

樹木模型を高水敷に設置した複断面開水路の流速特性について

東海大学大学院 学生員 ○五十嵐 雅志
東海大学大学院 学生員 山田 勝巳
東海大学海洋学部 正 員 田中 博通

1. はじめに

1997年に河川法が改正され、その目的の中に「河川環境の整備と保全」が付加された。また、1990年の建設省(現国土交通省)の呼びかけにより「多自然型川づくり」が全国的な広がりを見せている。「多自然型川づくり」は従来の河川工学の知識に加えて生物・生態学的要素を必要とするものである。その中で高水敷上の樹木群は「河川環境」、「治水・利水」、「高水敷上の構造物の保全」を考える上で重要な項目である¹⁾。

そこで、低水路沿いに列植された樹木群が洪水時の流れに対して、どのような影響を及ぼすのかを水理模型実験により物理的に解析することを本研究の目的とする。そして今後の洪水流の制御、河川区域内における樹木管理において必要な知見を得ることを目指すものである。

2. 実験方法

本実験は長さ 35.0m、幅 1.0m、高さ 0.6m の二次元水路に 1/100 の河川模型を用い、竹串 ($\phi=0.024\text{cm}$) を高水敷の低水路側壁より 2.0cm の位置に一系列に配置して行った。設定水深 H は 6.0cm、設定流速 V は 10.0, 20.0, 30.0cm/s の 3 パターン、竹串間隔は竹串配置なし (CASE A)、10.0cm (CASE B)、5.0cm

表-1 実験条件

条件	V (cm/s)	Q (cm ³ /s)	Fr	Re
No.1	10.0	5200	0.130	15800
No.2	20.0	10400	0.261	31700
No.3	30.0	15600	0.391	47500

(CASE C)、2.5cm 間隔 (CASE D) の 4 パターンであり、以上の組み合わせの計 12 ケースにおいて、横断方向は 2.5~5.0cm 間隔の 13 測線、水深方向は 0.5cm 間隔の断面各点における主流方向の流速 U 、横断方向の流速 V 、鉛直方向の流速 W を 3 次元電磁流速計により同時計測し解析を行った。なおサンプリング時間は 10Hz、データ総数は 1024 個である。表-1 には実験条件を、図-1 には模型断面図を示す。

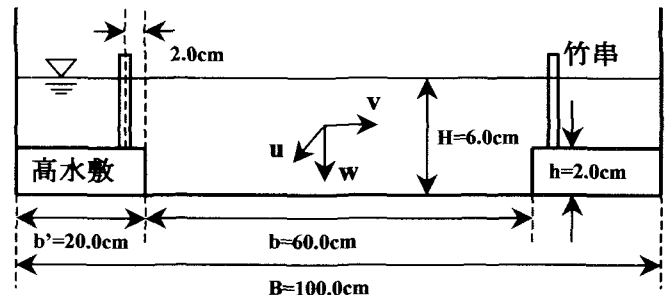


図-1 河川模型 (横断面図)

3. 実験結果

図-2, 3 は実験条件 No.2 における竹串を配置しない場合 (CASE A) と、竹串間隔を 5.0cm とした場合 (CASE C) の等流速分布をそれぞれ示している。縦軸は水深を設定水深で無次元化してあり、流速は断面平均流速で無次元化してある。両者を比較してみると、CASE A では断面中央に流心を持った分布を示すが、CASE C では竹串付近で流速が小さくなっており、低水路、高水敷にそれぞれ流心を持った分布を示すことがわかる。

図-4, 5 はそれぞれ実験条件 No.2 における CASE A, CASE C の U, V に関するレイノルズ応力分布を示す。竹串がない場合ではレイノルズ応力は断面にほぼ様な値を示し、その範囲は約 $-0.1 \sim 0.1 \text{ dyn/cm}^2$ であった。しかし、5.0cm 間隔の場合では竹串付近で大きな値を示している。竹串直近の水路壁側では約 -0.9 dyn/cm^2 、模型側では約 0.9 dyn/cm^2 となった。

図-6~8 は実験条件 No.2 における、水路壁より 2.5cm (図-6)、竹串に最も近い水路壁より 17.5cm (図-7)、模型中央 (図-8) の位置の CASE A~D の平均渦径 L_x を示したものである。 L_x は次式で定義した²⁾³⁾。

$$L_x = \int_0^{\infty} R(\tau) d\tau \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 $R(\tau)$ は自己相関係数、 τ は隔たり時間とし、積分範囲は $R(\tau)=0$ となる τ までとした。

図-6 より L_x は竹串の配置に関係なくすべてケースにおいてほぼ同様な値を示していることがわかる。しか

し図-7 より竹串直近では竹串を配置した場合, L_x が竹串を配置しない場合よりも小さくなることが確認された. 図-8 より模型中央では竹串のない場合では, 水深が増加するにつれ L_x が増加する傾向が見られた. 10.0cm 間隔のときは, 水深方向に対してバラついているが, 5.0cm, 2.5cm 間隔になるにつれ, L_x は水深方向に対して, ほぼ同じ値となった. このことから竹串間隔が密になるにつれ, L_x が一様化されてくることがわかる.

