

水生植物群落の流れに与える抵抗特性

熊本大学自然科学研究科 学生会員 ○矢嶋 由紀
 熊本大学自然科学研究科助教授 正会員 大本 照憲
 熊本大学自然科学研究科 学生会員 岡本 隆之

1. はじめに

川の自然度を確保する上で必要不可欠なものに、植生群落がある。しかしながら、植生群落の流れ場に与える影響については、不明な点が数多くある。河道内に水生植物が繁茂した場合、この植生は流れに対して抵抗体として働く。しかし、植生帯が河道中央部に存在する場合、流れによる植生帯の遙動、水面変動及び流速変動の相互作用系については十分に検討されていない。本研究では流れによって柔軟に揺動する模擬植生を水路中央に設置し、植生帯を横断する流れがある場合とその流れを遮断した場合の二者を比較し、植生帯を横断する流れが植生帯の遙動や運動量輸送に与える影響を検討する事で、遙動する植生帯の流れへの抵抗特性について考察した。

2. 実験装置及び実験方法

実験は長さ 10m、幅 40cm のアクリル樹脂からなる循環式可変勾配水路を用いて行った。植生帯のモデルには 5cm × 300cm × 0.3cm プラスチック板に葦を対象とした 6.10 ナイロンブリュスル(直径 0.242m、曲げ剛性 EI=0.921 N/m²) を 0.5cm 間隔で貼り付け、hv = 5.5cm の高さにしたものを模擬植生帯とした。模擬植生帯の設置位置は水路中央である。なお計測点及び計測断面の座標系は、水路上流端から 6.3m の水路中央(植生帯中央)に原点をと、流下方向に x 軸、横断方向に y 軸、鉛直方向に z 軸を取る。

植生帯高さを越流(水深 h = 5.5cm)及び非越流(水深 h = 8.5cm)それぞれにおいて、植生帯を横断方向に透過する流れ場と、植生帯左側にアクリル版を設置し透過を遮断した流れ場の計 4 ケースにおいて実験を行い、検討した。水路概要を図-1、

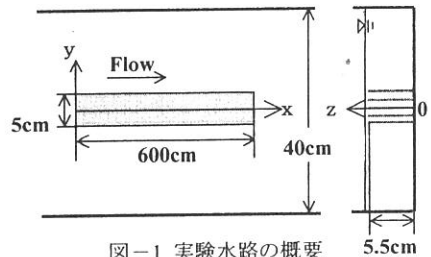


図-1 実験水路の概要

表-1 実験条件

	水深 h(cm)	流量 Q(l/s)	断面平均流速 Um(cm/s)	遮断板の有無	Fr 数
A1	5.5	4.85	22.05	なし	0.3
A2				あり	
B1	8.5	9.31	27.38	なし	
B2				あり	

水路勾配 $I=1/1000$ 植生帯高さ $hv(\text{cm})=5.5$
 植生材料 ナイロン糸 植生直径 $d(\text{mm})=0.242$

実験条件を表-1に示す。

3. 主流速変動量及び水位変動量の相互相関

水面変動と流速の相互性に着目し、L型電磁流速計を用いて主流速と水位変動の同時計測を行った。速度変動と水位変動相関係数を図-2 に示す。計測点は植生帯近傍 ($y/B = -0.075$) で、電磁流速計の位置が底面付近 ($z/hv = 0.09$) と水面付近 ($z/hv = 0.9$) にある場合の 2 点である。

全体的に越流である B1、B2 よりも水面変動が顕著で非越流である A1、A2 で相互相関係数が大きく、流速変動が水面変動の影響を受けていることをよく示している。いずれの水深の流速とも水面変動量が大きい A1 での相関性の高さが顕著である。一方、植生帯左側に遮断板を設置し、植生帯を透過する流れを遮った A2 では、A1 と同じ水深であるにも関わらず、不安定で相関性が低くなっている。A1 と比較して約 30% 程しか示していない。また不安定な A2 に比べて水位の高い B1、B2 では相関性は安定しておりわずかに値も大きい。B1 に比べて B2 はどちらの水深も低い値を示しているものの、その値に A1、A2 程の変化はない。遮断板がなく植生帯中を流れが透過している状態の方が、水位変動量と主流速変動により強い周期性があることが示された。

4. レイノルズ応力

PIV (Particle-Image-Velocimetry) を用いて $z/hv = 0.09$ における植生帯近傍の水平面の主流速及び横断方向流速を計測した。計測範囲は 15cm × 15cm である。乱れエネルギーの発生に最も寄与しているレイノルズ応力について検討する。図-3 に断面平均流速 U_m^2 で無次元化したレイノルズ応力分布 $-u'v'/U_m^2 \times 10^2$ を示す。流下方向には大きな変化はなく、どのケースにおいても、植生帯近傍では負の値をとっており、運動量が非植生領域から植生

