

連続床固工区間の溪畔林の流路安定に与える効果に関する実験

建設省土木研究所 南 哲行、○小山内信智、竹崎伸司
大日本コンサルタント(株) 松村恭一

1. はじめに

扇状地または谷底平野で行われる流路整備においては、事業用地を最小限にするために、コンクリート護岸などを用いた単断面の流路工を施工することが一般的に行われてきた。しかしながら、溪流環境に対する負荷を減らし、周辺環境に調和した流路整備を行うためには、流路断面に多様性を持たせることが重要である。そのため、特に低水護岸を持たず、床固工群の袖部の延長に余裕を持たせることで望ましい流路断面形状を造り出し、さらに溪畔林を保全・導入することでの整流効果を検討するために水理模型実験を行い、最大侵食幅等の設計諸元を算定するための手法を検討した。

2. 実験方法

急勾配可変水路を用いて幅100cm、延長10mの直線流路を作成し、表-1に示した条件で、図-1に示す床固工 (Run-4は中央部に10cm×0.6cmの切り欠きを1つ、Run-10は切り欠きを5cm幅2つに分けて設けた)、図-2に示す給水・給砂条件で実験を行った。また、Run-11は床固工間の中間点に床固工袖部と同じ形状の水制工を配置し、Run-13は各床固工直下流から床固工間の中間点までブロックで低水護岸を設置した。初期流路形態は、床固工水通し断面より左右岸方向にそれぞれ5cmずつ引いて下幅50cm (Run-5のみ30cm)、側岸勾配1:1の逆台形移動床とした。給砂は芦田・高橋・水山の緩勾配流砂量式で与えられる量とし、実験砂の粒度は $d_m = 1.3\text{mm}$ 、 $d_{90} = 2.0\text{mm}$ である。また、樹林帯は1スパンの袖裏の高水敷部分のみに、右岸0.4 (または0.5) %、左岸0.7 (または1.0) %の樹林占有面積率(P)となるように $\phi = 5\text{mm}$ の木製円柱を千鳥に配置した。測定項目は、樹林帯区間およびその上流側の区間の2スパンについて、各給水パターン中の河床高、水位、流速および流況の観察である。

3. 実験結果および考察

3.1 側岸侵食状況

流況観察等により判読できた概況および考察を以下に示す。

①溪岸侵食は、流路中央部に砂礫堆が形成され、それが成長するに伴って主流路が側方に押し出される(拡散または蛇行する)ことによって側岸の天然溪岸部分に流水が角度を持って衝突し、その結果剥離した砂礫が主流によって運搬されることで発生・進行する。

②床固工間隔との関係によって大きく影響を受けるが、主流が砂礫堆をフラッシュし得る掃流力を持つ状況では流水は流路中央部に集中して側岸侵食は進行せず、むしろ砂礫堆が発達する条件の出水が長時間続く場合が側岸侵食範囲検討の対象流量となると考えられる。

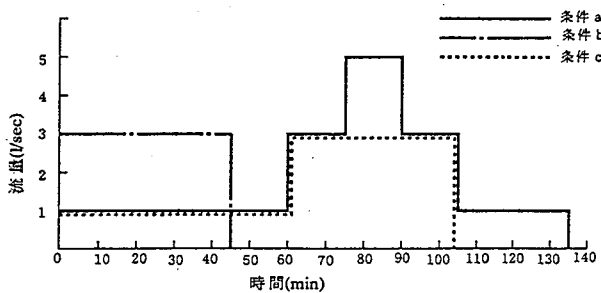


図-2 給水・給砂条件

表-1 実験条件

Run	計画河床 勾配 I	床固工間隔 (cm)	樹林帯密度(%)	給水 給砂	横断工 形状
1	1/50	125	樹林帯無	a	A
2	1/50	125	右岸0.4%、左岸0.7%	a	A
3	1/100	125	右岸0.4%、左岸0.7%	a	A
4	1/50	125	右岸0.4%、左岸0.7%	a	A(切欠き1)
5	1/50	125	右岸0.4%、左岸0.7%	a	B
6	1/50	75	右岸0.4%、左岸0.7%	a	A
7	1/50	125	右岸0.5%、左岸1.0%	a	A
8	1/50	125	右岸0.5%、左岸1.0%	b	A
9	1/50	125	右岸0.5%、左岸1.0%	c	A
10	1/50	125	右岸0.4%、左岸0.7%	a	A(切欠き2)
11	1/50	250	右岸0.4%、左岸0.7%	a	A(水制工)
12	1/50	250	右岸0.4%、左岸0.7%	a	A
13	1/50	250	右岸0.4%、左岸0.7%	a	A(低水護岸)

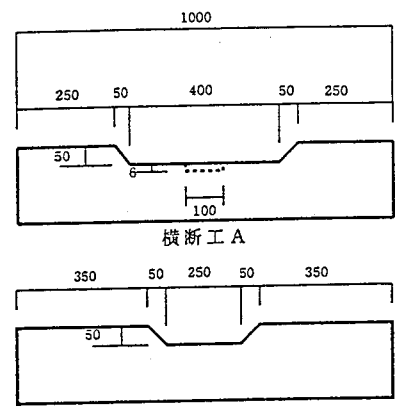


図-1 床固工構造図 (単位:mm)

③Run-4, 5のように床固工の水通し部分で流水を集中させようとする、小流量でも砂礫堆が発達することとなり、溪岸侵食に対して有利にはならない。

④溪岸が侵食されて流水が樹林帯の中を通過するようになると、樹林帯は粗度として働き、溪岸部付近の流速を減じ、流水を中央部に集めることによって砂礫堆の発達を抑制し得る。

