繊維工業における温、湿度調節について*

会 員 横 屋 赴 夫**

1. 緒 言

最近のオートメーションが第二産業革命と称せられる程の発展ぶりは誠に目ざましいものがある。わが国産業中の主要なる位置を占める繊維工業の各種プロセスにおいて制御要素としての温、湿度の影響が製品の品質におよぼすところが大きい、いわゆる「カン」による生産工程を分析してこれに代る計測器によってプロセス制御を研究し、品質の向上、能率の増進、コストの低減をはかる等生産の合理化は今やゆるがせにすることのできない問題である。以下温度又は湿度についての二、三の実施例について述べる。

2. 温 度 調 節

一般に自動制御をしたいと考える時如何なる調節計を使用するのが最も適当であるかということがまず問題となる。プロセス制御において、温度または湿度の制御量を検出する位置および検出装置の選定、操作量の決定について重要な問題は制御装置の制御動作の選定である。一般に自動制御装置は2位置、単速度、比例動作、比例積分動作、比例積分微分動作とあるので、この中のどれが適切であるかを定める必要がある。常に比例積分微分の3動作付の調節計をつけさえすれば制御の目的を達し得ると考えることが多いが、これは必ずしもそうすることはなく、プロセスを十分に理解して適当なる調節計を選ぶことによって安価にして十分目的を達することも多いのである。

(第1図) インデシャル応答

プロセス制御における制御対称の多くは、操作量の変化に対して第1図のごときインデシャル応答を示す。この時のむだ時間 (dead time) T_L と時定数 T_R との比 T_L/T_R に注目して制御動作の大まかな方針をたてることができる。第1図のごとき自己制御性のある制御対称に P 動作の制御装置を用いた時その制御対称のプロセス感度 k ($^{\circ}\text{C cm}^2/\text{kg}$) と制御装置の比例感度 K_P ($\text{kg}/\text{cm}^2 ^{\circ}\text{C}$) の積は一般に5から50の間である。(W. Oppelt による)

$$5 < kK_P < 50 \dots\dots\dots (1)$$

ところで Ziegler & Nichols の調節条件は

$$K_P = \frac{T_R}{T_L} \cdot \frac{1}{k} \dots\dots\dots (2)$$

したがって

$$0.02 < \frac{T_L}{T_R} < 0.2 \dots\dots\dots (3)$$

(3) 式にしたがえば T_L/T_R が0.2以下であれば P 動作の調節計を使用することをまず考えてよいということになる。すなわち強い比例制御(オン オフ制御)も許されると推論されるのである。ただこの時の制御成績において要求される制御精度の高いとか外乱の状態等によって実施できにくい場合が生じて来る。0.2以上ある場合は比例積分又は比例積分微分動作付を考慮する方が有利となってくる。

a) NZ 調節計によるオン オフ調節

ここに2位置制御の実施については時定数の大きな電気炉、あるいは糸の乾燥用トンネル炉等の炉中の温度の一定のために簡単なオン オフ調節計として弊社の NZ 調節計を用いて電源の入り切り、あるいは電磁弁の開閉

(第2図) ねじ込型测温抵抗体

* Temperature Control in Textile Industries.

** T. Yokoya, Member. 富士電機製造(株) 豊田工場

による蒸気量の増減等によって温度を一定に保つことができる。温度の検出には銅又は白金抵抗感熱管(第2図),あるいは鉄-コンスタンタン,クロメルアルメル,白金-白金ロジウム熱電対温度計(第3図)が使用される。

ねじ込型 熱電対 そう入型 熱電対
(第3図)

1 = 測定素子 2 = 水銀スイッチ
3 = 落下棒 4 = 設定用端子
5 = 設定用指標 6 = 開閉用プレート

(第4図) NZ 調節計外観図及び内部構造図

第4図は NZ 調節計の外観および内部構造図である。この調節計の特長は、1) 今までの調節計に比して非常に小型化されており外形寸法 147×230×190mm である、2) 接点は水銀スイッチを使用しているので接点容量が大きく 6A 220V (AC), 3A 220V (DC) で補助リレ等の付属器具が少なくすむ、3) 水銀スイッチの切換方式が確実で誤動作がない、4) 3 接点方式であるから色々の外部接続あるいは、色々の調節目的に応用ができ、一般に温度調節あるいは警報用として広く好評を得ており応用範囲は広いものである。

b) 抄紙機ドライヤ表面温度制御装置

回転ローラや常に移動しているベルト等の運動体の温度測定の方法として

- 1) 運動体中で温度測定をおこなってその測定値を外部の計器へ撻動子等によって導き出す方法
- 2) 接触温度計を用いて運動体外面に温度計を接触させて物体の表面温度を測定する方法
- 3) 回転体の回転軸に温度計をそう入して回転体の中心付近を測温する方法
- 4) 輻射温度計により運動体に直接触れることなく表面温度を測定する方法である。

以下述べるところの 4) 項の表面温度の測定は物体からの輻射エネルギーを利用するもので物体に接触する必要なく、測温に際しては物体表面の温度分布に影響を及ぼさない等の利点がある。

