現場での問題解決を提案する分離形スマート・ポジショナ* —スマート・バルブ・ポジショナ AVP 3000 Alphaplus 分離形—

山武産業システム株式会社 プロダクトマーケティング部 福田 稔, ○内山 修

Remote Type Smart Positioner to Offer Solution in the field —Smart Valve Positioner Remote Type AVP 3000 Alphaplus—

Minoru Fukuda and ○Osamu Uchiyama

Valve & Measurement Marketing Department, Yamatake Industrial Systems Co., Ltd

内山 修

Valve positioner in process control is required high reliability and the durability. Because that the operation gives direct influence in a process and the control valve itself being put with severe environment condition. The Spread of Smart Positioner (Valve positioner which carried a microprocessor in electro-pneumatic positioner) was hard compared with Transmitter and Electro-magnetic flow meter. Recently Smart Positioner becomes use much as a result of having acquired an experience, and Smart of Control valve progresses.

This report introduces technology and feature of Remote type AVP 3000 Alphaplus which was developed in order to solve a problem in the field.

分類：V₂ 紙バルブ工程制御システム，V₃ 紙バルブ工程計器およびセンサ

1. はじめに

プロセス制御におけるコントロールバルブ（以下：バルブ）の開度を制御するポジショナは、その動きが直接プロセスに影響を与えるために高い信頼性を要求されており、さらには、バルブ自体が厳しい環境条件に置かれることから、高い耐環境性・耐久性も要求されている。スマート・ポジショナ（電/空ポジショナ）にマイクロプロセッサを搭載したバルブポジショナの普及は、圧力発信器や電磁流量計に比べ厳しいものであった。スマート・ポジショナは、1990年代の初頭から市場に姿を現し、実績を積んできた結果、最近で

は多く使用されるようになり、バルブのスマート化が進んできている。

今回は、スマート技術により、現場での問題解決を提案する AVP 3000 Alphaplus 分離形（以下：分離形 AVP）を開発したので、その主要技術と特長を述べる。

2. 製紙工程におけるポジショナの課題

プロセス制御において、バルブを制御するにはグローブ弁が最適とされているが、製紙工程におけるプロセス制御には、流体がパルプ・スラリーを含むことから、バルブ内部の詰まり、磨耗などを考慮してボール弁が多く使用されている。石油、石油化学などのプラントとは違い、容量的に大きなポンプが使用されてい

*平成 13 年度年次大会講演（講演 No. B 16）

ることと、口径を実運転時の流量に合わせるためにレデューシングしてバルブ口径を小さくしているところなどがあり、振動が発生しやすくなっているのが現状である。この振動対策として、フィードバックレバーを長くしたり、ワイヤーで力を伝えたりして、ポジションをバルブから離すことで現場での個別対応をしているところもあるが、多くは内部可動部品の磨耗や折損が起き、ポジションの寿命が短くなっているのが課題と認識している。

写真 1 一体形 AVP

写真 2 分離形 AVP

また、この分離形 AVP の実績を積んでいく過程で、振動以外にも以下のような現場での課題が明らかになった。

- ・高所にあるバルブメンテナンス時の危険性と狭所にあるバルブメンテナンスのやりにくさ
- ・I/P 変換器+P/P ポジショナを I/P ポジショナに更新したいが、入力信号線の工事費用がかかるため、それぞれの機器メンテナンスを行っている。

3. スマート・バルブ・ポジション AVP 3000 Alphaplus 分離形とは

3.1 概 要

AVP 3000 Alphaplus シリーズには、1998 年に販売開始した一体形 AVP (写真 1) と今回紹介する AVP 3000 Alphaplus 分離形 (以下：分離形 AVP) (写真 2) とがある。分離形 AVP は、開度検出を行う位置センサをポジション本体から分離させ、専用ケーブルで接続したものである。

3.1 動作原理

図 1 にブロック図を示す。入力・電源部は、コントローラからの 4~20 mA の電流信号を受け、これに比例した入力信号を A/D 変換するとともに、電気回路を駆動するための電源を作り出す。バルブの開度を検出する位置センサは、フィードバック信号を作りだし、A/D 変換部でデジタル信号に変換され、CPU デジタル部に取り込まれる。ここで、制御演算を行い、制御信号を電/空変換部に出力する。電/空変換部は、制御信号に対応した空気圧信号を出力し、パイロットリレーで流量が増幅され、操作器を駆動しバルブを動かしている。

分離形 AVP は、位置センサで検出しているバルブ

図 1 分離形 AVP ブロック図

開度を電的にフィードバックしていることから、今までの機械式ポジショナでは実現できなかった開度検出部とポジショナ本体とをケーブルでフレキシブルに分離することができた製品である。

