

## 浄水場におけるオートメーション

藤波哲二\*  
黒沢弘正\*\*

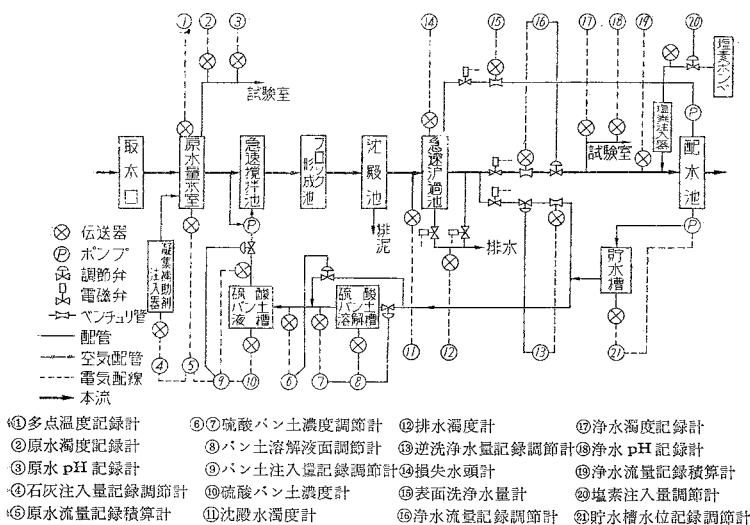
## 1. 緒言

計測制御が工業の各分野にわたり相当広く使用されてきているが、土木工学の分野においては、多少おくれていているといわざるをえない現状である。しかし最近になり広くそれが採用されるようになったのは喜ばしい傾向である。土木工学の一分野の上水道においても、その浄水工程において計測制御がようやく近代化されるようになり、上水道の恩恵によくする都市居住者として、また土木技術者としてともにその発展を願うものである。浄水工程の計測制御が他の産業にくらべ幾分遅れた理由として、その事業の特殊性ということが一因であろうが、測定量の特殊性による関連計器の開発遅延もまた原因の一つである。昨年になり残留塩素計、アルカリ度計などの分析計が製作されるようになり、浄水工程に必要な連続自動測定器がやや形態を整え、今後の自動計測に寄与するであろう。ここに上水道の浄水工程を一べつし、そこに用いられる計器の原理の簡単な紹介をする。

## 2. 上水道の浄水工程

湖、貯水池、河川に設けられた取水口より導水キヨを経て、原水は浄水場の着水井に入り、以後浄水となるま

図-1 浄水工程の系統図



\*正員 東京都水道局境浄水場長  
\*\* 横川電機製作所

で図-1に示す工程を経過する。すなわち原水は着水井に入り、ここで水量、水温、pH、濁度、アルカリ度および酸度など計器により連続測定され、それと並行して試験室においても水質試験が行なわれる。それらの測定値により、濁度沈殿用の凝集剤、凝集補助剤、必要な場合にはその促進剤、アルカリ度およびpH値の調整剤、脱炭酸剤などの注入量が決定される。そして凝集補助剤として石灰あるいは活性シリカなどが量水後に、凝集剤としておもに硫酸バナントが急速かくはん池において、それぞれ原水量と濁度に応じて注入される。注入される硫酸バナント溶液は、濃度自動調節器系統により所定濃度溶液として溶液槽に貯えられている。薬液を注入された原水はフロック形成池を通過する間に、その中の濁度はフロックを形成し、沈殿池において大部分は沈殿する。沈殿池出口において再び濁度、pH値が測定され、薬液処理の適否が監視される。

次に処理水は急速ろ過池で濾過され、混入物および微生物は除去され、濁度はほとんど0となる。ろ過水にはさらに塩素ガスの水溶液が加えられて滅菌が行なわれて浄水がえられる。ろ過池は損失水頭計によりろ層の監視が行なわれ、ろ層に残留フロックがつまって、損失水頭が増大すれば、そのろ過池のろ過を停止して洗滌を行なう。塩素滅菌が行なわれた浄水は残留塩素計により塩素の溶解量が測定監視され、配水池に導入される。

以上の工程に用いられる連続測定用計器は温度計、流量計、水位計、損失水頭計、pH計、凝集剤濃度計、アルカリ度計、残留塩素計などである。調節計としては、凝集剤濃度調節計、凝集剤注入率調節計、塩素注入率調節計、貯水槽水位調節計、洗滌水量調節計、ろ過池洗滌自動操作盤などがあげられる。また取水口と浄水場の間にはテレメータが用いられることがある。

