

II-122

蛇行型植生帯を有する複断面水路の流れ特性

芝浦工業大学 正会員 菅 和利
芝浦工業大学大学院 学生会員 大谷 武嗣

1. 研究目的

複断面形状河川において高水敷上に植生域を伴う流れでは、植生域の遅い流れと主流域の速い流れとの干渉により運動量の横断混合が活発になるという特徴がこれまでの研究で知られている。しかし、実際の河川では高水敷上の植生は様々な配置形態で分布し、植生の種類、密度も変化に富んでおり、その流れ場は非常に複雑になっている。そこで本研究では、樹木と縦断方向に周期的変化した密な植生帯とを配置した実験水路において、高水敷上植生域の流れが強制的に変化する場合の流れの特徴を把握することを目的とした。

2. 実験方法

実験では、長さ 10m、幅 0.6m、河床勾配 1/500 の可変勾配直線水路を使用し、水路片側に幅 0.3m、高さ 0.05m の高水敷を設置した。高水敷全面には樹木としてアクリル棒を樹木密度 $\alpha=0.02$ ($\alpha=d/L^2$) で格子状に配置し、中流部には密な植生帯としてプラスチックの絡み合った超多孔体(透過係数 $=40\text{cm/s}$) を周期的に変化させて配置した。計測断面は、水路中間部の 1 周期分を A、B、C、D、E の 5 断面に分け、蛇行植生帯を配置しない場合の C 断面を case I とし、蛇行植生帯を有する場合の各断面を case II-A~E とした。図-1 は、水路平面図と断面形状(B、D断面)および樹木の配置を示したものである。実験は、植生域・非植生域ともに固定床とし、流量 17.8 l/sec の定常流で行った。水深計測にはサーボ式水位計、流速計測には L 型電磁流速計の向きを変えて使用することで 3 成分計測し、データサンプリングについては各 20Hz で 40 秒間のデータを取得した。また、物質の交換・移動などの構造の概略を把握するためウォーターブルーと銀粉をトレーサーとして流れの可視化も行った。なお、実験結果の整理の際に用いた座標軸 x、y、z は図-1 に示す。

3. 実験結果と考察

<横断面内の流下方向流速分布>

図-2 は、case I と case II-B、D における流下方向の流速等値線図である。両 case での低水路内等値線は、高流速域が下層部で低水路と高水敷の接合部(以下境界)付近まで張り出しており、水面付近では低流速域が右岸側に延びている。これは低水路底面の低流速域が境界付近で上層部に輸送されること、および水面付近で生じる 2 次流によるものといえる。さらに case II の場合には 2 次流の発達が著しくなり、高流速域が case I よりも下層で広がっている。また、case II の植生帯内側では流れが貯留されて流速は 10cm/s 程度となっている。境界付近では大きな流速差が生じるために強いせん断力が働き、この部分で 2 次流が形成される。特に case II-B では境界付近の流速差は顕著であり、強い 2 次流が発生すると推測される。

