

フィールドバス 空気圧変換器 YPK110

YPK110 Fieldbus to Pneumatic Converter

長井 浩二^{*1}
NAGAI Koji

橋住 和広^{*1}
HASHIZUMI Kazuhiro

村上 龍大^{*1}
MURAKAMI Tatsuhiko

齋藤 洋二^{*1}
SAITO Yoji

横河電機では1961年にアナログ式電空変換器5502とバルブポジションナ5503をリリース、1992年に同じくアナログ式電空変換器PK200とバルブポジションナVP200をリリースして以来、これらは多くのプラント制御で使用されてきた。また、1999年にはFOUNDATIONフィールドバス対応のバルブポジションナYVP110をリリースし、性能の向上や使い易さの向上、診断機能などによるライフサイクルコスト削減への寄与に努めてきた。一方で、フィールドバス計装でも操作端には空気圧が用いられていることや、空気式で計装されたプラントのフィールドバス計装化の要望、また、空気圧による直接駆動が必要な操作機器も多くあることから、FOUNDATIONフィールドバス対応の電空変換器の要求も出てきている。そのため、新たにフィールドバス 空気圧変換器 YPK110を開発した。本稿では YPK110 の構造・制御・診断機能について紹介する。

Since our first release of 5502 analog current to pneumatic converter and 5503 valve positioner in 1961, as well as PK200 analog current to pneumatic converter and VP200 valve positioner in 1992, our products have been in use for many plant controls so far. Furthermore, we released the YVP110 FOUNDATION Fieldbus valve positioner in 1999, so that we have endeavored to improve the efficiency and usability of positioners and to reduce lifecycle cost through online diagnosis. On the other hand, the demand for FOUNDATION Fieldbus to pneumatic converters has also emerged since 1) pneumatic pressure is used for valves in fieldbus instrumentation, 2) there are requests to change plants instrumented with pneumatic control equipment into fieldbus-networked plants, and 3) there are many instruments which need to be driven directly by air pressure. Therefore, we have newly developed YPK110 fieldbus to pneumatic converter. This paper introduces the structure, control method and online diagnosis functions of YPK110.

1. はじめに

近年のデジタル信号処理技術とネットワーク技術の向上により、従来のアナログ4 - 20 mA型フィールド機器では実現が不可能であった診断やローカル制御などの高度な機能が、フィールド機器に実装されるようになってきた。また、FOUNDATIONフィールドバスに代表される国際規格による標準化により、フィールド機器ベンダー各社の機器を自由に組み合わせて、最適なフィールドネットワークシステムを構築できるようになった。そのため、空気式計装やアナログ計装されたプラントをフィールドバス計装に更新する動きがあり、当社客先においても、



図1 Fieldbus - 空気圧変換器 YPK110

*1 フィールド機器事業部 第1技術部

表1 YPK110の主な仕様

電源電圧	9 to 32 V DC
通信	デジタル双方向通信(FOUNDATION Fieldbus)
供給空気圧	130 ~ 150 kPa(標準圧用) 230 ~ 260 kPa(倍圧用)
出力圧力	20 ~ 100 kPa(標準圧用) 40 ~ 200 kPa(倍圧用)
出力信号	Pa, bar, psi
消費電流	17 mA max. (16 mA typ.)
ファンクションブロック	Analog output × 1 Discrete input × 2 PID control (option) × 1 Output splitter × 1
直線性	±0.2% of FS
リピータビリティ	0.1% of FS
ヒステリシス	0.2% of FS
空気消費量	0.32 Nm ³ /h以下@140 kPa
空気処理量	6.6 Nm ³ /h以上@140 kPa
質量	2.4 kg
取り付け	2"パイプまたは壁面取り付け
周囲温度	-40 ~ 85

空気式で計装されたプラント設備を最新の FOUNDATION フィールドバス計装にリプレースする更新プロジェクトが、多く出始めてきている。これらの計装転換においては、転換コストの最小化から、既設のバルブや空気式ポジションナなどの操作端を残したまま FOUNDATION フィールドバス計装へ変更することが要求される場合がある。また、同時にプラントを休止せずに設備を交換する Hot Cut Over と呼ばれる更新技術も要求される。そこで、現場への実装後に、個々の調整作業を行うことなく各種のバルブや空気式ポジションナを制御できるフィールドバス 空気圧変換器 YPK110 を開発したので、そのユニークな制御アルゴリズムと構造、および機能について紹介する。図1に、本器の外観を、表1に本器の主な仕様を示す。

