

中規模河床形態に関する実験的研究

京都大学防災研究所 正員 村本嘉雄 正員 藤田裕一郎
 京都大学 大学院 学生員 〇堀池周二

1. まえがき： 中規模河床形態は河床の縦横断形状を支配し、洪水時の流況及び低水流路を決定する。中規模河床形態の形成条件や特性量の的確な把握は河川工学の重要課題の一つである。しかし実河川や実験水路で明瞭に形成される交互砂州を除けばこの語の対象となる具体的な形態の範囲、分類法等は未に確立されていない。また中規模河床形態の1個長が河道の1様区間長を上回る場合は多く、非一様水路での砂州等の挙動についても明らかにする必要がある。本文では、以上の点に関して、一様水路・漸拡水路で行った実験とその結果の検討について述べる。

2. 実験の概要： 実験は図-1に示す内側に2箇所折曲可能で任意の幅に設定できる仕切壁を備えたコンクリート製水路に $d_m = 0.99^m$, $\sqrt{d_{64}/d_{16}} = 1.48$ のほぼ一様な砂を所定勾配に敷均し、上流端の河床高が一定となるように給砂して行った。表に示す22ケース(漸拡区間は $x = 463 \sim 965^m$)の実験条件で各ケースにつき1~6回の水位(通水時)・河床高(停水時)の測定を行い、河床形態の発達(変形)過程の追跡及び水理量の算定を行った。一様幅では水理量の経時変化、流下方向変化は小さい。表に平均値を形成された河床形態とともに記す。形成された砂州の高さ z_b 、長さ l_b と流路幅 B との対応を示すとそれぞれ図-2,3のようで明かな相関がみられるが、漸拡の実験値はすべて下にはずれていて、 z_b , l_b とも発達が抑制されている。つぎに漸拡の実験結果を簡単に述べる。

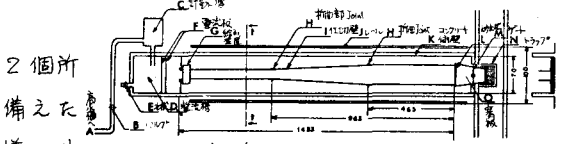


図-1 実験水路

I (cm)	55				25				25-55					
	1/200	1/100	1/50	1/20	1/100	1/50			1/200	1/100	1/50	1/20	1/100	1/50
h				0.69	1.65	1.46	0.89							
Fr				1.56	0.83	1.11	1.85							
U ₀				0.01074	0.00631	0.0083	0.1967							
U ₀				3.61	3.00	3.35	3.93							
U ₀				10.95	10.59	12.27	14.20							
				Brady	C.A.B.	C.A.B.	C.A.B.							
n	1.65	1.37	1.24	2.40	2.33	2.13			2.68	1.87	1.57	2.42	1.70	1.47
Fr	0.24	1.19	1.32	0.93	1.06	1.25			0.29	0.92	0.90	1.03	1.06	0.96
U ₀	0.02574	0.01029	0.01940	0.30549	0.22550	0.20829			0.05990	0.00621	0.00840	0.05991	0.01011	0.01065
U ₀	2.95	3.58	4.72	3.59	4.30	5.71			3.55	3.24	3.10	4.41	3.93	3.81
U ₀	11.21	11.12	9.32	12.51	11.73	9.87			12.61	12.38	11.21	11.19	11.23	9.74
	C.A.B.	C.A.B.	C.A.B.	C.A.B.	C.A.B.	C.A.B.			C.A.B.	C.A.B.	C.A.B.	C.A.B.	C.A.B.	C.A.B.
n	2.53	2.29	1.90	4.14	3.78				4.45	2.99	2.35	3.82	2.69	2.20
Fr	0.87	1.02	1.37	0.91	1.05				0.24	0.91	0.96	1.05	1.07	1.08
U ₀	0.02591	0.00584	0.21912	0.70591	0.00949				0.05085	0.00645	0.00765	0.01063	0.01037	0.01136
U ₀	3.66	4.46	5.72	4.58	5.02				4.29	4.04	4.05	5.50	4.90	4.76
U ₀	11.78	10.68	10.04	12.65	12.40				12.57	12.42	11.41	11.82	11.38	10.42
	A.B.	C.A.B.	C.A.B.	A.B.	A.B.				A.B.	C.A.B.	C.A.B.	A.B.	C.A.B.	C.A.B.
h	3.63	2.97	5.91						{ Unit: h:cm, U:cm/sec }					
Fr	1.02	1.36	1.08						Grate: Grate-like Sed Form					
U ₀	0.00969	0.01619	0.00662						C.A.B.: Alternative Bar with Clear Edge					
U ₀	5.52	6.51	5.05						A.B.: Alternative Bar					
U ₀	10.89	11.28	16.08						S.A.B.: Short-Trench Alternative Bar in small aspect-ratio channel					

表: 実験条件・平均水理量及び河床形態

3. 漸拡水路における実験結果： 図-4に1/100の河床高さ、水位H、水深hの変化を示す。Zが速かに平衡状態に達するのがみられ、hは時間変化が僅かで、漸拡部上流端でせき上げの後拡幅に従って減少して下流一様区間で一定となる。図-5は1/200の z_b , l_b の変化を示したもので、3%では初期に薄い単列砂州が漸拡区間から筒の皮のように