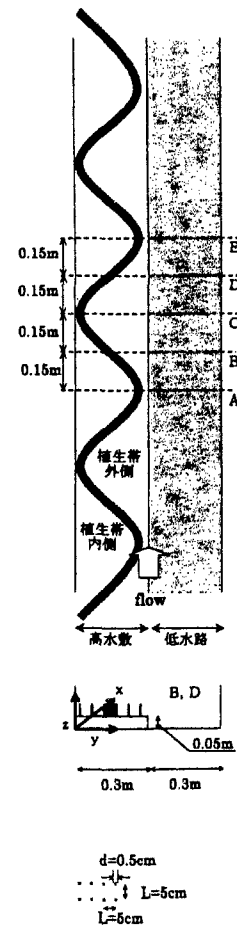


図-1 水路概要図

キーワード 蛇行型植生帯 複断面水路

〒108-0023 東京都港区 3-9-14 芝浦工業大学工学部土木工学科 TEL 03-5476-3055 FAX 03-5476-3166

<横断面の流速ベクトル図>

図-3は、各横断面内の流速ベクトル図である。case Iでは、高水敷上と低水路でそれぞれに2次流渦構造があり、高水敷先端部からは複断面水路特有の斜昇流が形成されている。case II-Bでは斜昇流および高水敷上に植生帯内側から外側に向かう流れがあり、更に境界左側に反時計周りの強い縦渦が確認できる。この縦渦については、全計測断面における境界上の水深6cm、7cm、8cmで流下方向の流速変動パワースペクトルを計算し、卓越した箇所の周波数を使用してStrouhal数を算出した結果、B断面のみが3水深ともに $S=0.12$ という一定値になった。これは、B断面における一定周期を持つ剥離渦の形成を示している。case II-Dにおいては斜昇流がほとんど見られず、低水路底面部から高水敷への流入が顕著に見られた。

また、流下方向での乱れ強度を各caseの全断面について測点ごとに計算した。その特徴として、低水路流体と高水敷流体との境界付近における相互干渉によって全断面で高水敷先端下部に乱れの大きい部分が存在する。case II-Bではこれに加え、境界上の剥離渦によるものと思われる乱れが確認できた。

<横断面水深図>

図-4は、case II-B、Dの高水敷上（0～35cm）での水深を示している。植生帯外側の2次流は、case II-Bでは植生帯→境界、case II-Dでは境界→植生帯に向かう流れが図-3に現れていた。図-4においては植生帯の左右で水位差が生じていることから、case II-Bでは植生帯内側に貯留されていた流体が流出し、case II-Dでは植生帯内側に流入していくと思われる。よって、植生帯両側での流体の輸送形態を把握できた。

<流れの可視化>

B断面付近では植生帯に沿ったトレーサの流入は見られず、下流に進むに従い徐々に植生帯外側へ流入しており、D断面では植生帯によって流れが止められトレーサが淀んでいた。また、境界付近での水平渦の発生も確認できた。

4. まとめ

本実験から密な蛇行型植生帯を高水敷上に有する場合、植生帯両側で運動量の交換が行われており、その影響から境界付近で高水敷と低水路との流れの干渉が一層活発になる箇所が存在する。また、発達した2次流により、低水路内の高流速域は境界付近下層にまで広がることがわかった。

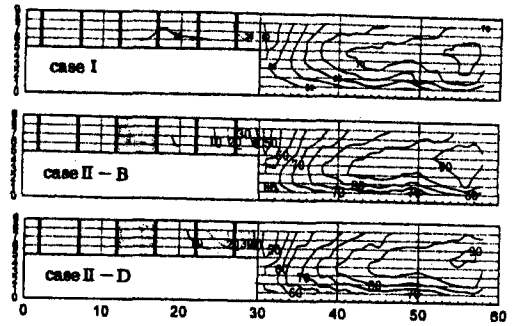


図-2 流下方向の流速等値線図

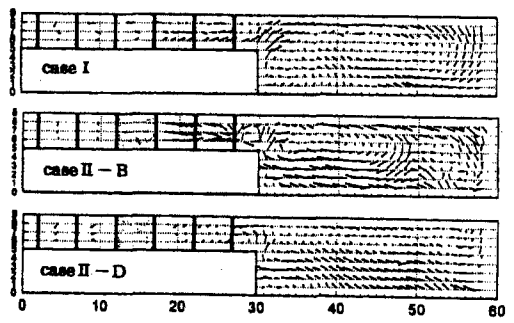


図-3 横断面の流速ベクトル図

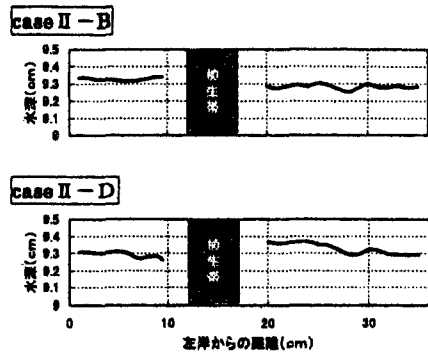


図-4 横断面水深図(高水敷)