

舞鶴工業高等専門学校 正員 ○川合 茂
 京都大学 防災研究所 正員 芦田 和男
 舞鶴工業高等専門学校 正員 田中祐一朗

1. はしがき：河川分流における基本的な問題は流量配分比と流砂量配分比であろう。これを的確に予測することは、分流に伴う河道の維持管理のためにも重要なことである。この流量配分比や流砂量配分比が分岐形状によって変化することは、前回のY型分流実験により明らかにした。今回はその延長として、Habermas²⁾により興味ある結果が示された弯曲分流を対象とし、図-1に示すような90°の弯曲水路の外岸に分水路を設置した場合の、分水路の取り付け位置による流量配分比や掃流砂量配分比の変化について、実験的検討を行うとともに、流量配分比を算定し、若干の考察を行う。

2. 実験結果とその考察：実験水路は図-1に示されるように、分水路が偏角45°(A)、65°(B)、90°(C)、Cの下流2.5m(D)および5m(E)に設置されている。Aは村本³⁾が弯曲流を二次流の発達過程から区分した発生域に、B、Cは発達域に位置している。行った実験は、表-1に示す固定床18ケース、移動床8ケースの計26ケースである。表中Fは分流されない場合である。図-2および図-3は流量配分比 α と掃流砂量配分比 α_g の分水路の取り付け位置による変化を調べたもので、図-2は固定床、図-3は移動床の結果である。ただし、固定床における α_g は底面近傍での分離流線から求められた。まず固定床の結果をみてみる。分水路の取り付け位置が弯曲部にある場合、 α は大きく、0.3~0.35であるが、偏角が60°を越えるあたりから急激な減少がみられ、90°付近からはT型分岐に近づいて、 α はほぼ0.2となる。一方、 α_g は α と同様に、弯曲部からの分流と直線部からの分流ではかなり様相が異なる。T型分流の場合、水深の増大に従い α_g は大きくなり α と同様な変化を示すが、弯曲分流の場合は水深の増大に伴って α_g は減少し、 α と逆の傾向を示す。そして、弯曲部終端から水路幅の5倍下流(2.5m)位まで弯曲の影響が及んでいることがわかる。こうしたことは、弯曲による二次流と分流による二次流の発達程度によるものと考えられる。さらに、弯曲部に開口部を持つA、B、Cを比べると、二次流の発生域および発達域に対応して、発生域に開口部を持つAよりも発達域に開口部があるBやCの方が α 、 α_g は小さくなる。また水深が最大の場合、B、Cで $\alpha_g=0$ となり、Habermasの実験結果とも一致する。

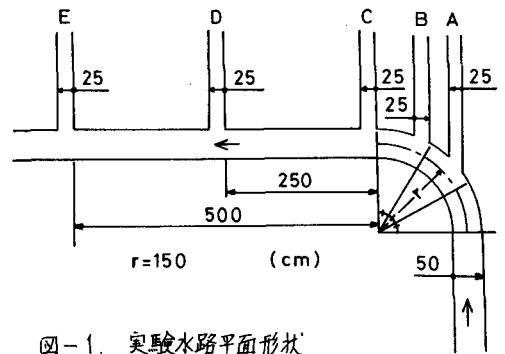


図-1. 実験水路平面形状

表-1. 実験条件と結果

Exp. No.	Q(l/s)	α	α_g	α_g/α	
固定床	A	1 2.0	0.330	0.352	1.067
		2 5.0	0.346	0.385	1.116
		3 12.0	0.352	0.335	0.952
	B	1 2.0	0.330	0.269	0.815
		2 5.0	0.336	0.259	0.819
		3 12.0	0.317	0.000	0.000
	C	1 2.0	0.215	0.088	0.409
		2 5.0	0.226	0.087	0.385
		3 12.0	0.242	0.000	0.000
D	1 2.0	0.195	0.241	1.236	
	2 5.0	0.212	0.336	1.585	
	3 12.0	0.208	0.362	1.740	
E	1 2.0	0.200	0.285	1.425	
	2 5.0	0.202	0.369	1.827	
	3 12.0	0.208	0.381	1.832	
F	1 2.0				
	2 5.0				
	3 12.0				
移動床	A	1 7.0	0.325	0.244	0.752
		2 12.0	0.354	0.339	0.975
	B	1 7.0	0.332	0.433	1.308
		2 12.0	0.243	0.440	1.811
	C	1 7.0	0.280	0.080	0.286
		2 12.0	0.113	0.111	0.980
F	1 7.0				
F	2 12.0				

次に移動床の結果をみると、 α 、 α_g とも時局的変動をする。これは分岐部周辺における局所的な洗掘の進行に対応するようであり、この洗掘の進行が落ち着くと、変動はあっても一定値を示すようである。図-3は時局的変動が大きい通水初期を除いて平均したものである。同図から明らかなように、Cの分水路の取り付け位置による変化は、固定床の結果とほぼ同様な傾向を示す。一方、 α_g についてみると、分水路AとCは固定床の結果とほぼ同様で、弯曲による二次流の影響を受けようである。しかし、偏角60°付近に分水路が設置されたBは、その様相が固定床とは著しく異なって α_g は大きくなり、 $\alpha_g/\alpha=1.8$ となる。このことは、60°付近に流れが

