

## 複断面蛇行流れにおける河床材料の分級機構と河床材料調査法への応用

広島大学大学院 学生会員 ○山本輝

広島大学大学院 学生会員 重村一馬

広島大学大学院 フェロー会員 福岡捷二

## 1. 序論

河床材料の粒度は、土砂移動や河床変動などの予測を行う際に必要な情報となる。また川に棲む魚類や底生生物の生活場と密接な関係を持つ。このように、河床の粒度は河川工学および河川生態学上重要な意味を持っているが、流れと河床材料の関係を示す調査法が確立されているとはいえない。本研究では複断面蛇行水路における混合粒径河床材料の分級機構と河床材料の空間的分布特性を明らかにし、河床材料の調査法について検討を行う。

## 2. 実験方法

図-1 に実験水路の平面図を示す。表-1 に実験条件を示す。低水路の河床材料に図-2 に示す混合粒径砂礫を用い、2Caseの相対水深について実験を行う。河床材料の粒度分布の調査は以下の2通りの方法で行う。第一は、河床表面をデジタルカメラによって撮影し、そのデジタル画像から各粒径区分の占める面積の割合を求め、河床表面の粒度分布を測定する。初期の河床は、 $d_{50}=1\text{mm}$  であることから、通水後、河床材料の粒径  $1\text{mm}$  以上の砂の面積割合が大きくなれば粗粒化、小さくなれば細粒化と判断する。この方法は河床表面を構成する砂の移動が少なく、分級現象がほぼ平衡状態に達している河床に適用する。第二の方法は、砂の移動が活発で、河床砂の交換層が変動していると考えられる滞筋に適用するもので、細粒化している河床では河床表面から深さ  $1\text{mm}$  ごと、粗粒化している河床では  $2\text{mm}$  ごとの層を採取し、経時的にふるい分け粒度試験を行い、粒度分布を調べる。

## 3. 実験結果及び考察

図-3 に Case1 の河床変動高コンターを示す。複断面的蛇行流れの混合粒径砂礫河床では、流速の大きい場所が集中的に洗掘を受け、明確な滞筋が形成される。滞筋以外の河床においては砂の動きが弱く、河床表面の分級現象がほぼ平衡状態に達しているため、デジタル画像による調査法を適用する。滞筋においては交換層が変動しているため、デジタル画像による河床表面の調査と、ふるい粒度試験による調査を行う。図-4 に2つのCaseについてデジタル画像を用いた、河床表面全体の粒度分布の調査結果を示す。ここに原河床の粒度分布も示している。

Case1 の滞筋以外の河床において、蛇行頂部内岸(A) では粗粒化、蛇行頂部内岸直下流部(B) では細粒化が生じる。これは、(A)から(B)にかけて掃流力が徐々に小さくなり、滞筋を外れて運ばれて来る砂のうち、大きな粒径の砂は(A)で停滞し、小さな粒径の砂は(B)まで運ばれ堆積するためである。蛇行頂部外岸付近(C)ではアーミングが生じる。これは(C)の直上流部で粒径の小さい砂が堆積するため、この場所には粒径の小さい砂が輸送されにくいことと、流速が小さいため粒径

表-1 実験条件

| 実験 Case                                    | 1     | 2     |
|--------------------------------------------|-------|-------|
| 流量( $\text{m}^3/\text{s} \times 10^{-3}$ ) | 54.1  | 24.9  |
| 高水敷水深 $h(\text{m})$                        | 0.043 | 0.019 |
| 低水路水深 $H(\text{m})$                        | 0.098 | 0.074 |
| 相対水深 $Dr$                                  | 0.44  | 0.26  |
| 初期高水敷高さ(m)                                 | 0.055 |       |
| 初期河床勾配                                     | 1/600 |       |
| 蛇行度                                        | 1.10  |       |

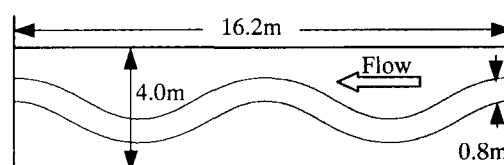


図-1 複断面蛇行水路平面図

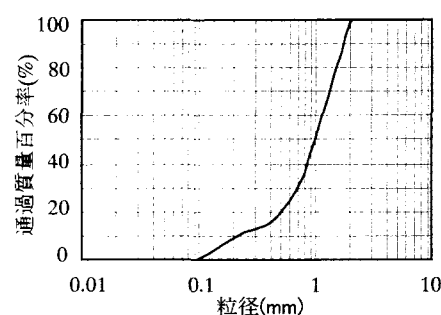
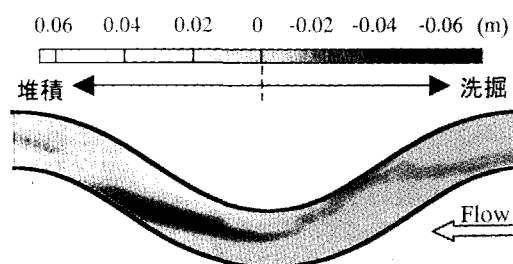


図-2 河床材料の粒度分布

図-3 Case1 ( $Dr=0.44$ ) 河床変動高コンター

の小さい砂のみが抜け落ちることによる。これらの分級現象はCase2においても確認された。

滞筋沿いで河床表面が粗粒化しているのは、Case1では洗掘深が小さい場所である。ここでは掃流力が相対的に小さく、大きい粒径の砂が停滞しやすい。図-5にCase1の滞筋沿いにおける河床材料のふるい粒度試験結果を示す。粗粒化河床では、表層2mmの粒度が最も粗くなっている。粒径の大きい砂に覆われると、河床の分級現象はほぼ平衡状態に達するため、ここではデジタル画像による調査法を用いてよい。Case2ではCase1と異なり水衝部で粗粒化が生じている。これは、水衝部で洗掘深が大きく、洗掘部への粒径の大きい砂の転がり落ちが顕著になるためである。ここでは掃流力が大きく、ふるい粒度試験により交換層が時空間的に変化していることが確認された。

