

アドバンストバルブポジショナ YVP110

Advanced Valve Positioner YVP110

齋藤 洋二^{*1}
SAITO Yoji

西島 剛志^{*2}
NISHIJIMA Takashi

井上 晃^{*1}
INOUE Akira

増喜 浩一^{*1}
MASUKI Koichi

YVP110は、FOUNDATION™フィールドバスに対応したバルブポジショナである。非接触式の変位センサ、新開発の小型I/P(電/空変換)モジュールの採用などにより、高い信頼性を確保した。また、バルブ診断機能や、機械要素に含まれる非線形性を補償する制御アルゴリズムを搭載し、従来のアナログ機械式ポジショナと比較して、飛躍的にその性能、機能が向上した。本稿では、YVP110の特長と、制御性やメンテナンス性の向上などによるオペレーションコスト低減への寄与について述べる。

YVP110 is a valve positioner conforming to FOUNDATION™ fieldbus. YVP110 maintains high reliability by using a non-contacting position sensor and a newly developed small I/P module. Comparing with a conventional analog-mechanical positioner, YVP110 has dramatically enhanced its functionality and improved the performance of positioning, which is achieved by valve diagnostic functionality and non-linear compensation control algorithm. This document describes the features of YVP110 plus its superior controllability and maintenance ability, which contributes to plant operation cost down.

1. はじめに

近年の経済情勢の変化、規制緩和、国際的な企業間競争の激化により、プロセスプラント業界を取り巻く状況は大きく変化してきている。ユーザは、計装機器ベンダに対し、ライフサイクルを通じてのトータルコストの低減、操業効率向上への寄与を強く求めている。

一方、FOUNDATION™フィールドバスに対応したフィールド機器群、及びDCSシステムが1998年より製品化されている。フィールドネットワーク技術の利用により、ユーザが最も大きく期待している点の一つとして、プラントにおける最も重要な要素である操作端(ポジショナを含めたコントロールバルブ)周辺のオペレーションコスト低減がある。

今回、世界第二位のコントロールバルブメーカーであるDresser Flow Control(Masoneilanブランド)と共同開発したアドバンストバルブポジショナYVP110(図1)は、オペレーションコスト低減という命題に対して、次のような取り組みを行った。

(1) 長期信頼性の確保

小型I/P(電空変換)モジュールと非接触型の変位センサの採用により、長期にわたる安定性、耐久性を確保する。

(2) 動特性の向上

非線形性補償型バルブ制御アルゴリズムにより、微小信号に対する追従性や、オーバシュートなどの動



図1 実プラントに設置されたYVP110
(日本製紙株式会社 伏木工場殿 ご提供)

*1 プロダクトフィールド機器センター 技術1部

*2 プロダクトフィールド機器センター 技術2部

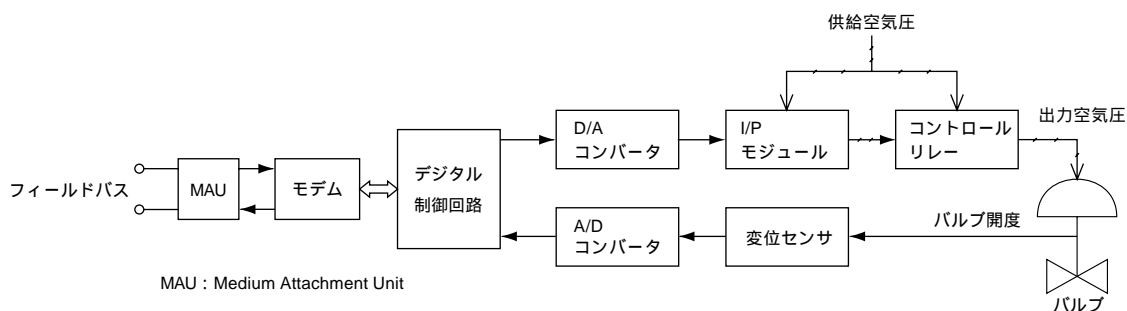


図2 YVP110 ブロック図

特性を改善。プラントの制御システムの性能、ひいてはプロセス製品の品質向上に寄与する。

(3) 診断機能の充実

ポジションナ自身の自己診断と共に、オンライン/オフラインのバルブ診断機能を搭載。メンテナンス時間の低減や予防保全に寄与する。

(4) インスタレーションの容易化

バルブ特性を測定し、パラメータを決定するオートチューニング機能の搭載。WindowsベースのHMI (Human-Machine Interface) ツールの開発などによるインスタレーション時間の短縮。

