

II-298

側岸部植生境界に生じる大規模水平渦の三次元構造について

○ 新潟県 正員 本村 康高
 宇都宮大学 正員 池田 裕一
 宇都宮大学 フェロー 須賀 亮三

1. はじめに

流れの側岸部に植生群が繁茂する場合、自由剪断層の変曲点不安定によって大規模水平渦が間欠的に発生することが知られている¹⁾。これは平面的な運動量・物質輸送に重要な役割を果たし、二次元的な枠組みで取り扱われることが多い²⁾。しかし実河川のような浅い流れ場で生じる大規模水平渦は、河床摩擦の影響によって三次元構造を有することが予想される³⁾。筆者らはこれまで、大規模水平渦を直接可視化を行ってきた⁴⁾。その結果、①植生内から低速水塊が張り出した直後に強い上昇流が発生すること、②その上昇流が連続的に渦周縁部の回転運動へ変化していくこと、③渦中心部では上昇流が発生しておらず、時間的構造変化のない2層を形成していることがわかっていく。そこで本文では、大規模水平渦の周期性に着目した位相平均量から、その全体像を捉えようとしたものである。

2. 実験装置及び方法

長さ 6.5m、幅 48cm の直線水路の右岸壁沿いに、幅 12cm の疑似植生（プラスチック糸多孔体、透過係数 38cm/sec）を水没しないように配置した。水理条件を表-1に示す。

表-1 水理条件

流量 (cm ³ /sec)	2650
水深 (cm)	4.3
河床勾配	1/1000

計測横断面内の流速計測には2成分の電磁流速計を用いた。横断方向に24点（剪断層を1cm毎、その他は3cm毎）、水深方向に5点（底面より1~3cm間を0.5cm毎）の流速計測を行った。サンプリング条件は時間 $T=300\text{sec}$ 、間隔 $\delta t=0.1\text{sec}$ である。また、位相平均量を求める際に必要となる基準点の流速測定にはプロペラ流速計を用いた。計測横断面より下流の剪断層内の主流速変動波形（半水深）を位相平均を行う際の基準とした。

全計測データを石川ら⁵⁾の方法を参考に、位相平均を施した。

3. 結果及び考察

大規模水平渦の周期性をスペクトルにより確認した。図-1のスペクトルより、周波数 0.13Hz 付近にピークを持ち、目測での周期 (7.6sec) と同じことを確認した。

図-2は、位相平均量の平面図である。(a)の流速ベクトル図を見ると、位相角 $\theta=(6/5)\pi \sim (2/5)\pi$ にかけて大規模水平渦が存在している。これに対応した(b)の渦度分布図を見ると、位相角 $\theta=(6/5)\pi \sim (9/5)\pi$ 付近まで、剪断領域において低速水塊が張り出す流況となっている。同様に(c)の鉛直成分図を見ると、横断混合の顕著な渦上流部 ($\theta=(6/5)\pi \sim 2\pi$) に上向きの流れが集中している。以上より、渦上流部での流況が三次元構造に支配的

