

温度、圧力、流量計測に代表されるフィールド計測機器では現在、CPU を搭載したスマートテクノロジーが主流で高精度、高機能のセンサを実現している。次世代のフィールドバス コンセプトはフィールド機器に対して従来以上の基本計測機能の向上とともに、プラント運転効率向上を目的とした保全、監視などにかかわる広範な情報処理を要求しており、当社では新たなインテリジェンス実現に向け、フィールドバス技術、計測対象を広げる新計測原理などの次世代のテクノロジーを取り込んだ製品開発が進展中である。ここでは、最新のスマート型電磁流量計とフィールドバスへの取組みを紹介するとともにマイクロ波、画像、光を用いた新しい計測技術について解説する。

The incorporation of smart technologies in CPU-based field instruments greatly improves their accuracy, stability, and performance. The concept of new systems based on fieldbus technology requires higher performance and new intelligence for field instruments to process management and diagnostic information. New products with fieldbus technology and new measurement principles incorporating smart functions have been developed.

This paper introduces the latest smart electromagnetic flowmeter and instruments based on new measurement principles such as microwave sensing, optical sensing, and image processing.

1 まえがき

フィールド情報の入力端であるセンサの基本性能とは必要な情報を高精度でかつ安定に計測することである。マイコン搭載によるセンサのスマート化は、センサの基本性能を飛躍的に向上させた。現在ではスマートセンサが全体の半数以上を占めており、スマートテクノロジーはフィールドセンサには不可欠な技術となっている。しかし近年、監視・制御システムはオープン化コンセプトのもとに、高度情報化対応、フィールド作業の自動化、プラントの運転効率向上などをめざし、新たな機能をセンサに要求しつつある。一つは、フィールドの運転系、保全系を含めたフィールドのシステム化に向けた新たなインテリジェント化であり管理情報、自己診断など非制御情報も含めたフィールド機器のネットワーク技術に代表される。もう一つは、より広範なプラント情報を収集するために測定精度をより向上させるとともに、測定対象を拡大する光・電磁波・画像などによる新たな計測技術である。

この新しい機能実現のためには、データ処理中心のスマート化だけでは不十分で、フィールド機器の自立性を高めるとともにネットワーク機能の強化、また多次元計測、監視診断に代表される高度な情報処理を中心とする新しい機能のインテリジェント化が必要とされている。

当社はプロセス計測に必要な電磁流量計、差圧伝送器などの流量計、温度計をはじめ、濃度計などの水質センサを

ラインアップしており、つねに新しい計測に対する要求にこたえうる新商品を開発している。ここでは、最新のインテリジェント機能を集約した電磁流量計とマイクロ波応用センサ、監視用センサについて当社の取組みを紹介する。

2 新型電磁流量計における計測技術

流量は重要なプロセス量の一つであるが、最近の環境問題、エネルギー問題の関心の高まりにより、流量計は従来以上の精度向上、計測エネルギーの低減、適用流体の拡大



図1. グローバル対応電磁流量計 SuperMAG_{TM}シリーズ 最新の信号処理技術、磁気設計技術が電磁流量計に集約され高精度、高安定性を実現している。

Technologies for SuperMAG_{TM} electromagnetic flowmeter

が要求されている。なかでも電磁流量計は、流体条件による影響が少なく、高精度で、圧力損失が非常に少ない、スラリーなど混入物を含む流体の測定が可能、など優れた特長があり各分野で採用が拡大している。

電磁流量計の適用拡大の理由には原理的素性の良さのほか選択性の高い計測技術の著しい進歩が挙げられる。図1は世界規格対応で多くのインテリジェント機能をコンパクトに集約するとともにデザイン面でも人間工学的アプローチから設置性・操作性を考慮した合理的デザインを実現した最新型スマート電磁流量計 SuperMAG™ LF400 シリーズである。LF400 シリーズにおける当社独自の計測技術を紹介する。

- (1) ノイズ サプレッサ スラリーなどを含む流体計測で検出器電極表面に電気化学ノイズが発生する。ノイズ サプレッサは流量信号を励磁信号と同期検出することにより、信号をひずませずにノイズを除去する装置である。
- (2) 分割サンプリング 流体の不均一な流れに起因するスパイク状のノイズを除去する方式である。1励磁周期に複数回流量値をサンプリングし、各流量値の差から異常値を検知除去するもので、ノイズが多いときでも流量信号だけを正確に選択し計測できる。
- (3) 関数磁界分布方式 実際のプラントで配管条件などの理由により発生する偏流の影響を最小とするため、管内の感度分布が一樣になるように磁界分布を最適化したものが関数磁界分布方式である。

