

資料番号：SK8698000009

## 空気ガス用流量計の補正流量の求め方

空気 1 atm 20℃ の標準状態に置換計算する方法の考察

執筆者 高山清隆

作成年月日

2004年8月8日

はじめに

面積式流量計の校正にガスメーターを使用するにあたり、面積式流量計の流量補正式は、 $\sqrt{\quad}$ が付く温度圧力補正計算式を用いて、ガスメーターに於いては、 $\sqrt{\quad}$ が付かない温度圧力補正計算式しているために、流量校正結果に差異が生じていた。

それは20℃と言う標準温度に気をとられていたために、ガスメーターでの温度補正を行っても面積式流量計内部を流れる空気温度は、20℃ではないと言う事を見落としていた。ガスメータでの温度補正流量値を面積式流量計にプロットした上で、再度、面積式流量計の温度補正を行えば、正しいキャリブレーション値として校正できる事を確認した。

この7～8年間、流量計メーカー各社の流量計測定技術を独自に調査した結果、ガスメータでの温度補正値をそのまま面積式流量計の流量目盛値として転記していた企業もあった。時に、流量が中流量（特に、500L/min以上）になると、ガスメータが大型化して、ガスメータと校正する面積式流量計間の配管が長くなってしまい、設置条件によっては、通気する空気温度が、5～6℃は、変化してしまう。このために、校正した流量値が、約2%差異が出てくる。

この対策として考えられる事は、流量測定する作業場を温調して空気20℃に保つ。しかし、配管の絞りなどで空気温度が、20℃一定になる可能性は少ない。

この問題点を改善するために、本報告書で述べる通り実施すれば、ガスメータでの温度補正測定結果と面積式流量計での温度補正測定結果と一致する事が、検証された。

下記の内容で実務書形式にまとめた。

- 1：目的
- 2：計算式統一の必要性について
- 3：補正流量の求め方：20℃ 1 a t m 空気の標準状態の求め方
- 4：流量目盛出しの計算方法：ガスメーターでの実測
- 5：シュミレーション計算での検証

## 1 目的

この資料は、面積式流量計（浮遊式流量計）の受注から製作出荷又は、検定に至るまでの過程において、業務に関わる計算方式について述べる。

営業においては、客先仕様によって様々な仕様を受ける。ところが、一般の製品カタログの大多数は、（1 a t m 2 0℃）空気の標準状態で記載しているので、カタログ上の流量換算を行わなければならない。

また、製造現場では、ガスメーターやマスターで比較実測を行うために、正しい計算（補正計算）を行わなければいけない。

この理由は、空気でもって実測を行い、照合用計器である空気用ガスメーターを使用しているからである。

流量目盛彫刻の流量確認検査および製品組立後の製品出荷検査に於いては、重要な検査項目である流量指示確認検査がある。

このために再度、（1 a t m 2 0℃）空気の標準状態に置換した流量測定をしなければならない。

この過程に於いて、計算方法や計算式違いを行うと、正しい流量を求める事は、できない。

本資料は、流量測定の標準基本体系の一環として、まとめたものである。

## 2 計算式統一の必要性について

前述の通り、一定の流量補正計算方法を定めないと、各自バラバラな計算を行い、製品状態での流量値を保証出来なくなる。

J I S - Z - 8 7 6 1 (フロート形面積式流量計による流量測定方法) に記載されている式を展開する、。

$$\begin{aligned} \text{ガスの実流量} &= (\text{流量計の指示流量}) \\ &\times \sqrt{((101.32 + \text{異なるガスの圧力}) / (101.32 + \text{流量計記載圧力}))} \\ &\times \sqrt{((273.15 + \text{流量計記載の温度}) / (273.15 + \text{異なるガスの温度}))} \\ &\times \sqrt{((\text{流量計記載のガス密度}) / (\text{異なるガスの密度}))} \end{aligned}$$

が、示されている。

この基本式を分類して、下記の作業に適用されるように展開する。

- ① 客先仕様をカタログ上の流量ランク (換算流量) を行う場合の計算
  - S 1 / m i n 仕様の場合
  - N 1 / m i n 仕様の場合
  
- ② 組立作業現場での流量目盛出し作業で実測する場合の計算
  - ガスメーターを使用する場合
  - 面積式流量計 (マザー) を使用する場合
  
- ③ 面積式流量計組立完成後の流量換算を行う場合。
  - スタンダード流量目盛の場合 (S 1 / m i n 仕様品)
  - ノーマル流量目盛の場合 (N 1 / m i n 仕様品)

