

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. まえがき：河川分流において、流量配分比や流砂量配分比を的確に予測することは重要であり、これに因りて、従来主に、T型分流を対象として研究が進められてきた。しかし、流量配分比および流砂量配分比は分岐形状やフルード数によって変化することから明らみ、種々の分岐形状を持つ実河川の問題を扱う場合、分岐形状が分流機構に及ぼす影響を明らかにする必要がある。ここでは、その第一歩として、図-4 に示されるようなY型分流を対象とし、流量配分比や掃流砂量配分比に及ぼす分岐形状の影響について、実験的検討を行うとともに、エネルギー方程式を用いた流量配分比の算定法について若干の考察を行う。

表-1 実験条件

2. 実験結果：行われた実験は表-1 に示す計18 ケースである。図-1

は掃流砂量配分比 χ_g と流量配分比 χ の関係に及ぼす分岐形状の影響を調べたものである。ただし、 χ_g は底面近傍での分離流線から求められた。また、図中にはT型分流における室田の実験式も示されている。同図から明らかなように、 χ_g は分岐形状と χ により変化し、 $\theta_1 = \theta_2$ ならば " $\chi_g \approx \chi$, $\theta_1 > \theta_2$ 時 $\chi_g < \chi$, $\theta_1 < \theta_2$ のとき $\chi_g > \chi$ となり、また、 χ の増加につれて大きくなる。一応、図-2 に示されるように、流量配分比も分岐形状の影響を受ける。 χ は上流部のフルード数の増加にともなって大きくなるが、分岐形状の影響をみると、 θ_1 が大きくなると χ は増大し、 θ_2 が大きくなると減少する。これは、 χ_g の受ける影響とは逆の傾向である。図-3 は分岐部周辺でのエネルギー損失について主水路および分水路の損失水頭を示したものである。同図と図-2 から明らかなように、流量配分比の変化とエネルギー損失の変化は極めて良い対応を示しており、これが評価できると、流量配分比は求められる。

Exp. No.	$\theta_1 (^\circ)$	$\theta_2 (^\circ)$	$Q (l/s)$	χ	Fr_0
A	30	0	1.0	0.300	0.30
			2.0	0.350	0.40
			3.8	0.389	0.50
B	30	30	1.0	0.250	0.28
			2.0	0.300	0.37
			3.8	0.324	0.49
C	30	60	1.0	0.250	0.30
			2.0	0.285	0.37
			3.8	0.295	0.48
D	60	0	1.0	0.330	0.30
			2.0	0.360	0.38
			3.8	0.421	0.49
E	60	30	1.0	0.300	0.30
			2.0	0.335	0.37
			3.8	0.355	0.48
F	60	60	1.0	0.275	0.30
			2.0	0.310	0.36
			3.8	0.335	0.48

3. 流量配分比の算定

1)：分岐部周辺では、分岐によるエネルギー損失が卓越し、断面急拡大部のそれと類似している。そこで、分岐によるエネルギー損失を断面急拡大部のそれから評価し、流量配分比の算定を行う。

いま、図-4 に示されるように、主水路上・下流および分水路に検査面をとって、それぞれ添字0, 1, 2 で表わすと、エネルギー方程式は次のようにな

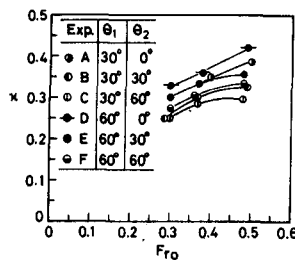


図-2 $\chi \sim (\theta, Fr_0)$ の関係

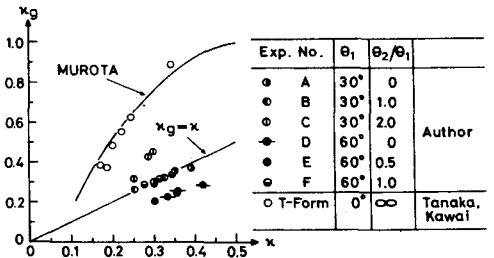
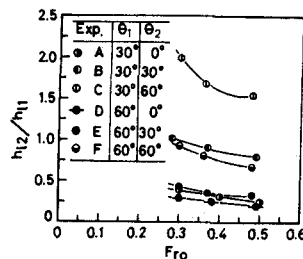


図-1 $\chi_g \sim (\theta, \chi)$ の関係

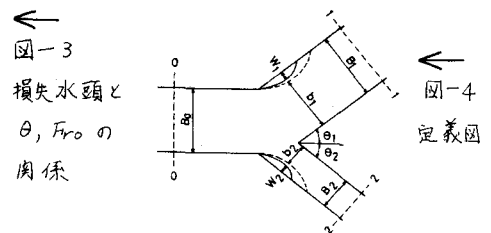


図-3
損失水頭と
 θ, Fr_0 の
関係

図-4
定義図

る。

$$Z_0 + h_0 + \alpha_0 \frac{V_0^2}{2g} = Z_1 + h_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_{e1} = Z_2 + h_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_{e2} \quad \text{---(1)}$$

また、連続式は、 $Q_1 = (1 - \kappa) Q_0 \quad \text{---(2)}$, $Q_2 = \kappa Q_0 \quad \text{---(3)}$

