

山地河道の河床形態に関する研究

三井建設(株) 正員 ○浜本賢太郎

愛媛大学工学部 正員 鈴木幸一・渡辺政広

栗原 崇

1. 緒言

山地河道は、一般に平均勾配5%程度以上の川と定義され¹⁾、その河床は細砂から石礫までの広い粒度分布で構成されている。このような河道では、土石流や土砂流あるいは鉄砲水などが発生し、その防災対策のためにも山地河道でどのような現象が生じているかを検討することは必要となってきた。さらに、山地河道は沖積河川に対する土砂の供給源でもあり、土砂の生産機構や輸送機構の解明が望まれるとともに、河道の流水機構を知ることは下流への流出特性の解明にも役立つ。

本研究は、山地河道における河床形態を対象とする実験を行い、その形成特性について検討を加えるとともに、現地での河床形態との対比を行うための基礎資料とするものである。

2. 山地河川の河床形態について

山地河川の河床は、(1)大規模河床形態(土石流による変動)、(2)中規模河床形態(うねり)および(3)小規模河床形態(階段状河床形態)の3形態に分類される²⁾。また、山地河道では、礫の集中している場所(ステップ部)とそうでない場所(プール部)が交互に連なっているのが特徴である。このような河床形態は小規模河床形態に分類され、次の2種類のものがあることが確認されている。

1)ステップ・プール: 大きな礫によるステップの構成とその直下流部の滝壺プールを有する河床形態であり、河床勾配 $I > 0.075$ で流量が小さいとき粗礫の影響を受けステップ・プール河床を形成する。

2)リブ: ステップの構成礫が比較的小さくプール部の深掘れがない河床形態であり、河床勾配 $I < 0.075$ で流量が大きいとき、反砂堆の影響によってリブ河床が形成される。

3. 実験概要

実験には、水路勾配、下流端水位および流量を任意に設定できるアクリル製水路(全長:10m, 幅:15cm, 深さ:15cm)を用いた。また、使用砂礫は、混合比率の異なる混合砂礫(図-1)で、これを河床勾配0.04~0.10に変化させた水路に平坦に敷き詰め、流量を適当に調整して通水し、河床が静的平衡状態になった後の水深と河床形状を計測した。

4. 実験結果および検討

図-2および図-3は河床勾配 $I=0.06$ で行った実験で得られた河床縦断形状を示している。これらを見ると流量が多いRunの方が大きく明瞭な河床波が発生している。これらの河床波は、水面波と同位相であることより反砂堆であることが推測されるが、河床波解析によると図-3に示す河床波の波長は61.1cmとなった。

実験より河床安定後には、大きな礫が横断方向あるいは斜め方向にかみ合うようにして連なっており、そ

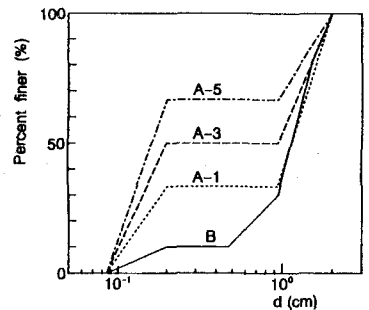


図-1 粒度分布

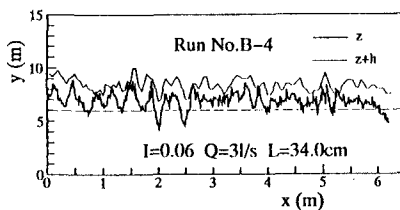


図-2 河床縦断形状

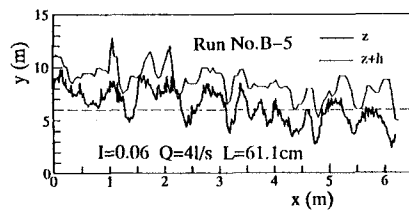


図-3 河床縦断形状

れが縦断方向にほぼ規則性を持って発生していることが確認された。その間隔は顕著に現れているものを選ぶと、先に示した波長と同程度となった。また、図示しているものについては、その下流側には深掘れが確認されなかったが、Jaeggi が定義するリブとステップ・プールの発生条件によると、リブ河床であることが分かる。

さらに、河床波解析によって得られた波長をKennedyの河床安定理論(図-4)を用いて検討したところ、反砂堆の発生周辺に落ち着くことが確認された。つまり、リブと反砂堆の波長は、ほぼ一致することが分かる。