### 3 補正流量の求め方

客先仕様をカタログ上の流量ランク換算を行う。

流量計のカタログには、必ず標準流量表が記載されている。

気体の場合は、圧縮性の性質がある。

ボイルシャルルの法則により、圧力を2倍にすれば体積は1/2に圧縮する。

気体温度が1℃変化するごとに、気体体積は1/273.15ずつ変化する。

また、気体は、空気・アルゴン・窒素を始として、さまざまなガスがあるので、各種ガスの流量表を記載する事は、難しい。

このため製品カタログは、(空気 1 a t m 2 0℃) の標準状態で記載されている。各種ガスについては、空気流量換算値に置換する必要がある。

流量測定に於ける (空気 1 a t m 2 0℃) の標準状態を行う計算手法を下記の通り述べる。

手 順	事 例 紹 介
(1) ガス名、常用流量、常用ゲージ圧力 常用温度、ガスの比重 (又は密度) を確認する。	アルゴンガス、 常用流量：500 NL/MIN 常用圧力：200 KPa (G) 常用温度：20℃ のユーザー仕様を 1 atm 20℃の標準状態の換算流量 値を求める。
(2) 計算方法について  2-1 比重係数を求める。  比重係数 (C1) = $\sqrt{((\text{ガスの比重}) / (\text{空気比重}))}$ = $\sqrt{(\text{ガスの比重})}$  * 一般的にガスの密度より比重で 公表される場合が多い。 * 空気の比重を 1 としているの で、 $C1 = \sqrt{1} = 1$ となる。 * ガスの密度で計算する場合は、 次式による。 $C1 = \sqrt{((\text{ガス密度}) / 1.293)}$	左式を参考にして計算してください。  2-1 比重係数、、、、C1  アルゴンガスの比重は、1.38 である。 $C1 = \sqrt{1.38} = 1.1747$ となる。  空気の密度は、1.293 g l /NI である。

手 順	事 例 紹 介
<p>2-2 常用ゲージ圧力係数を求める。</p> <p>常用ゲージ圧力係数 (C 2)</p> $= \sqrt{\frac{(101.32 + \text{測定時のゲージ圧力})}{(101.32 + \text{測定時のゲージ圧力})}}$ $= \sqrt{101.32 / (101.32 + \text{常用ゲージ圧力})}$ <p>* 測定時のゲージ圧力は、大気解放および 1 atm 状態で測定するので、計算上は、0 (ゲージ圧力) を代入しても無視できる。</p> <p>但し、超微量流 (空気換算流量にて 500 ml/min 位までは、ゲージ圧力または、水蒸気圧力などの考慮を行う事</p> <p>* 常用ゲージ圧力は、少なくとも耐圧の 80% 以下に設定する事。</p> <p>* 1 atm は、ゼロ・ゲージ圧力であるので、C 2 = 1 となる。</p>	<p>2-2 常用ゲージ圧力係数、、、C 2</p> $C 2 = \sqrt{101.32 / (101.32 + 200)}$ $= \sqrt{101.32 / 301.32}$ $= \sqrt{0.3363}$ $= 0.5799$
<p>2-3 常用温度係数を求める。</p> <p>常用温度係数 (C 3)</p> $= \sqrt{\frac{(273.15 + (\text{常用温度}))}{(273.15 + 0)}}$ $= \sqrt{\frac{(273.15 + (\text{常用温度}))}{273.15}}$ <p>* 常用温度は、少なくとも耐熱温度の 60-70% 以下とする。</p> <p>* 指定ない場合は、20℃が主流です。</p>	<p>2-3 常用温度係数、、、C 3</p> $C 3 = \sqrt{\frac{(273.15 + 20)}{273.15}}$ $= \sqrt{293.15 / 273.15}$ $= 1.0360$

