

植生帯を有する開水路の流速分布特性

長崎大学工学部

学生員 ○安保 暢之

同 上

学生員 森元 賢哉

同 上

正 員 薦田 廣章

1. はじめに

近年、河川の治水・利水事業を行う場合、植生を用いて親水機能をもたせることが多い。さらに、植生は景観上好ましいだけでなく、河床や河川敷きなどに活用することにより、河川はこれらのはたらきによる自浄能力を発揮できる。しかし、その一方で植生による抵抗が増加し、増水時の障害となる一面も有している。したがって、植生が流れに及ぼす影響を明らかにする必要がある。そこで、開水路に植生モデル板を設置し、LDVを用いて流速分布を測定した。さらに、運動方程式をもとに誘導された理論式から水平方向流速成分 u を算定し、実験値との比較を行ったのでここに報告する。

2. 植生域および主流域における平均流速分布

植生域上端を座標原点、 x 軸を流下方向、 y 軸を鉛直上方にとり、植生の高さを h とする(図-1)。したがって、自由表面は $y=H$ 、一方、水路床は $y=-h$ となる。植生域および主流域での平均流速分布は染料(フルオレッセンナトリウムおよびウォーターブルーなど)による可視化や実測により顕著に異なることが分かる。したがって、植生帯内部では、混合距離は一定($\ell_0 = \kappa(h-d)$)、また、外部では混合距離を y の1次関数($\ell = \ell_0 + \kappa y$)と仮定してそれぞれ個々に平均流速を求める。しかし、植生境界面($y=0$)では、流速は連続的に変化することおよびその勾配も一致することより、それぞれの領域における平均流速に関して次の2式が導かれる。

$$u = \frac{u_*}{\kappa b(h-d)} \exp(b y)$$

(1)

$$u = \frac{u_*}{\kappa} \ln \frac{(y+h-d)}{h-d} + \frac{u_*}{\kappa b(h-d)}$$

(2)

$$b = \left(\frac{a C_D}{4 l_0^2} \right)^{1/3}$$

ここに、 u_* は植生境界面のせん断応力を用いて求められる摩擦速度、 κ はカルマン定数、 d は見かけ上の河床面、 a は単位体積に含まれる植生の投影面積および C_D は抵抗係数である。

表-1 実験条件

CASE	Q (ℓ/s)	S	H (cm)
CASE 1	6.081	1/1100	5.7
CASE 2	6.691	1/1770	8.0
CASE 3	11.029	1/625	7.7
CASE 4	12.879	1/1500	10.8

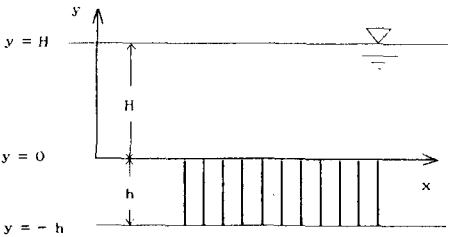


図-1 流れの模式図

3. 実験装置

実験に使用した水路は循環水路系となっており、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。この水路の下端にはゲートが設置されており、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。この開水路の中央部に、長さ 1.0m、幅 0.3m の植生板を設置した。この植生板上に、高さ 4.7cm、直径 2mm の模擬植生を 2.0cm の間隔で千鳥格子状に配置した。なお植生板および模擬植生は塩化ビニール製の剛なものとした。

4. 実験方法

実験は植生を完全に水没させて行った。主な実験条件を表-1に示す。まず、上流端のバルブを開き、流量が一定になったことを確認した後、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。なお、測定断面は、植生帯中央部よりやや下流側に固定し、測定点は境界部分を密に選点した。また、流量は下流端の三角堰の越流水深より求めた。

5. 結果および考察

式(1)および式(2)中の摩擦速度 u_* は、実験により得られた流速分布から求め、各ケースにおける理論式を決定した。理論式と実験値を比較した結果を図-2に示す。いずれのケースにおいても、植生域では底面付近でやや異なるものの、実験値は理論値に比較的一致しているのが分かる。一方、主流域では水面付近で実験値と理論値が一致していない。これは、自由表面におけるせん断力および壁面の影響によるものであると考えられる。また、速度勾配は植生領域では小さいが、主流域では著しく大きくなっていることも分かる。

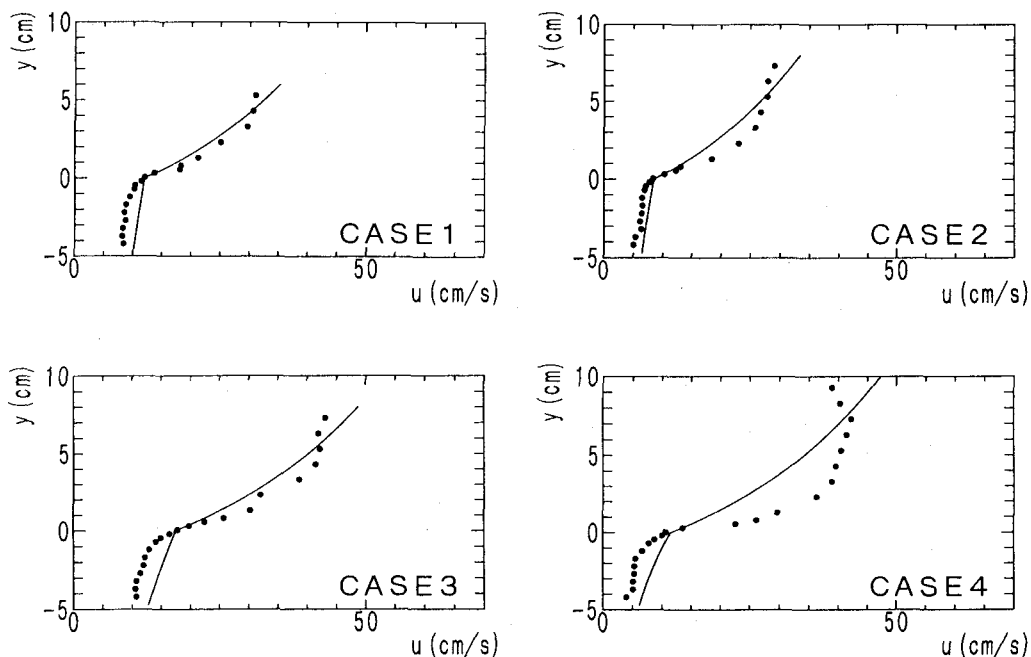


図-2 各ケースにおける理論値と実験値の比較

<参考文献>：金沢・池田：「植生の存在する流れ場の流速分布について」，土木学会第48回年次学術講演会，pp.718-719,1993