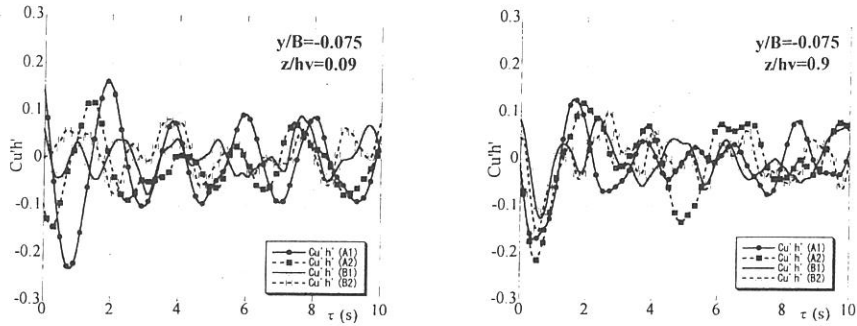


図-2 主流速変動及び水位変動の相互相関

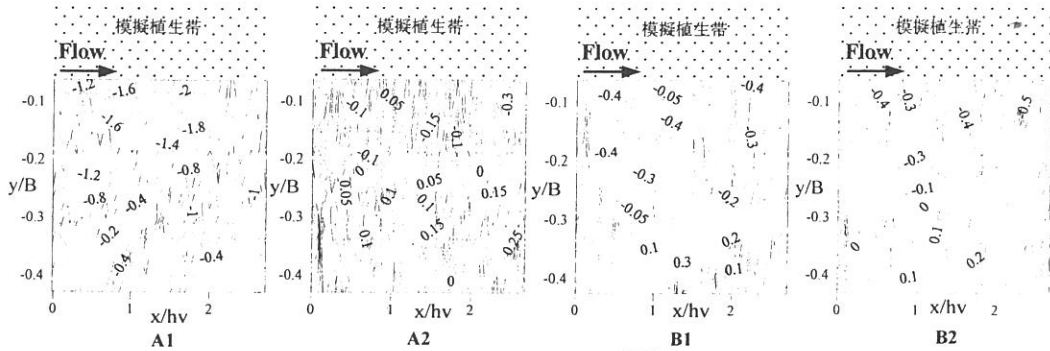


図-3 レイノルズ応力分布 $-\overline{u'v'}/U_m^2 \times 10^2$

帯中へ運び込まれていることが分かる。それぞれの値を横断方向に見てみると植生帯付近においてレイノルズ応力の絶対値は最も大きくなっている。遮断板のない A1 及び B1 においては $y/B = -0.4$ 付近で比較するとちょうど 4 倍程の値をとるなど、遮断板による値の変化が著しくあらわれている。

流れが植生帯上を越流しない A1 と A2 を比較してみると、A1 では計測の全域で負の値を示しているに対し、A2 では、 $y/B = -0.22$ 付近から非植生領域に向かって正の値をとり、また $y/B = -0.4$ で 0 となり、負の値が顕れている。また、流れが植生帯上を越流する B1 と B2 では、周期変動と同様に A1 ほどの大きな差は見られない。B2 においてわずかにレイノルズ応力の横断方向の空間勾配が小さくはなっているものの A1 に比べて水面変動量が大きくない B1 では、わずかにレイノルズ応力の横断方向の変化勾配が小さくはなっているものの、遮断板が存在しても大きな変化を示さない。

5. おわりに

本論文では、植生帯中を透過する流れの有無による周期変動の違いから、流速変動模擬植生の揺動が与えられる流れ場の乱流構造の特性について実験により検討した。遮断板が存在することによってその水面変動が抑えられたとき、植生帯両側の水面変動と流速変動の相互相関も抑えられ、乱れエネルギーを減少させていることから、植生帯を挟む流れ場の両側の干渉する水面変動がある場合、流速変動と相関して乱れエネルギーを増大させていることが示された。遮断板を設置することで、植生帯を挟む両側の水面変動の相関が遮られ、植生帯を片岸及び中央に設置する際に生じるアスペクト比の変化なく物理量を示すことが出来た。

【参考文献】

- 福岡捷二・渡辺明英・津森貴行：樹木郡を有する開水路における平面せん断流の構造をその解析，土木学論文集，No.491/II -27,pp41-50,1994.2
 大本照憲・福井洋幸・林 俊一郎：水生植物を伴う流れの三次元構造について，水工学論文集，第 42 巻，pp427-432,1998