

標準化学工学 章末問題解答

第2章 移動現象

1 $u = 0.43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ $Q = 2.12 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 流れは乱流.

2 $0.63 \sim 1.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

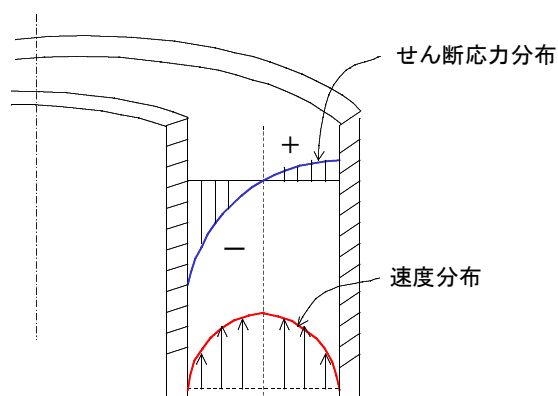
3 $0.061 \text{ Pa} \cdot \text{s}$

4 12.3 kW

5 1500 rpm

6 略

7



8
$$\tau = \frac{(P_0 - P_L)R^2}{2L} \left\{ \left(\frac{r}{R} \right) - \left(\frac{1 - \kappa^2}{2 \ln(1/\kappa)} \right) \left(\frac{R}{r} \right) \right\}$$

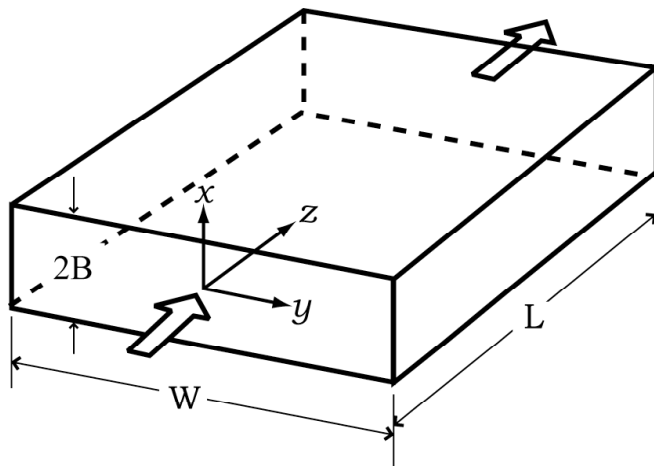
$$v_z = \frac{(P_0 - P_L)R^2}{4\mu L} \left\{ 1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 + \left(\frac{1 - \kappa^2}{\ln(1/\kappa)} \right) \ln \left(\frac{r}{R} \right) \right\}$$

$$\text{最大流速: } v_{z,\max} = v_z \Big|_{r=\kappa R} = \frac{(P_0 - P_L)R^2}{4\mu L} \left\{ 1 - \left(\frac{1 - \kappa^2}{2 \ln(1/\kappa)} \right) \left[1 - \ln \left(\frac{1 - \kappa^2}{2 \ln(1/\kappa)} \right) \right] \right\}$$

$$\text{平均流速: } \bar{v}_z = \frac{\int_0^{2\pi} \int_{\kappa R}^R v_z r dr d\theta}{\int_0^{2\pi} \int_{\kappa R}^R r dr d\theta} = \frac{(P_0 - P_L)R^2}{8\mu L} \left[\frac{1 - \kappa^4}{1 - \kappa^2} - \frac{1 - \kappa^2}{\ln(1/\kappa)} \right]$$

$$\text{体積流量: } Q = \pi R^2 (1 - \kappa^2) \bar{v}_z = \frac{\pi (P_0 - P_L) R^4}{8\mu L} \left[(1 - \kappa^4) - \frac{(1 - \kappa^2)^2}{\ln(1/\kappa)} \right]$$

9



運動方程式 $v_{\max} = v_z|_{x=0} = \frac{(P_0 - P_L)B^2}{2\mu L}$ 断面平均速度：最大速度 = 2 : 3

1 0 終末沈降速度： $2.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 落下する距離：11.0 m

1 1
$$L = \sqrt{\frac{4(P_0 - P_L)B^3}{3\mu u_t}}$$

1 2 3.7 kW

1 3 41.3 W

1 4 (1) 112°C (2) 2.1 m

1 5 総括伝熱係数： $1630 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ 出口温度： 86.8°C

1 6 並流： 23.3°C 向流： 27.4°C

1 7 40.6 kW

1 8 耐火レンガ層：0.10 m 耐熱レンガ層：0.162 m

1 9 要する時間：3.9 h 最終到達温度： 376.3 K

2 0 $v_A - v^* = 0.03 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ $v = 0.132 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

2 1
$$N_A = -cD_{AB} \frac{dx_A}{dy} + x_A(N_{Ay} + N_{By})$$

2 2 $1.86 \times 10^{-4} \text{ kg-Cl}_2 \cdot \text{s}^{-1}$

2 3
$$\therefore \frac{1 - x_A}{1 - x_{Ai}} = \left(\frac{1 - x_{A0}}{1 - x_{Ai}} \right)^{y/L}$$

2 4
$$D_{AB} = \frac{4L^2}{\pi^2 t} \ln \left\{ \frac{\pm 4}{\pi^2 \left(\frac{\bar{c}_A}{c} - \frac{1}{2} \right)} \right\}$$

2 5 濃度分布： $c_A/c_{A0} = f(\eta) = \int_{\eta}^{\infty} e^{-\eta^3} d\eta / \Gamma(4/3)$

$$N_{A,\text{av}} = \frac{2D_{AB}c_{A0}}{\Gamma(7/3)} \left(\frac{a}{9D_{AB}L} \right)^{1/3} [\text{kmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}]$$