

(Ⅱ - 5) 複断面水路の流れにおける組織渦の形成機構について

宇都宮大学工学部 学生員○丸山 敏

宇都宮大学工学部 正 員 池田裕一

宇都宮大学工学部 正 員 須賀堯三

1. はじめに

複断面水路の流れでは、高水敷と低水路の接合部において特徴的な組織的乱流運動が発生している。^{1) 2)} この組織的乱流運動は、低水路と高水敷の流速差から生ずる自由せん断渦と、河床の壁面摩擦によって生ずる馬蹄形渦により非常に複雑なものとなっている。本研究は、河床の渦度を強調するような実験で高水敷先端から生ずる馬蹄形渦を可視化し、そのメカニズムについて若干の検討を加えたものである。

2. 実験装置・方法

実験には、幅48cm、長さ6.7m、勾配1/1000の亚克力製循環水路を用いた。これに幅20cm、高さ4cmの高水敷を上流端から下流端まで取り付け付けた。また河床から生ずる渦糸を強調するために、上流端から3.5mの位置に棧を図-1のように1箇所だけ設置して、剥離渦が生じるようにした。そして、棧の上部に白金線を張り、水素気泡を発生させ、スリット光を当てることによって、剥離渦の挙動を可視化した。また、スリット光を当てる方向を変えることによって、さまざまな角度から馬蹄形渦の挙動を可視化した。流速の測定には、電磁流速計を用いた。実験条件は、表-1の通りである。

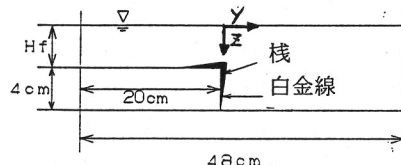


図-1 実験装置断面図

表-1 実験条件

流量(l/s)	0.56
高水敷水深(cm)	3.6
高水敷流速(cm/s)	3.6
低水路流速(cm/s)	3.8

3. 実験結果及び考察

図-2は、横断方向の流速分布を示したものである。これを見ると、流速は高水敷と低水路でほとんど一定である。したがって、両者の流速差から生ずる自由せん断渦は、発生したとしても弱く、実際、可視化からは確認することはできなかった。

写真-1に棧の背後に生じた馬蹄形渦の可視化写真を示す。棧の背後から放出された剥離渦が流下するに伴い、自己誘起速度の作用で頭をもたげて馬蹄形に変化していく様子がわかる(写真-1の矢印、以下、写真の中の矢印は渦の位置を示す)。この馬蹄形渦の様子を詳細に調べるためにスリット光を用いて、渦のさまざまな断面を捉えることにした。図-3は、その際のスリット光の方向を示したものであり、スリット光を当てた位置は、棧の直後である。また、図中の番号は写真の番号と対応している。

写真-2、および写真-3は、それぞれ水路側方、水路上方より馬蹄形渦の足を撮影したものである。写真-2は、高水敷側の馬蹄形渦の足、写真-3は低水路側の馬蹄形渦の足であるが、どちらの場合についても棧から放出された剥離渦が底面に沿うように移動していく。

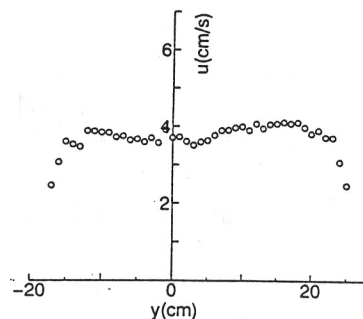


図-2 流速分布(z=1.2cm)

