

溪畔林を持つ河道における掃流砂量に関する実験的研究

京都府立大学 ○藤田 英信、石川 芳治、水原 邦夫、成富 靖

1. はじめに

最近、溪畔林のもつ生態系の保全機能、景観の向上機能および土砂災害の軽減機能が見直されてきており、砂防事業にも積極的に採り入れられてきている。しかしながら、溪畔林の砂防上の機能、すなわち、土砂調節・捕捉機能については不明な点が多い。そこで、樹林が河道に存在する場合の掃流砂量について直線水路を用いた水理実験を行い検討した。

2. 実験の概要

実験には、長さ 15m、幅 0.3m、深さ 0.3m の鋼製の勾配可変直線水路を用い、水路床には粗度をつけた。樹木模型は、高さ 20cm、直径(D)0.4cm および 0.6cm の2種類の鋼製円柱を用い、配置間隔(S)は 6.32cm、および 3.16cm の2種類として千鳥格子状に水路床全面に設置した。実験には平均粒径 1.8mm のほぼ均一な珪砂を用い、給砂装置により上流より供給した。水路勾配は 1/10, 1/20, 1/50 の3種類とし、樹木密生度は樹木なしも含めて5種類とし、給砂なし(固定床)で15ケース、給砂有り(移動床)で15ケースの計30ケースの実験を実施した。流量は基本的には 15 l/sec としたが、一部で 7.5 l/sec および 12 l/sec も用いた。実験中に流速分布(水深方向、横断方向)、水位、河床高、流砂量を測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 流速分布と流速係数

樹林が設置されている場合の鉛直(水深)方向の流速分布はほぼ一様な分布を示し、固有浸透流場の流れとなった。したがって、樹木のある場合の平均流速 U_m' は

$$U_m' = (2gS^2I/C_D D)^{1/2} \quad (1)$$

と表すことができる。ここに g : 重力加速度、 S : 樹木間隔、 I : 水路床勾配、 C_D : 抗力係数、 D : 樹木の直径である。

これより、樹林のある場合の流速係数 U_m' / U_*' は

$$U_m' / U_*' = (2^{3/4} g^{1/4} S^{3/2} I^{1/4}) / (C_D^{3/4} D^{3/4} q^{1/2}) \quad (2)$$

と表される。ここに、 q : 単位幅流量である。図-1に式(2)により得られた樹林が存在する場合の流速係数と実験から得られた値を示す。ただし、ここで $C_D = 1.17$ を用いた。図-1より式(2)がほぼ成り立っていることがわかる。

3.2 樹林が存在する場合の有効掃流力

樹林が存在する場合に実際に河床砂礫の移動に寄与する有効掃流力を検討することとし、無次元有効掃流力 ($\tau_* e$) の逓減係数 β を $\beta = \tau_* e / \tau_*$ (τ_* は樹林がない場合の無次元掃流力) すると、 β は

$$\beta = \frac{(2g)^{3/4} n^{9/10}}{C_D^{3/4}} \times \frac{I^{3/10} S^{3/2}}{q^{3/5} D^{3/4}} \quad (3)$$

で表される。ここに、 n : マニングの粗度係数である。これより、樹木の密生度としては、流水の単位体積当たりの遮へい面積を表す $a = D/S^2$ が適当であることがわかる。

図-2に式(3)から得られた β の値と実験による値の関係を示す。図-2より式(3)がほぼ成り立っていることがわかる。式(3)より樹林のある場合の無次元有効掃流力は $\tau_* e = \beta \times \tau_*$ により求まる。

3.3 樹林が存在する場合の掃流砂量の推定

実験結果について、無次元有効掃流力 (τ_{*e}) を用いて、無次元化された掃流力 $\Phi_B [= q_B / \{(\sigma/\rho - 1)g d^3\}^{1/2}]$ と $\tau_{*e} (1 - \tau_{*c}/\tau_*)$ の関係¹⁾を求めると、図-3に示すように、両者には比較的良い対応関係があり、図-3中の近似直線は

$$\Phi_B = 5 \cdot \tau_{*e}^{3/2} (1 - \tau_{*c}/\tau_*)^{3/2} \quad (4)$$

で表される。ここに、 τ_{*c} : 無次元限界掃流力であり図-3では0.05を用いた。式(4)を用いることにより樹林の存在する流路における掃流砂量をほぼ推定できると考えられる。

