

1.はじめに

オートメーション「automation」とは、「automatic(自動)」+「operation(作業)」または「automatization(自動化)」を短縮した造語である。これに「Factory(工場)」を頭につけると、FA(ファクトリーオートメーション)＝「工場の自動化」という意味になる。

ファクトリーオートメーションの概念が日本に浸透し始めたのは、1950年代半ばと言われている。製鉄等の金属工業から始まったファクトリーオートメーションは、自動車や電化製品等の機械工業、プラスチック等の化学工業、繊維工業、食品工業とありとあらゆる業界に浸透し我々の生活を支える上で欠かせないものとなっている。

今日、電子天びん等の計量器は工場の生産ラインにおいて、量の管理(はかり込み)はもちろんのこと、内部分解能の高さを活かして、ベアリングの内部欠損検査、レジスト液の塗布検査等、微小な重量変化による工程のチェックにも使用されている。これらの作業は、計量器単体を使用してひとつひとつ「手動(人力)」で行うこともできるが、PLC等の上位システムと接続して「自動化(オートメーション化)」することにより、人件費の削減、生産性の向上、品質の安定等、ファクトリーオートメーションによる恩恵にあずかることが可能になる。

本稿ではファクトリーオートメーション化を行うにあたり、計量ラインシステムの構築に適した EtherNet/IP コンバータについて説明する。

2. 製品概要

AD-8552EIP は、弊社の計量器(電子天びんおよびはかり)の RS-232C 通信を EtherNet/IP 通信に変換するコンバータである。同コンバータと PLC とを接続することにより、複数の計量器を組み込んだ計量システムを構築することが可能になる。なお、EtherNet/IP 通信はコンフォーマンステスト CT18 をクリアしている。

2-1. 外観

外形寸法は、105(W)×112(H)×103(D) mm。背面には DIN レール装着用のフックがあり、ワンタッチで取り付け可能である。



2-2. LED (状態表示部)

フロントパネルには 4 つの LED(POWER, ERR, MS, NS) があり、本体や通信の状態を表示する。

2-3. 電源

電源は DC24V, 9Wmax. を供給する。コネクタはプッシュイン端子台になっているので、配線には棒端子の使用を推奨する。

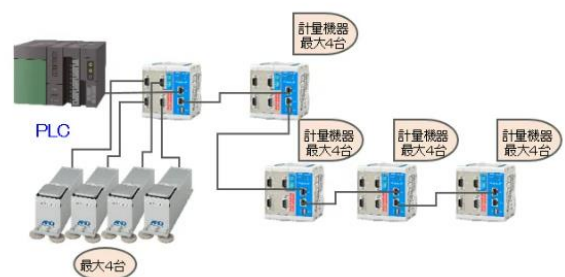
2-4. 通信コネクタ(RJ-45)

EtherNet/IP 通信用として RJ-45 モジュラコネクタを 2 つ配置している。ネットワークトポロジー(接続形態)はスター型、バス型(デジチェーン)に対応している。これにより工場内の生産ラインの形状にあわせて、配線をフレキシブルに行うことができる。ノード間 100m 以内のルールで HUB 等を使用すれば、通信距離を延ばすことも可能である。

スター接続イメージ



デジチェーン接続イメージ



2-5. 通信コネクタ(RS-232C)

計量器接続用として D-Sub9 ピン オスのコネクタを4つ配置している。それぞれのコネクタには、計量器用の電源として1番ピンに電源0Vを9番ピンにDC12Vを出力していて、AD-4212C/AD-4212D等の特定の計量器を接続する場合、コンバータから計量器に電源を供給することができる。これによりユーザは計量器用の電源の配線を行う必要がなくなるため、計量システム構築のための工数やコストを削減できる。また配線がすっきりするため、トラブル発生時の原因が突き止め易くなるメリットも期待できる。

2-6. スイッチ(SW1,2)

SW1,2により、コンバータのIPアドレスを設定する。同スイッチで設定できる範囲は[192.168.0.1]～[192.168.0.254]および[192.168.1.10]であるが、後述のWEBインタフェースを使用すれば上記範囲外の設定が可能である。サブネットマスクやデフォルトゲートウェイの設定が必要な時にもWEBインタフェースにて設定する。

2-7. スイッチ(SW3-5)

SW3,4で計量器に接続するRS-232C通信のボーレートを、CH1-4の各チャンネル毎に設定する。SW5で計量値データの桁(小数点の位置)を設定(固定)する時に使用する。この機能はどのような時に使用するか問い合わせをいただいたことがあるので、以下に使用例を説明する。

計量器の中にはデュアルレンジという計量値の範囲によって分解能が切り替わるものがある。例)AD-4212C-301(51g/320g, 0.0001g/0.001g)の最小表示は、51gまでは0.0001g、51gを超えると0.001gとなる。ここで50.9999gから51.001gに変化した時にコンバータに格納される計量値と小数点位置の関係は次の通りである。

