

フィールド計測器の環境対応への取り組み

Field Measurement Instruments Contributing to Mitigation of Various Environmental Issues

野尻 裕明

■ NOJIRI Hiroaki

山口 祐一郎

■ YAMAGUCHI Yuichiro

リム ユンリー

■ LIM Yunli

フィールド計測器は、従来、種々のプロセスにおけるデータの監視を目的としており、東芝は、フィールド計測器の用途を拡大するため、電磁流量計をはじめ、マイクロ波濃度計、圧力伝送器など特徴的な製品をラインアップし、様々なアプリケーションへの展開を図ってきた。近年、これらに加え、水の安定供給に貢献する電池駆動式電磁流量計や、窒素酸化物 (NO_x) の削減に貢献する船舶用選択触媒還元 (SCR: Selective Catalytic Reduction) 脱硝装置向け電磁流量計、生態系の保護に貢献する電磁流量計など、各種の環境問題への対策に貢献する製品を展開している。

A wide range of field measurement instruments are used to monitor a variety of process parameters.

To expand the fields of application of such instruments, Toshiba has been promoting the development and enhancement of its lineup of distinctive field measurement instruments such as electromagnetic flowmeters, microwave density (consistency) meters, pressure transmitters, and so on. Moreover, in line with the rising awareness of environmental issues in recent years, we are also developing a number of products, including a battery-powered electromagnetic flowmeter to secure a constant supply of water, an electromagnetic flowmeter for marine selective catalytic reduction (SCR) systems to monitor nitrogen oxides (NO_x) in exhaust gases from diesel engines, and an electromagnetic flowmeter to monitor the flow rate of ballast water, to contribute to the mitigation of various issues affecting environmental ecosystems.

1 まえがき

上下水道や、鉄鋼、紙パルプ、化学などの各種プロセスでは、様々なフィールド計測器が使用されており、東芝はこれまで電磁流量計をはじめ、マイクロ波濃度計、圧力伝送器などの各種製品のラインアップを図ってきた。従来のフィールド計測器は、各種プロセスにおける流量や、濃度、圧力、温度などのデータ監視が主な目的であり、電磁流量計で言えば上下水や、工業用水、農業用水などの各種流体の流量管理だけで十分であった。当社は、これらフィールド計測器の用途を拡大するため、特徴的な製品を新たにラインアップし、様々なアプリケーションへの展開を行ってきた。例えば電磁流量計においては、一般の接液電極形電磁流量計では測定が困難だった低導電率流体 (逆浸透膜処理水や、イオン交換水、純水など) や、高濃度パルプスラリー流体、腐食性流体 (強酸や強アルカリが混ざった流体など) といった様々な流体の流量測定にも対応できる非接液電極形電磁流量計、更には非満水状態で流量測定が可能な非満水用電磁流量計を製品化した。近年、これらに加えてフィールド計測器の更なる適用分野の拡大のために、各種の環境問題への対策に貢献できる製品も展開している。

ここでは、当社の電磁流量計における環境対応への取り組みについて述べる。

2 水の安定供給に貢献する電池駆動式電磁流量計^{(1), (2)}

水は重要な資源であり、その安定供給は大きな課題である。例えば、ネットワークに接続できるスマート水道メータを使えば、事業者はスマート水道メータから得られる水道量検針データをリアルタイムに管理できる。このデータに基づいて需要家に水の効率的な使用を促すことで、水のむだな消費を削減できるようになる。

当社は、これら水の安定供給に貢献できる電池駆動式電磁流量計をラインアップに加えた (図1)。電池寿命が向上する残留磁界励磁方式を採用しており、この電池駆動式電磁流量計の特長を生かしたソリューション例について、以下に述べる。

2.1 上水網への適用

上水網のような広域インフラでは、これまで主として外部電源が不要な機械式流量計が広く採用されてきた。特に水道インフラが拡大しつつある新興国では、電力インフラがまだまだ不安定な地域が多く、外部電源で動作する流量計は運用に適さないため、機械式流量計が主流であった。

