

流量計技術資料



目 次

1. 面積流量計
 - 1-1. 面積流量計の構造と作動原理
 - 1-2. 面積流量計の一般式
 - 1-3. 気体の流量単位
 - 1-4-1-A. 気体の流量単位 用語の定義
 - 1-4-1-B. 圧力単位 ゲージ圧と絶対圧 用語の定義
 - 1-4-2. 気体の密度
 - 1-4-3. 気体のオペレーション密度の求め方
 - 1-5. 面積流量計の選定
 - 1-5-1. 液体用流量計の口径選定方法
 - 1-5-2. 液体用流量計の粘度の影響
 - 1-5-3-A. 液体用フロート形状とレイノルズ数
 - 1-5-3-B. 面積流量計の読み取り位置
 - 1-5-4. 気体用流量計の口径選定方法
 - 1-5-4-A. ノルマル流量単位の場合
 - 1-5-4-B. 質量流量単位の場合
 - 1-5-4-C. オペレーション流量単位の場合 1
 - 1-5-4-D. オペレーション流量単位の場合 2
 - 1-5-5. 蒸気用流量計の口径選定方法
2. 面積流量計の流量補正 液体
 - 2-1. 体積流量の場合
 - 2-2. 質量流量の場合
3. 面積流量計の流量補正 気体
 - 3-1. 流量表示がノルマル流量単位の場合
 - 3-2. 流量表示が質量流量単位の場合
4. 差圧流量計の流量補正 液体の場合
 - 4-1.
 - 4-2. 質量流量の場合
5. 差圧流量計の流量補正 気体の場合
 - 5-1. 流量表示がノルマル流量単位の場合
 - 5-2. 流量表示が質量流量単位の場合
6. 差圧流量計の流量補正 蒸気・スチームの場合
 - 6-1.
 - 6-2. 流量表示が質量流量単位の場合
7. タービン流量計の流量補正 液体の場合
 - 7-1. 流量表示が質量流量単位の場合
 - 7-2. 流量表示が体積流量単位の場合
8. タービン流量計の流量補正 気体の場合
 - 8-1. 流量表示がノルマル流量単位の場合
 - 8-2. 流量表示が質量流量単位の場合
 - 8-3. 流量表示がオペレーション流量単位の場合
9. 流量計の取付及び操作
10. 飽和蒸気密度



流体工業株式会社

1. 面積流量計

1-1. 面積流量計の構造と作動原理

上向きの傾斜をもつ測定管（通常テーパ管と称する）内に自由に昇降できるフロートを収め、それを適当な支持具で組立てたものが面積流量計です。

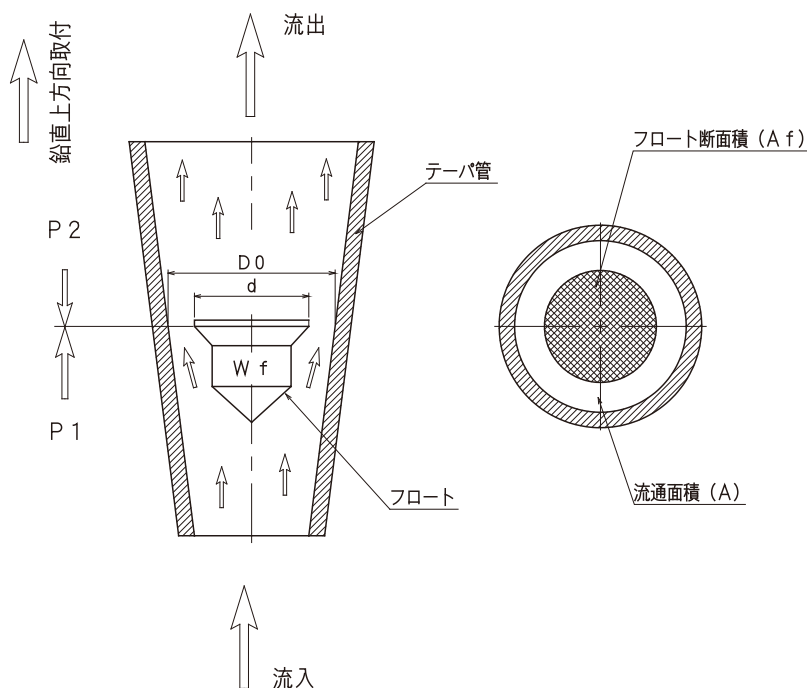
これに下方より上方へ流体（液体、気体、蒸気）を流すとフロートはその前後に生ずる圧力差による力のために上へ押し上げられますが、フロートが上方へ移動するにつれてフロートとテーパ管との間隙の流通面積が増加するので、そこを通過する流体の速度が減り圧力差が減少して、フロートはその有効重量と圧力差による力との均衡した位置で静止します。

この時のテーパ管内のフロートの位置によって決まる流通面積と通過する流量とは一定関係にあるので、その位置を検出して流量を測定することができます。

流通面積と流量の関係式は次のように表されます。

$$Q = CA \sqrt{\frac{2gV_f}{A_f} \left(\frac{\rho_f - \rho_0}{\rho_0} \right)}$$

面積流量計作動原理図



- Q : 流体の体積流量
- C : 流出係数
- A : 流通面積
- g : 重力の加速度
- Af : フロートの最大径部断面積
- Vf : フロートの体積
- ρ_f : フロートの等価密度 ($=W_f / V_f$)
- ρ_0 : 測定状態における流体の密度
- Wf : フロートの有効重量

即ち、流出係数Cが一定のとき流量の変化と流通面積との関係は $Q \propto A$ と一次式で表されます。

従ってテーパ管の昇程と流量との関係はテーパ管の傾斜度、流出係数を考慮し、ほぼ均等に近い曲線として得られます。

本型式の流量計は上記のように、流通面積が変化することから面積流量計とも呼ばれ JIS 規格の呼称はフロート形面積流量計となっております。 日本工業規格 JIS B7551 : フロート形面積流量計

1. 面積流量計

1-2. 面積流量計の一般式

前ページの面積流量計作動原理図を式で展開すると、フロートが、ある位置でつり合っているときフロートにかかる上向きと下向きの力が等しいから $W_f + A_f \times P_2 = A_f \times P_1$ から差圧 h は

$$h = (P_1 - P_2) = W_f / A_f \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで

- P_1 : フロート上流側圧力
- P_2 : フロート下流側圧力
- A_f : フロートの最大径部断面積 ($\pi d^2 / 4$)
- W_f : フロートの有効重量
- h : 差圧 (水頭圧 m) [水頭圧 $1m = 9.8067 \text{ kPa}$]

一方、管内に流れる流体の体積流量 Q は $Q = CA_v = CA \sqrt{\frac{2gh}{\rho_0}} \quad \dots \dots \dots (2)$

ここで

- C : 流出係数
- A : 流通面積で $(\pi / 4) \times (D_0^2 - d^2)$
- v : フロートとテーパ管の隙間の流速
- ρ_0 : 測定状態における流体の密度
- g : 重力の加速度
- D_0 : フロート平衡位置のテーパ管の最小径
- d : フロートの最大径部の直径

また

フロートの等価密度を ρ_f
 フロートの体積を V_f とすると
 $W_f = V_f \times (\rho_f - \rho_0) \quad \dots \dots \dots (3)$

式2に式1及び3を代入すると

流通面積と体積流量の関係は

$$Q = CA \sqrt{\frac{2gV_f}{A_f} \left(\frac{\rho_f - \rho_0}{\rho_0} \right)} \quad \dots \dots \dots (4)$$

質量流量で表すと $W = Q \times \rho_0$ より

$$W = CA \sqrt{\frac{2gV_f}{A_f} \times (\rho_f - \rho_0) \rho_0} \quad \dots \dots \dots (5)$$

が求められます。

面積流量計をご注文いただき製造するには流体の「密度」、「粘度」は概知でなければなりません。流体の「密度」「粘度」が不明な流体では流量計を製造することはできません。面積流量計を製造するうえで流体の「密度」が概知の必要性があることは上の式内に ρ_0 が存在することでご理解いただけたと思います。

また、これはベルヌーイの定理によっており、流量は差圧と流体密度の平方根に比例していますので、流体密度 ρ_0 が製作時の設計仕様と異なる値で使用了場合は流量に誤差が生じることも判ります。

面積流量計ではフロートの上下の圧力差 (差圧) h は常に一定です。流量計の圧力損失はフロートの上下の圧力差 (差圧) に流量計内部の流出抵抗をプラスしたのですが、一般形式の流量計では構造が簡単なことから流出抵抗はごくわずかですので、最大流量時でフロート上下の差圧 (h) の15%程度プラスした値となります。

一般形式では面積流量計の製作する上で設計上で算出した差圧 h に15%程度を加算した値が流量計最大流量時の圧力損失と考えてください。最小流量時 (10%) ~ 最大流量時 (100%) の間は、ほぼ比例関係となります。内部構造が複雑な形式や、流量計サイズに対して流量レンジが大きい形式になると差圧 (h) の70~80%プラスした値となります。

面積流量計の正確な圧力損失を知るには実際に計測する必要があることも考慮する必要があります。

1. 面積流量計

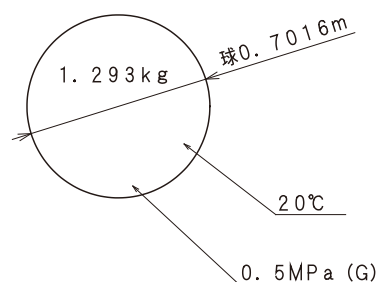
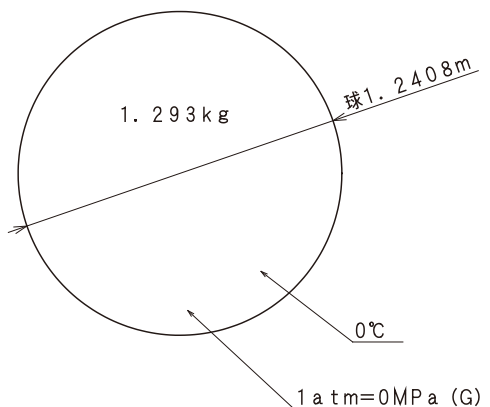
1-3. 気体の流量単位 基準状態：ntp ノルマル流量とは 操業状態：op オペレーション流量とは

気体は温度、圧力により体積が変化する圧縮性流体のため体積流量では圧力、温度の状態を考慮して表す必要があります。下の図は空気 1.293kg の体積を表していますが、左が 1 atm、0℃の基準状態の体積で 1m³ になり直径 1.2408m の球の大きさに相当します。

右は圧力 0.5MPa(G)、温度 20℃ の体積で 0.1808m³ 直径 0.7016m の球の大きさに相当します。この左右の空気の球の質量（重さ）は、どちらも 1.293kg と同じです。この図の大きさは原寸比となっていますので加圧された気体の体積がどのように変わるのかが客観視できるとおもいます。

基準状態 1atm 0℃ 体積 = 1m³
(大気圧) 空気密度 = 1.293 kg/m³

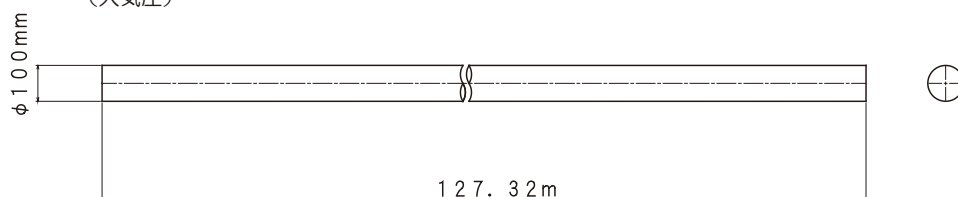
操業状態 0.5MPa(G) 20℃ 体積 = 0.1808 m³
空気密度 = 7.151 kg/m³



