

II-307

開水路中に設置された模型植生の流水抵抗について

防衛大学校 正 会 員 林 建二郎 学生会員 上原 正一
正 会 員 藤間 功司 正 会 員 重村 利幸

1. はじめに

河川植生の流水抵抗を調べることは、多自然型の河川整備において重要である^{1)~4)}。筆者らは、河川植生の流水抵抗特性および植生に作用する流体力特性を明らかにすることを目的として、開水路床に設置された疑似模型植生群を構成する植生一株に作用する流体力の計測を試みてきた⁵⁾。本研究は、植生群内外の流速計測をも併せて行い植生の流水抵抗特性について検討したものである。

2. 実験装置および方法

実験には、長さ 16m、幅 $B=0.5\text{m}$ 、高さ 0.5m の両面ガス張りの可変勾配開水路を使用した。ビニール製の植生模型（植生名：ヘアーグラス）一株づつを、ベニヤ板で仕上げた開水路床に図-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、その高さは p_0 約 18cm （図-3 参照）である。植生群（長さ $=100\text{cm}$ 、幅 $=50\text{cm}$ 、高さ $=18\text{cm}$ ）の空隙率は λ 約 0.98 である

実験は水平床（水路勾配 $=0$ ）で行った。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。水路下流端に設けられた全幅堰の各堰高（ $s=0 \sim 18\text{cm}$ ）における植生群上の水位と、水路中央線位置における植生模型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 の測定には、図-3に示すようにベニヤ製の床の裏側に設けられた小型2分力計を用いた。流速の計測にはレーザードップラー流速計とピトー管を用いた。

3. 結果および考察

植生群越流部の水深 h の流れ方向変化を植生群上流端より上流側 $a=-85\text{cm}$ 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れ方向の流体力（抗力） F_x の時間平均値 $F_{x\text{mean}}$ の流れ方向変化特性を同じく h_a をパラメータとして図-5に示す。 h_a の減少に伴い、越流部の水深 h が減少し越流流速が増加する結果 F_x は増加することが分かる。植生群上流端より 10cm 上流($a=-10\text{cm}$)、 48cm 下流($a=48\text{cm}$)、ならびに 125cm 下流($a=125\text{cm}$)の位置における水平方向流速 u の水深方向分布を図-6、7に示す。a)は水深が高い場合 ($h_a=32.5\text{cm}$)、b)は水深が低い場合 ($h_a=21.5\text{cm}$) である。植生領域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持つセン断流領域が存在している。

