

側岸に植生を持つ河道に関する実験的研究

栗田工業

東京理科大学大学院

東京理科大学理工学部土木工学科

志村 秀喜

学生員 望月 正典

フェロー会員 大西 外明

1. 研究の背景および目的

近年、河川環境の重要性が認識されるようになり、植生を持つ河道に関する研究が数多くなされている。しかし、水平渦が主流に及ぼす影響について考察したものはあまり見られない。そこで本研究では、実験水路に植生を持つ複断面開水路を再現していろいろな流況下において流況の特徴を捉え、水平渦の存在を確認して、その特徴を観測する。そしてその特徴を用いて植生境界での水の混合現象に与える効果について考察することを目的とする。

2. 実験概要

実験には、長さ 22m、幅 60cm、高さ 70cm で底面および側面はアクリル板製の可変勾配水路を使用した。長さ 3.6m、幅 20cm、高さ 5cm の木製の高水敷に直径 2mm の釘を樹木に見立てて千鳥状に配置し、その高さを 4cm とした。釘の間隔は、2cm、4cm、8cm とし、さらに釘のない高水敷だけの状態も測定した。また、植生区間の後ろに 90cm の植生のない区間を設けて、植生内の流れが直接模型の上流端の影響を受けないようにした。このような植生を持つ高水敷の模型を開水路の片側に設置し、通水して流れを観測した。流速の測定断面の位置は、高水敷の流れが平行状態になっている植生の上流端から 2m の位置とした。実験は、流量、植生間隔を変化させて計 20 ケース行った。

3. 実験結果および考察

（1）流下方向の流れに関する実験

植生域を持つ河道の流下方向の流速の水平分布を測定して流れ全般にわたる流況を観測した。また、植生域と主流域との境界における流速の鉛直分布を求めて、それをもとに乱れ強度やレイノルズ応力を算出し流速分布を考察した。

流下方向の流速の横断分布では、境界付近で速度勾配が顕著に変化し、植生間隔が密なほど流速差は大きくなった。また、境界における流下方向の流速の鉛直分布は、一般の開水路の流速分布（対数則分布）とは異なる形状を示した。具体的には、高水敷よりやや深い位置を境に速度勾配が正の値から負の値へと変化している。この流速分布をもとにレイノルズ応力を算出したところ、この範囲でレイノルズ応力も負の値を示した。また、乱れ強度の分布から、乱れは底面付近のほか高水敷付近の水深で卓越していることがわかった。

（2）横断方向の流れに関する実験

植生境界で発生する水平渦の存在を、ウォーターブルーによる可視化法により確認した上で、境界付近における主流に直交する横断方向の流速を一定時間測定して時間変化を観測した。そして、得られたデータに周波数解析を施し、卓越周期を求めた。また、境界付近で発生した渦の及ぶ範囲や特徴についても検討した。

キーワード：植生

連絡先：〒278-0022 千葉県野田市山崎 2641 0471-24-1501 内線 4055

水平渦は、植生域と主流域との流速差によって発生する。この渦に伴って境界付近では横断方向の流れが発生する。図1に横断方向の流速の時間変化を示す。境界付近でこの流れは周期的に変動していることがわかる。図2に流量と周期の関係を示す。この周期は流量が大きくなるにつれて小さくなることがわかる。つまり、主流の流速が大きいほど境界付近の水は短い周期で横断方向を移動していることがわかる。また、主流の流速が大きいほど境界での水の出入りが激しくなる傾向がある。なお、本実験では水平渦の振幅の大きさを求めるには至らなかった。

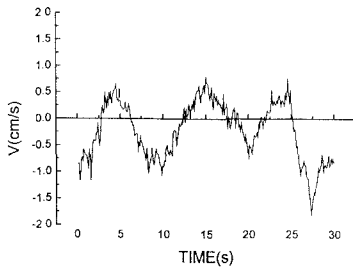


図1 横断方向の流速の時間変化

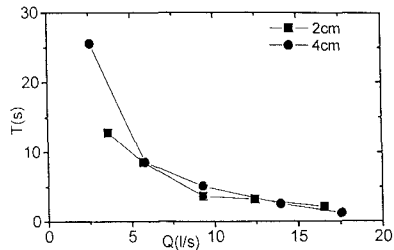


図2 流量と周期の関係

（3）混合に関する実験

前述の水平渦が境界での流速分布にどのような影響を与えるかを調べるために、横断方向の流速と流下方向の流速とを同時に測定して、条件付きサンプリングを行い、横断方向の流速の条件別に境界付近での流下方向の流速の鉛直分布を求めて、その違いについて考察した。

図3に U-in と U-out の鉛直分布を示す。U-in は植生域に水が入ってくる時刻の流下方向の平均流速、U-out は植生域から水が流れ出る時刻の流下方向の平均流速を示す。U-in と U-out は高水敷付近に限らずその分布全般にわたってそれぞれ異なる形状を示した。これは、周期渦の横断方向の影響が水深全般にわたっていることを表している。また、流速の分布形状は水平渦の周期によって位相が変化する三角関数的であることがわかった。図4に U-in、U-out の乱れ強度の分布を示す。U'-in と U'-out で分布形状は類似しているが、水路底付近と高水敷より高い位置で大きく値が異なっている。また、水平渦により生じる流れは、単純な水平方向ではなく三次元的であることがわかった。具体的には、主流域から植生域に流入するときには上昇する方向に、また植生域から流出するときには下降する方向に横断方向の流れが生じていた。

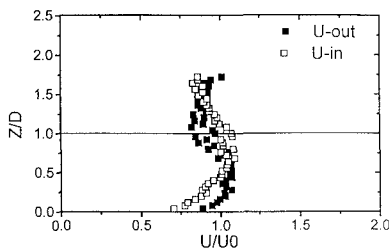


図3 U-in と U-out の鉛直分布

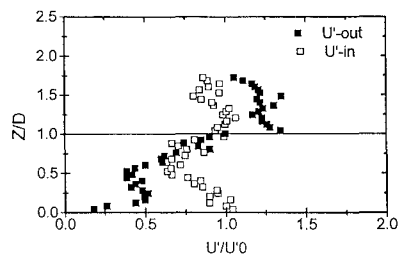


図4 U-in と U-out の乱れ強度

4. 結論

本研究では、植生を持つ河道を研究対象として選び、その植生域と主流域の境界に着目して、水理実験を行い水の混合現象の考察を試みた。その結果、境界付近に発生する渦は周期的かつ三次元的な構造を持っていて、水深方向全般に大きな影響を与えていることが明らかになった。