## 3. 浄水場用計器の測定原理

工業計器を測定量の検出指示方法から、直動式、空気圧伝送式、電気

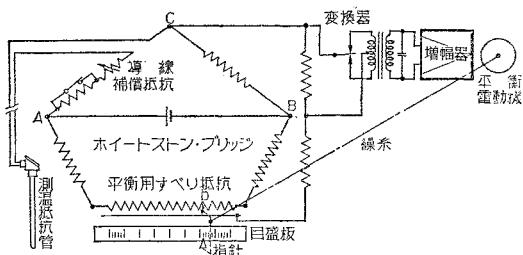
伝送—電子管自動平衡式、全電子式に大別することができる。上にあげた諸計器はほとんどが電子管自動平衡式のものが大部分をしめ、そのうち浄水工程用としての特殊計器は残留塩素計、およびアルカリ度計などがある。これら計器と組合せられる調節は空気圧式調節器あるいは電気式が用いられている。

### (1) 抵抗温度計

抵抗温度計は測定回路の構成が基本的で簡単であるから、これについて電子管自動平衡式記録計の動作原理の概略を述べる。電子管自動平衡式抵抗温度計は測温抵抗体を一辺とするホイートストン・ブリッジ、変差信号増幅器、刷子駆動用の平衡電動機、指示記録部分から構成されている。平衡電動機は二相交流電動機で、励磁巻線と駆動巻線に加わる電圧位相が  $\pm 90^\circ$  異なると、回転方向が逆転することが利用されている。

測定原理は図-2 に示すように、測温抵抗体を一辺とし、平衡辺としてすべり抵抗器と刷子を用いたホイートストン・ブリッジを組み、ブリッジ電源として直流電圧を加える。今温度が平衡状態にあって、かつブリッジも平衡点に達していれば、検電点 C D 点の電位は等しく、C D 間に電流が流れず、増幅器の入力も 0 で平衡電動機は停止しているから刷子は D 点に停止している。温度が上昇あるいは下降すれば、C 点の電位は D 点にくらべ、それぞれ低くあるいは高くなり、検電回路 C D 間に流れる偏差電流の方向は反対になる。したがってこの偏差電流を直流交流変換器により交流に変換すれば

図-2 抵抗温度計の原理図

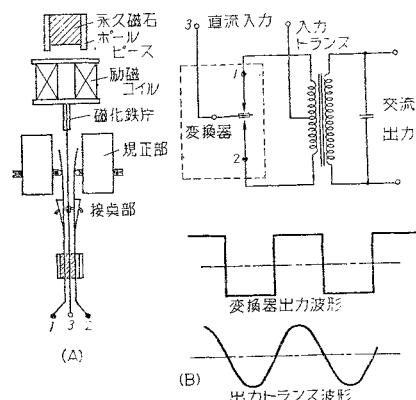


平衡状態からの温度の変化方向により、それぞれ  $180^\circ$  位相の異なる交流がえられる。これを増幅してえられる出力を駆動巻線に加え、それらの電圧と  $90^\circ$  位相の異なる電圧を励磁巻線に加えるように選べば、温度の上下により駆動巻線に加わる電圧位相は、励磁巻線のそれと  $\pm 90^\circ$  異なっている。ゆえに励磁・駆動巻線に流れる電流によって生じる合成磁場の回転方向がそれぞれ逆になり、平衡電動機の回転方向は刷子と平衡点との相対位置により、左あるいは右に変化する。この回転により刷子を動かせば平衡点に達したとき増幅器への入力は 0 となり、平衡電動機は停止し、刷子はすべり抵抗器上の平衡点に位置することになる。測温抵抗体の温度による抵抗変化を上記のようにして、すべり抵抗器上の平衡点によって

求め、それを温度で目盛れば抵抗温度計がえられる。

ブリッジ電源に直流電源が用いられるのは、測温抵抗体と計器間の導線に誘起される交流電圧をフィルターによって減少させ直流信号だけを増幅するからである。その場合、直流交流変換器が用いられ、変換方式には振動接点を用いるもの、可飽和アクトルを用いるもの、トランジスターを用いるものなどがある。図-3 は振動接点型の原理図で、励磁巻線に交流電流を流せば、磁化鉄片は半周期ごとに交互に上に N-S, S-N と磁化され上部にある永久磁石に吸引反発されて振動片は加えられた電流と同一周波数で振動する。したがって図-3 (B) のように入力変圧器を接続すれば、出力側に励磁周波数と同一の交流がえられる。

図-3 振動接点型直流交流変換器



### (2) 流量計、水位計、損失水頭計

ウェヤー メータ、差圧式流量計、水位計および損失水頭計は、それぞれの一次変換器は異なっていても、二次変換器以後は同一である。流量計としてはこのほかに面積式流量計、容積式流量計、電磁流量計があるが、ここには述べない。

