

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

1. はしがき 河川分流における流量・流砂量配分比について、著者らは、これまで、主分水路の平面形状に着目し、その影響を明らかにしてきた。しかし、流量・流砂量配分比は、主分水路の平面形状によってのみ変化するのではなく、河床波の影響も受けるようである。本研究では、流量・流砂量配分比に及ぼす交互砂州の影響ならびに、開口部下流端に形成される洗掘孔の挙動と流砂量配分比との関連性について若干の実験的検討を行う。

2. 実験概要 実験は、主水路の長さ10m、幅50cm、分水路の長さ1.2m、幅25cmを有するT型分岐水路を用いて行れた。河床材料は、平均粒径0.58mmのほぼ均一な砂を用い、分岐点の上下流のいずれにおいても交互砂州が形成されるように、流量 $Q=5\text{ l/s}$ 、河床勾配 $i=1/160$ とした。初期の河床変動が落ち着いた後、砂州前縁と開口部との位置関係に着目して、流量および流砂量などを測定した。ついで、固定床における流砂量配分比を検討するために、数種の砂州河床をセメントで固定し、トレーサー実験を行い、図-1に示すような、トレーサーの投入点 x_B/B と、トレーサーが分水路へ流入する確率 P との関係を求めた。なお、図-1において、斜線部分が流砂量配分比に相当するものとしている。

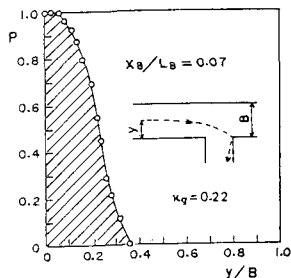


図-1 トレーサーの投入点 x_B/B と流入確率 P との関係

3. 実験結果とその考察 i) 流量・流砂量配分比: 流量配分比 K および流砂量配分比 K_g に影響を及ぼす主要なパラメーターとして、図-2に示す x_B/L_B (x_B : 開口部上流端 B から分水路側に位置する砂州最前縁①までの距離, L_B : 砂州の2波長)と Z_B/h (Z_B : 波高, h : 水深)が考えられる。これらのパラメーターによって実験値を整理すると、図-3(K)および図-4(K_g)のようになり、

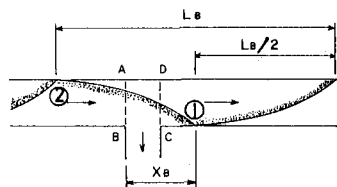


図-2 砂州前縁と開口部との位置関係

x_B/L_B が $0 \rightarrow 0.5$ のとき, $K \rightarrow$ 小, $K_g \rightarrow$ 小
 x_B/L_B が $0.5 \rightarrow 1.0$ のとき, $K \rightarrow$ 大, $K_g \rightarrow$ 大
となる傾向がみられる。また、 Z_B/h の増大に伴って、

$0 < x_B/L_B < 0.07$ の範囲では, $K \rightarrow$ 小, $K_g \rightarrow$ 大

$0.07 < x_B/L_B < 0.5$ の範囲では, $K \rightarrow$ 小, $K_g \rightarrow$ 小

$0.5 < x_B/L_B < 1.0$ の範囲では, $K \rightarrow$ 大, $K_g \rightarrow$ 小

となるようである。ここに、 $x_B/L_B=0.07$ は、図-2の最前縁①が開口部下流端 C に位置する場合であり、 $x_B/L_B=0.5$ は、②が A に位置するときである。

ついで、移動床の K_g と固定床の K_g とを比べてみる。両者を比較したのが図-5である。同図に示す実験値は、移動床・固定床ともに Z_B/h は0.4~0.5のものである。固定床の場合、 $0 < x_B/L_B < 0.07$ で K_g が増大しているのに対し、移動床のそれは減少している。また、 $0.5 < x_B/L_B < 0.8$ では、固定床の K_g がほぼ0であるのに、移動床のそれはかなり大きくなっている。この両者の相違について検討してみよう。開口部下流端では洗掘孔が形成され、図-7に示されるように、洗掘と埋め戻しが繰り返される。そこで、移動床の K_g に、洗掘孔の消長分 K_{gs} と分水路における河

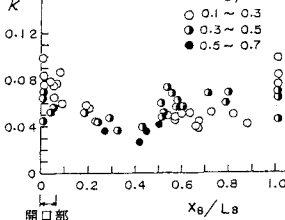


図-3 x_B/L_B と K の関係

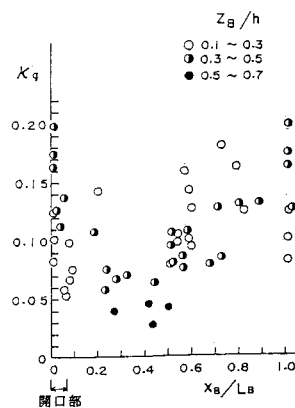


図-4 x_B/L_B と K_g の関係

床変動分 x_{gb} を加えてみる。すると、図-5に Δ 印で示されるような値となり、固定床の x_g と良く一致する。この x_{gs} と x_{gb} の比率は、 x_{gs} が70%～90%を占めており、移動床の x_g と固定床の x_g の相違は、主に、洗掘孔の消長によるものと思われる。

