

舞鶴工業高等専門学校 正員○三輪 浩
立命館大学 理工学部 正員 大同淳之

1. まえがき 混合砂河床では砂粒子の移動にともなって分級現象が発現する。著者らは混合砂を用いた河床波の発達過程に関する検討から、粒子の分級現象が河床波の規模に顕著な影響を及ぼすことを見だし、混合砂河床における河床形態ついて検討する場合には分級現象を考慮に入れる必要があることを示したり¹⁾。本文ではこの点に鑑み、交互砂州を対象としてその形状特性と砂粒子の分級性状について検討している。

2. 実験概要 実験は6.5m、幅20cm、高さ30cmの亚克力製可変勾配直線水路を用いて行った。本研究は混合砂河床を対象としているが、比較のためにほぼ同一の平均粒径を有する一様に近い砂を用いた実験も行った。実験に使用した砂の粒度分布を図-1に示す。ここに、 d_m は平均粒径(cm)、 σ_g は幾何標準偏差($\sqrt{d_{84}/d_{16}}$)である。実験は河床を平坦に敷き均した後、通水と給砂を開始して単列の交互砂州を形成させた。安定な砂州が形成された時点で水位を測定し、その直後に停水して河床平面形状のスケッチと河床位の測定を行った。さらに、混合砂の場合には河床砂の分級状況を把握するため、砂州半波長を含む区間を縦断方向に 10cm、横断方向に5cmの領域に区分し、河床砂を各領域2mmの厚さで3層にわたって採取した。表-1に実験条件を示す。ここに、 q_w は単位幅流量、 h_m は平均水深、 I_e はエネルギー勾配、 u_* は摩擦速度、 L は平均波長、 H_g は平均波高である。

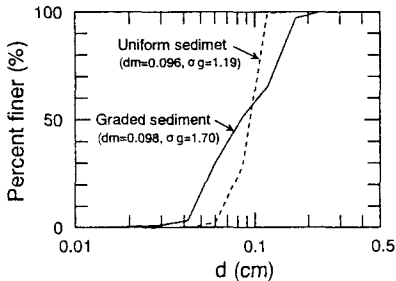


図-1 使用砂の粒度分布

表-1 実験条件

Run No.	sand	q_w (cm^3/sec)	h_m (cm)	I_e ($\times 10^{-2}$)	u_* (cm/sec)	L (cm)	H_g (cm)
M-1	graded	45.0	1.15	1.64	4.08	160	1.01
M-2	graded	47.5	1.21	1.71	4.28	179	1.15
U-1	uniform	45.0	1.25	1.61	4.19	177	1.68
U-2	uniform	47.5	1.42	1.66	4.50	180	2.00

3. 平衡河床形状 図-2(a)、(b)はそれぞれ同一の初期通水条件であるM-1（混合砂）とU-1（ほぼ一様砂）の実験において形成された砂州の半波長に対する河床の等高線と横断形状を示したものである。同図より、砂州の瀬の部分（堆積領域）では両者の差異はあまり認められないが、淵の部分（洗堀領域）、とくに深掘れ部の差は顕著で、混合砂の方が洗堀深が小さく洗堀が抑制されていることがわかる。この結果、表-1にあるように波高は混合砂の方が小さくなっている。また、砂州全体を比較しても混合砂の場合は一様砂の場合ほど明瞭な砂州は形成されにくいといえる。著者らは砂粒子の分級によって河床波の波高が低下するこ