体積は 0.1808/1 m³ = 約5.5分の1に圧縮される。

配管で考えると（上の空気の例を実際の配管の体積で考えると）

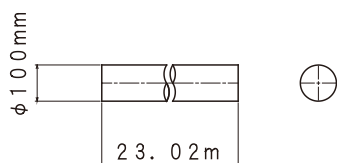
基準状態 1atm 0℃ 体積 = 1m³ 空気密度 = 1.293 kg/m³
(大気圧)



上の左図の空気の球を内径100mmの配管に例えると長さが127.32mになります。この配管内の圧力は1 atm（大気圧）で温度は0℃の基準状態です。この例では圧力 1 atm = 0 MPa (G)、温度0℃で流れている空気の流量は操業状態では1時間で見れば1m³であり、この体積を「基準状態 1 atm 0℃」で表しても 1m³になります。

流量計の仕様としては 1 m³/h(ntp) 1 atm 0℃ AIR と表します。しかし、この 1 atm 0℃ での操業はあまり多くは無いようです。配管内に気体を流すには多くの場合が加圧して流し、温度も0℃以外が多いようで、下が実際の操業状態の多い例です。

操業状態 0.5MPa(G) 20℃ 体積 = 0.1808 m³ 空気密度 = 7.151 kg/m³



上の右図の空気の球を内径100mmの配管に例えると長さが23.02mに相当しますが一般的な配管内を流れる気体はこのような加圧状態で温度も0℃以外が多いのですが、流量計ではこの操業状態の流量を計測しています。しかし操業状態の圧力、温度は操業場所によってまちまちであるために、計測した体積流量の単位を操業状態で表示すると気体の使用量の把握が理解しにくくなるために流量単位として、上の「基準状態 1 atm 0℃」で表すことが多くあります。この基準状態 1 atm 0℃ を流量単位として（ntp）を添え字として用います。

この例では圧力0.5MPa(G)、温度20℃で流れている空気の流量は操業状態では1時間で見れば 0.1808m³ であるが、この体積を「基準状態 1 atm 0℃」で表すと 1m³ になります。

流量計の仕様としては 1 m³/h(ntp) 0.5MPa(G) 20℃ AIR と表します。この（ntp）で表す流量単位をノルマル流量とか基準状態流量と呼んでいます。

操業状態のままの体積流量で表す場合は、圧力0.5MPa(G)、温度20℃で流れている空気の流量は操業状態では1時間で見れば 0.1808m³ ですので、流量計の仕様としては 0.1808 m³/h(op) 0.5MPa(G) 20℃ AIR と表します。この（op）で表す流量単位をオペレーション流量とか操業状態流量と呼んでいます。この（op）の添え字は（ntp）と区別するためにたいへん重要となります。

つまり圧力0.5MPa(G)、温度20℃で流す空気の体積流量を（ntp）で表示するか（op）で表示するかで、5.5倍の体積差があるために基準状態の（ntp）で表すのか、操業状態の（op）で表すのかをはっきり区別して流量計を発注、製作する必要があります。なお、質量流量 kg/h kg/min などの質量単位で表す場合は基準状態（ntp）、操業状態（op）の区別はありません。

1. 面積流量計

1-4-1-A. 弊社での気体の体積流量単位 用語の定義 (全ての流量計に適用)

呼び	温度	圧力	漢字表現	カタカナ表現	添え字
基準状態	0℃	1 atm 大気圧 101.3kPa(abs) 0Pa(G)	基準状態流量	ノルマル流量	(n t p)
操業状態	操業時の温度	操業時の圧力	操業状態流量	オペレーション流量	(o p)
標準状態	20℃	1 atm 大気圧 101.3kPa(abs) 0Pa(G)	標準状態流量	スタンダード流量	(s t p)

基準状態流量 $Q(ntp)$ 例: $m^3/h (ntp)$ と操業状態流量 $Q(op)$ 例: $m^3/h (op)$ の関係は以下の式で表します。

$$Q(ntp) = Q(op) \times \frac{\rho(op)}{\rho(ntp)} \quad Q(op) = Q(ntp) \times \frac{\rho(ntp)}{\rho(op)} \quad \begin{array}{l} \rho(ntp) : \text{基準状態での気体密度} \\ \rho(op) : \text{操業状態での気体密度} \end{array}$$

基準状態流量 $Q(ntp)$ 例: $m^3/h (ntp)$ と標準状態流量 $Q(stp)$ 例: $m^3/h (stp)$ の関係は以下の式で表します。

$$Q(ntp) = Q(stp) \times \frac{273.2}{293.2} = Q(stp) \times 0.9318 \quad Q(stp) = Q(ntp) \times \frac{293.2}{273.2} = Q(ntp) \times 1.0732$$

備考

- JIS B 7551 : 1999 フロート形面積流量計 3. 定義にて、基準状態 温度0℃、圧力101.3kPaの状態と記載されていますが、化学分野の文献などに0℃、1 atm を標準状態と表現している場合があります。JIS B 7551 : 1999 解説3.3 用語の定義でも 0℃、1atm を「JIS M 8010 天然ガス計量方法」では標準状態としてしていると記載しています。
弊社では JIS B 7551 : 1999 解説 3.3 用語の定義 にて基準状態の流量表示として 例: (ntp) の添え字を用いるによっています。
- 標準状態流量は弊社では (stp) の添え字を用いて温度: 20℃、圧力: 1atmとしています。
標準状態流量として (std) の添え字を用いる場合もあるようですが弊社では (stp) を用いると定義しておりますので、(std) を用いる場合は特注として扱いますのでご注意ください。
弊社では JIS B 7551 : 1999 フロート形面積流量計 解説3.3 用語の定義 に従って (stp) を用い、温度は一般的な20℃、圧力は 1atm = 101.3 kPa (abs) を用いています。3. 標準状態流量: (stp) の添え字を用いる場合に、温度: 15℃、17℃、25℃ とかを
用いる場合があるようですが弊社の場合は温度は20℃としています。20℃以外を用いる場合は特注として扱いますのでご注意ください。
- 本書では体積流量の用語を用いていますが、容積流量を用いる場合もありますが 体積=容積 と考えて同じ意味です。
- 質量流量単位を用いる場合は kg/h kg/min kg/sec t/h t/min t/sec この場合は温度、圧力に関わらず質量そのものですので
流量単位に ノルマル状態、オペレーション状態を考慮する必要はありません。
- 蒸気(スチーム)の場合は kg/h kg/min kg/sec t/h など質量流量単位を用いることが多くありますが、 m^3/h m^3/min m^3/sec など体積流量単位を用いる場合でも、蒸気には基準状態はありえませんが (ntp)、(op) の添え字で区別する必要は無く、つねに操業状態流量で表します。

1-4-1-B. 弊社での圧力単位 ゲージ圧と絶対圧 用語の定義 (全ての流量計に適用)

呼び	表記	1 atm (大気圧)	添え字
ゲージ圧	Pa(G) kPa(G) MPa(G)	1 atm = 0 Pa(G)	(G) G
絶対圧	Pa(abs) kPa(abs) MPa(abs)	1 atm = 101.3 kPa(abs)	(abs)

上の備考1. で JIS B 7551 : 1999 フロート形面積流量計 3. 定義にて、基準状態 温度0℃、圧力 101.3 kPa の状態と記載されていますと書きましたが、圧力 101.3 kPa に用いている kPa は絶対圧です。kPa を絶対圧とすることはまことに正しい表現なのですが、気体用流量計の場合は絶対圧とゲージ圧の数値差 101.3 kPa で流量計を試験する場合にその分の誤差が発生するために圧力表示が「絶対圧」なのか「ゲージ圧」なのか、たいへん重要になります。

空気の場合に絶対圧 101.3 kPa の密度は 1.293 kg/m³ ですが、ゲージ圧 101.3 kPa の密度は 2.586 kg/m³ です。流量計を校正する場合にこの密度の差は精度に大きな影響を与えます。弊社では「絶対圧」は Pa(abs) kPa(abs) MPa(abs) の (abs) の添え字を用い「ゲージ圧」では Pa(G) kPa(G) MPa(G) の (G) の添え字を用いて区別します。

流量計の JIS では「絶対圧」、「ゲージ圧」の圧力の単位表記の定義がありません。JIS B 7551 : 1999 では 101.3 kPa を基準状態の大気圧としていますが、ゲージ圧、絶対圧表記の区別まではしていません。社団法人日本計量機器工業連合会 流量計技術委員会「計量法改正に伴う S I 単位移行に関する対応 平成5年11月 工業会の対応について」として、誤解の生じやすい単位については原則として次の表記を用います。1. 圧力 絶対圧力とゲージ圧力を区別するときは Pa[abs] または Pa[gage] を用います。と記載されているのですが、流量計に表示するのに [abs]、[gage] は記号文字がつぶれるなどの問題で、弊社では (abs)、(G) で区別すると定義しています。

流量計は絶対圧で考える業種、ゲージ圧で考える業種、さまざまな業種業界で使われるために圧力単位で誤解が生じないよう、絶対圧、ゲージ圧をはっきり区別して製作する必要があります。

ただし、圧力計は「圧力ゲージ」とも呼ばれるように「大気圧基準」を前提に製作されているために単位表記は MPa Pa です。これは「ブルドン管圧力計 JIS B 7505」の定義として「圧力計」とは正のゲージ圧を測定するもの。ゲージ圧とは大気圧又は周囲の圧力を基準として表した圧力であって絶対圧とは異なるもの。と JIS 内で定義しています。

さらに、圧力計には絶対圧力計が存在して製品そのものを区別しています。

1. 面積流量計

1-4-2. 気体の密度

名 称	化学記号	密度 kg/m ³ (ntp)	比 重
亜酸化窒素	N ₂ O	1.978	1.530
アセチレン	C ₂ H ₂	1.171	0.906
アルゴン	Ar	1.784	1.380
アンモニア	NH ₃	0.772	0.597
一酸化炭素	CO	1.250	0.967
イソブタン	C ₄ H ₁₀	2.673	2.067
エタン	C ₂ H ₆	1.356	1.049
エチレン	C ₂ H ₄	1.260	0.974
メチルエーテル	(CH ₃) ₂ O	2.110	1.632
塩化水素	HCL	1.639	1.268
塩素	CL ₂	3.220	2.490
オゾン	O ₃	2.220	1.720
キセノン	Xe	5.851	4.525
空気(AIR)	-	1.293	1.000
クリプトン	Kr	3.708	2.868
酸化窒素	NO	1.340	1.036
酸素	O ₂	1.429	1.105
シアン	(CN) ₂	2.34	1.81
ジメチルアミン	(CH ₃) ₂ NH	1.966	1.521
臭化水素	HBr	3.644	2.818
水素	H ₂	0.0899	0.0695
窒素	N ₂	1.250	0.967
二酸化硫黄	SO ₂	2.926	2.263
二酸化炭素	CO ₂	1.976	1.528
ネオン	Ne	0.900	0.696
砒化水素	AsH ₃	3.50	2.71
弗素	F ₂	1.71	1.32
プロパン	C ₃ H ₈ (CH ₃ -CH ₂ -CH ₃)	2.010	1.554
ヘリウム	He	0.1785	0.1381
メタン	CH ₄	0.717	0.555
よう化水素	HL	5.789	4.477
ラドン	Rn	9.96	7.70
硫化水素	H ₂ S	1.539	1.190

