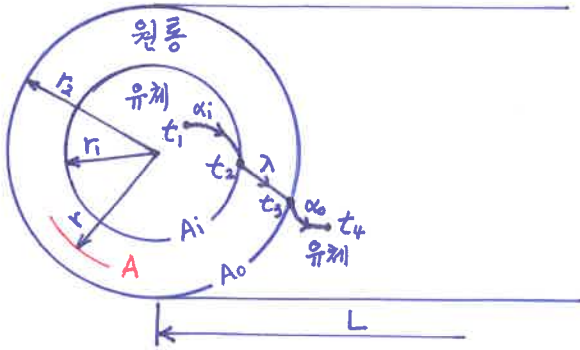


원통의 열전달식



1. t_1 의 유체에서 t_2 의 고체 표면으로 전달된 열량 (뉴턴의 냉각법칙)

$$\dot{Q}_1 = \alpha_i A_i (t_1 - t_2)$$

2. t_2 표면에서 t_3 표면으로 전달된 열량 (푸리에 법칙)

$$\dot{Q} = -\lambda A \frac{dt}{dr} \quad (\text{원통의 열전달식})$$

$$= -\lambda 2\pi r L \frac{dt}{dr}$$

$$dt = -\frac{\dot{Q}}{\lambda 2\pi r L} dr$$

표면 2에서 3까지 적분하면 $r = r_1$ 에서 r_2 가 되고
 $\dot{Q} = \dot{Q}_2$ 가 된다.

$$\int_{t_2}^{t_3} dt = -\int_{r_1}^{r_2} \frac{\dot{Q}}{\lambda 2\pi r L} dr$$

$$\int_{t_2}^{t_3} dt = -\frac{\dot{Q}_2}{\lambda 2\pi L} \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{r} dr$$

$$(t_3 - t_2) = -\frac{\dot{Q}_2}{\lambda 2\pi L} (\ln r_2 - \ln r_1)$$

$$(t_2 - t_3) = +\frac{\dot{Q}_2}{\lambda 2\pi L} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

로그가 (-)이면
 분수가 되고
 (+) 이면 합쳐지가
 된다.

$$\therefore \dot{Q}_2 = \frac{(t_2 - t_3)}{\frac{1}{\lambda 2\pi L} \ln \frac{r_2}{r_1}}$$

3. t_3 표면에서 t_4 의 유체로 열전달량 $\dot{Q}_3$

$$\dot{Q}_3 = \alpha_o A_o (t_3 - t_4)$$

4. 총괄 열전달 $\dot{Q}_1 = \dot{Q}_2 = \dot{Q}_3 = \dot{Q}$ (열전달 이론)

$$\therefore \dot{Q} = \alpha_i A_i (t_1 - t_2) = \frac{(t_2 - t_3)}{\frac{1}{\lambda 2\pi L} \ln \frac{r_2}{r_1}} = \alpha_o A_o (t_3 - t_4)$$

$$= \frac{(t_1 - t_2)}{\frac{1}{\alpha_i A_i}} = \frac{(t_2 - t_3)}{\frac{1}{\lambda 2\pi L} \ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{(t_3 - t_4)}{\frac{1}{\alpha_o A_o}}$$

$$\therefore \dot{Q} = \frac{(t_1 - t_4)}{\frac{1}{\alpha_i A_i} + \frac{1}{\lambda 2\pi L} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha_o A_o}}$$

내표면적 기준 $\dot{Q} = K_i A_i (t_1 - t_4)$ 형태로 놓으면

위식의 분모 분자에 $A_i (= 2\pi r_1 L)$ 를 곱하고 정리하면

$$\dot{Q} = \frac{A_i (t_1 - t_4)}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{r_1}{\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha_o} \frac{A_i}{A_o}}$$

$$K_i = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{r_1}{\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha_o} \frac{A_i}{A_o}}$$

$$\therefore \frac{1}{K_i} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{r_1}{\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha_o} \frac{A_i}{A_o}$$

외표면적 기준 $\dot{Q} = K_o A_o (t_1 - t_4)$ 형태로 놓으면

위식의 분모 분자에 $A_o (= 2\pi r_2 L)$ 를 곱하고 정리하면

$$\dot{Q} = \frac{A_o (t_1 - t_4)}{\frac{1}{\alpha_i} \frac{A_o}{A_i} + \frac{r_2}{\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha_o}}$$

$$K_o = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} \frac{A_o}{A_i} + \frac{r_2}{\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha_o}}$$

$$\therefore \frac{1}{K_o} = \frac{1}{\alpha_i} \frac{A_o}{A_i} + \frac{r_2}{\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha_o}$$