(第5図) 表面温度自動制御装置系統図

温度計を固定使用する際には柄を少し15°孔を利用する

(第6図) 輻射感熱筒外形図

空気圧式自動平衡型記録調節計
(第7図)

抄紙機のローラ温度はこの上についた紙の乾燥度を一定にし紙の仕上がり状態作業率を増進させるのである。

その系統図を第5図に示す。この方式は検出部として輻射感熱筒(東京精工製RPS型)を用い第6図はその外形図である。筒先端の円すい状反射面および内部の凸面鏡の焦点部分に非常に鋭敏高感度の熱電堆が設けられている。これによって表面温度の変化が熱電堆の熱起電力変化として補償導線(シールド付)によって電子管式自動平衡型記録調節計に送られ、調節計は電位差計回路を用いて電子管式増巾器を通じて平衡用電動機を駆動し平衡用リングチューブ抵抗器を回転させ感熱筒の熱起電力と電位差計の起電力の差が0になるまで回転する。この抵抗器の回転角度の変化によって記録ペンおよび空気圧調節用フラップによって記録ペンおよび自動制御動作をおこなうのである。第7図はその外観である。その性能は

記録精度	全目盛の $\pm 0.5\%$
動作感度	“ $\pm 0.1\%$

平衡速度	“ を約5sec
記録紙速度	1回転/24hr
所要電力	約50VA
供給空気圧	1.1 kg/cm ² G
発信空気圧	0.2~1.0 kg/cm ² G
調節動作	P, PI, PID

抄紙機ドライヤの温度変化の原因としては

- 1) 加熱蒸気元圧の変動
- 2) 原料の紙の濃度厚さの変動
- 3) 紙の送り速度の変化等

でこれにさらに紙が切れた場合ドライヤローラ温度は急激に変動する。これらの負荷変化に対処してドライヤ表面温度を一定に保つのが本自動制御装置の目的であるこの温度記録結果を第8図に示す。

(第8図) 温度記録

3. 湿度計について

工業方面に用いられる各種湿度計として古くより毛髪式湿度計、あるいは乾湿球式湿度計等が実用されて来たが、ここに述べる塩化リチウムによる湿度計について概説することとする。

動作原理は一般に塩類の飽和溶液(ここでは固体塩、溶液、蒸気の共存して平衡した状態)の蒸気圧と温度との間には一定の関係をもっているため飽和溶液の温度を知れば、これから湿度を知ることができる。この原理構造は第9図のごとく、薄い金属管の内部に細い抵抗温度計が絶縁してそう入されており、金属管の外部には更にガラス繊維をまきこの上に電極として2本の耐蝕性金属線が平行してまかれ、ガラス繊維中にLiCl溶液がしみ込ませてある。素子の外側に機械的損傷と外界流体による指示安定のために保護管を有している。電極線に交流を通ずると塩の溶液が周囲空気の湿度と平衡に達している時は多量に水分を吸収して希釈されているので電導度がよく2本の線間に過剰な電流が流れて昇温し、この作用が周囲空気の湿度と平衡になるまで続き溶液は水分蒸

湿度送達器

(第9図) 湿度計構造図及び接続図

発のためにとられる熱量と電極からの電気的エネルギーとが平衡状態を発生する。したがってこの時の平衡温度から相対応する露点を指示する目盛の温度計によって露点すなわち絶対湿度を直読することができる。またこの湿度計に別に室温を示す温度計を用意して併用すれば、相対湿度の指示記録調節が可能で弊社標準の平穩型指示計、NZ 調節計あるいは電子管式計器等の計器に接続す

ることができる。

測定範囲は絶対湿度(露点) $\left. \begin{array}{l} -10 \sim +30^{\circ}\text{C} \\ -10 \sim +60^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \pm 1^{\circ}\text{C}$

相対湿度 $\left. \begin{array}{l} -10 \sim +20^{\circ}\text{C} \\ +10 \sim +40^{\circ}\text{C} \end{array} \right\}$ において $10 \sim 100\% \pm 2\%$

である。以上塩溶液の吸脱湿を利用した電気式湿度計は構造堅牢であり、取付調整が容易で運転動作が安定である。保守に手数がかからぬ等の特徴を備え、湿度の記録、調節に温度計と同様に使用できるから繊維工業面の用途が広いのである。

4. 結 言

温、湿度の調節については前記の調節計のほか、水銀膨張式温度計を使用して温度を検出してノズル、フラップ機構、案内弁を使用して空気圧を変換する PID 動作付空気圧式温度記録調節計(型式 PTSR 型)あるいは測温抵抗体による温度の検出をホイートストンブリッジの電気回路の一辺に入れ、その検流回路に検流計と並列のマグネットに対する潜入コイルをもった特殊な電気—空気圧変換機構を有する電気空気圧式調節器(型式 EPGR)等があつて各種プラントに適應せる計測装置裝備に際して参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) 伊沢: プロセス制御理論, 計測, 6, 12.
- 2) 中島: 表面温度自動制御装置について, 富士時報 3, 28.