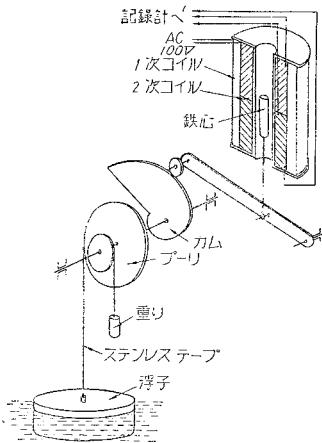
a) せき(堰)式流量計(ウェヤー メータ) 原水は開きヨウ中を流れ、また土砂などが混入しているので、せき式流量計が原水流量計に用いられる。矩形せきの流量測定の近似式は次式で表わされる。

$$Q = kcB \sqrt{2g} H^{1.5}$$

$Q$ : 流量 ( $m^3/h$ ),  $k$ : 定数,  $c$ : 流量係数,  $B$ : せきの巾 ( $m$ ),  $g$ : 重力の加速度 ( $m/sec^2$ ),  $H$ : せきの下線から水面までの高さ ( $m$ )

図-4 は測定原理図で、水面の高さ  $H$  を浮子で検出しカムおよびリンク機構を経て、電送コイルの鉄心に変位を与えて交流電圧に変換する。電送コイルは励磁用一次巻線と変位検出用二次巻線からなり、二次巻線は鉄心軸方向に上下に二分されうる。その中における鉄心の位置により、二次側上下巻線に誘起される電圧が異なるから、交流ブリッジ法により、その電圧比をすべり抵抗比によってブリッジの平衡をとり、平衡点により流量を読

図-4 せき式流量計の測定原理



む。

この場合カムのリフト  $L$  と回転角  $\theta$  の関係を

$$\theta \div K H^{1.5} = K' \theta^{1.5}$$

$$= K'' L$$

となるように定めてカムのリフトが流量に比例するようにして、指示目盛の均等化を容易にしている。三角せきの場合にも全く同様に行なわれる。

b) 差圧式流量計 水道では管路中の流量測定に、絞り機構としてベンチュリ管を用いている。これは絞り機構による圧力損失を小さくする要求と、水中の混入物が絞り部分に滞留して測定誤差の生じることを防止するためである。

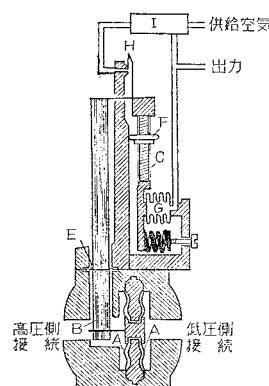
①差圧変換器：絞り機構により発生した差圧の電気信号あるいは空気圧信号への変換器として、水銀マノメータ型と無水銀型の二種類がある。

水銀マノメータ型は水銀U字管とそれに浮ぶ浮子を用い、浮子の先につけた鉄心の位置によって、差圧を交流電圧に変換し、交流ブリッジあるいは交流電位差計方式により2次巻線の誘起電圧を測定して流量を測定することは、せき式流量計と同一である。

②無水銀型変換器：ダイアフラムで差圧を検出しそれを空気圧に変換する空気圧式計器の差圧伝送器である。一般プロセス用としては差圧0から最大値に対応して0.2~1.0 kg/cm<sup>2</sup>の空気圧に変換するものが用いられる。図-5はこの種の一例である。差圧を受けるダイアフラムは成形された2枚からなり、その間に同じ波形に製作された金属プロックがあり、内部にシリコン油を満たし油がプロックにあけられた細孔を通して移動できるようになっている。この結果1枚のダイアフラムにくらべ、強度を増加するとともにダンピング作用をもえている。

変換原理は図-5においてダイアフラムAに加わる差圧により、バーBは耐食性金属円板Eを支点として変位し、フランジHを動かしてノズルの背圧を変える。背圧は空気リレーIにより増圧される。空気リレーの出力空気圧は、フィードバックベローズGに入り、そこに生じた力がFを支点としてバーCを経てバーBに帰還され、フランジは引きもどされて帰還力と差圧力が平衡に達し、差圧に比例する出力空気圧がえられる。空気リレーの出力空気圧は、帰還に用いられるとともに、伝送信号として受信計に送られ、ベローズに変位を与え、リンクを経て指示記録が行なわれる。

図-5 空気圧式差圧変換器



無水銀型電気伝送器として空気圧変換器のフランジ・ノズル部分空気リレー、フィードバックベローズをそれぞれ電気的変位検出器、トランジスタ増幅器、帰還用トルクモータにおき換えて、差圧を電流に変換するものが製作されるようになった。これは無水銀型と電気信号との両長所を有し、今後伝送距離が数kmにおよび場合には、大いに用いられるであろう。

無水銀型の特長は、水銀を用いないので保守が容易であること、差圧測定範囲が伝送器定格内で広範囲に調節できること、材質はSUS-12相当で耐食性にすぐれ、小型で使用圧力も比較的高いことなどである。

