

宇都宮大学	学生員	大野 貴史
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運動量の輸送にかかわる大規模な組織的乱流に関連する最重要の課題の一つと位置づけられる。木下¹⁾により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行われており、いくつかの三次元構造が提案されているが多くは時間平均した安定状態に関するものである。本研究では瞬間的な構造に着目した三浦ら²⁾のチドリ状配置モデルについて、ある一定の条件の下で構造の安定性を検討し、その時間的な変化や上昇流及び下降流の状況等について調べる。

2. 実験装置及び方法

実験には、長さ 6m、幅 72cm、深さ 25cm の長方形断面を持つ、勾配 1/1000 のアクリル樹脂製水路を用いた。本研究ではシルにより強制的に縦渦を形成し、それを流下させ並列らせん流を形成した。可視化実験を行う際のトレーサーとして蛍光性のあるウラニンと赤色塗料を用い、染料を水中に撒くためのチューブ

(直径 5mm) は、シルの 15cm 下流の右岸より 30cm(上昇流部)、36cm(下降流部)、42cm(上昇流部)の位置から水中に流れ出るように設置した。観測区間は縦渦が並列らせん流になったと思われるシルの 60cm 下流で横断面可視化を行い、縦断面可視化はシルの 40cm 下流の位置から長さ 30~40cm の区間で行った。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約 90cm 下流の水中よりビデオカメラを使い撮影した。実験条件は表-1 に、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。

3. 実験結果及び考察

まず縦断面の可視化例を写真-1、写真-2 に示す。写真-1 は上昇部の挙動を示すものであり、1 枚目の写真では底面付近の染料の中から真上に伸びる強い上昇流が確認できる。2 枚目の写真からは 1 枚目の写真で確認した上昇流が水面に到達し前方に巻き込むような回転をしていて、その後方に次の上昇流が発生していることが確認できる。2 つの上昇流の間隔は 10~15cm であり水深の約 2 倍間隔となっている。上昇部では穏やかな上昇流の中から間欠的に強い上昇流が発生しており、この強い上昇流は底面付近ではなかなか上昇せず少し上昇した位置から水面付近までは一気に上昇し、水面付近まで達すると前方に巻き込むような

表-1 実験条件

流量 Q (l/s)	7.90
断面平均流速 U_m (cm/s)	18.29
水深 h (cm)	6.00
アスペクト比 $(=B/H)$	12.00
フルード数 $Fr (=U_m/\sqrt{gH})$	0.24
レイノルズ数 $Re (=U_m H/\nu)$	10900

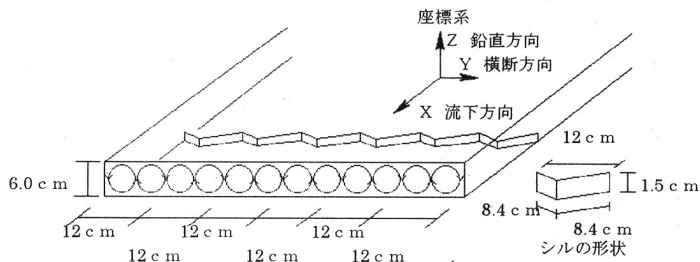


図-1 実験装置概要

key word : 並列らせん流、縦渦、組織的乱流構造、チドリ構造、時間的変化

連絡先 : 〒321-8585、栃木県宇都宮市陽東 7-1-2、宇都宮大学工学部建設棟水工学研究室

TEL : 028-689-6214、FAX : 028-689-6230

回転をするのが主な動きであると考えられる。また竜巻状の上昇流や後方に巻き込むような回転も時折観測された。次に、写真-2 は下降部の挙動を示すものである。2 枚の写真より上昇部から水面付近を通して移動してきた染料がまとまってゆっくりと後方に巻き込むような回転をしながら沈み込んで行くのが確認できる。下降部では上昇部とは対照的に、後方に巻き込むような回転が多く観測された。また下降部では上昇部よりも主流速が早く下降速度が遅いため、下降している間に長い距離を移動していることが分かる。

