

Ⅱ-24 樹木群落を通過する流れと掃流砂量について

阿南高専 正 ○湯城豊勝
阿南高専 遠野竜翁

徳島大学 正 岡部健士
阿南高専 前川裕美

1. はじめに

近年、河川環境や景観などの方面で樹木を含めた植生が注目されるようになってきた。河川を管理するためには、河道における樹木内の流れと流砂の特性を把握することは重要であり、従来より多くの研究がなされてきた。ところが、現実の樹木による抵抗は樹冠部の影響が大きいにもかかわらず、数例を除いて¹⁾実験の容易さから簡単な形状の樹木モデルによる検討が多い。本研究では、樹冠部と幹部の区別が明瞭な形態の樹木モデルを用いた実験を行い、流れの抵抗則と掃流砂量特性に関する考察を行った。

2. 実験

本実験では、まず固定床実験において水深と流量の関係を調べたのち、樹木群落内の流速分布を求めた。ついで、移動床実験において掃流砂量を計測した。

実験には長さ、長さ 12m、幅 40cm の可変勾配・矩形断面水路を使用した。樹木モデルは樹冠部の大きい高木を模擬し、図-1 に示すように幹部に外径 2.1mm のアルミ製パイプを用い、樹冠部には直径 1.2mm のビニールコーティング製の針金を螺旋円錐状に巻いたものである。同図に示す番号は、1 は幹部、2 は樹冠部、3 は表面層を表すもので後述の図中における整理番号として使われている。樹木の配置位置は、図-2 に示す千鳥状配列で、縦・横断方向間隔をともに 5cm (シリーズⅠ) と 10cm (シリーズⅡ) として、水路上流端から 4.4 ~ 8.4m 区間まで設置した。

固定床実験では、水路床勾配を $I=1/200$ に固定し、水深を増加させつつ等流状態を作り、樹木がない場合とシリーズⅠおよびシリーズⅡでの流量との関係を求めた。つぎに、水深が幹部、樹冠部、表面層の場合について、図-2 の・印に示す位置で極細のピトー管を用いて流速分布を計測した。移動床実験では、水路上に平均粒径が 0.6mm の一様砂を 1cm 厚で敷き詰め、各種の流量条件で掃流砂量を計測した。

3. 実験結果ならびに考察

水深と流量の関係を図-3 に示す。同一流量に対する水深は、樹木密度が大きくなるにつれて深くなり、せき上げの影響が現れている。各シリーズの描点群は滑らかな曲線となり、マンニング則の $3/5$ 乗の関係を呈している。しかし樹木がある場合、曲線の変化率は樹冠部で急激に上昇し、樹冠部の影響が大きいことを表している。流れの抵抗をマンニングの粗度係数で評価すると、粗度係数の平均値は樹木なしで $n=0.012$ 、シリーズⅡで $n=0.025$ 、シリーズⅠでは $n=0.04$ となっていた。また水深方向に対する粗度係数の変化率も、やはり樹冠部で急激に増加していた。

つぎに、流速分布図を図-4 および図-5 に示す。全体には、樹木密度が大きいシリーズⅠの流速が

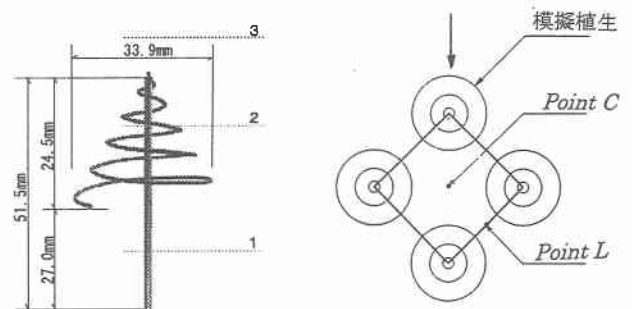


図-1 樹木モデル

図-2 流速計測位置

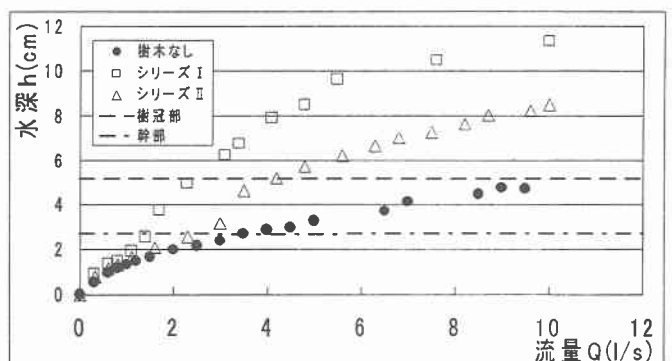


図-3 水深と流量の関係

なり小さい値を示している。一般的な流速分布形状はいずれのケースも、路床近傍では壁面法則に従う特徴が現れ、幹部で流速の減少が見られる。樹冠部では流速の減少もしくは変曲点が見られ、その後対数型に近い表層に接続するという傾向になっている。また樹木間の中心(C)での計測値は、樹木背後になるため、線上(L)での流速より全体に小さい値を示している。

個々に見ると、シリーズⅠにおいては、幹部の速度勾配は負の値になっている。水位が樹冠部の場合は、流速減少がさらに大きくなり、樹木が水没する場合は樹冠部で流速の変曲点が見られる。シリーズⅡにおけるいずれの場合も、幹部の速度勾配は樹木間の中心(C)では負になるが、線上(L)では0または正の値になっている。樹木背後の後流の影響が原因と思われる。