しかし、これらの地域では水質がわが国ほど清浄ではないために、機械部に不純物が付着することによって早期に性能劣化が生じ、正確な計量ができなくなる場合がある。

この課題を解決するため、当社は機械式から電池駆動式電磁流量計への置換えを推進している。電池駆動式のため

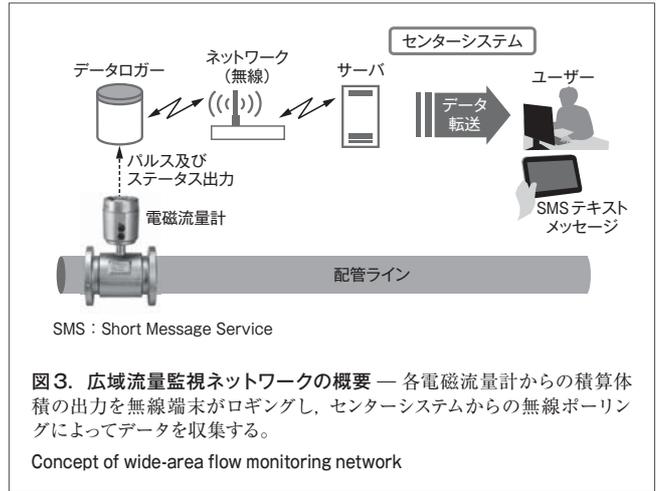
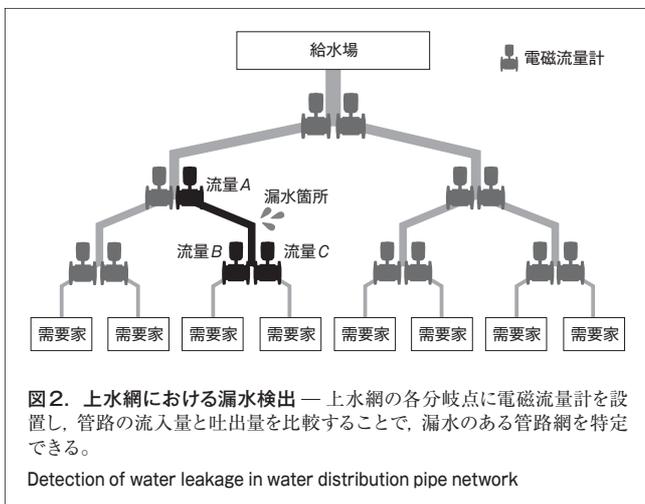


外部電源は不要であり、電力インフラが不安定な地域でも適用可能である。また、電磁流量計は内部に可動部がない構造のため、付着物の影響を受けにくく、正確な計量ができるという特長を持つ。

2.2 漏水監視ソリューション

上水網の漏水箇所を検出するには、作業員が現地に赴き漏水音を検出するセンサを使用して漏水箇所を直接特定していくのが一般的である。しかし、広範囲な上水網になると、調査に要する時間や費用が膨大になるという問題がある。

電磁流量計を使った漏水監視ソリューションでは、**図2**のように上水網の各分岐点に電磁流量計を設置し、管路の流入量と吐出量を比較することで漏水のある管路網を特定する。例えば、上流側流量Aと下流側流量の合計(B + C)とが一致しない箇所があれば、その間で漏水が発生している可能性があることがわかる。この漏水監視ソリューションでは、漏水のある管路網をあらかじめ絞り込めるため、調査に要する時間と費用を大幅に削減できる。



2.3 広域流量監視システムソリューション

電磁流量計を用いて漏水監視を行うには、各電磁流量計の積算体積(計量データ)を効率よく、かつリアルタイムに収集できる手段が必要になる。作業員による現地検針では人的コストが大きくなり、また作業員の検針ミスなども考えられる。これらの課題を解決するには流量監視のネットワーク化が有効であるが、有線による通信では新たに配線コストが発生する。

当社が提案する広域流量監視システムの概要を**図3**に示す。各電磁流量計からの積算体積の出力を無線端末(図3中のデータロガー)がロギングし、センターシステムからの無線ポーリングによってデータを収集する。このシステムによれば、広域の上水網における各管路の時間ごとの流量を、効率よく正確に収集できる。また、無線を使用することで、電池駆動式電磁流量計までの通信用配線コストが不要になるというメリットがある。更に無線端末からの情報には、電磁流量計本体と無線端末の電池残量も含まれているため、適切な電池交換時期を計画することも可能である。

2.4 アプリケーション例

前述の広域流量監視システムを運用しているアプリケーション例について述べる。広域の上水網に設置した電池駆動式電磁流量計の位置を地図上にマッピングし、それぞれの流量データを無線通信を介してサーバに送信する。ユーザーはサーバにアクセスすることで、電磁流量計のマッピング、各電磁流量計の流量トレンド、積算体積、及びステータスを確認できる。また、漏水を検知すると対象の電磁流量計がマッピング上で異常表示となり、ユーザーへ通知することで遠隔からの広域の上水網の流量監視を実現する。

漏水検知にはいくつかの方法があるが、例えば、夜間など水道の使用量が少ない時間帯に一定以上の流量を計測すると漏水と判断し、警報を発出するものなどがある。この場合、流量のトレンドは地域ごとに異なるため、漏水の検知方法はユーザーごとに適したものを提案する必要がある。

