

空圧弁高速切換機構の開発

1. はじめに

気体の質量流量を精密に測定する素子に臨界ノズルが用いられる⁽¹⁾。その臨界ノズルを通過する気体の質量流量を、天秤を用いた静的秤量式で測定する場合、下流側で二つに流路が枝分かれしている装置を用い、初めに一方の流路に、流れ場が安定になるまで気体を流し、安定を確認した後に、測定する秤量タンク側の流路に瞬時に切り換える。このとき、切換機構が具備すべき条件には次のことが挙げられる。

- (1) 流路の切り換え時に、同時に双方の出口側に流体が流れ出ることがないこと。
- (2) 流れている流体の流れ状態が、測定に影響を及ぼさない程度に、切り換え時間が短い (10ms 以内) こと
- (3) 弁の動作時間が短いこと。

通常、流路の切り換えには三方弁が主に使用されるが、一般的な三方弁では下流の二つの流路に同時に流れる時間が必ず生じる。したがって、上記の用途には不向きであるため、三方弁は用いずに、流路を2系統に分岐させ、それぞれに空圧弁を設置して流路の切り換えに使用する方法を開発した。

空圧弁の駆動用流体 (空気) の供給には電磁弁を用いる。空圧弁は、その駆動用の作動流体の圧力を許容最大圧で駆動させれば、動作速度を1~3ms程度の短い時間で動作させることができる。しかし、空圧弁駆動用の作動流体をオン/オフするために使用されている電磁弁は、通電してから電磁弁が開くまでに15~30ms程度の時間遅れを伴っている。流路の切り換えのために、それぞれの流路の電磁弁に同時に信号を与えても、各弁の動作時間のばらつきを考慮すると、2系統が閉塞されている時間が確保される保証がなく、また確認する手段もない。

この課題を解決するために、切り換え動作を高速化できるように開発した機構を以下に紹介する。なお、この機構は特許を取得している⁽²⁾。

2. 機構

図1にブロック図、図2にタイムチャートを示す。下流の枝分かれした二つの流路にそれぞれ空圧弁を独立に設置し、それぞれの空圧弁は駆動用の作動流体 (空気) をオン/オフするための電磁弁が設置されている。空圧弁の一方は常開弁、他方は常閉弁となっている。それぞれの空圧弁には弁作動状態を検出するために、各弁体の移動位置に対応した直流電圧を、分解能

0.3μmで検出できる渦電流損式変位センサが取り付けられている。これらの変位センサは各弁体のタイムチャートに示す移動位置に対応する直流電圧を出力可能となっている。これの検出信号はそれぞれ比較回路に供給されて、各弁の動作位置が判別される。

具体的には、接点-1が閉じられて常開弁 (AV-1) の閉じ動作開始する時点 T1、その閉じ動作終了時点 (完全に閉じた時点) T3の2点が検出され、常閉弁の開き動作開始時点 T4、その開き動作終了時点 (完全に開いた時点) T5の2点が判別される。これらの判別結果は、制御回路に供給され、判定結果に基づき、流路閉鎖時間幅 t_1 (時点 T3から時点 T4までの時間幅) および常閉弁の動作時間幅 t_2 (時点 T4から時点 T5までの時間幅) を算出し、この算出結果を表示器に表示させる。この制御回路に操作部から操作者が、常閉弁を駆動するための電磁弁への通電開始点 T2を入力可能となっている。制御回路では、入力された時点 T2に対応する電圧値を、電圧比較器の基準電圧として設定する。

電圧比較器には常開弁の動作位置を表すセンサ出力が供給されていて、センサ出力の電圧値が、基準電圧 (すなわち T2時の電圧) に一致すると、他方の常閉弁駆動用の電磁弁に駆動信号を出力する。この時点 T2の値を操作者が設定することにより、常開弁の閉じた時点 T3から常閉弁 (AV-2) が開き始める時点 T4までの所要時間 t_1 、すなわち同時に2系統に流れないで閉塞している時間を調整できる。ここで、この閉塞時間の調整をより確実に行えるようにするために、電磁弁 (SV-1) から常開弁 (AV-1) までの作動流体 (空気) の配管を細く、かつ長くするか、あるいは途中で絞り弁を設置するかして、作動流体に抵抗を持たせて動作時間を故意に長く (約 20ms) した。

これらのことにより、常閉弁 (AV-2) が開き始める時点 T4が設定しやすくなり、閉塞時間 t_1 を2~3msに調節することが可能となった。それぞれの点 (T1~T5) は電氣的に容易に検出/表示できるのでそのつど確認することができる。

図3、図4にわれわれが実際に行っている静的秤量式の気体流量測定装置に搭載された電磁弁や空圧弁の写真を示す。

3. おわりに

従来にない、流体流路の切換機構を

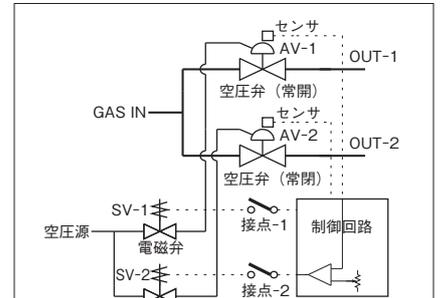


図1 ブロック図

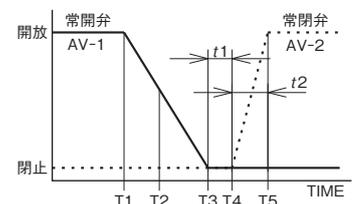


図2 タイムチャート

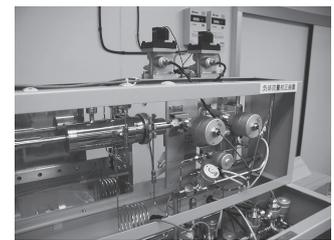


図3 気体流量測定装置

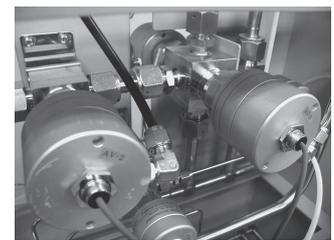


図4 高速切換空圧弁

開発することができた。天秤を用いた静的秤量式による気体の質量流量測定の高精度化に役立っている。この方法は (独) 産業技術総合研究所の気体流量標準研究室 気体流量国家標準器に採用されている。今後、流体搬送、とくに気体搬送の分野での応用を図る予定である。

(原稿受付 2010年1月29日)

[八鍬武史 (株) 平井システム事業部 技術研究所]

●文献

- (1) 中尾辰一・高本正樹, 気体用微小質量流量校正装置の開発と標準移転用流量計としての音速ノズルの特性, 日本機械学会論文集, 65-630, B (1999), 267-273.
- (2) 特許出願公開番号; 特開平 11-22853.