密度 kg/m³(ntp) とは圧力：1atm 温度：0℃ の基準状態（ノルマル状態）での 体積 1 m³ の質量 kg を表します。
比重とは空気 1.293 kg/m³(ntp) に対する比（対空気比）を表します。

1-4-3. 気体のオペレーション密度の求め方

$$\rho(\text{op}) = \rho(\text{ntp}) \times \frac{273.2 \times (101.3 + P)}{(273.2 + T) \times 101.3}$$

$\rho(\text{op})$	オペレーション状態密度	kg/m ³ (op)
$\rho(\text{ntp})$	ノルマル状態密度	kg/m ³ (ntp)
P	圧 力	kPa(G)
T	温 度	℃

気体の操業状態密度、オペレーション密度はボイル・シャルルの法則（公式）より求めます。
式内の圧力は絶対圧：kPa(abs) 温度は絶対温度：K（ケルビン）での計算となりますが
上の式へ代入する場合は圧力はゲージ圧 kPa(G) 温度は摂氏温度（セルシウス）℃ となりますのでご注意ください。

1. 面積流量計

1-5. 面積流量計の選定

弊社の面積流量計は「液体」、「気体」、「蒸気・スチーム」が計測できます。全て計測できる型式のものもありますが多くは流体の種類に合った型式を選定する必要があります。さらに「液体」の場合は液体の密度・比重、液体の粘度、液体の腐食性、圧力、温度を考慮して型式を選定します。「気体」の場合は気体の密度・比重、気体の腐食性、圧力、温度を考慮して型式を選定します。「蒸気」の場合は蒸気の密度、または温度、圧力を考慮して型式を選定します。

型式の選定ができましたら、流量レンジから流量計の口径・サイズを選定していただきますが、口径の選定は流量計カタログより選定することになるのですが、弊社の流量計カタログでは「液体」の場合は水・H₂O 「気体」の場合は空気・AIRの20℃、大気圧（1atm）操業状態を0℃、大気圧（1atm）の基準状態の体積流量であるm³/h(ntp)、L/h(ntp) L/min (ntp) などの (ntp) で記載しています。

また、「蒸気」については蒸気用の流量表は記載していない型式が多く、上の気体のカタログを用いて蒸気の密度を気体相当に換算して口径を求めています。

次の項以降に「液体」、「気体」、「蒸気」の口径選定方法を示します。

1-5-1. 面積流量計 液体用流量計の口径選定方法

カタログに記載している流量範囲はH₂O相当の密度1000kg/m³、粘度1.0cPで製作可能範囲、最小～最大流量、2～20m³/hなどと記載しています。液体用流量計では流量を決める要素として「流体の密度」、「流体の粘度」が概知でなければなりません。密度が1000kg/m³、粘度1.0cPであればカタログ記載の流量表で選定できますが、それ以外の流体の場合はH₂O相当流量に換算してから流量表を参照して口径等を選定する必要があります。

$$Q(H_2O) = Q \times \sqrt{\frac{\rho_0 \times (\rho_f - \rho_1)}{\rho_1 \times (\rho_f - \rho_0)}}$$

$$Q(H_2O) = Q \times R \quad \sqrt{\frac{\rho_0 \times (\rho_f - \rho_1)}{\rho_1 \times (\rho_f - \rho_0)}} = R \quad (\text{換算係数})$$

Q(H ₂ O)	H ₂ O 換算流量	m ³ /h	L/h	m ³ /min	L/min	など
Q	設計仕様流体流量	m ³ /h	L/h	m ³ /min	L/min	など
ρ ₁	H ₂ O の密度	1.0 g/cm ³				
ρ ₀	設計仕様流体密度	g/cm ³				
ρ _f	フロートの等価密度	g/cm ³				

例：設計仕様流体密度：1.3 g/cm³ 粘度：1.0 cP 最大流量：10 m³/h の流量計を H₂O相当流量に換算する。
フロート材質 SUS304（等価密度 7.9 g/cm³）とした場合。

$$Q(H_2O) = Q \times \sqrt{\frac{\rho_0 \times (\rho_f - \rho_1)}{\rho_1 \times (\rho_f - \rho_0)}}$$

$$Q(H_2O) = 10 \times \sqrt{\frac{1.3 \times (7.9 - 1.0)}{1.0 \times (7.9 - 1.3)}}$$

$$Q(H_2O) = 10 \times 1.166$$

$$Q(H_2O) = 11.66$$

換算した Q (H₂O) 換算流量 11.66 m³/h をカタログの流量表より適する口径を選定します。

粘度がH₂O相当 1.0 cPと異なる場合は上の換算式は使用できません。
粘度が異なる場合は別ページの粘度の補正を参照してください。

フロートの材質と等価密度または比重

フロート材質	等価密度 g/cm ³	比重
SUS304 SUS316	7.9	7.9
チタン	4.5	4.5
ハステロイB	9.24	9.24
ハステロイC	8.94	8.94
タンタル	16.64	16.64
PVC-U	1.465	1.465
PVC-C	1.64	1.64
ガラス	2.7	2.7
ルビー	3.9	3.9
PTFE	2.14	2.14
P. P.	0.9	0.9
カーボン	1.5	1.5

フロートの等価密度とはフロートの体積をフロートの総重量で除算したものでフロート内部に金属などを詰めたPVCなどのようにPVC単体の密度1.465g/cm³より密度が大きくなります。

代表的なフロートの材質と換算係数 R（白枠内数値：R）

流体密度 g/cm ³	フロート等価密度 7.9 g/cm ³ : SUS316	フロート等価密度 4.5 g/cm ³ : チタン	フロート等価密度 2.7 g/cm ³ : ガラス
0.6	0.7531	0.7338	0.6969
0.7	0.8190	0.8030	0.7714
0.8	0.8817	0.8700	0.8460
0.9	0.9419	0.9354	0.9220
1.0	1.0000	1.0000	1.0000
1.1	1.0560	1.0641	1.0811
1.2	1.1117	1.1282	1.1662
1.3	1.1658	1.1920	1.2560
1.4	1.2191	1.2572	1.3531
1.5	1.2717	1.3229	1.4577

1. 面積流量計

1-5-2. 面積流量計 液体用流量計の粘度の影響

面積流量計は粘度による流量計精度影響が少流量の場合に特に大きく表れるため、使用状態の粘度にて同粘度流量試験による換算と補正が必要となります。換算とは流量計を製作する前の選定する時点であらかじめおこなう事を云い、補正とは製作した流量計を使用中におこなうことを云います。

粘度による影響は流量、口径、フロート形状等によって異なりますが、一般にレイノルズ数が小さい場合に粘度変化の影響を受けます。

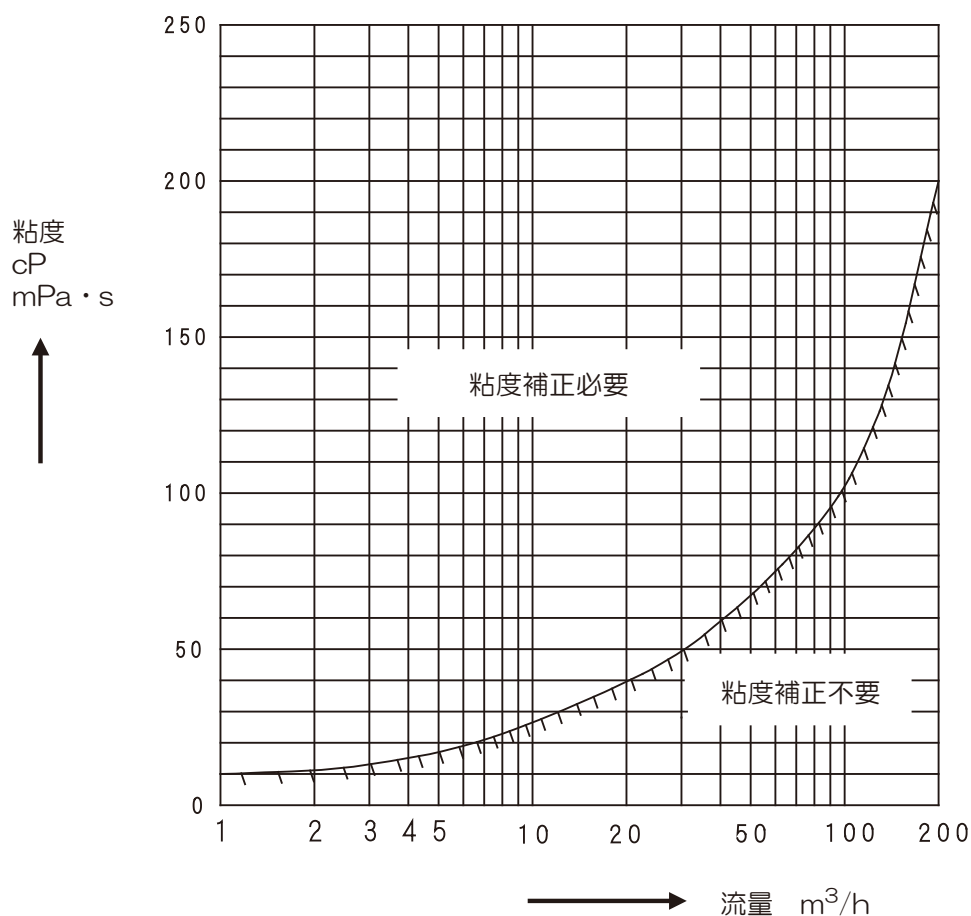
「JIS B 7551フロート形面積流量計」の粘度の補正の項でも「補正は一般に実測によって行う」としてあり、レイノルズ数と流出係数の関係がフロートの形状によって異なることが述べられています。弊社で使用しているフロートの形状にもとづくレイノルズ数－流出係数（RD－C）曲線を下に示します。

M形、S形の各形状フロートはRD $\geq$ 1000で流出係数がほぼ一定になりますがG形フロートはRD $\geq$ 1000であっても流出係数の値が不安定であり、前者は補正が可能です、後者は補正が困難なことを示しています。

弊社のカatalogでは液体用流量計として流量範囲表はH₂O（比重：1.0 粘度：1.0 cP）の場合を記載しております。下のグラフの曲線の右側の流量範囲であれば粘度の影響は無視できますのでCatalog記載の「流量範囲－口径」で選定できますが曲線の左側の場合は粘度の影響を受けますので、Catalog記載の「流量範囲－口径」では選定できませんので、型式選定の場合は弊社営業担当にご相談ください。

面積流量計液体粘度補正必要域流量曲線

フロート形状 S形・M形



1. 面積流量計

1-5-3-A. 面積流量計 液体用フロート形状とレイノルズ数

弊社では各型式毎に永年の実験的裏付けをもとに、粘度の影響を受けにくいフロート形状を考慮し設計をおこなっていますが前ページは補正必要域の流量曲線を示しています。

(注) レイノルズ数RDは次式より求められます。

$$RD = 3.54 \times 10^5 Q / D_f V = 3.54 \times 10^2 W / D_f \eta$$

Q：体積流量 (m³/h)

W：質量流量 (kg/h)

V：動粘度 (mm²・s)

η：粘度 (cP、mPa・s)

