

コンダクタンスと流量

<コンダクタンス C>

Knudsen の式 (コンダクタンス : 全領域)

$$C = \frac{\pi}{128} \frac{D^4}{\eta L} \bar{P} + \frac{1}{6} \sqrt{\frac{2\pi RT}{M}} \frac{D^3}{L} \times \frac{1 + \sqrt{\frac{M}{RT} \frac{D\bar{P}}{\eta}}}{1 + 1.24 \sqrt{\frac{M}{RT} \frac{D\bar{P}}{\eta}}} \quad [\text{m}^3/\text{sec}]$$

: 粘性係数 [Pa · s]

R : 気体定数 [J/mol · K]

D : 漏れ穴径 [m]

L : 漏れ穴の長さ [m]

T : 絶対温度 [K]

M : 分子量 (但し MKS 系なので、この式では [kg/mol · K] に換算してから M に代入する)

気体圧力の高い粘性流領域では第一項が主に効き、圧力の低い分子流領域では、主に第二項、特に第二項前半部が効いてくる。

従って、実用上の良い近似として、

粘性流 ($D\bar{P} \geq 0.67 [\text{Pa} \cdot \text{m}]$) におけるコンダクタンス

$$C_{\text{粘}} = \frac{\pi}{128} \frac{D^4}{\eta L} \bar{P} \quad [\text{m}^3/\text{sec}] \cdots \cdots (V)$$

分子流 ($D\bar{P} \leq 0.02 [\text{Pa} \cdot \text{m}]$) におけるコンダクタンス

$$C_{\text{分子}} = \frac{1}{6} \sqrt{\frac{2\pi RT}{M}} \frac{D^3}{L} \quad [\text{m}^3/\text{sec}] \cdots \cdots (M)$$

中間の圧力領域における、実用上十分な精度の近似としては

中間領域 ($0.02 \leq D\bar{P} \leq 0.67 [\text{Pa} \cdot \text{m}]$) におけるコンダクタンス

$$C_{\text{中間}} \cong 0.9 C_{\text{分子}} + C_{\text{粘}} \\ = \frac{3}{20} \sqrt{\frac{2\pi RT}{M}} \frac{D^3}{L} + \frac{\pi}{128} \frac{D^4}{\eta L} \bar{P} \quad [\text{m}^3/\text{sec}] \cdots \cdots (I)$$

<流量 Q>

また、流量 Q は、

$$Q = C \cdot \Delta P = C \times (P_1 - P_2) \quad [\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}]$$

となる