

II - 197

樹木群内の浮遊砂濃度分布に関する実験

北開水工コンサルタント 正 員 住友 裕明
 北海道開発局開発土木研究所 正 員 渡邊 康玄
 北海道開発局開発土木研究所 正 員 井出 康郎

1. はじめに

近年、河川の水辺環境に対して高水敷などで樹木の植栽やすでに生えている樹木を残そうとする河川計画が行われてきている。そのため、河道の維持管理を行う上で樹木群を考慮した流況を把握する必要がある。本研究は河道内に樹木群がある場合の定常流状態を仮定し、流速水深方向分布および浮遊砂濃度分布を求め、樹木群の高さによる流速水深方向分布や浮遊砂濃度分布への影響を比較し検討を行い、またモデル¹⁾の適用性を確認することとする。なおモデルの概要は表-1に示す。

表-1 モデルの概要

樹木群外流速	$u = \frac{1}{K} z(1 - \frac{1}{2}z) + c_2$	$A = ac_d, K = \frac{\pi}{6}, \chi = (\frac{2A}{K})^{\frac{1}{2}}$
樹木群内流速	$u_t = \sqrt{\frac{2}{A}} [1 + \frac{2}{\chi^2} \{c_0 \exp(\chi z) + c_1 \exp(-\chi z)\}]$	$c_0 = \frac{-\beta + \sqrt{\beta^2 - 4\alpha\gamma}}{2\alpha}, c_1 = c_0 \exp(2\chi h_t) - \frac{\chi^2}{4} (1 - h_t) \exp(\chi h_t)$
樹木群外混合距離	$l = \{l_t + \kappa(z - h_t)\} \sqrt{\frac{1-z}{1-h_t}}$	$c_2 = \sqrt{\frac{2}{A}} [1 + \frac{2}{\chi^2} \{c_0 \exp(\chi h_t) + c_1 \exp(-\chi h_t)\}] + \frac{\chi^2}{4} h_t (h_t - 2)$
樹木群内混合距離	$l_t = \frac{\sqrt{\frac{2}{ac_d} + \frac{3\pi^2}{3ac_d} (c_0 + c_1)}}{\frac{3\pi^2}{3ac_d} (c_0 - c_1)} \sqrt{C_b}$	$\alpha = 16c_d \{ \exp(2\chi h_t) + 1 \}^2$
樹木群外渦動粘性係数	$\epsilon = \{l_t + \kappa(z - h_t)\}^2 (1 - z)^2 \frac{u}{\kappa(1 - h_t)}$	$\beta = 8\chi [c_0 \chi \{ \chi(h_t - 1) \exp(\chi h_t) + 2 \} \{ \exp(2\chi h_t) + 1 \} + A \{ \exp(2\chi h_t) - 1 \}]$
樹木群内渦動粘性係数	$\epsilon_t = l_t^2 \frac{\kappa\chi}{3ac_d} [c_0 \exp(\chi z) - c_1 \exp(-\chi z)]$	$\gamma = \chi^4 [c_0 \{ \chi(h_t - 1) \exp(\chi h_t) + 2 \}^2 + 2A(h_t - 1) \exp(\chi h_t)]$
濃度分布式	$\frac{C}{C_a} = \exp(-\int_{a_u}^{\frac{u}{a}} \frac{u}{\epsilon} dz)$	

ここで、 κ ; カルマン定数、 c_d ; 樹木の抵抗係数、 C_b ; 河床の抵抗係数、 a ; 樹木密度、 h_t ; 樹木群高さ、 a_u ; 基準点、 C_a ; 基準点濃度、 w_f ; 粒子の沈降速度

2. 実験条件

長さ50m、幅30cmの直線水路を用いて、流下方向流速の水深方向分布の測定と浮遊砂の採水を行った。河床材料には粒径0.0053cmの珪砂を敷き詰め、樹木群を想定して直径4mmのアルミ製円柱を縦横断方向に4cm間隔で水路内に干鳥に配置した。流速の測定には、直径3mmの2次元電磁流速計を用い、浮遊砂濃度の測定には直径5mmの円柱管を用いて、サイホンの原理で採水を行った。今回の実験は樹木群の存在しない場合の1ケースと樹木群の高さの異なる場合の2ケースについて実験を行った。表-2に各々の実験条件を示す。

表-2 実験の諸元

	流量	水深	勾配	河床粒径	樹木群高	樹木密度	河床抵抗係数
	$Q(\text{cm}^3/\text{s})$	$h(\text{cm})$	i	$d(\text{cm})$	$ht(\text{cm})$	$\bar{a}(1/\text{cm})$	C_b
case01	7,560	10.0	1/1500	0.0053	—	—	0.025
case02	9,790	10.0	1/200	0.0053	5.0	0.025	0.030
case03	4,156	10.0	1/300	0.0053	10.0	0.025	0.030

3. 実験結果および考察

樹木群による流速分布や浮遊砂濃度分布を考慮する場合、樹木群高さや樹木密度の変化が流速分布や浮遊砂濃度分布に与える影響について把握することは必要不可欠であることから、今回は樹木群高さの違いによる比較を行った。図-1に各々の実験結果と渡邊¹⁾らの解析手法による計算結果を示す。流速および河床からの高さはそれぞれ摩擦速度、水深で無次元化を行い、実験値の流速および浮遊砂濃度は平面的に12点測定し、平均化したものである。