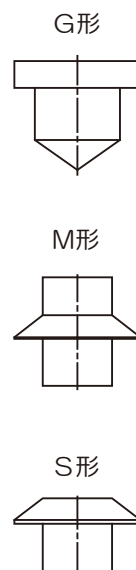
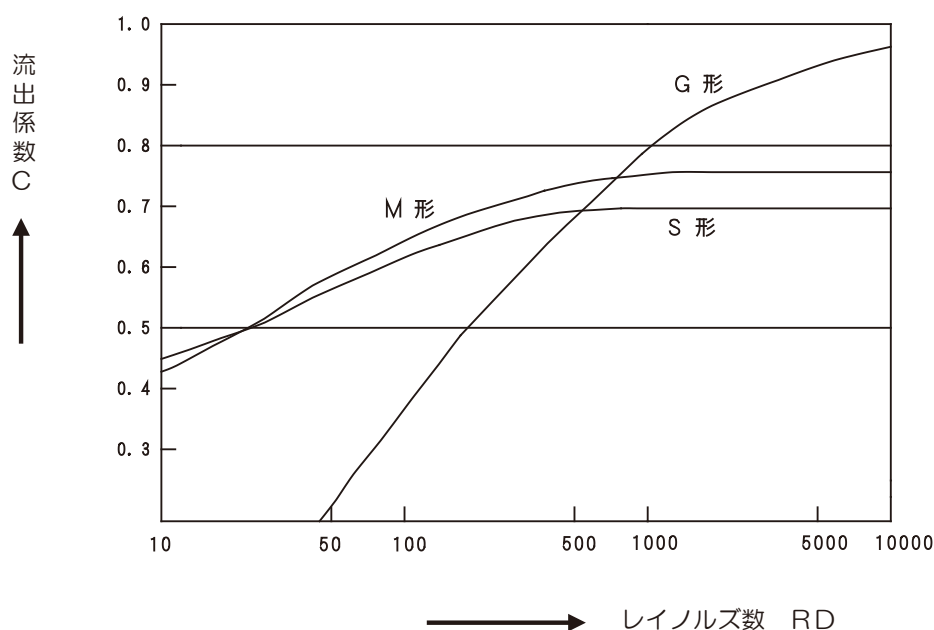
Df：フロートの最大直径 (mm)

面積流量計注文時の密度・粘度のご指定につきまして

液体用の面積流量計をご発注される場合には液体の密度と粘度が概知であることが条件となります。液体の密度と粘度が不明では流量試験できないことになり流量計の製造ができませんので、必ずご指定が必要となります。液体の密度と粘度をご指定されない場合には「水」密度1.0 g/cm³ 粘度1.0 mPa・s (1.0cp) で製造して納入する場合がありますので予めご了承ください。

面積流量計をご注文いただき製造するには流体の「密度」、「粘度」は概知でなければなりません。流体の密度、粘度が不明な流体では流量計を製造することはできません。面積流量計を製造するうえで流体の粘度が概知の必要性があることは上の式内に ν 、 η が存在することでご理解いただけたと思います。

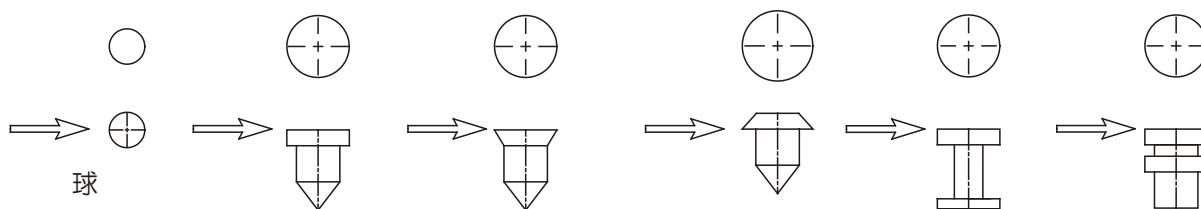
フロート形状別流出係数－レイノルズ数曲線



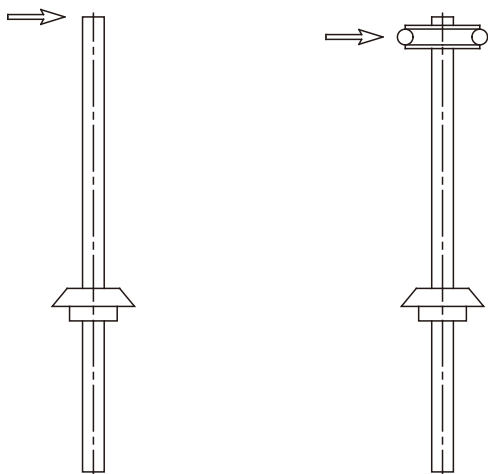
1. 面積流量計

1-5-3-B. 面積流量計の読み取り位置

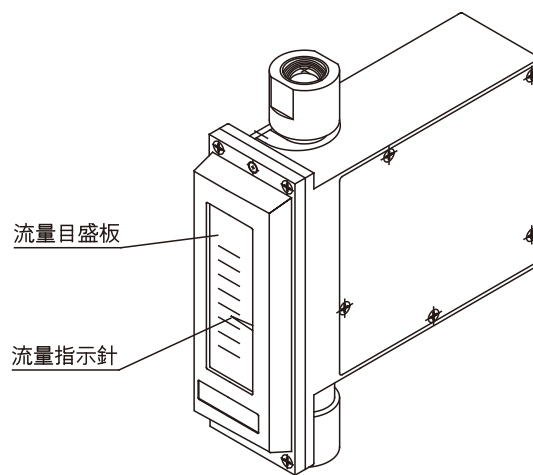
透明テーパ管タイプ（ガラステーパ管、アクリルテーパ管、ポリサルフォンテーパ管）



金属テーパ管直示タイプ

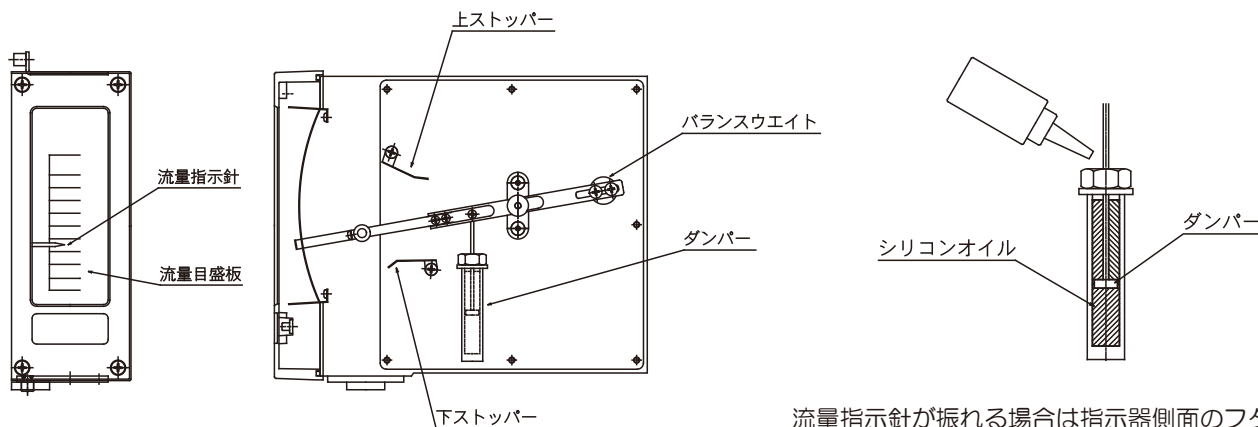


金属テーパ管磁気追従式の見盛指示



MPシリーズ の例

金属テーパ管磁気追従式の見盛指示



EMシリーズ の例

流量指示針が振れる場合は指示器側面のフタを取り外してシリコンオイル（300～500cP程度）をダンパーに注入することにより振れを小さくすることができます

1. 面積流量計

1-5-4. 面積流量計 気体用流量計の口径選定方法

1-5-4-A. ノルマル流量単位の場合

カタログに記載している流量範囲は空気/AIRの操業状態 20℃ 1atm の場合で、流量単位は m³/h (ntp)、L/h (ntp) などのノルマル流量単位で記載しています。実際の選定では「気体種類」、「仕様圧力」、「仕様温度」によりカタログ記載の AIR のノルマル流量に換算して口径を選定する必要があります。これはカタログに各種気体別、圧力別、温度別の流量を口径別に掲載するには膨大なページ数を必要としますので、代表的な「AIR」と 20℃、1atm（大気圧）の操業状態を例として掲載しております。

$$Q(AIR) = Q \times 0.517 \times \sqrt{\frac{(273.2+T)}{(101.3+P)}} \times \rho$$

Q (AIR)	AIR 流量換算	m ³ /h(ntp) L/h(ntp) L/min(ntp) など
Q	仕様流量	m ³ /h(ntp) L/h(ntp) L/min(ntp) など
T	仕様圧力	kPa(G)
P	仕様温度	℃
ρ	仕様流体密度	kg/m ³ (ntp) 1atm 0℃ のときの密度

例：窒素ガス 密度：1.25 kg/m³(ntp) 圧力 500 kPa(G) 温度 25℃ 最大流量：600 m³/h (ntp) の流量計の口径を選定する。

$$Q(AIR) = Q \times 0.517 \times \sqrt{\frac{(273.2+T)}{(101.3+P)}} \times \rho$$

$$Q(AIR) = 600 \times 0.517 \times \sqrt{\frac{(273.2+25)}{(101.3+500)}} \times 1.25$$

$$Q(AIR) = 600 \times 0.517 \times 0.7877$$

$$Q(AIR) = 244.3$$

換算した Q (AIR) 流量 244.3 m³/h (ntp) をカタログの流量表より適する口径を選定します。

圧力単位が Pa(G)、MPa(G) などの場合は kPa(G) に換算してから式に代入してください。

例では m³/h (ntp) 流量単位としましたが、流量単位はノルマル流量であれば L/h(ntp)、L/min(ntp) などでも同じ計算で換算してください。

1-5-4-B. 質量流量単位の場合

$$Q = \frac{W}{\rho}$$

$$Q(AIR) = Q \times 0.517 \times \sqrt{\frac{(273.2+T)}{(101.3+P)}} \times \rho$$

例：窒素ガス 密度：1.25 kg/m³(ntp) 圧力 500 kPa(G)
温度 25℃ 最大流量：600 kg/h の流量計の口径を選定する。

Q (AIR)	AIR 換算流量	m ³ /h(ntp) L/min(ntp) など
W	仕様流量	kg/h kg/min など
Q	換算流量	m ³ /h(ntp) L/min(ntp) など

$$Q = \frac{W}{\rho} = \frac{600}{1.25} = 480$$

$$Q(AIR) = 480 \times 0.517 \times \sqrt{\frac{(273.2+25)}{(101.3+500)}} \times 1.25$$

$$Q(AIR) = 480 \times 0.517 \times 0.7877$$

$$Q(AIR) = 195$$

質量流量単位 kg/h などの場合は体積流量 m³/h(ntp) に換算してから、Q (AIR) 換算流量に改めて換算する方法をとります。

換算した Q (AIR) 換算流量 195 m³/h (ntp) をカタログの流量表より適する口径を選定します。

1. 面積流量計

1-5-4. 面積流量計 気体用流量計の口径選定方法

1-5-4-C. オペレーション流量単位の場合1 仕様流体密度：ノルマル状態密度

カタログに記載している流量範囲は空気/AIRの操業状態 20℃ 1atm の場合で、流量単位は m³/h (ntp)、L/h (ntp) などのノルマル流量単位で記載しています。流量計の流量単位がオペレーション流量表示の場合は「気体種類」、「仕様圧力」「仕様温度」によりカタログ記載の AIR のノルマル流量に換算して口径を選定する必要があります。

$$Q = Q_{op} \times \frac{P_{op} \times T}{P \times T_{op}} = Q_{op} \times \frac{(101.3 + P_{op}) \times 273.2}{101.3 \times (273.2 + T_{op})}$$

$$Q(AIR) = Q \times 0.517 \times \sqrt{\frac{(273.2 + T_{op})}{(101.3 + P_{op})}} \times \rho$$

