

(株) 鴻池組 正員 ○高橋史峰
立命館大学理工学部 正員 江頭進治
立命館大学大学院 学生員 吉栖雅人

1. はしがき

河川の砂州は、流れの蛇行を引き起こし、流路変動、局所洗掘等の原因となる。そのため、砂州の形成条件、形状特性などに関する多くの研究がある。しかし、その殆どが一様砂を対象としたものである。本研究は、砂州の形状特性値や移動特性に及ぼす混合砂の影響や、砂州と流砂の相互作用に関する混合砂の影響等について、一様砂の場合の砂州のものと比較しながら検討したものである。

2. 形状特性値

実験は、深さ20cm、幅20cm、長さ8mの勾配可変の鋼製循環水路を用いて行った。流量は定常通水を行い、給砂は河床変動が起らないように調節して行った。給砂および河床材料に用いた砂の粒度分布を図1に示す。一様砂、混合砂の平均粒径はそれぞれ2.32mm、2.16mmである。表1は各実験ケースの条件を示したものである。ここに、 i_b は初期河床勾配、 d_m は平均粒径、 q は単位幅流量である。これらの実験は、平衡状態で行った。RUN5、RUN6、RUN7は一様砂、RUN2、RUN3、RUN4は混合砂の実験である。実験では、水位、河床位、流砂量、砂州表層の粒径の粒度分布などの測定を行った。表2に実験結果を示す。ここに、 h は平均水深、 i_e はエネルギー勾配、 u_* は摩擦速度、 τ_* は無次元掃流力、 F_r はフルード数、 q_b は単位幅流砂量、 l_b は波長、 Z_b は波高、 ω は位相の伝播速度である。RUN5とRUN3、RUN6とRUN4、RUN7とRUN2はそれぞれ無次元掃流力 τ_* が等しくなるように留意した。図

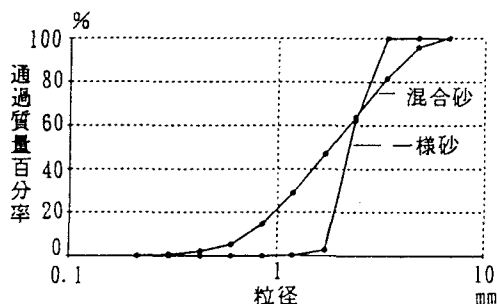


図1 河床材料の粒度分布

表1 実験条件

RUN No.	i_b	d_m (mm)	q (cd/s)	備考
5	0.03	2.32	67.5	一様砂
3	0.03	2.16	65.0	混合砂
6	0.04	2.32	57.0	一様砂
4	0.04	2.16	55.0	混合砂
7	0.05	2.32	46.5	一様砂
2	0.05	2.16	45.0	混合砂

2は砂州の河床等高線を示したものである。等高線間隔の密な領域は、谷、

あるいは崖を形成している所である。このことを考慮すると、波高は一様砂を用いたRUN5、RUN6、RUN7で1.99cm、1.50cm、1.80cm、混合砂のRUN3、RUN4、RUN2で0.85cm、0.97cm、1.46cmとなり、一様砂の場合の波高の方が大きい。これは河床砂・流砂の分級現象に支配されるためと思われる。波長は、個々の波長

表2 実験結果

RUN No.	h (cm)	i_e	u_* (cm/s)	τ_*	F_r	q_b (cd/s)	l_b (cm)	Z_b (cm)	ω (cm/s)
5	1.18	0.028	5.92	0.100	1.68	0.267	98.8	1.99	0.424
3	1.36	0.029	6.10	0.110	1.32	0.228	85.0	0.85	1.090
6	1.07	0.038	6.29	0.113	1.64	0.364	79.0	1.50	0.537
4	1.14	0.039	6.77	0.136	1.44	0.499	81.5	0.97	0.916
7	0.96	0.048	6.73	0.130	1.59	0.457	82.6	1.80	0.439
2	1.02	0.049	6.93	0.142	1.39	0.522	80.5	1.46	0.982

