

## 面積格子法による河床材料調査の精度に関する検討

(独) 土木研究所 正会員 ○福島 雅紀・正会員 櫻井 寿之・正会員 箱石 憲昭

## 1. 目的

河道に点在する巨礫，場合によっては大礫の重要性が治水および河川環境の観点から注目されている．治水上は，根継ぎ事業を繰り返さざるを得ない護岸前面の深掘れを防止する効果<sup>1)</sup>，点在する巨礫が流砂量を低減させることで河床低下を緩和する効果<sup>2)</sup>などが期待されている．環境上は，平坦化した平瀬に巨礫を配置することで多様な水深や流速の発生，異なるスケールの空隙の形成に寄与するなど，生物生息場としての機能を向上させる効果が期待されている．このような巨礫の点在する場を適切に評価するためには，粗い粒径が存在する場での河床材料調査法が必要となる．河床材料調査法は，大きく分けて①容積サンプリング法（以下，手法①），②表層サンプリング法（以下，手法②）の2つに分類できる．巨礫が存在する場では手法①は材料採取の点から適切な手法とは言えず，手法②が一般的に利用される．手法②は，A．面積格子法，B．線格子法，C．平面採取法，D．写真測定法（以下，それぞれA，B，C，D）に小分類され，実務上はAもしくはBがよく利用され，その違いは主に格子の設定方法である．なお，手法②では粒度分布が鉛直方向に均一であることを仮定している．A，Bで調査した結果は，個数密度を累加することで容積サンプリング法における粒径加積曲線に一致するが<sup>3,4)</sup>，その点については鉛直方向の不均一性からあまり検証されていない．そこで，粒度分布が把握されている河床材料を用いて，それを混合してモデル河床を作り，モデル河床について面積格子法による材料調査を実施し，既知の粒径加積曲線と比較した結果について報告する．

## 2. 検討内容

モデル河床を作成するための河床材料を確保するため，鬼怒川 65kp 付近，那珂川 35kp 付近において，それぞれ水際の 5 地点の合計 10 地点で河床材料を採取した．採取する際に，手法①と手法②Bで調査結果に違いがあるかどうかを確認した．手法①について，鬼怒川の最大粒径が 300mm 程度であったことから表層 1m×1m，厚さ 0.3m 程度の 450kg 程度の河床材料を分析対象とした．那珂川の最大粒径は 100mm 程度であったことから採取厚さを 0.1m 程度とし 150kg 程度の河床材料を分析対象とした．粒径 100mm 以上の粒子は現地で長径，中径，短径，質量を計測し，それ以外の材料の一部 60kg 程度を四分法で分離し持ち帰り，ふるい分析を行った．手法②Bでは格子間隔を両河川とも 0.3m とし，100 個以上の砂礫の長径，中径，短径を計測した．

ふるい分析によって粒径ごとに分離された河床材料を用い，以下の考え方で 6 パターンの粒度分布を持つ試料を作成した．試料 1 は，鬼怒川 5 地点の粒度分布を平均したものから，粒径 100mm 以上および 2mm 以下の粒子を除去した粒度分布とした．試料 4 は，那珂川 5 地点の粒度分布を平均したものから，粒径 100mm 以上および 20mm 以下の粒子を除去した粒度分布とした．試料 2，3 は試料 1 に，試料 5，6 は試料 4 に，別途準備した粒径 1mm の均一粒径の珪砂を試料 1，4 のそれぞれの空隙を 50% および 80% 程度埋めるように加えたものである．上記のように作成した試料 1～6 を用い，以下の室内実験を行った．縦横 0.6m，深さ 0.3m の容器を製作し，そこに試料を 1.5m 程度の高さから落下投入する．落下させることで河床材料が攪拌され，容器中央がやや盛り上がった形で 0.6m 四方の自然に近いモデル河床が形成される．そこに，縦横 0.6m，格子間隔 0.1m の面積格子を設け，格子点直下 25 点の材料の長径，中径，短径を計測する．この作業を 4 回繰り返し 100 点分のデータを得る．この作業をさらに 5 回繰り返し，同一の試料について 5 回分の面積格子法による調査結果を得た．

## 3. 検討結果

現地調査によって，容積サンプリング法と線格子法の調査結果を比較した結果は文献 5 に整理したので，ここでは主な結論のみ示す．河床材料は平面的かつ鉛直方向に不均一性を有する．手法①は鉛直方向の不均一性

キーワード 河床材料調査，巨礫，表面サンプリング法，面積格子法，線格子法

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 土木研究所水工研究G河川・ダム水理T TEL029-879-6783

を平滑化した粒度分布, 手法②Bは平面的な不均一性を平滑化した粒度分布を表現している. また, 手法②の前提となる鉛直方向に均一な場では, 手法②Bが手法①の粒度分布を的確に表現していることが確認された. ただし, 上記の条件を満たした場合でも幅広い粒度分布を有する場では, 手法②Bと手法①で粒径の小さい成分で差が生じる.