最後に、流砂量実験の結果を図-6、図-7に示す。ここに、 τ_* は見かけの摩擦速度 (u_{*0}) を用いて整理した無次元掃流力、 q_{*B} は無次元単位幅流砂量 ($= q_B / (\tau_{*0} d_m)$) であり、曲線は芦田・道上の流砂量式を表している。

いずれのシリーズにおいても、描点群は芦田・道上式の曲線よりも τ_* の大きい側に移動し、有効掃流力が著しく低減していることが分かる。シリーズⅠとⅡの違いを見ると、シリーズⅠではデータの値がほぼ集中し、水深の違いによる差異はあまり見られず、無次元限界掃流力はいずれも τ_{*c} の約16倍になっている。一方、シリーズⅡの描点群は水位ごとにほぼ区別されている。無次元限界掃流力は、水位が幹部の場合(Ⅱ-1)には通常値 0.05 の約3倍、水位が樹冠部の場合(Ⅱ-2)では5倍程度になり、樹冠部の抵抗が大きいことを示唆している。また、樹木が水没状態の場合(Ⅱ-3)にはデータがばらついていて、目視によると河床形態の発達が顕著になり、河床の形状変化に伴って流砂量の変化も大きくなったものと思われる。砂洲上の河床形態は、大きいときには波高が 3.5cm にもなり、樹冠部まで達していた。

参考文献

- 1) 岡部・湯城・児島：植生を伴う河床上の掃流砂量に関する研究, 水工学論文集, 第41巻, pp.851-856, 1997.

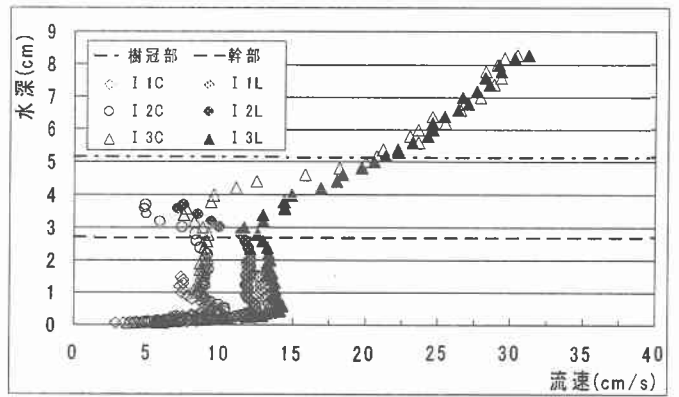


図-4 シリーズⅠの流速分布図

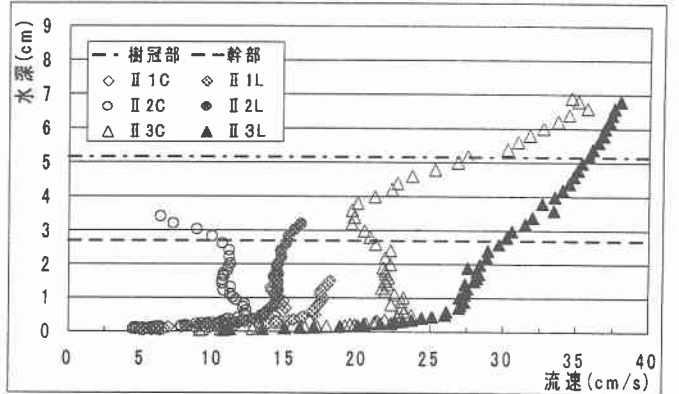


図-5 シリーズⅡの流速分布図

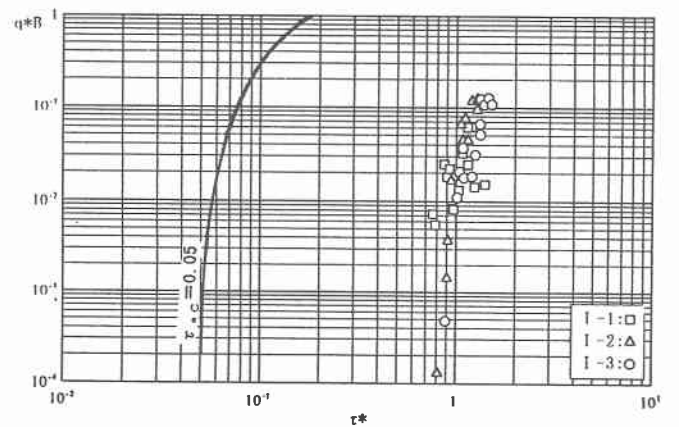


図-6 シリーズⅠの移動床実験結果

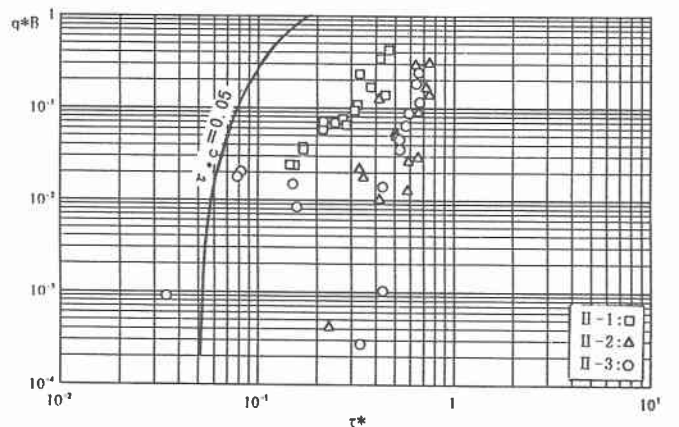


図-7 シリーズⅡの移動床実験結果