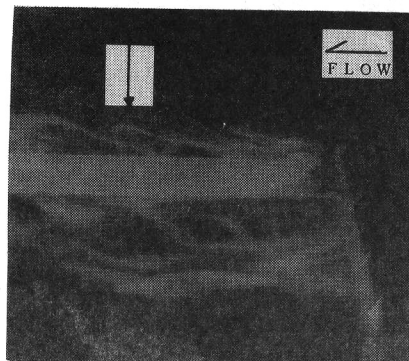


写真-1 馬蹄形渦

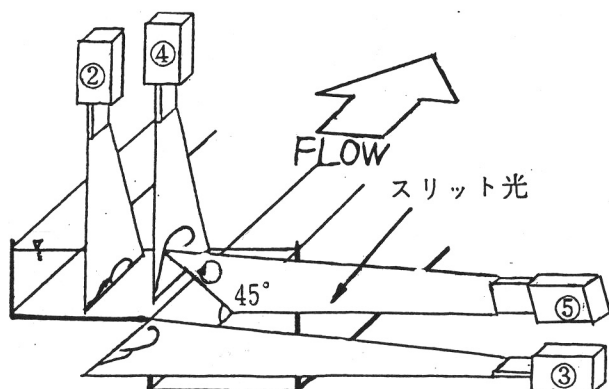


図-3 撮影方法（スリット光の方向）

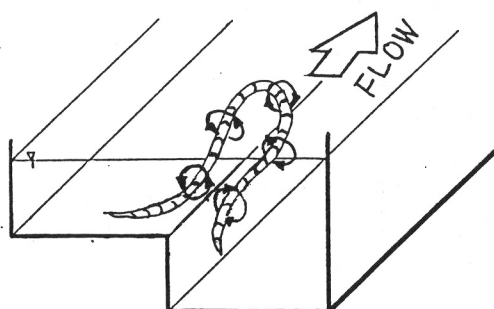


図-4 斜昇流の発生メカニズム

写真-4 は、水路側方より馬蹄形渦の頭部を撮影したものである。この頭部は、先に示した足の部分よりも上方に移動しており、渦を巻き上げながら頭をもたげている様子がより鮮明にわかる。

写真-5 は、写真-4 と同様に馬蹄形渦の頭部を撮影したものであるが、スリット光の方向を図-3 のように水路側方から45度の角度で当て、水路斜め上方より馬蹄形渦を撮影したものである。馬蹄形渦の頭と足の間部分がベア状の渦となっているのがわかる。このベア状の渦が、斜昇流として断面内二次流を形成していくものと言える。

以上より、複断面水路接合部では、図-4 に示すような組織渦が発生していると言える。そして、これが間欠的な斜昇流を生成していることが確かめられた。

【参考文献】

- 1) 石垣・今本・武藤・福本:複断面開水路流れにおける低水路と高水敷上流れの混合機構について, 第45回年講, II-151, pp. 354-355, 1990.
- 2) 福岡・浅野・藤田・坂野:複断面河道における洪水流の抵抗特性, 第30回水講, pp. 499-504, 1986.
- 3) 藤野・池田・須賀:複断面接合部における組織的乱流運動の形態の変化, 第46回年講, II-363, pp. 766-767, 1991.

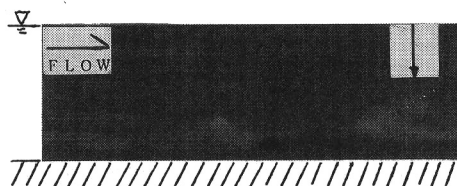


写真-2 馬蹄形渦の頭（スリットNo. ②）

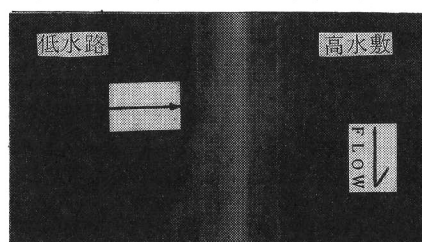


写真-3 馬蹄形渦の足（スリットNo. ③）

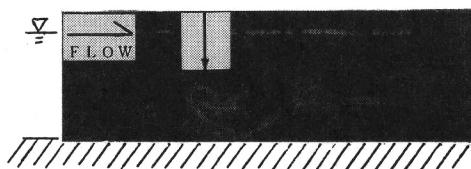


写真-4 馬蹄形渦の頭（スリットNo. ④）

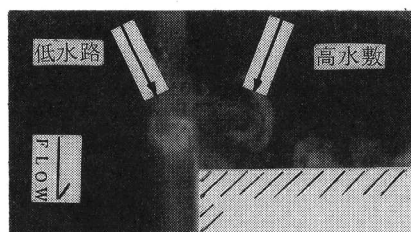


写真-5 馬蹄形渦の頭（スリットNo. ⑤）