図1は, 面積格子法に関する室内実験結果を試料ごとに整理した結果である. 黒丸が投入した試料の粒度分布を表し, 面積格子法による結果は枝番を付けた1試料につき5回分である. 試料1, 4の砂が混入されて

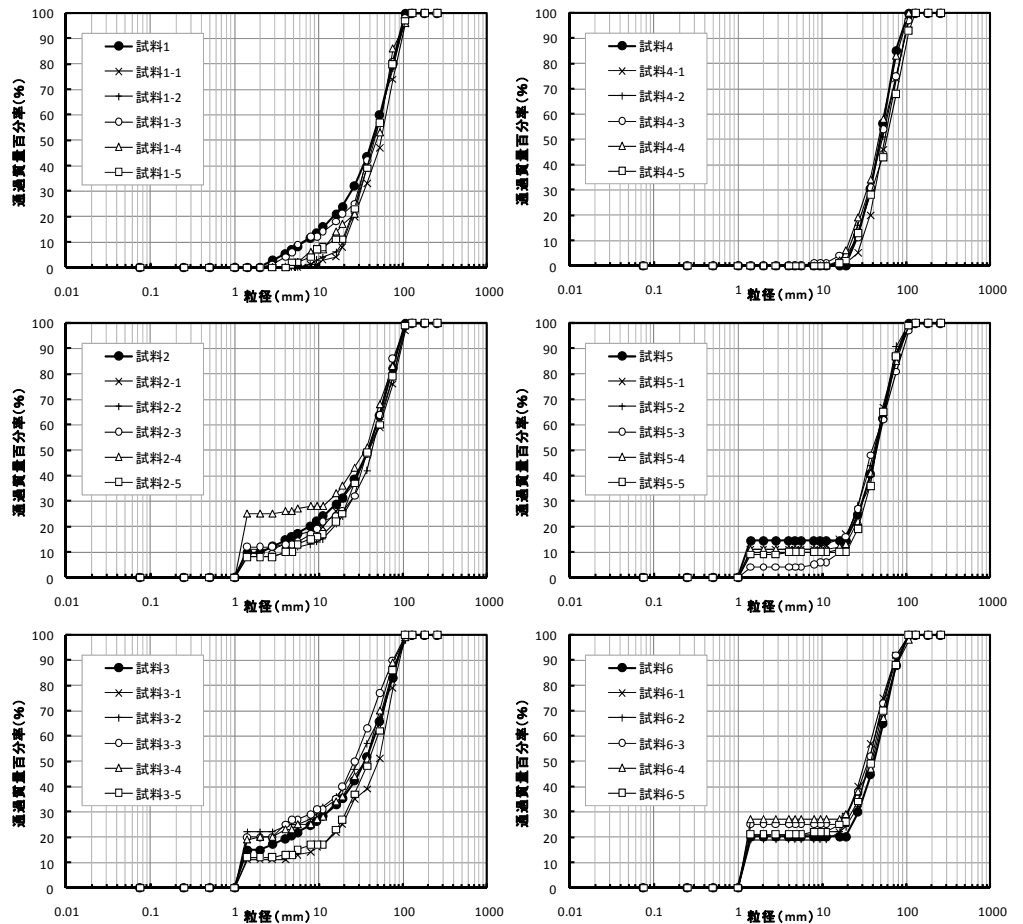


図1 モデル河床の面積格子法による調査結果

いない試料の結果を見ると, 最大粒径 100mm に対して 1 オーダー小さな 10mm の材料を含む試料 1 では粒径 2mm ~20mm の範囲で調査手法の違いが見られる. 一方, 20mm 以下の粒径を除去した試料 4 は, 調査手法による差は確認されない. これは粒径が 1 オーダー以上異なる場合, 小さい粒径集団が大きな粒径集団の空隙に落ち込むためと考えられた. 試料 1-3 のように落ち込みがほとんど見られない場合もあった. 試料 2, 5 では, 礫間に砂が存在することで粒径 2mm~20mm の礫の落ち込みは緩和されている. しかし, 落下状況によっては逆に表層に砂が乗ることもあり, 試料 2-4 のように砂の割合が多くなる場合もある. 一方, 試料 5 では, 粒径 2mm~20mm が除去されているため砂が礫間に落ち込みやすく, 表層はむしろ砂の割合が少なめに評価されている. 試料 3 も試料 2 と同様な傾向であるが, 砂分が多くなったため, 表層に砂が出現する頻度が増加した. 試料 6 は試料 5 と異なる傾向となったが, これは空隙を過小評価したためと考えている. 主材料が移動しない程度の水流的作用によっても砂などの小粒径集団は礫間に落ち込みやすく, 手法②はその影響を受ける.

4. おわりに

モデル河床を用いた室内実験により, 面積格子法の調査精度を確認した. その結果, 河床表層の状態によって粒度分布は敏感に影響を受けるが, D30 程度以上の主な材料についてはほぼ適切に評価された. 河床表層の粒度分布は, 分布の幅が広がるほど堆積過程および雨水等の緩やかな水流の影響を受けやすく, 現地調査にあたっては上述した調査手法の特徴を踏まえた上で調査を実施し, 河道特性に反映させることが重要である.

参考文献

1) 澤原ら: 急流河川における巨石を用いた新たな河岸侵食対策の立案と検証, 河川技術論文集, Vol. 14, pp. 109-114.  
 2) 福島ら: 大きな石による河床再生技術に関する実験的検討, 水工学論文集, Vol. 54, pp. 763-768, 2010. 3) 山本晃一: 礫河床のサンプリングと統計的処理, 土木技術資料, Vol. 13, No. 7, pp. 40-44, 1971. 4) Kellerhals and Bray: Sampling Procedure for Coarse Fluvial Sediments, J. of Hydraulic Div., ASCE, Vol. 97(HY8), pp. 1165-1180, 1971. 5) 福島ら: 山地河道における河床材料調査法に関する検討, ダム技術 (投稿中).