最も集中し易く、また洗掘深が最大になる位置であることから推察できる。図-4は分水路Bの場合の開口部における最終河床形状と水面形が示されている。同図より、洗掘孔に流入した土砂の大部分はこのような水みちに沿って流され、分水路左岸に衝突した後、分水路下流へと流されることがうかがえる。この河床形状はいづれの実験ケースにおいても見られることであるが、上述した分水路Bが取り付けられた位置の特性、すなわち流水の集中と洗掘深の大きさを考え合わせると、移動床と固定床の結果の相違が理解されるであろう。

3. 流量配分比の算定結果：流量配分比 κ は次式¹⁾によって算定できる。

$$\kappa = \frac{1}{1+\Omega} \quad \text{---(1)}, \quad \Omega = \frac{B_1 Fr_1}{B_2 Fr_2} \left\{ \frac{Fr_2^2 (\zeta_2 + 1) + 2}{Fr_1^2 (\zeta_1 + 1) + 2} \right\}^{3/2} \quad \text{---(2)}$$

ここに、 B_1, B_2 ：それぞれ主分水路幅、 ζ_1, ζ_2 ：それぞれ主分水路のエネルギー損失係数。この場合、 ζ_1, ζ_2 は断面急拡大部の水理に関する研究成果より求めるが、その際に等価断面幅 b の推定が重要となる。そこで、次に示す等価断面幅比

$$\gamma = \frac{b}{B} = \frac{1}{\zeta} \frac{B'}{B} \quad \text{---(3)}, \quad \text{ここに、}\zeta\text{: 運動量補正係数, } B'\text{: 水路幅から死水域を除いた幅。}$$

を奥側の死水域幅および流速分布(固定床実験)から求めたのが図-5である。これは分水路に対する γ である。今回の実験では主水路内に死水域は形成されず、主水路に対する γ はほぼ1.0である。同図より明らかのように、二次流の発生域に分水路が設置されると γ は大きい、発達域へ進むに従い γ は急激に減少する。そしてT型分流では、有効な流水幅は水路幅の約半分となる。この図-5をもとに ζ_2 を求めて κ を計算し、実測値と比較したのが図-6である。固定床の場合、計算値と実測値は良く一致している。しかし、移動床の場合は両者のずれが大きく、特に水深が大きい場合は顕著である。これは分岐部周辺の洗掘孔の影響と思われる。

4. あとがき：移動床の実験では、一般に、固定床とは異なり分岐部周辺において局所的な洗掘堆積が生じる。そしてこれが κ や κ_g に影響を及ぼす。したがって図-5をもとにして計算された流量配分比の誤差は大きくなる。今後は、このような局所的な洗掘堆積が κ や κ_g に及ぼす影響について検討して行きたい。

参考文献：1) 川合 芦田：流量配分比の算定法，34回年誌。 2) Habermas：Geschleebin.Wanderung in Werkkanäle, W. u. W. 1935. 3) 村本・石田：弯曲流の内部機構，東大防災年報，1965.

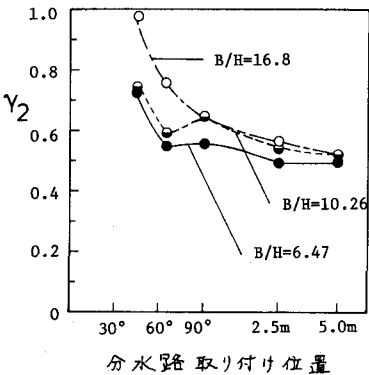


図-5. γ_2 ~ 分水路設置位置

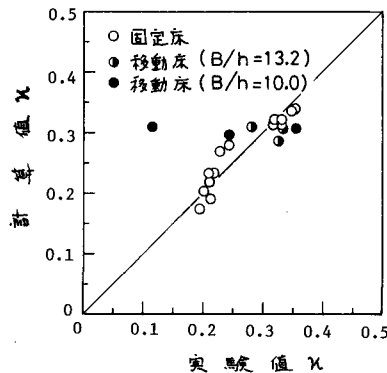


図-6. κ の計算値と実験値の比較

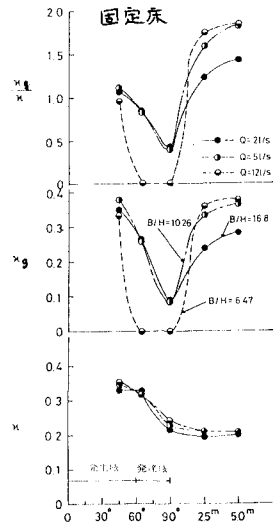


図-2. κ, κ_g ~ 分水路位置

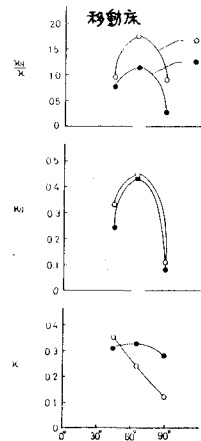


図-3. κ, κ_g ~ 分水路位置

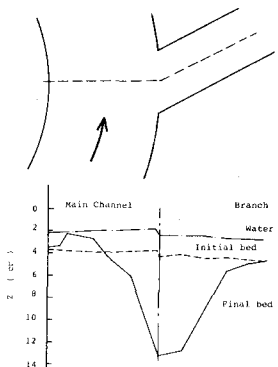


図-4. 開口部周辺河床形状