

流路形態と溪岸侵食に関する実験

建設省土木研究所○水山高久

上原信司

1. 緒言

砂防計画における土砂は、これまである地点を通過する総量として考えられる事が多かったが、それだけでは砂防施設の適正配置などを十分説明することはできない。今後は土砂生産源を厳密に議論する必要があると考えられる。土砂の生産源は、崩壊、土石流、裸地の侵食、人為的なものの他、河床と溪岸の侵食がある。この中で山地河川の溪岸侵食はこれまであまり議論されたことが無かった。そこで若干の実験を通して、谷の中での流路形態と溪岸侵食を考察する。

2. 実験の概要

図-1のような台形断面を有する長さ20m、河床勾配 $\frac{1}{5}$ の木製水路と、図-2のような粒度分布の混合砂を用いた。側壁には、河床材料として用いた砂とバントナイトを9:1で混合したもの5cm厚で敷いた。これは砂のみの場合、側岸侵食が始まると同時に側岸の土砂が河道内に回り落ち、これが流路の状態を乱すことを防ぐためであり、自然の溪岸や山腹を構成する土砂にはある程度の粘着力が期待できると考えたからである。この水路に入れる土砂の量を変える事によって種々の水路幅(谷幅)とすることができる。流量は250, 500 および1000 cc/sec の3種類とし、前半の1時間は給砂し、後半の1時間は無給砂とした。

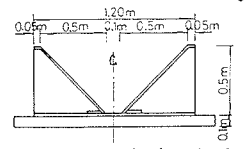


図-1 台形水路の断面

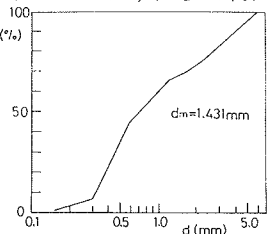


図-2 実験材料の粒度分布

3. 結果とその解釈

(1) 流路幅と流路形態 初期の河道幅 B_{ci} がいわゆる self-formed channel の流路幅 B_0 より小さい場合には B_0 に近くなるまで一様振幅する。 B_{ci} が B_0 より大きい場合には通水直後から蛇行が始まる。蛇行は必ずしも時間的に安定でなく、時々分流して網状となる。流路幅 B_0 と流量の関係は図-4に示すように着者らが先に示した経験式 $B_0 = 3.5 \sim 7.0 \sqrt{Q}$ (m-sec 単位) の範囲にある。蛇行波長は、流量が増加すると若干増加するがそれよりも、図-5に示すように水路幅 B_c に比例している。蛇行波長が流路幅 B_0 でなく、水路幅に比例するという事は同じ勾配で流れる傾向があるということである。以上の形態をふまえて、初期の河道幅 B_{ci} と $B_0 = 6\sqrt{Q}$ から求まる流路幅 B_0 との比をパラメータとしてつぎに溪岸侵食量を調べる。

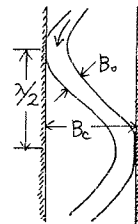


図-3 諸量の定義

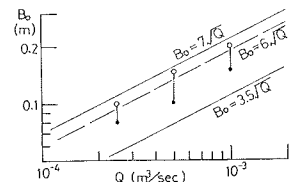


図-4 流量と流路幅の関係

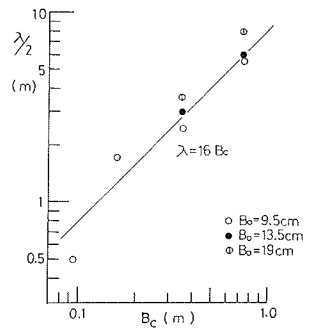


図-5 水路幅と蛇行波長

(2) 溪岸侵食量 流量が1000 cc/sec の1ケースをのぞいて、側岸を十分侵食して木製の側壁が露出することは無く、1時間程度以内

に側岸侵食はほとんど進まなくなる。2時間
通水後一定間隔で側岸侵食量を測定した平均
値は図-6のようになる。これは片側の平均侵
食深で、2倍して距離をかけると総側岸侵食
量となる。ただし前述したように時間とともに
減少する。図-6において測定値の数は十分

