

第3回 電磁流量計

(有)計装プラザ 代表取締役 佐鳥 聡夫
さとり としお

1. 名前の由来

電磁流量計は、電気と磁気の相互作用を利用する流量計です。19世紀にこの原理を見出したイギリスのファラデーは、地磁気を利用してテムズ川の流速を測ろうとしたが、失敗したと伝えられています。原理自体は古くから知られていましたが、流量計として実用化されたのは1950年代です。

2. 動作原理

図1に示すように、磁界の中を導電性液体が流れると、流れと直角の方向に、流速に比例した起電力を生じます。原理としては発電機と同じです。流量計の管体パイプは非磁性のステンレス鋼で作るのが一般的ですが、起電力がショートして消えないよう、電極をパイプから絶縁し、さらにパイプの内側も絶縁性物質で内張りします。

3. 電磁流量計の特長

流量計には、形式ごとにそれぞれ

れ得意不得意の応用分野があります。したがって、形式別のマーケットシェアもなかなか変わりません。しかし、電磁流量計は幾多の改良を経て次第に応用分野を広げ、現在国内の流量計形式別シェアの20%を占めるまでになりました。

このような成長をもたらした理由は、以下に挙げる特長に求められます。

1) 管内に障害物がない

管体内部に機構部品がなく、電極も管壁に配置されているため、流れを妨げるものがまったくありません。これに伴い、次の特長が生じます。

圧力損失ゼロ

(口径10mm以下は、内部で管路を絞るため圧損あり)

スラリーも測定可能

構造が簡単で、故障し難い

清掃・保守に手間がかからない

2) 耐食性、耐磨耗性がよい

接液部の材質は測定対象に同じ、フッ素樹脂、ゴム、セラミックなど様々なものから選べます。

したがって、耐食性や耐磨耗性を高めることができます(計装プラザ <http://www.keisoplaza.co.jp/> に材質選定表があります)。

3) 密度・粘度の影響を受けない

電磁流量計の流量信号は、体積流量に直線的に比例し、原理上密度や粘度の影響を受けません。

4) 測定できる流量範囲が広い

電磁流量計のフルスケール流量は、変換器側での設定により自由に変えられます。流量信号は流量ゼロ付近まで出ますから、1つの流量計で広い流量範囲の測定ができます。

口径も、大は2000mmを超えるものから小は2.5mmまで、広い範囲で作られています。

5) 高精度

電磁流量計の精度は、以前はフルスケールの1%程度といわれていましたが、その後の技術の進歩により、現在では指示値の0.5%が普通になりました。

6) 必要直管長が短い

上流側に口径の5倍程度の直管部を必要としますが、これはオリフィス流量計に比べるとはるかに短い寸法です。

7) 応答が速い

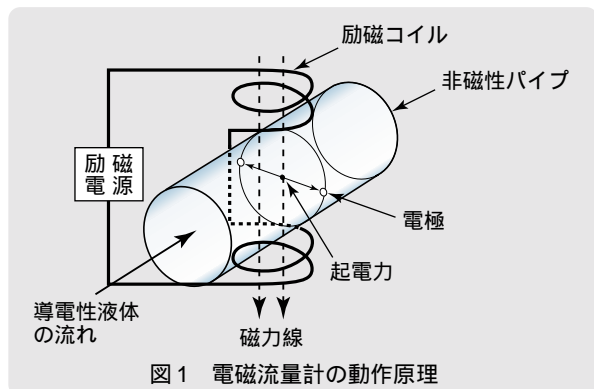
電磁現象を直接利用し、質量や熱容量が介在しないため、流量変化に素早く追従できます。

8) 附着性異物に強い

粘着性異物や液体からの析出物が管壁に付きにくく、附着してもその電気伝導度が液と同じであれば誤差を生じません。また、構造上附着物の清掃も簡単です。

9) 逆方向の測定が可能

構造が上下流対称なので、逆方



向の流れも測定できます。このような流量計は、ほかにはあまりありません。

以上述べたように、良いことづくめの流量計ですが、測定対象が導電性の液体に限られるという大きな制約条件があります。すなわち、気体・蒸気・非導電性液体には使えません。

4. 電磁流量計の応用分野

電磁流量計が高価であった時代は、その特長が最も発揮できる分野(表1参照)に应用が限られていました。しかし、価格が下がるにつれて用途が広がり、最近では中口径の水道メータにさえ使われるようになりました。

