

21 樹林帯による河道侵食抑制効果に関する実験的研究

国土交通省倉吉工事事務所

○竹崎伸司

国土交通省国土技術政策総合研究所

笹原克夫

独立行政法人 土木研究所

仲野公章

(株) 建設技術研究所

古山剛

1. はじめに

砂防溪流の河道内には植生が存在していることが多く、その環境的な重要性については砂防技術者の間でも認識が高まりつつある。また近年の溪流整備手法の中には、樹林帯に河道侵食抑制機能を期待する工法も提案されている。ただ現時点では、樹林帯のもつ河道侵食抑制効果についての十分な知見が得られた上での活用が行われている段階にはない。よって本研究では昨年¹⁾に引き続き²⁾、樹林帯の持つ河道侵食抑制効果(特に溪岸上の)の定量的評価を目的に水理模型実験を行った。

2. 実験方法

実験に用いた水路は長さ 8m の木製直線水路で、水路勾配は $I=1/150$ 、4m の助走区間を経て 2m の実験対象区間を持つ(実験水路図は前報¹⁾を参照)。横断形状は左右対称の単断面台形水路で、溪床幅 30cm、溪岸幅及び溪岸高 14.1cm、溪岸法面勾配は 45° 、溪岸斜面長は 20cm である。実験対象区間の左岸側のみ侵食可能な砂とベントナイトの混合物を設置し、それ以外の溪床・溪岸はすべて固定溪床・固定溪岸である。この溪岸上には、樹林帯を模した直径 5mm の木製円柱群を上から突き刺す形で設置した。樹林密度のパラメータには、「樹木占有面積率=樹林帯の断面積/樹林帯の立地面積 $\times 100(\%)$ 」を用いる。実験流量は樹木なしの状態³⁾で水深が $h=10\text{cm}$ になるように $Q=46.2(\text{l/s})$ を与えた。上流からの給砂は行わなかった。

今回の溪岸は、流水により表面が除々に侵食される形態を維持できる条件に設定した。溪岸材料の砂は $d_{10}=0.18\text{mm}$, $d_{30}=0.26\text{mm}$, $d_{60}=0.45\text{mm}$, $d_{\text{max}}=2.4\text{mm}$, $d_m=0.55\text{mm}$ のものを用いた。砂とベントナイトの混合体積比は 4:1 とした。溪岸材料の締め固め方法は、16.44kg の載荷材を 20cm の高さから一定回数落下させることで行った。

実験ケースは、①溪岸侵食量を調べるケース、②流速分布を調べるケース(固定溪岸)、の二つから構成した。両ケースとも樹木占有面積率を $P=0\sim 1.2(\%)$ まで変化させその影響を調べた。①のケースでは通水時間を 80 分とし、20 分おきに 2 測線上(実験区間上流端から 50cm、150cm)で水位・溪岸横断形状を、実験終了時に 4 測線上(50cm、83.3cm、116.7cm、150cm)で溪岸横断形状を計測した。計測にはポイントゲージを用いた。②のケースの流速測定にはピトー管を用いた。

3. 実験結果

3.1 樹木占有面積率と溪岸侵食量

図-1 に、樹林占有面積率と溪岸侵食量の関係を示した。横軸が樹木占有面積率、縦軸が単位時間の溪岸侵食断面積である。図上には、二つの水理条件(H11 年度実験結果を含む)での結果を示したが、両者とも樹木密度が高くなるにつれ、溪岸侵食量が小さくなる傾向を示した。この結果からは、樹林による侵食抑制効果が認められる。また二つの水理条件の侵食量を比較すると、より流量大・より急勾配の条件の方が、侵食量が二倍程度大きくなった。これは掃流力に比例して侵食量が大きくなったためと考えられる。