3 NO_xの削減に貢献するLF471形電磁流量計⁽³⁾

ディーゼルエンジンを搭載した船舶から放出される排出ガスには、大気を汚染して酸性雨や光化学スモッグの原因になり、人間の健康にも影響を及ぼす、窒素酸化物 (NO_x) や硫黄酸化物 (SO_x) などの有害物質が含まれている。その排出ガス削減に向けて、海洋環境を保護するための国際規制が強化されている。特にNO_xに対しては、国際海事機関 (IMO) における大気汚染規制のマルポール条約 (1973年の船舶による汚染の防止のための国際条約に関する1978年の議定書) 附属書VIの改正案により、3段階のNO_x排出削減規制が適用される。この規制の3次規制は、2016年以降に建造される船舶を対象として、選択触媒還元 (SCR: Selective Catalytic Reduction) 脱硝装置 (以下、SCR装置と略記) などにより、1次規制値^(注1)に対して80%の削減が指定海域において求められている。

SCR装置の基本構成を図4に示す。還元剤である尿素水が排出ガス管路内に噴射され、熱によりその尿素水がアンモニアガスに分解される。そのアンモニアガスと触媒との化学反応により、排ガス中のNO_xは分解される。

SCR装置では、アンモニアガスと触媒との反応効率を向上させるため、尿素水の温度に加えて噴射量と噴射速度を制御し、アンモニアガスの発生量を調整する必要がある。尿素水を制御するとともにその使用量を管理するために、流量計が使用される。

当社は、電磁流量計の特長を生かし、船舶用としてSCR装置向けの極小口径電磁流量計LF471形 (図5) を開発した。

3.1 コンパクトな構造の実現

船舶用SCR装置向けでは、船舶内の限られたスペースに設置できることが要求される。このためLF471形では、SCR装

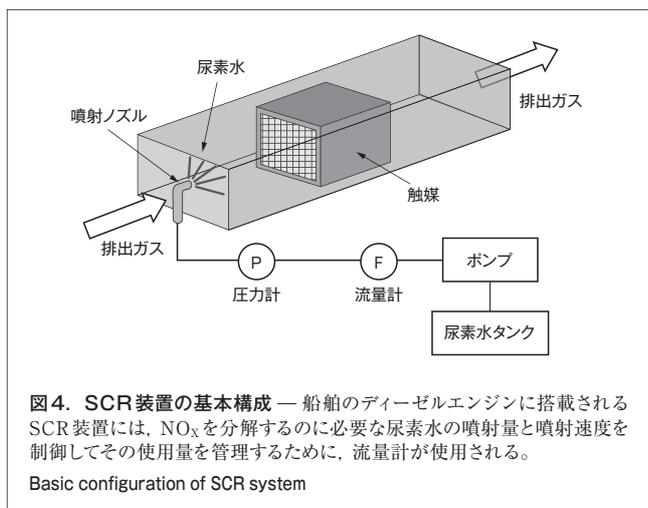


図4. SCR装置の基本構成 — 船舶のディーゼルエンジンに搭載されるSCR装置には、NO_xを分解するのに必要な尿素水の噴射量と噴射速度を制御してその使用量を管理するために、流量計が使用される。

Basic configuration of SCR system

(注1) 出力130 kW (176.8馬力) を超えるディーゼルエンジンを搭載する船舶は、エンジン性能の向上により、1次規制で約10%、2次規制で更に約15~22%のNO_x排出量削減が求められている。



図5. 船舶用SCR装置向けLF471形 — 船舶に搭載する仕様にカスタマイズし、コンパクトな一体形構造を採用した。
LF471 electromagnetic flowmeter for marine SCR systems

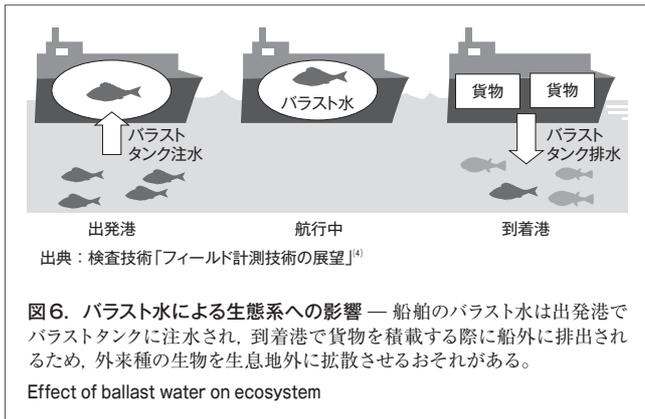
置向けとして仕様を絞り込むことにより、コンパクトな構造を実現した。更に、最適な材質を選定するとともに、DFM (Design for Manufacturability) とDFA (Design for Assembly) に基づいて、造りやすくかつ組み立てやすい構造を採用することで、低コスト化を図っている。

