

(Ⅱ-11) 斜行低水路を有する複断面開水路における植生の影響

東洋大学大学院 ○学生員 浦山 剛史
東洋大学工学部 関根 正樹
田中 義満
東洋大学工学部 正会員 福井 吉孝

1. はじめに

河道内における高水敷上や護岸にある樹木群の繁茂形態は、流下につれて様々に変化する。その中で、樹木群が連続して繁茂している場合と、流失・間伐採等により間断的に樹木群が繁茂している場合、すなわち規模が等しく配列状況が異なる場合について、水位変化・流速分布、そしてそれらから得られた流水抵抗を把握しておくことは、実際の河道計画および管理を行う上で有意義であると言える。

本研究では、図-1, 2に示す実験水路を用いて模型実験を行うことで得られた流水抵抗について考察し、併せて数値解析を行うことで、定量的な把握を試みた。

2. 概要および実験方法

実験に使用した水路の平面図を図-1に、断面図を図-2に示す。実験水路は全長10.85 m・水路幅110.0 cm・高水敷幅80.0 cm・低水路高さ $D=5.0$ cm・低水路幅20.0 cm・側壁勾配 45° の複断面である。水路床に砂を貼り付けて粗面とした固定床で、河床勾配は1/500、実験から逆算した底面の粗度係数は0.012である。斜行低水路は傾き 30° 、長さ160 cmで水路の中央部に設けてある。

実験条件は、流量 $Q=26.6$ l/s・低水路水深 $H=12.5$ cm・相対水深 (D/H) $Dr=0.4$ とし、実験ケースを表-4に示す。RUN 2は円柱の設置本数をRUN 1と変えずに、斜行部高水敷全長にわたって設置したもので、RUN 4もRUN 3に対して同様である。樹木群として用いた木製円柱は直径 $d=0.5$ cmで水没しない状態に保たれており、水深の測定にはポイントゲージを、流速の計測には二次元電磁流速計を用いた。

3. 実験結果

(1) 水深変化

図-5は $y=55$ cm (水路の中央部付近)における各実験ケースの水深縦断変化を低水路水深($D=12.5$ cm)で無次元化したものである。各ケースとも斜行低水路上で水深は上昇する。ただし、RUN 1では円柱を設置していない箇所に対応するため、水深の上昇は他のケースに較べて小さい。また、円柱群を斜行部高水敷全長にわたって設置したRUN 2, RUN 4と比較すると、設置本数が多いRUN 2の方が流下が大きく妨げられるため、斜行低水路上での水深の上昇はより大きい。

(2) 流速分布

RUN 1, RUN 2における高水敷上($z=7$ cm)の流速分布を図-6に示す。両ケースとも円柱群通過後の流速は減少しているが、RUN 1の方が円柱設置間隔が小さいため、斜行部下流の直線部での流速は大きく減少する。また、円柱群を設置していない箇所からは速い流れが生じる。

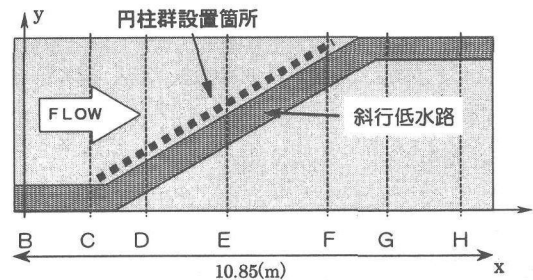


図-1 実験水路平面図

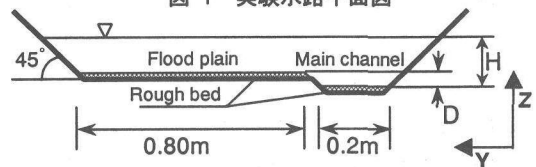


図-2 実験水路断面図

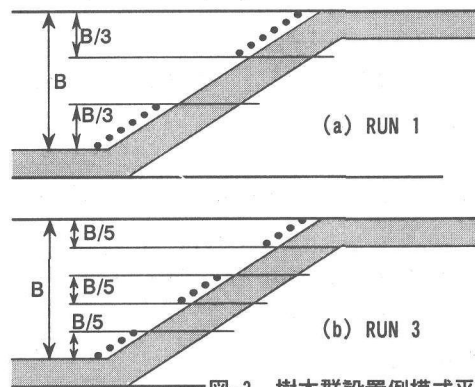


図-3 樹木群設置例模式平面図

表-4 実験ケース

	RUN 1	RUN 2	RUN 3	RUN 4
円柱本数	198	198	178	178
群数	2	1	3	1
円柱間隔(s)	2.0	2.3	2.0	3.0
s/d	4.0	4.6	4.0	6.0

