

京都大学工学部 正員 棚津家久
横浜市 正員 ○上矢博之
京都大学大学院 学生員 定免英樹

1. はじめに

実河川では河道内に植生が存在することが多いが、植生は洪水に対する侵食対策や親水機能という点で重要な役割を担っている。本研究では、周期的に大規模水平渦が発生するような、比較的水深が浅い植生開水路流れに対して2台のレーザ流速計を用いた同時乱流計測を行い、その計測結果から組織渦の時空間相関構造を解明した。

2. 実験装置および実験方法

図1に2台のレーザ流速計を用いた瞬間流速(u, v)の同時乱流計測法による計測システムを示す。植生開水路は、可変勾配型循環式直線水路の半幅に、直径2mmの真ちゅう棒を流下・水路横断方向ともに均等な一

辺が1cmの正方形格子状に配置した植生モデルを設置することにより構成した。実験条件を表1に示す。流量 Q と水深 H は、可視化実験において大規模水平渦が明確に確

認された条件に設定された。固定点は、非植生領域の高さ $y/H=0.86$ における植生領域中央部、境界部($z/H=2.9$)そして非植生領域中央部の計3点に設けた。移動点の計測については、各固定点とも x 方向には $x=60\text{cm}$ までの10断面、 y 方向には非植生領域、半水深、植生領域底部に3断面を考えた。また、 z 方向には各固定点の z 座標周辺が密になるようにメッシュを組んだ。

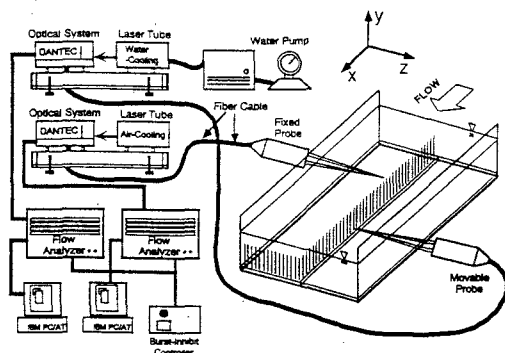


図1 実験装置

表1 実験条件

S	$H(\text{cm})$	$H_V(\text{cm})$	$Q(\text{l/s})$	$S_V(\text{cm})$	Fr
1/2700	7.0	5.0	5.5	1.0	0.25

3. 解析結果および考察

主流速変動成分 u の時空間相関係数 C_{uu} を求め¹⁾組織構造を考察した。固定点を植生境界部においた場合について、水深方向の代表断面 $y/H=0.21, 0.5, 0.86$ について遅れ時間 $\tau=0, 0.4, 0.6, 0.9\text{s}$ における xz 平面上での C_{uu} の分布を等値線表示したのが図2である。 $y/H=0.86$ において相関値0.3以上の高相関領域を追跡すると、植生領域外については $\tau=0\text{s}$ では高相関領域は境界部に存在しているが $\tau=0.6\text{s}$ までは非植生領域と植生領域へと流体塊が拡大してゆき、 $\tau=0.9\text{s}$ では流体塊が植生領域へ移流するようになる。また、植生領域内($y/H<0.71$)であっても、 $y/H=0.5$ と $y/H=0.21$ とでは C_{uu} の分布特性が異なる。 $y/H=0.5$ の断面において相関値0.3の等値線に着目すると、 $\tau=0\text{s}$ では植生領域中に存在しているが、 $\tau=0.4\text{s}$ では完全に非植生領域へと移流する。そして、 $\tau=0.6\text{s}$ では流下方向に進行したその一部が再び植生領域内へと移流してゆく。 $y/H=0.21$ では0.3の高相関領域は遅れ時間とともに横断方向にわずかに移動して境界部付近に近づいたり遠ざかったりしている。流下方向には少しずつ位置を変えてはいるが、常に、植生領域内に停留している。これらのことから、半水深の断面 $y/H=0.5$ においては植生領域と非植生領域における流体塊の相互作用が大きい。また、植生領域底面近傍では植生領域・非植生領域間、また植生領域中においても流体塊の移流は小さい。

