

急こう配水路における流路形態に関する研究

京都大学防災研究所 正員 芦田和男
 京都大学防災研究所 正員 高橋 保
 京都大学 大学院 学生員 ○水山高久

1. 緒言 著者らは河床こう配が $1/100$ 程度以上の急こう配で、河床砂礫の粒度範囲が広い山地河川を対象として流れの抵抗と流砂量について研究を進めてきた。このような急こう配河川では洪水時においても水深は粒径オーダーであり、流れも谷の全幅にわたって存在することはほとんどなく、谷幅の一部を蛇行して流れることが多い。また掃流力について見れば限界掃流力に比べて十分大きくなることはほとんどない。それゆえこのような山地河川で流砂量を算定するには、与えられた場の条件と流量に対してどのような流路形態、とくに流路幅をとるかを知らることが不可欠となる。一方こう配がさらに急になると土石流といった集合運搬形態が現れることが知られている。本研究はある水路幅(B_0)、こう配(I_0)、河床材料、移動床厚(D_0)に対してどのような流路が現れるかを、 $I_0=1/50 \sim 1/4$ という急こう配の水路を用いた実験をとうして検討するものである。

2. 実験の概要 材料①、③、⑤、と $B_0=29.5\text{cm}$ の水路を用いて流路形態に関する実験を行ない、次に幅の異なる2種の水路と材料④、⑥を用いて流路幅に関する実験を行なった。水路の諸元と材料の粒度分布を図-1に示す。実験は、上下流端に堰をし、 D_0 の厚さに平坦に砂を敷き、上流端より一定流量を与えるという方法で行なった。通水時間はほとんどの場合30分としこの間に流路幅、水位、河床高、流砂量を数度測定した。流れは集中する場合でも30秒から1分の間に安定し測定区間の平均値については、時間的なトレンドは見出されず平衡状態に対する値と考えられる。



NO	B_0	I_0	D_0	I_0	material
1	29.5	9.8	15	1/50 ~ 1/4	A, B, C
2	39.0	9.0	12	1/20, 1/10	D
3	15.0	9.0	12	1/20, 1/10	C, D

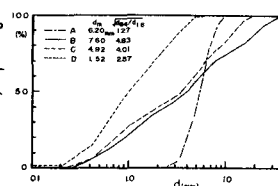


図-1 実験水路と粒度分布

3. 流路形態 流路形態を、 $I_0 \sim Q$ 平面で示す。図-2 は一様砂①に対するもので一定のこう配に対しては、流量の増加とともに、表面流がない状態(VI)→流砂のない平坦河床(I)→蛇行(III)→砂礫堆(IV)→平坦河床(II)と変化するのが一般的である。 $I_0=0.25$ では不明確であるが集合運搬らしきものがみられ、また緩こう配になると B_0 の影響で蛇行領域が見られない。(I)と(III)の境界は限界掃流力でまた(IV)と(II)の境界は砂礫堆の形成限界で与えられる。限界掃流力については著者らの研究結果でほぼ説明され、砂礫堆の形成限界については木下⁽²⁾による $B/h=10$ と急こう配流れの抵抗則⁽¹⁾を組合わせると良い適合を示すようである。図-3 は①と平均粒径が近い混合砂③の場合の領域区分図である。流路形態の変化特性は①とほぼ同様であるが混合効果が限界掃流力に現れ最大粒径が移動しない領域(VIII)が顕著である。また $I_0=0.25$ で砂堆滑動型上石流の不連続なものと思われる現象が

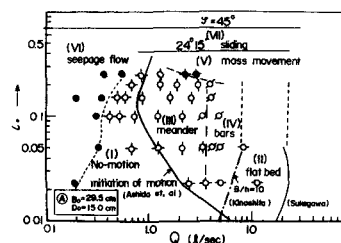


図-2 流路形態 ①

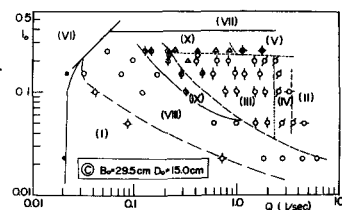


図-3 流路形態 ③

観察された(領域(X)) この現象は通水直後、砂礫の移動によって粒度分布が場所内にあらくなり表面流が減少して砂礫が堆積し、これに上流より流砂が与えられ成長して一つの山を形成するものである(図4)この砂堆の下流側の粒径は非常にあらく表面流が存在しない。砂堆はある程度成長すると不連続的に崩れ一度平坦になって後再び砂堆を形成することをくり返して前進する。なお上流側のこの配は $9^{\circ}13'$ 、下流側は $18^{\circ}21'$ であった。この現象は時間的に各個運搬と集合運搬が交互に生じることから両運搬形式間の遷移的なものとして興味深い、その特性は今後の問題としたい。

