

植生帯を有する開水路流れの一特性

長崎大学工学部 学 ○村井 明寛

同 上 富士岡貴之

同 上 正 薦田 廣章

1. まえがき

河川は治水・利水を主な目的としている。そのため、工事の際は流れの障害物となる樹木や植生等は取り除かれる傾向にあった。しかし、近年になって、河川の役割に治水・利水に加えて親水機能が求められるようになったことや、自然環境の保護などの面から、河川に樹木・植生が残されるようになった。それに伴って、植生が流れに及ぼす影響を明かにする数多くの研究がなされてきた。

今回われわれは、円柱の竹ひごと角柱のゴムを用い、剛性とたわみ性の2種類の模擬植生を作製し、種々の水理条件のもとで完全水没させ、各点での流速を計測した。そして、植生が流れに及ぼす影響および剛性とたわみ性植生の流れの差異などを比較検討したので報告する。

2. 実験装置および模擬植生

実験に使用した水路は、長さ 5.5m、高さ 0.6m、幅 0.3m のほぼ水平に固定された開水路である。この水路の下流端にはゲートがあり、このゲートを上下させることにより、水面勾配を変化させることができる。この開水路に長さ 0.9m、幅 0.3m の植生板を設置した。植生板には、模擬植生が 2.0cm の間隔で千鳥格子状に配置されている。模擬植生は剛性とたわみ性の2種類を用意した。剛性植生は、直径 1.8mm の円柱の竹ひごで作製した。たわみ性植生は、剛性植生の上に、断面 15mm×15mm、長さ 2.0cm のゴムを瞬間接着材で接着したものを使用した。いずれの模擬植生も高さは 5.0cm である。

たわみ性植生は、流れがない時にはほとんど直立し、水流に当たると上部のゴムの部分がたわむようになっている。模式図を図-1に示す。予備実験として、たわみ角 θ とゴム接着部の付近の主流速を測定した。本実験の水理条件下では、たわみ角 θ の正接と速度勾配との間には比例関係がある。これを図-2に示す。

3. 実験方法

実験は植生を完全に水没させて行った。主な水理条件を表-1に示す。まず流速を2次元レーザードップラー流速計を用いて計測した。測定断面は、植生帯中央部C点、C点よりそれぞれ 0.3m、0.6m 上流のB、A点、また、それぞれ 0.3m、0.6m 下流のD、E点の計5点である。B、C、D点は植生帯内、A、Eの2点は植生帯外に位置する。各計測断面では、鉛直方向に 5mm ごとに 1,000 個の水平および鉛直方向の速度成分を測定した。その際、流下方向および横断方向は格子間の1/4の距離の点を選んだ。得られた流速成分はフロッピーディスクに書き込み、各方向の平均流速、乱れ速度およびレイノルズ応力を計算した。これを各計測点について3から5回繰り返した。

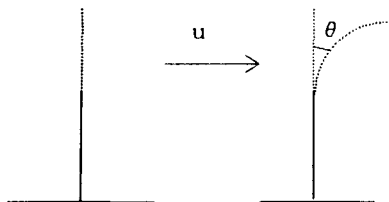


図-1 たわみ性植生

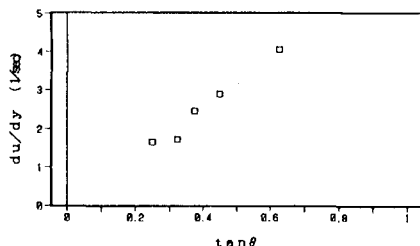


図-2 たわみ角と速度勾配との関係

表-1 水理条件

CASE	Q (cm ³ /s)	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	T (°C)	植生の種類
1	7200	10.10	8.60	15.0	剛性
2	3600	7.55	6.75	14.5	剛性
3	6900	9.95	8.55	14.0	たわみ性
4	3300	7.40	6.65	14.0	たわみ性

Q : 流量

H₁ : 植生上流の水深H₂ : 植生下流の水深

T : 水温

4. 実験結果および考察

一例として、CASE 3の植生帯内部のB、CおよびD点における流下方向の平均流速分布を図-3に示す。ただし、横軸は各点の平均流速成分 u を植生帯上流端の断面平均流速 u_m で無次元化したものであり、また縦軸は水路床から計測点までの距離 y を計測断面水深 h で無次元化したものである。この図からたわみ性植生を伴う開水路流れの遷移状況を知ることができる。

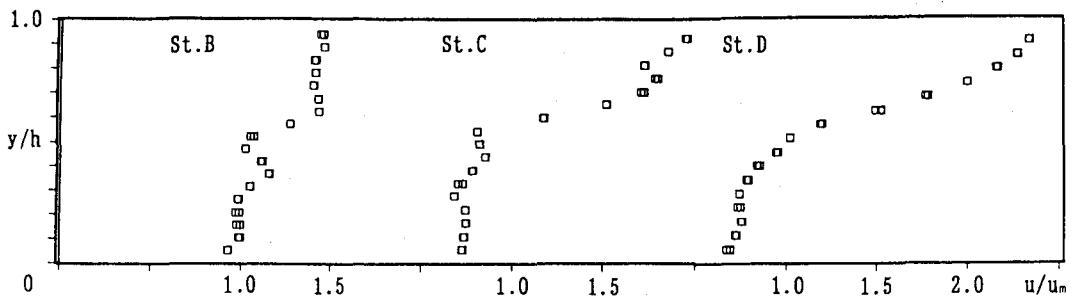


図-3 流下方向の平均流速成分 (CASE 3)

つぎに、各植生流れの特徴について述べる。

剛性植生：植生帯内部の水平流速分布は、いずれのケースにおいても各計測断面ではそれほど大きな変化は見られなかった。しかし、植生境界面における速度勾配は流量が大きくなるに従い、また、同じ流量では流下するにつれて大きくなる。水平方向の乱れ速度は植生境界面付近で最も大きな値となる。また、下流に行くに従って大きくなる傾向がある。これは、いずれのケースにおいても同様な傾向となった。

たわみ性植生：水平流速分布は剛性植生とほぼ同様の結果が得られたが、たわむゴムの部分に若干の差異が見られた。すなわち、水路床より3～5 cmの間は計測した平均流速にかなりのばらつきがあった。それも、植生帯内部のBおよびC点では特に目立った。これは、先端のゴムの振動が影響しているものと思われる。平均的なたわみ角は下流に行くに従い大きくなる。また、振動周期も下流に行くに従い大きくなる傾向がある。乱れ速度も剛性植生よりも2～3割大きくなる。鉛直下向きの流速成分はたわんでいるゴム付近で他の部分より小さくなる傾向にある。この傾向は、流下するに従い目立たなくなっている。これは、剛性植生には見られなかった特徴である。

5. おわりに

本実験では、たわみ性植生のたわみ部分が短いため表-1の水理条件のもとでは明確な差異はあまり認められなかった。しかし、たわみ性部分で大きく振動していることが観察されたことより、流れの状況は大きく異なるものと考えられる。