

YEFWLOのフィールドバス対応

YEFWLO Vortex Flowmeter with Fieldbus Communication

関口 敏夫^{*1} 高橋 誠一郎^{*1}
 SEKIGUCHI Toshio TAKAHASHI Seiichirou
 宮田 敏幸^{*1} 黒森 健一^{*1}
 MIYATA Toshiyuki KUROMORI Kenichi

渦流量計YEFWLOの高級機種として、フィールドバス協会のフィールドバスに対応したモデルを開発した。渦流量計YEFWLOは液体・ガス・スチームを同一の検出器で対応し、液体温度・液体圧力範囲が広い流量計であり、口径15 mm～300 mmまでを10サイズでカバーする。今回のフィールドバス対応モデルの開発によって、従来のアナログ出力(4～20 mA)・パルス出力に、高速で高精度な双方向デジタル通信が可能なフィールドバスの3つの出力形態が加わり、より高精度で幅広い用途に使える汎用の流量計となった。本稿では、フィールドバスに対応した渦流量計YEFWLO*Eの特長を報告する。

New model, which is compatible to FOUNDATIONTM Fieldbus, has been developed as an enhanced product of Vortex Flowmeter YEFWLO series. YEFWLO can measure fluid flow, gas flow and steam flow using one body. And it can measure a flow with wide range of fluid temperature and fluid pressure. It covers nominal diameters 15 mm up to 300 mm. Now the line-up products, which are 4-20 mA analog output with BRAIN communication, pulse output and bidirectional highspeed digital communication, Fieldbus communication, have been released. Here we report characteristics of new YEFWLO*E with Fieldbus communication.

1. はじめに

YEFWLOは、流れの中に挿入された渦発生体から放出されるカルマン渦列の周波数が流速に比例するという流体現象を利用した流量計で、1979年に製品化された。その後、低価格で気体と液体が共に測定可能なインラインの流量計として、その特長が評価され、プロセス用流量計の分野で大きな伸びを示している。

1992年には耐振性の向上、流体の種類によらない変換器の実現、パラメータ設定の簡易化など、より汎用性の向上したYEFWLOスタイルE(YEFWLO*E)を発売した。今回は実績のあるYEFWLO*Eをベースにフィールドバス協会のフィールドバスに対応した変換器を完成し、そのラインアップを充実させた。図1にフィールドバス対応モデルの外観を示す。

2. 渦流量計の原理

流れの中におかれた柱状の物体(渦発生体)の後流にはカルマン渦列が形成される。このカルマン渦列の周波数 f は体積流量 Q に対して次式のように比例関係にある。

$$f = K_T \cdot Q \quad K_T: K \text{ファクター}$$

K ファクターはレイノルズ数によって変化するが、渦発生体の形状・寸法を最適に選ぶと広いレイノルズ数の範囲でほぼ一定の値となり、渦周波数 f を測定することで流量 Q が測定できる。



図1 外観

*1 センサ機器事業部 流量計技術部

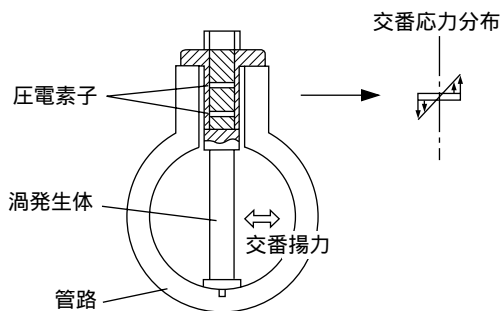


図2 検出器の構造

渦発生体にはカルマン渦列に対応した周波数の変動揚力 F_{Lf} が加わり、この結果、渦発生体の内部には交番応力 f_L が発生する。YEWFLOの渦発生体内には圧電素子が内蔵されており、交番応力に応じて交番電荷 q_{Lf} が誘起される。この交番電荷を検出することで、渦周波数をセンシングしている。

$$q_{Lf} = f_L F_{Lf} C_L v^2$$

C_L : 交番揚力係数

実際の配管では圧電素子にカルマン渦による交番応力と管路振動による外乱とが同時に加わる。交番応力と外乱とに対して異なった感度を持つ2つの圧電素子を渦発生体内に設けて、2つの圧電素子の出力を加減算することで管路振動による出力を除き、管路振動の影響を受けない交番応力の検出を実現している。(図2)

3. フィールドバス対応 変換器

図3に変換部の回路構成を示す。

フィールドバス対応の計器の設計では、
(1) フィールド計器としては比較的高速な31.25 kbpsの通

- 信信号を送受信する。
 - (2) フィールドバスから与えられたコマンドに対して、制御周期に見合った応答時間でレスポンスを返す。
 - (3) 高速な通信処理をしても、入力信号を精度良く確実に測定処理する。
 - (4) バス給電動作での接続台数を確保するため、また、本質安全防爆上の制限から消費電流を出来る限り小さくする。
- などである。