以下、YVP110がユーザにもたらすものは何かを中心に解説し、更に今後のアドバンスバルブポジションナ開発の将来展望についても論じる。

2. YVP110の特長

図2にブロック図を示す。バルブ開度は、変位センサにより検出される。また、バルブ制御演算結果は、I/Pモジュールにより空気圧に変換され、コントロールリレーにより増幅される。

アドバンスバルブポジションナYVP110の特長は、次の通りである。

(1) 小型軽量

I/Pモジュールの小型化、専用ASICによる電子回路の集積化など、構成要素の徹底した小型軽量化を行い、バルブ取り付け状態での耐振動性を向上した(仕様: 4 mm at 5-15 Hz, 2 G at 15-2000 Hz)。2001年3月現在、同クラスのポジションナとの比較で世界最軽量の質量2.3 kgである。

(2) 高信頼の非接触変位センサ

信頼性の鍵を握る変位センサには、センシング部分の電気接点や摺動部を排除し、相互インダクタンスの変化を非接触で検出する方式を採用した。この変位センサにより、従来接触式では避けられなかったバックラッシュやヒステリシスを無くし、高精度

化した。また、繰り返し動作や、一定開度付近での連続的な微小入力変化に対しても、十分な耐久性を実現した。

(3) I/Pモジュール

新開発の小型I/Pモジュールは、金属ダイヤフラムでフラッパを構成することにより、可動部質量を当社従来比 $\frac{1}{200}$ で、0.5 g以下に低減した。同時に、フラッパの固定箇所を少なくし、構造を単純化する事により、熱サイクルや振動などの厳しい外乱下においても、長期間にわたり安定に動作する信頼性を確保した。

(4) 豊富な機能

従来のアナログ機械式ポジションナでは決して成し得なかった豊富な機能を搭載した。主な機能を列挙する。

- ・バルブ開度信号モニタ
- ・バルブ出力圧力信号モニタ(付加仕様)
- ・流量特性変更機能(プロセスゲインの最適化)
- ・タイトシャット機能(制御性と閉切性の両立)
- ・オートチューニング機能(ゼロスパンと制御パラメータの自動調整)
- ・バルブの稼働状態の積算

(5) ファンクションブロック

以下の4つのファンクションブロックを搭載した。

- ・AO(Analog Output)ブロック
- ・DI(Discrete Input)ブロック
(2個、リミットスイッチ機能)
- ・PIDブロック
(付加仕様、プロセスコントローラ機能)

センサ側のAI(Analog Input)ブロックと組み合わせれば、コントローラ無しで流量などの制御ループを構成することが可能である。尚、YVP110は、最新のFOUNDATION™フィールドバス規格に対応した相互運用試験ITK4.0に、世界初で合格している。

