

筒型形状の定常1次元熱流れの計算

1次元の熱流れの平衡条件は熱流量=一定すなわち

$$Q = qA = \text{const.}$$

Q: 熱流量 q: 熱流束 A: 断面積

① 軸方向熱流れ

一様断面での軸方向の熱流れの場合は断面積一定

よって熱流束一定

$$q = h(T_h - T_l) = \lambda \frac{\partial T}{\partial z} = \text{const.}$$

$T_h$ : 境界高温側温度  $T_l$ : 境界低温側温度

物体内部の温度  $T = \frac{q}{\lambda}z + T_1$  よって  $q = \frac{\lambda}{t}(T_2 - T_1)$

$T_1, T_2$ : 物体端部温度 t: 物体厚さ

② 半径方向流れ

半径方向では断面積は半径に比例

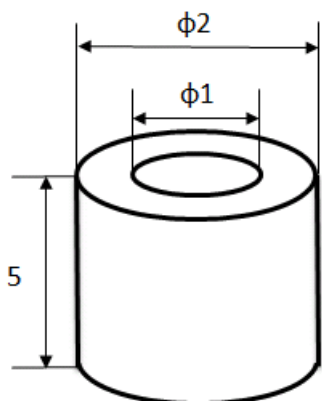
よって熱流束×半径が一定

$$qr = hr(T_h - T_l) = \lambda r \frac{\partial T}{\partial r} = \text{const.}$$

物体内部の温度  $T = \frac{qr}{\lambda}(\ln r - \ln r_1) + T_1$  よって  $qr = \lambda \frac{T_2 - T_1}{\ln r_2 - \ln r_1}$

$r_1, r_2$ : 物体端部半径

例



熱伝導率 $\lambda = 1$

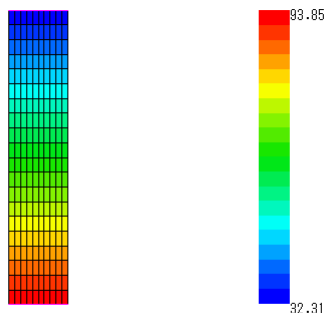
① 上面 温度 $T_L = 20$  熱伝達率 $h_L = 1$  下面 温度 $T_H = 100$  熱伝達率 $h_H = 2$

$$q = T_1 - 20 = \frac{1}{5}(T_2 - T_1) = 2(100 - T_2)$$

$$\text{より } T_1 \cong 32.31 \quad T_2 \cong 93.85$$

FEM 結果 (断面 左側: 内面 右側: 外面)

Temperature: 93.8462



Calc Clear Temperature

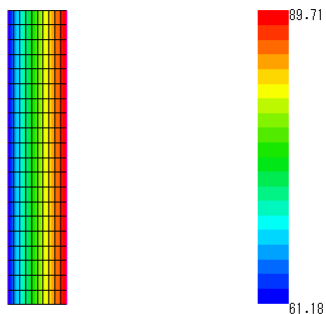
② 内面 温度 $T_L = 20$  熱伝達率 $h_L = 1$  外面 温度 $T_H = 100$  熱伝達率 $h_H = 2$

$$q = 1 \cdot (T_1 - 20) = \frac{1}{\ln 2 - \ln 1}(T_2 - T_1) = 2 \cdot 2(100 - T_2)$$

$$\text{より } T_1 \cong 61.17 \quad T_2 \cong 89.71$$

FEM 結果 (断面 左側: 内面 右側: 外面)

Temperature: 89.706



Calc Clear Temperature

①②共にほぼ理論値