Q	仕様流量 (ntp) 換算値	m ³ /h(ntp) L/h(ntp) L/min(ntp) など
Q _{op}	仕様流量 (op)	m ³ /h(op) L/h(op) L/min(op) など
Q (AIR)	カタログ AIR 換算流量	m ³ /h(ntp) L/h(ntp) L/min(ntp) など
ρ	仕様流体密度	kg/m ³ (ntp)
P _{op}	仕様圧力	kPa(G)
T _{op}	仕様温度	℃ (セルシウス温度)
T	温度 0℃=273.2K	K (絶対温度：ケルビン温度)
P	圧力 1atm=101.3kPa(abs)	kPa(abs)

例：ヘリウムガス 密度：0.17885 kg/m³(ntp) 圧力 600 kPa(G) 温度 80℃ 最大流量：300 m³/h (op) の流量計の口径を選定する。

手順：ヘリウムのオペレーション流量 m³/h(op) をヘリウムのノルマル流量 m³/h(ntp) に換算します。

$$Q = Q_{op} \times \frac{P_{op} \times T}{P \times T_{op}} = 300 \times \frac{(101.3 + 600) \times 273.2}{101.3 \times (273.2 + 80)}$$

$$Q = 300 \times 5.355$$

$$Q = 1606.5$$

$$Q(AIR) = Q \times 0.517 \times \sqrt{\frac{(273.2 + T_{op})}{(101.3 + P_{op})}} \times \rho$$

$$Q(AIR) = 1606.5 \times 0.517 \times \sqrt{\frac{(273.2 + 80)}{(101.3 + 600)}} \times 0.1785$$

$$Q(AIR) = 1606.5 \times 0.517 \times 0.2998$$

$$Q(AIR) = 249$$

換算した Q (AIR) 流量 249 m³/h (ntp) をカタログの流量表より適する口径を選定します。

圧力単位が Pa(G)、MPa(G) などの場合は kPa(G) に換算してから式に代入してください。

例では m³/h (op) 流量単位としましたが、流量単位はオペレーション流量であれば L/h(op)、L/min(op) などでも同じ計算で換算してください。

1. 面積流量計

1-5-4. 面積流量計 気体用流量計の口径選定方法

1-5-4-D. オペレーション流量単位の場合2 仕様流体密度：オペレーション状態密度

カタログに記載している流量範囲は空気/AIRの操業状態 20℃ 1atm の場合で、流量単位は m³/h (ntp)、L/h (ntp) などのノルマル流量単位で記載しています。流量計の流量単位がオペレーション流量表示の場合は「気体種類」、「仕様圧力」「仕様温度」によりカタログ記載の AIR のノルマル流量に換算して口径を選定する必要があります。

$$Q = Q_{op} \times \frac{P_{op} \times T}{P \times T_{op}} = Q_{op} \times \frac{(101.3 + P_{op}) \times 273.2}{101.3 \times (273.2 + T_{op})}$$

$$\rho = \rho_{op} \times \frac{(273.2 + T_{op}) \times 101.3}{273.2 \times (101.3 + P_{op})}$$

$$Q(AIR) = Q \times 0.517 \times \sqrt{\frac{(273.2 + T_{op})}{(101.3 + P_{op})}} \times \rho$$

Q	仕様流量 (ntp) 換算値	m ³ /h(ntp) L/h(ntp) L/min(ntp) など
Q _{op}	仕様流量 (op)	m ³ /h(op) L/h(op) L/min(op) など
Q (AIR)	カタログ AIR 換算流量	m ³ /h(ntp) L/h(ntp) L/min(ntp) など
ρ _{op}	仕様流体密度	kg/m ³ (op)
ρ	換算流体密度	kg/m ³ (ntp)
P _{op}	仕様圧力	kPa(G)
T _{op}	仕様温度	℃ (セルシウス温度)
T	温度 0℃=273.2K	K (絶対温度：ケルビン温度)
P	圧力 1atm=101.3kPa(abs)	kPa(abs)

例：アルゴンガス 密度：4.629 kg/m³(op) 圧力 200 kPa(G) 温度 40℃ 最大流量：500 m³/h (op) の流量計の口径を選定する。

手順1：アルゴンガスのオペレーション流量 m³/h(op) をアルゴンガスのノルマル流量 m³/h(ntp) に換算します。

$$Q = Q_{op} \times \frac{P_{op} \times T}{P \times T_{op}} = 500 \times \frac{(101.3 + 200) \times 273.2}{101.3 \times (273.2 + 40)}$$

$$Q = 500 \times 2.594$$

$$Q = 1297$$

手順2：アルゴンガスのノルマル流量 1297 m³/h (ntp) が求められました。次にアルゴンガスのノルマル状態の密度を求めます。

$$\rho = \rho_{op} \times \frac{(273.2 + T_{op}) \times 101.3}{273.2 \times (101.3 + P_{op})}$$

$$\rho = 4.629 \times \frac{(273.2 + 40) \times 101.3}{273.2 \times (101.3 + 200)}$$

$$\rho = 4.629 \times 0.385435$$

$$\rho = 1.784$$

手順3：Q (AIR) 流量に換算します。

$$Q(AIR) = Q \times 0.517 \times \sqrt{\frac{(273.2 + T_{op})}{(101.3 + P_{op})}} \times \rho$$

$$Q(AIR) = 1297 \times 0.517 \times \sqrt{\frac{(273.2 + 40)}{(101.3 + 200)}} \times 1.784$$

$$Q(AIR) = 1297 \times 0.517 \times 1.36179$$

$$Q(AIR) = 913$$

換算した Q (AIR) 流量 913 m³/h (ntp) をカタログの流量表より適する口径を選定します。

圧力単位が Pa(G)、MPa(G) などの場合は kPa(G) に換算してから式に代入してください。

例では m³/h (op) 流量単位としましたが、流量単位はオペレーション流量であれば L/h(op)、L/min(op) などでも同じ計算で換算してください。

1. 面積流量計

1-5-5. 面積流量計 蒸気流量計の口径選定方法

カタログに記載している流量範囲は空気/AIRの操業状態 20℃ 1atm の場合で、流量単位は m^3/h (ntp)、 L/h (ntp) などのノルマル流量単位で記載しています。蒸気が計測できる型式においては空気/AIRの流量表を参考にして口径を選定することができます。

本体サイズ	接続口径	AIR m^3/h (ntp)
		測定範囲 (最大値)
20A	15A	15 ~ 25
20A	20A	15 ~ 50
25A	25A	15 ~ 90
40A	40A	50 ~ 150
50A	50A	100 ~ 400
65A	65A	120 ~ 500
80A	80A	150 ~ 700

例として上の 型式: EMシリーズ 気体の測定範囲表は AIR の圧力が 1atm、温度20℃の操業状態をノルマル流量単位で記載しています。この場合の操業状態の AIR 密度は $1.205 \text{ kg}/\text{m}^3(\text{op})$ ですが、この密度を蒸気の密度で考えると圧力が 115kPa(G) の飽和蒸気の密度に相当します。つまり、上の測定範囲表は飽和蒸気の圧力が 115 kPa(G) の操業状態の体積流量と近似的に考えることができます。

蒸気の流量は質量流量 kg/h で表すことが多いので、体積に密度を乗算して質量に換算します。

上の表の口径 50A の測定範囲 (最大値) は 100 ~ 400 です。密度 $1.205 \text{ kg}/\text{m}^3(\text{op})$ を乗算すると 120 ~ 480 kg/h となります。これは操業状態の圧力が 115 kPa(G) の飽和蒸気の測定範囲 (最大値) と近似的に考えることができます。

操業状態の圧力がそれ以外では密度を換算して下の「乗数」を乗算することによって求めます。

飽和蒸気の操業圧力 kPa(G)	飽和蒸気密度 kg/m^3	乗数	飽和蒸気の操業圧力 kPa(G)	飽和蒸気密度 kg/m^3	乗数
150	1.397	1.1	700	4.168	1.9
200	1.658	1.2	750	4.415	1.95
250	1.916	1.3	800	4.662	2.0
300	2.172	1.35	850	4.908	2.1
350	2.426	1.45	900	5.154	2.1
400	2.677	1.5	950	5.399	2.1
450	2.926	1.6	1000	5.645	2.2
500	3.173	1.65	1100	6.134	2.2
550	3.426	1.7	1200	6.623	2.3
600	3.674	1.8	1300	7.113	2.4
650	3.921	1.85	1400	7.602	2.5

飽和蒸気の操業圧力が 500 kPa(G) の場合では口径50Aの測定範囲 (最大値) は 120 ~ 480 に「乗数」1.65 を乗算して 198 ~ 792 kg/h となります。

飽和蒸気の操業圧力が上の表の圧力の間の場合は近い圧力の乗数を採用して近似的に求めてください。

また、過熱蒸気の場合は蒸気表より密度を求めて上の表の飽和蒸気密度欄に近い密度の乗数を採用することにより近似的に換算することができます。

現行のカタログに蒸気用の流量範囲表を記載していないのは、蒸気の圧力別 (操業密度別) に流量範囲を口径別に掲載するには膨大なページ数を必要とするためです。なお、カタログに蒸気用の流量範囲表が記載されている型式においては、その流量範囲表を用いて口径の選定をおこなってください。

なお、カタログに気体の測定範囲表が記載されている型式でも、その型式が蒸気の流量計測が可能なのか確認したうえで換算をおこなってください。蒸気では温度が 100℃以上ですので流量計構造、付属機構などを選択する場合に高温であることを考慮して選定する必要がありますのでご注意ください。

上の選定方法はあくまでも近似的換算方法ですので、型式によっては適用できない場合があります。

2. 面積流量計の流量補正 液体の場合

流量補正とは製造した流量計を実際に使用するうえで、設計時の流体仕様と異なる仕様で流量計測をおこなう場合もしくは流量計測をおこなっている場合に実流量（真の流量相当）を求めることを云います。

2-1. 体積流量の場合

液体用流量計では流体の設計仕様密度と実際に流れる流体密度が異なる場合は流量の補正が必要です。面積流量計はベルヌーイの定理に基づいていますので、流量は流体の密度変化の平方根に比例します。

$$\text{補正式} \quad Q1 = Q0 \times \sqrt{\frac{\rho0 \times (\rho f - \rho1)}{\rho1 \times (\rho f - \rho0)}}$$

Q1・・・・・・実流量（真の流量相当）m³/h、L/h、m³/min、L/min など体積流量

Q0・・・・・・目盛の読み流量m³/h、L/h、m³/min、L/min など体積流量

ρ1・・・・・・異なる液体密度（実際に流れている液体密度） g/cm³

ρ0・・・・・・目盛記載の液体密度（設計仕様の液体密度） g/cm³

ρf・・・・・・フロートの等価密度 SUS304=7.9 g/cm³ チタン=4.5g/cm³ ガラス=2.7 g/cm³

（実際のフロート等価密度は試験成績書を参照するか弊社までお問い合わせください。）

粘性流体の場合について

面積流量計は流体粘度の影響を受け、流体粘度が設計仕様粘度と異なる場合は流量誤差が発生します。粘度変化による予想誤差は同粘度流量試験した結果のデータがある場合を除いては計算式で表せないため、弊社では「同粘度流量試験」を実施しております。

