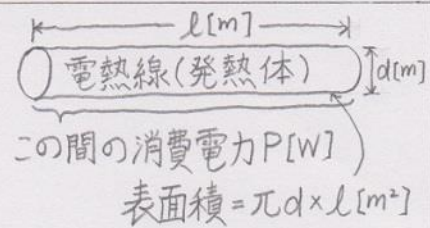


311. 電熱線(表面電力密度・寸法と消費電力)・換気扇の所要容量

表面電力密度 $P_s = \frac{\text{消費電力}[W]}{\text{表面積}[m^2]} = \frac{P}{\pi d l} [W/m^2]$



・電熱線の寸法設計

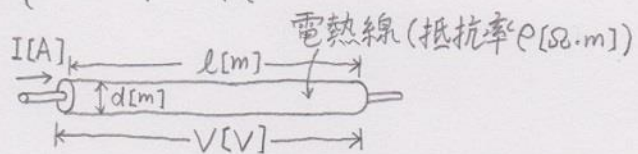
$$R = \frac{V}{I} = \frac{V^2}{P} = \rho \frac{l}{S} [\Omega]$$

$V[V]$: (相)電圧, $I[A]$: (相)電流, $P[W]$: (-相当たり)加熱所要電力
 $\rho[\Omega \cdot m]$: 抵抗率, $l[m]$ 長さ, $S[m^2]$: 断面積, $d[m]$: 直径 ← 電熱線

電熱線の長さ $l = \frac{V^2}{P} \cdot \frac{S}{\rho} = \frac{V^2}{P} \cdot \frac{\pi (d/2)^2}{\rho} = \frac{V^2}{P} \cdot \frac{\pi d^2}{4\rho} [m]$

・電熱線の寸法と消費電力

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{l}{\pi (d/2)^2} = \frac{4\rho l}{\pi d^2} [\Omega]$$



$$P = VI = \frac{V^2}{R} = \frac{\pi d^2 V^2}{4\rho l} = k \frac{d^2}{l} [W]$$

消費電力は直径の2乗に比例し、長さに反比例する

・電力量と熱量との関係(消費電力, 電力損失が全て熱に変わる場合)

$$1[W \cdot s] = 1[J] \quad 1[kW \cdot h] = 3600[kW \cdot s] = 3600[kJ]$$

発生熱量 $Q = 3600PT [kJ]$ ($P[W]$ が全て熱に変わった場合)

$P[kW]$: 消費電力や電力損失, $T[h]$: 時間

・換気扇の所要容量計算 ※ V の単位に注意: $[m^3/h]$ ではない

$$I = w = cmV(t_2 - t_1) [J/s] \quad w[W]: \text{変圧器などの損失}$$

換気扇容量 $V = \frac{w}{cm(t_2 - t_1)} [m^3/s]$ $C[J/(kg \cdot K)]:$ 空気の比熱
 $m[kg/m^3]:$ 空気の密度

$t_1, t_2 [^\circ C \text{ または } K]:$ 吸気, 排気の温度

(例題) 電熱線が経年により長さが $a[\%]$, 直径が $b[\%]$ 減少したとすると, 消費電力はおおよそ何倍になるか?

$$P' = k \frac{d'^2}{l'} = k \frac{\{d(1 - \frac{b}{100})\}^2}{l(1 - \frac{a}{100})} \cong k \frac{d^2}{l} (1 - \frac{2b}{100})(1 + \frac{a}{100}) \cong P(1 + \frac{a}{100} - \frac{2b}{100})$$

え
と
こ
:
 $1 \gg \frac{b}{100}$ より $(1 - \frac{b}{100})^2 \cong (1 - \frac{2b}{100})$
 $1 \gg \frac{a}{100}$ より $(1 - \frac{a}{100})^{-1} \cong (1 + \frac{a}{100})$
 $\frac{a}{100} \cdot (-\frac{2b}{100}) \cong 0$

よね?

正解!

上の例題は近似
を用いている人
たけど、解るかな?

