

II-217 交互砂州における砂れき粒度の分布について

山梨大学大学院 学生員 斎藤和美
 山梨大学工学部 正会員 砂田憲吾
 早川工業(株) 山本 明

1. はじめに

河床材料の粒度特性を把握することは流れや流砂量の議論に必須の条件であるにもかかわらず、実際河川の多くの場合で、代表粒径の縦断方向の分布に大きなバラツキがみられるなど明確な粒度特性が得にくい現状にある。このバラツキは中規模河床形態特に砂州の存在に伴う河幅オーダーの区間内縦横断方向の違いに主として起因しており、材料試料採取地点の送定が問題となる。区間内をほぼ代表する粒径や粒度分布を示す地点があるのか、あるとすればどのような地点かを検討することは工学的に大きな意義があろう。河床粒度の分布は初期条件、流れの3次元性、非定常性、供給砂の特性などの影響を受けた結果として構成されるので、現地調査資料のみによる直接的な議論には限界がある。まずは河床砂れき粒度の河道内分布特性把握のための方法論そのものの検討、現地調査方法の見通しを得るための基本的な検討が必要となる。ここでは交互砂州上の粒度分布について基礎的な実験を行ったので報告する。

2. 実験方法

最初の実験は、長さ10cm、幅60cm、河床こう配1/65の直線実験水路に、図.1に示すような粒径加積曲線を示す混合砂れきを細心の注意を払い、厚さ5cmに敷きつめた。給砂を行いながら表.1に示すような各条件で通水して、交互砂州を形成させた。

砂州形成一波長進行後、止水の方法によって砂州上の粒度分布に違いが見られるかどうか検討するために、急止水型の実験を4回、緩止水型の実験を6回行った。ここで急止水型の実験とは、減水効果によって運ばれる砂れきの量を最少限にする実験で減水時間は40秒程度、緩止水型の実験とは、減水効果の影響をそのまま受けた実験で減水時間は7分程度である。各実験の止水後、砂州上の各地点の試料を砂州波高を考慮して、直径4cm、厚さ1cm採取し、重量百分率を調べ粒度加積曲線を作成した。

次に、急止水型の実験において形成された交互砂州にトルエンとボンドの混合液を散布して河床を固定し、流量2.2ℓ/sで通水し砂州上の各地点での流れの水量を調べ、粒度分布との関係を検討した。

3. 粒度分布特性

3.1 指標の定義 混合砂れきの分布状態をより詳細に把握するために採取した砂れきの粒度分布を示す粒径加積曲線を表.2のように分類した。

一方、砂州上の各地点での粒度分布を総括的に議論するために以下の指標を用いた。

$$S_0 = \sqrt{d_{75}/d_{25}} \quad S_d = \frac{(d_{25})(d_{75})}{(d_{50})^2} \frac{(d_{50})}{(d_{50})s}$$

ここに、 S_0 はふるいわけ係数であり、 S_d は曲率係数を変形して分布の偏りを示す指標として新たに定義したものである。 $(d_{50})s$ は敷きつめた混合砂れ

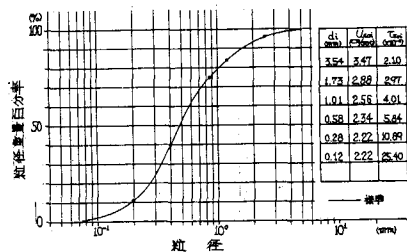


図.1 混合砂れきの粒径加積曲線

表.1 各実験における流れの水量

実験No.	I (%)	Q (cm³/s)	h (cm)	U (cm/s)	F _r	U_c (cm/s)	T_c	U_{sc} (cm/s)	T_{sc}	止水型	減水時間 (秒)	砂州上の形状
1	2168	1.02	35.42	1.12	3.06	0.1277				緩	450	単列
2	2621	1.22	35.81	1.04	4.20	0.1515				緩	510	450 複列
3	2542	1.14	37.16	1.11	4.07	0.1422				緩	216	267
4	2063	1.09	31.54	0.97	3.98	0.1361				緩	375	460 複列
5	2133	1.23	28.90	0.83	4.22	0.1530	2.41	0.05		急	240	40
6	2126	1.04	34.07	1.07	3.88	0.1401				急	420	10 単列
7	2140	1.03	34.63	1.04	3.87	0.1390				急	700	365 単列
8	2210	1.11	33.18	1.01	4.02	0.1366				急	596	480 複列
9	2112	0.98	35.92	1.16	3.78	0.1273				急	1613	51
10	2131	0.98	36.28	1.17	3.78	0.1274				急	401	42 複列

表.2 記号の説明

記号	意味	粒径加積曲線の形状
FF	細粒分の粗粒化	図1
AF	全体的に粗粒化	図2
CF	粗粒分の粗粒化	図3
AD	全体的に分散化	図4
ST	標準	図5
AU	全体的に均一化	図6
CC	粗粒分の粗粒化	図7
AC	全体的に粗粒化	図8
FC	細粒分の粗粒化	図9

