

礫床河川の滞筋変動と河床粒度分布の決定機構

大阪府 正会員 ○山本 輝
国土交通省富山河川国道事務所 黒田勇一

中央大学研究開発機構 フェロー会員 福岡捷二
国土交通省富山河川国道事務所 吉田和弘

1. 序論

急流河川では河床変動に伴う急激な河岸洗掘が起こることから、急流河川の治水対策では洪水時の洗掘深の推定法の確立が不可欠である。本研究では、わが国有数の急流礫床河川である常願寺川において、みお筋の河床変動が生じる要因を明らかにし、最大洗掘深の推定につなげる。また、河床材料の粒度分布はみお筋の河床変動と関係が深く、最大洗掘深や洪水時の粗度係数の推算、河川環境の把握等に利用され非常に有用な情報となる。よって、これらの目的に応じた河床材料調査法を確立することが課題であり、そのためには河床材料の粒度分布特性を明らかにする必要がある。これらの検討は常願寺川における現地実験と、既存の河床高、河床材料調査等の経年データ分析により行った。

2. 経年データ分析

最初に、洪水規模と河床変動の関係について示す。図-1、図-2 は年最大流量の経年変化、13.1km 地点の河床横断面図である。H6～H7 の間には $1,400 \text{ m}^3/\text{s}$ 、H7～H9 の間には $1,200 \text{ m}^3/\text{s}$ の洪水が発生している。平均年最大流量を超える程度の洪水では河道内全体での河床変動が生じている。それに対して $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度の洪水の起きている H3 年から H6 年の期間では、砂州部はほとんど変化が無く、みお筋部は洗掘深が増加している。このことから、急流河川で洗掘問題を考える際には中小洪水についても考慮する必要がある。

次に、河床粒度分布特性について示す。河床材料調査は 7.1km と 13.1km 断面において、河道形態による粒度分布特性の違いを把握するために砂州部と滞筋部の両方で行われている。また、河床材料の鉛直深度特性を把握するため表層 30 cm、表層下 50 cm、下層 50 cm の 3 層の河床材料を採取し、ふるい分析を行っている。図-3 に砂州部、滞筋部別の各層の平均粒度分布を示す。表層、表層下のどちらも砂州部よりも滞筋部の粒径が大きくなっている。下層では滞筋と砂州の粒度分布がほぼ一致している。また、滞筋部と比べ砂州部は図-4 の①や⑥のような特異な分布形状を示す点が多く見られる。これらのことから、河床材粒度分布特性は調査深度や河道形態の違いに影響を受けるため、河床材料の調査法を検討する際にはそれらを考慮する必要がある。

3. 常願寺川現地実験

常願寺川 13.1km 地点の河道内に、図-5 に示す様な全長約 150 m、幅 4 m の滞筋に相当する水路を開削し、開削水路と自然の滞筋流路に交互に流れを切り替え、 $4 \sim 8 \text{ m}^3/\text{s}$ の異なる流量を通水する大規模な現地実験を行った。そして河床縦・横断形状の変化と、河床表面の粒度組成を河床表面の画像解析により求め、詳細に調査した。さらに自然水路で採取した河床材料をふるい分析し、画像解析による方法との比較を行った。図-6 を見ると、掃流

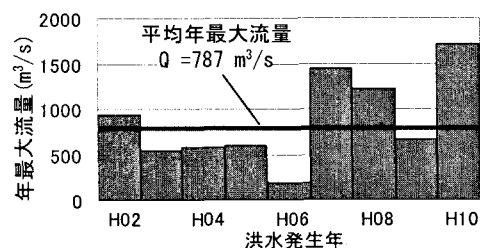


図-1 年最大流量

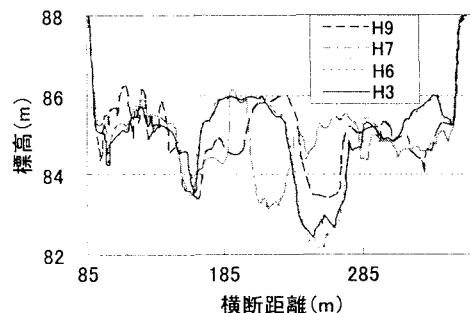


図-2 河床横断面図 (13.1 km 断面)

