

モータ方式ガス遮断弁

渡部 伸也 門間 俊也
野間 厚

最近、中越地震など大きな震災が続いており、ライフラインは機能面のみならず異常時の安全性および復旧性にも関心が高まっている。

ライフラインの中で、家庭で使用されているエネルギー形態には、電気、ガス、灯油などがある。主に熱源として利用されているガスは、瞬時に大きな熱量が得られるために、ほとんどの家庭に供給されている身近なエネルギーであるが、ガスが漏れてしまうと人体への影響や爆発の事故を引き起こしやすいという危険な面も持っている。

そのため、ガスを安全に利用するための機能部品として、ガスの使用量を計測するメータには遮断弁が搭載されている。遮断弁は、異常時に内蔵されたマイコンの指令によってガスの供給をストップ（遮断）させる弁機構であり、往復直線運動により駆動するソレノイド*1)を応用したものが使用されているが、遮断の解除（復帰）には手動操作が必要である。

当社では、復帰動作も遠隔操作したいというニーズに応えるべく、蓄積したモータ技術と遮断弁技術を融合させ、遮断と復帰が行えるモータ方式双方向機能遮断弁を、1995年に業界で初めて商品化した。

モータ方式ガス遮断弁はこれまでLPガスの一部で使用されていたが、ガスメータが大量更新される時期を迎えて、都市ガスにもその用途を広げようとしている。

本記事では、今後のガスメータの主流となるモータ方式ガス遮断弁について、従来のソレノイド方式遮断弁と比較して紹介する。

遮断弁の役割と新たな要求

現在、LPガスおよび都市ガスの使用世帯数は、どちらも約2600万世帯あり、事故防止の観点から1983年に安全機能を内蔵した「マイコンメータ」(写真1)が登場し、1999年にはほぼ100%設置されている。

マイコンメータは、震動やガスの使用状況を監視し、大きな地震やマイコンメータへの衝撃、ガス漏れ、ガス器具の消し忘れなど、異常と判断した場合に内蔵された遮断弁を駆動し、ガスの流路を遮断する。再びガスを使用

*1)ソレノイドとは、交流または直流の電流をコイルに流して磁化し、鉄心を動かすことにより、電磁エネルギーを機械的直線運動に変換するプランジャ（ピストン）形の電磁石である。



写真1 マイコンメータ

する場合には、復帰ボタンを手で押込み、手動で遮断弁を復帰させる。異常が解消されたことをマイコンで判断した後、ガスが使用可能状態となる。

さらに安全性を維持するために、マイコンメータは年式により7年または10年周期での交換も義務付けられているが、メータの検針値、保守情報などをセンターで監視する集中監視システムを普及させるために、通信機能を内蔵したマイコンメータも登場してきた。それに合わせて遮断弁に対しては、通信機能を利用して、遠隔操作で復帰できるようにしたいという要求があり、双方向機能を持ったソレノイド方式遮断弁の開発要請があった。

ニーズの一例として、大きな地震が発生した時には広範囲の地域でマイコンメータ内の遮断弁が動作し、ガスが使用できなくなるという状況がある。その時、復帰方法の問い合わせがセンターに殺到するが、センターから遠隔操作できれば、混乱を招かずに早期の復旧が可能となる。

従来のソレノイド方式遮断弁

当社では、ソレノイド、モータ等の駆動部品およびその応用製品の開発、設計を行っており、ソレノイドを応用した製品として、ガス遮断弁を製造している(写真2)。



写真2 ソレノイド方式遮断弁

ガスメータは、内蔵電池（3V程度）で動作し、電池交換なしで交換時期（最大10年間）まで動作し続ける必要があり、内蔵されるガス遮断弁も電池電圧で、かつ、低消費電力での動作を要求されている。

ガス遮断弁の消費電力を抑えるため、ガス遮断動作時のみ電力を使用する構造のソレノイド方式遮断弁が考案された。その構造と動作は、弁体を有した鉄心をマグネットの磁束で常時自己保持することで、電力供給なしで弁を開放状態にしている。そして遮断信号の入力と共にコイルへの通電で発生させた磁界でマグネットの磁束を打ち消し、内蔵しているスプリング力で弁体を動かして遮断させる機構になっている。単方向機能（遮断機能）遮断弁の構造を図1に示す。

