

はじめに

工場では、多くのメーカーの温度センサ、流量センサ、距離センサ、質量センサ、光電スイッチ、バルブ、モータ等、様々な機器が稼働している。

これらの機器は、個別に使用することもあるが、多くの場合、上位システムと機器の間で、データをやりとりしながら稼働する。古くから、センサとのデータ交換には、4-20mAといったアナログ信号が用いられてきた。しかし、デジタル技術の発展とともに、DeviceNet、PROFIBUS、CC-Linkといったフィールドバスが普及していった。

フィールドバスを工場で採用することで以下のメリットが期待できた。

- ・データをデジタル信号にすることで、機器間の交換時の変換誤差がなくなる。
- ・信号を多重化し、1本の配線に複数の機器を接続することで、配線コストが削減できる。

一方、1990年代後半以降、PC、スマートフォン、EメールといったIT技術の普及と共に、それらを支える通信技術であるEthernetも進化してきた。

一般的な通信速度において、物理層にRS-485を主に採用しているフィールドバスが10Mbpsであるのに対し、Ethernetは、100Mbps、1Gbpsと高速である。パフォーマンスを向上するため、Ethernetを採用した産業用ネットワークとして産業用イーサネットが開発された。

産業用イーサネットを採用することで以下のメリットが期待できる。

- ・高速性が要求される用途に応えることができる。
- ・Ethernetで使用されるケーブル、周辺技術を使用できる。

当社のひずみゲージ式ロードセル変換機能を持つ質量表示器(ウェインゲインジケータ)も、上位システムとデータ交換するため、4-20mA出力、RS-232、RS-485、フィールドバスといったインターフェイスをサポートしてきた。しかし、産業用イーサネットの普及と共に、質量センサを産業用イーサネットに接続したいとのユーザー要求が高まっていた。




製品概要

AD-4411シリーズは、ひずみゲージ式ロードセルからの信号を変換し、産業用イーサネットに接続できるウェインゲインジケータである。



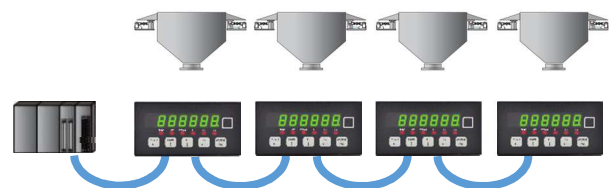
製品外観

対応する産業用イーサネットは以下の3種類である。

産業用イーサネット	型式
	AD-4411-EIP
	AD-4411-PRT
	AD-4411-ECT

産業用イーサネットには、様々な通信規格があるが、現状、米国、アジアでシェアを持つEtherNet/IP、ヨーロッパ、中東でシェアを持つPROFINET、半導体、自動車関連にシェアを持つEtherCATが、上位のシェアを占める。これら3種類をサポートすることで、ユーザー要求に広く応えることができる。

これらのネットワークを使用し、複数の計量システムを上位システムからコントロールすることで、効率的な運用に貢献する。



システム例

外観

外形寸法は、フロントパネルDIN 96×48mm、奥行き99mmと非常にコンパクトであり、ユーザーシステムの省スペース化に貢献する。小型化により環境に配慮したサステナブルな製品になっている。



取り付けは、パネルマウント方式であり、付属のパッキンを取り付けることで、フロントパネル部は、保護等級IP65対応となるため、水がかかる環境下でも使用できる。

メイン表示部は、文字高10mmの緑色7セグメントLEDを採用し、見やすくなっている

最大表示分解能は、-999999～999999である。ステータスランプ部は、赤色LEDで、センターゼロ、正味量表示中、安定検知と内部設定で自由に選択できるランプが3つある。

キースイッチは、以下の5つから構成される。

- ・総量をゼロにする「ZERO」キー
- ・風袋引きを実行する「TARE」キー
- ・任意の機能を割り当てられる「F1」、「F2」キー
- ・設定モード等に移行する「MODE」キー