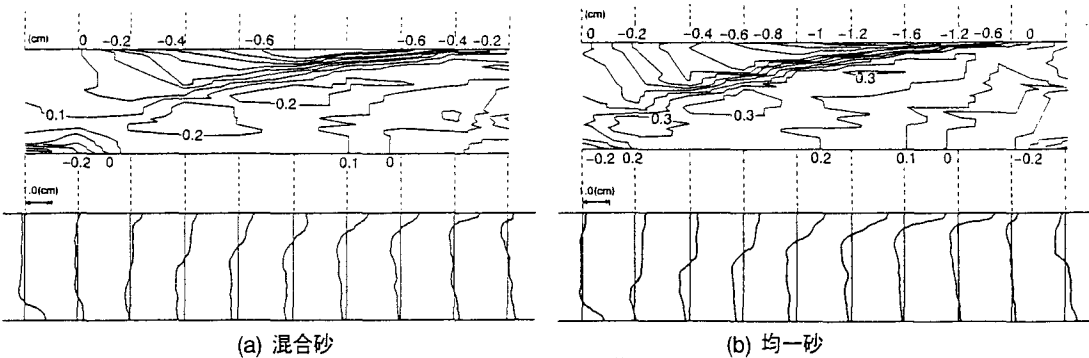


図-2 平衡河床形状

Hiroshi, MIWA, Atsuyuki DAIDO

とを明らかにしているが、砂州においても上述の現象には分級の影響が作用していると考えられる。

4. 砂粒子の分級性状 図-3はM-1の河床各層の平均粒径の分布を示したものである。河床表層（一層目）では横断方向に分級し、これは砂州の前縁に沿ってその上下流側で相違している。すなわち、上流側では細粒化域が、下流側では給砂の平均粒径および側岸付近の粗粒化域が認められる。ただし、実験の観察によると前縁の斜面およびその直下流側には主として粗粒子が堆積しており、粗粒化の傾向を呈していることが確認されている。また、二層目、三層目に行くにつれて粒度分布は一樣化するが、三層目においても側岸付近で粗粒化している部分がある。これは以前に通過した砂州の深掘れ部の粗粒化が残存したものであると考えられる。表層よりも下層の粒度構成は通過した砂州の影響を受けるため、砂州形状が平衡に達した場合でもとくに側岸付近の鉛直方向の粒度構成はかなり変化すると推察される。

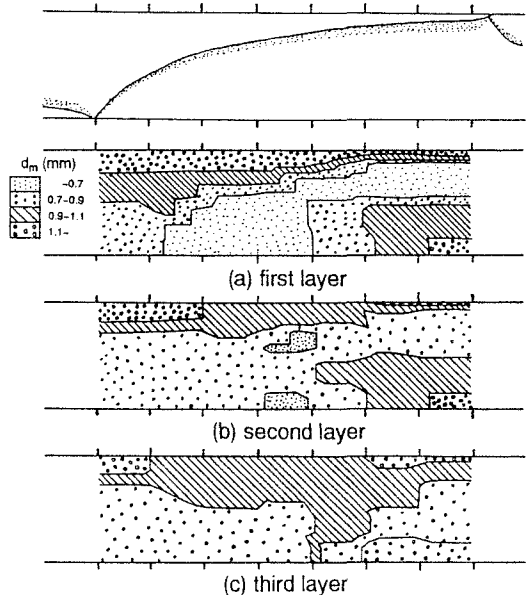


図-3 河床砂の平均粒径の分布

図-4は最大洗堀が生じた位相における横断方向の粒度分布を示している。同図より前縁の上流側で細粒化し、下流側で粗粒化していることが明瞭である。これは瀬の部分では粗粒子は露出効果と減摩効果によって細粒子よりも移動性に富むことに起因しており、粗粒子が前縁斜面に堆積することによってこの部分が粗粒化し、これに付随して前縁部の上流側は細粒化したものである。このような現象は他の位相においても見られ、河床波の場合と共通している。

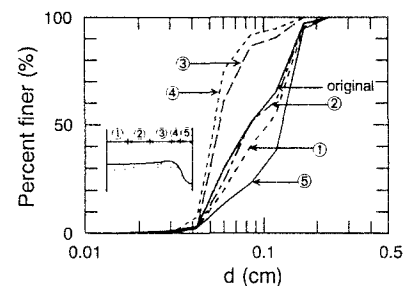


図-4 河床表層の横断方向の粒度変化

上述の分級性状が平衡河床形状に及ぼす影響を考えると、前縁部下流側の粗粒化現象、とくに深掘れ部における粗粒化の効果が顕著であることがわかる。すなわち、混合砂の場合にはこれによって洗堀が抑制される結果、一樣砂の場合よりも波高が小さくなるといえる。最後に、抵抗特性について若干言及する。図-5は抵抗係数を整理したもので、図中の実線は著者らによる推定式²⁾である。同図より混合砂の場合の方が相対的に小さな値を示している。これは全抵抗に占める形状抵抗の割合が一樣砂に比べて小さいことを示唆しており、混合砂の効果は流体抵抗にも影響を及ぼすことがわかる。

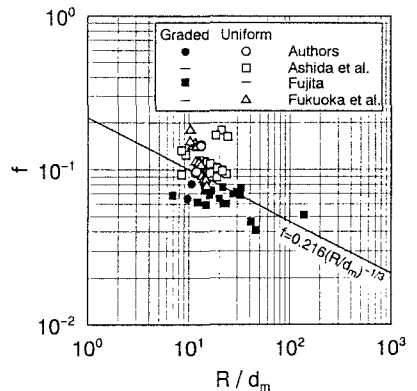


図-5 砂州河床の抵抗係数

5. あとがき 本文では混合砂河床における交互砂州を対象としてその形状と砂粒子の分級性状に関する検討を行った。その結果、砂州前縁の上流側で細粒化が、下流側で粗粒化が発生することがわかった。また、一樣砂の場合に比して混合砂の場合には淵の部分の粗粒化によって洗堀が抑制され、とくに深掘れ部における両者の差異は顕著であることが明らかとなった。

参考文献 1)Miwa・DAIDO: Jour. JHHE, Vol.10, No.2, 1992. 2)MIWA・DAIDO: Proc. 6th ISRS, 1995 (in printing).