5. 現地調査

重信川本川上流に測量区間を設け、階段状河床形状について測量調査を行うとともに、その実態を検討した。

対象区間の左右岸は山腹に接しており、一部岩盤が露出しているというほとんど未改修の護岸である。図-5には平板測量の結果を示している。河道内には、直径50~100cmの石礫が横断方向に並んでおり、しかもその列が連続かつ規則的に流下方向に出現していることが分かる。これらの礫の直下流部には深掘れが生じてなく、さらに、この区間の平均河床勾配は1/35(0.029)であることより、これらの河床形態はリブでることが確認できる。また、リブ間の河床材料は10cm程度の石礫であり、部分的には1cm程度の砂礫が堆砂している場所もある。ここで、リブ間の間隔を波長と定義すると、 $L=2\sim6\text{m}$ とばらつきがあったものの、平均値は $L_m=4.3\text{m}$ となった。この河道におけるリブの波長を測量によって得られた平均波長とすると、それは実験によって反砂堆の波長にほぼ一致することが確かめられている。また、これらリブの波高を測定すると40~60cmの値が得られたが、これはリブを構成する石礫の平均粒径程度であることが確認された。ここで、これらのリブ河床を形成されたと思われる流量は、Kennedyの安定理論と流速分布式(対数則)を用いると $23.3\text{m}^3/\text{sec}$ であることが推測される。

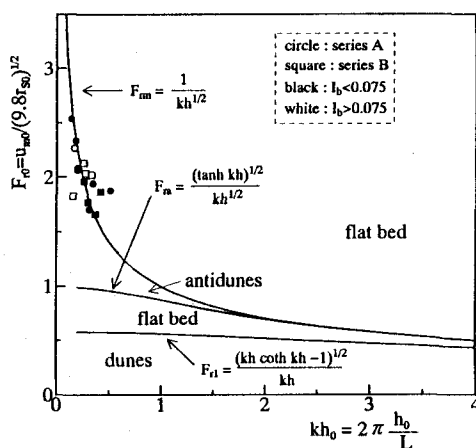


図-4 Kennedyの河床安定領域(初期条件)

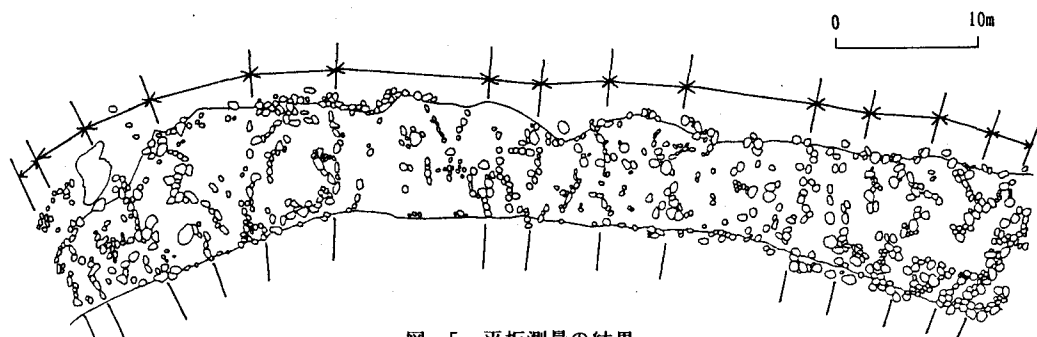


図-5 平板測量の結果

6. 結語

本研究では、山地河道の河床形態に注目し、その実態を明らかにすることを目的とした。その結果、リブの波長は反砂堆のそれとほぼ一致するとともに、平均波高は掃流力にかかわらずリブを構成する礫の平均粒径程度となることが分かった。また、重信川上流におけるリブを形成したと思われる出水の規模の推定を行ったが、過去の出水のデータとの比較が必要である。

参考文献 1) Jeffrey G. Whittaker, and Martin N.R. Jaeggi: "Origin of Step-Pool Systems in Mountain Streams", Journal of the Hydraulics Division, Proc. of ASCE, Vol. 108, No. HY6, pp. 758-773, 1982.

2) 長谷川和義: 山地河川の形態と流れ, 第24回水工学に関する夏期研修会講義集A1-7, 1988. 8.