ここで、
$$\left. \begin{aligned} h_{e1} &= Z_1 (V_1^2 / 2g) \\ h_{e2} &= Z_2 (V_2^2 / 2g) \end{aligned} \right\} \quad \text{---(4)}, \quad \left. \begin{aligned} V_1 &= \rho_1 \sqrt{g h_1 i_1} \\ V_2 &= \rho_2 \sqrt{g h_2 i_2} \end{aligned} \right\} \quad \text{---(5)}$$

とあき、(1)式に(2)~(5)式を代入し、 Z_1 , Z_2 , α_1 , α_2 , 1.0 とし、 κ について整理すると、
$$\kappa = \frac{1}{1 + \Omega} \quad \text{---(6)}$$

ここに、
$$\Omega = \frac{B_1 Fr_1}{B_2 Fr_2} \left\{ \frac{Fr_2^2 (Z_2 + 1) + 2}{Fr_1^2 (Z_1 + 1) + 2} \right\}^{3/2} \quad \text{---(7)}$$

Fr : フルード数である。 Z_1 , Z_2 に関して芦田²⁾により求められた図-5の急拡によるエネルギー損失係数を適用するには、断面の拡大比 γ が必要である。そこで、次の方法でこれを定める。図-6のような流速分布に対し、次式を想定する。 $H \int_0^{B'} u(y) dy = H' U'^2 b \quad \text{---(8)}$, ここに、 H , H' は中 B' および b 内での平均水深である。上式に、連続式 $B' U H = b U' H'$ を適用すると、等価断面中 b は次のように求まる。

$$b = \frac{1}{\gamma} \frac{H}{H'} B' \quad \text{---(9)} \quad \text{となり、} \quad \gamma = \frac{b}{B} = \frac{B'}{B} \frac{1}{\gamma} \frac{H}{H'} \quad \text{---(10)}$$

ここに、 γ は運動量補正係数である。図-7, 8は、主水路と分水路における流速分布から求めた γ_1 , γ_2 の分岐角度による変化を示したものである。実験範囲内においては、上流部の流量および分岐形状を既知とし、流量配分比を仮定すると、同図より γ_1 , γ_2 が求まる。したがって、図-5より、 Z_1 および Z_2 が求められ、繰返し計算により流量配分比が算定できる。

。図-10および図-11は、それぞれ流量配分比と損失水頭に関して、計算値と実験値を比較したもので、いずれの図においても、両者は良く一致している。このことは、急拡部の損失係数を用いて、流量配分比が算定できることを示している。

4. あとがき: ここに、流量配分比の算定法を提案したが、これは、より一般的な方法である。今後は、この算定法において等価断面中 b を推定することが重要であるため、死水域および流速分布特性についてさらに検討してきたい。

参考文献: 1) 芦田・川合; 分岐部周辺における流れの水力特性について、関西支部年講, 1977. 2) 芦田: 断面急拡部の水力とその適用に関する研究, 京大防災年報 5号 A, 1962.

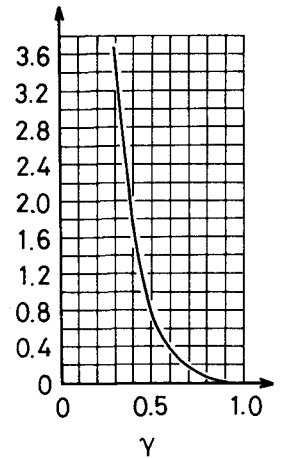


図-5 $Z \sim \gamma$ の関係 (芦田)

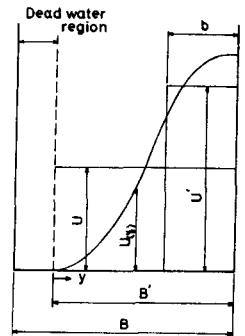


図-6 流速分布と等価断面中 b

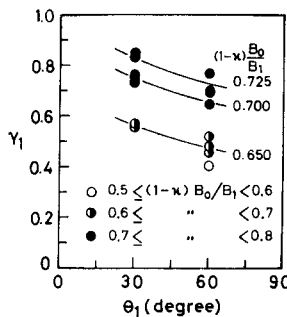


図-7 $\gamma_1 \sim \theta_1$ 関係図

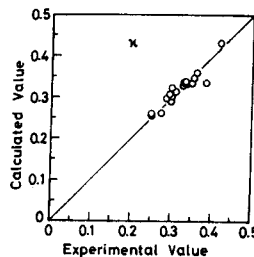


図-9 γ の計算値と実験値

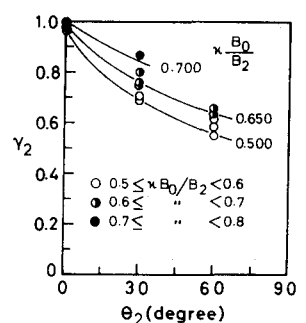


図-8 $\gamma_2 \sim \theta_2$ 関係図

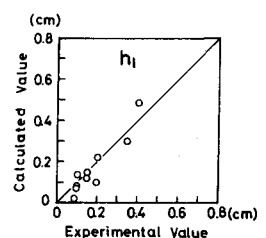


図-10 損失水頭の計算値と実験値