最近のプロセスオートメーションの傾向*

宮 内 鉄 也**

1. は し が き

工業プロセスにおけるオートメーションは工業計器によるインスツルメンテーション(計装, Instrumentation)が主体となるものであるから, 本題は必然的にインスツルメンテーションの傾向を語ることになる。

さて日本の大きいインスツルメンテーションによる自動制御, すなわちオートメーションは 1927 年石油工業に始まり, 鉄鋼工業では 1935 年からである。一般的には第 2 次大戦後の化学肥料工業や鉄鋼工業における米国の指導と日本政府による熱管理運動とに推進されて 1950 年頃から初まり, これが本格的なオートメーション化に進んだのは 1953 年頃からである。

その後産業各界における作業の合理化, 品質管理, 人員の節約などと相まって非常に勢いで普及し, 今日インスツルメンテーションを離れて大規模工業の運営は考えられない位になった。これらの発達の歴史的な経過と将来の展望を考えると次の 4 段階に分けられる。

- (1) プラントの局部に限られた小規模のフィードバック ループによる自動制御
- (2) 集中管理によるやや大きなフィードバック ループによる自動制御
- (3) 大きなフィードバック ループによるデータ処理装置との併用における自動制御
- (4) 非常に大きなフィードバック ループによる計算機との結合における自動制御

以下これらを經とし, 種々の緯を織り混せて最近のプロセスオートメーションの傾向を略述してみよう。

2. 検 出 装 置

プロセスオートメーションの検出部における検出の対象はビック スリーといわれる温度, 流量, 圧力の三つの他に湿度, ガス成分, 液体濃度, 液位(液面), 密度, 比重, 粘度, 重量, 長さ, 回転数, 回転角など千差万別であることは周知の通りである。検出端における装

置で著しい発達をとげたものに電子工学と原子力工学の利用がある。このことについては後で言及するが, 一般的に検出部での最近のトピックスは次の 3 点である。

(1) 差圧式の流量計において, 従来の水銀や油の液柱の変化を利用するものに対して, 無水銀 (Mercuryless) 型が保守および性能上から要請されてきた。これは一般にはダイヤフラムまたはベローズを使用し, これによってパイプのオリフィス前後の差圧を検出して, 一定出力の空気圧または電気量の大さに変換して表示計器に伝送するもので, 差圧変換器と呼ばれている。

その他に腐蝕性, 高粘度の流体の流量測定に適する面積式流量計があるが, これらと全然測定原理を異にする電磁式流量計の実用化も見逃すことのできないものである。

(2) オートメーションが進歩するにつれて, 終点制御 (End Point Control) が叫ばれてきたように, ガス成分や液体濃度の検出がますます要求される。これに依って質量分析計, ガス クロマトグラフ, 赤外線分析計などが研究室用から現場用へ進出するであろう。

(3) 原子力応用計器, 主としてアイソトープ利用の厚み計, 液面計, 密度計などのこの分野の将来も興味深い。

3. 表示計器ならびに調節計

検出部で検出された量は, 表示計器あるいは調節計へ伝送され, ここで希望の整定値と比較計算されて信号が調節端に発信され, 弁その他の調節装置が訂正動作をする。これには空気圧式, 電気式, 油圧式の 3 種類がある。米国のオートメーションが石油工業に始まったために引火性のない空気圧式が賞用され, 日本においてもその例外でない。油圧式はその強力な操作力のゆえにパワー シリンダの操作などに長所を発揮している。

しかし使用面においては, プラントが大型化され, 空気圧式の伝達性が劣っていることから, また製作面からはエレクトロニックスの発達と耐爆設計の進歩から電気

* Resent Trend of Process Automation.

** T. Miyauchi, 北辰電機製作所

式の長所が認識され、この方式の開発が米国ばかりでなく日本においても進んできた。またこれら3方式の長所を生かして組合せた電気-空気圧式、電気-油圧式が生まれつつある。たとえば電気-空気圧式においては検出、伝送、制御計算は電気で行い、最後に調節端において電気-空気変換器によって空気圧信号に直してダイヤフラム弁を作動させる。

これら空気圧式、電気式調節計とも後に述べる図示パネル計器などの出現によって、いわゆる統一信号方式によるものが採用されてきたことも著しい特長である。すなわち温度なり流量なりを検出し、変換器 (Transducer) により一定の空気圧 (たとえば $0.2 \sim 1 \text{ kg/cm}^2$)、あるいは電流量 (たとえば直流 $2 \sim 10 \text{ mA}$) の信号に変換して調節計に伝送する。調節計においてはこれにより偏差を検出して計算を行い、同じく一定の空気圧あるいは電流量の出力信号として操作端を動作させる。統一信号方式でも空気圧式に比し電気式が応用範囲が広いので、この面からも将来空気圧式に対して優位に立つと思われる。

