

網状流路の形成過程について

京都大学防災研究所 正員 村本嘉雄 正員 藤田裕一郎
(株)東京電力 正員 〇赤松英樹

1. はしかり 広い河道幅を有する河川で見られる網状流路を、その形成要因である複列砂州に着目して形成発達過程を明らかにするとともに、流路の網状化への移行過程について観察を行った。そして複列砂州が網状化する限界条件について簡単な試算を行い考察を加えた。

2. 実験の概要 実験水路は、幅180cm、長さ15m、深さ20cmの鋼製可変勾配水路を用い実験条件は従来の研究より複列砂州が形成される領域内に限って設定し、実験砂は平均粒径1.05mmの一樣な砂を用いた。本実験では、データ処理効率を上げるために砂面計および波高計で連続的に測定した河床高と水位を、A-D変換ボードを増設したパーソナルコンピュータに入力させ、フロッピーディスクに記録した。その結果、横断方向に5mm間隔で352点、流下方向には河床高は50cm、水位は1m間隔で多数点の測定ができた。

表-1 実験条件と平均水理量

Run	I	Q (l/s)	h (cm)	V (cm/s)	Fr	U_* (cm/s)	V/U_*	n
1	1/100	5.0	1.06	27.29	0.86	3.10	9.09	0.0173
2	1/100	4.5	0.78	32.60	1.20	2.74	12.28	0.0195
3	1/100	4.0	0.90	24.88	0.85	2.95	8.57	0.0174
4	1/100	7.5	1.48	27.91	0.74	3.79	7.50	0.0216
5	1/100	10.0	1.57	35.60	0.91	3.78	9.60	0.0173
6	1/50	4.5	0.96	26.37	0.87	4.25	6.27	0.0240
7	1/50	9.0	1.03	48.89	1.58	4.58	11.53	0.0144
8	1/50	4.0	0.80	28.06	1.02	3.87	7.36	0.0198
9	1/50	10.0	1.37	43.50	1.21	4.92	9.05	0.0179
10	1/33	3.5	0.77	25.92	0.97	4.76	5.55	0.0265

図-1(a) 河床形態の変化(c-4)

3. 実験の結果 実験条件と各実験ケースの平均水理量の算定結果を表-1に示す。水理量は各Runで時間ごとに2~4回算定したが、特徴的な変化がなかったので各時間の値を平均したものを示してある。

今回の10ケースの条件における河床形態は、いずれの場合でも図-1(a),(b)に示したように、初期にウロコ状砂州が形成され次第にモード数を下げていってモード2の状態では形の整った複列砂州となったもの(図-1(a),他にc-5,7,9)とモード2~3の状態では砂州が網状化したもの(図-1(b),他にRun 2,3,6,10)とに分けられる。これらの状況は河床横断形状の時間的変化(図-2(a),(b))において明確であり、いずれも多数の深掘れ部が時間とともに減少していく様子が良くわかる。次に上,中,下流3区間にお

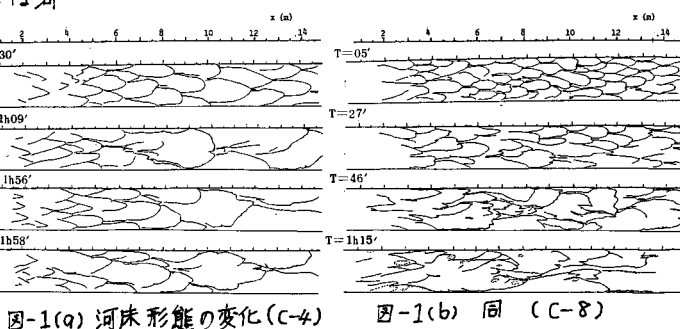


図-1(a) 河床形態の変化(c-4)

図-1(b) 同 (C-8)

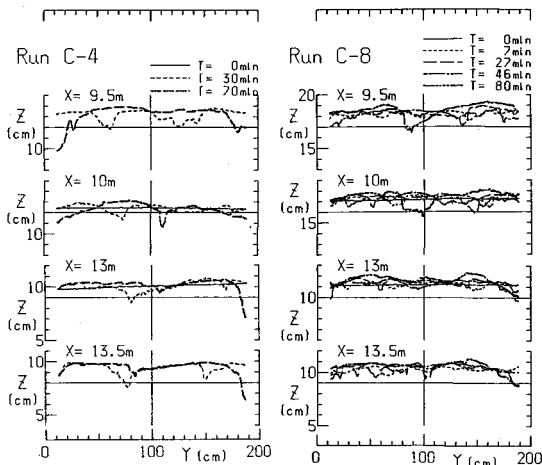


図-2(a) 河床横断形状の変化

図-2(b) 同

Yoshio MURAMOTO Yûichirô FUJITA Hideki AKAMATU

る河床形態の平均変化を知るために、河床平均横断面形状の時間的変化(図-3(a),(b))を例示する。網状化(砂州の一部が分割され浮州化する状態)した場合とそうでない場合を比較すると、前者は図中のピーク頂部の凹凸が激しいがそれぞれの極大値はほぼ一定であり、また、モード2~3の大規模な砂州の上に小規模な砂州が乗っている様子が良くわかる。表-2にはこれらの図及び写真の面方から判定したモード数の時間的変化を示す。C-4の2~6m区間では時間が経過しても高モードであるのに対し、C-8は全区間でほぼモード2~3に落ち着いている。