このうち(1)~(3)は高速なマイクロプロセッサを要求し、その反対に(4)はその速度を押さえることを要求する。フィールドバス対応のYEWFLO*Eでは、全消費電流の低減と、フィールドバス通信の負荷に対応するため、渦周波数を処理し出力を算出する信号処理用CPUと、フィールドバス上の通信を処理する通信処理CPUとの2つのマイクロプロセッサを持つ構成とした。

3.1 ハードウェア構成

カルマン渦により圧電素子に発生した交番電荷は2つのチャージアンプにより交流電圧に変換され、次段の加算器とフィルタにより流体圧の変動や配管振動による外乱を取り除きシュミットリガ(TLA)に入力される。シュミットリガでは渦信号に重畳した微小振動を誤検出しないよう一定以上の振幅の信号を検出し、渦周波数に対応したパルス列信号を出力する。このパルス列信号をマイクロプロセッサに取り込みKファクターと口径による重み付けを行って流量を算出する。

同時に、渦信号を全波整流して直流電圧としこれをV/F変換器で周波数に変換してマイクロプロセッサに取り込み、渦信号周波数と振幅から、配管振動などの外乱によるノイズが流量による信号かを判別して、流体が流れていない場合のゼロ点を安定させている。

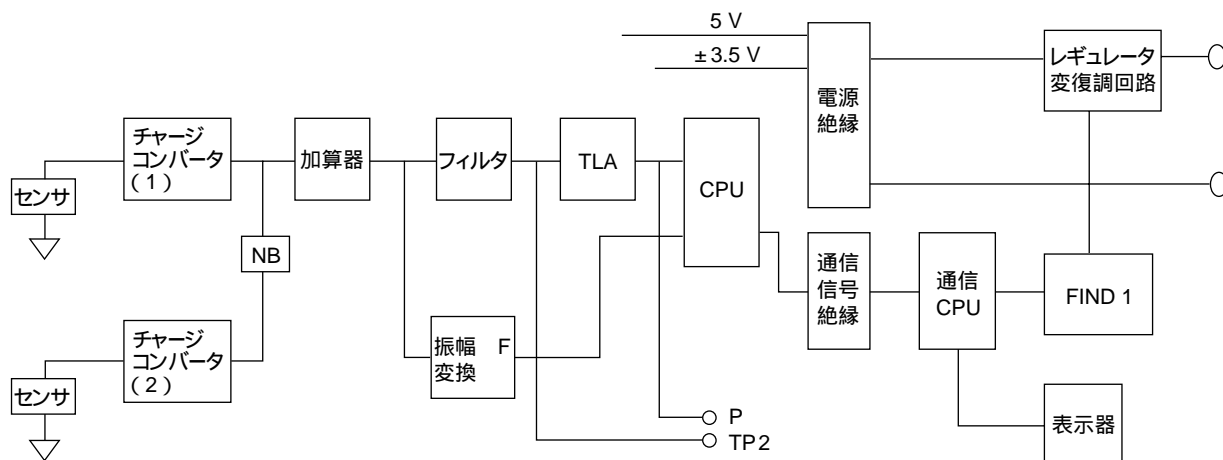


図3 回路ブロック図

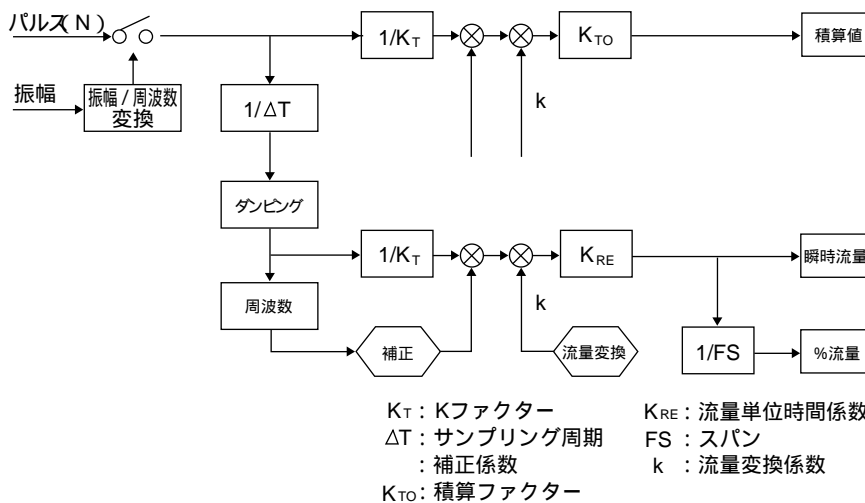


図4 演算ブロック図

信号処理部の出力はシリアル通信によって、フィールドバスCPUへ伝送され、フィールドバスからの要求に応じて上位計器に伝送される。

3.2 ソフトウェアの構成

図4に演算処理のブロック図を示す。

入力されたパルス数NをKファクタ K_T でスケールアップする。さらにレイノルズ数補正・隣接管の影響による誤差補正・圧縮係数の補正などの各種補正係数と流量単位時間係数 K_{RE} とを掛けて瞬時流量を算出する。