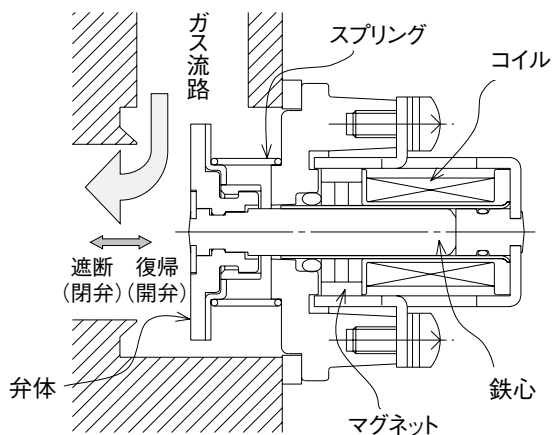


図1 単方向機能（遮断機能）遮断弁

この場合は、自己復帰ができず、ガスを使用するために弁を復帰状態にするには手動操作が必要となる。

その後、復帰時の手動操作を不要とする、復帰機能を有したソレノイド方式双方向機能遮断弁も考案された。

ソレノイドの基本的特性は、ストローク（ギャップ）が大きくなると吸引力が小さくなる特性であり、ソレノイド

の吸引力とストロークの関係および負荷の関係を図2に示す。復帰を行う場合、弁にはガスの圧力による背圧が大きな負荷としてかかっているために、最もストローク（ギャップ）が大きい復帰開始時でも、負荷に対し十分な吸引力を確保できるように、ソレノイド仕様や駆動電圧仕様を設定しなければならない。

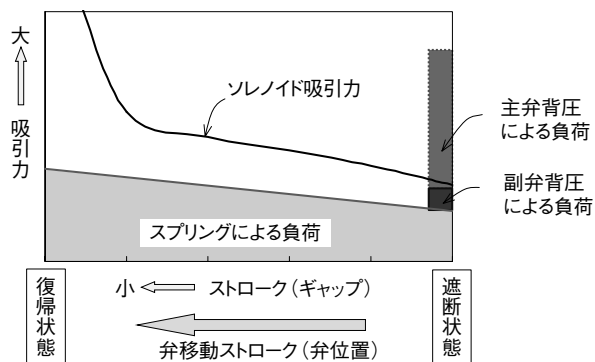


図2 ソレノイド吸引力とストロークおよび負荷の関係

単方向機能遮断弁の構造では、非常に大きな吸引力が必要になるため、図3のような弁を複数備えた複弁構造にして背圧負荷の小さい副弁から開け、ガスの圧力を逃がすことで主弁にかかる背圧負荷を小さくしてから、主弁をスプリング2によって開ける必要がある。それでも駆動電圧の昇圧やコイルスペースの大幅増により大きな吸引力を確保しなければならない。したがって、構造の複雑化、部品点数増、コイルスペース増によりコストも従来の単方向機能遮断弁に対し大幅にアップとなる。

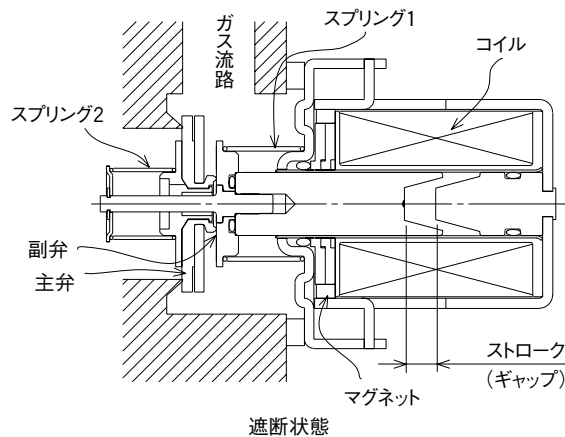


図3 双方向機能（遮断・復帰機能）遮断弁

独自発想のモータ方式遮断弁

前に述べたソレノイド方式遮断弁の課題・欠点を補うため、当社が保有するステッピングモータ技術を活用し、

モータの回転トルクをガス遮断弁の復帰に使用することで、弁の使用ストロークに影響されない出力が得られると考え、弁体をモータで駆動する新しい方式（図4）を開発し、双方向機能の遮断弁を商品化した。

