

中規模河床形態の形成条件に関する実験

京都大学防災研究所 正員 村本嘉雄

正員 藤田裕一郎

北海道開発局

正員 小池 剛

京都大学大学院 学生員 古川隆司

まえがき。中規模河床形態の形成条件について、従来不明確であった、水深、粒径比の大きい場合および路床勾配の大きい場合についての実験を行い、これらのデータに基づいて中規模河床形態の形成条件の検討と考察を行った。

1. 実験の概要。水深、粒径比の大きい場合（Gシリーズ）および路床勾配の大きい場合（Iシリーズ）における実験の設定条件を表-1に示す。ただし、表-1 実験条件
前者の水路長は43m、後者のものは19.4mであり給砂はRun G-1とI-1, 4
では行わず、Run G-2では停水時に適宜行、た。

実験水理条件の概要は表-2に示しているが、Run G-1では河床のどこどこで発生したripplesが河床全面を発達しながら覆、た108hrから砂州が形成され始め、T=308hrの最終時点では波長の短い一部では乱れているが大部分は交互の前縁を持つ砂州が現われた。このようなrippleの形成過程を反映して、流水抵抗は $T=0 \sim 100hr$ にかけて著しく増加している。Run G-2でも砂州はrippleが河床全面を覆、た後に現われたがG-1よりも掃流力が大きいため、現象の時間的推移が早か、た。一方Run I-1およびI-2では通水直後から明確な交互の前縁と水流蛇行が発生し、Run I-2では砂州の前縁に沿、て転流列状の水面波がみられた。またRun I-3では水流は直線的で通水中は注意してなければ砂州の形成は認められな、たが、停水時には直線状の前縁を持つ、た砂州が残、ていた。 $T=3.14$ で $\tau=0.81$ と 0.6 より大きい点は特徴的である。最後にRun I-4では反砂堆(Chute pool)であ、た。

本実験での砂州の無次元波長 λ/b 、無次元波高 H/b は表-3に括弧して示しているが、この表と前述の河床形態から形成された砂州を判断すると表-4のようにな

2. 中規模河床形態の形成条件。まず本実験の結果に基づいて中規模河床形態の形成条件を、村本、藤田の領域区分図によ、て検討すれば図-1のようになる。Run G-1は交互砂州の領域に入、ているが、表-4を考慮すると、本来、交互砂州と複列砂州の境界付近に来るべきものと思われ、またRun G-2は準砂州の領域に入、ていて現象と食違、う結果とな、た。

しかし図-1の斜め直線で示したRun G-2と同一の領域に数多く行われた $G_{2.5}$ と実験結果でYoshio MURAMOTO, Yuuichiro FUJITA, Tsuyoshi KOIKE, Takashi FURUKAWA

表-2 水理量の経時変化

Run	Time hr-min	H cm	$\bar{H}$ cm	$\bar{U}$ cm/s	Fr	I_e $\times 10^3$	$\bar{U}^*$	$\bar{U}/U^*$	$\bar{\eta}$
G-1	2-32	1.90	1.89	24.60	0.58	2.098	1.85	15.26	0.0121
	11-17	2.50	2.41	18.65	0.38	1.637	2.03	11.46	0.0152
	20-59	2.68	2.57	17.47	0.35	1.957	2.16	8.98	0.0219
	36-10	2.02	2.70	16.55	0.32	1.661	2.17	8.25	0.0234
	60-25	2.96	2.83	15.81	0.30	1.949	2.27	7.33	0.0253
	90-00	2.98	2.95	15.63	0.29	1.952	2.30	7.15	0.0265
	109-02	3.04	2.90	15.45	0.29	1.952	2.31	7.45	0.0277
	117-08	3.06	2.92	15.34	0.28	2.008	2.35	6.98	0.0281
	139-15	3.10	2.95	15.08	0.28	1.927	2.30	7.17	0.0277
	158-45	3.17	3.02	14.85	0.27	1.877	2.26	8.28	0.0282
	182-32	3.11	2.95	15.23	0.28	1.939	2.31	7.31	0.0281
	206-45	3.16	3.01	14.06	0.27	2.026	2.36	6.99	0.0290
	230-00	3.14	2.99	14.92	0.27	1.935	2.37	6.59	0.0291
	253-09	3.10	2.96	15.10	0.28	1.956	2.34	7.23	0.0284
G-2	235-24	2.99	2.66	15.64	0.29	1.978	2.31	7.44	0.0268
	307-15	2.99	2.66	15.75	0.30	2.040	2.32	7.35	0.0271
	58	5.92	5.43	26.03	0.34	2.525	3.66	7.36	0.0277
	3-22	6.55	5.95	23.65	0.30	2.705	3.87	6.34	0.0327
	7-45	6.25	5.70	24.68	0.32	2.921	4.00	6.25	0.0322
	15-55	6.89	6.23	22.43	0.27	2.897	4.14	5.57	0.0373
	29-10	6.58	5.97	23.53	0.29	2.923	4.08	5.95	0.0319
	39-51	6.83	6.18	22.51	0.28	2.769	4.09	5.94	0.0357
	Run No	Time	Q (l/s)	h (cm)	Fr	I_e	U_m (cm/s)	U/U_m	τ_w
	I-1	5'11"	1.39	0.71	1.47	0.0712	6.94	5.64	0.301
		15'	1.13	0.47	2.21	0.0706	5.64	8.46	0.199
	av.		1.26	0.59	1.78	0.0709	6.33	6.75	0.250
	I-2	1'43"	4.11	1.14	2.14	0.0720	8.77	8.19	0.480
		3'39"	4.11	1.31	1.75	0.0699	9.22	6.81	0.531
		8'40"	4.33	0.85	3.51	0.0707	7.58	13.38	0.359
	av.		4.18	1.10	2.31	0.0709	8.56	8.88	0.457
	I-3	1'30"	12.88	1.84	3.29	0.0797	11.59	12.07	0.839
		2'30"	13.08	1.98	3.01	0.0694	11.16	11.85	0.778
	av.		12.98	1.91	3.14	0.0746	11.39	11.93	0.810
	I-4	2'30"	25.06	2.94	3.18	0.0714	13.59	12.54	1.154
		2'30"	24.53	5.08	1.37	0.0714	17.19	5.62	1.815
	av.		24.80	4.01	1.97	0.0714	15.55	7.59	1.510