3.2 樹林帯の溪岸侵食抑制効果の定量的評価

今回樹林帯の溪岸侵食抑制効果を定量的に評価するため以下の(1)式を用いた。(2)~(4)式は(1)式を求めするために用いた式である。

$$E = D_1 \cdot U_* \cdots (1), \quad E = A_e / L_b \cdots (2), \quad u_m = (1/h) \int_0^h u(z) dz \cdots (3), \quad U_* = (1/h) \int_0^h u_*(z) dz \cdots (4)$$

ここに、 E : 溪岸侵食速度(cm/s)、 D_1 : 侵食速度係数、 U_* : 断面平均の摩擦速度(cm/s)、 A_e : 平均した溪岸侵食断面積(cm^2)、 L_b : 溪岸斜面長(cm)、 u_m : 平均流速(cm/s)、 h : 水深(cm)、 u : 流速(cm/s)、 z : 河床からの高さ(cm)、 u_* : 摩擦速度(cm/s)、である。(1)式の D_1 が樹林の効果を示す係数である。本実験ではこの D_1 と樹木占有面積率 P の関係を求めることで、樹林帯の効果評価を行う。

今回(1)式の U_* は次の方法で求めた。石川ら²⁾の研究より、図-2 に示す樹林密度と流速係数の関係が求められている。著者は今回この図上に、溪岸侵食実験とは別に実施した直線矩形断面水路での実験結果をプロットした。この実験結果の樹林密度と流速係数の関係が、解析対象である溪岸侵食実験でも成り立つと仮定し、(3)式から u_m を求め、それから各点の u_* を求めた。最後に(4)式により断面平均の摩擦速度 U_* を求めた。図-3 に摩擦速度分布と溪岸侵食最終形状を示した。今回このようなやり方で摩擦速度を求めた理由は、台形断面水路の溪岸上は複雑な水理条件にあり、単純に水深から摩擦速度を求められないためである。

図-4 に侵食速度係数 D_1 と樹木占有面積率 P の関係を示した。これより、樹木占有面積率が高くなれば、侵食速度係数は減少する傾向にあることがわかった。

4. 今後の課題

今回、樹林帯の溪岸侵食抑制効果について水理模型によりその効果の定量化を試みた。ただ本稿で示した結果は 1 つの水理条件から求めたものであるため、今後現在解析中の他の結果も加え、検証を行う予定である。

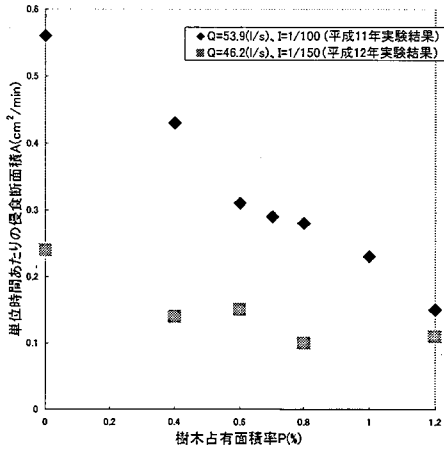


図-1 樹木占有面積率と溪岸侵食断面積

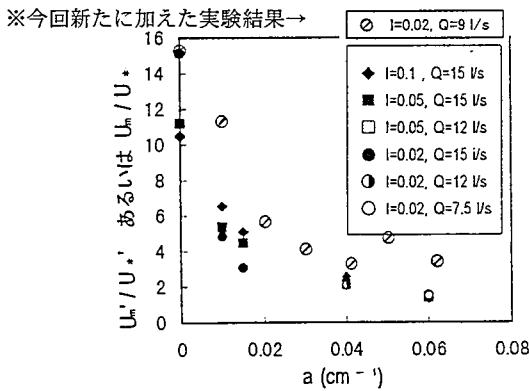


図-2 密度と流速係数の関係
(石川ら²⁾の図-5 に新たにデータを加えたもの)

