

## 樹木群を通過する流れの抗力評価に関する検討

日本大学大学院 学生員 ○高柳 則人  
日本大学工学部 正会員 長林 久夫

## 1. はじめに

近年、河道内の草木類や樹木が河川環境に果たす役割は大きくなっている。しかし、洪水時にはおいては流木化や抗力として流れに影響を及ぼすため、河道内樹木の適切な管理を目的とした研究は多く行われている。しかし、下草等の植生帯を有する樹木群の抗力評価については知見が少なく。そこで本研究は下草を有する樹木群に作用する抗力特性に関する基礎的検討を行うことを目的としている。

## 2. 実験概要

実験には、図-1に示す長さ15m、幅 $B=0.5$ m、高さ0.6m、定格流量 $100\text{l}/\text{sec}$ の木製の水路を使用した。下流水路上流端より6.93mの位置より2.7mを植生区間として、高さ0.05mの植生模型を植生間幅0.05mの正方配列で設置し、下草モデルとした。下草端より1m下流を樹木区間として直径0.01mの木製円柱を図-2のように全幅に設置した。樹木間隔は $K_L=0.1$ mの正三角形の千鳥配列である。

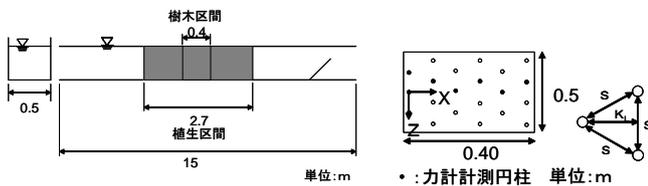


図-1 実験水路の概要・円柱群配置図

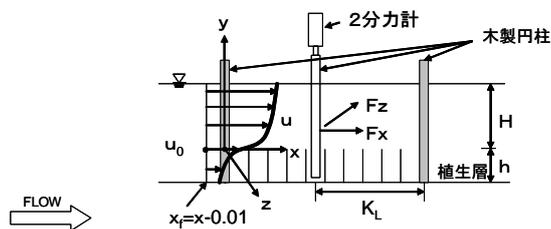


図-2 円柱群配置間隔

植生内、円柱群内の流速測定には、ケネック社製電磁流速計 (VM-801H) を用い、円柱抗力の測定は、三計エンジニアリング社製の二分力計 (LB25-100、定格100g荷重) を用いて行った。

実験は表-1に示す4ケースとした。

キーワード：抗力、抗力係数、下草、樹木群

連絡先：〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地日本大学工学部

水環境システム研究室 024-956-8724 (TEL, FAX)

表-1 水理諸量

実験条件	CASE-1	CASE-2	CASE-3	CASE-4
水路勾配	i400	i400	i400	i400
B(m)	0.5	0.5	0.5	0.5
H+h(m)	0.099	0.098	0.151	0.150
H(m)	0.049	0.048	0.101	0.100
Q(m <sup>3</sup> /s)	0.016	0.015	0.034	0.030
v(m <sup>2</sup> /s)	0.322	0.313	0.453	0.406
Re数	31720	30611	68174	60627
Fr数	0.327	0.319	0.373	0.335
備考	植生のみ	植生+樹木	植生のみ	植生+樹木

## 3. 下草帯を有する樹木群の流速特性

図-3は植生開始位置の流速を基準とした、同一高さの流速比のx方向変化であり、樹木区間の前後を示している。

CASE-2の水面近傍流速は、樹木による造波のパターンと樹木配置が一致していたために、樹木前面の流速増加と背面の流速低下が強く認められる。しかし、下草頂部 ( $y=0$ m) では、樹木前後において流速の変化は小さく、水面近傍の背後の流速比と同じ程度である。また、下草層内における流速は樹木帯内部において高速化し、さらに流下方向にいくにしたがい加速する傾向が見られる。

CASE-4では水面近くでみられた、樹木前後の速度変化は小さくなっている。植生層内においてはCASE-2と同様に流速は均一化し、下流においてやや加速する。

このことから、CASE-2、CASE-4ともに植生層内と層上で流れの構造は異なっていると思われる。

## 4. 抗力係数の評価

下草帯を有する流速場における樹木の抗力係数を算定するにあたり以下の(4)式を用いる。

$$F = \frac{1}{2} \rho C_D A v^2 \quad (4)$$

ここで $F$ ：樹木の抗力 (N)、 $C_D$ ：樹木抗力係数、 $A$ ：樹木投影面積 (m<sup>2</sup>)、 $v$ ：平均流速 (m/s) である。

まず、先頭樹木直前の平均流速を用いた抗力分布

を図-4.1に、各樹木直前の平均流速で評価したものを図-4.2に示す。

図-4.1において、 $1K_f$ では抗力係数の値がCASE-4は大きく、CASE-2で小さい値となった。CASE-4においては図-6に示すように、 $1kf$ において抗力自体大きいこと、また図-5に示すように高速流が生じたことが考えられる。CASE-2は流速の高速化は確認されたが、抗力の値にそれほどの変化はないため抗力係数が小さい値を示している。

図-4.2では抗力係数の値は一様に評価されるが、CASE-4の方が大きい。

5. 今後の検討

本実験による樹木の抗力係数は $C_D=1.5$ 程度と大きい値が得られた。樹木の抗力を評価する場合に、植生層内、層上において流れの状態が大きく異なること、また水面近傍付近における、造波による、流速の増減も樹木の抗力に大きな影響を与えるため、各部の抗力係数を別途に検討する必要があると思われる。