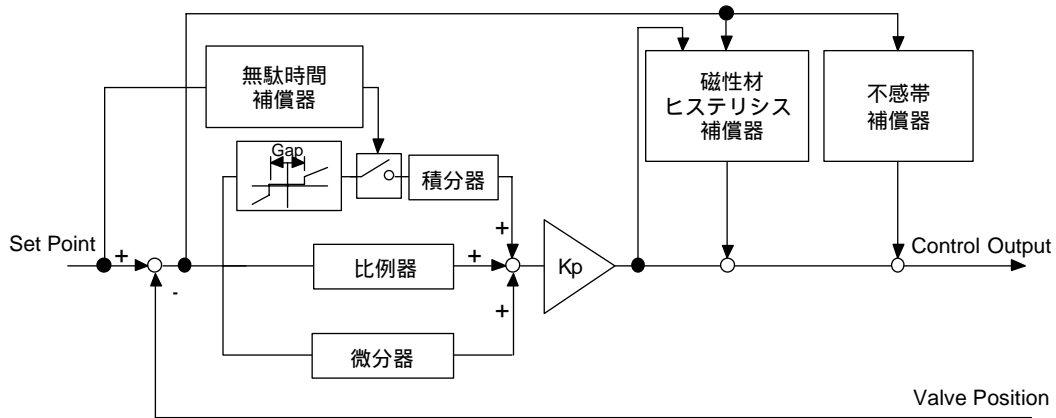


図3 非線形性補償付きPID制御ブロック図

3. 制御性の向上

プラントの制御運転の安定性を確保し、プロセス製品のばらつきを最小化して品質や効率を上げるには、コントロールバルブの性能が非常に重要である。

特にコントロールバルブの微小信号に対する応答や無駄時間、オーバーシュートなどの動特性が大きく制御ループの品質を左右する。

一方、バルブや、ポジションナの機械要素(I/Pモジュール、コントロールリレー)には、ヒステリシス、不感帯などの非線形性要素が含まれている。YVP110では、これらの非線形性を補償する制御アルゴリズム(図3)を開発し、一般によく使われるバルブであれば、0.1%以下の微小信号にも追従する動特性を確保した。図4、図5は、同一のPIDパラメータを用いた場合の、非線形性補償の効果の有無である。

また、様々なバルブに対して、制御パラメータの最適調整を行うための、オートチューニング機能を搭載した。これは、バルブ特性をポジションナ側で測定し、制御パラメータを決定するものである。

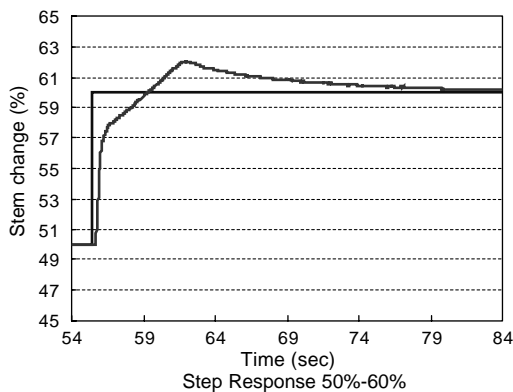


図4 ノーマルPID制御による応答特性

4. メンテナンス性の向上

フィールドのネットワーク化に際し、ユーザからポジションナに最も期待されていることは、メンテナンス性の向上によるオペレーションコストの低減である。YVP110には、ポジションナ自身の自己診断機能の他に、プラントにおいて最も故障し易く、且つ重要度の高いバルブの診断機能が用意されている。

バルブ診断機能は、次のようにオンライン診断とオフライン診断に大別される。

(1) オンライン診断

以下のバルブの稼動状態をポジションナ内に積算する。

- ・開時間、閉時間
- ・Near Close時間
- ・ポジション移動量、サイクル回数

バルブの寿命は、実際の稼動状況により異なるが、データの蓄積を行う事により、バルブのメンテナンス時期を最適化する事ができる。例えば、Near Close時間は、微小開度付近の流速の速い状態での時間を積算するので、エロージョン(壊食)の予測に効果を発揮すると思われる。