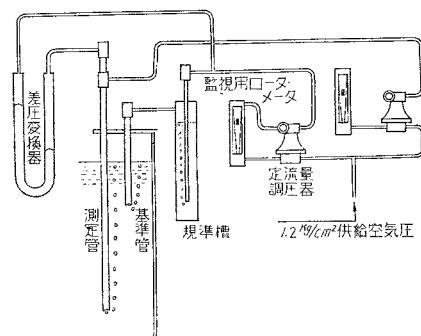
c) 損失水頭計、水位計 ろ過池の損失水頭計用伝送器、水位計用伝送器は差圧式流量計のそれと同一である。水位検出方法としては、水頭を大気圧との差圧として検出する法、浮子を水面に浮べその上下を電気変換するもの、あるいは気泡式などが用いられる。

### (3) 溶液濃度計

濃度計の測定原理には、a) 溶液の密度変化による浮力変化を検出するもの、b) 水頭変化を利用する水頭式、気泡式、c) 電導度、d) 電磁誘導を用いるものなどがある。電導度法は濃度の濃い硫酸バンド溶液、石灰溶液には適しない。

① 気泡式濃度計の構成は図-6のように、液面の変動を補正するための基準管、指定の目盛下限を与えるための基準槽、空気の定流量装置および差圧変換器からなっている。空気圧源からの空気は、定流量装置により一定流量が基準槽が経て基準管と測定管よりそれぞれ液体に放出され、基準管と基準槽の合成背圧を変圧変換器の

図-6 気泡式濃度測定原理図

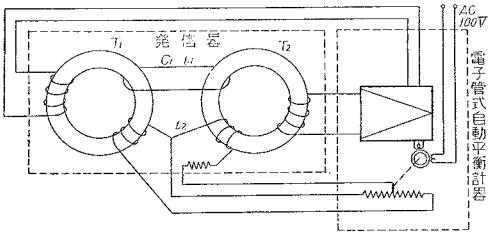


低圧側に、高圧側に測定管背圧が接続される。

溶液の密度下限を  $\rho_{\min}$ 、測定密度を  $\rho$ 、基準管と測定管先端の距離を  $h \text{ mm}$  とすれば、差圧  $\Delta p$  は  $h(\rho - \rho_{\min})$  としてえられる。計器目盛の上下限は  $h$ 、と差圧変換器の測定巾に関係するが、気泡を水中に放出し、その背圧を測定するという性質上、背圧の微小な脈動はさけられないから、差圧変換器の測定巾をあまり小さくすることは好ましくない。

② 電磁濃度計：電磁濃度計の原理は図-7のよう  
に励磁変圧器  $T_1$  と、その2次コイルとして被検液で作  
った短絡コイル  $C_1$  がある。 $T_1$  の1次コイルに交番電流  
を通じると、その鉄心中に交番磁束を生じ、これと交差  
している液体コイル  $C_1$  に誘導起電力を生じさせ、 $C_1$  に  
はその電導度に比例した電流  $i_1$  が流れる。この溶液コ  
イル  $C_1$  の中を流れる電流は、コイル  $C_1$  と交差させた  
別の検出変圧器  $T_2$  の2次コイルに発生した電圧  $e$  を  
測ることによって測定することができる。このように電  
極を被検液にそう入することなく電磁誘導によって電流  
を通じ、その電流を電磁誘導によって検出するものであ  
る。特色は電極を使用しないから分極作用の影響がなく  
被検液の伝導度が大きくなれば感度も増し、商用周波数  
を使用して測定が容易に行なわれることである。

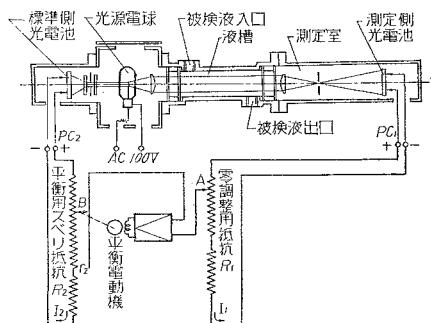
図-7 電磁濃度計原理図



#### (4) 濁度計

図-8 は測定原理図で、濁度発信器には中央部に光源ランプとして 100 V 100 W 映写用電球、その両側の比較槽および測定槽にはそれぞれ光電池  $PC_2$ ,  $PC_1$  が設けられている。測定槽の被検液中を透過した光を光電池  $PC_1$  で、比較槽の透過光を  $PC_2$  で受ける。それぞれの

図-8 濁度測定原理図



透過光量の関数である光電池  $I_1$ ,  $I_2$  は抵抗  $R_1$ ,  $R_2$  を流れる。 $R_2$  はすべり抵抗で、その刷子の位置と点Bの間の抵抗を  $r_2$  とすれば、検出器の入力が0のときは、 $R_1 I_1 = r_2 I_2$  の関係が成立する。ここで  $I_2$ ,  $R_1$  は一定であるから、 $I_1$  は  $r_2$  に比例する。よって  $r_2$  に対して濁度の目盛を施せば濁度計がえられる。比較用光電池を用いるのは、光源変化による  $I_1$ ,  $I_2$  の変化を相殺するためである。