ii) x_g/x_c に関する砂州の影響： x_g/x_c に及ぼす x_b/L_b の影響の程度と主分水路の平面形状による影響程度を比べたのが図-6である。同図の●印は図-5に示される固定床の結果を用いたものであり、破線で示される領域aおよびb～e線は、固定床における従来の実験結果である^{1), 2)}。本実験のようなT型分岐水路の場合、従来の成果によれば、 $x_g/x_c = 1.7 \sim 2.0$ である。しかし、 x_b/L_b によって、 x_g/x_c は0～2.0と変化する。図-6からわかるように、この x_b/L_b による変化は、弯曲分岐における分岐点偏角 $\varphi = 90^\circ$ の場合から、 $\theta_1 = 0^\circ$ のT型分岐まで、広範な平面形状の影響に相当し、砂州の影響の大きさが知られる。

iii) 開口部下流端に形成される洗掘孔の挙動：図-7は、 x_b/L_b による最大洗掘深 Z_{sm} の変化をみたものである。同図よりわかるように、洗掘孔は、洗掘と埋め戻しを繰り返す、 $0 < x_b/L_b < 0.5$ で埋め戻し過程、 $0.5 < x_b/L_b < 1.0$ で洗掘過程となる。洗掘孔の消長は、孔内への流入流砂量 Q_{si} と孔内からの流出流砂量 Q_{so} との不均衡によるものである。したがって、 $0 < x_b/L_b < 0.5$ では、砂州の頂部が洗掘孔を通過するため、 $Q_{si} > Q_{so}$ となり、 $0.5 < x_b/L_b < 1.0$ では、トラフが通過するために、 $Q_{si} < Q_{so}$ となると思われる。ついで、洗掘埋め戻し過程をさらに詳しくみるため、洗掘孔周辺の流跡線をみてみる。図-8は、 x_b/L_b と、トレーサーが主水路から洗掘孔へ流入し、分水路へ流出していく流入角度 β_1 および流出角度 β_2 との関係を調べたものである。 β_1, β_2 はともに、流出入の上限の角度である。 β_1 は x_b/L_b にかかわらず、ほぼ 32° 位である。しかし、 β_2 は、 x_b/L_b が $0 \rightarrow 0.07$ で、 $130^\circ \rightarrow 190^\circ$ と増加する。そして、 x_b/L_b が0.07より大きくなると β_2 は急激に減少して、 $x_b/L_b = 0.2$ で $\beta_2 \approx 90^\circ$ となり、流入流砂量の増減の様子が変わる。

図-9は、この洗掘孔の形状を最大洗掘深で無次元化して示したものである。分水路壁に沿った洗掘形状は、 x_b/L_b によって多少異なるが、巨視的には、ほぼ相似形を保っている。また、分水路壁に沿った洗掘長は、開口部における洗掘長より3～4倍程度長くなっている。

4. あとがき 本実験により、流量・流砂量配分比、洗掘孔および砂州の間の関連性が明らかにされた。今後、この結果をもとに、洗掘孔の挙動を解析的に扱って行くつもりである。最後に、本研究は、昭和56年度文部省科学研究費(奨励研究A)の補助を受けたことを付記し謝意を表する。

参考文献 1) 芦田・川合：分岐部周辺の流れ、京大防災年報、昭54。
2) 川合・芦田・田中：弯曲分岐における流量・流砂量配分比について、第35回年講、昭55。

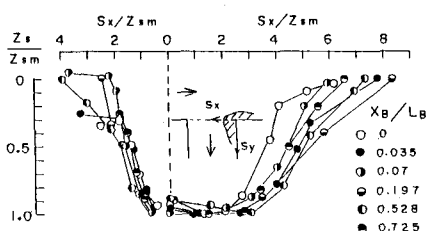


図-9 洗掘形状

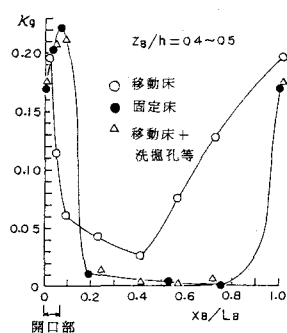


図-5 移動床と固定床の x_g の比較

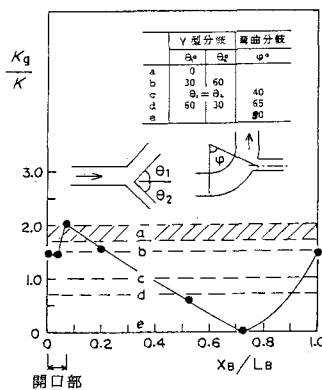


図-6 x_g/x_c に及ぼす x_b/L_b と平面形状の影響

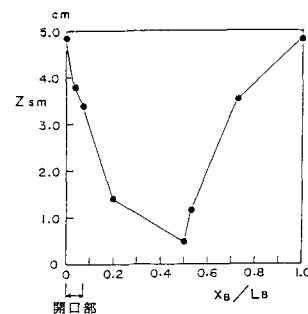


図-7 x_b/L_b による Z_{sm} の変化

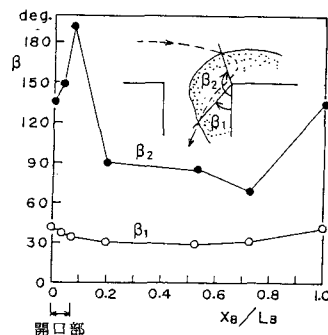


図-8 洗掘孔における流入流出角度