

樹林内透過流を考慮した河川流解析による樹林河床掃流力と樹木抗力の評価

神戸大学大学院 学生会員 森岡 直樹 神戸大学大学院 正会員 宮本 仁志
 神戸大学大学院 フェロー会員 道奥 康治 東京工業大学大学院 正会員 赤堀 良介

1. はじめに

近年、全国の河川で進む河道の陸地化と樹林繁茂は、治水面上において洪水疎通能力の減少を、環境面上において水際の植生遷移帯の喪失をもたらす。

一方、河川の維持管理業務を合理化・省力化し経費を最小化することが求められており、河川管理者は河川流の変動を利用して樹木繁茂を抑止できるような高水敷切り下げや緩傾斜化などの河道整備手法を検討している。そのために樹木群が存在する状態で河川流を再現し樹木の倒伏・伐根限界を規定する樹林河床の掃流力と樹木への流体抗力を評価できる解析手法が必要となる。

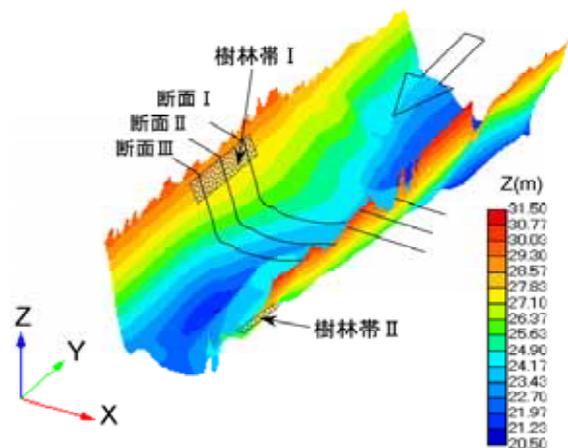


図-1 対象区間の河道地形

本研究は、樹林内の透過流を考慮してこれらを合理的に評価するための二次元河川流モデルを開発するものである。

2. 研究対象区間

本研究では兵庫県加古川市を流れる加古川（河口から23.15km-24.3km 区間）を対象区間とし図-1 に示した。

3. 基礎式

本研究では過去に道奥らが用いた二次元二層流モデルを用いている。これにより洪水時の水面高が樹林高を超えるような場合において、平面二次元モデルよりも正確に流況を再現できる。なお、連続式・基礎式等は参考文献 1 を参考にされたい。

本研究では樹林の抵抗を以下の式を用いて流体力として考慮する。

$$F_x = (1/2)\rho C_d a h_g u \sqrt{u^2 + v^2}$$

$$F_y = (1/2)\rho C_d a h_g v \sqrt{u^2 + v^2}$$

ここで、 C_d ：樹林の抵抗係数、 a ：樹林密度（単位体積あたりの遮断面積）、 h_g ：樹林の浸水高さ。また、樹林の抗力係数については、 $Nepf$ によって示されたグラフ値を用いた²⁾。

4. 計算条件

本数値解析では、縦断方向に116断面、横断方向に41断面となるようメッシュを設定した。そのメッシュ幅は3.5-6.5mであり、解析ケースは表-1の通りである。

5. 結果及び考察

図-2 は対象区間全域について Case8 における流速ベクトルと水深の分布を示したものであり、これを見ると、出水時に樹林帯部（図中の ）を洪水流が通過していることが分かる。

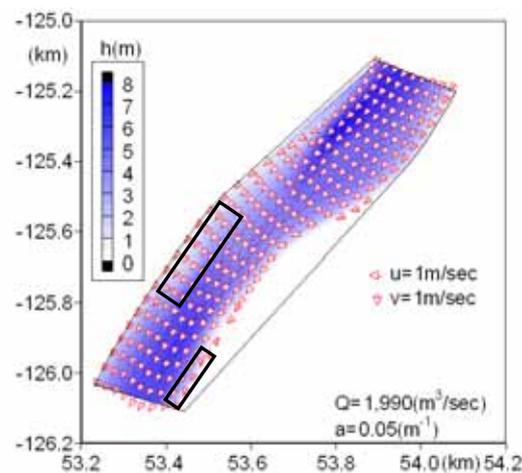


図-2 対象区間の流速ベクトル及び水深分布

表-1 解析ケース

$Q(m^3/s)$	$a(m^{-1})$	0	0.01	0.03	0.05
1,280 (年最大流量(1/1))		Case1	Case3	Case5	Case7
1,990 (5年最大流量(1/5))		Case2	Case4	Case6	Case8

キーワード 河道内樹林, 平面二次元解析, 流体力, 掃流力

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科 TEL078-803-6350

そこで図-3 に図-1 で示した樹林帯内を通る三断面について各解析ケースにおける流速分布を示した。これを見ると、3断面すべてについて樹林帯による流速減少効果が顕著に現れており、疎通能力を低下させていることは明らかである。特に樹林帯中央部を通る(b)断面 上及び下流側を通る(c)断面 上については流速低下が顕著に表れている。