3.2 構成要素（位置センサ）

分離形 AVP は、電気回路、電/空変換部、パイロットリレー、位置センサの大きく 4 つのモジュールで構成されている。ここでは、分離形 AVP の構成要素としてキーとなる開度検出部に使用されている位置センサについて述べたい。

位置センサは、磁気抵抗素子を用いた非接触型の回転角度センサを採用している。バルブの開度を制御するポジショナにとって位置センサは制御性能を決定する重要な部品であり、長期間の安定した性能はもちろん、高い耐環境特性が不可欠である。構造を図 2 に示す。

軸受け部は、銅系焼結金属を位置センサのケースに圧入して一体化している。この中を先端部に磁気センサの周囲を囲む形状に形成したヨークと 1 対の磁石からなる磁気回路を配置したステンレス製のシャフトが貫通している。ヨークの形状を一般的な馬蹄形からセンサの周囲を囲むリング状（回転角度センサの磁気シールド構造として特許申請中）に変更することと、動作原理上センサ素子面に垂直な磁界成分には全く反応しないことから、実用上十分な外部磁場変動特性を実現できた。

磁気センサは強磁性体磁気抵抗素子をブリッジ形状に構成したものである。強磁性体磁気抵抗素子は半導体磁気抵抗素子と異なり、強磁性金属の合金で構成さ

図 2 位置センサ構造図

れているので物理的、化学的に安定であり金属抵抗並に扱える。そのため、半導体磁気抵抗素子に比較して温度係数が小さく、温度変化も直線的であるので補正が簡単に行え、温度変化に対する影響は小さくなっている。

バルブのフィードバック機構で、機械式ポジショナとの大きな違いは、軸受部への力のかかり方が違う（機械式は、力平衡式のため必ず軸受部に力がかかる）。ことがある。それから考えると軸受部の対磨耗性は各段に向上している。試験的にも、5,500 万回の繰返しテストを行い、軸受部の寸法変化は隙の規定を充分満足しており、信頼性と安定性を両立する位置センサを実現できた。現場での実績としても、高頻度バルブ（1,000 万回以上/年）に組付けて機械式電/空ポジショナの 3 倍以上の耐久性を持つことを証明した事例もある。

振動試験条件

入力値：50% 一定
振動振幅：15 mmp-p (5~8 Hz)
加速度：98 m/s² (8~2,000 Hz)
(開度検出部取付部を加速度基準とする)

図 3 振動特性データ

4. 分離形 AVP の特長

4.1 振動特性の向上

分離形 AVP の開発目的は、空/空ポジションナよりも強い振動特性を持つ電/空ポジションナの開発であった。その背景には、プラントの立上げ、立ち下げ時の微小開度における高速流動からの振動で、電/空ポジションナの部品が壊れてしまう（空/空ポジションナでは壊れない）という経験をした客先に対し、従来の電/空ポジションナでは使えないようなところにも使える電/空ポジションナを開発しようということから始まった。従来の機械式の電/空ポジションナであると、力と力の平衡によりコントロールしているために、内部に機械的な可動部品が数多くある。そこで、分離形 AVP の

ように、可動部品をバルブから分離しようとしても、機械的に力を伝える必要があり、どうしてもフレキシブルな対応が取れなくなってしまう。これが、スマート式の電/空ポジションナであれば、開度信号を電氣的にフィードバックすることから、開度検出部のみをバルブに組付けて、可動部（ノズル・フラップ、パイロットリレー）をバルブから離し、ケーブルで接続することでフレキシブルに対応できるため、振動・衝撃に対して強くなることが明確であった。

その結果、分離形 AVP の振動特性は、加速度 98 m/s^2 (10 G)、周波数 $\sim 2,000 \text{ Hz}$ を実現できた。振動特性データを図 3 に示す。

石油、石油化学、化学などのコンビナートに見られるバルブの定常的な振動はそれほどなく、ウォーター

図 4 製紙工程における振動の多いバルブのライン

ハンマーのような衝撃的振動が見られる。これに対し、紙パ市場においては、大型ポンプや回転機など振動が発生するようなラインが多く、さらには流体がバルブということから、バルブ形式がボール弁主体になっており、定常的に振動が発生しやすいラインが多い。スクリーン、バルパー、チェスト、漂白工程などにあるバルブに分離形 AVP が組みつけられ実際に稼動している。製紙工程における振動の多いバルブのラインを図 4 に、ラインにおける振動データ事例を図 5 に示す。

