

埼玉大学大学院 学生員○千代田 将明
 埼玉大学工学部 正 員 池 田 駿 介
 (株)青木建設 荒 井 研

1. はじめに

十分発達した交互砂州の形状特性及び移動特性については従来より研究が行われてきており、多くの成果が得られてきている(1)。しかし、その基礎となる交互砂州上の流砂量及びその分布、砂州の波高、波長等はほとんどの場合単一粒径砂に対して明らかになされたもので、混合砂河床において当然予想される遮蔽効果、Pavement効果を考慮したものではない。本研究においてはより自然河川の河床に近い混合砂水路床において実験を行い、交互砂州上の流砂量、砂州の波高及び砂州を構成する砂粒子の粒度分布に検討を加え、これらの量に及ぼす混合砂の効果について報告する。

2. 実験の概要

実験は水路長14.0m、水路幅32cmの可変勾配直線水路において行われた。用いた砂は図-1に粒度分布を示す3種類であり、比重はすべて2.65である。実験はそれぞれの砂に対して、非砂州実験(掃流砂が生じない水理条件で通水を行い河床の相当粗度を求める実験)と砂州実験(河床に交互砂州が生ずる水理条件で通水を行い砂州の発生に伴う諸量を測定する実験)より成り、測定は流れ及び砂州が平衡に達した後に行われた。尚、砂州実験においては下流の堰を越えて流出する掃流砂量にほぼ等しい給砂を行なった。

3. 実験結果及び考察

まず、流れの受ける抵抗を河床の摩擦抵抗と砂州の形状抵抗に分離し、それぞれが流砂量に及ぼす影響について検討する。摩擦抵抗は非砂州実験より求められ、その結果を図-2に示す。図-2によれば、 k/d_{90} は粒子Reynolds数に対してほぼ一定となり流れは水理学的に粗い状態になっていて相当粗度は $k=2.48d_{90}$ で与えられることがわかる。この値を用いて分離された砂州の形状抵抗を示したものが図-3で、形状抵抗/全抵抗比、 C_B/C の砂州の波高/平均水深比、 H_B/D による変化を示す。但し、 $C=(U_*'/U)^2$ である。図-3によれば、測定値のばらつきがあるものの、波高/平均水深比が増すほど全抵抗に占める形状抵抗の割合が増すことがわかる。図中に示した実線は今回おこなわれた実験値に対して回帰された直線で

$$C_B/C = 0.24 H_B/D \quad (1)$$

を表す。

次に掃流砂について検討する。図-4は無次元掃流力 τ_* と無次元掃流砂量 q_{*s} の関係を示したものであって、測定値は砂州の形状抵抗の全抵抗に占める割合 C_B/C の大小によって3つのグループに分類してある。また図中の実線はEinsteinの平坦床の場合の掃流砂量式(2)である。図-4によれば次のこ

	d_{50} (mm)	d_{90} (mm)	相当粗度 (mm)	実験係数
CASE 1	1.3	1.7	1.40	1.24
CASE 2	2.5	3.3	1.37	1.24
CASE 3	1.45	2.7	1.48	1.41

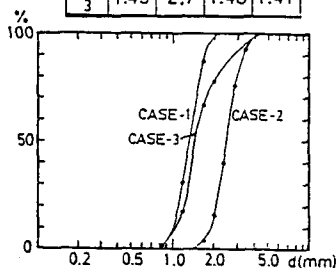


図-1 実験に用いた砂の粒径加積曲線とその諸元

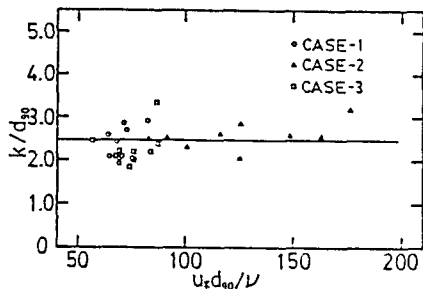


図-2 相当粗度と粒子Reynolds数の関係

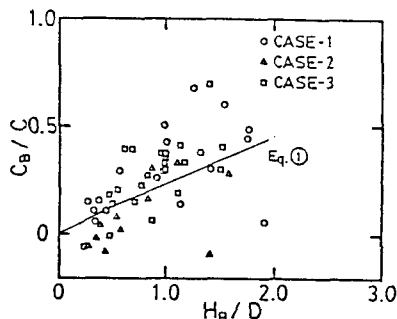


図-3 砂州の形状抵抗と砂州の波高/水深比の関係

とがわかる。すなわち、同一の τ_* に対して C_B/C の値が増すほど q_{*s} の値が減少する。このことは砂州の形状抵抗によって掃流力が減少しそのために掃流砂量が減少していると考えられ、掃流砂量に及ぼす砂州の形状抵抗の影響は明らかである。また、図-3より H_B/D が増加するほど C_B/C が増加する関係が確かめられているので、 H_B/D が増加するほど q_{*s} が減少することが明らかである。また、全掃流砂量に与える混合砂の効果については今回の実験から明らかになっていない。これは全掃流砂量は砂州の特性を平均的に表すもので、本研究で用いた砂の粒度分布では砂州上で生ずる局所的な掃流力の変化による流砂量の変化がとらえきれないためであると考えられる。

