

(II-108) 開水路中に設置された模型植生群の水利特性

防衛大学校 学生会員 坂口 誠 正会員 林 建二郎
正会員 藤間 功司 正会員 重村 利幸

1. はじめに

河川の生態系保全や親水性を図ることを目的として、河道内に生育する植生（河川植生）を積極的に利用する多自然（環境保全）型の河川整備が重要となってきた。しかし、河川植生が洪水時の流水抵抗や河床安定に与える影響については、十分に検討する必要がある。本研究は、河川植生の流水特性および対流特性を明らかにすることを目的として、前回¹⁾と同様に開水路床に設置された模型植生群の抵抗特性と水利特性を調べたものである。

2. 実験装置および実験方法

実験には、長さ $L=16\text{m}$ 、幅 $B=0.5\text{m}$ 、高さ $H=0.5\text{m}$ の両面ガラス張りの可変勾配開水路を使用した。ビニール製の模型植生（商品名：ヘアグラス）一株ずつを、ベニヤ板上に設置した。図-1に示すように鉛直に設置した。図-2に示すように千鳥配置された植生一株の間隔は、流れ方向に 5cm 、横断方向に 5cm である。模型植生一株は径約 1mm のビニール線（比重 0.825 ） 50 本で構成され、静水での高さは $P_0=\text{約 } 18\text{cm}$ （図-3 参照）である。植生群（長さ 100cm 、幅 50cm 、高さ $=18\text{cm}$ ）の間隙率は $\lambda=\text{約 } 0.98$ である。

実験は水平床（水路勾配 $i_0=0$ ）で行い、流量は、 $Q=0.045\text{m}^3/\text{s}$ の一種類である。限界水深は $h_c=0.094\text{m}$ である。水路下流端に設けた全幅堰の各堰高（ $s=0\sim 18\text{cm}$ ）における植生群上の水位と、開水路中央位置における模型植生一株に作用する流れ方向の流体力 F_x （抗力）と、鉛直方向の流体力 F_y （揚力）の流下方向変化を計測した。 F_x 、 F_y の計測には小型 2 分力計を用いた（図-3 参照）。植生群まわりの流速計測にはレーザー Doppler 流速計を、植生群内の流速計測にはピトー管を用いた。

3. 結果および考察

植生群上の水面形（水深 h_x ）を、植生群上流端より上流側 $x=-10\text{cm}$ の位置における水深 h_a をパラメータとして図-4に示す。植生一株に作用する流体力 F_x （抗力）の時間平均値 $F_{x\text{mean}}$ の流下方向 x に対する変化特性を、同じく h_a をパラメータとして図-5に示す。

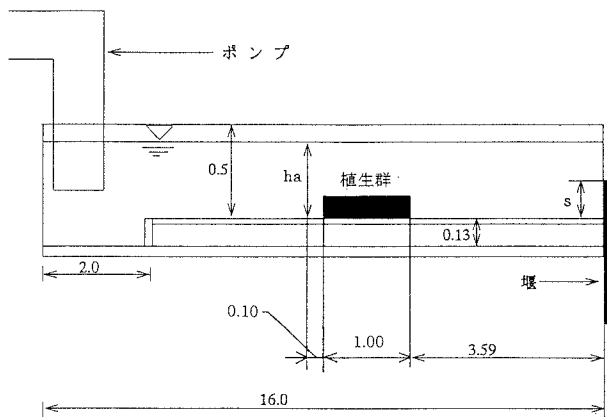


図-1 実験装置の概要 Unit:m

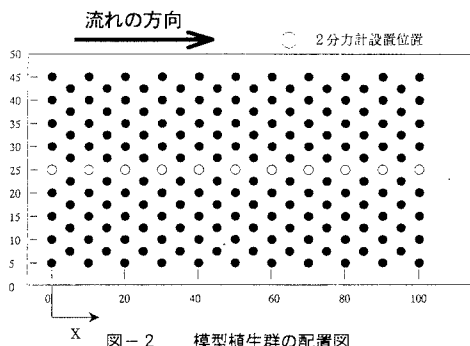


図-2 模型植生群の配置図

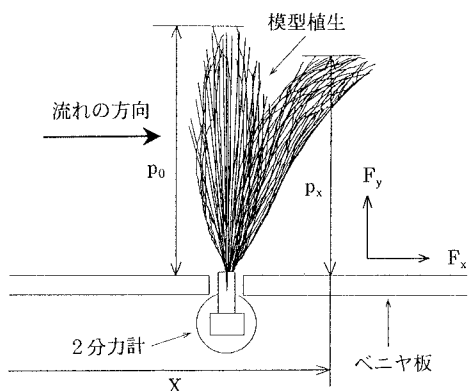


図-3 模型植生と 2 分力計

キーワード：植生の流体力、開水路流れ、マンニングの粗度係数、せん断力、流速分布

連絡先 〒239-86 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 Tel 0468-41-3810 Fax 0468-44-5913