2. YPK110の構造

図2に、YPK110のブロック図を示す。フィールドバスを介して入力されたデジタル信号は、MAUとフィールドバスモデムを通じてマイクロプロセッサ(CPU)にて演算され、アナログ電流信号となってI/P電/空)コンバータに入力される。I/Pコンバータで電流は空気圧(ノズル背圧 Pn)に変換され、コントロールリレーで増幅された空気圧が、出力圧Poとしてバルブや空気式ポジションナに送られる。出力圧Poは、YPK110内部の圧力センサに返されてフィードバック制御している。YPK110では、I/Pコンバータやコントロールリレーからの排気を利用して機器内を常に正圧にすることにより、外部からの湿気や雰囲気ガスの浸入を防いでいる。そのため、圧力センサを2台使用し、1台で出力圧Poを測定し、他の1台で大気圧Paを測定し、それらの差圧を取ることで、常に大気圧補正を行っている。同時に、圧力測定温度誤差を防ぐために、温度センサを搭載して温度補正を行っている。

3. YPK110の空気圧制御

YPK110が駆動する対象の負荷容量は様々である。空気式ポジションナであれば数10 cc以下、バルブを直接駆動する場合は、数100 ccから数1000 ccの容量になる(特に3000 cc以上の容量については、ブースターリレーが使われることが多い)。また、電空変換器~バルブ間の空気配管も、YPK110がメンテナンス性を考慮して、パネルやスタンションパイプに取り付けられることを考えると、1 m未満~5 m超までである。このように負荷条件が極端に異なる場合においても、無調整でバルブや空気式ポジションナを安定して制御する必要がある。さらに、出力圧