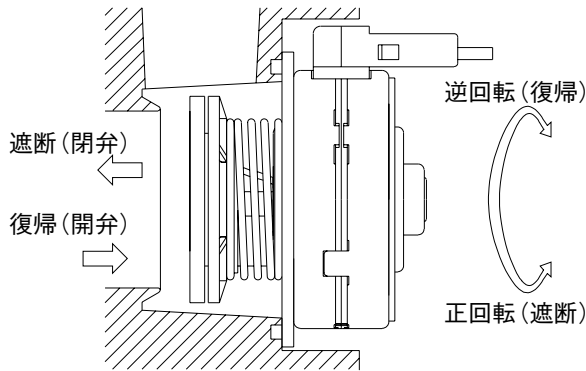


図4 モータ方式による遮断と復帰

長年培ってきたステッピングモータ技術を応用して開発したモータ方式遮断弁について以下に説明する。

ステッピングモータは、パルス入力によって一定角度ずつ回転するモータであり、主にプリンタ等OA機器に使用されている制御用モータである。

モータ方式遮断弁の基本構造は、弁体を駆動させる機構とガスをシールドする機能をステッピングモータに組合せたものであり、構造を図5に示す。

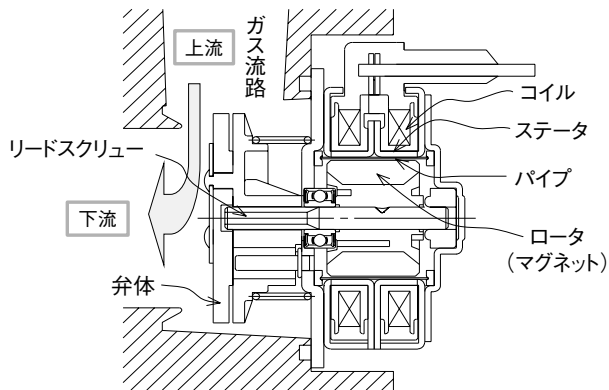


図5 モータ方式遮断弁

まず弁体を駆動させる機構は、モータシャフトのリードスクリュー溝と、弁体に一体成形しためねじを吻合することでシンプルな構造とし、モータの回転トルクをそのまま弁体の推力として使用できるようにした。

ステッピングモータは図6に示す通り、スピードが遅いとトルクが大きく、スピードが速いとトルクが小さくなる特性があり、スピードも回転中に自在に変化させるこ

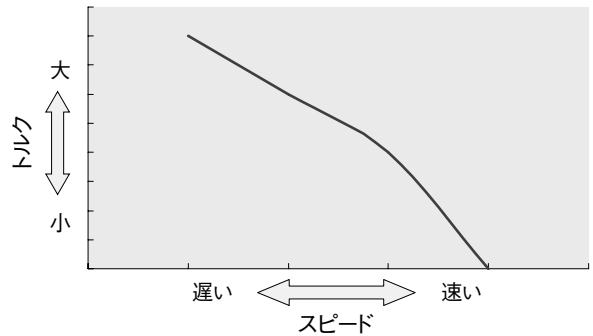


図6 ステッピングモータのトルク特性

とができるため、スピード制御により弁体の推力のコントロールが可能である。それによって、弁体に加わる背圧負荷が大きい復帰開始時には、推力の大きい遅いスピードで駆動し、ガスが流れ出して弁体の上流と下流のガスの圧力差が小さくなり弁体に加わる背圧負荷が小さくなった時には、速いスピードで弁体を駆動させて駆動時間すなわち通電時間を短くし、省電力化を実現した。

このように、モータ方式では必要な推力が得られるため、ソレノイドではできなかった単弁構造での復帰動作が可能となり、部品点数を減らすことで簡素な構造にすることができた。モータ推力と負荷の関係を図7に示す。