3.3 フィールドバスへの対応

(1) 標準ブロック

フィールドバス計器の機能は、フィールドバス協会により

- ・リソースブロック
機器の持つ共通データと動作状態を管理する。
- ・トランスデューサブロック
センサからの信号を処理し、流量・圧力といったプロセス量に変換する。
- ・ファンクションブロック
プロセス量に対するフィルター処理や上下限警報などのアラームを出す。

の3つのブロックに分けて実装することが規格化されている。

渦流量計YEWFLO*Eはフィールドバスの規格のはアナログ入力機器(AIファンクションブロック)に対応し、標準に従ったAIファンクションブロックの機能を実装している。

(2) ファンクションブロックの拡張

重視し、標準のAIファンクションブロックに従来のスタイルEと同等の積算用パラメータを追加して、積算値のデジタル出力と積算値のLCD表示とを実現している。

(3) 拡張パラメータへのアクセス

追加されたパラメータはDevice Description Language(通常はDDLと略される)により記述され、Tokenizerによりバイナリファイルにコンパイルする。コンパイルされたDevice Description(通常はDDと略される)を上位計器(DCSやPCなど)にインストールすることで、標準のパラメータと同等にアクセスが可能である。

(4) 自己診断

YEWFLOには従来のモデルでもアンプの異常・測定流速の過大などを診断していた。しかし、診断情報をDCSなどの上位計器に伝送する手段が無く、LCDに表示されるにとどまっていた。フィールドバスモデルでは、従来からあった診断に加えて、プロセス量の上/下限警報などファンクションブロックに規定される診断を実施し、ステータス情報としてプロセス量と共に常時上位計器に伝送される。

4. フィールドバスの導入のメリット

4.1 設置コストの削減

フィールドバスの導入のメリットとして

- (1) マルチドロップ配線によるケーブルコストの削減
- (2) デジタル出力による精度の向上
- (3) 規格化による機器の互換性

などがよく言われる。これらはフィールドバスに対応することで全ての機器に共通に得られるメリットである。

4.2 高精度・デジタル双方向通信

渦流量計YEWFLOW*Eはその動作原理から、温度・圧力・流量の動作範囲が広く流体の制限が少ない点に特長がある。今回対応したフィールドバスでは流量計の出力がデジタル値で伝送され、従来の4～20 mA出力のように変換器出力でのD/A変換や受信側(DCSなど)入力でのA/D変換といった分解能が制限される要素が無い。このため、流体の種類・温度・圧力・動粘度など流体に係る定数と、口径・Kファクターなど検出器に関するパラメータとを設定すると、流量によらず高精度で測定値が得られる。すなわち、流量が変化してもスパンの設定変更が不要となり、フィールドバスに最適な計器の1つである。

5. LCD操作からCRT操作への移行

これまで述べたように、フィールドバス対応モデルの開発では、従来のYEWFLOW*Eの機能と操作性を維持し、デジタル通信のメリットを最大限に生かすことを目標に開発された。

しかし、フィールドバスから動作電源を得る2線式計器での最小動作電圧が低いため、駆動電圧の高いLCD表示のバックライトは実装していない。しかも、フィールドバスの計器ではAIファンクションブロックのパラメータが多すぎるため、LCD表示部に設けたスイッチを使う従来のパラメータ設定では操作がやりにくく実用に適さなくなった。フィールドバスではデジタルの高速双方向の通信を実現しており、DCSやパーソナルコンピュータ上でグラフィックなパラメータ設定が実現可能であり、操作性の良いパラメータ設定・管理ツールに対応出来る。

6. フィールドトライアル

今回のフィールドバス対応モデルの開発はフィールドバス協会の規格化とほぼ時期を平行して進められた。特に、1995年11月から1996年4月にかけてアメリカのモンサント社で行われたフィールドトライアルでは、高温・高圧の流体をインラインで測定できる流量計である特長が認められ、ボイラーの送出流量を計る流量計として採用されて、テスト期間中無事稼動して汎用のインライン流量計としての優秀さを実証した。

7. おわりに

今回開発したYEWFLOW*Eのフィールドバス対応モデルはYEWFLOWの最高級機種と位置づけられる。従来の4～20 mA(BRAIN通信)モデルの持つ、通信でのパラメータ設定による調整の簡易化・液/ガスの変換部の共通化・各種補正機能といったすぐれた特長はフィールドバスモデルでも維持している。

さらにフィールドバスにおけるデジタル双方向通信によって測定範囲を意識しないですむフルレンジでの高精度な出力伝送と、警報/異常の自己診断結果の常時伝送が実現された。これにより、流量変動の大きなラインや高信頼を要求される分野などで、従来モデルより広範囲に適用されることを期待している。

*YEWFLOWは横河電機(株)の登録商標です。

参考文献

- (1) 伊藤, 宮田. インテリジェント渦流量計. 横河技報. vol. 36, no. 4, 1992, p. 165-168