

II-285

シルによる並列らせん流の発生とその構造の検討

宇都宮大学 学生員 平野 真人
 宇都宮大学 F 会員 須賀 堯三
 宇都宮大学 正会員 池田 裕一

1.はじめに

並列らせん流は、開水路流れにおける大規模な組織的乱流に関連する最重要の課題の1つと位置づけられ、約30年前に河川の洪水流においても存在することが示されたが、その内容に関して未だ未解明の点が多く残されている。これまでの若干の研究¹⁾をうけて、噴気²⁾またはV字型シルによる強制形成の両者の異なる形成方式下で、並列らせん流は瞬間的に見るとほぼ同様のチドリ状構造となったことを可視化実験で、また噴気による並列らせん流の減衰特性を把握する1つの方法として、個々のタテ渦の循環を算出し、循環値の流下方向変化を求めると指数関数的な減衰傾向が見られることが時間平均的な横断面の流速測定実験で明らかになった³⁾。減衰過程を知ることは、並列らせん流の安定性判断にとって重要であり、本研究では同様にV字型シルにより上昇流を発生させ⁴⁾、並列らせん流に形成された段階から減衰特性を調べ、その安定した並列らせん流の構造、その特性を実験的に明らかにすることを目的とした。

2.実験装置及び実験概要

実験には、長さ4m、幅68cm、深さ25cmの長方形断面を持つ、勾配1/1000の亚克力樹脂製水路を用いた。実験に用いたシルの形状、実験装置及び座標系は図-1に示す通りである。実験方法はV字型シルを水深の2倍間隔(17cm)で開口部を上流側に向けて横断方向に左右対称に設置し水深の2倍間隔で上昇流を与えた。可視化実験により水面のボイル位置が流下方向にも水深の2倍間隔であることから、流下方向にも水深の2倍間隔(17cm)に二列平行で設置し、並列の馬跡形渦を発生させその変形過程で、並列らせん流を強制的に形成させた。流速測定には2成分電磁流速計を用い、1測点当たりサンプリング間隔は20msで、それを20秒平均したものをAD変換により平均流速とした。測定はシルから流下方向に20cm間隔で3断面行った。実験条件は表-1の通りである。

表-1 実験条件

流量(cm^3/s)	3800
断面平均流速(cm/s)	6.58
水深(cm)	8.50
アスペクト比	8.00
フルード数	0.07

3.実験結果及び考察

図-2に示した $x=20\text{cm}$ におけるyz断面の2次流ベクトル図を見ると、V字型シル尖部で上昇流が水深の2倍間隔で存在し、タテ渦が水深間隔で流速の向きが互い違いに並列に並んだ構造で存在していることが確認できた。また染料による表面流況観察から水面に幾筋もの縞模様やボイル列が存在しており、流れ方向の循環流により並列らせん流が形成されたことが確認できた。また、 $x=40, 60\text{cm}$ における2次流ベクトル図をみると流下とともにベクトルの

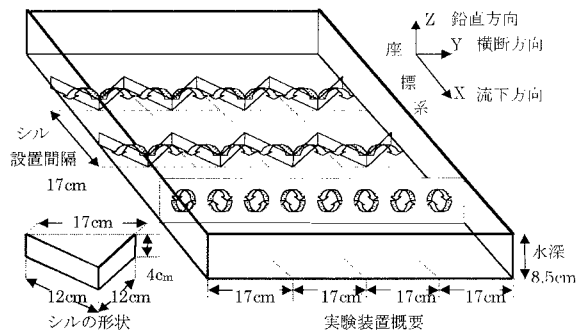


図-1

key word : 開水路、組織渦、安定性、減衰、構造

連絡先 : 〒321-0912、栃木県宇都宮市石井町 2753、宇都宮大学工学部建設棟水工学研究室。

TEL : 028-689-6214、FAX : 028-662-6367

大きさが減少しており、並列らせん流の構造は基本的には不変であるが内部の渦の方が、側壁に近い渦より減衰が遅い傾向が見られる。

循環値にみる渦の強さの流下方向の変化を図-3に示す。（ここで、循環は各断面の2次流ベクトル図を基に渦の閉曲線を線積分することにより求め、絶対値で表わした。）シルによって上昇流を作成した場合も噴気によって上昇流を作成した場合もほぼ同様に指数関数的な減衰傾向がみられるが、シルによるらせん流のほうが安定した構造になるのが噴気による場合より遅いと考えられ、シルの場合 $x=60\text{cm}$ 後に構造が安定していき、その後に噴気の場合と同様な減衰傾向に落ち着くと考えられる。また噴気、シル