渦の平均的な形状を考察するために、流下方向ならびに横断方向の平均渦径 L_x, L_z の比($\Gamma=L_z/L_x$)で与えら

Ichisa NEZU, Hiroyuki KAMIYA, Hideki JOHMEN

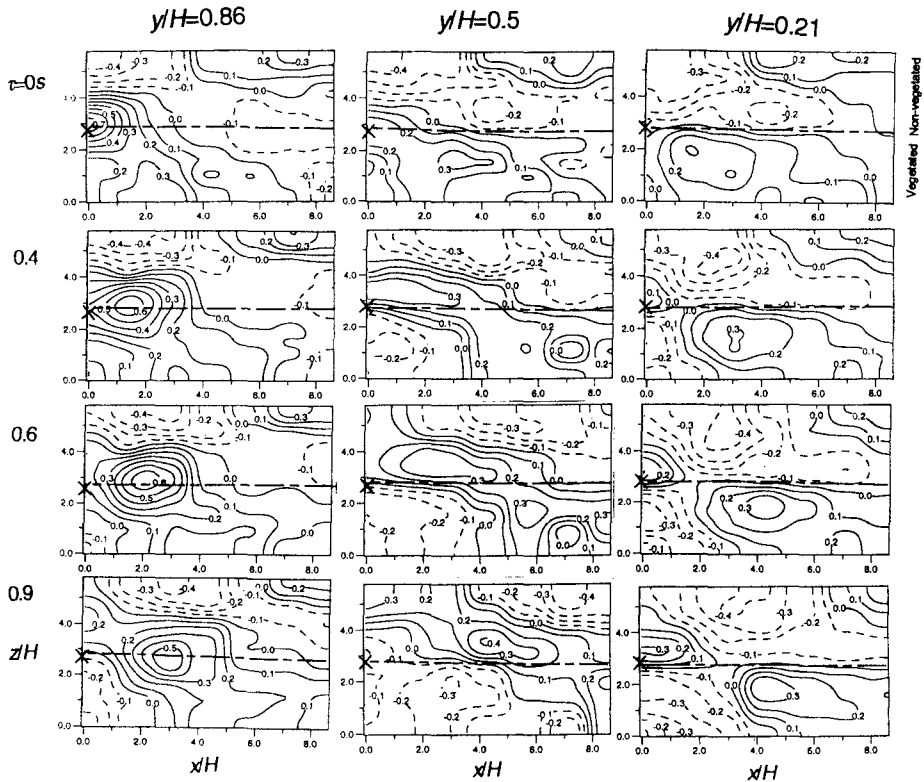


図2 時空間相関係数 C_{lat} の分布

れる偏平率 Γ を3つの固定点について遅れ時間に対して算出した結果を図3に示す。図から、いずれの遅れ時間においても非植生領域から植生領域に向かうにつれて偏平率が大きくなっている。固定点が境界部の場合には $0 < \tau(s) < 0.2$ において、また植生領域中央部では $0 < \tau(s) < 0.5$ において、等方性乱流の結果である $\Gamma = 0.5$ よりも偏平率が大きくなっている。この遅れ時間では境界部と植生領域中央部において乱れの非等方性により渦が流下方向よりも横断方向に広がっていく。とくに、植生領域中央部では遅れ時間が経過してもこの傾向が顕著に認められる。これより、植生領域では渦の形状が円形に近く組織的な渦であると推測される。これに対して、非植生領域中央部に固定点があるときには偏平率は遅れ時間とともにわずかに減少しているだけであり、非植生領域では渦が流下・横断方向に急激に変化せず流下方向に伸びた楕円形をしているのがわかる。

4. おわりに

本研究では大規模水平渦が明瞭に発生する植生開水路流れに対して、2台の高精度なレーザ流速計を用いた同時乱流計測結果から組織渦の時空間相関構造を解明した。今後、PTVを用いた時空間相関解析を併せて行ってゆきたい。

5. 参考文献

- 1) Nezu, I. and Nakagawa, H.: Turbulence in Open-Channel Flows, IAHR Monograph, Balkema, 1993.

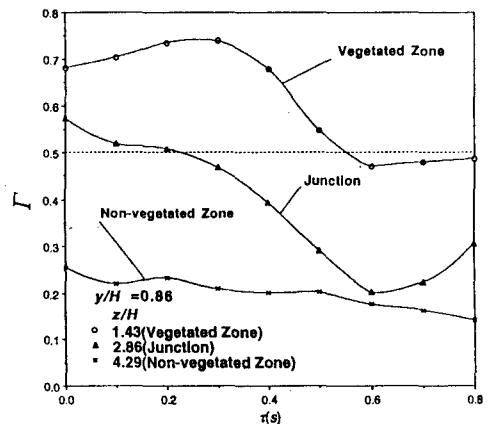


図3 偏平率 Γ の変化特性