電源

電源は、背面部のユーロブロックにDC24V、15Wmaxを供給する。

ロードセルの接続

ロードセルは、背面部のユーロブロックに6線式か、4線式で接続する。並列接続できる350Ωロードセルは、最大6点となる。

システム構築の際には、実分銅を用いて接続するロードセルとのスケールリングをおこなう必要がある。スケールリング値(ゼロ値/スパン値)は、内部メモリに保存される。スケールリング値を控えておけば、トラブルなどで、本器を

交換する必要がある場合でも、コピーすることで、すばやく対応できる。スケールリング後、総量、あるいは正味量を表示する。

ロードセルからの信号は、1200回/秒で変換され、高精度、高速な計量システムを構築できる。高速な計量により環境に配慮したサステナブルな製品になっている。

デジタルフィルタ

産業用の計量システムは振動、あるいは外乱がある環境下でも、精度よく計量できることが求められる。そのため、アナログフィルタ、移動平均処理、オイルダンパなどで、対策をおこなう。しかし、これらの対策は、一般的に応答速度を遅くし、求める性能を実現することは容易ではない。

本器では、高精度かつ高速応答を両立するHPDF(ハイパフォーマンスデジタルフィルタ)と呼ばれる強力なローパスフィルタを搭載している。さらに、最適な計量値を得るため、カットオフ周波数0.07～273Hzの広帯域を1/4オクターブ間隔(46段階)で設定できる。最適な設定をすることより、あらゆる計量システムで正確な計量値を得られる。

産業用イーサネット

各産業用イーサネットは、背面のRJ-45ポート×2に接続する。2つのポートを利用し、スイッチングハブを使用しない渡り配線にすることで省配線に貢献する。

PLCに読み込ませる接続用の設定ファイルは、当社ホームページよりダウンロードできる。

- ・EDSファイル(EtherNet/IP)
- ・GSDMLファイル(PROFINET)
- ・ESIファイル(EtherCAT)

本器とPLC間のネットワークが確立すると、サイクリックデータにより定期的にデータを交信する。データ内容は、各通信規格共通である。

PLCからは、正味量、総量、各種ステータスが確認できる。また、サイクリックデータエリアに、コマンドを書き込むことで、ゼロ設定、風袋引き、内部設定の変更もできる。

よく質問される仕様に、何台接続できるかというものがある。EtherNet/IPの場合、最大256台接続できる通信仕様であるが、PLCの性能とシステム要件に依存するため、システム構築のとき確認する必要がある。

PLC(上位システム)の仕様のなかで、重要なのは、通信処理能力PPS(= Packet Per Seconds)である。これは、PLCが1秒間に何個のデータ(パケット)処理可能かを表す。例えば、12000ppsの通信処理能力を持つPLCがあるとする。各AD-4411と1対1で接続し、1秒間に100個計量値を取得する場合、コマンドとレスポンスで200個のデータ(パケット)の交換が必要である。AD-4411を2台接続すると400個、3台で600個・・・のデータの交換が必要である。61台接続すると12200個(>12000pps)となり、PLCが処理できなくなるため、60台が限界となる。ただし、通信に短期的な障害が生じた場合でも、システムがパンクすることを避けるため、一般的に処理能力を80%で使用する事が望ましい。その場合、60台×80% = 48台が接続可能と計算できる。

1秒間に1回データを取得できればよいならば、256台接続可能である。まさに産業用イーサネット製品は高速計量を可能にしたことによる環境に配慮したサステナブルな製品となっている。

USB ポート

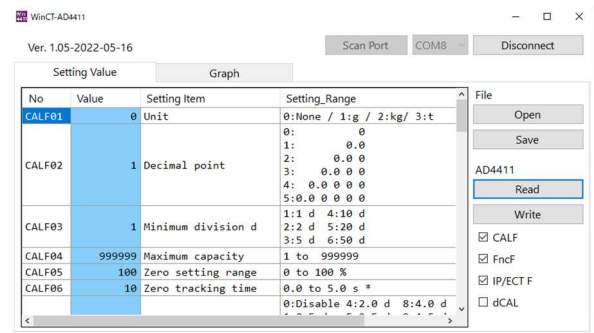
AD-4411シリーズは、PCからのメンテナンス用にUSBポート(Type-Cコネクタ)を搭載する。

