伝熱学
第6回

九州工業大学　機械知能工学科　機械知能コース 3 年
学籍番号: 13104069 坂本悠作

平成 27 年 7 月 29 日

第1章　平成25年期末試験

1.1 Describe the three fundamental modes of heat transfer and those basic laws in detail.

1. 熱伝導-フーリエの法則
2. 対流伝熱-ニュートンの冷却則
3. 輻射伝熱-シュテファン・ボルツマン

1.2

1.3 図に示す軸方向(奥行き)に長さ1mの同軸2重円筒が定常状態にある。内側にある半径r_1=1cmの円筒の外表面温度T_1=20℃,放射率ϵ=0.5である。外側にある半径r_2=2cmの円筒の内表面温度T_2=200℃,放射率ϵ=0.1とした場合、次のことを求めよ

1.3.1 形態係数F_{11}とF_{22}

形態係数とは、添字1から出た電磁波が添字2にどれだけ伝達するのかを示す係数。

$$F_{11} = 0, F_{12} = 1, F_{21} = \frac{A_1}{A_2}, F_{22} = 1 - \frac{A_1}{A_2} \tag{1.1}$$

$$\text{この問題において、} F_{21} = \frac{1}{2} = 0.5, F_{22} = 0.5 \text{ で正解} \tag{1.2}$$

1.3.2 この2重円筒間の輻射伝熱量

無限級数の授業で、以下のことを学んだ。同心円筒の場合

$$\dot{Q}_{12} = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2}(\frac{A_1}{A_2})} A_1 \tag{1.3}$$

よって、

$$\dot{Q}_{12} = \frac{5.67 \times 10^{-8}((200 + 273.15)^4 - (20 + 273.15)^4)}{\frac{1}{0.5} + \frac{1-0.1}{0.1}(\frac{0.01}{0.02})} \pi \times 0.02 = 23.42[W] \tag{1.4}$$

1.4 ガスタービンの換気ガスの熱を回収するため、隔板式向流熱交換器を用いることにする。温度 **160** 度、流量 $600kg/hr$ の排気ガスで流量 $300kg/hr$ の水を **20** ℃から **80** ℃まで加熱する設計要求に対して、必要な隔板の伝熱面積を求めよ。ただし、水の定圧比熱は $4.2kJ/(kg\cdot K)$、ガスの定圧比熱は $1.0kJ/(kg\cdot K)$、ガス側の熱伝達率は $40W/(m^2\cdot K)$, 水側の熱伝達率は $160W/(m^2\cdot K)$, 隔板の熱伝導率は $150W/(m\cdot K)$, 厚みは $1mm$ とする。

水に与えられる熱量を求める

$$\begin{aligned} Q_{water} &= \dot{m}C_P\Delta T && (1.5)\\ &= 300\times\frac{1}{3600}\times 4200\times(80-20) && (1.6)\\ &= 21000[W] && (1.7)\end{aligned}$$

ガスの出口温度を求める

$$\begin{aligned} Q_{gass} &= \dot{m}C_P\Delta T = Q_{water} && (1.8)\\ 21000 &= 600\times\frac{1}{3600}\times 1000\times(160-T_{gass(out)}) && (1.9)\\ T_{gass(out)} &= 34[℃] && (1.10)\end{aligned}$$

熱通過率を計算する.

$$\begin{aligned} \text{熱通過率} &= \frac{1}{40}+\frac{1}{160}+\frac{0.001}{150} && (1.11)\\ &= 0.03126 && (1.12)\end{aligned}$$

対数温度平均は、以下のように算出できる

$$\Delta T_m = \frac{80-14}{\ln\frac{80}{14}} = 37.87 \qquad (1.13)$$

フーリエの法則より

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\Delta T_m}{k}A && (1.14)\\ A &= 21000\times 0.03126/37.87 && (1.15)\\ &= 17.33[m^2] && (1.16)\end{aligned}$$

第2章　平成23年度

2.1　図に示す**2**次元物体について、定常状態における内部$(1 \sim 6$の格子点$)$の温度を数値的に求めよ。ただし、格子間隔は$\Delta x = \Delta y = 1cm$で、左の面は断熱されており、右面と下面は**100**度に保たれている。上面では熱伝達率は$25W/(m^2K)$で、温度**5**度の周囲流体と熱伝達を行っているものとする。この物体の熱伝導率は、$2.5W/(mK)$である。