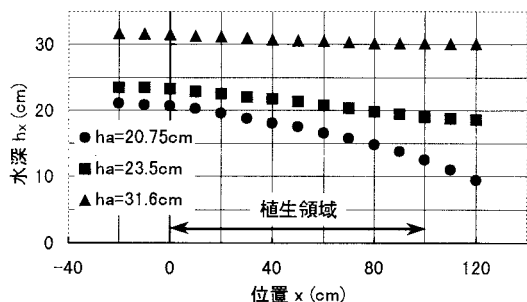


図-4 植生群上の水面形

上流水深が $h_a = 23.5$ cm である場合の植群上流端より上流 $X = -10$ cm、および下流 $X = 48$ cm と $X = 117$ cm の位置における水平方向流速 u の水深方向分布を図-6に示す。 $x = 48$ cm の場合、植生群内では流速が急激に減少する結果、植生と表面流との境界付近では大きな速度勾配をもつせん断流領域が存在している。

$x = 50$ cm の位置における単位床面当たりの植生に作用する流体力 dF_x を、同位置の植生一株に作用する実測値 F_x より算出した。一方、同位置の植生部に働くせん断力 τ は次式で評価できる。

$$\tau = \rho g \left(\frac{A_1}{S_1} \right) I_e \quad (1)$$

式中、 I_e はエネルギー勾配、 A_1 および S_1 は植生底面部のマンニングの粗度係数 n_1 に対応する流水断面積と潤辺である。潤辺 S_1 は $S_1 = B + 2p_x$ とした。 τ と dF_x の p_{50}/h_c に対する変化特性を図-7に示す。 p_{50} は、 $x = 50$ cm における植生部の流水中の植生高さ p_x である(図-3参照)。 p_{50}/h_c が小さい場合、 τ と dF_x の良好な一致が見られた。不等流の基本方程式と Horton と Einstein らによる粗度分離法²⁾を用いて、植生部の粗度係数 n_1 を算定した。粗度分離法の適用においては、側壁ガラス部の粗度係数は $n_2 = 0.01$ と仮定した。 n_1 の p_{50}/h_c に対する変化特性を図-8に示す。流水中の植生高さ p_{50} の増加に伴い、 n_1 が増加している。これは、水深の低下により断面平均流速が増加する($Q = \text{一定}$)と、植生に作用する流体力が増加し植生の傾倒が大きくなり流水中の植生高さ p_{50} が減少する結果、粗度係数 n_1 が小さくなることを示す。

参考文献

- 1) 林ほか：開水路中に設置された模型植生の流水抵抗について，第53回年次学術講演会概要集第2部，1998。
- 2) Ven Te Chow：Open-Channel Hydraulics, McGraw-Hill Book Co, 1959。

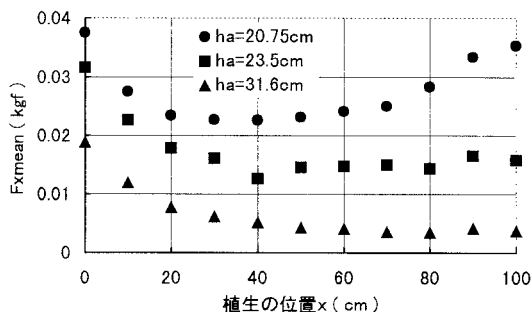


図-5 植生の位置xとFxmeanの関係

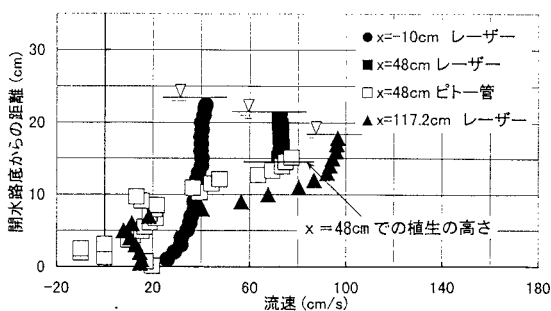


図-6 流速分布 ($h_a = 23.5$ cm)

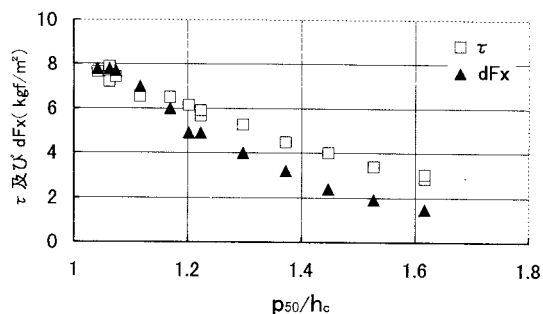


図-7 τ 及び dF_x

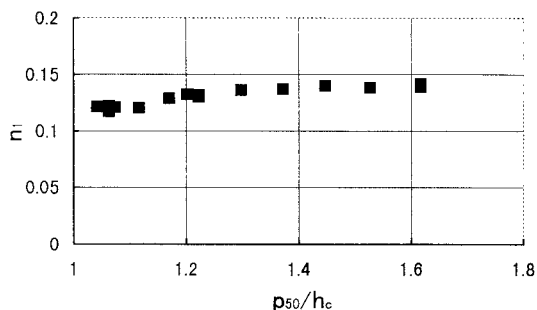


図-8 マニングの粗度係数 n