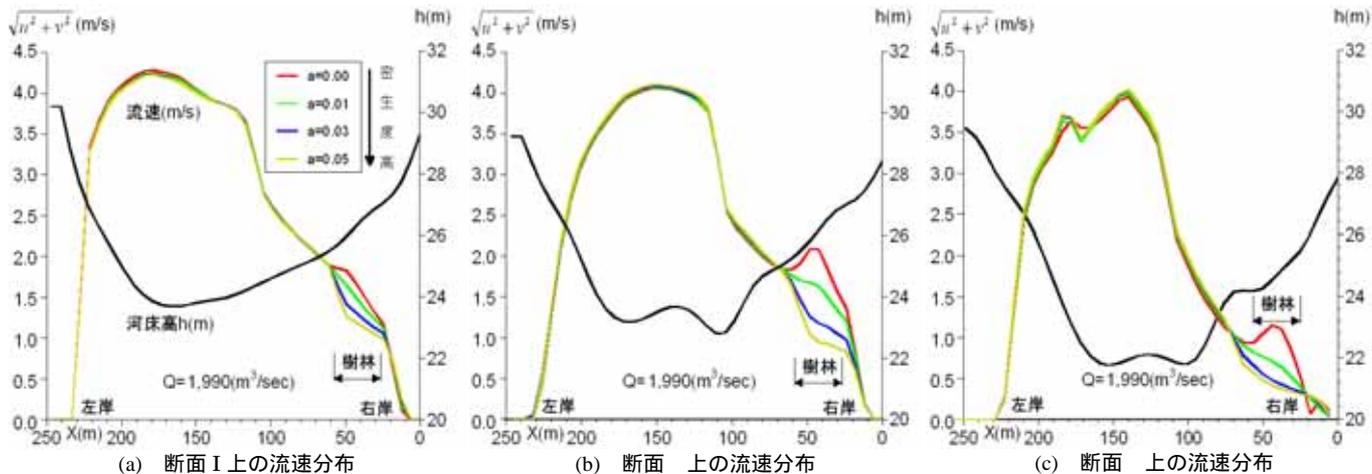


図-3 各横断面上の流速分布(a=0.00 - 0.05)

次に図-4 に対象区間全体の掃流力、図-5 に樹林帯 (図-4 中の) における流体力、図-6 には横軸に樹林の密生度、縦軸に樹林帯内の1メッシュ上(図-5 中の)の流体力・掃流力比をとり樹林に作用する力と、その密生度の関係を示した。図-5 を見ると樹林上流部に大きな流体力が発生している。これは、図-3 に示したように他の断面よりも流速が早いこと、樹林による堰上げ効果によって水深が上昇したことが原因だと考えられる。図-6 を見ると、洪水流量に関わらず、樹林の密生度が大きくなるにつれて流体力が増しており、特に $Q=1,990$ (m³/sec)では、その様子が顕著に表れている。この結果から河道内樹林について、その密生度が大きいほど倒伏されやすいことが分かる。

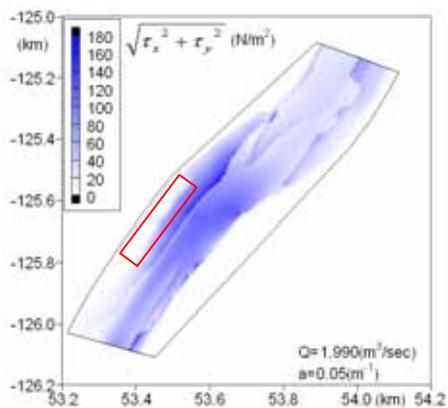


図-4 河道内掃流力分布

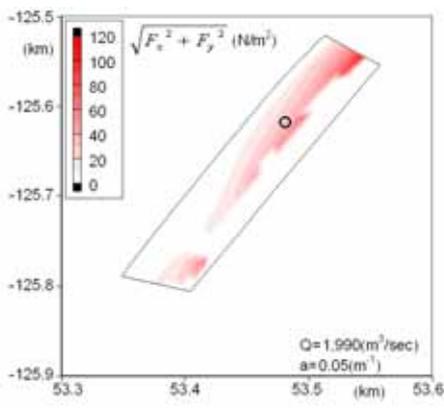


図-5 樹林内流体力分布

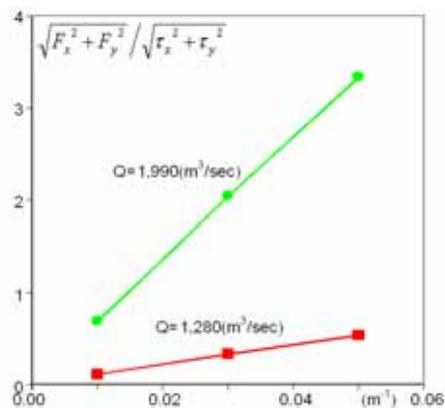


図-6 樹林内での流体力と掃流力の比

6. 結論

本研究では加古川において、河道内樹林が流れに及ぼす影響及び、樹木に作用する力(掃流力・流体力)の評価を二次元河川流モデルを用いて行なった。その結果、樹林による流速減少効果が確認でき、樹林帯が疎通能力を低下させていることを明らかにした。また樹林に作用する力に関して、樹林の密生度が大きくなるにつれて、また流量が大きくなるにつれて掃流力よりも流体力が支配的に作用することを明らかにした。

参考文献

1) 道奥康治, 南条雅志, 石垣泰輔, 前野詩朗: 捨石水制が冠水した開水路流の二次元二層流モデル, 土木学会論文集, No.782/ -70, pp.31-50, 2005 .
 2) H.M.Nepf : Drag, turbulence, and diffusion in flow through emergent vegetation, Water Resources Research, Vol.35, No.2, pp.479-489, 1999.