通常の濁度測定法が視覚による比較法であるが、この方法は光電流を用いているため、光波長に対する視感度曲線と光電池感度曲線の差違により、測定結果に幾分差異を見ることがある。

### (5) pH 計

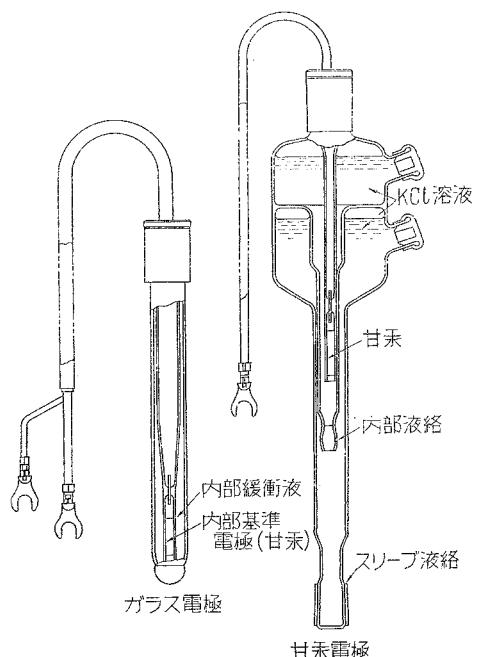
工業的な pH の測定には、通常、指示電極にガラス電極、基準電極に飽和甘汞電極が用いられている。ガラス電極は他の電極にくらべ安定で、広範囲の pH 測定に適するが、pH 受感部がガラス薄膜であること、またそのガラス膜抵抗がきわめて高いので、pH 計の入力抵抗が十分高いことが必要であり、電極と計器間の配線も高絶縁の必要性から取扱いにも注意を要する。

ガラス電極および基準電極の一例を図-9に示す。ガラス電極は先端にpH受感部薄膜、その支持ガラス管、電極内綴衡液、発生電位差をとりだす甘汞電極から構成される。ガラス薄膜内外には被検液のpH値に応じた電位差を生じ、その理論値  $E_{\text{pH}}$  は  $0^{\circ}\text{C}$ において

$$E_{\text{pH}} = -54.19 \text{ mV}_{\text{pH}} + E'_{\text{as}}$$

で、 $E'_{as}$  は不育電位といわれ、電極の経験に関係する

### 圖—9 電極



が一定限度内になければならない。

基準電極は甘汞電極と、電極内液として KCl 溶液、液絡部からなっていて、被検液の pH に関係なく一定の電位をもつ単極電位である。ガラス電極薄膜内の電位はガラス電極内甘汞電極を経て、膜外面の電位は被検液を介し基準電極液絡部、甘汞電極を通して pH 計に接続される。基準電極内液として飽和 KCl 溶液を用いたものが鉛和甘汞電極で、温度変化による単極電位の変化が小さい。ガラス電極内甘汞電極と基準電極内甘汞電極との温度特性が等しくないときは、温度変化のあった場合に過度的に測定誤差を生ずるから、電極組合せは製造者指定に従うべきである。

前置増巾器と記録計：ガラス電極を用いたプロセスのpH測定には一般に図-10のような総合配線で行なわれる。電極付属導線は高絶縁シールド線で、これを接続函において前置増巾器に至る高絶縁ケーブルと接続する。図-11は一つのpH計の原理回路図で、前置増巾器は電位差計との偏差電圧を変換器により交流に変換増巾しさうに記録計内増巾器により電力増巾されて平衡電動機を駆動し、電極起電力と等しいすべり抵抗上の電位点を求めるこによって指示記録が行なわれる。直流交流変換器としては、振動接点型、振動容量型が用いられるがそれらは高インピーダンスで、かつ変換器内でノイズを発生しないことが要求される。初段真空管としては電位計用真空管が用いられる。

測定回路は電位差計、電位差計に規定電圧を与える電圧規正回路、ガラス電極不齊電位を補正する零調整用抵

図-10 pH 計の総合配線図

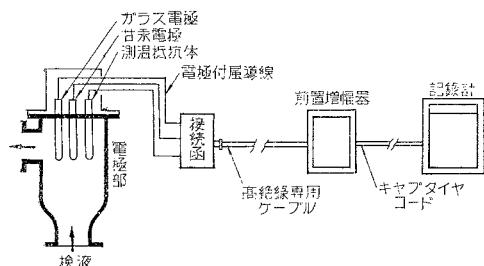
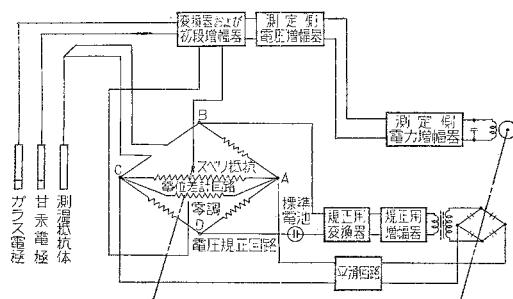