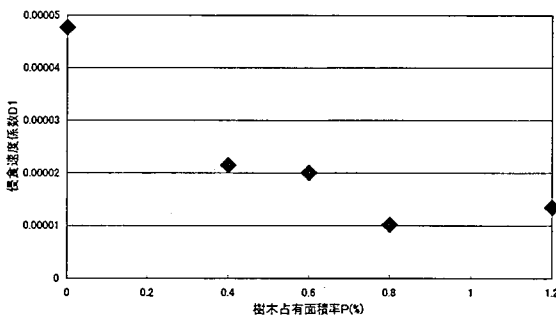


図-4 侵食速度係数 D_1 と樹木占有面積率 P
(平成 12 年実験のデータ、 $I=1/150$ 、 $Q=46.2(l/s)$)

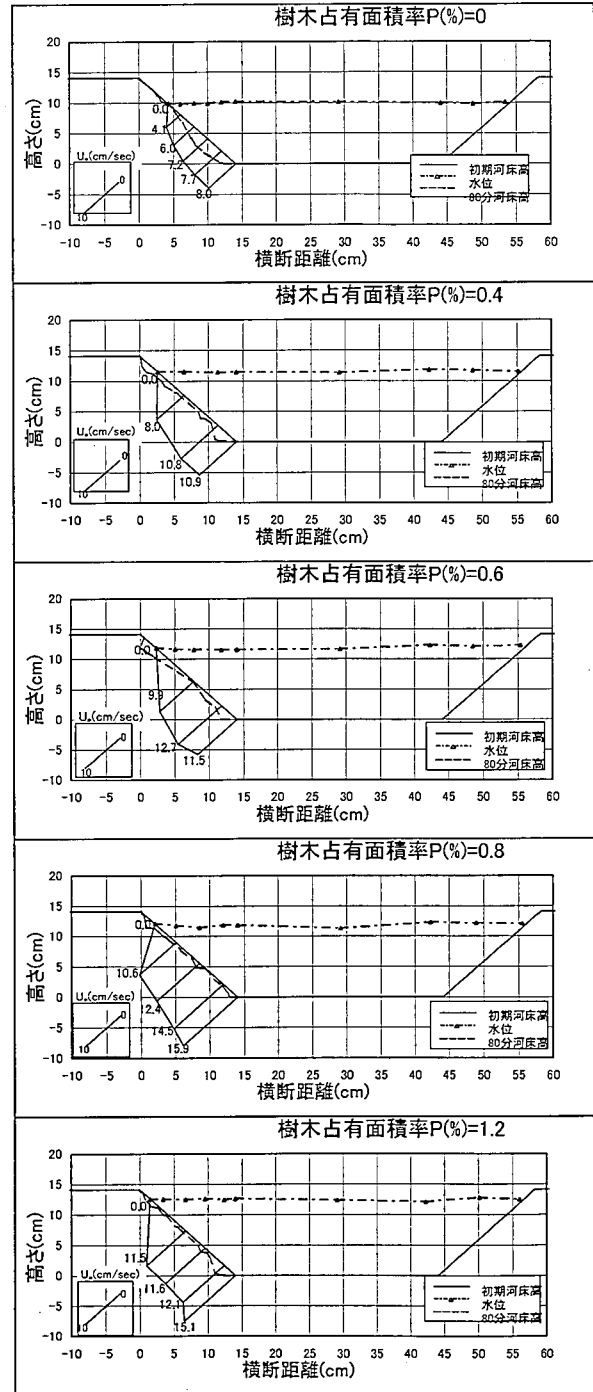


図-3 摩擦速度分布と溪岸侵食形状
(平成 12 年実験のデータ、 $I=1/150$ 、 $Q=46.2(l/s)$)

参考文献・引用文献

- 1) 竹崎伸司、笹原克夫、南哲行(2000)：木本食性の溪岸侵食抑制効果に関する実験的研究、平成 12 年度砂防学会研究発表会概要集、pp.98-99
- 2) 石川芳治、藤田英信、水原邦夫、成富靖(1998)：溪畔林をもつ河道における掃流砂量に関する研究、砂防学会誌、Vol.51、No.3、pp.35-43