きの50%粒径である。S₀を縦軸に、S_dを横軸にとって各地点での粒径加積曲線の特性を示したものの一例として図.2を示す。他の実験の場合も図.2と同様であり、粒度分布の変化は主に粗粒範囲の構成比率の変化によって示す。

3. 2 粒度分布の代表性 砂州の粒度分布を代表する地点の検討を目的として坂野ら¹⁾は、d₆₀に注目して調べている。本実験によるd₆₀の分布の例は図.3のようであり、標準値(d₆₀=0.59)を示す位置も知れるが、その範囲は広がっており、d₆₀の分布のみからは代表地点として限定しにくい結果となっている。

一方、S₀-S_dグラフに示した各地点の総合的な特性を砂州上にプロットしたものの一例が図.4である。(ここでの表示は3種に限定した)。各実験で得られた結果を総合し、特徴的な分布特性を集約したものが図.5である。図.5(a)より急止水型においては、砂州前縁部及び後端部で粒度分布は粗い。急止水型は減水効果の影響をほとんど受けないので、その粒度分布は通水時の粒度分布と考えられ、これに減水効果によって得られたものが緩止水型の粒度分布と考えられる。図.5の砂州前縁部中央部を見ると、急止水型の粒度分布は粗いものになっているのに対し、緩止水型ではこの地点でより長い減水効果によって細粒分の砂れきが堆積され、その結果、図.5(b)に見られる見掛上標準的な分布になったと考えられる。緩止水型では、後端部でも粒度分布はほぼ標準を示す。前者の傾向は坂野らの結果と一致するが、実験結果によればその分布の形成過程が減水時の部分的な流れの集中にも起因していることから減水時の流れのパターンの重要なことも追認される。

4. 砂州上の流れと粒度分布

急止水(ほぼ通水時とみなす)型の粒度分布について調べるために、砂州上の流速及び流向より近似的なU*の分布を求めると、図.6のようになった。U*の分布と図.5(a)とを比較・検討すると、前縁部上流側のU*は、各粒径のU*ciよりも大きくてどの粒径も掃流されているが、大粒径の砂れきの場合のU*ciはU*とほとんど差がないため、大粒径の砂れきが残され、相対的に前縁部は粗くなる。一方、減水効果によって掃流される砂れきの量を計算によって求め、それを緩止水型の粒度分布と比較・検討したが明瞭な対応が得られなかった。また、砂州の前進(前面に堆積していく)過程を想定して表層以下の粒度分布構成の一樣性を調べたが、特に横断方向にバラツキ、一樣でないことが知れた。

5. おわりに

本実験により、交互砂州の粒度分布を代表する地点は、砂州前縁部中央付近であることが得られ、河床材料調査の一応の目安となる。しかしながら、実際河川での多様な河床・流況に対して、より一般的な結論を得るには、水理量と粒度分布との関係や減水時の流れのパターンについてさらに明らかにするとともに、水理条件の整った現地資料とのつき合わせも必要と考えている。

【参考文献】 1) 坂野・橋本・浅野：河床材料粒径の代表性について、第39回土木年講,1984

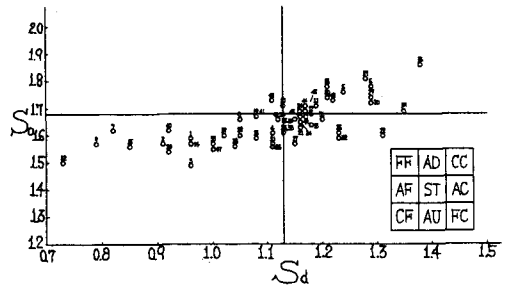


図.2 緩止水型におけるS₀とS_dの関係

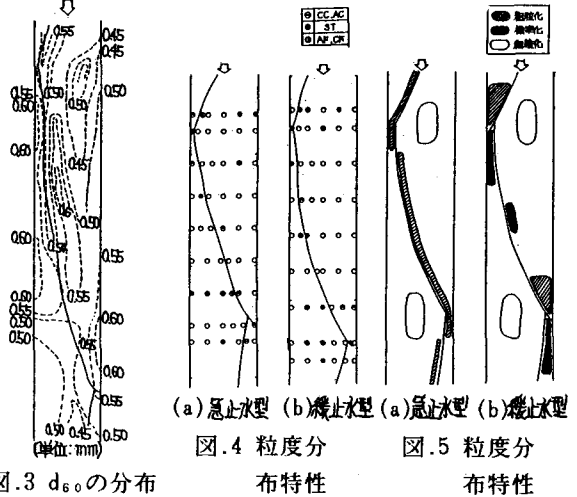


図.3 d₆₀の分布

図.4 粒度分布特性

図.5 粒度分布特性

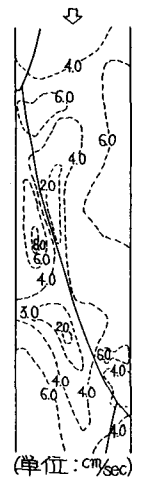


図.6 U*分布