

様々な植生配置における越流状態の開水路流動機構

豊田工業高等専門学校 学生会員 ○志智 海斗
 豊田工業高等専門学校 正会員 田中 貴幸
 豊田工業高等専門学校 学生会員 青木 慶吾

1. 研究背景と目的

河道内における植生群落は生物の生息場所になるといったメリットがある一方で、流れの抵抗特性に大きな影響を与えるといったデメリットを有していることから、適切な植生管理を行う必要がある。その中で田中ら¹⁾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、非越流状態での植生配置の違いが開水路の流速分布や乱れ特性に与える影響について明らかにした。しかしながら、越流状態については飯田ら²⁾による、不連続的植生群落が千鳥状に配置された場合のみでの検討しかなされていない。そこで本研究では、越流状態における流下方向に様々な配置の不連続的植生群落を有する開水路流れの乱流構造について実験的に解析する。

2. 実験条件

全長 10m, 幅 $B=40\text{cm}$, 高さ 25cm からなる循環式可変勾配開水路を用い、実験を行った。実験条件を表-1 に、植生の配置パターンを図-1 に示す。植生帯の模

表-1 実験条件

配置パターン	流量 $Q(\text{l/s})$	模擬植生帯の密度 $\lambda(\text{本}/\text{cm}^2)$	植生直径 $d(\text{mm})$	植生高 $H_v(\text{cm})$	水路勾配 1
P1 P2 P3	8	4	0.242	6	1/1,000

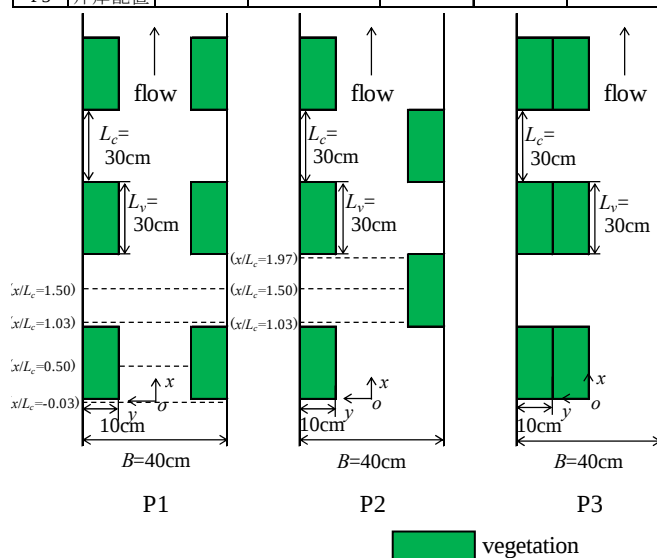


図-1 植生の配置パターン

型にはプラスチック板にナイロンブリュウスを貼り付けたものを使用した。流速の点計測にはI型の電磁流速計を用い、データのサンプリング周波数は 100Hz, サンプリングデータ数は 4100 とした。

図-2 に田中ら¹⁾の研究により明らかになった各植生配置における流れの抵抗特性を示す。いずれの流量においても P2 で最も抵抗が大きくなっている。P2 については、飯田ら²⁾の研究により、流動機構についての検討がなされた。そこで本研究では、次いで抵抗の大きかった P1 の流動機構について検討し、P2 との比較を行っていく。

3. 流動機構

(1) 横断面における流速分布

図-3 に P1 配置の $x/L_c=0.03, 0.50, 1.03$ における主流速の等値線を示す。いずれの断面においても、主流速の極大値が水路中央の $z/H_v=0.5$ 付近に発生している。これは、植生による二次流や植生の揺れの影響によるものと考えられる。また、 $x/L_c=0.50$ および 1.03 においては、主流速の極大値が水路中央の水面付近にも発生している。このため、越流状態においては植生の影響により鉛直方向において主流速は異なる分布を示すことが明らかになった。