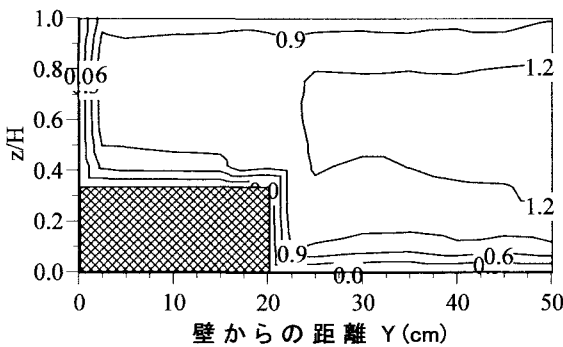


図-2 等流速分布図 (竹串なし)

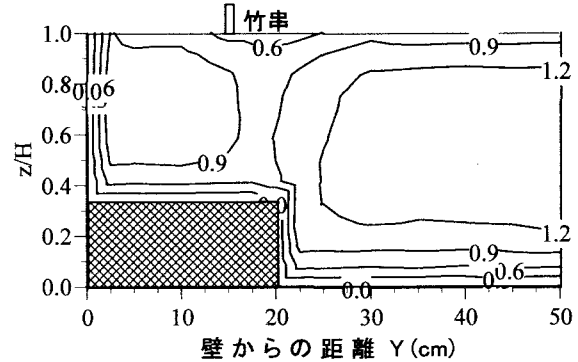


図-3 等流速分布図 (5.0cm 間隔)

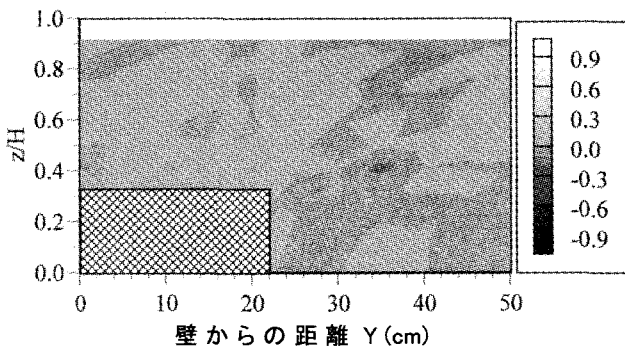


図-4 レイノルズ応力分布図 (竹串なし)

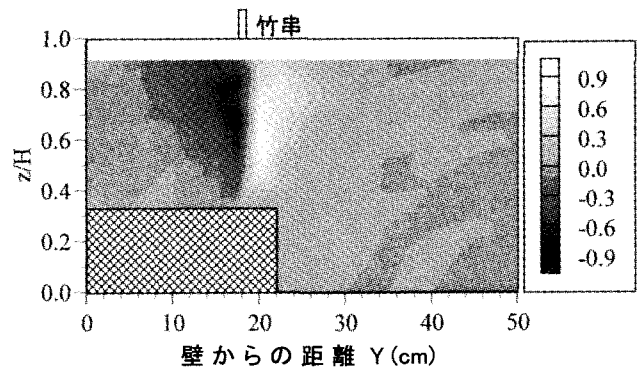


図-5 レイノルズ応力分布図 (5.0cm 間隔)

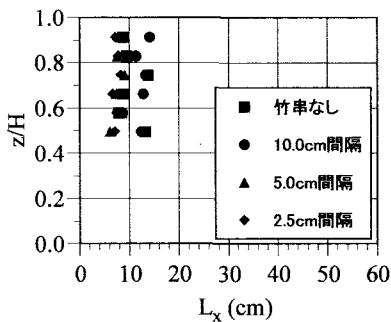


図-6 平均渦径
(水路壁より 2.5cm)

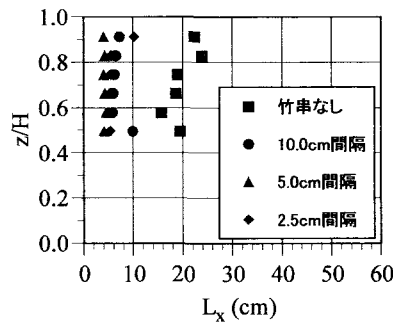


図-7 平均渦径
(水路壁より 17.5cm)

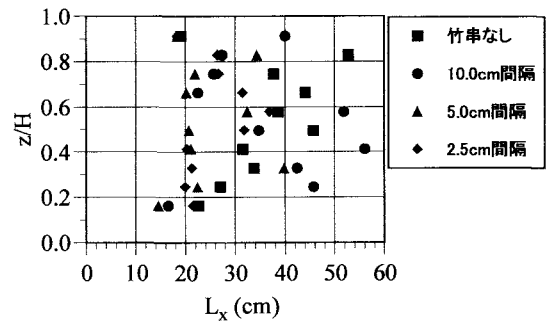


図-8 平均渦径 (模型中央)

4. おわりに

以上の結果より, 竹串のない場合に比べて, 低水路側壁沿いの高水敷に一行に竹串を配置した場合, 高水敷・低水路境界付近のレイノルズ応力の増加により, 流速が弱められ, 平均渦径の縮小と水深方向に一様化を引き起こすことがわかった. 従って, 高水敷・低水路境界付近の列状樹木群が洪水流の緩和に役立つものと考えられる.

5. 謝辞

本研究をするに当たって実験に協力してくれた, 東海大学海洋学部海洋土木工学科学学生の島田二郎, 山岸隆大両君に感謝いたします.

[参考文献]

- 1) (財) リバーフロント整備センター: 河川における樹木管理の手引き, 山海堂, 1999
- 2) 日野幹雄: スペクトル解析, 朝倉書店, 1977
- 3) 日野幹雄: 流体力学, 朝倉書店, 1992