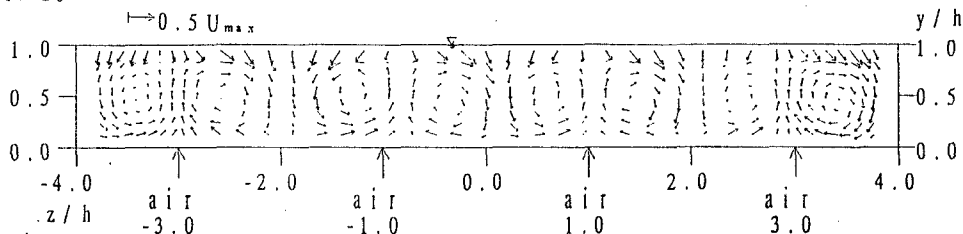


図-2 2次流 (V, W) のベクトル表示

写真1はair先端から60cmの所の並列らせん流が安定していると思われる箇所での横断面での上昇部の挙動を示すものである。底面から染料が上方にのびていくところが気泡チューブの延長上で、上昇部に当たる所である。上の写真を見ると底面から伸びる染料が左に傾いている。そして下の写真に行くに従い徐々に右側に傾き始める。このようにらせん流は安定しているも、上昇部はゆらゆらと揺れながら推移している。

写真2は沈込部を中心とした横断面写真である。底面に左右に2カ所染料が残っているところが上昇部である。上の写真を見ると右側の渦が大きく、左側の渦は小さくなっていることが確認できる。そして下の写真に行くに従い、徐々に今度は左の渦が大きくなり、右側の渦が小さくなっていくことが確認できる。また底面から上昇している所を見ると写真1の時と同様に左右に揺らいでいることが見えるが、渦が大きな時は外側に、小さいときに内側に傾いているようにここで見える。

写真3は水路の上より撮影したものであるが、湧き上がった後、染料が左右に分かれているところが見える。そして左右から交互に渦が沈込んでいく顕著な例である。その左右から渦がぶつかるところに小さな渦が形成されることも確認された。この小さな渦は主流方向の縦渦に関係している距離間隔を持っているようである。

またビデオ撮影にて確認されたこととして、縦渦は1本1本単独で回転しているのではないことが挙げられる。上記で渦が大小に変化していることを述べたが、その渦が1番大きくなったときに沈み込む場所において、底面に向かう途中、隣の渦に入り込むことが見られた。量としては一回転する量に比べれば少ない量だが、確かに二またに分かれていることが確認できた。

今回の実験より新たに確認されたことは、並列らせん流が安定した状態において渦が交互に大小変化を示していること、それらより湧昇点らは千鳥状に存在すると推測されること、又、縦渦は決して単独では回転していないことなどが挙げられる。今後は湧昇点(時間・距離間隔、上昇速度)等を詳しく調べ、確立した構造パターンを示したい。

#### <参考文献>

- 1) 木下良作：並列らせん流に関する実験的研究，北海道開発局石狩川開発建設部委託調査、河道形状と洪水流に関する検討業務報告
- 2) 今本・石垣：開水路流れにおける縦渦の3次元構造について，第30回水講，pp. 565-570, 1986

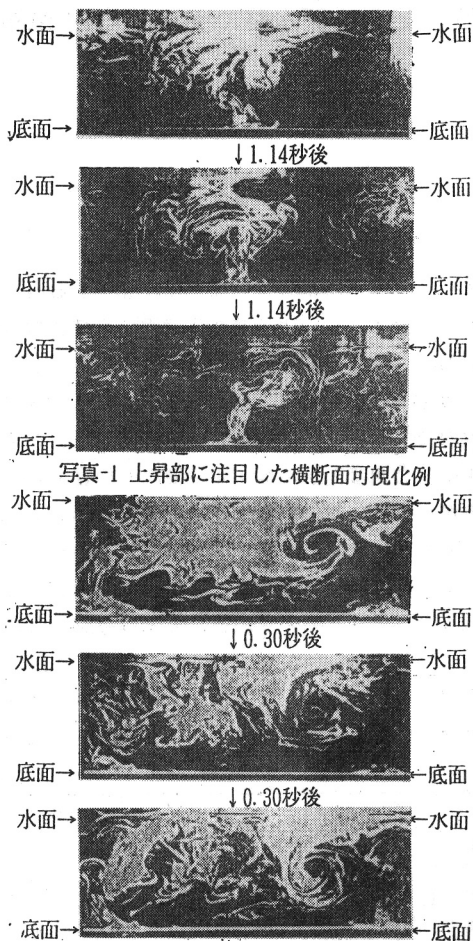


写真-2 沈込部に注目した横断面可視化例

写真-3 水路上面からの縦渦の配置