(2) 横断面における運動量輸送量

主流部と植生帯、凹部との境界付近では横断方向の運動量輸送が活発となることが予測される。横断方向

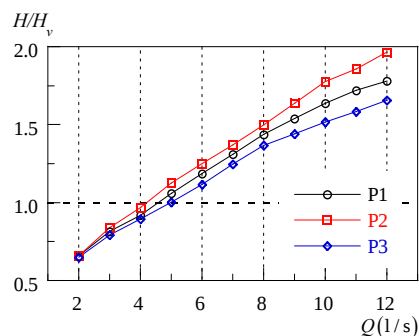


図-2 流量と水深の関係

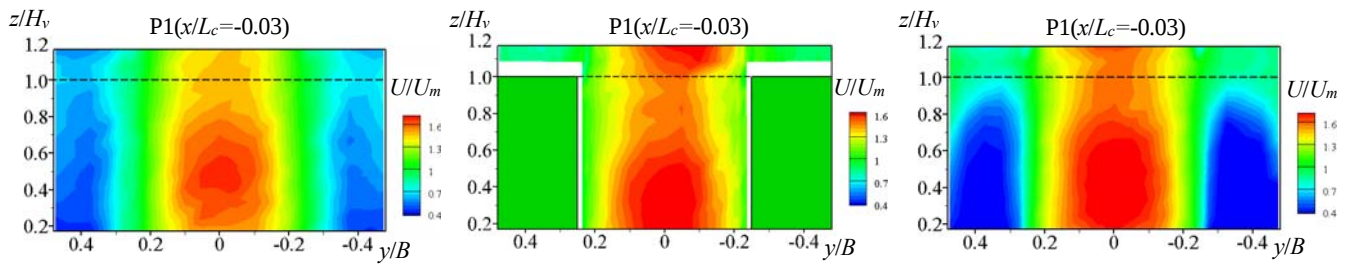


図-3 横断面における主流速分布

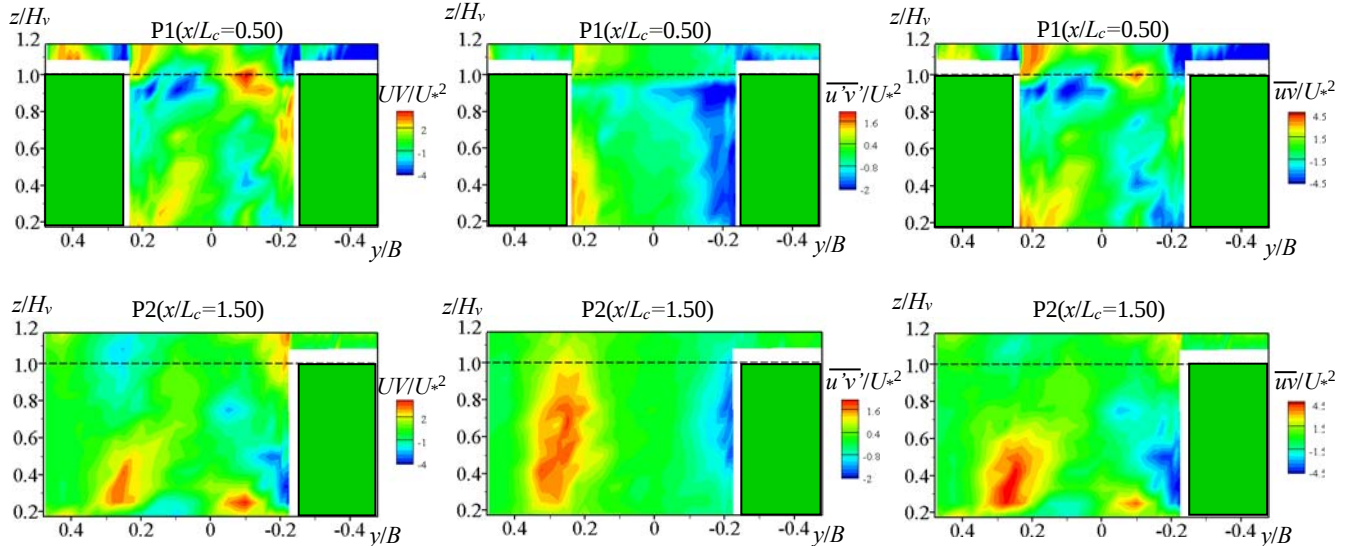


図-4 移流による運動輸送量分布

図-5 流速変動による運動輸送量分布

図-6 全運動輸送量分布

の運全動量輸送 $\overline{uv}$ を次式で与える.

$$\overline{uv} = \overline{(U+u')(V+v')} = UV + \overline{u'v'} \quad (1)$$

UV は移流, $\overline{u'v'}$ は流速変動による運動量輸送を示す.

ここでは, P1 の $x/L_c=0.50$ および P2 の $x/L_c=1.50$ 断面に注目して運動量輸送特性を把握する.

図-4 に移流による運動量輸送量の分布を示す. P1 では植生高さと同程度の位置において, 植生から主流部に運動量が向かう方向に運動量が大きな値を示している. また, 植生越流部においても運動量が横断方向に大きく輸送される様子が伺える. P2 では, 半水深以下の $z/h=0.3$ 付近において運動量輸送が活発に行われている. 植生帯境界付近では植生高さ付近で植生から離れる方向に, $z/h=0.3$ 付近にて植生に向かう方向に運動量が輸送されており, 二次流の影響が見て取れる.

図-5 に流速変動による運動量輸送量の分布を示す. いずれの断面においても $y/B=\pm 0.2$ 付近において植生帯および凹部に向かう方向に運動量輸送量が大きな値を示している. P1 では P2 に比べ, 植生高さ以上においても乱れが大きく発生している様子が確認できる.

図-6 に全運動量輸送量の分布を示す. いずれのパターンにおいても, 運動量輸送量分布は移流による運動量輸送量分布に類似していることが確認できる. そ

の極大値は P1, P2 とともに流速変動に比べ移流による運動量輸送量が卓越していることが認められる. これにより, 越流状態ではいずれの配置においても三次元性が強い流れ場となることが明らかになった.

4. おわりに

本研究では越流状態において, 流下方向に不連続的植生群落を有する開水路流れの乱流構造に関し, 並列配置, 千鳥配置に関して検討を行った. これにより, 越流状態では流速変動による運動量輸送に比べ, 移流による運動量輸送が卓越し, より三次元性の強い流れ場となることを明らかにした. 今後は片岸配置についても同様の検討を行っていく.

【参考文献】

- 1) 田中貴幸, 大本照憲, 斎藤俊貴: 流下方向に非植生域を有する種々の植生配置条件が開水路の乱流構造に与える影響, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 72, No. 4, pp. I_565-I_570, 2016.
- 2) 飯田真帆, 田中貴幸: 越流状態における植生群落を有する開水路流れの乱流構造解析, 平成 30 年度 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.137-138, 2019.