

枝下高の変化と浮遊物トラップを考慮した実樹木モデルを用いた樹林帯抵抗の評価

埼玉大学大学院 学生会員 ○末永 博 埼玉大学大学院 正会員 田中 規夫
 埼玉大学 学生会員 渡辺 笙悟

1. 背景と目的

河道内樹林は洪水流の抵抗として働き、水位上昇や偏流を引き起こす。そのため、樹林帯とくに樹木の鉛直構造と水位の関係で抵抗特性がどのように変化するかを把握することは重要な課題である。河道内樹林に関する模型実験は多く行われているが、樹林帯模型には多孔質や円柱群が使用されることが多く¹⁾、鉛直構造との関係は知見が少ない。また、令和元年台風第19号後の荒川水系では河道内樹林が流木や草本などの浮遊物を大量にトラップしていることが確認された。このような浮遊物のトラップはさらなる抵抗増加や偏流を引き起こす可能性がある。

そこで、本研究では実樹木モデルを用いた水面形計測実験を行うことで、枝下高、浮遊物トラップが水面形と樹冠の抗力係数に与える影響を明らかにすることを目的とする。

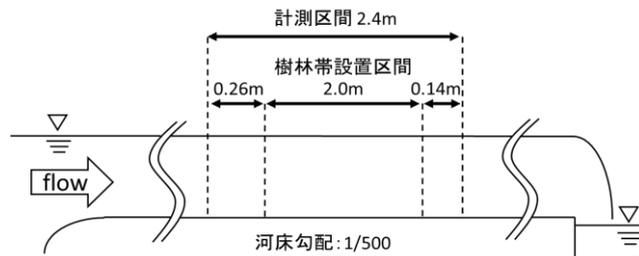


図-1 実験水路および模型の縦断面図



図-2 使用した樹木モデル

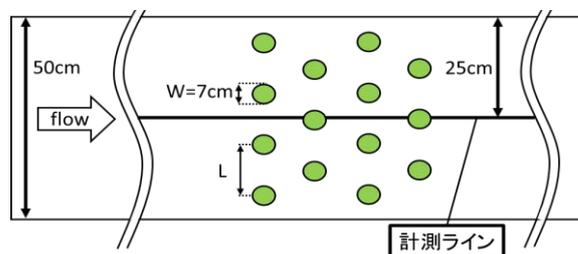


図-3 実験水路および模型の平面図

2. 実験方法および実験ケース

(1) 実験水路の概要

本実験では、長さ14m、幅0.5m、深さ0.4mの矩形断面を有する開水路を用いた(図-1)。河床勾配は1/500に設定し、実験を行った。本実験では、実験の縮尺としてフルード相似則を適用し、実験スケールは現地スケールの1/50となるように設定した。

(2) 使用した樹木および浮遊物モデル

樹木モデルには、実樹木(カイツカイブキ)を用いた。実樹木の枝を剪定し、樹木サイズが樹高20cm以上、樹冠幅約7cm、幹の直径約0.6cmとなるように調整した。

(図-2)。樹木モデルは、固定床の木版に穴をあけ、接着剤で固定することで設置した。樹林帯の長さは2mとし、樹木配置は千鳥配列で設置した(図-1,3)。

浮遊物モデルには、それぞれの樹木の樹冠部前面に水流によって市販のラップを固定し、樹木が稲わらや草本などをトラップした状況を模擬した。

表-1 実験ケース一覧

Case	L/W	枝下高(cm)	流量(m/s)	Case	L/W	枝下高(cm)	流量(m/s)	Case	L/W	枝下高(cm)	流量(m/s)	Case	L/W	枝下高(cm)	流量(m/s)
D-2-1	1.2	2	0.002	M-2-1	2.0	2	0.002	S-2-1	3.5	2	0.002	N-1	樹木なし	樹木なし	0.002
D-2-2(-w)	1.2	2	0.006	M-2-2(-w)	2.0	2	0.006	S-2-2(-w)	3.5	2	0.006	N-2	樹木なし	樹木なし	0.006
D-2-3(-w)	1.2	2	0.012	M-2-3(-w)	2.0	2	0.012	S-2-3(-w)	3.5	2	0.012	N-3	樹木なし	樹木なし	0.012
D-2-4(-w)	1.2	2	0.016	M-2-4(-w)	2.0	2	0.016	S-2-4(-w)	3.5	2	0.016	N-4	樹木なし	樹木なし	0.016
D-2-5(-w)	1.2	2	0.021	M-2-5(-w)	2.0	2	0.021	S-2-5(-w)	3.5	2	0.021	N-5	樹木なし	樹木なし	0.021
D-4-2	1.2	4	0.006	M-4-2	2.0	4	0.006	S-4-2	3.5	4	0.006				
D-4-3(-w)	1.2	4	0.012	M-4-3(-w)	2.0	4	0.012	S-4-3(-w)	3.5	4	0.012				
D-4-4(-w)	1.2	4	0.016	M-4-4(-w)	2.0	4	0.016	S-4-4(-w)	3.5	4	0.016				
D-4-5(-w)	1.2	4	0.021	M-4-5(-w)	2.0	4	0.021	S-4-5(-w)	3.5	4	0.021				
D-6-3	1.2	6	0.012	M-6-3	2.0	6	0.012	S-6-3	3.5	6	0.012				
D-6-4(-w)	1.2	6	0.016	M-6-4(-w)	2.0	6	0.016	S-6-4(-w)	3.5	6	0.016				
D-6-5(-w)	1.2	6	0.021	M-6-5(-w)	2.0	6	0.021	S-6-5(-w)	3.5	6	0.021				

キーワード 河道内樹林, 実樹木, 浮遊物トラップ, 枝下高, 抗力係数

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学 TEL : 048-858-3564 E-mail : tanaka01@ms.saitama-u.ac.jp

(3) 実験ケースおよび計測項目

実験の流量は 0.002, 0.006, 0.012, 0.016, 0.021 (m/s³) の 5 ケース, 枝下高は 1, 2, 3(cm) の 3 ケース, 樹木間隔は樹冠幅 W と間隔 L の比 L/W が 1.2, 2.0, 3.5 の 3 ケースを行った. 表-1 に括弧書きで示した水深が枝下高よりも十分大きくなる流量ケースに対して浮遊物トラップありの実験を行った. 樹林帯なしのケースも含めて, 表-1 に示す計 68 ケースの実験を行った. 枝下高と樹木間隔は, 荒川水系入間川流域での現地調査で取得したデータをもとに設定した.