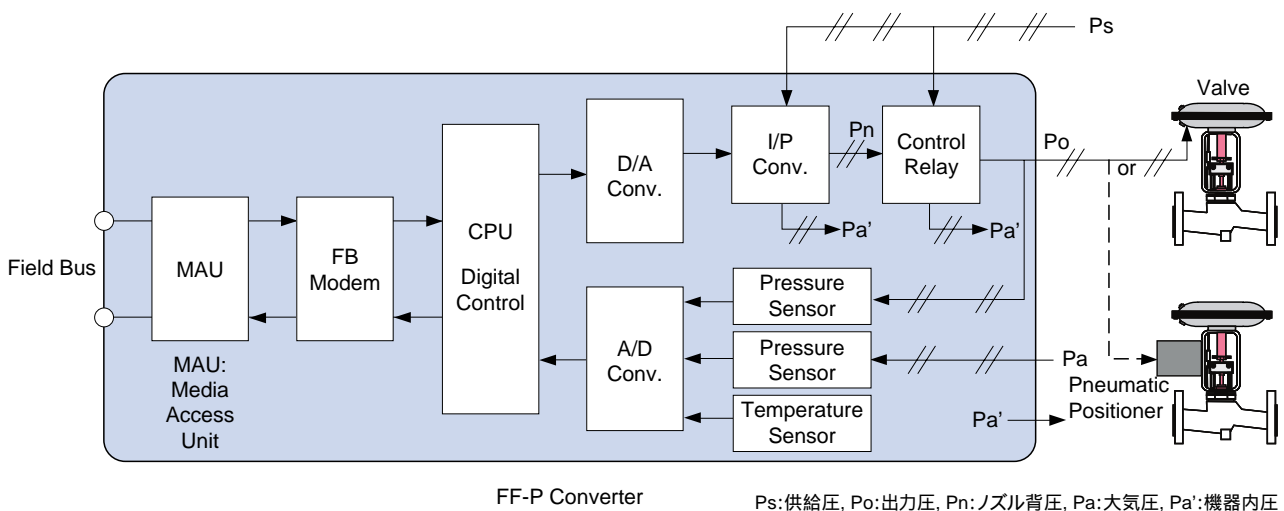


図2 YPK110のブロック図

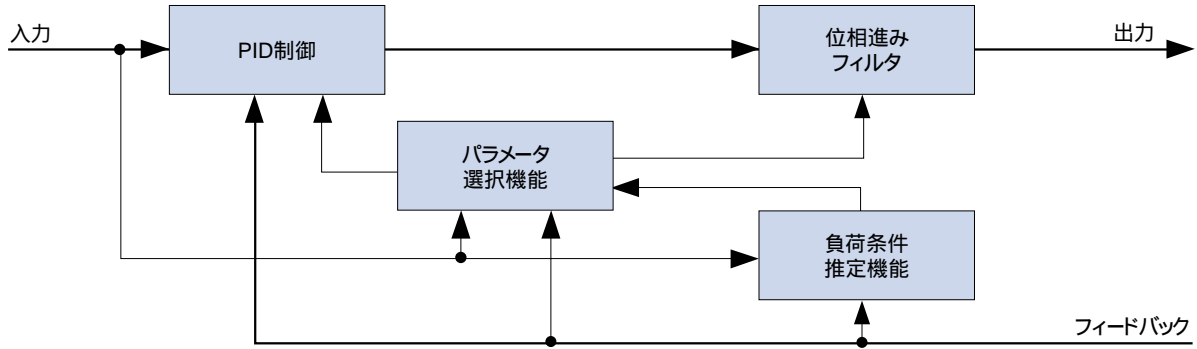


図3 YPK110の制御ブロック線図

を増幅させるためのコンポーネントであるコントロールリレーには、その構造上、入力圧が変化しても出力圧が変化しない不感帯が存在し、制御を困難にしている。そのため、YPK110ではいくつかの新しい制御方式を採用している。

(1) 基本アルゴリズム

図3に、制御ブロック線図を示す。アナログ式電空変換器PK200では、積分時間よりも微分時間が長いPID制御を用いており、安定した制御特性が得られるとして実績がある。YPK110でも、基本アルゴリズムにはPID制御を用いている。また、YPK110では離散的なデジタル制御演算を行っているため、応答の速い小容量バルブにおいては、サンプリング・インターバルによる位相遅れからバルブ制御が発振してしまう可能性がある。逆に、消費電流の制限から、サンプリング・インターバルを短くすることができない。そのため、予め位相進みフィルタを挿入している。

(2) 負荷条件推定機能

バルブ容量が小さく空気配管が短い場合には応答が速く、バルブ容量が大きく空気配管が長い場合には、

逆に応答が遅くなる。YPK110では、図4に示すように、給気(昇圧)の入力があった時に、内蔵する圧力センサで読み取った出力圧の微分係数から、1秒後の推定出力圧を予測している。1秒後の推定出力圧が入力圧と乖離している場合には、その偏差に応じて比例ゲイン、微分時間、積分時間などの制御パラメータを随時切り替えている。また、排気(降圧)の場合には給気で使用した制御パラメータを記憶しており、その制御パラメータから負荷条件を判断してパラメータを選択している。

(3) 制御パラメータ選択機能

YPK110では、前述の負荷条件推定機能で選択するパラメータとして、図5のように給気/排気で併せて計8組の制御パラメータの組み合わせを準備し、常に負荷容量の大きさを推定しながらパラメータを自動で切り換えている。また、それぞれの制御パラメータをユーザにて任意に調整・設定することも可能である。

