

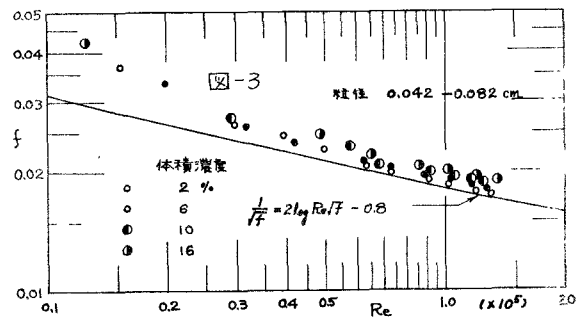
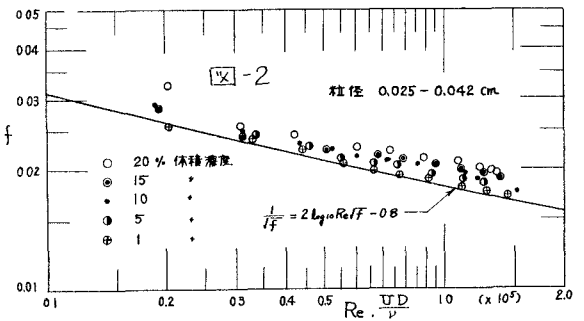
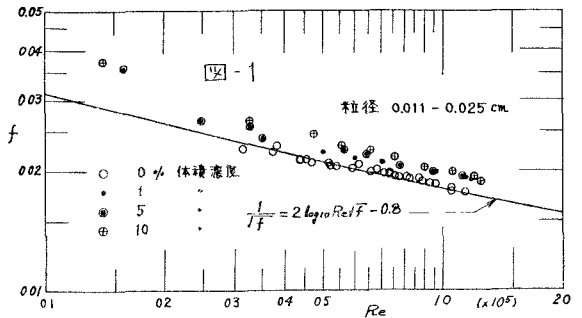
管路内の固液混相流の水理学的性質について

京都大学工学部 正員 工博 岩佐義朗
京都大学大学院 学生員 ○花村哲也

1. まえがき 土砂流、血液流などのように固相、液相を含んだ流れの解明は、それらを分離して考えるのではなく一つの流れ、すなわち、混相流として考える方が便利である。本研究は混相流の乱流輸送機構解明のためになされていゝ一連のものである。粒子形状、粒径、密度などによる複雑な相互作用を除くために、ほぼ中立比重の固い球形ポリスチレン樹脂を用いた。摩擦係数および流速分布の変化を実験観測した。

2. 実験方法 実験装置は内径5cmのアクリライト管(測定部4m)を水平にもった循環パイプである。50cm間隔に静圧タップ8個をつけ、それらの静水頭損失から、摩擦係数を計算した。また管中に動圧管を設け動圧をとり、その位置の静圧と静水頭を分割計算して求め、流速を求めた。平均流速はオリフスメーターにより求めた。ただし検定は水だけの流れにのみなされた。混入粒子は比重1.049のほぼ球形のポリスチレン樹脂で、大まかさを3種類に分けて、濃度は体積で0~20%の間に交えた。この間では、ニュートン流体といわれようが、まだ検討していない。

3. 摩擦係数 Darcy Weisbach 式による $f = hf / \frac{1}{2} \rho V^2$ より求め、水の粘性をもとにした Re 数で整理した。 Re 数の範囲は $10^4 \sim 1.5 \times 10^5$ である。これから、図1,2,3に示されている。粒子混入により見かけの摩擦係数が増し、特に小さい粒径ほどそれが顕著であることがわかった。これは壁面近くのゼンithカの大い、速度勾配の大い部分で、粒子の体積や表面積が作用するためと考えられる。いま表面積の効果をみるために、ある区間長 L の間の全粒子の表面積 S_p を管壁面積で無次元化したものと、 f の関係を Re 数 10^5 の時、示したのが図4である。このことは次のように考えられよう。一般に抵抗力は $F = f \cdot \frac{\rho V^2}{2} A$ --- (1) である



れる。外力は、図5から

$$F = (P_1 - P_2) \frac{\pi D^2}{4} = \rho g R_f \frac{\pi D^2}{4} \quad \dots (2)$$

である。粒子を含まないとき摩擦
に働く面積は $A = \pi DL$ であり、

$$(1), (2) \text{ から } h_f = 4f' \frac{L}{D} \frac{U^2}{2g} \quad \dots (3)$$

が求まる。これはよく知られてい
る Darcy Weisbach 式で $f_0 = 4f'$ と置き換え
ている。粒子が混入した場合は

考えよう。摩擦は壁界面と流体の

相対速度によって引き起さるものであるから、粒子混入によ
り、速度勾配の大きい壁面近くで粒子の存在が、壁面粗度を増し

ていると同じ作用をしていると考えられる。いいかえれば、壁面々
積が増えたと考えることが出来る。粒子総表面積 S_p の φ 倍した管

$$F = \rho g h_f \frac{\pi D^2}{4} = \left(\frac{f_0}{4} \right) \frac{\rho U^2}{2} \pi DL (1 + \varphi \frac{S_p}{\pi DL}) \quad \dots (4)$$

となる。これから見かけの摩擦係数は $f = h_f / \frac{L}{D} \frac{U^2}{2g} = f_0 (1 + \varphi \frac{S_p}{\pi DL}) \quad \dots (5)$ となる。
球形粒子の場合 S_p は、 $S_p = (\frac{3}{2} \frac{D}{d} Cnd) \pi DL$ である。ただし d : 粒径、 Cnd : 体積濃度
一対、 φ は表面積の影響を除いた粒子と流体の相対速度の発生に帰因する表面積の増加を
表す係数で、粒子の形状、密度、流れの様子に関する因子である。以上の理由から、表面
積の増加とともに、 f が増加すると考えられる。しかし実験結果から φ を計算すると、
粒径や Re 数により $\varphi = 2 \times 10^{-2} \times 1 \times 10^3$ とばらつき、材質に固有の係数であろうとの予想は十分
には満足されなかった。やはり表面積以外の効果を考えねばならないであろう。

4. 速度分布

粒子混入による速度分布形の変化を見るために、管軸の位置を $y/R = 1$ (R : 管の半径) とし、
各点の流速を、平均流速 U と最大流速 U_{max} で無次元化し、示した図が図6, 7, 8 である。
これらの図から、粒子混入が大きいほど 粒径が小さい程 速度分布形は鋭くなり結果下
得る。 参考文献 1) Daily, J.W. & Harrison R.L., Rigid Particle Suspensions in Turbulent Shear Flow, Rep 69, Hy Lab. M.I.T., April 1964