図-11 pH 計の原理回路



抗器とからなる。電圧規正回路はブリッジ，ABCD，標準電池，規正用変換器，増巾器および整流器よりなる。いま温度変化によりBC辺の潤湿抵抗体に抵抗変化があれば，B・D点の電位差と標準電池の起電力とに偏差が生じ，その偏差が規正用増巾器の入力となり，その出力が重畠された整流器出力電圧がACに加わって，B・D点の電位差が標準電池電圧と等しくなるように規正用増巾器は働いて，ACすなわち電位差計電圧を液温にしたがって，電極の温度係数の補償が行なわれる。

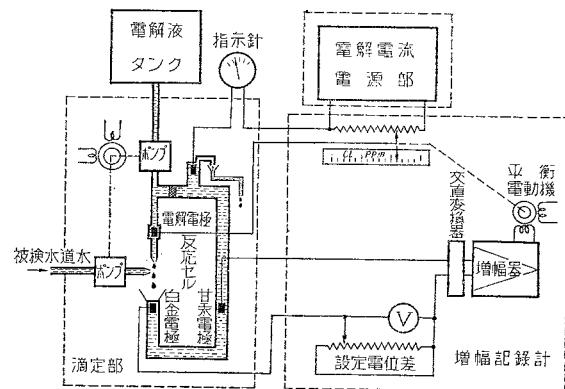
### (6) 残留塗素計

る過水に滅菌用塩素を注入した場合、残留塩素量は水質によって異なる。したがって規定の残留塩素量を確認するには、注入後一定時間経過した淨水をサンプリングして残留塩素計により測定を行なう必要がある。

残留塩素計に要求される条件は  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{ClO}'_2$ ,  $\text{ClO}_3'$ ,  $\text{NH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_2\text{Cl}_2$  など直接または分解して有効な塩素としての働きをするものの全量を測定できて、塩素以外の含有物や水温の影響による誤差の小さいことである。現在、電量滴定法、拡散電流測定法による連続測定用残留塩素計が製作されている。

電流滴定法とは電流効率 100% の条件下で滴定剤を電気分解によって生成させ、それを試料と反応させて、反応の当量点に達するまでに要した電気量からフアラデーの法則により、試料の濃度を求めるものである。すなわち電解液としては、約 1 N 硫酸酸性の約 0.1 N 鉄明礬の水溶液を用い、図-12 のように被検水と電解液を定量ポンプにより一定流量で反応セルに送る。電解液は途中に設けられた電解電極で電解還元されて、 $F^{+++}$  の一部が  $F^{++}$  になり、この  $F^{++}$  と被検水の Cl とは反応セル中で反応する。反応セル中に白金電極と甘汞電極を設け、それに  $F^{++}$  と Cl の当量点に相当する設定電圧を逆向に与えておけば  $F^{++}$  が検水中の Cl に対し当量より偏差があれば、それを偏差検出増巾器は増巾し、平衡電動機により当量になるように電解電流を調節する。その電解電流により Cl 濃度を知ることができる。

図-12 残流塩素計原理図

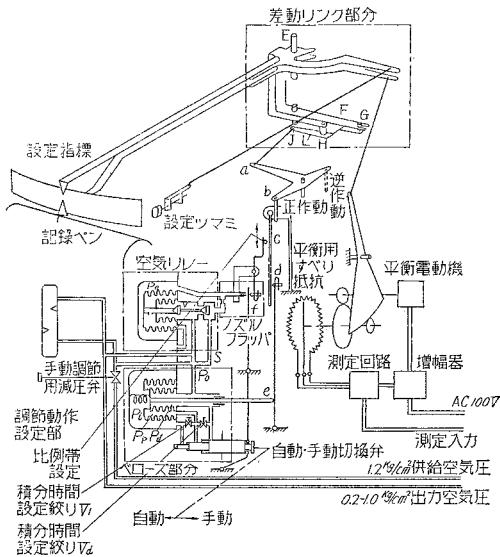


#### 4. 空気圧式調節器

プロセス制御の主要部に連続制御用として用いられている調節器は、記録計が空気圧式の場合はもちろん電子管自動平衡式の場合も、空気圧式調節器である。最近全電子式調節計が使用され始めているが国内では試験期と見るべきである。

図-13は調節器内付の電子管自動平衡式記録調節計の原理図で、測定を行なう自動平衡部、差動リンク部、フラッパノズルと空気リレー部、ベローズ部、偏差伝達とベローズ部よりの帰還用リンク、および調節動作設定部分よりなっている。