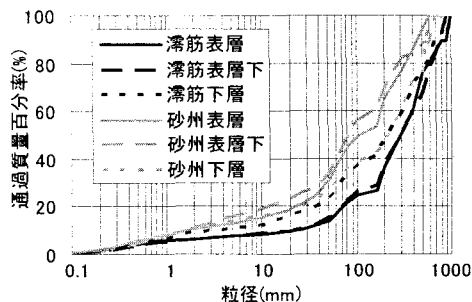


図-3 13.1km 各層の平均粒度分布

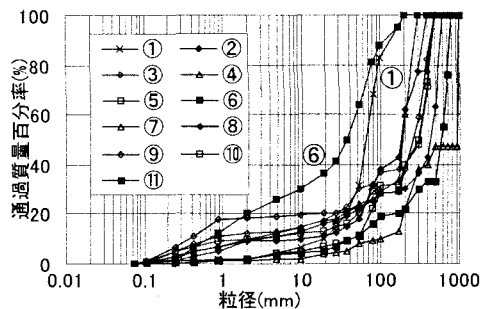


図-4 13.1km 表層粒度分布

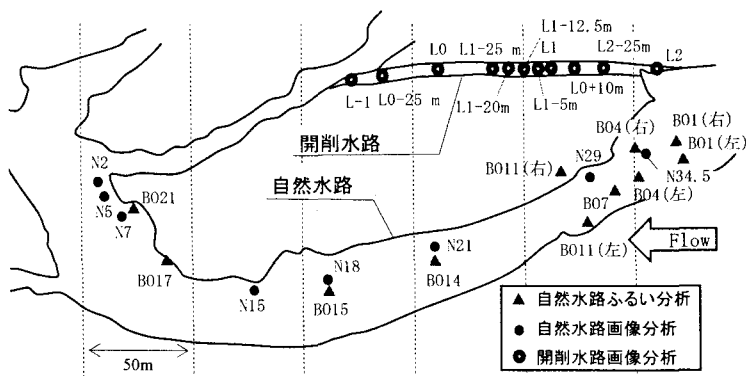


図-5 水路平面図及び河床粒度調査位置

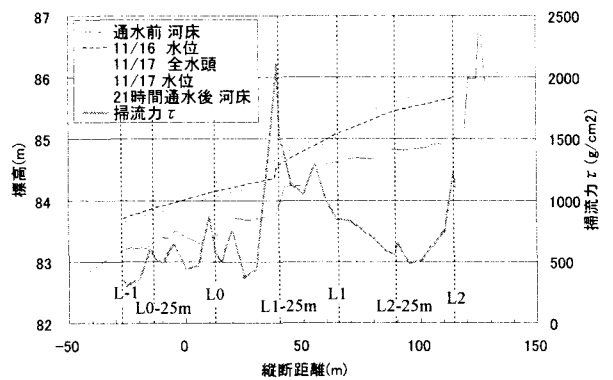


図-6 開削水路の河床高，掃流力等縦断分布

力の大きい場所はそれに対応し河床低下も大きい。測岸の侵食状況についても急勾配で掃流力の大きいL1-25m～L1区間において侵食量が大きいことが確認されている。また、直線流路であれば最も掃流力が大きくなる急勾配部で最大洗掘が生じる。図-7 から、急勾配区間であるL1～L1-25m区間の粒径が大きく、反対に緩勾配部であるL0～L-1区間、L2-25m～L1+10m区間の粒径は小さくなっている。掃流力の縦断分布と比較すると、掃流力は急勾配部で大きく、緩勾配部で小さくなっており、河床粒度分布の大小関係と同様になっている。以上のことから、掃流力の大きい場所では河床粒度分布と河床洗掘深も大きくなっており、これらは相互に密接な関係を持っているといえる。図-8 の横軸は各粒度分布調査地点の掃流力、縦軸はそれを限界掃流力として逆算した粒径がその場の粒度分布の何%粒径に相当するかを示したものである。これより、掃流力の大きい場所ほど多くの粒径範囲の河床材料が動きやすい状態であり、大きい粒径範囲の河床材料が河床の安定に果たす役割がより重要になっている。

