

北海道大学工学部衛生工学科 正員 工修 高 桑 哲 男

Darcy-Weisbach 公式:

$$I = f \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

における摩擦損失係数(f)を Reynolds 数($N_R = DV/\nu$)と相対粗度(e/D)の関数であるとした

Colebrook-White 公式:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 - 2 \log \left(\frac{e}{D} + \frac{9.35}{N_R \sqrt{f}} \right) \quad (2)$$

による管水路の水理計算において、変量と計算手段の関係をまとめると、次表のようになる。

	既 知 量	未 知 量	計 算 手 段
①	D, V (または Q), ν, e	I	Moody 線図
②	D, I, e, ν	V (または Q)	Rouse の図表 または $\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 - 2 \log \left(\frac{e}{D} + \frac{9.35 \nu}{D \sqrt{2gI}} \right)$
③	I, e, ν, V (または Q)	D	Moody 線図を用いた繰返し計算

以上において、 I = 動水勾配、 D = 管の直径、 g = 重力の加速度、 V = 平均流速、 Q = 流量、 e = 粗度、 ν = 動粘性係数である。

著者は、上表の③の場合について、繰返し計算を必要としない図表を作成したので、こゝに発表する。図表作成にあたっての既知量、着眼点及び関係式をまとめたのが次表である。

	既 知 量	着 眼 点	関 係 式
④	I, e, ν 及び V	$\frac{e}{D} = \frac{eV}{\nu} \cdot \frac{\nu}{VD} = \frac{eV}{\nu} \cdot \frac{1}{N_R}$ $\frac{1}{N_R} = \frac{\nu}{DV} = \left(\frac{I}{f} \cdot \frac{2g}{V^2} \right) \left(\frac{\nu}{V} \right) = \frac{2gIV}{fV^3}$	$f \cdot 10^{\frac{1.14 - \frac{1}{\sqrt{f}}}{2}} = 2g \left(\frac{IV}{V^3} \right) \left(\frac{eV}{\nu} + \frac{9.35}{\sqrt{f}} \right) \quad (3)$
⑤	I, e, ν 及び Q	$\frac{e}{D} = \frac{e\nu\pi}{4Q} \cdot N_R$ $f = \frac{1}{\nu^5} \cdot (Q^3 I) \cdot \frac{128g}{\pi^3} (N_R)^{-5}$	$\frac{e\nu}{Q} = \frac{\left\{ 10^{\frac{1.14 - \frac{1}{\sqrt{f}}}{2}} - \frac{9.35}{\{(Q^3 I)/\nu\} f^{\frac{1}{2}} \left(\frac{128g}{\pi^3} \right)^{\frac{1}{5}}} \right\} f^{\frac{1}{2}}}{\{(Q^3 I)^{\frac{1}{3}}/\nu\} \left\{ \frac{\pi}{4} \left(\frac{128g}{\pi^3} \right)^{\frac{1}{5}} \right\}} \quad (4)$

よって、 m -sec 系の場合、④ I, e, ν 及び V が既知のときは、 (eV/ν) をパラメータとして、 f と (IV/V^3) の関係を図示すると図-1 のように、⑤ I, e, ν 及び Q が既知のときは、 $(e\nu/Q)$ をパラメータとして、 f と $\{(Q^3 I)^{\frac{1}{3}}/\nu\}$ の関係を図示すると図-2 のようになり、 D 未知なる場合の f が求められる。また、 ft -sec 系の場合には、④ (IV/V^3) の代りに $\left(\frac{32.2}{9.80} \right) (IV/V^3)$ を、⑤ $\{(Q^3 I)^{\frac{1}{3}}/\nu\}$ の代りに $\left(\frac{32.2}{9.80} \right)^{\frac{1}{3}} \{(Q^3 I)^{\frac{1}{3}}/\nu\}$ を計算するだけで、それぞれ図-1 及び図-2 をそのまま使用できる。

なお、両図表に描き加えられている Reynolds 数線は、管水路の水理特性の目安となるとともに、本図が Moody 線図の役割を果たすことができることを示す。また、図-2 は与えられた Q, e ($\neq 0$), ν に対して、 f が最小となる I, D の値を与えることは興味深い。