手 順	事 例 紹 介
<p>2-4 流量係数の計算</p> <p>2-4-1 ノルマル仕様の場合</p> <p>ノルマル流量係数 (K)</p> $= (\text{比重係数}) \times (\text{常用ゲージ係数}) \times (\text{常用温度係数}) \times ((273.15 + 20) / (273.15 + 0))$ $= (C1) \times (C2) \times (C3) \times 1.0732$ <p>2-4-2 スタンダード仕様の場合</p> <p>スタンダード流量係数 (K)</p> $= (\text{比重係数}) \times (\text{常用ゲージ係数}) \times (\text{常用温度係数}) \times ((273.15 + 20) / (273.15 + 20))$ $= (C1) \times (C2) \times (C3) \times 1$ <p>* 流量計のカタログは、1 atm 20℃の状態に記載されているので、0℃の状態（ノルマル状態）を20℃の状態（スタンダード状態）に置換する為に、1.0732を乗ずる。</p>	<p>2-4-1 流量係数、,,,,、K</p> $K = (C1) \times (C2) \times (C3) \times 1.0732$ $= 1.1747 \times 0.579 \times 1.036 \times 1.0732$ $= 0.7562$
<p>2-5 空気換算常用流量の計算</p> <p>空気換算常用流量 (Q)</p> $= (\text{ガスの常用流量}) \times (\text{流量係数})$ $= Q1 \times K$	<p>2-5 空気換算常用流量の計算</p> <p>空気換算常用流量 (Q)</p> $= 500 \times 0.7562$ $= 378.1 \text{ SL/MIN}$
<p>2-6 空気換算最大流量の計算</p> <p>空気換算最大流量</p> $= \text{空気換算常用流量} \div 0.6$ <p>0.6の係数は、経験値である。 ゲージ圧力が変化してもフロートが流量目盛の6割前後に収まる様にしたものである。</p>	<p>2-6 空気換算最大流量の計算</p> <p>空気換算最大流量</p> $= 378.1 \div 0.6$ $= 630.1 \text{ SL/MIN}$ <p>空気 20℃ 1 atm 換算流量値である。</p>

ユーザー仕様を空気換算流量に置換すると、下記の通りになる	
ユーザー仕様	空気換算最大流量値の確認
アルゴンガス、 常用流量：500 NL/MIN 常用ゲージ圧力：200 KPa(G) 常用温度：20℃ のユーザー仕様を 1 atm 20℃の 標準状態の換算流量値を求める。	アルゴンガス、 常用流量：500 NL/MIN 常用ゲージ圧力：200 KPa(G) 常用温度：20℃ の時、最大流量は、 833.3 NL/MINとなる。 * 500 ÷ 0.6 = 833.3  このアルゴンガス最大流量値を 1 atm 20℃の標準状態の空気換算最大流量 に置換すると、613.08 SL/MIN になる。
ガスメーターでの実測及び確認	注意点
アルゴンガス流量：833.3 NL/MIN が空気換算流量に置換すると、 613.08 SL/MIN であるので、この流量 の比を求めると、次の様 になる。  係数 = 833.3 / 630.1 = 1.322  故に、ガスメーター指示値にこの係数 1.359 を乗じると、アルゴンガスの 客先仕様の流量目盛を校正している事に ほかならない。	ガスメーター指示値にこの係数 1.322 を乗じると、アルゴンガス の流量補正目盛値を求める事が、できる。

### 3 流量目盛だしの計算方法について

ガスメーターでの実測（渦式流量計でも同様であるが）は、絶対的に信頼している（株）シナガワの湿式ガスメーターを使用している。

ガスメーターは室温が20℃で温調されている作業場に設置している。

空気においても空気タンクをその作業場に設置している。

が、空気流量によって、若干の空気温度が変化する。つまり、吹き出しの空気温度が冷える現象である。このために、湿式ガスメーターの出口側に温度計を取り付けて、空気温度の確認を行っている。

計算の詳細は、次ページ以降のシュミレーション例を参照していただきたい。

ここでは、注意事項（手順）を述べる。



3-1 前項で述べた手順に従い、20℃ 1 atm 空気換算流量を計算する。  
空気温度が20℃であれば、ガスメーターでの空気通過流量値をそのまま面積式流量計の流量目盛として、転記すればよい。(シュミレーション：その5参照)  
しかし、ガスメーターや面積式流量計の中を流れる空気温度が、20℃以外の時は、シュミレーションでの事例の様に、ガスメーターでの温度補正とフローメーターでの温度補正を行う。