図-13 記録調節計の作動原理図



差動リンクは設定値と指示値の偏差をとりだす機構である。いま設定値と指示値が一致し偏差 0 の状態では、ピン G と H の中心を結ぶ線は、設定指標と記録ペンの回転軸 E の中心を通り、腕 L の J 点は定位位置である軸 E の中心に一致する。偏差が生ずればペンの腕 F により、ピン G が動かされ、腕 L は H を軸として回転する結果、J は軸 E の中心線上より変位する。J の変位は点 a, b, c の変位となりフラッパ f に変位を与える。

ノズルには s より空気抵抗を経て空気圧が供給されている。フラッパ f の変位によりノズルの背圧  $P_n$  の圧力が  $P_n'$  となり、 $P_o$  とベローズおよび  $P_n'$  の平衡が破れ、ベローズは縮（伸）し、弁 V の給気部を開き（閉じ）、排気部を閉じ（開き）、出力空気圧が変化する。

微分時間設定絞りが全開、積分時間設定絞りが全閉であれば、空気リレーの出力は帰還ベローズ、微分ベローズに同時に加わり、 $P_i$  と  $P_o$  の圧力差によりベローズは伸び（縮み）、それは帰還用棒 e より d, c を経てフッラバに負帰還され、空気リレー部では  $P_o$  と  $P_n$  による力およびベローズの弾性力が平衡して、給気・排気弁

はともに閉じて、偏差に比例した比例出力  $P_o$  がえられる。比例度合は比例帶設定つまみにより点 c の位置を変えて調節される。積分時間設定絞り、微分時間設定絞りがある開度に設定されれば、空気リレーの出力空気圧は  $P_d$  にまず加わるが、このベローズの面積は比例ベローズの面積より小さく、したがって負帰還量が小さいから比例相当出力より大きな制御出力、いいかえれば比例出力より先行した微分出力がえられる。また  $P_i$  の空気圧変化は絞り  $V_f$  により  $P_p$  より遅れ、それによる正帰還によって積分出力がえられ、これらの比例・積分微分出力が合成されて、調節器出力となり、操作部のダイアフラム・モータ・バルブを駆動する。調節器出力は空気圧  $0.2 \text{ kg}/\text{cm}^2 \sim 1.0 \text{ kg}/\text{cm}^2$  の範囲である。

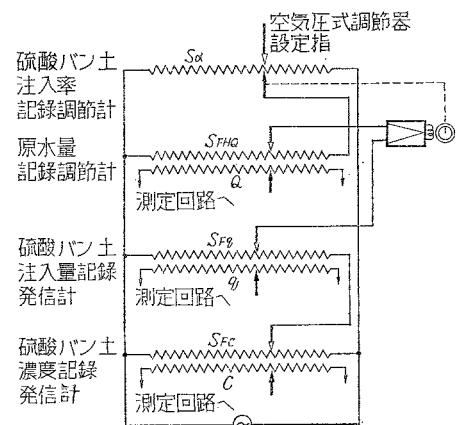
#### 5. 净水工程中の自動制御

以上に述べた計器および調節計を組合せ、凝集剤の注入、塩素の注入の自動制御、ろ過池の自動洗浄などを行なわれる。

##### (1) 凝集剤注入の自動制御

薬品注入の制御のうち代表的なものは凝集剤の注入である。湿式注入法ではあらかじめ所定の濃度に溶解された硫酸バン土溶液が貯蔵槽に貯えられ、それを水温、水質について実験的に求められた注入率にしたがって、注入率設定器に注入率が設定され、原水量に比例した量を注入するように制御が行なわれる。調節計は注入率調節計、原水量発信計、注入量発信計、硫酸バン土濃度発信計から、図-14のような調節計算回路が組まれる。

図-14 硫酸バン土注入量比率調節計



いまある濃度に対する注入率を  $\alpha(\text{ppm})$ 、原水量を  $Q \text{ m}^3/\text{h}$ 、硫酸バン土水溶液濃度を  $c\%(\text{kg}/\text{m}^3)$ 、硫酸バン土溶液体量を  $q \text{ m}^3/\text{h}$  とすれば、必要な硫酸バン土量  $A \text{ kg}/\text{h}$  は  $A = \alpha \cdot Q \cdot 10^{-3} = cq$  である。

図のすべり抵抗  $c, q, Q$  はそれぞれ濃度、注入量、原水量の測定平衡用のもので、 $S_{fQ}$ ,  $S_{fc}$ ,  $S_{FHQ}$  はそれらにそれぞれ並値された演算用すべり抵抗である。