(1) 小数点位置 [AUTO] の時

	計量器の値	計量値 [16進(10進)]	小数点位置
①	50.9999 g	0x0007C82F (509999)	0x0004
②	51.0000 g	0x0007C830 (510000)	0x0004
③	51.001 g	0x0000C739 (51001)	0x0003

(2) 小数点位置 [4] で固定の時

	計量器の値	計量値 [16進(10進)]	小数点位置
①	50.9999 g	0x0007C82F (509999)	0x0004
②	51.0000 g	0x0007C830 (510000)	0x0004
③	51.001 g	0x0007C83A (510010)	0x0004

表のように、コンバータの計量値は「小数点無し」の値が格納されるため少数点位置を固定しないと、(1)②→③のようにレンジの切り替わりで、計量値が突然1/10倍変化したように見えてしまう。

これを回避するため、デュアルレンジの計量器を使用する際には、PLCにて(1)小数点位置 AUTO で計量値と小数点位置を同時に読み込むか(2)小数点位置を固定するか のどちらかの方法で行うことが必要である。

2-8. EtherNet/IP 通信

AD-8552EIPとPLC間はEtherNet/IPの接続が確立すると、サイクリックデータによって定期的にデータ送信を行う。サイクリックデータは、

- (1)「PLC→AD-8552EIP→計量器(CH1～4)」の方向を「Outputデータ(Instance150)」と呼び、逆に
- (2)「計量器(CH1～4)→AD-8552EIP→PLC」の方向を「Inputデータ(Instance100)」と呼ぶ。

AD-8552EIP側から見ると、入力データをOutputデータ、出力データをInputデータと呼ぶので逆のように感じるが、これはEtherNet/IPのネットワークから見て方向を決めているので、混同しないように注意が必要である。なお、これらのデータのアドレスマップのことをデータレイアウトといい、取扱説明書およびEDSファイルに詳細が掲載されている。EDSファイルとは、Electronic Data Sheetの略で上記データレイアウトの他、AD-8552EIPに関する設定情報を記述しているファイルのことである。このファイルは、弊社またはODVAのホームページからダウンロードすることができる。ODVA(ODVA,Inc.)は、CIP技術を使ったネットワーク(EtherNet/IP, DeviceNet, CompoNet)をサポートするグローバルな非営利団体のことで、コンフォーマンステストと呼ばれる認証試験も同団体で行っている。なお、AD-8552EIPはConformance Test Ver.18 (CT18)での認証を取得している。[File Number: 12235.01]

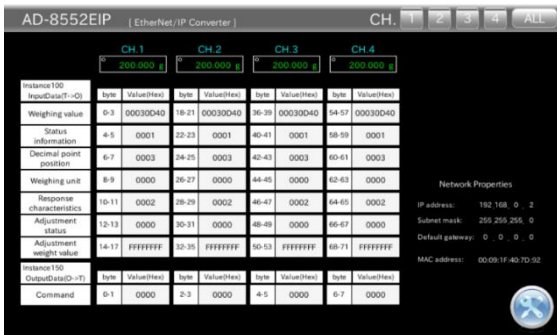
2-9. WEB インタフェース

WEBインタフェース(以降、WEB I/Fと略す)は、PCのブラウザからAD-8552EIPと同コンバータに接続された計量器の動作確認を行える機能である。

WEB I/F は、Microsoft Edge, Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari 等のブラウザで動作する。これらのブラウザはごく一般的なものであり、ほとんどの PC に標準でいずれかのブラウザがインストールされている。このように専用のソフトを必要としないので、計量システム立ち上げ時や立ち上げ後のトラブル発生時に、(PC の IP アドレスを設定する必要はあるが) 近くにある汎用の PC を使っての確認が可能である。

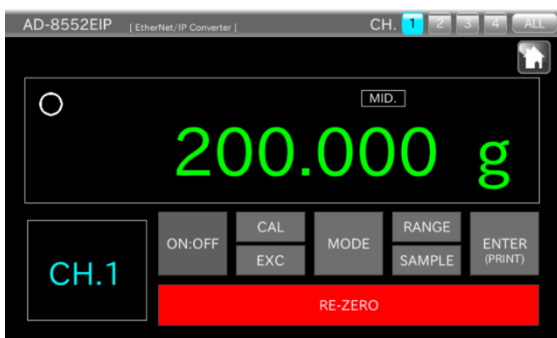
また WEB I/F は HTTP のプロトコル [TCP(port80)] を使用していて、EtherNet/IP 通信の Explicit Message [TCP(port44818)] および Implicit Message [UDP(port2222)] を使用していない。これにより、計量システムに問題が発生した時に、(1)PLC↔AD-8552EIP 間に問題があるのか、(2)AD-8552EIP↔計量器間に問題があるのかの切り分け (問題箇所の特定) が容易になることが期待できる。

2-9-1. HOME 画面



HOME 画面には、接続されている計量器の計量表示、EtherNet/IP 通信用のデータレイアウトの値が表示される。ユーザはこの画面の値と EtherNet/IP 通信上での値を比較することで動作確認を行うことができる。