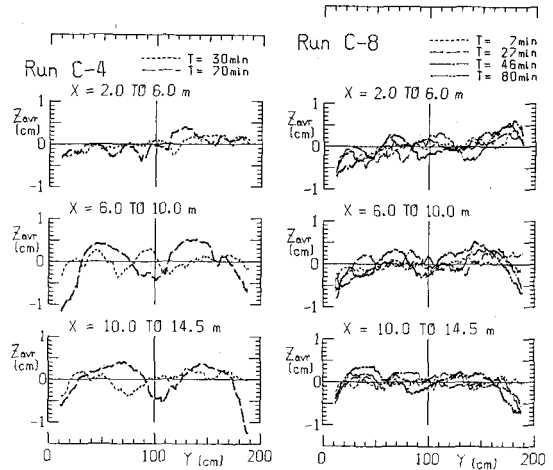


図-3(a),(b)河床平均横断面形状の時間的変化

表-2 モード数の時間変化 (a)写真による判定 (b)河床平均横断面形状より

Run	Time	Mode(a)			Mode(b)		
		2-6	6-10	10-14	2-6	6-10	10-14(m)
C4-1	17*	6	5-6	5-6			
C4-1	28*	5	3(4)	5			
C4-1	30*	6	4	5	4	4	4
C4-2	1h09*	4	2	2	5	2	2
C4-3	1h22*	4-5	2(3)	2			
C4-3	1h33*	4-5	2(3)	2			
C4-3	1h57*	4	2(3)	2			
C4-3	1h58*	5	2(3)	2			
C8-1	05*	8-9	8	8			
C8-1	07*	7	8	8	6	6-7	7
C8-2	10*	6	6	6-7			
C8-2	26*	4	4	5			
C8-2	27*	4	4	4	4	3	4
C8-3	33*	4	3(5)	4			
C8-3	40*	3	2(5)	2(4)			
C8-3	46*	3	2(5)	2(4)	3	3	2-3
C8-4	56*	2	2	3			
C8-4	1h15*	2	2	3			
C8-4	1h20*	-	-	-	2	2	2

る。水深が大きい場合では上流側の砂州が発達していくことがわかる。またモード2が卓越し始める時間は、面方とも $U_* = 3.8 \text{ cm/s}$ 前後で1時間程度であった。これに対し $U_* = 2.95 \text{ cm/s}$ のC-3では2時間以上だった。

4. 網状流路の形成限界 実験結果を中規模河床形態の領域区分図に示すと図-4となり、網状化したものは従来の区分でモード3に入るものが多くそうでないものはモード2に入っている。従って、上述の横断面形状の特徴を考えると砂州の発達によりモード数が減少し波高が発達する段階で、砂州頂上部での水深が砂の移動限界以下となり、砂州が停止し分割が起こり網状化すると考えられる。そこで、網状流路の形成限界を予測するために図-5の模式断面を考え砂州頂上部の水深が砂の移動限界水深 h_c になったときの断面(斜線部)流量を実測流速を用いた Q_c 、および抵抗則から導かれる流速を用いた Q_c' の面方を用いて算定し実際の流量と比較した。表-3より、C8-4では実測流量よりも移動限界流量が多くなり、その結果砂州が停止し、溜筋の洗掘による網状化が起き、C4-2ではその逆となりモード2まで発達したと思われる。以上のことより網状化の予測が可能であり、今後は実河川の例についても検討を行い適用していく必要があると思われる。

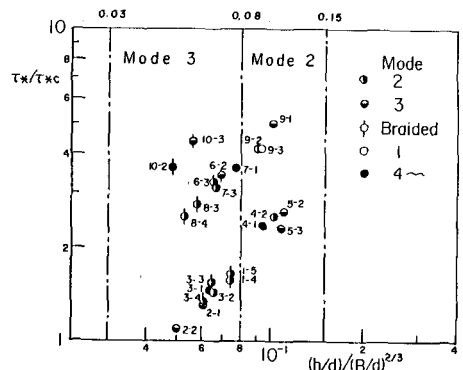


図-4 中規模河床形態の領域区分図

表-3 砂州上での砂の移動限界流量

Run	X (m)	Mode	Q_c (1/s)	Q_c' (1/s)	$Q_{\text{実測}}$ (1/s)
C4-2	7	4	3.8	5.7	7.4
C4-2	9.5	2	4.3	6.4	7.4
C8-4	7	2-3	4.1	4.6	4.0

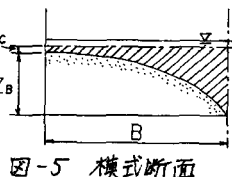


図-5 模式断面