(4) YPK110の制御特性

図6に、YPK110を実際に固定容量の負荷と組み合わせた時のステップ応答波形を示す。使用した容量は、

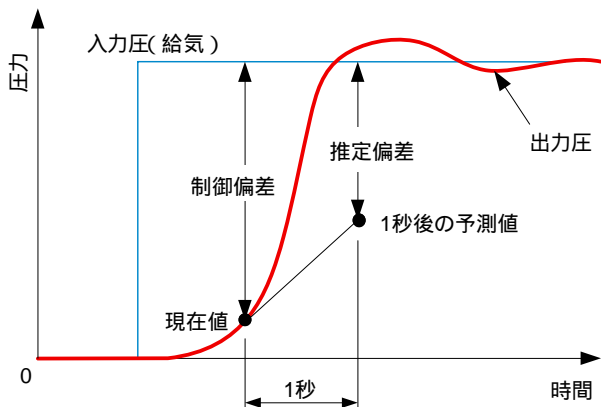


図4 負荷条件推定機能

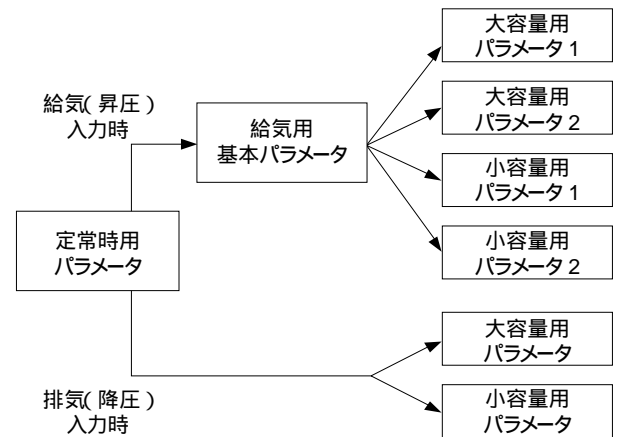


図5 制御パラメータ選択機能

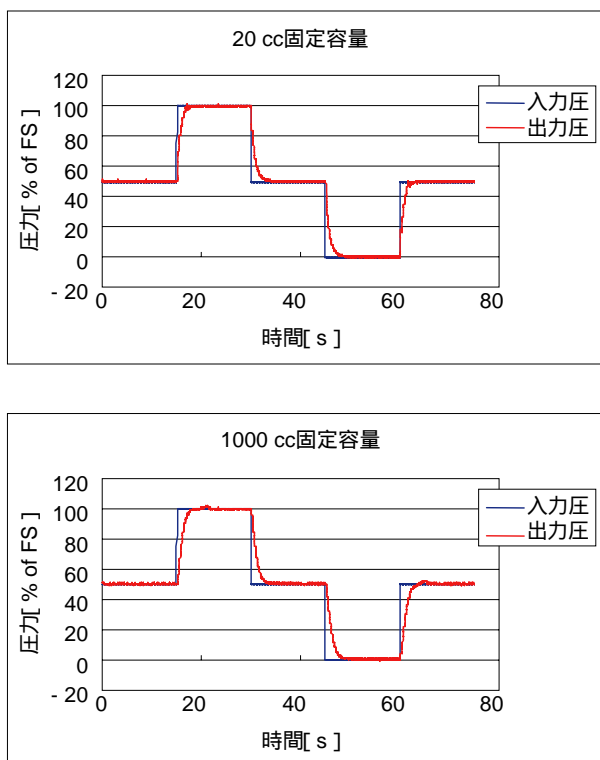


図6 YPK110の制御特性

20 ccおよび1000 ccの2種類。配管は、外径 6 mm - 内径 4 mm、長さ10 m。両条件共に、チューニング等の個別設定は行っていない。入力は、 $50 \pm 50\%$ of Full Spanとした。前記の負荷条件推定機能と制御パラメータ選択機能の効果により、容量が50倍違うにも拘らず、給気/排気共に90% of Stepの応答時間は約2秒、 $\pm 0.1\%$ of Stepに整定する時間は6秒以下の良好な応答特性が得られている。また、オーバーシュートなどは殆ど見られない。

4. YPK110の診断機能

YPK110では、バルブや操作器のオンライン診断機能として、自己診断機能(下記参照)や積算機能(空気圧上下動回数、空気圧積算量、空気圧出力時間、空気圧ローカットオフ時間)を持っている。また、機器の温度や出力圧の測定値をパラメータとして出力することもできる。これ

らにより、YPK110本体の自己診断だけでなく、供給空気圧の低下や配管の漏れの検出、また、稼動状態を経験値と比較することにより、バルブの寿命の予測が可能である。

(1) YPK110の主な自己診断機能

- ・出力偏差の異常
- ・制御動作点の異常
- ・温度測定値の異常
- ・圧力測定値の異常
- ・温度センサの故障
- ・圧力センサの故障
- ・A/Dコンバータの故障

5. おわりに

フィールドバス 空気圧変換器 YPK110の特長について概説した。YPK110は、空気式計装されたプラントにおいて、既設の操作端や空気配管を活かしてコストミニマムでフィールドバス計装へ転換するための最適なソリューションを提供すると共に、新設プラントにおいても、フィールドバス信号を空気圧信号に変換する信号変換器として使用できる。また、ポジションでは対応できない操作シリンダや、ゲート弁等のロングストロークバルブ、小容量バルブを制御することができる。これらの利点を活かして、既設プラントの更新のみならず新設プラントにおいても、トータルコストの削減が可能になると期待できる。当社では、今後もフィールドバス機器の拡充と、ライフサイクルコスト削減を提供できる機能を開発し、顧客や市場の要求に応えていきたい。

参考文献

- (1) 齋藤洋二 他, “アドバンスバルブポジションYVP110”, 横河技報, Vol. 45, No. 3, 2001, p. 161-164
- (2) 齋藤洋二 他, “フィールドバス対応フィールド機器の現状と将来”, 横河技報, Vol. 48, No. 1, 2004, p. 37-40
- (3) 村上龍大 他, “フィールドバス 空気圧変換器の制御系設計”, 第4回計測自動制御学会制御部門大会予稿集, 2004, p. 425-430

* 本文中の製品名, ソフトウエア名, 名称は, 各社または団体の商標, 或いは登録商標です。