3.2 耐ノイズ性の向上

船舶内の無線などによる電氣的ノイズは、電磁流量計の検出器と変換器をつなぐケーブルや、シールドされていないケースなどの部位から信号回路に混入し信号に重畳することで、測定値が変動する原因となる。そこでこの対策として、LF471形は検出器と変換器の一体形構造を採用して外付けケーブルをなくし、また構造的な対策も施すことにより、電氣的ノイズ耐性を向上させた。船舶の電氣的ノイズ規格である一般財団法人日本海事協会ClassNKのEMC (電気環境適合性) 規格を満足しており、船舶内の電氣的ノイズに対応できることを確認している。

3.3 振動への対応

前述のケーブルは電氣的ノイズの他、配管及び船舶自体の振動や、設置環境などの影響を受けることによっても、測定流量値が変動することが考えられる。LF471形は、3.1.2項で述べたように検出器と変換器の一体形構造とすることで外付けケーブルをなくし、更に内部ケーブルを固定するようにした。



LF471形の耐振動特性評価として、振動周波数5～150 Hzの範囲で共振点がないことを確認している。また、静水（流量ゼロ）の状態と同じ振動周波数帯域での振動試験を行い、電磁流量計出力が安定していることも確認済みである。

4 生態系の保護に貢献する電磁流量計⁽⁴⁾

船舶のバラスト水は、貨物の無積載時に出発港の海水をバラストタンクに注水したもので、船体を安定させる目的で使用される。バラスト水は貨物を積載する際に船外に排出されるが、近年、この排出されたバラスト水に含まれている生物が、本来の生息地ではない環境中に外来種として拡散されることにより、世界各地で生態系に影響を与える環境問題となっている。バラスト水による生態系への影響の概念を図6に示す。このため、バラスト水を規制する「二千四年の船舶のバラスト水及び沈殿物の規制及び管理のための国際条約」(International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, 2004)がIMOで採択され、全船舶へのバラスト水処理装置の搭載が、今後義務付けられていく予定である。バラスト水はこの装置で浄化処理された後、船外に排出される。バラスト水処理装置では、処理の効率化のため、装置に注入するバラスト水の流量を管理する流量計が必要になる。

当社の電磁流量計の主要機種は、船舶で要求される塩水噴霧試験や、振動試験、ノイズ試験などの環境試験を全てクリアし、船舶に搭載するための船用型式承認 (Type Approval/ Environmental Category 5) をロイド船級協会 (ロイドレジスタ) から取得しており、前述のバラスト水処理装置を含む船舶に適用できる。

5 あとがき

当社のフィールド計測器、特に電磁流量計における環境への取組みについて述べた。

今後もフィールド計測器に対するニーズを幅広く収集し、特長のあるフィールド計測器をタイムリーに製品化してラインアップを拡充していく。また、東芝グループで推進しているエクセレントECP (環境調和型製品) に、フィールド計測器として初めて認定された電池駆動式電磁流量計のような環境性能を高めた製品を創出していくとともに、様々な環境問題のソリューションへの取組みも強化していく。

文献

- (1) 樋口隆司 他. 電池駆動式電磁流量計による広域水道インフラソリューション. 東芝レビュー. 66, 12, 2011, p.52-55.
- (2) 山口祐一郎 他. 電池駆動式電磁流量計による広域水道監視: 漏水検知システムによる無取水率削減ソリューション. 計測技術. 40, 8, 2012, p.39-42.
- (3) リム ユンリー 他. 船舶用SCR脱硝装置向け極小口径電磁流量計LF471形. 東芝レビュー. 70, 4, 2015, p.42-45.
- (4) 中村隆樹 他. フィールド計測技術の展望: 計測機器のアプリケーション拡大および省力化ソリューション. 検査技術. 17, 7, 2012, p.38-42.



野尻 裕明 NOJIRI Hiroaki

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 パワーエレクトロニクス・計測制御機器部主務。電磁流量計検出器の設計・開発に従事。

Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems



山口 祐一郎 YAMAGUCHI Yuichiro

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 パワーエレクトロニクス・計測制御機器部。電磁流量計変換器の設計・開発に従事。

Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems



リム ユンリー LIM Yunli

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 パワーエレクトロニクス・計測制御機器部。電磁流量計検出器の設計・開発に従事。

Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems