

II-170

流量変化による交互砂州河床の変動と形状特性

舞鶴工業高等専門学校 正員 三輪 浩

新日本海工工業(株)

櫻井美奈子

宮津市

谷口 佳織

舞鶴市

田中 健之

1. まえがき 著者らは以前、河床波の変形に及ぼす混合砂の影響について検討し、河床波の変形過程には砂粒子の分級による粗・細砂が重要な役割を担っていることを示した¹⁾が、これはより規模の大きい交互砂州に対しても当てはまると考えられる。本文では交互砂州の変形過程を明らかにするための基礎として、一定流量下で平衡状態にある交互砂州河床にそれとは異なった流量を通水した場合の河床変動過程と砂州形状の変化特性およびこれに及ぼす混合砂の効果について実験的に検討している。

2. 実験概要 実験は長さ 9m、幅 0.2m のアクリル製可変勾配水路を用いて行った。本研究は混合砂河床における交互砂州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砂を用いた実験も実施した。実験に用いた砂の粒度分布を図-1 に示す。図中、 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。本実験はまず一定流量下で平坦河床から交互砂州を発達させ、平衡状態に達したのを確認した後、流量を増加または減少（変化時間は零）させたときの河床の変動過程を対象としており、それぞれ Case1, Case2 と呼ぶ。実験中は所定の時刻に水位を測定し、その直後に停水して河床形状を測定した。交互砂州の波長は一砂州長として、

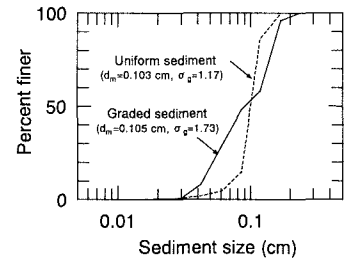


図-1 使用砂の粒度分布

表-1 実験条件

Case	Run No.	Sand	Stage	q_w (cm ² /sec)	h_m (cm)	I_e ($\times 10^{-2}$)	F_r	u_* (cm/sec)	τ_*
1	MB01	混合	発達	45	1.08	1.57	1.28	4.08	0.098
			増水	60	1.28	1.52	1.32	4.37	0.112
	UB01	一様	発達	45	1.09	1.58	1.26	4.11	0.101
			増水	60	1.23	1.57	1.41	4.35	0.113
2	MB11	混合	発達	45	1.09	1.54	1.26	4.06	0.097
			減水	30	0.86	1.56	1.20	3.63	0.078
	UB11	一様	発達	45	1.26	1.55	1.02	4.37	0.114
			減水	30	0.99	1.48	0.97	3.79	0.086

波高は一つの砂州の最深河床を含む横断面における最大河床位と最深河床位の差として求められた。また、水路下流端からの流出砂を適時採取し、流砂量を測定した。表-1 に発達過程の最終段階および増水、減水実験における水理条件を示す。なお、増水、減水の条件は図-2 に示された河床形状と対応している。表中、 q_w は単位幅流量、 h_m は水深、 I_e はエネルギー勾配、 F_r はFroude 数、 u_* は摩擦速度、 τ_* は無次元掃流力である。

3. 河床変動性状と形状特性 図-2 に平衡状態の河床形状と増水および減水実験における河床形状の例を示

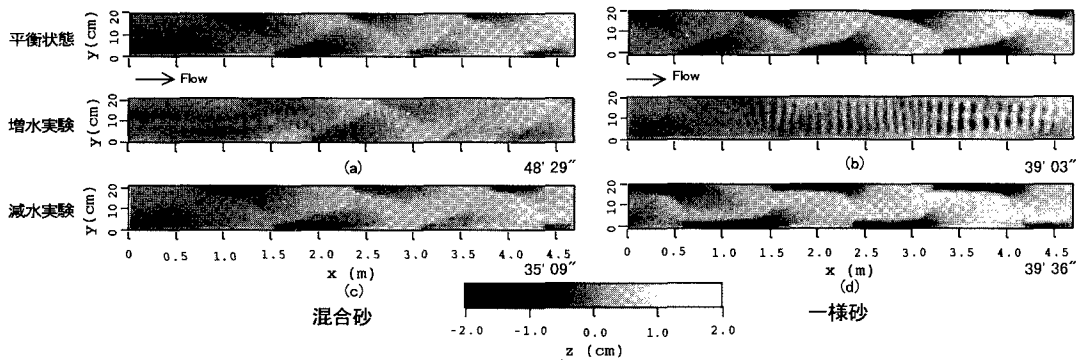


図-2 河床形状

交互砂州、流量変化、河床変動、混合砂、分級現象、洗掘深

〒625-8511 京都府舞鶴市白屋 234 番地・電話 0773-62-5600・FAX 0773-62-5558

す。実験の観察によると流量を増加させると流水の直進性が強くなり、混合砂河床、一様砂河床とも砂州上に波長10～15cm、波高0.5～1.0cm程度の反砂堆が形成された。一様砂の場合はこれによって砂州は消滅した(b)が、混合砂の場合には砂州と反砂堆は共存(a)し、砂州が消滅することはなかった。一方、流量を減少させると流水の蛇行性が顕著となり、洗掘が促進される(c), (d)。また、この傾向は混合砂よりも一様砂の方が顕著であり、砂州の前縁線は淵側に張り出した形になる(d)。なお、この実験では反砂堆は形成されなかった。

図-3、図-4 はそれぞれ増水実験および減水実験における交互砂州の波長と波高の時間的変化を示したものである。

増水した場合は波長、波高とも徐々に減少してゆくが、この範囲では混合砂と一様砂に顕著な違いは認められない。なお、一様砂の場合は上述したように反砂堆の形成に伴って砂州は消滅したので波長と波高を○で描点した。また、50min以降のデータで波長、波高が増加しているのは増水流量下で新たに砂州が発達したことによる。一方、減水した場合は波長、波高とも増加する傾向にある。混合砂と一様砂の違いは波高に対して顕著に現れ、混合砂の方が低く抑えられていることがわかる。図-5は最深河床位置における水路横断方向の河床表層粒度分布の例を示したものであるが、深掘れ部（採取位置⑤）で粗粒化していることがわかる。これによって洗掘が抑制されるため、混合砂の場合の波高が一様砂のそれよりも小さく抑えられたと考えられる。なお、他の位相においても深掘れ部の粗粒化は生じていることが確認されている。

4. 堆積高と洗掘深 図-6は平均河床面からの最大堆積高（正值）と最大洗掘深（負値）の時間的変化を示したものである。(a)は増水実験、(b)は減水実験を示す。増水実験ではとくにその初期において最大堆積高、最大洗掘深とも混合砂河床と一様砂河床で顕著な差異はない。一方、減水実験では最大堆積高は両河床とも同程度であるが、洗掘深は混合砂の方が小さく抑えられ、これが両河床における波高の差に現れている。したがって、波高の増加過程は洗掘の進行によるものであるといえる。なお、ここでは堆積高と洗掘深の最大値のみを比較したが、砂州全般にわたって両河床の差は洗掘深に現れることが確かめられている。

5. あとがき 本文では主として砂州形状の変化について述べたが、今後、砂州の変形と河床粒度の場所的・時間的な変化の相互作用について検討するとともに、連続的な流量変化の下での砂州の変形過程について検討する必要があると考えている。最後に、本研究は平成10年度文部省科学研究費奨励研究(A)の補助を受けて行われた。記して謝意を表します。

参考文献 1)三輪 浩，大同淳之：水工学論文集，第41巻，1997。

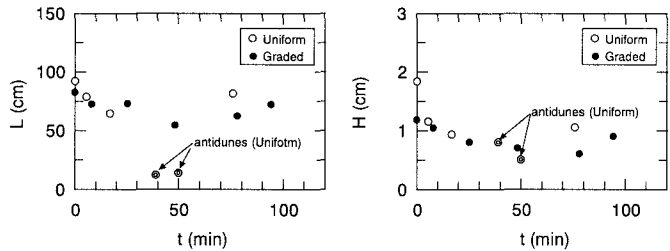


図-3 増水による砂州の波長、波高の時間的変化

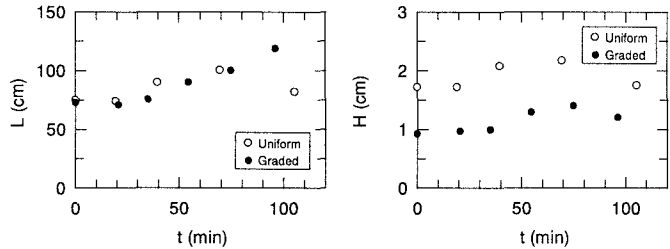


図-4 減水による砂州の波長、波高の時間的変化

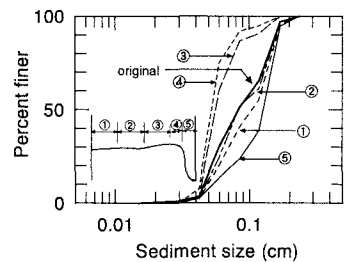


図-5 最大洗掘位相の表層の粒度分布

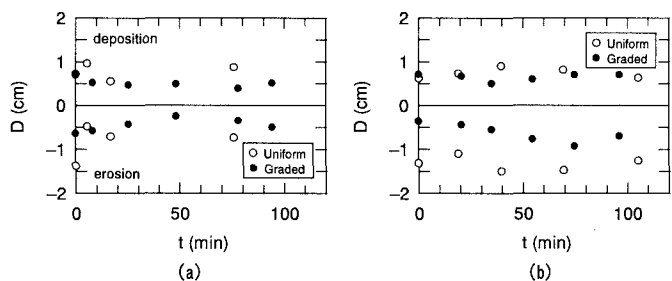


図-6 最大堆積高、最大洗掘深の時間的変化