3-2 まず、ガスメーターで空気通過実測流量を求めるとともに、ガスメーターを流れる空気温度を測定する。  
この時、ガスメーターは、20℃のスタンダード流量目盛であるので、ボイル・シャルルの法則により、20℃の時の換算流量を求める。

$$\begin{aligned} & \text{ガスメーターでの補正流量 (20℃)} \\ & = \text{(ガスメーターでの実流量)} \\ & \times (273.15 + 20) / (273.15 + \text{ガスメーターを通過する空気温度}) \end{aligned}$$

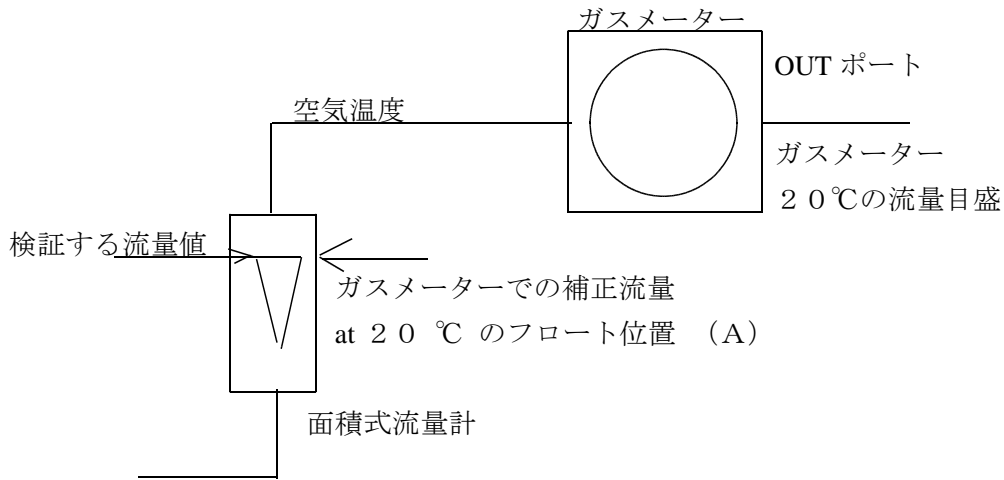
ガスメーターは、20℃のスタンダード流量目盛である為。

3-3 次に、面積式流量計で流量計目盛付けする場合の注意点である。  
空気温度が、仮に30℃あったとする。ガスメーターで、20℃に補正した流量を求めプロットしたとしても、面積式流量計の中を流れる空気温度は、30℃である。  
よって、面積式流量計の空気温度補正として、20の状態に補正しなければならない。

$$\begin{aligned} & \text{ガスメーターでの補正流量 (20℃)} \\ & = \text{(流量計の指示流量値)} \\ & \times \sqrt{((273.15 + \text{流量計記載の温度}) / (273.15 + \text{実際似流れる空気温度}))} \end{aligned}$$

故に、ガスメーターでの補正流量値(20℃)を√がついた温度補正值で割ると、フローメーターでの20℃の補正流量が求められる。

#### 4 シュミレーション



上記の様に、面積式流量計の out ポートを湿式ガスメーターに接続する。

面積式流量計は、客先仕様によって製作された流量計である。

ガスメーターは、20°Cで校正されている。メーターの流量目盛は、20°Cでの流量表示である。

面積式流量計の流量補正式は、 $\sqrt{\quad}$ の付く計算式であるが、ガスメーターの流量補正式は、 $\sqrt{\quad}$ が付かない計算式である。

しかし、検証すると、ガスメーターでの流量補正式での補正結果と面積式流量計での流量補正式の補正結果は、一致することがわかった。

以下、シュミレーションで検証したい。

シュミレーションの結果、面積式流量計の流量目盛出しに於いて、ガスメーターの流量測定結果を、そのまま転記しても問題ないことが、わかった。

#### 4-1 シュミレーション：その1

事例内容：ガスメーター流量指示値：150 L/MIN 空気温度：30℃の場合

- ① ガスメーターで実測したら、150 L/MIN at 30℃だったとする。  
この時、20℃の流量目盛であるガスメーターの流量補正流量は、次の様になる。

$$\begin{aligned} Q &= 150 \times (273.15 + 20) / (273.15 + 30) \\ &= 150 \times 293.15 / 303.15 \\ &= 150 \times 0.9670 \\ &= 145.0520 \text{ L/MIN} \end{aligned}$$

