

種々の植生配置条件における開水路流れの水面変動と流動機構

豊田工業高等専門学校 学生会員 ○斉藤 俊貴
豊田工業高等専門学校 正会員 田中 貴幸

1. 研究背景と目的

近年の河川整備においては生物の生息環境の創出を目的とした多自然川づくりが主流となりつつある。しかし、植生群落内が死水域となることによる水質悪化の懸念など、諸問題を考慮すると、主流部と流れの交換が促進されるような領域を設けることが望ましい。その中で、愛知県の新郷瀬川では河川整備に際し、環境水制工を用いて側岸凹部を形成し、流水の交換が促進される領域を創出している。しかし、それらの工法が河川の流れにどのように影響するかは未だ検討が不十分である¹⁾。

そこで本研究では、流下方向に不連続的植生群落を有する開水路流れにおいて、植生の配置パターンが河川の水面変動や乱流構造に与える影響について検討を行う。

2. 実験条件

全長 10m, 幅 40cm, 高さ 25cm からなる循環式可変勾配水路を用い、実験を行った。実験条件を表-1 に示す。植生帯のモデルにはプラスチック板に 6.10 ナイロンブリュウスルを貼り付けたものを使用した。また、図-1 に植生の配置パターンを示す。P1 は植生が並列に、P2 は千鳥状、P3 は片岸にのみ繁茂している状態を示している。水面変動の計測には超音波水位計を用い、

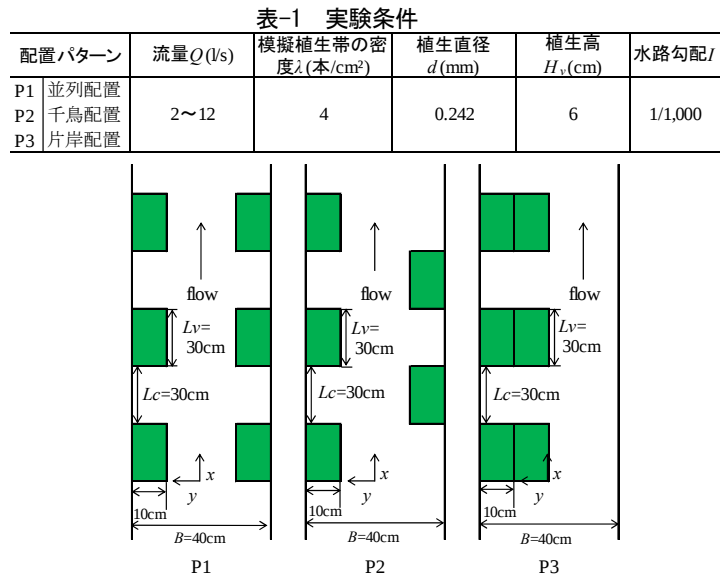


図-1 植生の配置パターン

流速は I 型電磁流速計を用いて点計測を行った。

超音波水位計と電磁流速計におけるデータのサンプリング周波数は 100Hz で、サンプリングデータ数は 4,096 とした。

3. 抵抗特性

図-2 に流量の変化に伴う水深変化を示す。いずれの配置パターンにおいても流量の増加とともにほぼ比例して水深も増大している様子が伺える。また、越流、非越流状態に関わらず、いずれの流量においても水深は千鳥配置である P2 が最も大きくなり、次に並列配置である P1、そして片岸配置である P3 が最も小さくなる結果となった。ここで、非越流状態における抵抗特性と流れ構造を解明するため、 $Q=4$ l/s に注目し、P1、P2 における流動機構を検討していく。