これより、植生層内および植生層上、さらに水面近傍付近における造波に伴う各層での流れの相違から抗力係数は式(5)、(6)で示される。

$$F = F_U + F_L + D \quad (5)$$

$$F = \frac{1}{2} \rho C_{DU} A_U v_U^2 + \frac{1}{2} \rho C_{DL} A_L v_L^2 + \frac{1}{2} \rho C_{DW} A_W v_W^2 \quad (6)$$

今後は植生層内、層上、水面近傍付近の影響を考慮した各抗力係数の評価を行う予定である。

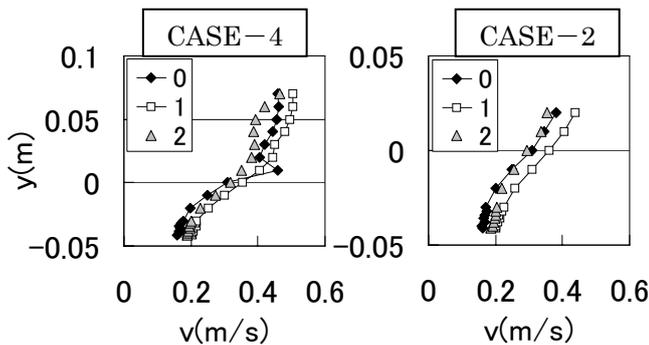


図-5 樹木群内の流速分布の比較

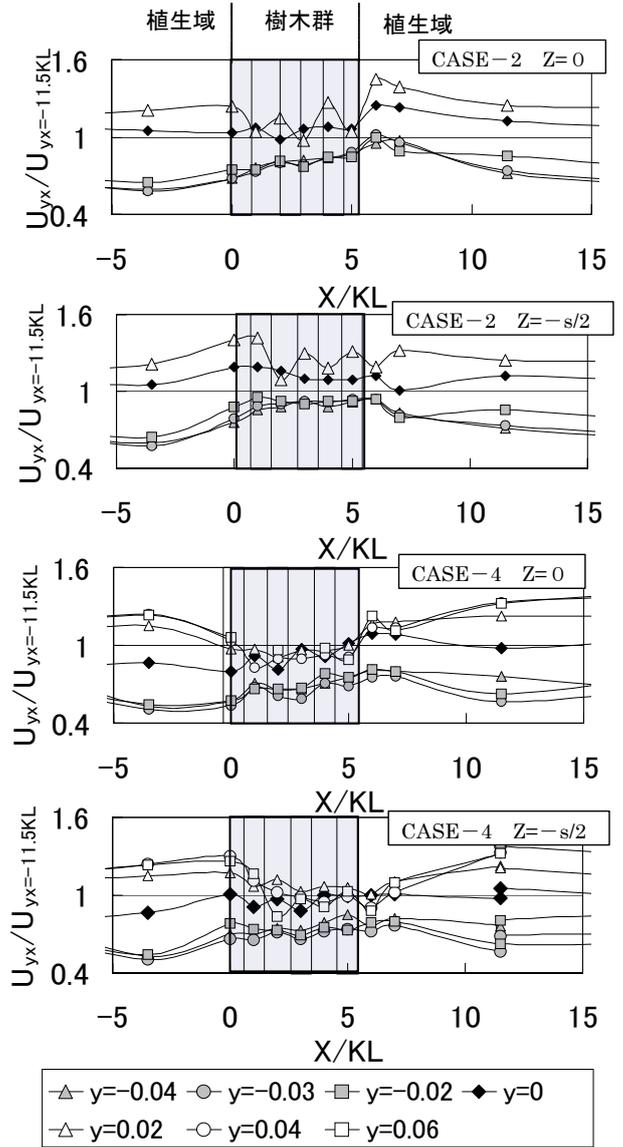


図-3 流下方向における流速比

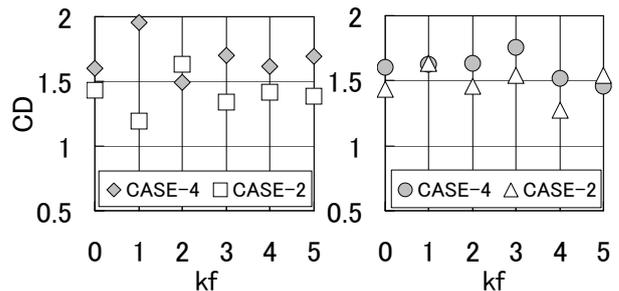


図-4.1

図-4.2

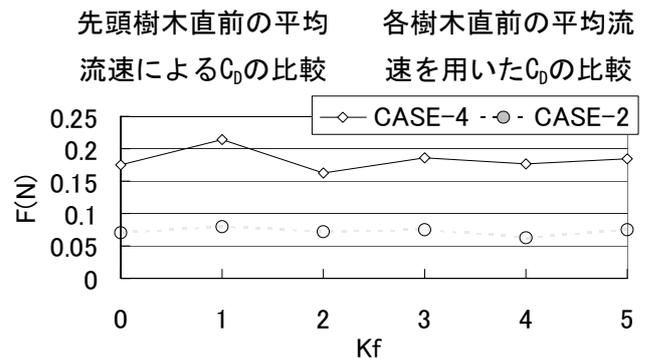


図-6 各樹木の抗力値