流量計を購入後の使用品にて粘度が異なる場合は弊社工場にて「同粘度流量試験」が必要になります。

実際の使用に際して、粘度変化が予想される場合には、変化が予想される粘度にて「同粘度流量試験」を実施して粘度試験データを添付する方法がありますので、購入前に営業担当にお問い合わせください。

2-2. 質量流量の場合

液体用流量計では流体の設計仕様密度と実際に流れる流体密度が異なる場合は流量の補正が必要です。

$$\text{補正式} \quad W1 = W0 \times \sqrt{\frac{\rho1 \times (\rho f - \rho1)}{\rho0 \times (\rho f - \rho0)}}$$

W1・・・・・・実流量（真の流量相当）kg/h、kg/min、t/h など質量流量

W0・・・・・・目盛の読み流量kg/h、kg/min、t/h など質量流量

ρ1・・・・・・異なる液体密度（実際に流れている液体密度） g/cm³

ρ0・・・・・・目盛記載の液体密度（設計仕様の液体密度） g/cm³

ρf・・・・・・フロートの等価密度 SUS304=7.9 g/cm³ チタン=4.5g/cm³ ガラス=2.7 g/cm³

粘性流体の場合について

面積流量計は流体粘度の影響を受け、流体粘度が設計仕様粘度と異なる場合は流量誤差が発生します。粘度変化による予想誤差は同粘度流量試験した結果のデータがある場合を除いては計算式で表せないため、弊社では「同粘度流量試験」を実施しております。

流量計を購入後の使用品にて粘度が異なる場合は弊社工場にて「同粘度流量試験」が必要になります。

実際の使用に際して、粘度変化が予想される場合には、変化が予想される粘度にて「同粘度流量試験」を実施して粘度試験データを添付する方法がありますので、購入前に営業担当にお問い合わせください。

3. 面積流量計の流量補正 気体の場合

気体用流量計では設計仕様密度、温度、圧力と実際に流れる気体密度、温度、圧力が異なる場合は流量目盛の読み
に誤差が発生し、実流量（真の流量相当）を求めるには、流量の補正が必要になります。

3-1. 流量表示がノルマル流量単位の場合 $\text{m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ $\text{L}/\text{h}(\text{ntp})$ $\text{L}/\text{min}(\text{ntp})$ など 体積流量

$$\text{補正式} \quad Q1 = Q0 \times \sqrt{\frac{(101.3 + P1) \times (273.2 + T0)}{(101.3 + P0) \times (273.2 + T1)}} \times \sqrt{\frac{\rho0}{\rho1}}$$

Q1 : 実流量（真の流量相当）	$\text{m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ $\text{L}/\text{h}(\text{ntp})$ など 体積流量
Q0 : 流量計の読み流量	$\text{m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ $\text{L}/\text{h}(\text{ntp})$ など 体積流量
P1 : 操業状態の圧力	kPa(G)
T1 : 操業状態の温度	℃
P0 : 設計仕様の圧力	kPa(G)
T0 : 設計仕様の温度	℃
$\rho0$: 設計仕様の気体密度	$\text{kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$
$\rho1$: 操業状態の気体密度	$\text{kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$ （操業状態の気体が設計仕様と異なる気体の場合）

計算例

設計仕様、流量の読み $2000 \text{ m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ 、圧力 $500 \text{ kPa}(\text{G})$ 、温度 20°C 、気体が空気（AIR）
実際の操業圧力 $400 \text{ kPa}(\text{G})$ 温度 25°C 気体が窒素（N2）

$$Q1 = 2000 \times \sqrt{\frac{(101.3 + 400) \times (273.2 + 20)}{(101.3 + 500) \times (273.2 + 25)}} \times \sqrt{\frac{1.293}{1.25}}$$

$$Q1 = 2000 \times \sqrt{\frac{501.3 \times 293.2}{601.3 \times 298.2}} \times \sqrt{1.0344}$$

$$Q1 = 2000 \times \sqrt{0.81971} \times \sqrt{1.0344}$$

$$Q1 = 1841.6$$

流量計の読みが 2000 でも実際に流れている流量は $1841.6 \text{ m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ になります。

圧力単位が Pa(G) MPa(G) bar などの場合でも必ず kPa(G) に換算して、上記式に代入してください。

3-2. 流量表示が質量流量単位の場合 t/h kg/h kg/min など 質量流量

$$\text{補正式} \quad W1 = W0 \times \sqrt{\frac{(101.3 + P1) \times (273.2 + T0)}{(101.3 + P0) \times (273.2 + T1)}} \times \sqrt{\frac{\rho1}{\rho0}}$$

W1 : 実流量（真の流量相当）	kg/h kg/min など 質量流量
W0 : 流量計の読み流量	kg/h kg/min など 質量流量
P1 : 操業状態の圧力	kPa(G)
P0 : 設計仕様の圧力	kPa(G)
T1 : 操業状態の温度	℃
T0 : 設計仕様の温度	℃
$\rho0$: 設計仕様の気体密度	$\text{kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$
$\rho1$: 操業状態の気体密度	$\text{kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$ （操業状態の気体が設計仕様と異なる気体の場合）

計算例

設計仕様が窒素ガス、流量の読み $3000 \text{ kg}/\text{h}$ 、設計仕様圧力 $500 \text{ kPa}(\text{G})$ 、設計仕様温度 20°C
実際の操業が空気（AIR）圧力 $400 \text{ kPa}(\text{G})$ 温度 25°C
窒素ガスの密度 $1.25 \text{ kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$ 空気の密度 $1.293 \text{ kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$ とした場合。

$$W1 = 3000 \times \sqrt{\frac{(101.3 + 400) \times (273.2 + 20)}{(101.3 + 500) \times (273.2 + 25)}} \times \sqrt{\frac{1.293}{1.25}}$$

$$W1 = 3000 \times 0.9054 \times 1.01705$$

$$W1 = 2762.5$$

流量計の読みが 3000 でも実際に流れている流量は $2762.5 \text{ kg}/\text{h}$ になります。

圧力単位が Pa(G) MPa(G) bar などの場合でも必ず kPa(G) に換算して、上記式に代入してください。

4. 差圧流量計の流量補正 液体の場合

4-2. 質量流量の場合

液体用流量計では流体の設計仕様密度と実際に流れる流体密度が異なる場合は流量の補正が必要です。ここでの差圧流量計の指示流量とは差圧伝送器などから出力された流量比例のアナログ信号を流量指示に変換したデジタル指示、アナログ指示を指しています。

$$\text{補正式} \quad W1 = W0 \times \sqrt{\frac{\rho 1}{\rho 0}}$$

W1 実流量（真の流量相当）	kg /h、kg/min、t/h など 質量流量
W0 指示流量	kg /h、kg/min、t/h など 質量流量
$\rho 1$ 異なる液体密度（実際に流れている液体密度）	g/cm ³
$\rho 0$ 設計仕様の液体密度	g/cm ³

粘性流体の場合について

差圧流量計は流体粘度の影響を受け、流体粘度が設計仕様粘度と異なる場合は流量誤差が発生します。粘度変化による予想誤差は計算式では表せないため「同粘度流量試験」の実施が最適ですが、差圧流量計の場合に「同粘度流量試験」を実施することは試験装置の問題で実施困難な場合が多く、粘度の高い流体の流量計測には不向きな流量計と云えます。

5. 差圧流量計の流量補正 気体の場合

気体用流量計では設計仕様密度、温度、圧力と実際に流れる気体密度、温度、圧力が異なる場合は指示流量に誤差が発生し、実流量（真の流量相当）を求めるには、流量の補正が必要になります。

5-1. 流量表示がノルマル流量単位の場合 $\text{m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ $\text{L}/\text{h}(\text{ntp})$ $\text{L}/\text{min}(\text{ntp})$ など 体積流量

$$\text{補正式} \quad Q1 = Q0 \times \sqrt{\frac{(101.3 + P1) \times (273.2 + T0)}{(101.3 + P0) \times (273.2 + T1)}} \times \sqrt{\frac{\rho0}{\rho1}}$$

Q1 : 実流量（真の流量相当）	$\text{m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ $\text{L}/\text{h}(\text{ntp})$ など 体積流量
Q0 : 流量計の指示流量	$\text{m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ $\text{L}/\text{h}(\text{ntp})$ など 体積流量
P1 : 操業状態の圧力	kPa(G)
T1 : 操業状態の温度	℃
P0 : 設計仕様の圧力	kPa(G)
T0 : 設計仕様の温度	℃
$\rho0$: 設計仕様の気体密度	$\text{kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$
$\rho1$: 操業状態の気体密度	$\text{kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$ （操業状態の気体が設計仕様と異なる気体の場合）

計算例

設計仕様、指示流量 $2000 \text{ m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ 、 圧力 $500 \text{ kPa}(\text{G})$ 、 温度 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 気体が空気（AIR）
 実際の操業圧力 $400 \text{ kPa}(\text{G})$ 温度 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 気体が窒素（N2）

$$Q1 = 2000 \times \sqrt{\frac{(101.3 + 400) \times (273.2 + 20)}{(101.3 + 500) \times (273.2 + 25)}} \times \sqrt{\frac{1.293}{1.25}}$$

$$Q1 = 2000 \times \sqrt{\frac{501.3 \times 293.2}{601.3 \times 298.2}} \times \sqrt{1.0344}$$

$$Q1 = 2000 \times \sqrt{0.81971} \times \sqrt{1.0344}$$

$$Q1 = 1841.6$$

流量計の指示が 2000 でも実際に流れている流量は $1841.6 \text{ m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ になります。
 圧力単位が Pa(G) MPa(G) bar などの場合でも必ず kPa(G) に換算して、上記式に代入してください。

5-2. 流量表示が質量流量単位の場合 t/h kg/h kg/min など 質量流量

$$\text{補正式} \quad W1 = W0 \times \sqrt{\frac{(101.3 + P1) \times (273.2 + T0)}{(101.3 + P0) \times (273.2 + T1)}} \times \sqrt{\frac{\rho1}{\rho0}}$$

W1 : 実流量（真の流量相当）	kg/h kg/min など 質量流量
W0 : 流量計の指示流量	kg/h kg/min など 質量流量
P1 : 操業状態の圧力	kPa(G)
P0 : 設計仕様の圧力	kPa(G)
T1 : 操業状態の温度	℃
T0 : 設計仕様の温度	℃
$\rho0$: 設計仕様の気体密度	$\text{kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$
$\rho1$: 操業状態の気体密度	$\text{kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$ （操業状態の気体が設計仕様と異なる気体の場合）

計算例

設計仕様が窒素ガス、指示流量 $3000 \text{ kg}/\text{h}$ 、 設計仕様圧力 $500 \text{ kPa}(\text{G})$ 、 設計仕様温度 $20 \text{ }^\circ\text{C}$
 実際の操業が空気（AIR） 圧力 $400 \text{ kPa}(\text{G})$ 温度 $25 \text{ }^\circ\text{C}$
 窒素ガスの密度 $1.25 \text{ kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$ 空気の密度 $1.293 \text{ kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$ とした場合。

$$W1 = 3000 \times \sqrt{\frac{(101.3 + 400) \times (273.2 + 20)}{(101.3 + 500) \times (273.2 + 25)}} \times \sqrt{\frac{1.293}{1.25}}$$

$$W1 = 3000 \times 0.9054 \times 1.01705$$

$$W1 = 2762.5$$

流量計の指示が 3000 でも実際に流れている流量は $2762.5 \text{ kg}/\text{h}$ になります。
 圧力単位が Pa(G) MPa(G) bar などの場合でも必ず kPa(G) に換算して、上記式に代入してください。