による場合とも各タテ渦毎に多少異なり、特に側壁の渦（図-3に示す渦1,8）と側壁の影響を受け難い渦（渦4,5）とでは循環の減衰傾向に違いが出てくる。これは隅角部の側壁摩擦と隅角部の渦の影響であると考えられる。また各渦毎に多少異なるが、これは渦を直線的に線積分した影響も含まれていると考えられる。

4.おわりに

本研究において、噴気による強制形成とV字型シルによる強制形成の両者の異なる形成形式下で、並列らせん流はほぼ同様の構造となったことが確認でき、実験水路において強制形成された並列らせん流の構造には普遍性があるものと考えられる。今後は、安定した並列らせん流の形成に関して構造システムの流下変化、水理条件を変えての検討、並列らせん流の特性に関してシルの形状により上昇流の強度との関係、河床条件を変化させて水路床の状態と強度の関係について検討する予定である。

【参考文献】

- 1)例えば、木下良作：並列らせん流に関する実験的検討、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書、1976。
- 2)三浦、須賀、池田：縦渦と並列らせん流に関する実験的検討、第51回年次学術講演会講演概要集Ⅱ-191、pp.382~383、1996。
- 3)隅田、須賀、池田：並列らせん流の減衰過程に関する実験的検討、第24回関東支部技術研究発表会講演概要集Ⅱ-37、pp.180~181、1997。
- 4)浅枝、中井、玉井、堀川：V字型構造物による上昇流、土木学会論文集 No.423、Ⅱ-14、pp.83~90、1990。

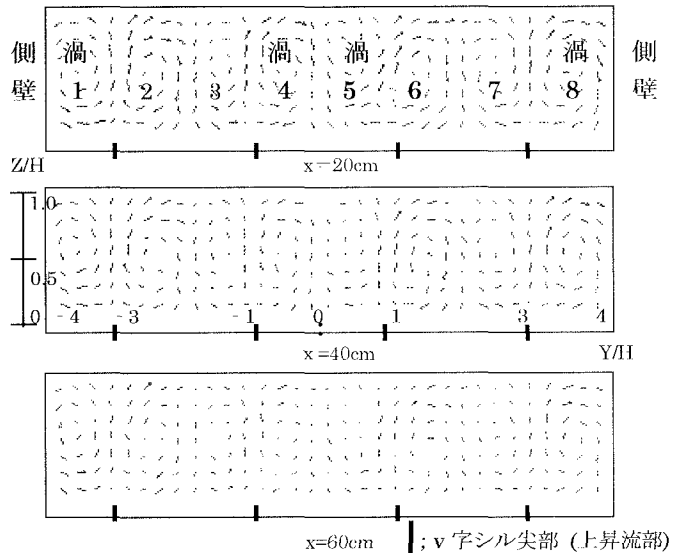


図-2 2次流ベクトル図

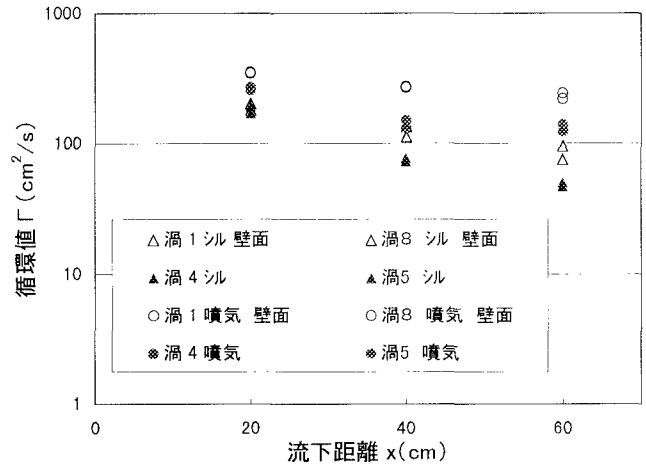


図-3 循環の流下に伴う減衰