

II-125

河道内樹木の抵抗評価に関する調査・検討

日本大学大学院 学生員 ○藤井 誠

日本大学工学部 正 員 長林 久夫

1. はじめに

河道内には多くの草木が繁茂しており貴重な自然環境を形成している。一方、出水時には河道内樹木や河畔林により土砂の捕捉効果や流体力の軽減による堤防保護の役割を有する反面、樹木そのものの抗力によって水位上昇に関係することも知られている。そこで、河道内にある樹木群が出水時の流れにどのように影響するかを検討するため、平成10年8月末の集中豪雨による出水後の阿武隈川において樹木調査を実施した。そして、ニセアカシア群の配列をパターン化して円柱による模型実験を行い抗力特性に関する検討を行った。

2. 樹木調査

調査は福島県須賀川市の江持橋から上流側に約1kmかけて洪水時に抵抗として作用したと思われる樹木を対象として分布調査と形状調査¹⁾を行った。主な樹種はニセアカシアとヤナギであった。密集群における平均形状を表1に示す。ニセアカシアは3ヶ所の密集群が群生して分布していたのに対し、ヤナギは単木で分布していた。群生して分布していたニセアカシアの密集度を調査するため、樹林帯密度²⁾: $\lambda = \pi D^2 / 2S^2$ (直径D、樹木間隔Sで河床単位面積に占める樹木の断面積の割合)を求めた。表2にニセアカシアの樹林帯密度を示す。図1にニセアカシアの密集群の一例を示す。樹木間隔は約2~3mで主に2~3列の千鳥状に分布しているのが分かる。また、形状調査と洪水痕跡調査からニセアカシアは洪水時に下葉高(葉より下の幹の部分)まで水没し、円柱の抵抗と同様な抵抗特性を示すこと¹⁾が確認できた。

3. 実験概要

実験は全長14m、幅40cmの長方形開水路を用いて行い、水路勾配は1/1000、水深を6cmとして等流で実験した。実験水理諸量を表3に示す。樹木は塩化ビニル製の円柱で模擬し、直径は樹林帯密度から水路幅に対して0.8cmと決めた。円柱の配列は図2に示す4ケースで直列と千鳥を想定した。計測ポイントは流下方向

表1 形状調査結果

密集群	樹種	樹高	下葉高	直径	単位(m)
					本数
I	ニセアカシア	11.2	3.1	0.10	143
II	ニセアカシア	10.6	2.8	0.12	43
III	ニセアカシア	12.3	3.0	0.15	39
	ヤナギ	7.8	2.3	0.13	185

表2 ニセアカシアの樹林帯密度

密集群	I	II	III
$S(m^2)$	2.61	2.36	1.63
$D(m)$	0.10	0.12	0.15
λ	4.18×10^{-3}	5.17×10^{-3}	5.88×10^{-3}

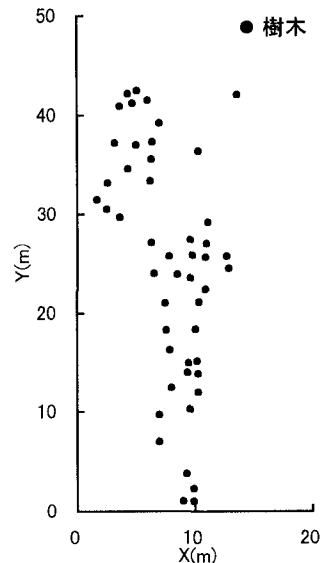


図1 ニセアカシアの分布図

表3 実験水理諸量

case	水深 h(cm)	流量 Q(cm ³ /s)	平均流速 v(cm/s)	フルード数 Fr=v/(gh) ^{1/2}	レイノルズ数	
					Re=vh/ν	Re=vd/ν
A	5.99	11600	48.21	0.629	2.89×10^4	3.86×10^3
B	6.02	11800	49.04	0.639	2.95×10^4	3.92×10^3
C	6.00	11700	48.78	0.636	2.93×10^4	3.96×10^3
D	5.97	11400	47.92	0.626	2.86×10^4	3.83×10^3

キーワード: 樹木調査、樹木の抵抗特性、ニセアカシア、円柱

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1

日本大学工学部水理学研究室

024-956-8724 (TEL, FAX)

に $x=2, 4, 8\text{cm}$ 離れた 3 断面で、横断方向には円柱を中心として $z=\pm 1.6, \pm 3.2, +4.8, +6.4\text{cm}$ の 1.6cm 間隔、鉛直方向には河床から $y=5\text{mm}$ 間隔で計測した。