次に、砂州の波高について検討する。図-5は水路幅/平均水深比に対して砂州の波高/平均水深比を整理したものである。図中の直線は単一粒径砂の実験に対してIkeda (3) によって示された関係である。図-5によれば、今回混合砂で行った実験に比較して明瞭な差は認められず、今回用いた程度の粒度分布の砂では混合の効果을反映し得ないと考えられる。

最後に、混合砂の効果を明らかにするために通水終了時における河床の局所的な粒度分布について検討する。図-6は、混合砂を水路床に敷詰めて実験条件 流量 3.02L/s 、勾配 16.2×10^{-3} で通水したのち、図中に示す砂州の位置において表面から粒径の数倍程度の層の砂を採取することによって得た試料の粒径加積曲線である。砂州半波長を砂州前縁線を境に上流側を“瀬”，下流側を“淵”と呼ぶことにすれば、この図から、淵の側岸近くにおいて河床の粗粒化が生じていることがわかる。これは瀬を掃流してくる砂粒子が掃流力が急激に減少する砂州前縁線の前面直下に堆積するために、淵の側岸近くには供給される掃流砂がほとんどなく、加えてこの付近が流れの加速域となっていて掃流力が大きく、Pavementを生じているためであると考えられる。

4. おわりに

今回の研究で得られた結果を列挙する。

- 1) 波高/水深比が増加するほど掃流砂量が減少することが明らかになった。
- 2) 混合砂河床に交互砂州が形成される場合、淵の側岸近くにおいて粗粒化が生ずる。

<参考文献>

- (1) 福岡, 内島, 第27回水理講演会論文集 1983.
- (2) 河村: 土砂水理学 1, 森北, 1982.
- (3) Ikeda, S., ASCE, vol. 110, No. 4, 1984.

$q_{*s} = 0.163$
 $\tau_* = 0.146$
 $D = 2.16\text{cm}$
 $\lambda = 2.13\text{m}$
 $H_B = 2.06\text{cm}$

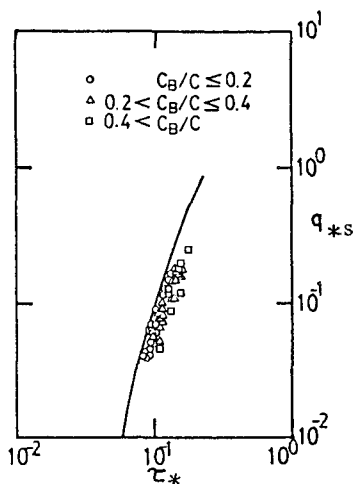


図-4 掃流式と測定値の対応

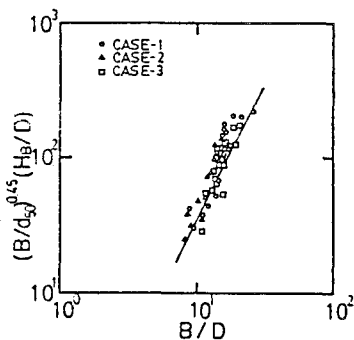


図-5 波高と水路幅の関係

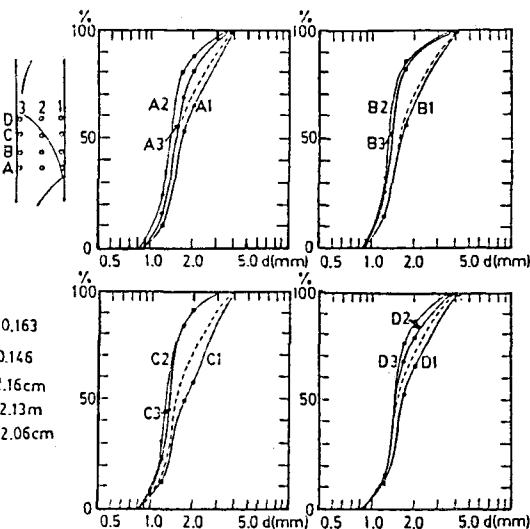


図-6 砂州の粒度分布