

(II-59) 開水路中に設置された模型植生に作用する流体力について

防衛大学校 学生会員 滝 宣 整 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

本研究は、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の植生一株に作用する流体力の計測を試み、植生に作用する流体力の場所的変化特性を調べたものである。

2. 実験装置および方法

実験には、長さ 16m 、幅 0.5m 、高さ 0.5m の両面ガラス張りの可変勾配開水路を使用した。写真-1 に示すビニール製の疑似植生模型（植生名：ヘアグラス）一株を、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群の植生間隔は、流れ方向に 5cm 、横断方向に 5cm である。植生群の流下方向の長さは 1m であり、その上流端は水路下端より 3.59m 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高さ（ $s=0, 6, 8, 10, 14, 18\text{cm}$ ）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 の測定は、ベニヤ製の床の裏側に設けられた小型 2 分力計に植生模型を図-1 に示すように取り付けて行った。比較のために同様な測定を水路床に模型植生を一株だけ設置して行った。

3. 結果および考察

植生群を越流する流れの水深変化を堰高 s をパラメータとして図-3 に示す。植生群内の植生一株に作用する抗力 F_x と揚力 F_y の時間平均値 $F_{x\text{mean}}$ 、 $F_{y\text{mean}}$ の流れ方向変化特性を s をパラメータとして図-4 と図-5 に示す。 F_y は静水中の浮力を差し引いた値である。植生群模型の上流端より 10cm 上流、 48cm 下流ならびに 125cm 下流の位置における水平流速 u の水深方向分布を図-6 の a), b) に示す。植生上の水深が高い場合（ $s>10\text{cm}$ ）には、水深の流下方向変化も小さい。この場合は、植生群の上流端で $F_{x\text{mean}}$ は最大となり下流方向 $L=50\sim 60\text{cm}$ までは流下距離の増加に伴い減少し、その後はほぼ一定値を示している。越流水深が低い場合（ $s<6\text{cm}$ ）には、流速が増加する結果 $F_{x\text{mean}}$ は全般に大きくなっている。この場合には、越流水深は流下方向に大きく減少する結果、 $F_{x\text{mean}}$ は植生群の下流端近傍においても大きくなっている。

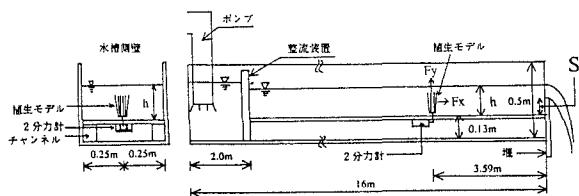


図-1 実験装置の概略

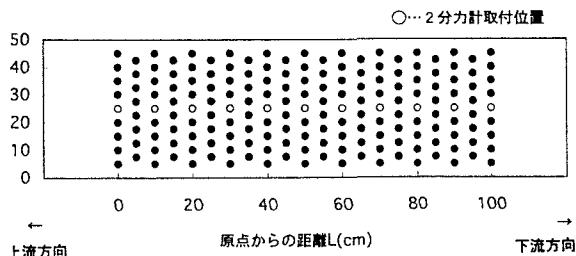


図-2 模型植生の配置

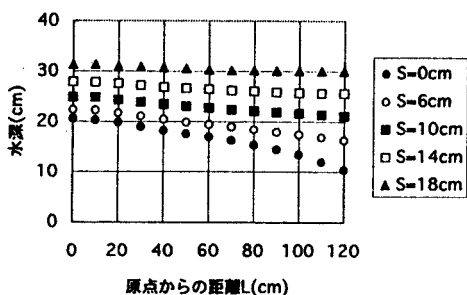


写真-1 植生模型

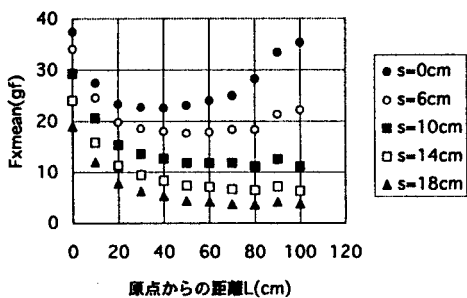
F_{ymean} は全般に－となっている。つまり模型植生に作用する流体力の鉛直方向成分の作用方向は重力方向であることがわかる。これは、流れ方向の流体力 F_{xmean} により植生が流れ方向に傾倒したためである。堰高 s の増加につれて植生上の水深が増加する結果、水平流速 u は減少している（図－6 参照）。植生群内および植生群の背後においては流速が減速する結果、植生群内である $L=48cm$ と植生群の下流端から $25cm$ 下方の $L=125cm$ の位値における流速分布においては植生の上方と水表面の間に大きな速度勾配が生じている。

植生一株の抗力係数 C_d を便宜的に(1)式で評価した。 C_d と L の関係を s をパラメータとして図－7 に示す。

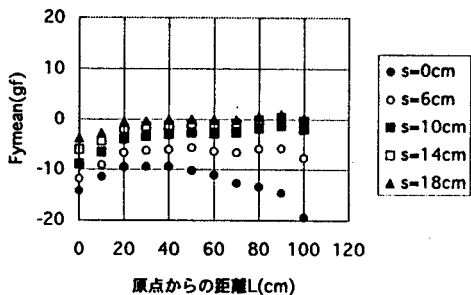
$C_d = F_{xmean} / \{1/2 \cdot \rho \cdot D \cdot h \cdot U^2\}$ ——(1) ρ は水の密度、 D は静水中における植生一株の平均幅 ($D=4cm$)、 h は静水中における植生一株の平均高さ ($h=18cm$)、 U は植生群上流端より上流側 $10cm$ の位置における u の水深方向の平均値である。植生一株が有する間隙、植生の傾倒による投影面積の減少、植生群内における流速の減速等の影響のため、本植生一株の C_d 値は円柱の場合の C_d 値=約1 より小さくなっている。植生群の上流端における植生一株の C_d 値は、植生一株のみ設置した場合の C_d 値と大体同じであった。



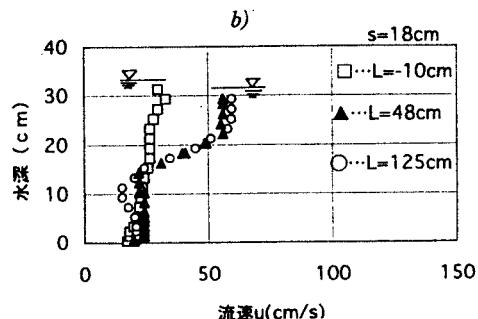
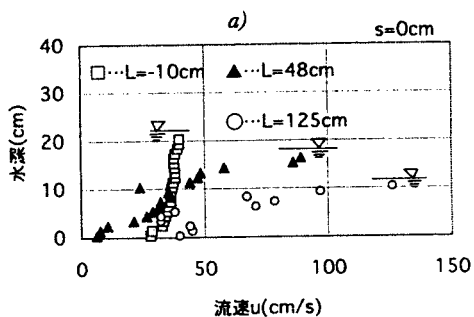
図－3 模型植生上の水深変化



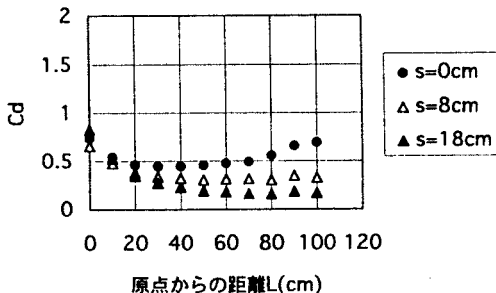
図－4 抗力 F_{xmean} と L の関係



図－5 揚力 F_{ymean} と L の関係



図－6 流速分布



図－7 C_d と L の関係