4. 結果及び検討

円柱に関する検討は Li.R.M & Shen.W³⁾ のものがあり、その後流に対して Petryk による式が適用できることを示している。ここではニセアカシアを想定した基本分布に対する後流について検討する。Petryk の式は、

$$u_1 = \frac{u_{\max}}{2} \left[1 + \cos\left(\frac{\pi z}{2b_{1/2}}\right) \right] \quad \dots (1)$$

$$\frac{u_{\max}}{U_0} = -0.9 \left(\frac{x}{C_d d} \right)^{-0.7} \left(\frac{1}{1 + \frac{2gxS_0}{U_0^2}} \right)^{3/2} \quad \dots (2)$$

$$\frac{2b_{1/2}}{C_d d} = 0.48 \left(\frac{x}{C_d d} \right)^{0.59} \quad \dots (3)$$

で示され、ここで、 u : 減衰流速、 $u_{\max}$: 水深方向に平均された wake (後流域) の中心部における最大流速、 U_0 : 主流流速、 C_d : 抗力係数、 d : 円柱の直径、 $b_{1/2} : u_1 = (u_{\max})/2$ となる wake 幅、 g : 重力加速度、 S_0 : 河床勾配である。図3に模式図を示す。 U_{∞} は wake の影響が無くなる流速である。樹木分布を考慮した抗力係数と後流域における速度分布を上 の 3 つの式から求めた計算値と実測値とで比較してみると、図4に示す抗力係数の算定値から一般的に知られている 1.2 で妥当な値を示した。図5に示す case D における実測値と計算値の比較では、両者はほぼ一致していることが分かり、Petryk の式を重ね合わせて用いる Li.R.M & Shen.W の検討が適用できることが示せた。

5. おわりに

ニセアカシアを模擬して樹木本数の少ない場合の後流域に関する検討を実施した。ヤナギは枝・葉まで水没し流下方向に曲がったものも多く見られた。そこで、今後河道内における樹木群を考慮した室内模型実験を行い、河道内樹木の抗力特性を評価していくことを目的として研究を進めていく予定である。

<参考文献>

- 1) 藤井誠、長林久夫:平成 10 年 8 月の集中豪雨後の阿武隈川における河道内樹木調査、東北地域災害科学研究 第 35 巻、pp167~pp171、1999 年 3 月
- 2) 橋本晴行:樹林帯における掃流土砂量と河床変動に関する研究、第 50 回年次学術講演会講演概要集、第 2 部、pp580~pp581、1998 年 10 月
- 3) Ruh-Ming Li and Hsieh W.Shen M.ASCE : Effect of Tall Vegetation on Flow and Sediment、JURNAL OF THE HYDRAULICS DIVISION、pp793~pp814、MAY 1973

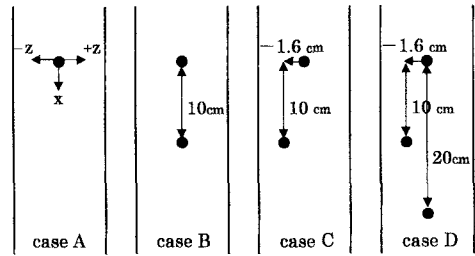


図2 実験概要図

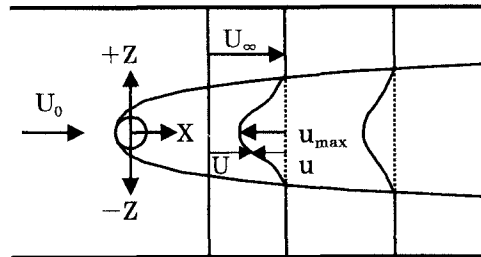


図3 流速分布の模式図

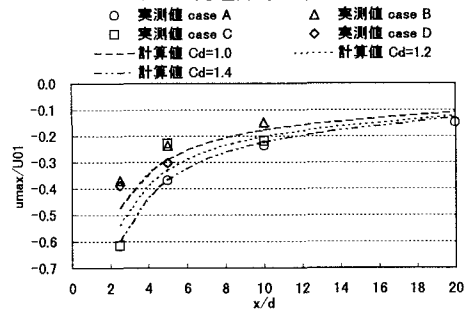


図4 抗力係数の評価

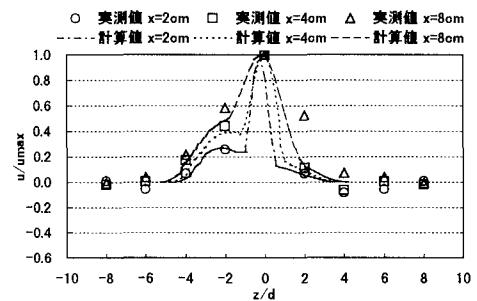


図5 case D の三本目の実測値と理論値