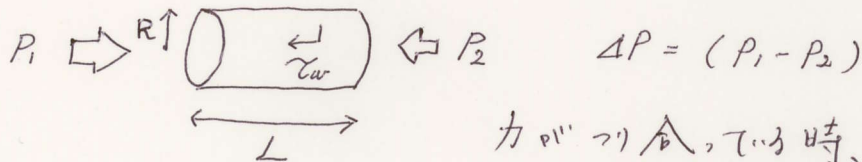


問題3. 3

層流における Fanning の摩擦係数 f は $16/Re$ (Re : レイノルズ数) であることを示せ。

流動における考え方の基本の図



$$\Delta P \pi R^2 = 2 \pi R L \tau_w$$

$$\tau_w = \frac{\Delta P \cdot R}{2L} \quad \dots \textcircled{1}$$

速度の式 $u = \frac{\Delta P}{4L\mu} R^2 \left\{ 1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right\}$

$r=0$ のとき $u = u_{\max} = 2U$

$$2U = \frac{\Delta P R^2}{4L\mu} \quad \text{より} \quad \Delta P = \frac{8LU\mu}{R^2} \quad \dots \textcircled{2}$$

① と ② より $\tau_w = \frac{4U\mu}{R} \quad R = \frac{1}{2}D$ である、

$$\tau_w = \frac{8U\mu}{D} \quad \dots \textcircled{3}$$

一方、 $\tau_w = \frac{1}{2} \rho U^2 f \quad \dots \textcircled{4}$ としてもよい。

④ より $f = \frac{2}{\rho U^2} \cdot \tau_w$

③ を代入して $= \frac{2}{\rho U^2} \cdot \frac{8U\mu}{D} = 16 \cdot \frac{\mu}{DU\rho}$

$= 16/Re \quad (Re = \frac{DU\rho}{\mu} \text{ である})$

よって層流における摩擦係数 f は $f = 16/Re$ である。