そして  $c$  と  $S_F$ ,  $q$  と  $S_{Fq}$ ,  $Q$  と  $S_{FHQ}$  の刷子はそれぞれ機械的に連結されていて、濃度、注入率、原水量をそれに相当した電圧で発信する。したがって  $\alpha Q = cq$  を満足するように、それぞれのすべり抵抗とそれにかかる電圧を決定すれば、注入率制御の演算回路がえられる。

硫酸パン土注入率記録調節計は  $c$ ,  $q$ ,  $Q$  に対する注入率  $\alpha = cq/Q$  を演算指示記録し、その指示値と注入率設定値とに偏差があれば、偏差は偏差検出機構（差偏リンク）を経て空気圧式調節器に与えられ、調節器の演算空気出力は調節弁に加えられて、硫酸パン土注入量を制御して所定の注入率を保持する。

その他の薬品注入も水量に対する比率制御が同じように行なわれる。

## (2) ろ過池の自動洗滌（図-15, 16）

図-15 急速ろ過池系統図

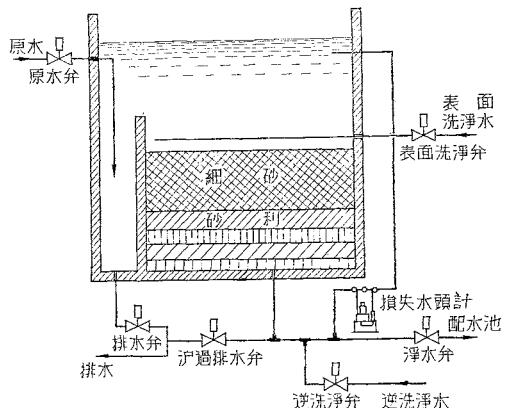
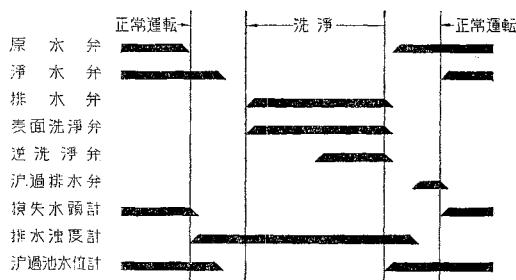


図-16 急速ろ過池の洗浄ダイアフラム



急速ろ過池の洗滌作業は従来手動遠隔操作が多かったが、近年一部の工場の自家用浄水場では全自動操作が行なわれており、また新設浄水場では全自動操作が行なわれようとしており、今後はその方向にますます進むであろう。

洗滌順序、時間間隔はろ過池により多少の相違はあるが、大要は図示のダイアグラムによって行なわれる。まず損失水頭が設定値に達すると損失水頭警報計より警報が発せられ、その池のろ過作業は停止され、洗滌すべき池を確認して原水弁、損失水頭計の弁を閉じ、排水濁度計を起動する。水面が低下してろ過水位警報計からの警報により浄水弁を閉じ、表面洗滌ポンプを起動して表面洗滌を行なう。一定時間表面洗滌を行なったのち、逆洗浄弁を開き逆洗滌を行なう。洗滌が終了すれば表面洗滌ポンプを停止し、表面洗滌弁と逆洗滌弁を閉じ、原水弁を開きろ過排水弁を開き、ろ過水は一定時間排水する。その後ろ過排水弁を閉じ、浄水弁を開きろ過水は配水池へ導入する。

表面洗滌水は配水池からポンプにより高架水槽へ揚水され、その水位は水位調節計によりヒステリシスあるいはオン・オフ調節が行なわれる。

以上は手動遠隔操作の場合であるが、全自动洗滌の場合はろ過水頭到達のろ過池から洗滌順序を決定し、逆洗浄用高架水槽水量が洗滌可能な状態かどうかを判定し、洗滌系統に異状のないことを確認して始めて洗滌開始を行なう記憶選択回路と洗滌作業用各弁の自動開閉を行なうリレー回路をもった自動洗滌操作盤によって自動的に洗滌が行なわれる。

## 6. 結 言

以上净水工程に用いられる計器とその自動制御の一部についてきわめて簡略な解説を行なったが、簡略に過ぎて益のないことを恐れるものである。ここに述べた器種ももちろん全部をつくしたわけではなく、たとえば電磁流量計やローター メータなどは割愛した。またテレメータについても述べるべきであろうが、直接に変量を測定するものでないので省略することにした。

(原稿受付：昭 35. 4. 27)

## 関西支部発行「橋梁工学の最近の諸問題」品切

上記図書は昨年 11 月、関西支部第2回講習会テキストとして発行されました。このほど品切れとなりましたので希望者には申訳ありませんが、絶版にさせていただきます。

土木工学論文抄録 第3集 A4判 230頁 頒価：500円 会員特価：250円(税70円)

同 第4集 A4判 273頁 頒価：450円 会員特価：225円(税70円)

同 第5集 A4判 378頁 頒価：1200円 会員特価：800円(税80円)