4.2 高所、狭所にあるバルブのメンテナンス改善

計装上またはライン条件、改造、増設などにより、バルブが高いところ、または狭いところに設置せざるを得ない場合がある。バルブの動きを見るだけでも、はしごをかけて登ったり、狭いところに無理やり頭を突っ込んで見たりと、面倒な上に危険を伴う場合がある。分離形 AVP のポジションナ本体を作業しやすい場所に設置することで、簡単に安全に作業ができるようになり、ポジションナ出力空気圧を圧力計で見ることでバルブの動きが分かり、コミュニケーターを繋ぐことで、入力信号、開度、さらにはポジションナの自己診断結果を見ることができる。

4.3 電/空変換器+空/空ポジションナの

簡単な更新

DCS 化が進み、空/空ポジションナのみでバルブを動かしているところは、現場形の空気式コントローラ

ーブを除くとほとんどなくなり、電/空ポジションナ、または電/空変換器+空/空ポジションナの計装になっている。さらに、電/空ポジションナの実績とともに信頼性が上がり、電/空変換器+空/空ポジションナの計装は、電/空ポジションナに切り換えられてきている。そうすることにより、計装品が 2 台から 1 台になり、保守・管理コストが削減できることにメリットが出てくる。ただし、電/空ポジションナに切り換えられない要因に以下の 2 つがある。

- 1) 振動特性が空/空ポジションナの方が良い。
- 2) 入力信号の電線工事が必要になる。

分離形 AVP は、振動特性は、空/空ポジションナ以上であり、電線工事も必要なく、電/空変換器+空/空ポジションナの計装をそのまま置き換えられることから、これら 2 つの課題を一気に解決できる。

さらには、電/空変換器+空/空ポジションナの計装を電/空ポジションナに置き換えることで、空気消費量が約 1/3 以上削減できる（空/空ポジションナは、当社比較で電/空ポジションナの約 2 倍の空気消費量である）。ことから、省エネも実現できる。

4.4 オート・セットアップ

従来の機械式電/空ポジションナとの大きな違いの 1 つにオート・セットアップという機能がある。オート・セットアップとは、1 機種 AVP で多種多様なバルブに対して現場で簡単に対応できる自動調整・設定を

図 5 製紙工程の各ラインにおける振動データ事例

行う機能である。

オート・セットアップでは、以下の調整・設定が自動で行われる。

- 1) 操作器作動の設定 (正/逆作動)
- 2) 入力レンジの設定
(操作器正作動の場合：全閉=20mA, 全開=4mA)
(操作器逆作動の場合：全閉=4mA, 全開=20mA)
- 3) ゼロ・スパン調整
- 4) ポジショナの動特性の最適設定

操作器サイズとヒステリシス差(弁軸とシール部の摩擦による)の大きさを測定することにより、内部パラメータを選定する。

これらの調整・設定を行うために、AVPがバルブを全閉・全開を2回繰り返す動作と、中間開度での微小ステップ応答の測定を行い、時間的には3分程度で完了する。

機械式電/空ポジショナの場合、これらの調整・設定を行うためには、対象操作器に合った部品が必要であったり、ゼロ・スパン調整は経験者でないとうまく調整できない場合がある。AVPは、オート・セットアップ機能により、誤設定の防止(実動作によるバルブ仕様の設定)、個人差のない精度・性能の確保(ゼロ・スパン調整、動特性の設定)を実現した。さらに、オート・セットアップ機能を操作する方法は、入力信号とマイナスドライバーがあれば現場で特殊な工具なしで簡単に行えるので、非常に扱いやすくなっている。

5. おわりに

今回、開発した分離形 AVP は、振動特性の向上によるポジショナの更新寿命改善、高所、狭所にあるバルブのメンテナンス改善、電/空変換器+空/空ポジショナの更新費用改善など現場での問題解決を実現するためにスマート技術を活用したものである。

スマート・ポジショナへの新たな要求としては、保全費用の削減ということから、実際にはまだ使える状態にあるバルブを安全確保のために定期的に検査してきたものを、確実に悪いものだけ検査していき定期的な時間間隔をできるだけ長くしたいと要求があると考えられ、時間間隔を長くすることで、バルブの故障によるプラント停止という最悪の事態を回避するために、バルブの異常を検知するバルブ診断技術が必要になってくると認識している。

バルブ診断については、2つの方法があり、プラントが運転している状態であるデータを監視しておくことで、そのバルブの異常を検知する方法と、プラントが止まった時点でそのバルブが異常かどうかを判断する方法である。前者は、バルブ異常を検知するアルゴリズムの開発が必要になり、後者は、いかに簡単に誰でもが異常を判断できるようなシステムを開発するかが鍵になると考える。

今後は、これらバルブ診断技術の開発も含め、スマート・ポジショナへの要求に対して、ユーザーとともに、より使いやすい製品を目指してスマート・ポジショナを開発していく所存である。