以上、独自の計測技術をはじめとして多くの先進技術を集約し、より「タフでインテリジェントな電磁流量計」が実現されている。

また当社では最近、非満水状態でも測定可能な非満水用電磁流量計 LF502 を発表し、従来の電磁流量計の常識を越えて適用範囲を拡大した。非満水用電磁流量計の技術的な課題は、水位が自由に移動する状態でいかにして高精度を維持できるかという点であった。

この問題を解決するために、非満水電磁流量計では印加する磁場の方向を図2に示すように通常とは異なる水平方向とし、起電力を鉛直方向に発生させた。これにより起電力は鉛直方向に変位する水位と流速の両方の値に依存する流量信号となり、非満水状態の流量が測定可能となる。さらに、シミュレーションを含め、磁場分布の最適化を行うことで高精度な非満水用電磁流量計を実現した。

3 新しい計測技術によるフィールド機器の進展

計測方式における新しい動向の一つとして1次信号変換を周波数、位相といった時間領域のアナログ値に変換する計測方式の適用が増加している。時間領域アナログ変換に

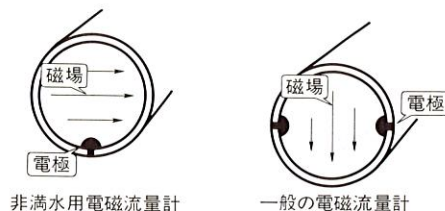


図2. 非満水用電磁流量計の測定原理 新しい磁場配置と電極構造により水位と流速情報が起電力から検出可能となった。

Principle of partially filled electromagnetic flowmeter

よる計測は直線性が良いこと、変換値のデジタル化が容易に実現できるなどの特長をもっている。例えば、世界に先駆けて開発したマイクロ波濃度計は液体中の溶質、混合物の濃度を溶液中を通過するマイクロ波の伝播(ば)遅延として参照信号との位相差で計測する装置である(図3)。振幅情報である減衰率計測を行う超音波方式に比べ、気泡の影響、精度面で大きく特性改善がなされ、下水処理プラント、紙・パルプ分野などをはじめとした広い分野で使われている。

計測技術応用の進歩が著しい分野として監視、診断計測が挙げられる。産業および公共プラント設備、電力設備などでは、システムの機能維持のために各種監視、点検などの保全行為が不可欠である。多くの場合、監視、点検は人手による巡視や目視など五感に依存する場合が多く、保全作業の省力化、自動化のためには監視対象全域にわたり、異常現象を高感度でかつ即座に計測、判断することのできる計測技術が要求されている。

なかでも目視に替わる画像センサは画像処理技術の進歩とともに利用が拡大されつつある監視計測であるが、実用化に当たっては画像処理、判断処理の改善が課題となる場合が多い。ここでは、カメラ制御を利用した魚の遊泳行動追尾による水質監視支援装置について紹介する。この装置は現在、浄水場、取水場で行われている魚の飼育による原水などの水質管理の信頼性を上げ、24時間連続自動監視を

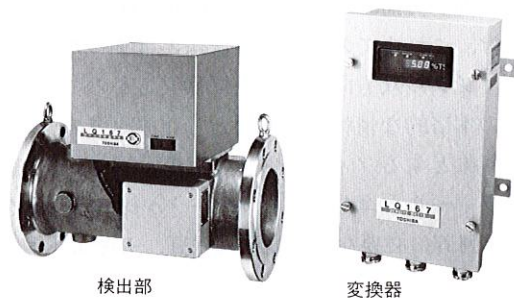


図3. マイクロ波濃度計 LQ167 被測定流体の濃度とマイクロ波の伝播速度変化による位相差は比例関係が成立する。

Microwave density meter

行う。可動型 CCD カメラにより魚を追尾して遊泳行動の軌跡を 0.1 秒サンプリングで高速計測することができ、従来に比較し、魚の遊泳行動を正確に計測できるようになった。