6. 差圧流量計の流量補正 蒸気・スチームの場合

スチーム用流量計では設計仕様密度と実際に流れるスチーム密度が異なる場合は流量誤差が発生し、実流量（真の流量相当）を求めるには流量の補正が必要になります。ここでの差圧流量計の指示流量とは差圧伝送器などから出力された流量比例のアナログ信号を流量指示に変換したデジタル指示、アナログ指示を指しています。（原理上、面積流量計にも適用されます。）

6-2. 流量表示が質量流量単位の場合 t/h kg/h kg/min など 質量流量

$$\text{補正式} \quad W1 = W0 \times \sqrt{\frac{\rho 1}{\rho 0}}$$

W1 : 実流量（真の流量相当）	kg/h kg/min など 質量流量
W0 : 流量計の指示流量	kg/h kg/min など 質量流量
$\rho 0$: 設計仕様のスチーム密度	kg/m ³
$\rho 1$: 操業状態のスチーム密度	kg/m ³

計算例

指示流量 6346kg/h、設計仕様圧力 0.5 MPa(G) の飽和蒸気、実際の操業圧力 0.3 MPa(G) の飽和蒸気
0.5MPa(G) の飽和蒸気密度は 3.173 kg/m³、0.3MPa(G) の飽和蒸気密度は 2.172 kg/m³ 飽和蒸気密度表より

$$W1 = 6346 \times \sqrt{\frac{2.172}{3.173}}$$

$$W1 = 6346 \times 0.82736$$

$$W1 = 5250$$

流量計の指示が 6346 でも実際に流れている流量は 5250 kg/h になります。
質量流量 5250 kg/h を体積流量に換算すると、5250 ÷ 2.172 = 2417 m³/h となります。

上の体積流量の場合と質量流量の場合の例題は指示流量 2000(m³/h) × 3.173(kg/m³) = 6346(kg/h) ですので、体積流量の指示流量 2000(m³/h) は質量流量では 6346(kg/h) となり、同じ状態を取り扱っております。
上記の例では飽和蒸気を扱いましたが過熱蒸気でも同じ計算となります、ただし、過熱蒸気は圧力、温度により蒸気表より密度を求める必要があります。

7. タービン流量計の流量補正 液体の場合

7-1. 流量表示が質量流量単位の場合 kg/h kg/min など 質量流量

$$\text{補正式} \quad W1 = W0 \times \frac{\rho 1}{\rho 0}$$

W1 : 実流量 (補正後の真流量) kg/min kg/h など 質量流量

W0 : タービンメータ指示流量 kg/min kg/h など 質量流量

$\rho 1$: 操業状態の液体の密度 (ロー 1) kg/m³

$\rho 0$: 設計仕様の液体の密度 (ロー 0) kg/m³

例 7-1

設計仕様、液体密度 1000 kg/m³、最大流量 2000 kg/h 実際の操業が液体密度 1200 kg/m³、指示流量が 1000 kg/h の場合。
ただし、動粘度がどちらも同じ液体の場合とします。

$$\begin{aligned} W1 &= W0 \times (\rho 1 / \rho 0) \\ &= 1000 \times (1200 / 1000) \\ &= 1000 \times 1.2 \\ &= 1200 \text{ (kg/h)} \end{aligned}$$

粘性流体の場合について

タービンメータは流体粘度の影響を受け、流体粘度が設計仕様粘度と異なる場合は流量誤差が発生します。粘度変化による予想誤差は同粘度流量試験した結果のデータがある場合を除いては計算式で表せないため、弊社では「同粘度流量試験」を実施しております。

流量計を購入後の使用品にて粘度が異なる場合は弊社工場にて「同粘度流量試験」が必要になります。実際の使用に際して粘度変化が予想される場合には、変化が予想される粘度にて「同粘度流量試験」を実施して粘度試験データを添付する方法がありますので、購入前に弊社にお問い合わせください。

7-2. 流量表示が体積流量単位の場合 m³/h L/h L/min など 体積流量

例 7-2

設計仕様、液体密度 1000 kg/m³、最大流量 2000 L/h 実際の操業が液体密度 1200 kg/m³、指示流量が 1000 L/h の場合。
ただし、動粘度がどちらも同じ液体の場合とします。

この場合は流量単位が体積流量 L/h ですので、流量の補正の必要はありません。

ただし、体積流量を質量に換算して考える場合は、実際に流れている液体の密度を把握していないと、体積を質量に換算する時点で誤差が発生しますのでご注意ください。

タービンメータは推測式流量計の一種ですので、体積流量単位の場合は液体の密度は影響しません。ただし、タービンメータは流体の粘度変化の影響を受けますので、粘度変化が有る場合は流量誤差が発生します。タービンメータで液体流量を計測する場合は液体の粘度変化が生じないようにしてください。

例 7-3

設計仕様、液体密度 1000 kg/m³、液体粘度 1.0 cSt、最大流量 2000 L/h 操業が液体密度 1200 kg/m³、液体粘度 30 cSt
指示流量が 1000 L/h の場合。

この場合は設計仕様の液体粘度と操業状態の液体粘度が異なりますので指示流量に影響していますので、指示流量 1000 L/h は正確ではありません。ただし、この場合は同粘度流量試験を行う必要がありますので事前に異なる粘度で流量試験を行っていないと補正はできません。事前に同粘度流量試験を行っていない場合は、タービンメータと変換器を弊社に返却していただき同粘度流量試験を行う必要があります。上記例のように操業状態の液体の粘度が設計仕様と異なることが事前に予想される場合は、弊社への発注時点で液体の粘度をご指定いただければ、同粘度流量試験をおこなってデータを添付することも可能です。

液体、気体の場合に流体密度を表す記号 δ (デルタ)、 ρ (ロー) は同じ意味を表しており区別しているものではありません。

8. タービン流量計の流量補正 気体の場合

8-1. 流量表示がノルマル流量単位の場合 $\text{m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ $\text{L}/\text{min}(\text{ntp})$ など 体積流量

$$\text{補正式} \quad Q1 = Q0 \times \frac{(101.3 + P1) \times (273.2 + T0)}{(101.3 + P0) \times (273.2 + T1)}$$

Q1 : 実流量 (補正後の真流量)	$\text{m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ $\text{L}/\text{h}(\text{ntp})$ など 体積流量
Q0 : タービンメータ指示流量	$\text{m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ $\text{L}/\text{h}(\text{ntp})$ など 体積流量
P1 : 操業状態の圧力	kPa(G)
T1 : 操業状態の温度	℃
P0 : 設計仕様の圧力	kPa(G)
T0 : 設計仕様の温度	℃

例8-1

設計仕様、最大流量 $200 \text{ m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ 圧力 $500 \text{ kPa}(\text{G})$ 温度 20°C 実際の操業が圧力 $400 \text{ kPa}(\text{G})$ 温度 25°C タービンメータ指示流量が $100 \text{ m}^3/\text{h}(\text{ntp})$ の場合。

$$\begin{aligned} Q1 &= 100 \times (101.3 + 400) \times (273.2 + 20) / (101.3 + 500) \times (273.2 + 25) \\ &= 100 \times (501.3 \times 293.2) / (601.3 \times 298.2) \\ &= 100 \times (146981.16 / 179307.66) \\ &= 100 \times 0.8197 = 81.97 \text{ m}^3/\text{h}(\text{ntp}) \end{aligned}$$

圧力単位が Pa(G) MPa(G) bar などの場合でも必ず kPa(G) に換算して、上記式に代入してください。

8-2. 流量表示が質量流量単位の場合 kg/h kg/min など 質量流量

$$\text{補正式} \quad W1 = W0 \times \frac{\rho1}{\rho0} \times \frac{(101.3 + P1) \times (273.2 + T0)}{(101.3 + P0) \times (273.2 + T1)}$$

W1 : 実流量 (補正後の真流量)	kg/h kg/min など 質量流量
W0 : タービンメータ指示流量	kg/h kg/min など 質量流量
$\rho1$: 操業状態の気体密度 (ロー1)	$\text{kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$ (操業状態の気体が設計仕様と異なる気体の場合)
$\rho0$: 設計仕様の気体密度 (ロー0)	$\text{kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$
P1 : 操業状態の圧力	kPa(G)
P0 : 設計仕様の圧力	kPa(G)
T1 : 操業状態の温度	℃
T0 : 設計仕様の温度	℃

例8-2

設計仕様が窒素ガス、最大流量 $200 \text{ kg}/\text{h}$ 設計仕様圧力 $500 \text{ kPa}(\text{G})$ 設計仕様温度 20°C
 実際の操業が空気 (AIR) 圧力 $400 \text{ kPa}(\text{G})$ 温度 25°C タービンメータの指示流量が $100 \text{ kg}/\text{h}$ の場合。
 窒素ガスの密度 $1.25 \text{ kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$ 空気の密度 $1.293 \text{ kg}/\text{m}^3(\text{ntp})$ とした場合。

$$\begin{aligned} W1 &= 100 \times (1.293/1.25) \times (101.3+400) \times (273.2+20) / (101.3+500) \times (273.2+25) \\ &= 100 \times 1.0344 \times 501.3 \times 293.2 / 601.3 \times 298.2 \\ &= 100 \times 1.0344 \times 0.81971 \\ &= 84.791 \text{ kg}/\text{h} \end{aligned}$$

特に注意していただきたいのが「質量流量単位」と「質量流量計」を混同して考え、タービンメータにおいて「質量流量単位」を用いているのだから、温度、圧力が変わっても流量表示は正しい！との解釈はしないでください。タービンメータは質量流量計ではありません。

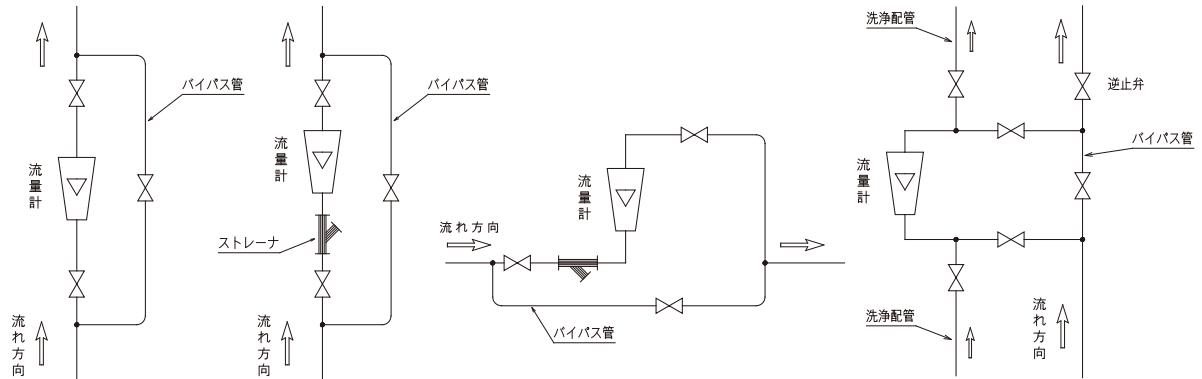
8-3. 流量表示がオペレーション流量単位の場合 $\text{m}^3/\text{h}(\text{op})$ $\text{L}/\text{min}(\text{op})$ など 体積流量