計測項目は樹林帯前後および内部の水深を, ポイントゲージで縦断的に計測した. 計測点は, 横断方向の水路中央を計測ライン (図-2) として, 図-1 に示した計測区間内を縦断方向に計測した.

3. 結果と考察

下記に実験で計測した水深の縦断分布と実験結果から算出した樹冠の抗力係数を示し, 考察を行う.

(1) 水深の縦断分布

図-4 に流量 0.021(m/s³), 樹木間隔 $L/W = 1.2$ の場合の枝下高が異なる 3 ケースについて, 浮遊物ありとなし, および樹木なしの水深の縦断分布を示す. この図から, 枝下高が低い場合であるほど樹林帯による水深上昇が大きくなる傾向がみられる. これは, 枝下高が低いほど, 抵抗が大きい樹冠部分の投影面積が大きくなるためであると考えられる. 浮遊物ありのケースでは, 浮遊物なしのケースからさらに水深が大きくなることを確認され, 上昇量は樹林帯前面で 5(cm)程度であった.

(2) 樹冠の抗力係数

図-5 に樹木間隔 $L/W = 1.2$ における樹冠の抗力係数 CD を示す. 樹冠の CD は, 各樹木の CD が同じで, 幹の CD が 1.0 であると仮定し, 運動量方程式によって算出した. 浮遊物がない場合の樹冠の CD は 0.3-0.8 程度であった. 竹中・田中(2011)では, 樹冠の抗力係数は 0.15-0.35 の範囲であるとされている²⁾. 今回の実験で使用した樹木モデルは, 樹冠域内に占める葉の量が多いため, 既往研究よりもやや大きい値となった. 浮遊物トラップあり場合の樹冠の CD は, 浮遊物なしの場合と比べて約 1.7-2.5 倍となった. また, 枝下高が高いほど, CD が小さい傾向がみられる. これは, 枝下高が高いほど, 流れが幹部分に迂回しやすく, 抵抗が小さくなるためであると考えられる.

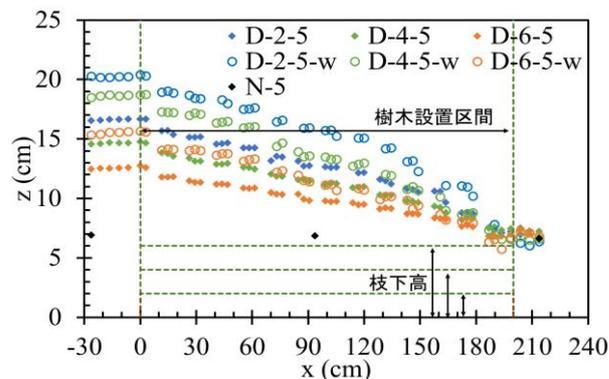


図-4 水深の縦断分布

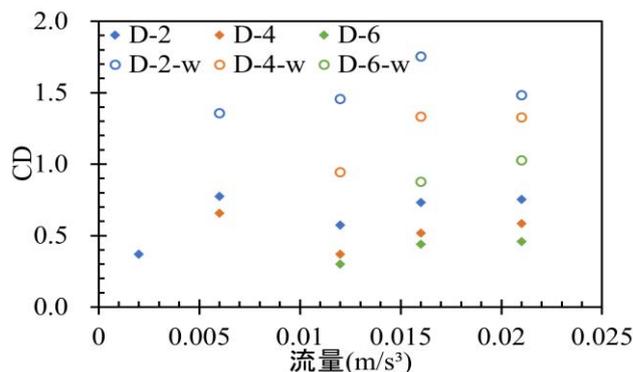


図-5 樹冠の抗力係数

4. 結論と課題

本研究で得られた結論と課題は下記の通りである.

- ・樹林帯の枝下高が低いほど, 投影面積が大きくなるため, 樹林帯による水位上昇が大きい.
- ・実樹木モデルの樹冠の抗力係数は約 0.3-0.8 であった.
- ・樹冠前面に浮遊物を模擬したラップを設置することで, 水深が上昇し, 樹冠の抗力係数は 1.7-2.5 倍となる.
- ・令和元年台風第 19 号後の現地調査では, 幹部分で浮遊物を大量にトラップしている樹木が見られた. このような場合, 本実験で想定した樹冠部分でのトラップよりもさらに抵抗が増加することが考えられるため, 幹部分でのトラップについても検討を行う必要がある.

謝辞: 本研究の一部に国土交通省技術開発助成制度・地域課題分野 (河川) の予算を使用した. 記して謝意を表します.

参考文献

- 1) 藤田光一, 福岡捷二: 洪水流における水平乱流混合, 土木学会論文集, No. 429/II-15, pp. 27-36, 1991.
- 2) 竹中宏, 田中規夫: 樹木の葉層面積と樹幹・樹枝投影面積分布を考慮した抗力係数に関する研究, 土木学会論文集B1(水工学), Vol. 67, No. 4, I_1411-I_1416, 2011.