ボイルシャルルの法則で求める。

ガスメーターでの20℃に於ける補正流量は、145.0520 L/MIN となる。(フロートの位置は、Aの位置である。：10頁参照)

- ② 次に、面積式流量計のフロート位置を 145.0520 L/MIN としてプロットする。  
③ 流量計の中を流れる空気の温度は、30℃であるので、20℃の状態に補正を行わなければならない。

$$Q = (\text{流量計の指示流量}) \times \sqrt{((273.15 + (\text{流量計記載温度})) / ((273.15 + (\text{実際の空気温度})))}$$

$$\begin{aligned} 145.052 &= Q \times \sqrt{((273.15 + 20) / (273.15 + 30))} \\ &= Q \times \sqrt{293.15 / 303.15} = Q \times 0.9834 \end{aligned}$$

故に、 $Q = 145.052 / 0.9834 = 147.5001 \text{ L/MIN}$  となる。

よって、流量計の20℃状態での流量指示値は、147.5 L/MIN である。

- ④ ここで見落としてならないのは、湿式ガスメーターから転記した換算流量値から20℃の補正流量値である。面積式流量計の中を流れている空気の実際の温度は、30℃であるので、体積膨張した状態下にある。  
⑤ よって、次に面積式流量計の補正式で再度修正を加える。

$$\begin{aligned} &\text{ガスメーターでの補正流量：20℃} \\ &= (\text{流量計の指示値：20℃} \\ &\times \sqrt{((273.15 + \text{流量計記載温度}) / (273.15 + \text{実際に流れる空気温度}))} \\ &= 147.5001 \times \sqrt{(273.15 + 20) / (273.15 + 30)} \\ &= 147.5001 \times \sqrt{(293.15 / 303.15)} = 147.5001 \times 0.9834 \\ &= 145.0520 \text{ L/MIN (20℃)} \end{aligned}$$

故に、ガスメーターの補正流量値(20℃)と面積式流量計の補正流量値(20℃)は、一致することが、計算上で検証できた。

#### 4-2 シュミレーション：その2

事例内容：ガスメーター流量指示値：200 L/MIN 空気温度：50℃の場合

- ① ガスメーターで実測したら、200 L/MIN at 50℃だったとする。  
この時、20℃の流量目盛であるガスメーターの流量補正流量は、次の様になる。

$$\begin{aligned} Q &= 200 \times (273.15 + 20) / (273.15 + 50) \\ &= 200 \times 293.15 / 323.15 \\ &= 200 \times 0.9072 \\ &= 181.44 \text{ L/MIN} \end{aligned}$$

ボイルシャルルの法則で求める。

ガスメーターでの20℃に於ける補正流量は、181.44 L/MIN となる。(フロートの位置は、Aの位置である。：10頁参照)

- ② 次に、面積式流量計のフロート位置を 181.44 L/MIN としてプロットする。  
③ 流量計の中を流れる空気の温度は、50℃であるので、20℃の状態に補正を行わなければならない。

$$\begin{aligned} Q &= (\text{流量計の指示流量}) \\ &\times \sqrt{((273.15 + (\text{流量計記載温度})) / ((273.15 + (\text{実際の空気温度})))} \\ 181.44 &= Q \times \sqrt{((273.15 + 20) / (273.15 + 50))} \\ &= Q \times \sqrt{293.15 / 323.15} = Q \times 0.9525 \end{aligned}$$