でないが、 $B_{ci} < B_0$ では片側において平均 $\bar{E}_s = \frac{B_0 - B_{ci}}{2}$
の侵食が生ずるであろう事を考慮すると曲線のような関係が
予想され、初期河道幅が流路幅(B_0)の2~3倍の時に最大値
を示すと読むことができる。また主な攻撃点での侵食量を測
定してその平均をとると、図-7のようになる。バラツキは大
きいがやはり $B_{ci}/B_0 = 2 \sim 3$ 付近に最大値を有する変化傾向
を示す。その値は平均値(図-6)の2倍以上となっている。このよ
うに極大値が現れる原因は蛇行した流路による側岸の攻撃点の移動
性にあると思われる。そこで攻撃点の移動速度を調べると図-8のよ
うになり、やはり B_{ci} が B_0 に比して大きくなるほど移動速度が大
きくなっていることがわかる。攻撃点の移動が少ない図-9のスケ
ッチの(A)のように局所的に側岸侵食が大きくなり、移動が速いと
(B)のようにほとんど全区間に渡って同程度の侵食を受けること
になる。

(3) 流砂量の時間的变化から考察 下流端で流砂量の
時間的变化を調べ上流端給水量に対する濃度として示すと、
図-10のようになる。初期の浸透が効き過ぎているものも見ら
れるが、流砂量の時間的変動から流路形態を推定することが
できる。すなわち、 $Q=250\text{ cm}^3/\text{sec}$, $B_{ci}=6\text{ cm}$ の前半の変動は砂礫堆の移
動による。 $Q=1000\text{ cm}^3/\text{sec}$ の2例は蛇行の進行を示し、平均値の
0.5から1.5倍の間で変動する。変動の小さいものは、河床が平
坦であるか蛇行が停止しているもので、 $Q=250\text{ cm}^3/\text{sec}$, $B_{ci}=16\text{ cm}$,
 $Q=500\text{ cm}^3/\text{sec}$, $B_{ci}=36\text{ cm}$ で顕著である。河床が給砂によ
り平均的に平衡状態にあるものと、河床低下の傾向にあるもの
とでは様子が異なり、後者の方が周期の長くなる傾向が見ら
れる。

あとがき 限られた実験であるが、山地河川の、蛇行の卓
越した状況での側岸侵食量についてその特性を知ることがで
きた。これらの情報は流路工の護岸付近の侵食に対しても、
一つの示唆を与えるものと考えられるが、図-6~8の縦軸の
諸量の無次元化などさらに検討すべき事項も多い。

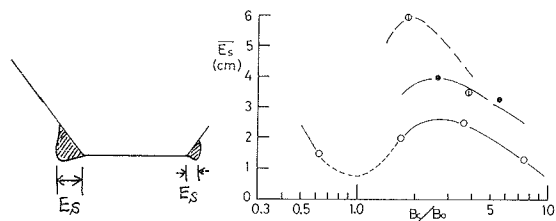


図-6 側岸侵食量(平均)

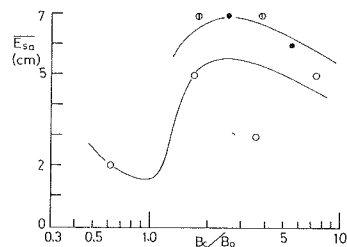


図-7 攻撃点の侵食量

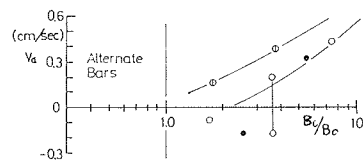


図-8 攻撃点の移動速度

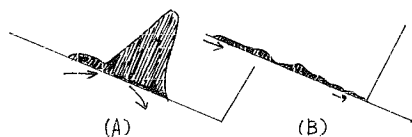


図-9 攻撃点の状況(スケッチ)

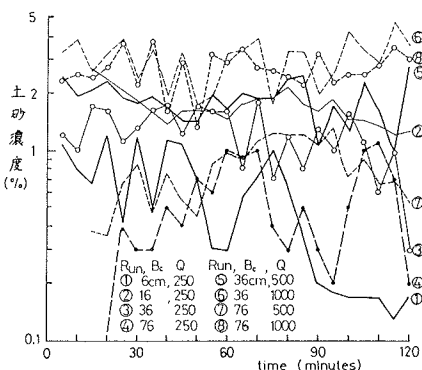


図-10 流砂量の時間的变化