USBは仮想COMポートとして認識され、計量値の読み出し、内部設定値の書き込みが可能である。

USBバスパワー対応であり、PC側のUSBポートから電源供給で動作する。これにより、システム電源遮断時でもメンテナンス可能である。

また、サポートツールとして、当社ホームページよりダウンロード可能な専用PCアプリも提供する。

各AD-4411とPCをUSBケーブルで接続し、アプリを起動し、「Connect」を押下すると通信を開始する。

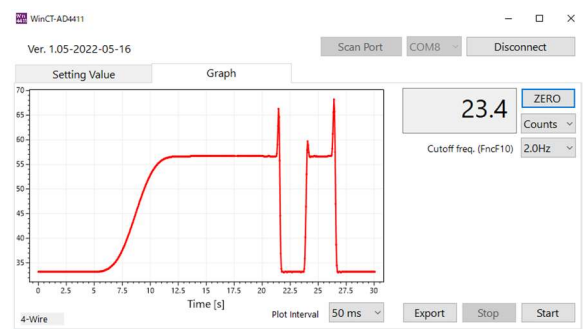


内部設定値をバックアップする場合、「Read」で内部設定値が読み出され、「Save」でPC上にバックアップファイルとして保存される。

内部設定値をコピーする場合、「Open」でPC上の任意のバックアップファイルを開き、「Write」で接続された各AD-4411に書き込みをおこなう。

コピー機能は、複数台同じ設定のAD-4411が必要な場合、工数削減になる。

波形をモニタする場合、「Graph」タブに切り替え、「Start」で、最速20回/秒でグラフの描画を開始する。



デジタルフィルタの設定は任意に変更可能で、リアルタイムに更新されるグラフでその効果を確認できる。また、グラフに描画された測定ポイントは、CSVファイルとしてPC上に保存でき、表計算ソフトウェアなどで、データの比較ができる。

便利な機能

電圧比(mV/V)表示機能

ロードセルの出力は、印加電圧1Vを加えたときの電圧比(mV/V)で表され、これを、スケールングすることで、計量値を算出する。計量値が正常に表示されない場合、表示を電圧比に切り替えることで、容易に不具合原因を

切り分けることができる。

例えば、当社のロードセルLCB25-K002に2kgの荷重を加えたときの定格出力は約2mV/Vである。これに載せ台(0.2kg)を取り付け、各AD-4411とスケールリングした場合、無負荷時には、

$$\text{約 } 2 \text{ mV/V} \times \frac{0.2 \text{ kg}}{2 \text{ kg}} = 0.2 \text{ mV/V}$$

が出力され、1kg負荷時には、

$$\text{約 } 2 \text{ mV/V} \times \frac{1 \text{ kg}}{2 \text{ kg}} + 0.2 \text{ mV/V} = 1.2 \text{ mV/V}$$

が、出力される。mV/V表示に切り替え、想定より、出力が低い場合、載せ台に干渉物があるといった問題が考えられる。

6 線式/4 線式接続切り替え機能

一般的に、ロードセルケーブルを延長し接続する場合、ケーブルの導体抵抗、周囲温度変化などの影響を取り除くリモートセンシング機能が有効になる6線式で接続する。4線式で接続する場合、従来器では、ロードセル電源端子とセンシング端子のプラス同士、マイナス同士を外部ジャンパにより短絡する必要があった。AD-4411シリーズでは、ジャンパ機能を内蔵し内部設定で6線式と4線式を切り替えることができる。これにより、工数削減に貢献する。

おわりに

当社には、用途に合わせて、様々なロードセルの取扱があるが、AD-4411シリーズと組み合わせることで、上位システムに高精度、高速に計量値を取り込むことができる。

ロードセルと産業用イーサネットの組み合わせにより、ユーザーの課題にソリューションを生み出すための新しい視点が必要であると考えている。

フナセ・ススム

株式会社エー・アンド・デイ

第1設計開発本部