滞筋沿いで河床表面が細粒化しているのは、Case1では掃流力が大きく、洗掘深の大きい場所である。その上流では大きい砂が停滞しているため、これらの場所は細粒化しやすくなっている。Case2では水衝部以外の場所で全体的に細粒化が生じている。これはCase1と比べ掃流力が大きく、粒径の大きい砂が停滞しにくいいためである。図-5において、Case1の細粒化している河床では細粒化している層は通水16時間で約1mm、通水18時間で約3mmである。このことから交換層の厚さは幅をもって時間的に変動していると言える。Case2におけるふるい粒度試験結果も同様な傾向を示した。そのため滞筋において細粒化している河床では、河床表面の調査だけでは不十分で、ふるい粒度試験を適用した空間的な粒度分布特性の調査が必要である。

#### 4. 結論

滞筋を除く河床については、蛇行頂部外岸付近は粗粒化し、蛇行頂部内岸直下流部は細粒化する。ここでは砂の移動量が少なく、デジタル画像による河床材料の調査法が有効である。一方滞筋沿いの河床については、洗掘深の小さい粗粒化している河床においてデジタル画像による調査が適用できる。細粒化している河床と水衝部の粗粒化している河床においては、時空間的に粒度分布の変化する交換層が存在する。このため、交換層内の粒度分布特性を調査する必要がある。ふるい粒度試験法を用いなければならない。

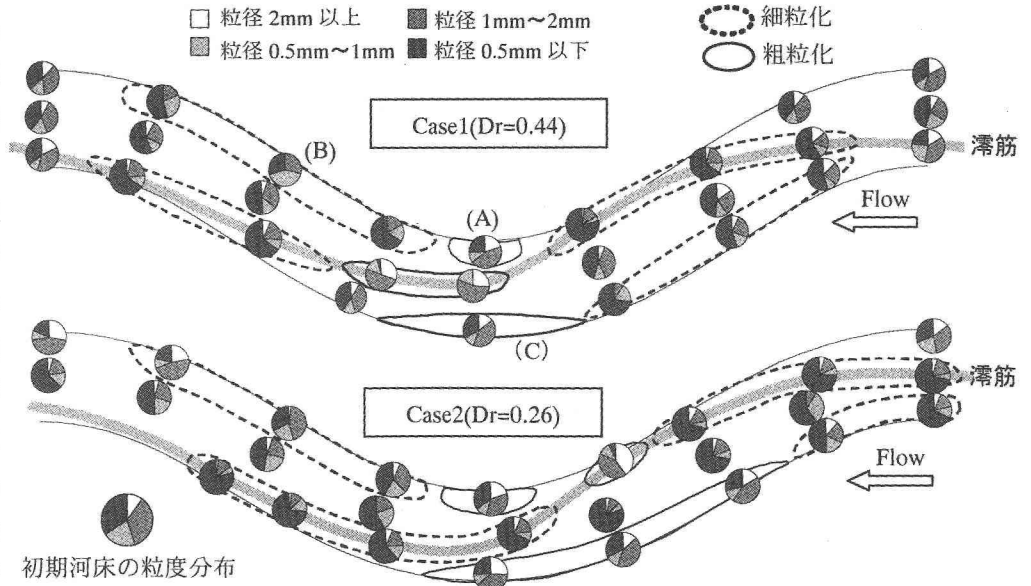


図-4 デジタル画像による河床表面の粒度分布調査結果

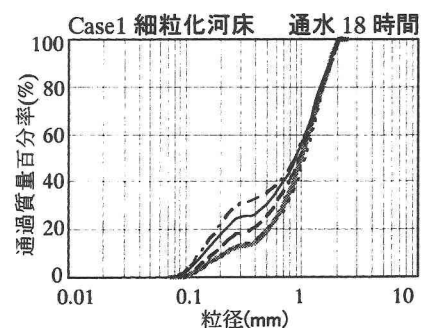
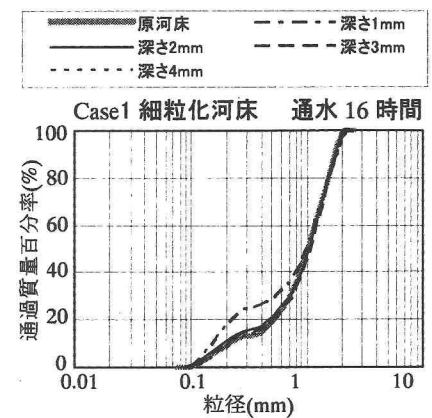
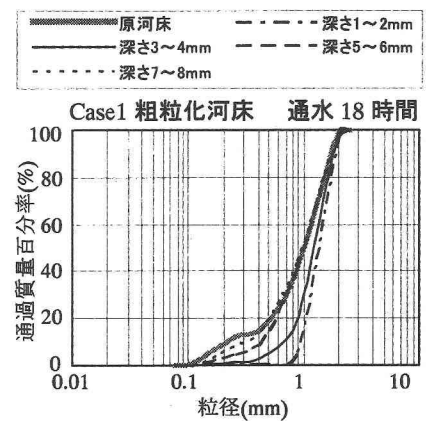


図-5 滞筋沿いでのふるい粒度試験結果