4. 局部自動制御から集中管理へ

すでに述べたごとく自動制御はプラントの大型化と計器の進歩とともに局部的な自動制御から集中管理へ移行した。その結果の一つの表われとして図示パネル (Graphic Panel) 方式が1955年から誕生した。(第1図) すなわち計器板の上にプラントのフローシートを画き、測定箇所や調節箇所計器あるいはシンボルをはめ込み、作業員の管理を容易にし、管理室の床面積を縮

(第1図) 図示パネル

黒い部分がプラントの各装置、原料や製品の管路は色別された線で示される
調節弁やオリフィスはシンボルで示される。四角い計器は温度や流量の記録調節計、細長い計器は液面指示計である

少した。このため図示パネル用計器ともいべき小型の計器が出現し、たとえば前面積が 150 mm 角程度の記録調節計ができたわけである。

計装がますます複雑に、また測定の間所がいよいよ多くなると、管理面からも測定データの処理が大変厄介なことになる。このため米国において1956年頃からデータ処理装置 (Data Handling あるいは Data Processing System) が発明され、1957年には早くも日本において国産化された。(第2図) これは今まで人間が記録してい

(第2図) データ処理装置

写真の右はデータ処理装置の本体、左は電動タイプライタ。本体正面はグラフィックパネルを利用し、測定箇所はランプで表示してある。測定箇所が順次に点灯され、異常になると赤ランプに点灯され、警報が発せられる。写真のバックは自動作製されたシートの一部を示す

た計測上のデータを一定周期 (たとえば 30 min に1回) ごとに、多くの測定箇所を非常に高速 (ほとんど同時刻、たとえば毎 sec 数箇所から数十箇所の速さ) で測定し、これをデジタル (Digital, 数字式) の値に変換して自動的に電気タイプライタで作表させる。すなわちタイプライタ用紙の上に測定時刻、測定点別に測定値を数字で印字し作表する。

一定周期ごとに一通りの測定と作表が終ると、次の定期までの間は印字は止めるが、各測定点はやはり非常に速い速度で切換えて測定し、もし測定値があらかじめ設定した許容範囲から逸脱すれば警報を発し、自動的にあるいは手で適切な訂正動作を行い、さらにその間タイプライタは赤字で印字する。すなわち監視動作 (Monitoring) である。

5. 計算制御への道

図示パネル

(第3図) データ処理と計算制御

左のデータ処理装置はプラントの各点の温度、流量、圧力などを順次に切りかえてタイプライタで作表する。また中央の図示パネルに示される各点の操業指針に必要な各データは右の電子計算機の入力装置となり、所定の計算を行い、その出力によりたとえば制御の設定値を変えるなど操業指針を得て自動制御を行う（石油の接触分解の例）

このようにデータ処理装置の使用により数百という測定点のデータを人手を借りずに正確に、高速度に測定し監視するため、インストルメンテーションは飛躍的に発展し、データメーション (Datamation) という新語までが生まれた。

オートメーションということから離れても、最近の電子計算機の発達には目覚ましいものがある。データ処理装置の一つの利点は、得たデータが数字(デジタル)の形になっているために、これが直ちに計算機に入れられることである。しかし数多くのデータを計算機に入れて単に計算するだけではオートメーションとは言えない。すでに述べた調節計の代りに、刻々変る測定量からあらかじめ定められた数式にしたがって計算機において計算を行って、最適の制御を行うとか、1台の計算機で数多くの制御をパルス技術を用いてサンプル値制御 (Sampled Data Control) を行うとか、種々の計算機のプロセス制御への手法が考えられ始めた。(第3図)

この他に従来の個々のプラントのみを閉回路としたオートメーションのみでなく、広くシステム工学の立場か

ら、外部の他のプラントからのデータや原材料、市場の諸要素のデータをも知って計算機に入れ、制御の目標値を自動的に計算して、これからの信号でプラントを自動制御する。このような計算制御の構想が米国において1957年頃から生まれ、やがて近い将来に自動制御の中軸となろうとしている。

6. む す び

以上のように工業計器が自動制御と結びついて考えられるようになると、単なる指示計、記録計以上に製品の信頼度が要求される。日本においても各種計器と装置が開発されるとともに、質的にも非常に充実されてきた。今後ますますこの方面に意を注ぐよう努力すべきである。また自動制御の発展とともに計器使用者側に対してもプラントの特性の研究が要請され、両者協力のもとに高度で適切なオートメーションの発展が期待される。それと共に計器による管理者は、計器の単なるお守役からプラントを総合的に管理する新しい技術者としての道が開かれようとしている。