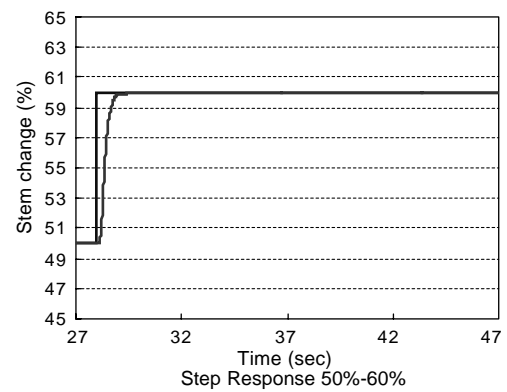


図5 非線形性補償付きPID制御による応答特性

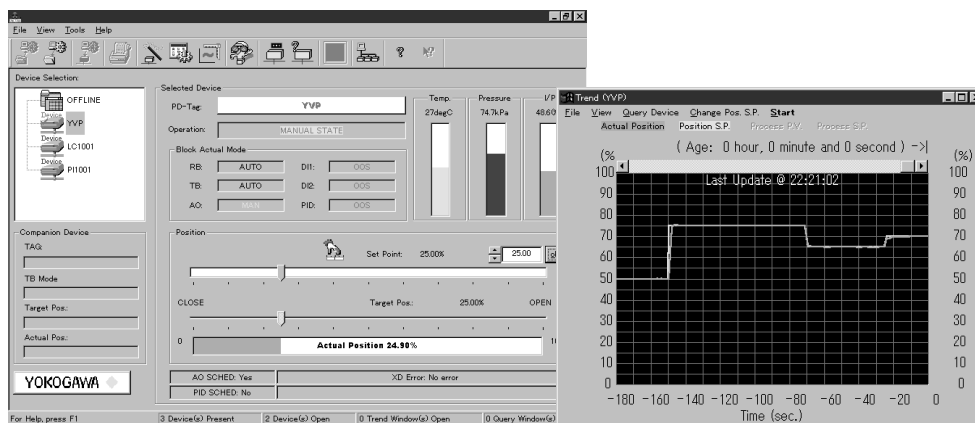


図6 ValveNavi画面

(2) オフライン診断

オートチューニング、またはセルフチェック実行時に、以下のバルブに関する物理パラメータと制御系のループゲインの計測を行う。

- ・バルブ容量比例値
- ・ヒステリシス、Slip幅
- ・バルブ作動圧カレンジ

これらを定期点検の度に計測しておくことにより、バルブの特性の変化をとらえることが可能である。特に、当社が提供する統合機器管理パッケージPlant Resource Managerのデータベース機能を利用することにより、過去に取得したパラメータとの比較が容易に可能である。

(3) 診断機能の将来展開

現在、YVP110の次ステップとして、オフライン診断機能を更に拡張したSignature機能を開発中である。これは、以下の諸特性をポジショナ内で測定し、測定カーブを内部に保存しておくものである。過去の特性との比較を行うことにより、詳細な診断が可能である。

- ・バルブ入出力特性(圧力 vs. バルブ開度)
- ・ステップ応答特性(時間 vs. バルブ開度)
- ・ポジショナ入出力特性
(セットポイント vs. バルブ開度)

5. ユーザインタフェース

YVP110の豊富な機能を最大限に引き出し、ユーザに優れたHMIを提供するために、Windowsベースの専用マネージメントソフトウェアValveNav(図6)を開発中である。その主な機能を以下に示す。

- ・アドミニストレーション(ユーザ別操作制限)
- ・操作モード変更(Normal, Manual, O/S)
- ・機器タグ、Node Address変更

- ・トレンド、バーグラフ表示

- ・Setup Wizard
- ・パラメータ変更
- ・診断結果表示
- ・PIDブロックのフェースプレート表示
- ・設定のレポート機能(.htmlファイルへ出力)

ポジショナをバルブに取り付けた後の初回セットアップ時には、Setup Wizardをメニューから選択して実行するだけで、ポジショナの基本設定を全て完了することができる。また、トレンド画面をサポートしているので、実際のバルブ開度の波形を確認しながらの調整作業が可能である。

6. おわりに

アドバンストポジショナYVP110の特長と、制御性、及びメンテナンス性の向上を中心に述べた。YVP110は従来のアナログ機械式ポジショナに比較して、信頼性を確保しながら、飛躍的にその機能、性能を向上している。今後は、Signature機能の搭載など、診断機能を更に向上させ、ユーザのライフサイクルを通じてのトータルコスト低減に寄与できるようにしたい。

参考文献

(1) K. Omura, T. Nishijima et al, "An Intelligent Valve Positioner for Fieldbus Age", ISA, 1996, p. 663-672
 (2) A. Inoue, T. Nishijima et al., "Improved Control Valve Performance and Functionality with a Fieldbus Digital Positioner", ISA, 2000, no. 1032

* 本文中の製品名、ソフトウェア名、技術名は、各社または団体の商標、或いは登録商標です。