この場合は流量単位がオペレーション状態の体積流量ですので、流量の補正は必要ありません。
 タービンメータは推測式流量計の一種ですので、体積流量にてオペレーション流量単位の場合は気体の密度は影響しません。

9. 流量計の取付及び操作

9-1. 取付方法

- 1-1. 振動の少ない場所を選び、テーパ管の中心軸が鉛直になるように取付けて下さい。
テーパ管の中心軸が傾斜しておりますと、フロート軸に摩擦抵抗が生じて指示流量に流量誤差を生ずる原因となります。
- 1-2 取付けには可動部その他の部分の点検、修理又は交換に必要な空間を設けて下さい。又これらの管路の流れを止めずに行う必要がある場合には、あらかじめバイパス管路を設けておいて下さい。（バイパス配管例を下図に示します）



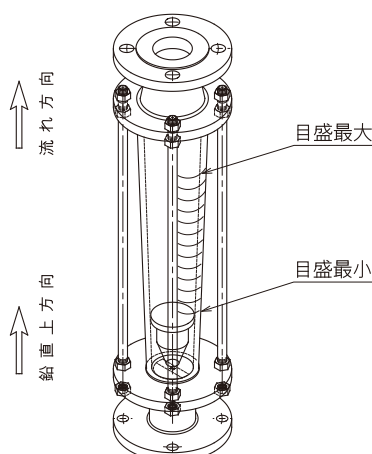
- 1-3 ガラステーパ管を使用する流量計を取付ける場合、配管に生ずる応力がガラステーパ管に伝わらないように流量計に接続する配管を確実に固定して下さい。ガラステーパ管を使用する流量計に限らず流量計の自重が重い場合には配管がたわまないような適当な支持具を設けて下さい。
- 1-4 逆流及び水撃作用がある場合には下流側に逆止弁を設け、又必要に応じて上流側にストレーナを設置願います。
- 1-5 面積流量計はオリフィスと異なり、直管部を口径の10～15倍設けることは原則的に必要ありませんが、バルブ等の取付けは必ず2～3Dの直管部を設けて下さい。一般的にはバルブは出口側に設けることが望ましいが、特にガス体の場合には流量計の入口側と出口側に設けて下さい。
- 1-6 流量計取付パッキンは配管内径より小さくなりますと、流量誤差が生ずることがありますので特にご注意下さい。
- 1-7 管路に取付けたまま流量計の内部を洗浄することのある場合は、必要に応じ洗浄管を設けて下さい。

9-2. 測定及び操作

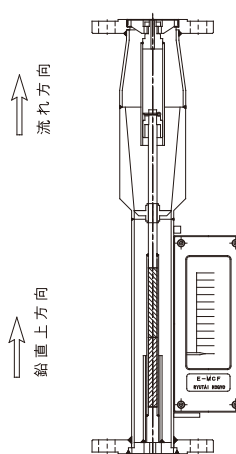
- 2-1 バルブを開いて流量計内に流体を徐々に流し、管路及び流量計内の異物を抜き取り、指示が安定してから測定を開始して下さい。バルブはゆるやかに開閉し流量の調整は流量計の出口側で行って下さい。
電磁弁を使用すると急激な流量変化により流量計にダメージを与える場合がありますので、電磁弁の利用は極力避けてください。
- 2-2 テーパ管がガラスの場合には急激なバルブ操作をしないように注意して下さい。また、最高使用圧力・最高使用温度各限界を超えて使用しますとガラスが破損して人体に危害が及ぶ恐れがありますので注意して下さい。
- 2-3 テーパ管及びゲージガラス等が汚れた場合は必要に応じて掃除して下さい。
- 2-4 設計仕様（流体密度・粘度・圧力・温度）と異なる状態で流量測定を行う場合には指示値を補正する必要があります。
- 2-5 指示部ガラス又はアクリルにて運転休止時に凍結の恐れのある場合は必ず水抜きをして下さい。ガラス又はアクリル管内で流体が凍結すると流体膨張で破損する事がありますのでご注意ください。

上に記載の取付方法、測定及び操作は面積流量計を主にしていますが、面積流量計以外の流量計に該当する内容を含んでいますので面積流量計以外の流量計を取り付ける場合、測定及び操作する場合も参照してください。

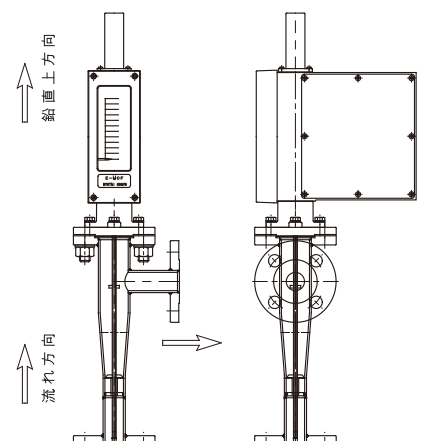
GTF ATF シリーズ 取付方向



EMシリーズ 取付方向



EMシリーズ 取付方向



10. 飽和蒸気密度 ゲージ圧基準

飽和圧力	飽和温度	飽和蒸気密度	飽和圧力	飽和温度	飽和蒸気密度
kPa (G) ゲージ圧	℃	kg/m ³	kPa (G) ゲージ圧	℃	kg/m ³
0	100.000	0.598	820	176.351	4.760
10	102.657	0.656	840	177.270	4.859
20	105.123	0.709	850	177.725	4.908
30	107.424	0.763	860	178.179	4.957
40	109.596	0.816	880	179.068	5.055
50	111.632	0.869	900	179.938	5.154
60	113.596	0.923	920	180.806	5.252
70	115.406	0.976	940	181.655	5.350
80	117.155	1.029	950	182.070	5.399
90	118.835	1.082	960	182.485	5.448
100	120.437	1.134	980	183.314	5.547
110	121.979	1.187	1000	184.123	5.645
120	123.461	1.240	1020	184.922	5.743
130	124.893	1.292	1040	185.712	5.841
140	126.270	1.345	1050	186.102	5.890
150	127.602	1.397	1060	186.490	5.939
160	128.897	1.450	1080	187.250	6.036
170	130.144	1.502	1100	188.010	6.134
180	131.359	1.554	1120	188.759	6.232
190	132.544	1.606	1140	189.498	6.330
200	133.688	1.658	1150	189.863	6.379
210	134.804	1.710	1160	190.228	6.428
220	135.892	1.761	1180	190.947	6.525
230	136.958	1.813	1200	191.656	6.623
240	137.994	1.865	1220	192.356	6.720
250	139.001	1.916	1240	193.055	6.819
260	139.989	1.967	1250	193.395	6.868
270	140.956	2.019	1260	193.735	6.917
280	141.903	2.070	1280	194.414	7.015
290	142.831	2.121	1300	195.084	7.113
300	143.739	2.172	1320	195.753	7.211
310	144.635	2.223	1340	196.403	7.308
320	145.504	2.274	1350	196.728	7.357
330	146.361	2.324	1360	197.052	7.406
340	147.200	2.375	1380	197.692	7.504
350	148.027	2.426	1400	198.332	7.602
360	148.836	2.476	1420	198.961	7.700
370	149.633	2.526	1440	199.581	7.798
380	150.412	2.577	1450	199.891	7.847
390	151.181	2.627	1460	200.200	7.896
400	151.939	2.677	1480	200.810	7.994
410	152.684	2.727	1500	201.410	8.091
420	153.425	2.777	1520	202.009	8.189
430	154.140	2.827	1540	202.599	8.287
440	154.853	2.870	1550	202.894	8.336
450	155.553	2.926	1560	203.188	8.385
460	156.250	2.976	1580	203.768	8.483
470	156.930	3.025	1600	204.348	8.581
480	157.607	3.074	1620	204.917	8.679
490	158.267	3.124	1640	205.477	8.777
500	158.925	3.173	1650	205.757	8.826
520	160.203	3.277	1660	206.037	8.875
540	161.461	3.376	1680	206.596	8.973
550	162.071	3.426	1700	207.146	9.071
560	162.679	3.475	1720	207.696	9.169
580	163.868	3.575	1740	208.236	9.267
600	165.036	3.674	1750	208.506	9.317
620	166.174	3.773	1760	208.775	9.366
640	167.282	3.872	1780	209.305	9.464
650	167.827	3.921	1800	209.834	9.562
660	168.371	3.970	1820	210.354	9.660
680	169.439	4.069	1840	210.874	9.758
700	170.478	4.168	1850	211.134	9.807
720	171.507	4.267	1860	211.394	9.857
740	172.516	4.366	1880	211.903	9.955
750	173.011	4.415	1900	212.450	10.053
760	173.504	4.464	1920	212.954	10.152
780	174.473	4.563	1940	213.453	10.250
800	175.422	4.662	1950	213.949	10.299

製品の選定及びご使用にあたってのお願い

- 本書でご案内する製品及び資料は、一般産業機器（各種プロセス制御、製造ライン流体制御施設）のシステムに使用される事を意図して設計、製造されたものです。
人命に直接かわるような状況の下で使用される機器やその機器の含まれているシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。
この製品をそれらの用途にご使用する計画がある場合は、事前に営業窓口にご相談ください。
- 本書でご案内する製品及び資料は、厳重な品質管理のもとに製造しておりますが部品の故障などにより人命にかかわるような設備や重大な影響が予想される設備への適用に際してはシステムの運用・維持・管理に関して安全なシステムを構築するための特別な配慮を施工してください。
- 製品において電源を必要とする型式においては、電気工事・据付工事などが必要です。
お買い上げの販売店や専門施工業者、当社販売担当にご相談ください。
工事に不備があると製品の性能が発揮できない場合や、感電や火災の原因になります。
- 流量計の原理構造上、流体密度、流体粘度、流体温度、流体圧力などが設計条件と異なる使用状況においては流量誤差が発生する場合がありますので、本書の記載にしたがい流量の補正が必要な場合があります。
- 製品をご使用の前には、関連の取扱説明書をよくお読みになり、正しくお使いください。

用途制限

- 本書に記載している資料は弊社製品をご使用のユーザ様の利便性を高める目的で記載されておりますが、本書を利用されたことにおいて生じたいかなる事象、問題について弊社は責任を負いません。
本書の利用は利用者の責任でご利用ください。

免責事項

以下のような損害に関しては当社は免責されるものとさせていただきます。

- 火災、地震、台風、火山災害、津波、船舶事故、第三者による行為、その他の事故、使用者の故意または過失、誤用、その他異常な条件下での使用により生じた損害。
- 本製品の使用または使用不能から生ずる付随的な損害。（事業利益の損失、事業の中断など含む）

掲載内容、画像内容は製品改良のために予告なく変更することがあります、あらかじめご了承ください。

本書で引用している JIS 規格などの規格番号は本書印刷時の番号版数を用いております、規格の改定廃止などにより本書と内容が異なる場合がありますが、あらかじめご了承ください。



流体工業株式会社

本社 東京都千代田区神田司町 2-2-2
〒101-0048 大森ビル

TEL 03(5298)1301
FAX 03(5298)1520

大阪営業所 大阪市中央区瓦町 2-3-10
〒541-0048 瓦町中央ビル

TEL 06(6121)6234
FAX 06(6121)6235

<http://www.ryutai.co.jp/>