また、広域分布計測を行うセンサとして光ファイバを利用した光温度分布レーダがある。このセンサは光ファイバに沿った一次元の温度分布をレーダ技術により計測する装置で、反応器内部温度分布や設備監視などに利用される。レーダ技術がもつ位置測定機能と連続測定性を生かして温度異常点を逃さず検知できるセンサである。同じような分布型計測はマイクロ波、超音波などでも実現でき、各種設備監視を目的に研究を進めている(図4)。

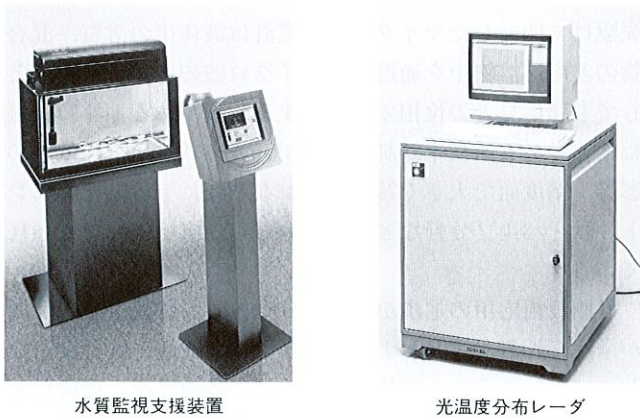


図4. 新しい監視センサ 画像応用計測や分布計測は監視センサの基本技術となる。

New instruments for diagnostics

4 フィールドバス技術への取組み

スマート伝送は計測機器の保守点検などのフィールド作業効率、プラント操業効率の向上のために不可欠な機能となっている。現状のスマート伝送は出力信号である 4~20 mA 標準電流信号にデジタル信号を重畳する伝送方式で、当社では世界の標準となりつつある HART プロトコル^(注1)を採用し、CIEMAC_{TM}との通信インタフェースによる各種センサ情報の管理が可能となっている。FOUNDATION フィールドバスは、これまでのスマート伝送とはまったく異なるオールデジタル双方向通信路を提供するもので、フィールド機器の本格的な情報化を目的としたすべてのフィールド機器を対象とするフィールドエリアネットワークである。多くのフィールドエリアネットワークが提案されるなかで、プロセス制御に必要な制御周期の保証、セキュリティ機能、

(注1) HARTとは Highway Addressable Remote Transducer の略で HCF (HART 通信財団) が推奨する工業センサ用通信プロトコルの名称。

物理的設置条件、異機種間相互接続性(インタオペラビリティ)を満たすことができる唯一の国際統一規格である。

FOUNDATION フィールドバス導入で期待される効果にはさまざまなものがある。配線工事、据付工事費低減、また上位コントローラとの直接接続や機能分散などのシステム簡略化によるコスト削減などが挙げられる。なかでも重要なのは、FOUNDATION フィールドバスで収集が可能となる多くの非制御情報を取り込むことにより、さまざまなフィールド作業を融合する次の世代のフィールド環境が整備される点である。当社ではオープン・ライトサイジングコンセプトのもと FOUNDATION フィールドバス対応の制御機器、フィールド機器の開発を進めており、各種展示会、実証試験に参画してきた。当社は実証試験において電磁流量計を提供するとともに各種評価試験に参画し、フィールドバスの実用化研究を行ってきた。今後は実証試験の結果を踏まえ、各種フィールドバス機器の製品化を推進していく。

5 あとがき

ここに紹介したようにフィールド機器はスマート技術から新たなフィールド環境を構築するため、次のテクノロジー導入へと移行しつつある。当社は将来の FOUNDATION フィールドバス環境下における新しいインテリジェンスを盛り込んだフィールド技術、ネットワーク技術、新計測技術を統合し、フィールドネットワーク時代にふさわしい製品開発を行っていく所存である。

文献

- (1) 富田豊文：タフでインテリジェントな電磁流量計，計測技術，22，7，pp. 45-51 (1994)
- (2) 佐井行雄：光温度分布レーダを用いた設備診断，計測技術，24，8，pp. 91-93 (1996)



佐井 行雄 Yukio Sai

電機計装機器事業部 電機計装機器プロダクトマーケティング部グループ長。
工業計器の商品企画に従事。計測自動制御学会会員。
Control & Instrumentation Div.



平賀 貞夫 Sadao Hiraga

府中工場 計測機器部主務。
工業計器の開発・設計に従事。
Fuchu Works



永田 俊策 Shunsaku Nagata

デザインセンター 産業・情報システム担当参事。
工業製品のデザインに従事。
Design Center