4. まとめ

本研究では主として水理模型実験により樹林が水路内に存在する場合の掃流砂量を算定する式を導いた。今後はより現実に近い状態を想定した場合の溪畔林の土砂調節・捕捉機能を検討する必要がある。

参考文献：1) 平野洋一、水原邦夫、大手桂二：植生水路の流水抵抗と掃流砂量に関する研究：砂防学会誌（新砂防）、Vol.40、No.3、pp.4～10、1987

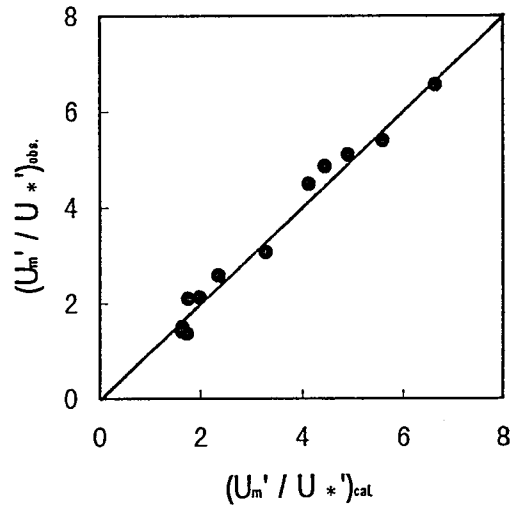


図-1 流速係数 U_m' / U_*' の計算値と実測値の比較

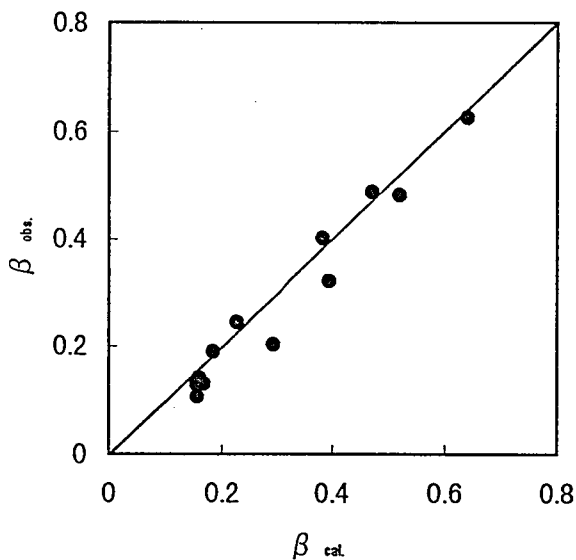


図-2 透減係数 β の計算値と実測値の比較

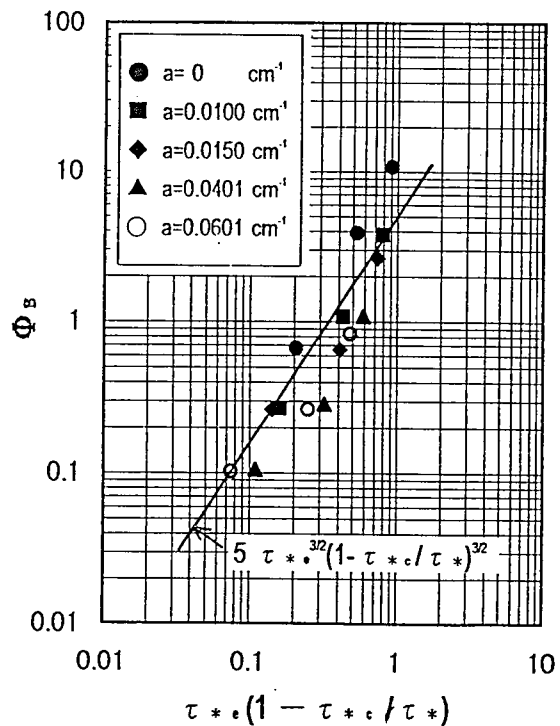


図-3 無次元掃流力 Φ_B と $\tau_{*e} (1 - \tau_{*c}/\tau_*)$ の関係