横断面の可視化例を写真-3 に示す。写真の中央部が下降部でありその両サイドが上昇部である。3 枚の写真を順に見て行くと、1 枚目から 2 枚目の写真にかけて左側の上昇部の渦が底面より水面に向かい上昇し、2 枚目から 3 枚目にかけて上昇流が左右に分かれて下降部に沈み込み、その際下降部の染料は下方に押し付けられると同時に上昇部の方に広がって行くのが確認できる。3 枚目の左側の渦は全体的に左に傾いているように見え、斜めに上昇したようにも見える。特に上昇部は縦断的に見ても横断的に見ても乱れが大きいことが分かる。また右側の上昇部の渦に着目してみると左側の渦より少し遅れて下降部に沈み込んでいて、ビデオカメラによる長時間の観測においても隣り合う上昇流が下降部に交互に沈み込んでいる様子が見られた。このことより上昇部がチドリ状に並んでいることになり、三浦らのチドリ状配置モデルが異なる条件の下でも存在することが確認できた。

今回の実験では、水路の中央部付近の様子を可視化し時間的变化については細かく捕らえる事が出来た。今後の課題としては側壁付近の構造や広範囲にわたる可視化を行い構造の全体像をつかむ事が必要と思われる。

<参考文献>

- 1) 木下良作：並列螺旋流に関する実験的研究, 河川形状と洪水流に関する検討, 北海道開発局石狩川開発建設部委託調査, 1977
- 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, 土木学会第 51 回年次学術講演会, pp382-383, 1996

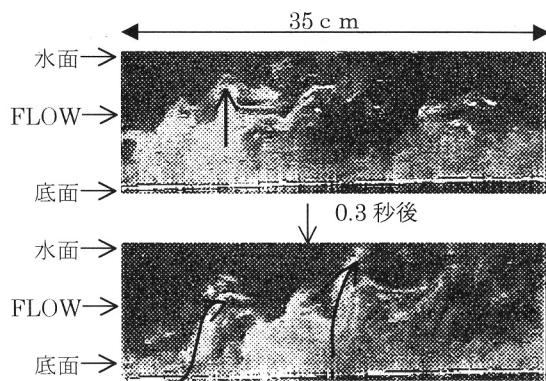


写真-1 縦断面上昇部

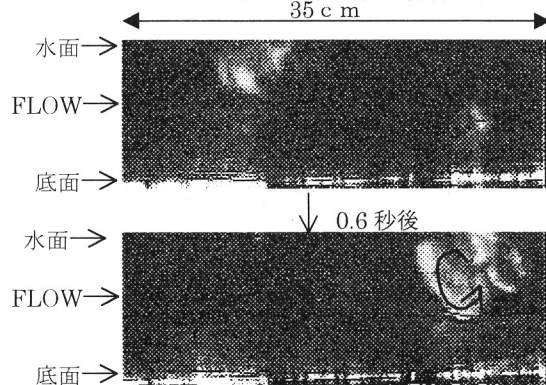


写真-2 縦断面下降部

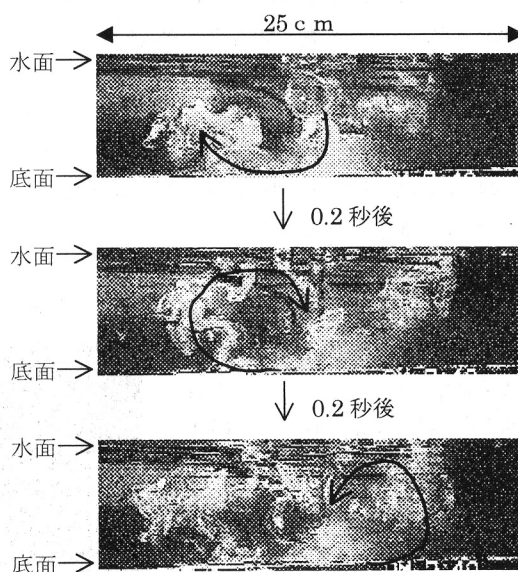


写真-3 横断面