故に、 $Q = 181.44 / 0.9525 = 190.4882 \text{ L/MIN}$  となる。

よって、流量計の20℃状態での流量指示値は、190.4882 L/MIN である。

- ④ ここで見落としてならないのは、湿式ガスメーターから転記した換算流量値から20℃の補正流量値である。面積式流量計の中を流れている空気の実際の温度は、50℃であるので、体積膨張した状態下にある。  
⑤ よって、次に面積式流量計の補正式で再度修正を加える。

$$\begin{aligned} &\text{ガスメーターでの補正流量：20℃} \\ &= (\text{流量計の指示値：20℃} \\ &\times \sqrt{((273.15 + \text{流量計記載温度}) / (273.15 + \text{実際に流れる空気温度}))} \\ &= 190.4882 \times \sqrt{(273.15 + 20) / (273.15 + 50)} \\ &= 190.4882 \times \sqrt{(293.15 / 323.15)} = 190.4882 \times 0.9525 \\ &= 181.44 \text{ L/MIN (20℃)} \end{aligned}$$

故に、ガスメーターの補正流量値(20℃)と面積式流量計の補正流量値(20℃)は、一致することが、計算上で検証できた。

#### 4-3 シュミレーション：その3

事例内容：ガスメーター流量指示値：50 L/MIN 空気温度：15℃の場合

- ① ガスメーターで実測したら、50 L/MIN at 15℃だったとする。  
この時、20℃の流量目盛であるガスメーターの流量補正流量は、次の様になる。

$$\begin{aligned} Q &= 50 \times (273.15 + 20) / (273.15 + 15) \\ &= 50 \times 293.15 / 288.15 \\ &= 50 \times 1.0353 \\ &= 51.765 \text{ L/MIN} \end{aligned}$$

ボイルシャルルの法則で求める。

ガスメーターでの20℃に於ける補正流量は、51.765 L/MIN となる。(フロートの位置は、Aの位置である。：10頁参照)

- ② 次に、面積式流量計のフロート位置を 51.765 L/MIN としてプロットする。  
③ 流量計の中を流れる空気の温度は、15℃であるので、20℃の状態に補正を行わなければならない。

$$\begin{aligned} Q &= (\text{流量計の指示流量}) \\ &\times \sqrt{((273.15 + (\text{流量計記載温度})) / ((273.15 + (\text{実際の空気温度})))} \\ 51.765 &= Q \times \sqrt{((273.15 + 20) / (273.15 + 15))} \\ &= Q \times \sqrt{293.15 / 288.15} = Q \times 1.0174 \end{aligned}$$

故に、 $Q = 51.765 / 1.0174 = 50.880 \text{ L/MIN}$  となる。

よって、流量計の20℃状態での流量指示値は、50.880 L/MIN である。

- ④ ここで見落としてならないのは、湿式ガスメーターから転記した換算流量値から20℃の補正流量値である。面積式流量計の中を流れている空気の実際の温度は、15℃であるので、体積縮小した状態下にある。  
⑤ よって、次に面積式流量計の補正式で再度修正を加える。

$$\begin{aligned} &\text{ガスメーターでの補正流量：20℃} \\ &= (\text{流量計の指示値：20℃} \\ &\times \sqrt{((273.15 + \text{流量計記載温度}) / (273.15 + \text{実際に流れる空気温度}))} \\ &= 50.880 \times \sqrt{(273.15 + 20) / (273.15 + 15)} \\ &= 50.880 \times \sqrt{(293.15 / 288.15)} = 50.880 \times 1.0174 \\ &= 51.765 \text{ L/MIN (20℃)} \end{aligned}$$

故に、ガスメーターの補正流量値(20℃)と面積式流量計の補正流量値(20℃)は、一致することが、計算上で検証できた。

#### 4-4 シュミレーション：その4

事例内容：ガスメーター流量指示値：20 L/MIN 空気温度：0℃の場合

- ① ガスメーターで実測したら、20 L/MIN at 0℃だったとする。  
この時、20℃の流量目盛であるガスメーターの流量補正流量は、次の様になる。

$$\begin{aligned} Q &= 20 \times (273.15 + 20) / (273.15 + 0) \\ &= 20 \times 293.15 / 273.15 \\ &= 20 \times 1.0732 \\ &= 21.464 \text{ L/MIN} \end{aligned}$$

ボイルシャルルの法則で求める。

ガスメーターでの20℃に於ける補正流量は、21.464 L/MIN となる。(フロートの位置は、Aの位置である。：10頁参照)