Keywords: 複断面開水路 樹木群 流水抵抗

〒350-0815 埼玉県川越市鯨井 2100 TEL 049-239-1404 FAX 049-231-4482

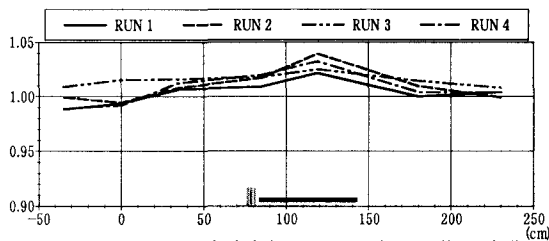


図-5 $y=55\text{cm}$ (水路中央部)における水深の縦断変化

(3) 抗力

RUN 1, RUN 2における斜行部上下流の直線区間で運動量 (Fd) を求めその差から抗力を算出し、円柱群を設置していないケースでの抗力の値 (Fd_0) で無次元化した結果を図-7に示す。円柱群を間断的に設置した場合は、設置間隔が等しければ本数が多いほど抗力値が大きくなる、すなわち、樹木の総本数が抗力値を支配していることが既往の研究から解っている。円柱設置本数が等しく、連続して設置した場合 (RUN 2) と間断的に設置した場合 (RUN 1) を比較すると、連続して設置した場合の方が大きい値が出る。これは、円柱を連続して設置した場合の方が斜行部下流の直線区間での流速の低減が著しいためであると言える。また、数値解析 (4. 数値解析) から得られた流速分布も同様の結果を示しており、抗力値も実験結果と傾向的に一致していると言える。

4. 数値解析

円柱群の配置状況、水路の形状から円柱群に作用する流水抵抗を把握することを目的として数値解析を行った。基礎式にはナビエ・ストークス方程式を二次元流れに適用したものをを用い、円柱群の扱いについては透過係数を用いて抵抗項として式中に与え、差分法を用いて計算を行った。図-8はRUN 1, RUN 2の計算から得られた流速分布図である。RUN 2における円柱群を設置していない箇所や、両ケースにおける円柱群の下流端と水路壁との間に生じる速い流れ等、実験から得られた結果を概ね良好に再現できていると言える。また、計算から得られた抗力値については図-7に示した。

5. おわりに

実験と数値解析から得られた結果から、次のことが言える。

- 1) 数値解析により流水抵抗、即ち抗力を計算した結果、実験結果と傾向的な一致を見た。
- 2) 樹木間隔が一樣で連続して繁茂している場合、間断的に繁茂している場合に較べて、樹木群に作用する抗力は大きくなるので、実際の河道管理においては倒伏や抜根などの樹木群の破壊に対して、何らかの処置が必要である。

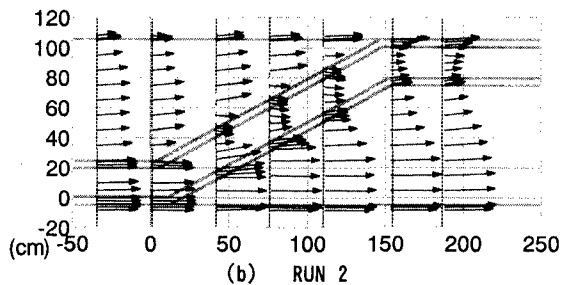
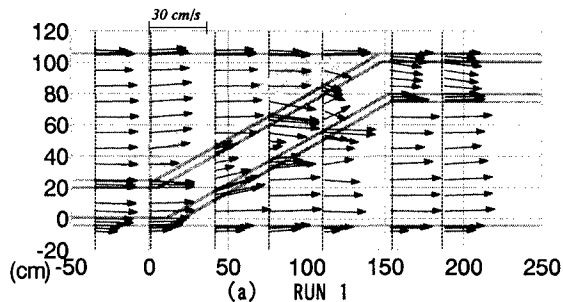


図-6 高水敷上流速分布図

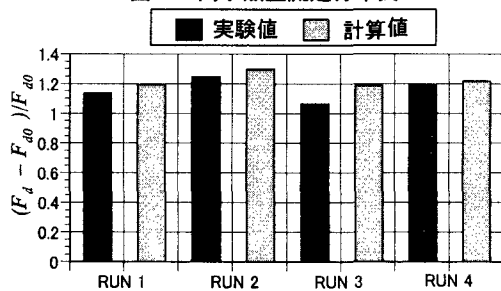


図-7 抗力 (実験値と計算値の比較)

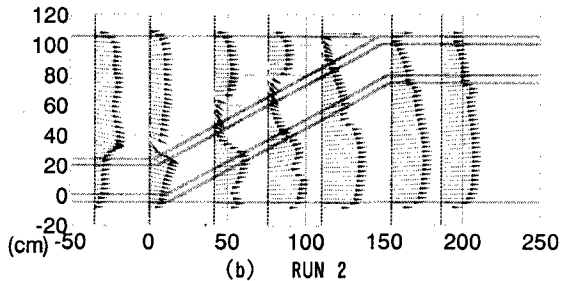
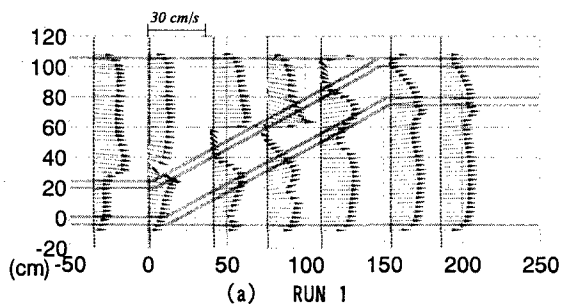


図-8 計算結果 (流速分布)