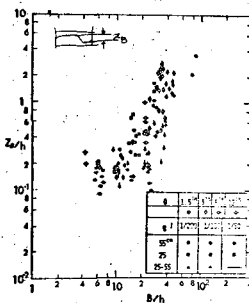


図-2 幅と砂州高の対応

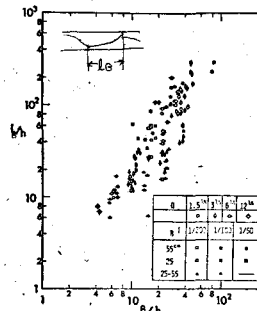


図-3 幅と砂州長の対応

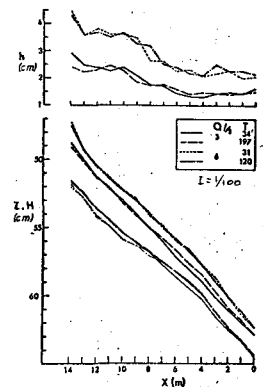


図-4 漸拡水路の縦断形状

組み合わせさせた平面形状で形成され、最終停水時には前縁が明瞭となり、 l_b もBに対応した増加を示す。 6% の上流区間の大きい z_b は、小さい B/h (≈ 6)に対して Standing Wave (停水時には消滅)と共存した単列の短い砂州状の河床形態のものである。これは 25cm 様幅、 $1/200.6\%$ の場合に最も顕著に形成された。 $1/100, 3\%$ では漸拡下流部分から z_b, l_b ともに増大する $1/200$ 砂州が明瞭に認められ、前縁が分岐して複列状になる場合も観察された。 6% では前縁の乱れた薄い砂州がみられた。しかし、明確な砂州が形成された下流区間であっても、一様幅の発達した 4cm 以上の $z_b, 3\%$ 程度の l_b と比較するとともに $1/2$ であり、また漸拡区間ではいずれの場合も上下流側一様区間よりも z_b が減少しており、漸拡部の存在によって河床が平坦化される。

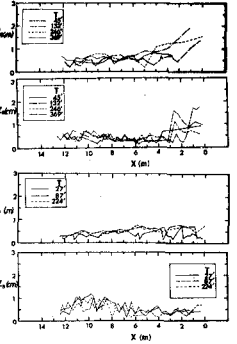


図-5 砂州高・砂州長の変化

4. 形成領域と砂州の特性量に関する検討： 形成領域区分に関する最近の研究には、線形安定解析から導かれるパラメーターを二分して示したParkerのもの、次元解析から求めた鮭川²⁾、池田³⁾及び岸・黒木⁴⁾のものがある。Parkerの区分図では流路規模毎にまとまり、実験値間の相違が明確にならない。ここでは岸・黒木の表示に従って整理したが、表の河床形態はほぼ池田の区分線に従った。しかしこの区分線は岸・黒木の遷移領域になり、形態の判断にはあいまいさが残る。また図-2,3のパラッキと水理量との対応を検討するためと前述のことから、区分図に $z_b^* = z_b/B \times 10^2$, $l_b^* = l_b/B$ をパラメーターにして示すとそれぞれ図-6,7のようである。 z_b^* が3以上の明確な砂州がほぼ黒木の区分線に当たっている。 B/R が大きくなると再び z_b^* が減少していくことがわかり、通常小規模河床形態とされている領域では z_b^* が極めて小さいことが示されるが、前節で述べた河床形態が発生すれば再び増大する。形成領域内における z_b の小さい値は発達初期のものであって、水理条件が変化しないので砂州が発達していくことがわかる。 l_b についても z_b^* とほぼ同様の傾向を示し、砂州形成領域において l_b^* が大きいが、 4% が大きい場合にも長い砂州が形成される傾向がある。以上の点に関しては他の実験値、実河川の観測値で吟味するつもりである。漸拡流路の実験値は発達初期のものと同じ傾向を示し、2,3で述べたことと対応している。

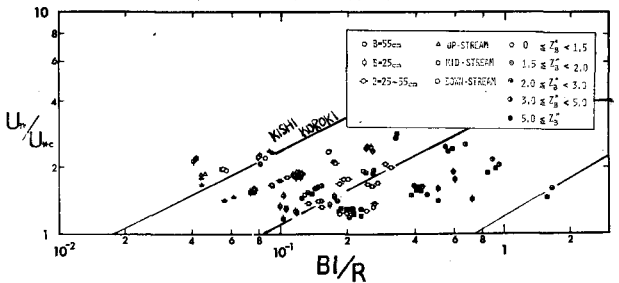


図-6 砂州高と領域区分

5. あとがき：中規模河床形態に関する実験によって漸拡流路での特性、砂州の特性量と領域区分を関係付けた。今後は発達(変形)過程に関する考察も行いたい。

＜参考文献＞

- 1) Parker, G: Journal of Fluid Mechanics, Vol 76, part 3, 1976.
- 2) 鮭川 登：土木学会論文報告集 207号, 1972.
- 3) 池田 安：地理学評論, No.46-7, 1973.
- 4) 岸カ・黒木幹男：第30回年講, 1975.

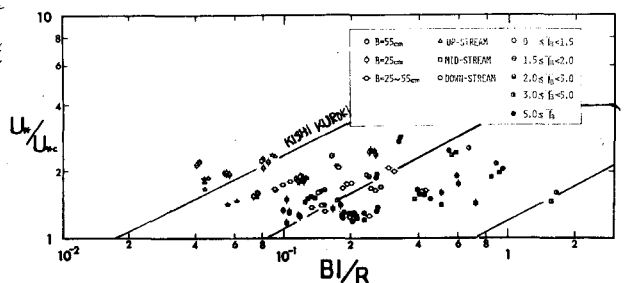


図-7 砂州長と領域区分