は○印の5例を除き砂州は形成されておらずRunG-2と異なる結果となった。このような相違が生じた原因としては、Guyらの実験が小規模河床形態に関する実験であったため、中規模河床形態が発達する前に通水を終了したことが推測される。

一方Iシリーズの実験では、路床勾配が $1/4 > 1/20$ であって B/h - h/d 図で検討するには不適当であるが、その結果は、RunI-2およびI-3は現象と一致しているが、RunI-1は複列砂州の領域に入り一致していない。

さらに、これらの実験の結果を他の領域区分図で検討した結果も表-5に示したとおりであり、現象との対応は十分でないことがわかる。

以上のように、従来の領域区分図では本実験の現象を十分説明しえないので、この結果に合致させるには、領域区分パラメーターをどのように変化すればよいかを、村本・藤田の検討を参考として考える。

村本・藤田は B/h - h/d 平面で交互砂州の形成領域区分値を次のように表わしている。

$$h/d = R(I) \cdot (B/d)^{1/2} \quad (1)$$

そして $R(I)=0.45$ を交互砂州と準砂州との境界とし、一方 $R(I)=0.15$ を交互砂州と複列砂州の境界として、交互砂州の形成条件を次式で示した。

$$0.15 \leq R(I) \leq 0.45, I < 1/20 \quad (2)$$

ここで前者の $R(I)$ を $R_1(I)$ 、後者を $R_2(I)$ とすると、本実験の $R(I)$ は表-3に示したとおりであり、RunG-2に対しては $R_1(I) > 0.97$ となければならず、また、RunG-1の河床形態からは $R_2(I) \approx 0.43$ とする必要があつていずれも従来の値よりかなり大きくなる。したがってこれらの結果に合致する境界線は図-1上で上にずれることになる。逆にRunI-1~4では、RunI-1の河床形態から $R_2(I) < 0.094$ とする必要があり、 $R_2(I)$ はRunI-3とI-4の間にあると思われるので、 $R_2(I) \approx 0.304$ であった。従ってこの場合の B/h - h/d 平面での砂州の形成領域は全体的に下にずれる。

以上から本実験値のみを区分するには、Iに応じて $R(I)$ を増減させる必要があり、I大での傾向は従来認められた傾向と一致しているが、I小で $R(I)$ を増大させる点は実験例も少なく今後十分検討すべき問題である。

《参考文献》 1) 村本嘉雄・藤田裕一郎：第22回水理講演会論文集，PP275-282，1978

2) Guy, H.P., Simone, D.B., Richardson, E.V.: Geological Survey Prof. Paper 462-I, 1966

表-3 砂州の形状・特性量

Run	B/h	h/d	l_B/B	Z_B/B	R(I)
G-1	43.48	145.15	2.38	0.0518	0.425
G-2	19.03	331.55	4.42	0.0741	0.971
I-1	84.75	5.96	5.66	0.0476	0.094
I-2	45.45	11.11	11.40	0.0126	0.175
I-3	26.18	19.29	9.90	0.0206	0.304
I-4	12.47	40.51	—	—	0.639

表-4 形成された砂州

Run	Author
G-1	交互砂州と複列砂州の中間形態
G-2	交互砂州
I-1	"
I-2	"
I-3	"
I-4	小規模

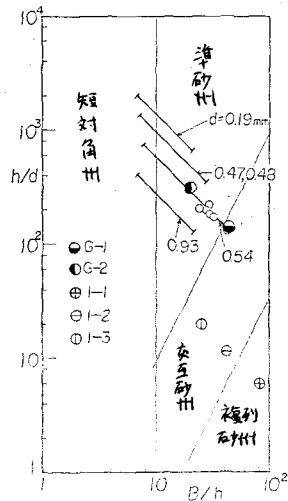


図-1 B/h - h/d 区分図の本実験値

表-5 他の領域区分図での不一致

	本 川	藤 田	村 本	Frutkin	Zwischenberg
G-1	交互砂州	副砂州	副砂州	Meandering	中 州
G-2	小規模	副砂州	副砂州	"	短対角州
I-1	"	副砂州	副砂州	Braiding	副 州 (交互砂州)
I-2	交互砂州	upper regime	交互砂州	Meandering	"
I-3	小規模	"	小規模	"	短対角州 (交互砂州)
I-4	"	"	"	Straight	副 州 (交互砂州)