$a=50\text{cm}$ の位置の単位床面当たりの植生に作用する流体力 dF_x を $a=50\text{cm}$ の位置における植生一株に作用

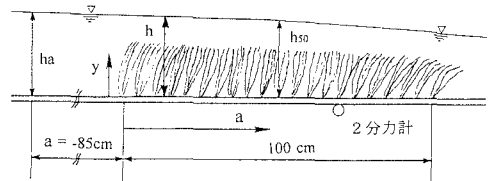


図-1 模型植生設置の概略

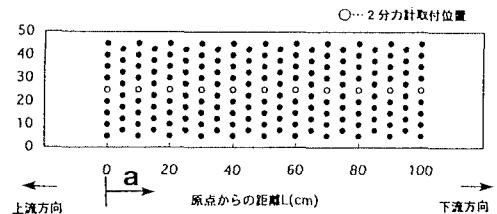


図-2 模型植生の平面配置

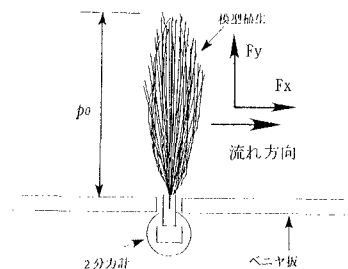


図-3 2分力計による力計測

キーワード：植生の流体力、抗力係数、開水路流れ、マンニングの粗度係数

連絡先 〒239 横須賀市走水 1-10-20

Tel 0468-41-3810

Fax 0468-44-5913

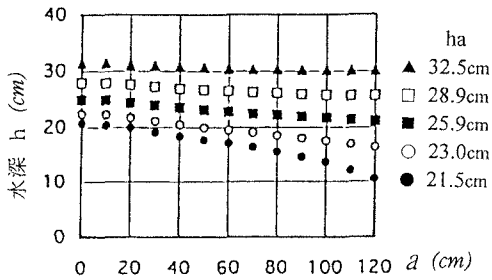


図-4 模型植生上の水深変化

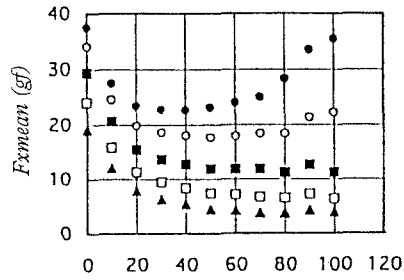


図-5 模型植生に作用する流体力変化

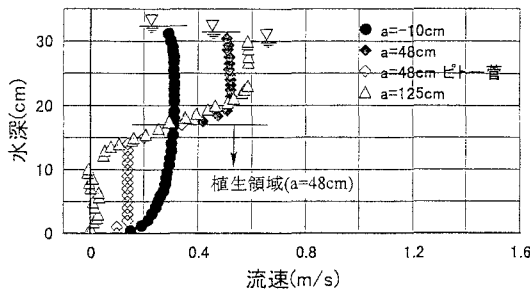


図-6 流速分布 (ha=32.5cm)

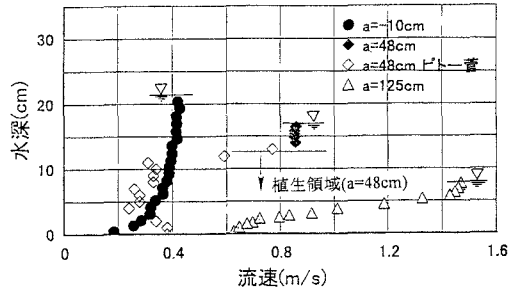


図-7 流速分布 (ha=21.5cm)

する F_x の実測値より算定した。一方、 $a=50\text{cm}$ の位置の植生部に働くせん断応力 τ は次式で評価できる。

$$\tau = \rho g \cdot R_{50} \cdot I_e \quad \text{---(1)}$$

式中の R_{50} および I_e は $a=50\text{cm}$ での径深 ($=h_{50} \cdot B / (B + 2h_{50})$) とエネルギー勾配である。各設置水深 h_a で得られた DF_x と τ の関係を図-8に示す。 dF_x と τ との一致は良好である。

不等流の基本方程式に $a=50\text{cm}$ の位置における断面平均流速およびエネルギー勾配 I_e を代入しマンニングの粗度係数 n を算定した。 n の相対水深 (h_{50}/p_0) に対する変化特性を図-9に示す。 h_{50}/p_0 の増加に伴い n は減少するものと予想されるが、若干増加している。エネルギー勾配等の影響を検討する必要がある。植生がないときの本水路のマンニングの粗度係数は $n=0.01 \sim 0.013$ であった。

参考文献 1)中川 他：流れによって変形する植生粗度の抵抗則、水工学論文集 39 巻、1995 年。 2)北岸 他：植生ポーラスコンクリートブロックの流水抵抗について、第 50 回年次学術講演会概要集、2-B、1995 年。 3)大村 他：オギ原上を流れる洪水流の粗度係数、第 51 回年次学術講演会概要集、第 2 部、1996 年。 4)服部 他：年 2 回の草刈りを行っている堤防のり面の耐浸食性の評価、水工学論文集第 41 巻、1997 年。 5)林 他

：開水路中に設置された模型植生に作用する流体力の計測、第 52 回年次学術講演会概要集、第 2 部、1997 年。

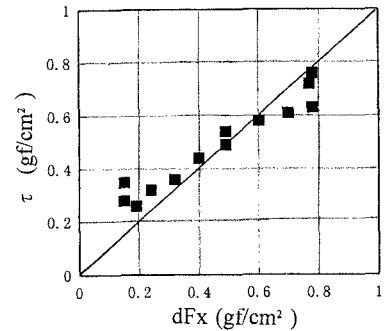


図-8 流体力 dF_x とせん断力 τ

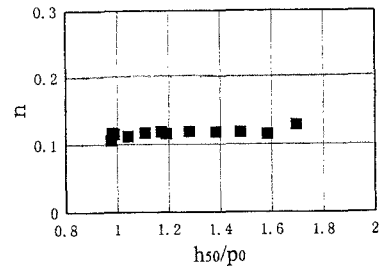


図-9 マンニングの粗度係数