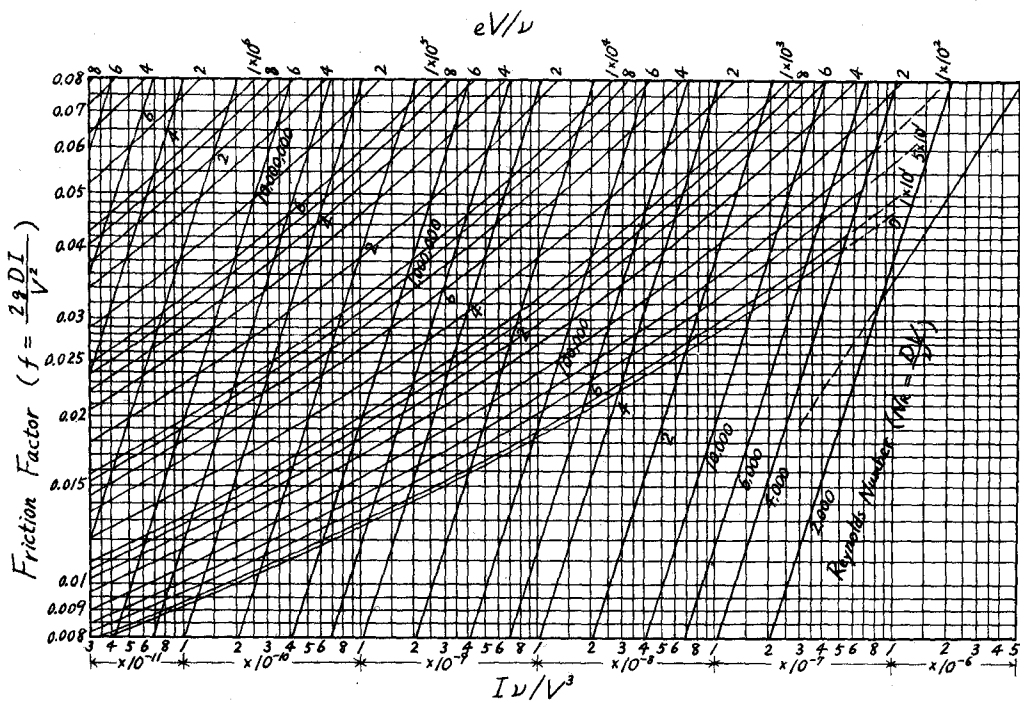


Fig. 1. Friction Factor as a function of (In/V^3) with (eV/v) as a parameter

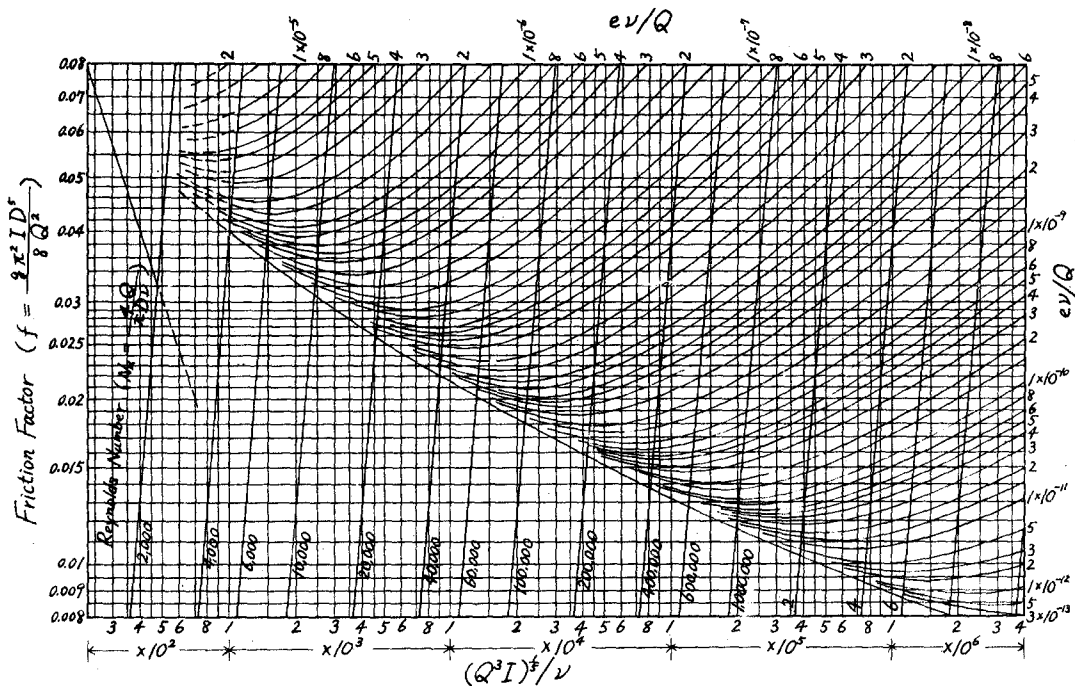


Fig. 2. Friction Factor as a function of $(Q^3 I)^{1/2} / v$ with (eV/Q) as a parameter