

分流の底面粗度の違いによる影響

神戸大学工学部 正員 ○藤田一郎
 神戸大学工学部 正員 笥 源亮
 兵庫 県 正員 宮田徳彦

1. まえがき

本研究は底面粗さの違いが分流に与える影響を主として可視実験により明らかにしようとするものである。実験は主水路と分水路のそれぞれの底面粗度が異なる分岐水路を用いて行ない、死水域形状、流量配分比等に関して検討を行なった。

2. 実験方法

実験には主水路全長3.5m, 分水路長1.5m, 幅15cmの分岐水路を用いた。水路床勾配は主水路1/500, 分水路1/1000で分岐角度は60°である。底面粗度配置は図1に示す5通りとした。粗面には平均粒径約3.2mmの砂粒を用い、滑面にはベニヤ板を用いた。滑面は粗面と面がそろうようにかさ上げしている。流量は主として1.0, 0.36 l/secの2通りとした。表面流況の可視化はおがくず、染料をトレーサとして行ない底面が滑面の場合の底面流跡線は油はん法を用いて可視化した。分岐部においてはタフト法も使用した。

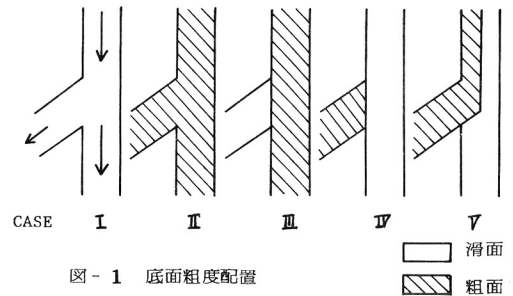


図-1 底面粗度配置

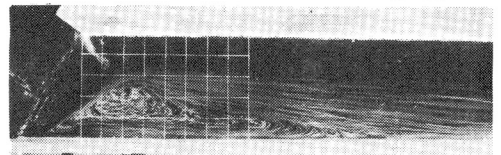


写真-1 死水域表面流跡線 CASE I (Q=0.36 l/sec)

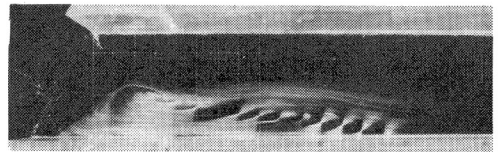


写真-2 死水域底面流跡線 CASE I (Q=0.36 l/sec)



写真-3 死水域表面流跡線 CASE III (Q=1.0 l/sec)

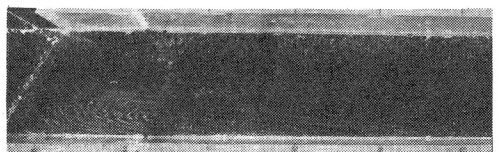


写真-4 死水域表面流跡線 CASE V (Q=1.0 l/sec)

3. 死水域の挙動

分岐部においては分岐部の上流隅から流れが剝離し、分水路側に死水域が形成される。また分岐部下流隅においては船首波のような波が形成される。分水路滑面の場合の流況を写真1, 2に示す。これより死水域は底面近傍の方が幅、長さともにより大きな発達を示していることがわかる。また、写真3, 4に同一流量に対する粗滑面それぞれの表面流況を示す。これより死水域形状は明らかに底面粗さにより大きな影響を受け、粗面の方が長さが短くなることがわかる。これは粗面の方が底面摩擦が大きいために死水域の発達が抑制されることが一つの原因と考え

Ichirō FUJITA, Motoaki YANO, Norihiko MIYATA

られる。また死水域幅は粗面では分水路フルード数の増加とともに増大するが、滑面では逆の傾向が見られた。これは先きに述べた分岐部下端の遊波作用のためとも考えられるが詳細な点については検討中である。

4. 流量配分比

図2に各ケースに対する流量配分比を示す。これより底面粗さの違いによる影響が明らかに認められ、分水路粗面の場合に流量配分比がかなり小さくなることばわかる。また、case I~IVでは流量の増大に伴って若干増加するのに対し、case Vは逆の傾向を示すことがわかる。case Vは分岐部への流入流速分布形の違いによる影響を検討するために取上げたものであるが、この場合、流量が増加すると流入流速分布形のひずみが大きくなり、そのために分水路に流入する流量が相対的に減少したものと考えられる。

また、流量配分比の算定は芦田・川合⁽¹⁾の方法を応用して行なった。算定式は次式

$$K = \frac{1}{1 + \Omega} \quad , \quad \Omega = \frac{B_1 F_{r1}}{B_2 F_{r2}} \left\{ \frac{F_{r2}^2 (\lambda_2 + 1) + 2}{F_{r1}^2 (\lambda_1 + 1) + 2} \right\}^{3/2} \quad (1)$$

である。ここにKは流量配分比、Bは水路幅、Frはフルード数、 λ は損失係数で添字1, 2はそれぞれ主水路、分水路の水理量を表わす。芦田らは損失係数として断面急拡部の形状損失係数を適用し算定を行なっている。本研究では上述の実験より底面摩擦による損失も大であると考え、やはり断面急拡部の摩擦損失水頭 h_f を損失係数 λ_f で表わした次式

$$h_f = \frac{1}{2} \left(\frac{V_e^2}{R_e \eta_0} + \frac{V_2^2}{R_2 \eta_0} \right) n^2 l = \lambda_f \cdot \frac{V_2^2}{2g} \quad (2)$$

も使用した。即ち粗面では $\lambda = \lambda_{fm} + \lambda_f$ として算定を行なった。ここに η はマンニングの粗度係数、 l は等流水深に回復するまでの距離、添字eは分水路急縮部の水理量を表わす。算定結果を図3に示す。これより全体的に計算値の方が若干大きい値を示していることがわかるが、これは底面粗度の不連続性に起因する内部境界層の発生・発達による損失或いは分岐部で生じる遊波作用による損失等を考慮しなかったためと考えられる。

6. あとがき

本研究では固定床の場合について底面粗さが死水域、流量配分比に大きく影響することを明らかにした。分岐部でのエネルギー損失機構についてはまだ十分な検討がなされておらず、底面せん断力等に関してさらに詳細な実験が必要と考える。

なお、この研究は文部省科学研究費(特定研究(1))による研究の一部であることを付記する。

参考文献 1) 芦田・川合: 分岐部周辺における流れの水理特性について, 京大防災研究所年報, 第22号 B-2, pp. 491-505, 1979

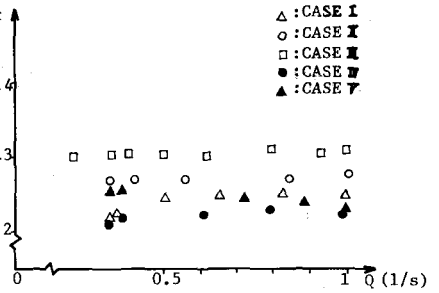


図-2 流量配分比と流量の関係

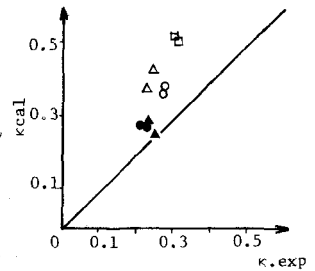


図-3 流量配分比の実測値と計算値