

③ 内半径 R_1 , 外半径 R_2 , 長さ L の円筒を考え, 内表面の温度を T_1 , 外表面の温度を T_2 とする. $T_1 > T_2$ のとき, 熱は内表面から外表面に向かって移動する. 円筒では伝熱面積 A が半径位置 r に比例して変化するので, 熱の移動速度 Q は次式で表される.

$$Q = -k(2\pi rL) \frac{dT}{dr} \quad (3-1)$$

ここで, k は熱伝導度である. 定常状態では, Q は r によらず一定であることに留意して, 式(3-1)を変数 r と変数 T について積分すると,

$$Q \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r} = -k(2\pi L) \int_{T_1}^{T_2} dT \quad (3-2)$$

$$(ア) = 2k\pi L(T_1 - T_2) \quad (3-3)$$

が得られる. この式を Q について解き, 分母と分母に $(R_2 - R_1)$ を掛け, $2\pi R_1 L = A_1$ (円筒の内表面積), $2\pi R_2 L = A_2$ (円筒の外表面積) とおくと, 次の関係式が得られる.

$$Q = \frac{2k\pi L(T_1 - T_2)}{(イ)} = \frac{k(R_2 - R_1)(2\pi L)(T_1 - T_2)}{(R_2 - R_1) \ln(2\pi LR_2 / 2\pi LR_1)} = \frac{k(T_1 - T_2)}{R_2 - R_1} \frac{A_2 - A_1}{\ln(A_2 / A_1)} \quad (3-4)$$

ここで, A_1 と A_2 の対数平均 A_{lm} は

$$A_{lm} = \frac{A_2 - A_1}{\ln(A_2 / A_1)} \quad (3-5)$$

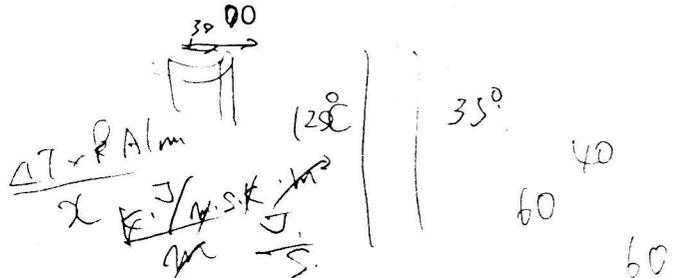
と定義できるので, この関係を用いると式(3-4)は次のように書き換えられる.

$$Q = \frac{kA_{lm}(T_1 - T_2)}{R_2 - R_1} = \frac{\Delta T}{x / (kA_{lm})} \quad \frac{K}{m \cdot s \cdot K} \cdot m^2 \quad (3-6)$$

ここで, $\Delta T = T_1 - T_2$ (温度差), $x = R_2 - R_1$ (円筒の肉厚) である.

いま, 外径 30 mm の管に厚さ 40 mm の保温材が巻いてある. 管外面の温度が 120°C, 保温材の表面の温度が 35°C のとき, 管長 10 m あたりの熱損失を次の手順で求めよ. なお, 保温材の熱伝導度は 0.048 J/(m·s·K) とする.

- ① 空欄 (ア) と (イ) に適当な式を記入せよ.
- ② 内表面積 A_1 と外表面積 A_2 を求めよ.
- ③ 伝熱面積の対数平均値 A_{lm} を求めよ.
- ④ 熱損失を求めよ.



④ 全圧 1 atm における, メタノールと水の気液平衡関係は次のように与えられる. 次の問に答えよ.

温度 (°C)	100.0	93.5	87.7	81.7	78.0	75.3	73.1	71.2	69.3	67.5	66.0	64.5
x	0.0	0.04	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
y	0.0	0.230	0.418	0.579	0.665	0.729	0.779	0.825	0.870	0.915	0.958	1.00

- ① 温度 - 組成線図および $x - y$ 線図を描け. また, 温度 - 組成線図の線にはその名称を線の近くに書け.
- ② 1 atm のもとで, モル分率が 0.25 のメタノール水溶液を加熱するときの沸騰温度および蒸気のもル分率をグラフから求めよ.
- ③ 沸点が温度 90°C における液相および蒸気相におけるメタノールのモル分率を求めよ.