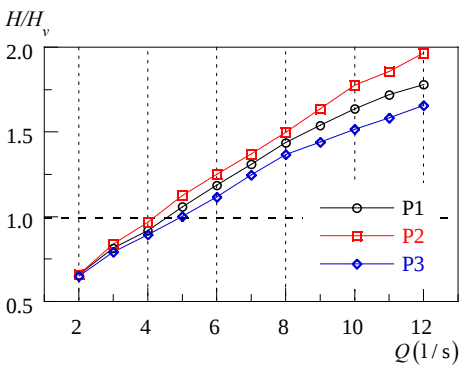


図-2 流量と水深の関係

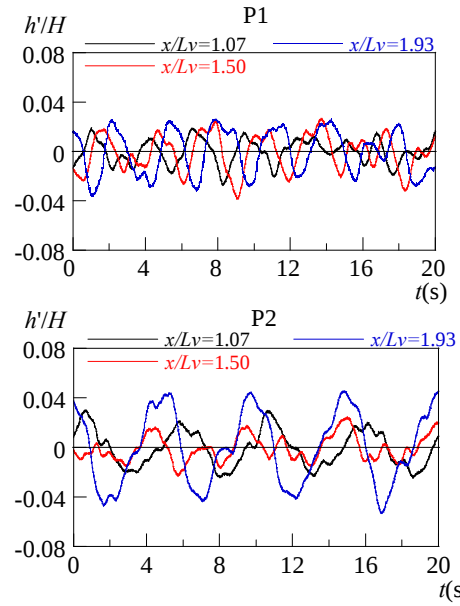


図-3 流下方向に計測した水面変動の時系列

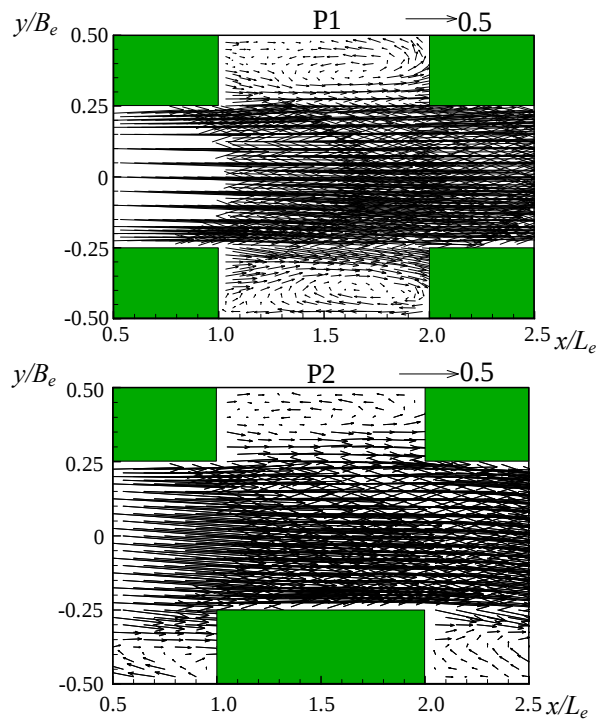


図-4 時間平均流速ベクトル分布

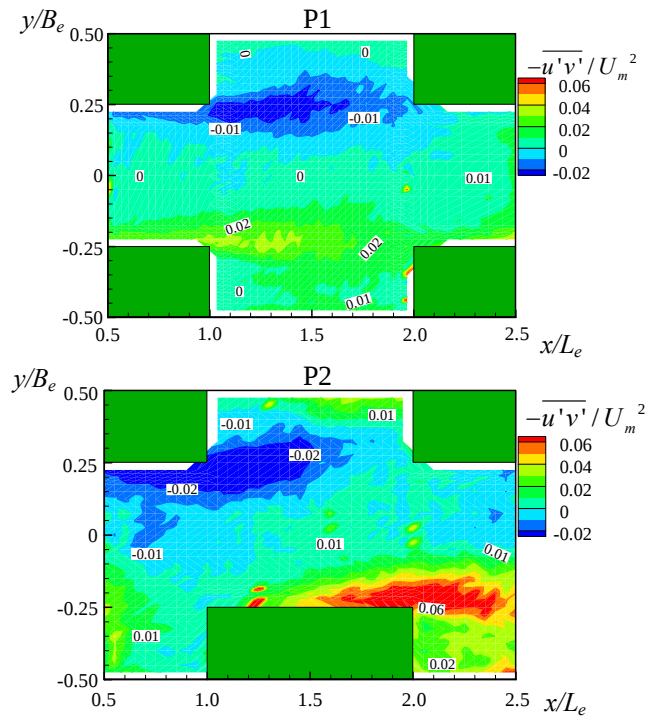


図-5 レイノルズ応力分布

4. 流動機構

(1) 水面変動特性

図-3 に、凹部内において流下方向に計測した水面変動の時系列を示す。計測位置は左岸側の凹部横断方向中央 $y/B=0.375$ において、流下方向に凹部上下流端から 2cm 離れた位置およびその中央位置の 3 点である。P1 では凹部上下流の計測点にて逆位相を示しており、P2 では凹部上下流の計測点で同位相と逆位相が繰り返されることが確認された。このことから、P1 では流下方向の振動が、P2 では流下方向以外の振動が発生することが伺える。

(2) 水平面における時間平均流速ベクトル

図-4 に $z/H=0.5$ における水平面の時間平均流速ベクトル分布を示す。P1 について見てみると、水路中央を境界にほぼ左右対称の流れが発生している様子が見てとれる。凹部内においては植生帯が流下方向に流れを許容するものの、循環流が形成されていることが確認できる。この現象は田中ら²⁾の片岸に不連続的植生群落を配置したケースでは見られないため、両岸に植生帯配置されたことにより流れが弱まり、植生帯の抵抗が大きくなったためだと考えられる。

P2 においても左右両岸の凹部内において循環流が発生している様子が見てとれる。また、主流部においても流れが蛇行する様子が見られることから、流れの抵抗が大きくなると考えられる。

(3) 水平面におけるレイノルズ応力分布

図-5 に水平面におけるレイノルズ応力の等値線を示す。レイノルズ応力は断面平均流速を用い無次元化している。P1、P2 のいずれも主流部と凹部、植生帯との境界付近にてレイノルズ応力が大きな値を示し、いずれも凹部上流付近にて極値を示している。P2 では P1 に比べレイノルズ応力の極値が大きな値を示すことが認められるため、横断方向の乱れが強く発生することが流れの抵抗を大きくした要因の一つだと考えられる。

5. おわりに

本研究では透過性の不連続的側岸凹部を有する開水路流れに関して、流れの抵抗特性や流動機構について確認した。それにより、植生帯の並列配置に比べ千鳥配置にて流れの抵抗が大きくなることを明らかにするとともに、その抵抗特性を流速ベクトルや乱れ特性により説明した。

【参考文献】

- 1) 禰津家久, 矢野勝士, 光成洋二: 浸透性を有するワンド流れ周辺の物質交換特性に関する可視化実験, 水工学論文集, 第 48 巻, pp.541-546, 2004.
- 2) 田中貴幸, 大本照憲: 透過性および不透透性の凹部流れにおける抵抗特性と流動機構, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.68, No.4, pp.I_805-I_810, 2012.