

東北大学大学院 学生員○中村匡宏
東北大学工学部 正 員 山路弘人
東京工業大学 正 員 石川忠晴

1. はじめに

河道を自然のままに放置すると、そこに数多くの植生が繁茂する。そのなかでヤナギ類をはじめとする灌木は、河道の疎通能力を低下させたり、逆に土砂を沈積させ河岸を安定化する作用をもっている。ヤナギ類のこのような水理特性を理解する上で、流水抵抗特性を知ることが基本的に重要である。高橋・石川ら¹⁾はすでにカワヤナギの流水抵抗特性に関する実物実験をおこなっており、以下のような結論を得た。

- ①. 流水抵抗力の大部分は葉でうけている。
 - ②. 葉一枚にかかる抵抗力は層流境界層の抵抗則と同様に流速の1.5乗に比例している。
 - ③. しかし、その抗力係数は、葉を平板とみなした場合に比べて大きい。この抗力係数の違いは、葉の形状及び葉脈によって、葉のまわりの層流境界層が普通の境界層と異なることによると推定される。
- そこで、本研究では、カワヤナギの葉の模型を用いて、葉の上の境界層の特性を調べた。

2. 実験方法

カワヤナギの葉の形状及び葉脈を計測し、平均的な寸法を決めた。ところがその寸法は非常に小さく、境界層を調べるのは困難である。そこで、平均的な寸法の3倍の拡大模型を作成し、流速を小さくすることによって、レイノルズ数を大きく変えずに境界層を厚くして観測しやすくした。また模型の材料には葉の形状に切断した0.5mm厚のアルミ板を用い、その上に細い木の棒を葉脈のように取り付けた。模型は、葉の先端が下流になるように水路に配置し、以下の方法で測定を行なった。

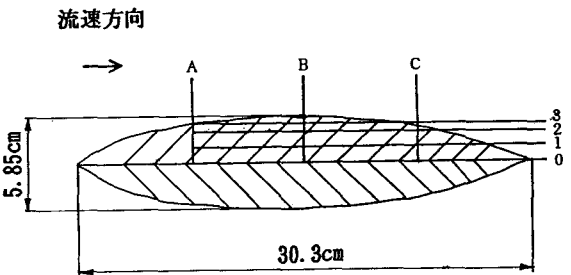


図-1 測点

- ①. 水素気泡法を用いて、葉のまわりの流況を写真撮影し、把握する。
図-1に示すようにA、B、Cの3か所において、それぞれ葉の表面から2、4、6mmの高さに水平に白金線を配置し、水素気泡を流す。
- ②. 1次元レーザー流速計を用いて、葉のまわりの流れの流速変動及び流速分布を調べる。
レーザーは0.02秒間隔で30秒間測定を行う。(サンプル数=1500) 測点は、A、B、Cのそれぞれ、葉の中心軸から0、1、2cmの所とした。(図-1参照)

また、実験条件は次の通りである。

流量： $Q=4.8(1/s)$ 幅： $B=45(cm)$ 水深： $h=20(cm)$

なお、境界層外の流速は約7(cm/s)であった。

3. 結果

①. 水素気泡による観測

葉の両端付近の流れはかなり変動しており、葉の表面上の流れにも変動が見られた。写真1～3に、A測線の高さ2mmにおける水素気泡の写真を示す。白い縞が水素気泡であるが、写真-1の時には気泡が葉脈に沿って外側に流れ、端付近で上昇していく様子が見られた。また、写真-2、3の時には気泡が葉



写真-1

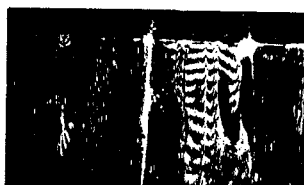


写真-2

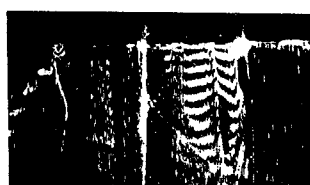


写真-3

脈を乗り越えて、やや内側に上昇しながら流れていく様子が見られた。このように葉の上の流れは横方向に変動しており、この変動は上の主流に引きずられた真っ直ぐな流れと、葉脈に沿った斜めの流れが干渉しているために生ずると考えられる。その周期は、完全に一定ではないが、連続撮影を行って調べたところ概ね2秒～4秒の間であった。

②. レーザ-流速計による測定

図-2は測点B-2の高さ4mmにおける流速の時系列であるが、不規則な変動の中に2～3秒の周期的な変動があることがわかる。これは水素気泡の実験で見られた横方向の変動に対応するものである。これに対し、図-3は図-2と同じ測点で葉脈を取り外した模型を用いた場合の流速変動であるが、2～3秒の周期的な変動は見られない。したがって、この変動は葉脈による影響であることがわかる。また図-4はA-0地点の流速分布であるが、葉脈がない模型では対数分布的になるのに対し、葉脈がある模型では不規則な分布となっており、葉脈の影響により流れが乱れていることがわかる。特に、高さ3mm付近の流速が大きくなる点が特徴的である。

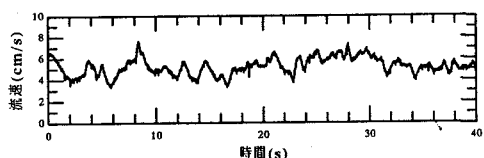


図-2 流速変動(葉脈あり)

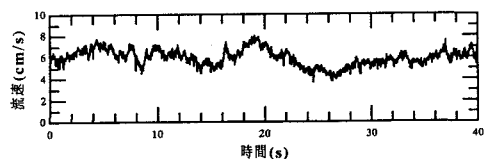


図-3 流速変動(葉脈なし)

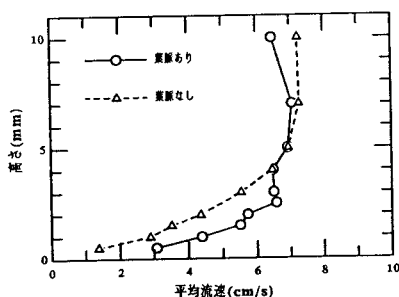


図-4 流速分布

4. まとめ

以上の結果から、以下のように推測される。

- ①. カワヤナギの葉の上の境界層の流れは、葉脈の影響で横方向に変動している。
- ②. このことは、カワヤナギの流水抵抗が、通常の平板境界層の抵抗よりも大きくなるひとつの原因と考えられる。

なお、本研究は、文部省科学研究費 総合研究A(代表:池田駿介)の助成を受けている。

【参考文献】1)高橋・石川:河道内灌木の流水抵抗特性に関する考察,平成3年度土木学会東北支部技術研究発表会概要集