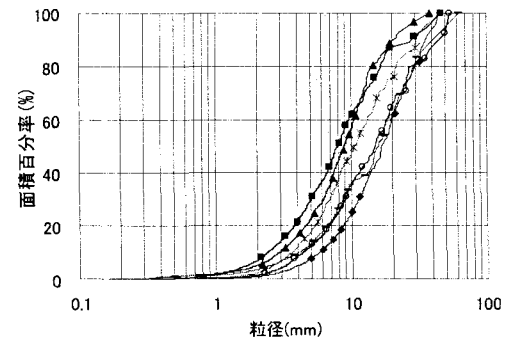


図-7 開削水路の粒度分布

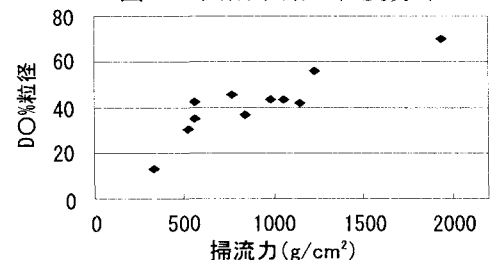


図-8 掃流力と限界粒径の関係

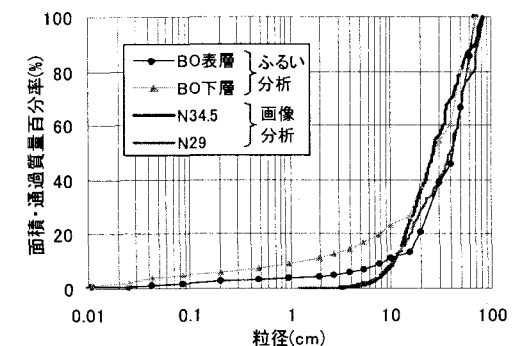


図-9 ふるい分析と画像分析の比較

図-9 では自然水路の急勾配部におけるふるい分析と画像分析の結果を比較しており、 D_{20} 程度より小さな粒径で、両者の差が大きくなっている。これは、画像分析では数 mm 以下の粒径の河床材料を分析することが困難であり、逆にふるい分析では河床表層下の細粒分まで分析可能なためである。しかし、最大粒径や D_{60} は両者ほぼ同様の値を示しており、ふるい分析結果の特徴を表せていると言える。以上の結果から画像分析は広範囲の河床粒度を把握でき多くの点を平均化できる、ふるい分析結果の特徴を表せるが、細粒分の分析が困難であるという特徴を持つ。これに加え、河床表面の粒度分布は掃流力や洗掘深に対応したものとなっていることから、粒度分布から掃流力などの流れの情報を得ようとする場合や、河床表面が重要である粗度係数の推算等において河床表面画像の分析は有効であると考えられる。

4. 結論

経年データの分析から、平均年最大流量($800 \text{ m}^3/\text{s}$)程度の洪水では河道全体で河床変動が生じ、それ以下の中小洪水でも滞筋内の河床変動が生じることを示した。また、河床粒度分布は調査深度や河道形態の違いに影響を受けることを示した。現地実験より、礫床河川の流路・河床変動と河床粒度分布の間に洪水規模に対応した密接な関係があること、そして河床の安定を支配する粒径集団について明らかにした。また、河床粒度分布特性の把握における河床表面画像の解析の有効性を提示した。