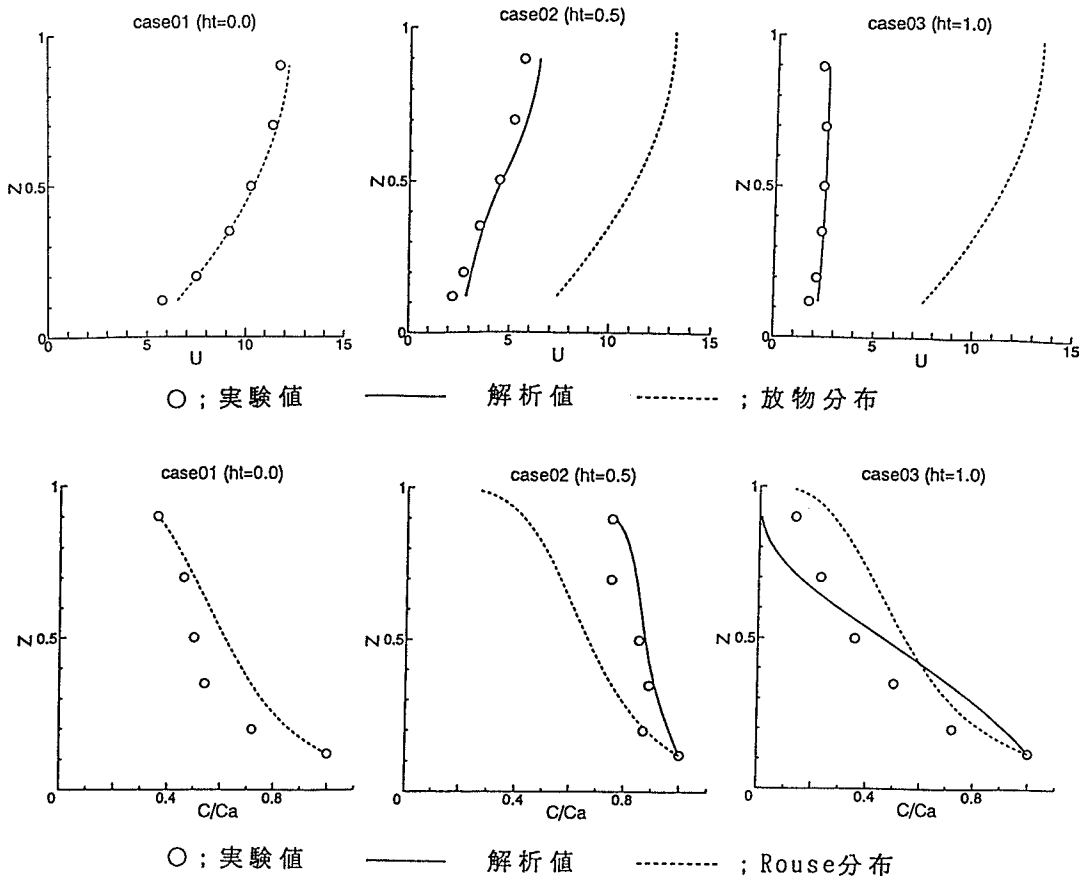
この実験結果から樹木群のない場合(case01)と樹木群のある場合(case02,03)では明らかに異なる流速分布を示している。樹木群の影響のない所では水面に向かって流速が方物分布を描いているが、樹木群の影響があると流速が水深方向に一様化される傾向を示している。この結果から樹木群の高さが高くなることによって樹木群による抗力が大きくなり、流速に与える影響は大きくなることを意味している。浮遊砂濃度分布には樹木群の抗力を除いたRouseの分布式も併せ記した。樹木群がある場合と樹木群がない場合のRouseの浮遊砂濃

度分布とでは、流速分布同様に異なる傾向を示している。case03 では河床から水面に向かって浮遊砂濃度の低減率大きい。case02 は case03 とは逆に浮遊砂濃度の低減率が小さく、一様化されている。これは樹木群の境界において乱流が生じ浮遊砂が拡散されるためであると思われる。よって、樹木群の存在する場合は流速、浮遊砂とも樹木群の存在しない場合とは異なる傾向を示していることから、流速や浮遊砂を算出する場合は樹木群の特性を考慮する必要がある。

解析解と実験値の比較すると、流速分布では水面付近の流速値が若干大きい、実験値とはほぼ同等な傾向を示している。浮遊砂濃度分布でもある程度の傾向は得られている。よって、この解析解は十分な精度の適用性があると思われる。

4. おわりに

今回の実験では樹木群が流速や浮遊砂濃度に与える影響について把握することができた。しかし、樹木群の高さ以外の特性を考慮すると樹木密度を変化させた場合や樹木群の種別によっても流速や、浮遊砂濃度に影響を与えるものと考えられる。また、浮遊砂濃度分布が異なることから河床変動についても取り組んでいく必要がある。



図一 1 流速および浮遊砂濃度の実験および解析結果

5. 参考文献

- 1) 渡邊康玄、石田亨平、井出康郎；樹木群内の流速水深方向分布と浮遊砂濃度分布、開発土木研究所月報、No502、1995