

調節弁の Cv 値計算式

基本になっているのは、FCI (Fluid Controls Institute) の計算式である。でも圧力の単位が従来単位である。SI 単位の式はインターネットでも見当たらない。各調節弁メーカーの計算式もいろいろな係数がついて完全に一致しているものはない。

計装士の学科試験にも SI 単位にしたら係数はどう変わるか、という問題が出される。

プロセス計装制御技術協会 (IPC) の「計装ハンドブック」(平成 13 年 5 月 1 日第 3 版)より FCI の計算式を掲載し、SI 単位分も併記しよう。

ただし、圧力単位のみの変更であり、その単位は kPa とする。

(計算根拠)

ルートの中の分母に ΔP がある場合は、分母に 98.0665 倍されたものが入力されるので、分子の方にも 98.0665 のルートを掛ければよいのである。

ルートの中の分母に $\Delta P(P_1+P_2)$ がある場合は、98.0665 倍されたものが 2 つ入ってくるので、分子の方に (98.0665 のルート) \times (98.0665 のルート) を掛ける。すなわち分子を 98.0665 倍すればよいのである。

気体や水蒸気の臨界状態の場合は、単なる分母に P_1 があるので、単純に分子を 98.0665 倍すればよい。

(換算結果)

	従来単位系	SI 単位系
液体の場合		kgf/cm ² の代わりに kPa を用いる。
体積流量	$C_V = 1.17Q \sqrt{\frac{G_1}{\Delta P}}$	$C_V = 11.6Q \sqrt{\frac{G_1}{\Delta P}}$
Q: 液体の体積流量 (m ³ /h)		
G ₁ : 標準状態の水に対する使用温度の液体の比重 (無次元)		
ΔP : 弁差圧 $P_1 - P_2$ (kgf/cm ²)		
質量流量	$C_V = \frac{1.17W}{\sqrt{\Delta P G_1}}$	$C_V = \frac{11.6W}{\sqrt{\Delta P G_1}}$
W: 質量流量 (t/h)		

気体の場合

従来単位系

SI 単位系

(1) 臨界状態でない場合 ($\Delta P < 0.5P_1$)

体積流量

$$C_V = \frac{V}{273} \sqrt{\frac{G_g \cdot T_1}{\Delta P(P_1 + P_2)}}$$

$$C_V = \frac{V}{2.78} \sqrt{\frac{G_g \cdot T_1}{\Delta P(P_1 + P_2)}}$$

V: 気体の体積流量 (Nm³/h)

G_g: 標準状態の空気に対する標準状態の気体の比重 (無次元)

T₁: 弁入口の絶対温度 (K)

P₁: 弁入口の絶対圧力 (kgf/cm² abs.)

P₂: 弁出口の絶対圧力 (kgf/cm² abs.)

または、
$$C_V = \frac{V}{1460} \sqrt{\frac{M_w \cdot T_1}{\Delta P(P_1 + P_2)}}$$

$$C_V = \frac{V}{14.9} \sqrt{\frac{M_w \cdot T_1}{\Delta P(P_1 + P_2)}}$$

M_w: 分子量

質量流量

$$C_V = \frac{48.2W}{\sqrt{\Delta P(P_1 + P_2)G_{gp}}}$$

$$C_V = \frac{4727W}{\sqrt{\Delta P(P_1 + P_2)G_{gp}}}$$

W: 質量流量 (t/h)

G_{gp}: 使用状態の気体の比重 (無次元)

(2) 臨界状態の場合 ($\Delta P \geq 0.5P_1$)

体積流量

$$C_V = \frac{V}{238} \frac{\sqrt{G_g T_1}}{P_1}$$

$$C_V = \frac{V}{2.43} \frac{\sqrt{G_g T_1}}{P_1}$$

または、

$$C_V = \frac{V}{1270} \frac{\sqrt{M_w T_1}}{P_1}$$

$$C_V = \frac{V}{12.95} \frac{\sqrt{M_w T_1}}{P_1}$$

質量流量

$$C_V = \frac{55.4W}{P_1 \sqrt{G_{gp}}}$$

$$C_V = \frac{5433W}{P_1 \sqrt{G_{gp}}}$$

水蒸気の場合**従来単位系****SI 単位系**(1) 臨界状態でない場合 ($\Delta P < 0.5P_1$)

飽和水蒸気

$$C_V = \frac{74W}{\sqrt{\Delta P(P_1+P_2)}}$$

$$C_V = \frac{7257W}{\sqrt{\Delta P(P_1+P_2)}}$$

過熱水蒸気

$$C_V = \frac{74(1+0.0013Tsh)W}{\sqrt{\Delta P(P_1+P_2)}}$$

$$C_V = \frac{7257(1+0.0013Tsh)W}{\sqrt{\Delta P(P_1+P_2)}}$$

Tsh : 水蒸気の過熱度 (°C)

(2) 臨界状態の場合 ($\Delta P \geq 0.5P_1$)

飽和水蒸気

$$C_V = \frac{85W}{P_1}$$

$$C_V = \frac{8336W}{P_1}$$

過熱水蒸気

$$C_V = \frac{85(1+0.0013Tsh)W}{P_1}$$

$$C_V = \frac{8336(1+0.0013Tsh)W}{P_1}$$

以下は従来単位分である。

記号の意味を分散して書いたのが判りにくい。ここに一括して記述する。

Q : 液体の体積流量 (m³/h)G_l : 標準状態の水に対する使用温度の液体の比重 (無次元) ΔP : 弁差圧 $P_1 - P_2$ (kgf/cm²)

W : 質量流量 (t/h)

V : 気体の体積流量 (Nm³/h)G_g : 標準状態の空気に対する標準状態の気体の比重 (無次元)T₁ : 弁入口の絶対温度 (K)P₁ : 弁入口の絶対圧力 (kgf/cm² abs.)P₂ : 弁出口の絶対圧力 (kgf/cm² abs.)M_w : 分子量G_{gp} : 使用状態の気体の比重 (無次元)

Tsh : 水蒸気の過熱度 (°C)