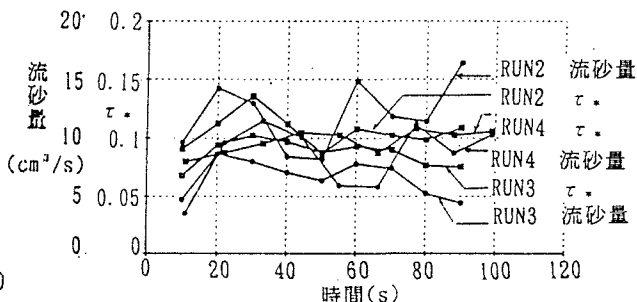
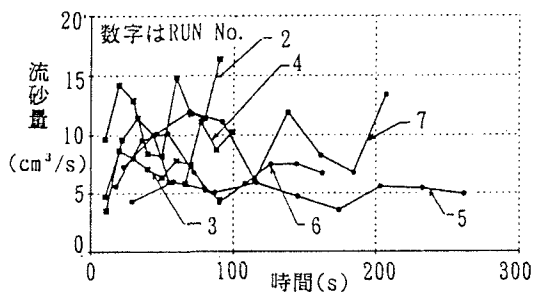
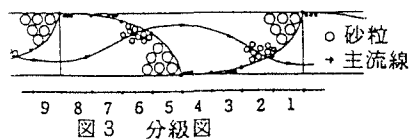
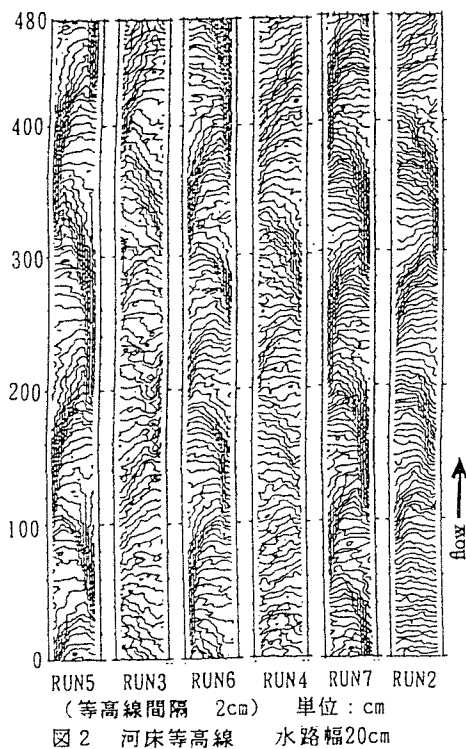
においては長さには違いはあるが、平均的には、RUN5、RUN6、RUN7で98.8cm、79.0cm、82.6cm、RUN3、RUN4、RUN2で85.0cm、81.5cm、80.5cmとなり、両者に顕著な違いはみられない。これは波長が主として川幅に依存するためと思われる。

3. 形状特性値に与える流砂の影響

砂州の波高に関する流砂の影響について考える。混合砂では分級現象が起こる。図3は観察や実験データ

を参考にして作成した砂州上の主流線と粒径の分布の模式的な図である。すなわち、砂州前縁の先端部には粗い粒径、主流に沿って平均粒径程度、前縁後部に細かい砂というように分級が起っていることを示している。図4は流砂の変動と砂州の位相との関係を見たもので、流砂の測定時間は、図3に示す2波長の砂州を8区間に分け、更にこれに続く1区間を加えた9区間のブロックが、下流端を通過する時間に対応するように留意した。したがって流砂の変動周期が短いことは砂州の伝播速度が速いことを意味している。このことを考慮して図を見ると、混合砂の場合の砂州の伝播速度の方が速いことがわかる。また流砂量の変動幅は、混合砂の方が大きいと思われる。流砂量の変動は、一様砂の場合には、下流端近傍の砂州の位相に依存し、混合砂の場合には、これに加えて砂礫の分級にも依存するものと思われる。そこで、混合砂の場合について、2波長の平均水深と流砂の平均水深を用いた τ_* の時間変化、ならびに流砂の時間変化を示したのが図5である。これより、 τ_* の変動に対応して流砂量も変動していることがわかる。主流が砂州の前縁と交わる所において τ_* が大きくなり、流砂量も最大になる。砂州前縁の先端部近傍では、河床材料の粗粒化によって τ_* が小さくなり、流砂量も小さくなる。すなわち、前縁先端部近傍では、細粒砂は輸送されるが、粗粒砂は輸送されにくいことを意味している。ここに一様砂と混合砂の大きな違いがある。

以上、要するに混合砂においては、細粒砂が掃流力の小さい砂州前縁の先端部を、比較的活発に通過することにより、砂州



の波高を抑制し、位相の伝播速度が速いのは、上述のような流砂の分級により、波高が小さいためである。

4. むすび

本研究においては、主として砂州の形状特性値に及ぼす混合砂の影響について検討した。その結果、波長に関しては混合砂の影響は顕著にみられないが、波高は一様砂のものよりも小さくなることが判明した。これは、混合砂特有の砂礫の分級現象に起因するものと思われる。今後、この点について検討を深めたい。