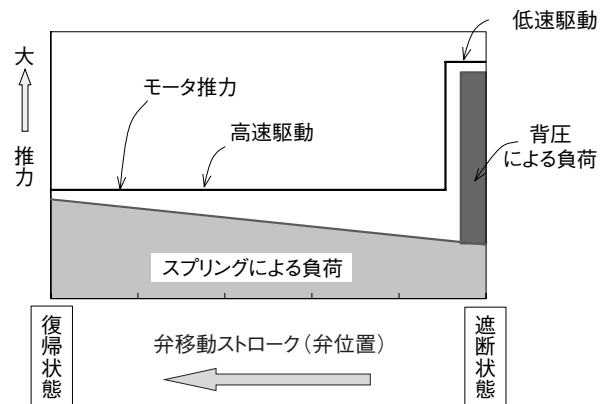


図7 モータ推力と負荷の関係

次にガスをシールドする構造について図8に示す。遮断弁はガス通路の外側から取付けられるため、ガス通路を開閉する弁体の他に、ガス通路と外気とをシールドする構造が必要である。すぐに考えられるのは、駆動軸（リードスクリュー）にOリングを取付ける方法であるが、単純に負荷が増えてしまう。また、稼動する頻度が少なく長期使用（最大10年間）を考慮するとグリースや油の負荷の変動が予想され、採用できない。そこでモータ方式遮断弁では、モータ内部の可動部である回転子（ロータ）

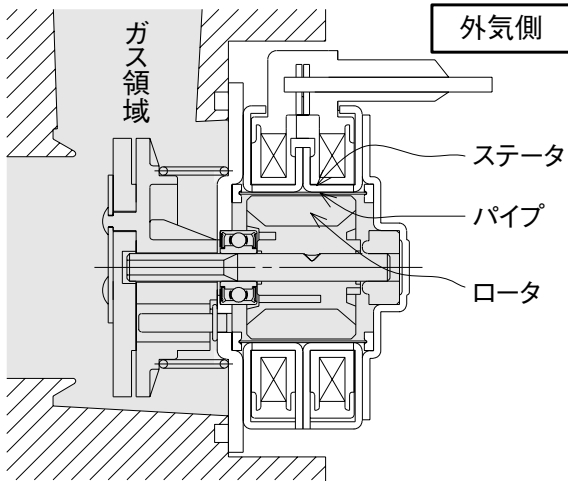


図8 モータ方式遮断弁のシールド構造

と、コイルを巻いた固定子（ステータ）との間を薄い筒状の部品（パイプ）で遮断しシールドする構造とした。回転子、軸受けをガス中に入れてしまうことで、シールド構造での摺動負荷を無くすることができる。

特性比較を表1に示す。モータ方式遮断弁は、双方向機能のソレノイド方式遮断弁に対し、小型化、低コストが可能である。さらにソレノイド方式遮断弁の場合、マイコンからの信号によらない何らかの衝撃によって誤って遮断してしまう衝撃遮断があったが、モータ方式遮断弁の場合は衝撃による誤遮断が無くなるメリットもある（写真3）。

表1 主な特性比較例

	モータ方式遮断弁	ソレノイド方式遮断弁 (双方向機能)
重量	82g	220g
体積	約19.2cm ³ (20mm × φ35)	約38.5cm ³ (48mm × φ32)
衝撃遮断	衝撃遮断なし	約294m/s ²

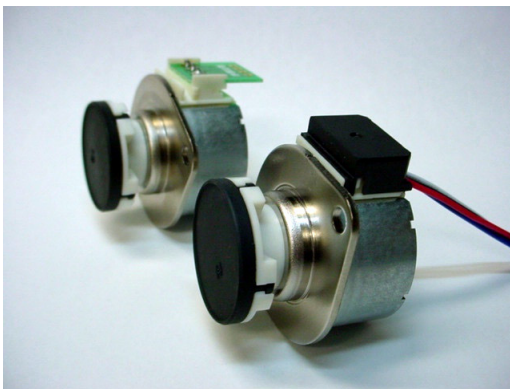


写真3 モータ方式遮断弁

おわりに

ガスは、燃料電池との組み合わせも含め、今後のクリーンエネルギー源の一つとして注目されている。しかし一方では、電力、ガス小売自由化により、電力・ガス会社の相互参入、自由競争など市場環境の変化が必至であり、マイコンメータもコスト競争が激しくなっている。

それらの背景もあり、マイコンメータ製造各社でモータ方式遮断弁の良さが認知され、新メータへの採用に向けての検討が進んでいる状況にある。

今後は改良を重ね、さらに消費電力の少ない遮断弁を開発してシェア拡大を図る考えである。 ◆◆

● 筆者紹介

渡部伸也：Shinya Watanabe. 沖マイクロ技研株式会社 技術部 開発2課 課長

門間俊也：Syunya Monma. 沖マイクロ技研株式会社 技術部 開発2課 係長

野間厚：Atsushi Noma. 沖マイクロ技研株式会社 技術部 開発2課