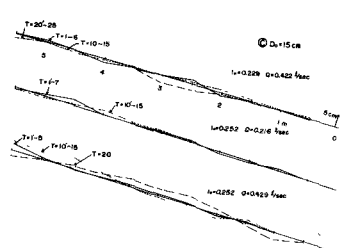


図4 砂堆の移動

4. 流路幅 図-5は図2,3の結果を浸透流量(Q_0)を引いた残りの流量に対して示すものである。平均粒径の近い(A)②の結果は、上述の混合砂特有の現象以外はほぼ一致しており、流路幅(B)が水路幅(B_0)に等しい領域での流砂量は算定できる。結局蛇行領域の幅(B)の予測が残れた問題である。そこで B_0, I_0, Q_0 材料を変えて幅を測定した。その平均値をBとして流量($Q-Q_0$)に対して示す(図-6)これによるとBには I_0, B_0 材料による系統的な変化は見られず流量の $1/2$ 乗に比例するように見える。そこで他の資料と比較したのが図-7である。ここには芦田,田中による粘土・砂混合物の斜面($I_0=1/5$)のできるガリの資料から、ミシシッピ川といった大河川の資料まで含まれているが $B \propto Q^{1/2}$ の傾向が見られおどろくことには、そのバラツキは2倍程度の範囲におさまるということがわかる。これより緩こう配河川で求められたレジム説が急こう配水路においも適用されることがわかる。

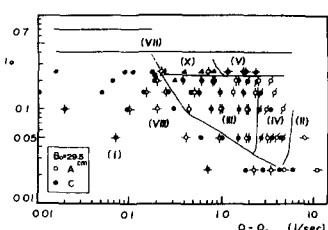


図-5 $Q-Q_0$ に対する流路形態

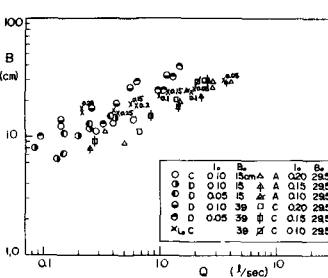


図-6 流路幅の実験結果

5. 結語 (i)以上より急こう配水路の流路形態が把握され図-7により、与えられる流量に対して流路幅が推定できることがわかった。(ii)今後は流路幅の時間的空間的変動とそれに対する初期条件、境界条件の影響を検討するつもりである。

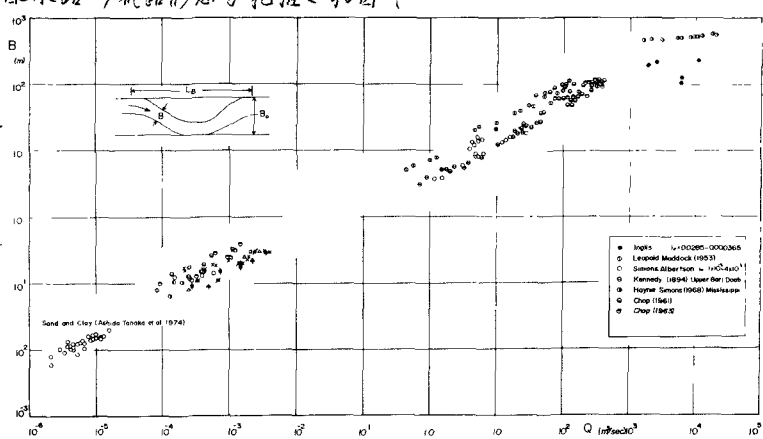


図-7 流路幅と流量の関係

- <参考文献>(1)芦田,高橋,水山(急こう配流れの抵抗と境界掃流力について土木学会関西支部,昭和48年)
(2)木下良作;石狩川河道変遷調査,科学技術庁資源局資料第36号,昭和36年
(3)芦田,田中,坪香;裸地斜面における流路形成過程に関する研究,土木学会関西支部,昭和49年