⑤樹林帯密度の大きい方が側岸侵食抑制効果が高い傾向が見られたが、床固工等の構造による砂礫堆の形成条件に与える影響の方が支配的であると考えられる。

3.2 側岸侵食量に与える樹林帯の影響

図-3にRun-1,2,7,9の樹林密度別最大侵食率(樹林帯がない場合を1.0とした)を示した。Q=3 l/sの場合はP=0.4%以上で40%以上の侵食抑制効果が見られた。

Q=5 l/sの場合はQ=3 l/s時に形成された砂礫堆がフラッシュされるまでの間に流水が側壁まで拡散してしまうため侵食抑制効果が現れにくい、P=0.7%以上の高密度の範囲では効果が見られた。

Run-11, 12, 13の比較から、床固工間隔が長くなった場合でも樹林帯の機能は同様に現れ、砂礫堆の成長を制限するための補助工(水制工、低水護岸等)の設置との組み合わせでも対応できる可能性が認められた。

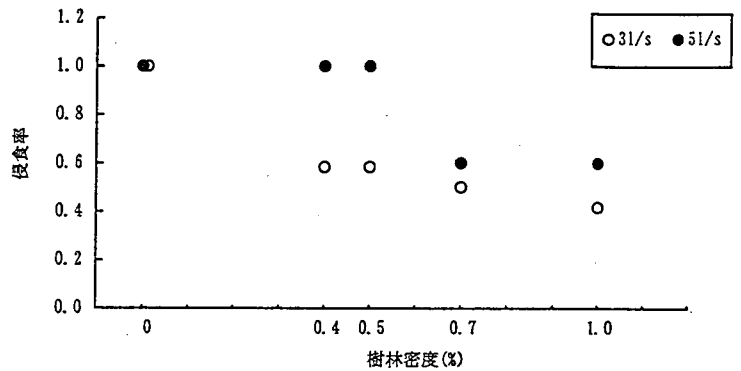


図-3 樹林密度別最大侵食率

4. 最大侵食幅の算定手法の検討

4.1 数値シミュレーション手法の検討

溪畔林保全型流路整備計画の策定手法の一般化に用いるために、数値シミュレーション計算による再現手法の検討を行った。計算は岩佐ら¹⁾のモデルに基づく2次元浅水流モデルによって行い、流砂量計算にはMPM式を用いた。また、樹林帯による抵抗モデルは平野ら²⁾による粗度係数を用いた。まず脚部が侵食され、一定以上の高さとなった溪岸が崩壊を起こして水中に土砂を供給し、その後は流水の掃流力のみで運搬されるとして計算を行ったところ、側岸侵食が進行しにくいという結果であった。そこで、溪岸侵食過程は3.1の①に示したように、水面上からの崩落土砂量は、溪岸に対して斜め方向に入射する流水の流体力や波による作用と関係していると考えて³⁾、

$q_L = \alpha_L \cdot h \cdot U^2 / 2$ (ここに、 q_L : 単位時間単位幅土砂量、 α_L : 効力係数を含む側岸侵食係数、 h : 水深、 U : 流速)の形式で与えられると仮定し計算を行った。侵食範囲については概ね再現が可能であるが、侵食深については十分な再現性が得られにくく、今後もモデルの改良の必要がある。

4.2 最大水路幅の簡易計算手法の検討

樹林の配置により、最大水路幅は2割程度の減少が見込めるが、以下の手法で簡易的な計算を試みた。

①左右岸の樹林帯の密度を合成し、粗度係数に置き換える。

②粗度係数の増加を礫径の増加に置き換える。

③水みち幅をレジーム則

$$B = \alpha \{Q / \sqrt{(g \cdot d \cdot i)}\}^{1/2}$$

(ここに、 B : 水みち幅、 α : 実験による係数でここでは1.2、 Q : 流量、 g : 重力加速度、 d : 粒径、 i : 勾配)で算出する。

図-4に実験値と計算値の比較を示した。Run-5を除いて概ね近い値が算出できた。Run-5については床固工水通し部分での落下高の違いが影響している可能性があり、この点の改良を検討していきたい。

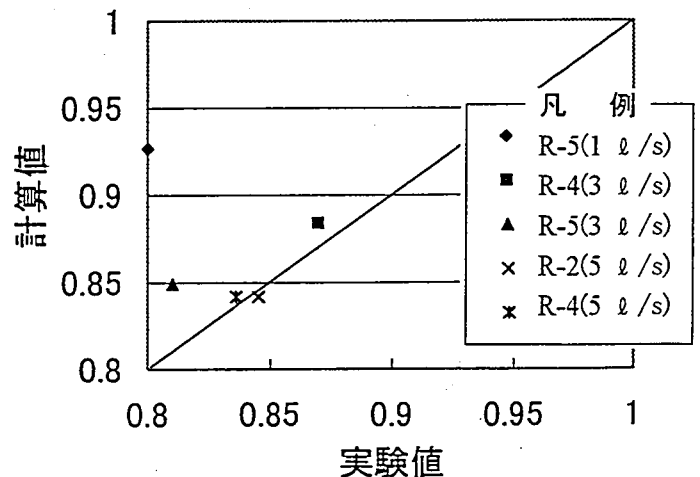


図-4 樹林帯による水みち幅縮小効果の
実験値・計算値の比較

<参考文献>

1) 岩佐義朗、井上和也、水鳥雅文: 氾濫水の数値解析法。京都大学防災研究所年報第23号 B-2, pp.305-317, 1980

2) 平野洋一、水原邦夫、大手桂二: 林内における流れの抵抗則と掃流砂量について。平成2年度砂防学会研究発表会概要集, pp.276-277

3) 吉川秀夫編: 流砂の水理学, p.317, 丸善, 1985