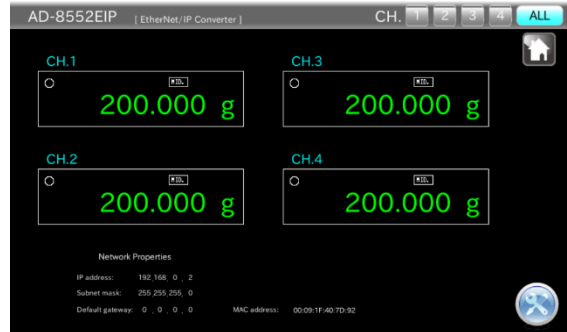
2-9-2. 1 チャンネル表示 (CH.1~4)



HOME 画面の右上の数字 [1]~[4]のいずれかを押

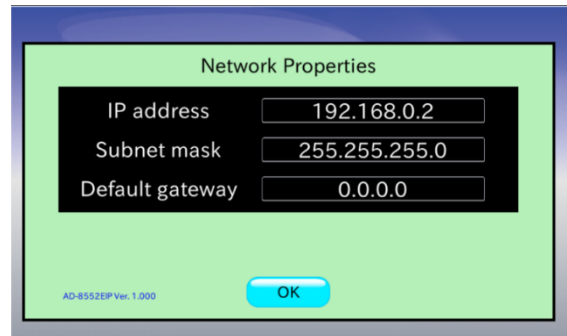
すと、番号に応じたチャンネル(CH.x)に接続された計量器の計量値が表示される。この画面で計量器の操作や動作確認が行える。

2-9-3. 4 チャンネル表示 (ALL)



HOME 画面の右上の[ALL]を押すと、計量器 4 台の計量値が表示される。この画面は表示のみ行うものなので、計量器を操作したい時は前述の「2-9-2.1 チャンネル表示」にして操作を行う。

2-9-4. ネットワーク設定画面



HOME 画面右下の工具マークボタンを押すと、AD-8552EIP のネットワーク設定を行うことができる。この設定を有効にするには、SW1: 0, SW2: 0 にして、電源を入れ直すことが必要になる。

3. 事例 (現場適用方法とユーザメリット)

これまで弊社は計量器用のコンバータとして、CC-Link や Modbus-RTU 等、他の規格に対応する製品を開発してきた。その過程においてユーザや弊社修理部門(以降、弊社 FE と記述する)から、「計量ラインシステムの立ち上げ時に、システムの構築や検証に時間がかかってしまった。」「トラブル発生時に原因究明に苦労した」という声を聞くことが度々あった。よくよく話を聞いてみると、ユーザは計量器の専門家ではないので計量器の使用注意点に気がつきにくく、弊社 FE は、ユーザの生産ラインが企業秘密に

なっている所もあるため計量器が実際に組み込まれている環境がどのようなものか把握するのが難しいということに起因していた。電話でのヒヤリングや対処方法の説明に少なくない工数がかかり、それで解決しないとすると、使用している計量器をわざわざ生産ラインから外して弊社 FE に送ってもらうしなくなる。そして送ってもらったとしても、送られてきた製品が現象再現せず、代替品を送っても現場の状況が改善しないとすると、解決までの道のりはさらに遠のくことになってしまうということもあった。このような状況を改善できれば、「計量ラインシステムの構築に適した EtherNet/IP コンバータ」の理想形に近づくと考えた。AD-8552EIP はこの点に注目して開発が行われた。前述と被ってしまう表現もあるが、特長をまとめると以下ようになる。

①イーサネット物理層：

Ethernet での接続のためフレキシブルな工場内配線が可能である。トラブル発生時に計量ラインシステムの配置や接続を変更することなく計量器の状態を確認することができる。(IP アドレスの同一セグメントグループ内であれば、どこの LAN コネクタに接続しても確認可能である。)

②WEB インタフェース：

ラインシステム管理用(PLC 用)のプログラムが入った PC でなくても、Edge 等の汎用ブラウザを使って計量器の動作確認が行える。計量値が格納されたデータレイアウトが一目で確認できる。計量器に生産ライン用天びん AD-4212C/AD-4212D を接続した場合、計量器のリゼロ、応答速度の変更、キャリブレーション(感度調整)等の操作が行える。

これら①,②の特長が計量システムの立ち上げやトラブルシューティングに役立つことを期待している。社内のデザインレビューの際にこれらの特長を説明したところ、「ユーザとのコミュニケーションがスムーズに行えそう。」と弊社 FE 部門から大いに歓迎された経緯があった。AD-8552EIP の発売にあたり、市場やユーザの皆様にも受け入れていただけると幸いである。

4. おわりに

今回は、Ethernet 系のプロトコルとして市場シェア 1,2 位を競う程ノード数が多く、弊社への要望が 1 番多かった EtherNet/IP 対応のコンバータの開発を行った。他規格への対応は状況次第となるが、今後もユーザからの要望や時代の変化に対応して、計量システムに適したユーザビリティの高い製品を提案し続けることが計量器メーカーの責務と考えている。

ナカモト・タク

株式会社エー・アンド・デイ

第 1 設計開発本部