表-2 基準点での波動特性

平均周期 μ (sec)	7.63
標準偏差 σ (sec)	2.29
$ T_p - \mu < \sigma/2$ となる波の個数	38

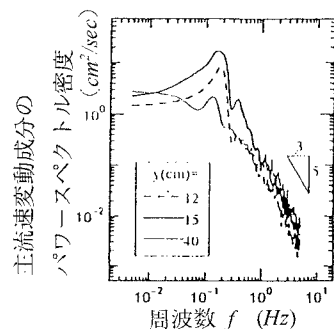


図-1 主流速変動のスペクトル（半水深）

Keywords：自由剪断層、大規模水平渦、三次元構造、位相平均

連絡先：宇都宮大学工学部水工学研究室（〒321-0912 栃木県宇都宮市石井町 2753 Tel 028-689-6214）

な流れであることがわかる。

図-3 は、位相平均量の横断面図である。(a)の流速ベクトル図を見ると、可視化で見られた高速水塊の潜り込み[(A) $\theta = (3/5)\pi$]、上昇流の発生[(B) $\theta = (6/5)\pi$]、渦周縁部の回転運動[(C) $\theta = 2\pi$]が生じている。これに対応した(b)の渦度分布図を見ると、(A)では、 $Y=15\sim 20\text{cm}$ にかけて潜り込む流れ、(B)では、 $Y=15\text{cm}$ 付近で全体的に上向きの流れが生じていることがわかる。また(C)では、渦中心部($Y=12\sim 18\text{cm}$)と渦周縁部($Y=18\sim 20\text{cm}$)の底面付近に渦度が集中している。前者は、可視化での渦中心部の2層構造に対応しており、後者は、渦周縁部の剪断層によって水深方向に軸を持つ小さな渦が発生するためと考えられる。つまり、大規模水平渦の外側(高速水塊側)では斜め軸を持つ回転運動が上昇流の変化によって生じ、内側(低速水塊側)では水深方向に回転軸を持つ小さな渦が大規模水平渦の周縁部に沿って流下する、という2重構造になっていることが予想される。

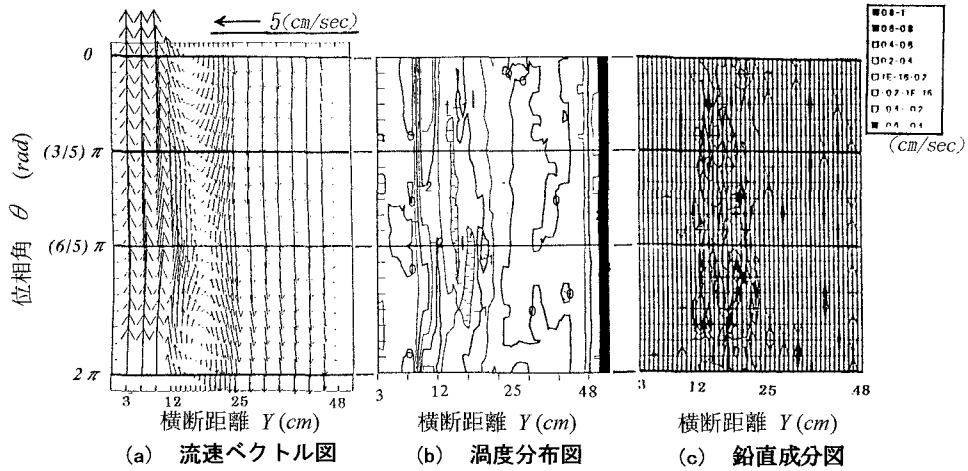


図-2 位相平均量の平面図

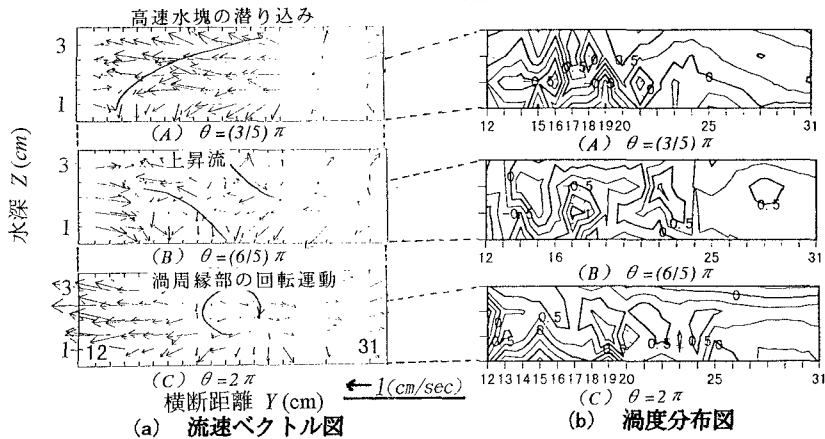


図-3 位相平均量の横断面図

<参考文献> 1)池田・太田・長谷川：側岸部植生境界の周期渦の発生機構、土木学会論文集 No.443 / II-18、pp.47-54、1992。 2)例えば 福岡・藤田：洪水流の横断方向流速差がもたらす付加的抵抗の評価、第33回水理講演会論文集、pp.301-306、1989。 3)例えば 富永・八木：植生帯周辺に発生する水平大規模渦の鉛直構造について、第51回年次講演会、II-193、pp.386-387、1996。 4)例えば 本村・池田・須賀：浅い水平剪断流場に生じる水平渦の鉛直構造の可視化、第52回年次講演会、II-279、pp.558-559、1997。 5)石川・高橋・細井：河岸植生付近の横断混合流れの位相平均解析、水工学論文集第37巻、pp.837-840、1993。