- ② 次に、面積式流量計のフロート位置を 21.464 L/MIN としてプロットする。  
③ 流量計の中を流れる空気の温度は、0℃であるので、20℃の状態に補正を行わなければならない。

$$\begin{aligned} Q &= (\text{流量計の指示流量}) \\ &\times \sqrt{((273.15 + (\text{流量計記載温度})) / ((273.15 + (\text{実際の空気温度})))} \\ 21.464 &= Q \times \sqrt{((273.15 + 20) / (273.15 + 0))} \\ &= Q \times \sqrt{293.15 / 273.15} = Q \times 1.0360 \end{aligned}$$

故に、 $Q = 21.464 / 1.0360 = 20.7181 \text{ L/MIN}$  となる。

よって、流量計の20℃状態での流量指示値は、21.7181 L/MIN である。

- ④ ここで見落としてならないのは、湿式ガスメーターから転記した換算流量値から20℃の補正流量値である。面積式流量計の中を流れている空気の実際の温度は、0℃であるので、体積膨張した状態下にある。  
⑤ よって、次に面積式流量計の補正式で再度修正を加える。

$$\begin{aligned} &\text{ガスメーターでの補正流量：20℃} \\ &= (\text{流量計の指示値：20℃} \\ &\times \sqrt{((273.15 + \text{流量計記載温度}) / (273.15 + \text{実際に流れる空気温度}))} \\ &= 20.7181 \times \sqrt{(273.15 + 20) / (273.15 + 0)} \\ &= 20.7181 \times \sqrt{(293.15 / 273.15)} = 20.7181 \times 1.0360 \\ &= 21.464 \text{ L/MIN (20℃)} \end{aligned}$$

故に、ガスメーターの補正流量値(20℃)と面積式流量計の補正流量値(20℃)は、一致することが、計算上で検証できた。

4-5 シュミレーション：その5

事例内容：ガスメーター流量指示値：10 L/MIN 空気温度：20 °Cの場合

- ① ガスメーターで実測したら、10 L/MIN at 20 °Cだったとする。  
この時、20 °Cの流量目盛であるガスメーターの流量補正流量は、次の様になる。

$$\begin{aligned} Q &= 10 \times (273.15 + 20) / (273.15 + 20) \\ &= 10 \times 293.15 / 293.15 \\ &= 10 \times 1 \\ &= 10 \text{ L/MIN} \end{aligned}$$

ボイルシャルルの法則で求める。

ガスメーターでの20 °Cに於ける補正流量は、10 L/MIN  
となる。(フロートの位置は、Aの位置である。：10頁参照)

- ② 次に、面積式流量計のフロート位置を10 L/MINとしてプロットする。  
③ 流量計の中を流れる空気の温度は、20 °Cであるので、20 °Cの状態に補正を行わなければならない。

$$\begin{aligned} Q &= (\text{流量計の指示流量}) \\ &\quad \times \sqrt{((273.15 + (\text{流量計記載温度})) / ((273.15 + (\text{実際の空気温度})))} \\ 10 &= Q \times \sqrt{((273.15 + 20) / (273.15 + 20))} \\ &= Q \times \sqrt{293.15 / 293.15} = Q \times 1 \\ \text{故に、} Q &= 10 / 1 = 10 \text{ L/MIN} \text{ となる。} \end{aligned}$$

よって、流量計の20 °C状態での流量指示値は、10 L/MINである。

- ④ ここで見落としてならないのは、湿式ガスメーターから転記した換算流量値から20 °Cの補正流量値である。面積式流量計の中を流れている空気の実際の温度は、20 °Cであるので、体積は変化していない状態にある。  
⑤ よって、次に面積式流量計の補正式で再度修正を加える。

$$\begin{aligned} &\text{ガスメーターでの補正流量：20 °C} \\ &= (\text{流量計の指示値：20 °C} \\ &\quad \times \sqrt{((273.15 + \text{流量計記載温度}) / (273.15 + \text{実際に流れる空気温度}))} \\ &= 10 \times \sqrt{(273.15 + 20) / (273.15 + 20)} \\ &= 10 \times \sqrt{(293.15 / 293.15)} = 10 \times 1 \\ &= 10 \text{ L/MIN (20 °C)} \end{aligned}$$

故に、ガスメーターの補正流量値(20 °C)と面積式流量計の補正流量値(20 °C)は、一致することが、計算上で検証できた。