表1 電磁流量計の応用分野例

応用分野	対応する特長
化学プラント	耐食性
紙パルププラント	耐食性、耐磨耗性
セメントミルク	障害物がない
浄水場	大口径
下水処理プラント	障害物がない
食品プラント	障害物がない 高速応答(充填用)
浚渫機械	障害物がない 耐磨耗性

特殊仕様としては、防爆型、サニタリ構造、2線式、電池駆動(水道メータ用)、非満水用(下水、排水用)などがあります。

5. 技術的進歩

今日まで数々の改良がなされて

きましたが、そのうちでとくに重要な次の2つについて説明します。

1) 低周波励振

かつて電磁流量計の最大の弱点はゼロ点の不安定でした。流れによって生じる起電力、すなわち流量信号は数 μV から数 mV と微弱なレベルであるため、いろいろな変動要因の影響を受けやすいのです。最大の変動要因は100Vの商用電源につながった励磁コイルであり、そこから誘導ノイズが信号線に入り込みます(永久磁石で磁界を作ると電極表面に分極という現象を生じ、起電力が生じなくなります)。

この問題を抜本的に解決したのが低周波励振方式です。これは図2に示すように、直流で断続的に磁界を作り、磁界があるときの信号からないときの信号を差し引きます。磁界がないときの信号はノイズですから、差し引き後の信号にはノイズ成分が消え、流量成分だけが残る仕組みです。

励振周波数は商用周波数(50または60Hz)の約 $1/4 \sim 1/8$ とするのが一般的です。励振周波数を遅くするほどゼロ点はより安定になります。その代わり応答速度も低下し、別の種類のノイズも増え

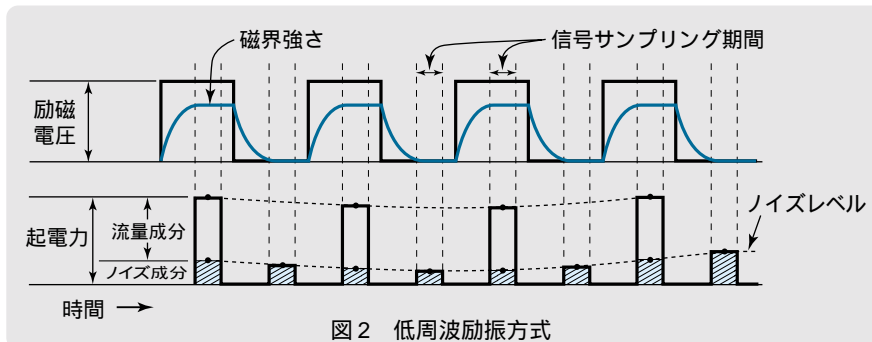


図2 低周波励振方式

著者紹介



佐鳥 聡夫

(有)計装プラザ 代表取締役 / 技術士(機械、電気・電子部門)
(E-mail: satori@keisoplaza.co.jp)
TEL: 090-1404-5549)

センサとフィールド機器専門のポータルサイト
「計装プラザ」を運営中
<http://www.keisoplaza.co.jp/>

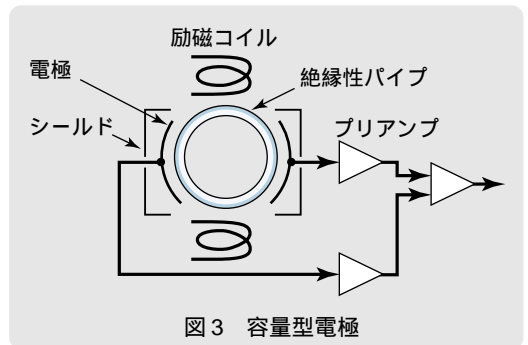


図3 容量型電極

るので、バランスのよい点を選びます。

2) 容量型電極

もう一つの制約条件である導電性の問題は、容量型電極の開発により改善されました。これは、図3に示すように絶縁性パイプ(通常はセラミック)の外側に電極を配置し、静電容量を介して起電力を取り出す仕組みです。詳細な説明は省きますが、このようにすると従来数 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であった導電率の下限値を、さらに数十分の一まで下げることができます。この結果、アルコールや脱イオン水など導電性の低い液体が測れるようになりました。ただし、油や超純水のように導電性がまったくないものは、現在も測れません。