

気泡式液面計について

Air Bubble Type Level Meter

小野寺 進*

内容梗概

種々ある液面測定方式のうち、比重測定、液面差測定用としても応用でき、現場取付が簡単、粘稠液、懸濁液にも応用される気泡式液面計の基本的事項について検討を加えた。

測定液面範囲により元圧の選定基準を第1表のように決定し、空気送入量を決定している。また圧力取出口の位置の変更にあつての影響を検討しその較正法について述べる。

さらに気泡式液面計は液面上昇の時指示おくれを生ずるが液面降下の場合には生じないという特異な応答を示すことから、この指示おくれをなくするための方策と、液面変動速度に対して空気送入量の選択をさらに検討する必要があることを述べる。

最後に日立気泡式液面計用機器の紹介を行う。

〔I〕 緒言

液面の計測は化学工業において広い応用分野を有し、特に自動制御の基礎としては欠くことのできないものである。液面の自動制御は温度制御にくらべて、比較的容易であり、断続操作のバッチ工業にも、連続または半連続のプロセス工業にもきわめて重要な役割をはたしている。これらの工業において液位の高低は製品の優劣に大きく影響をあたえるため、液位測定にあつてはその条件にもつとも適した方法で検出しなければならない。また被測定液の種類、測定箇所、液位変動範囲、液の補給法などの関係から、測定方式を同一にすることが困難なことがある。したがつて液面位測定的方式は多種多様である。液柱の静圧を測定する方式、液面に浮子を浮べて測定する方式のほか、放射性物質を利用して測定するあたらしい方式が最近注目をあつめているが、ここでは日立製作所において製作している気泡式液面計をとりあげ、その基本的事項について検討してみた。気泡式液面計はただ液面測定のみでなく、比重測定や液面差測定用としても非常に有効なものであり、その応用分野は今後さらに拡大するものと思う。

〔II〕 気泡式液面計の検討

(1) 気泡式液面計の原理および構造

気泡式液面計の構成は第1図に示すように、被測定液中に挿入管を設けこれに一定量の圧縮空気を送り液中の挿入管先端より気泡として放出させる。挿入管内の圧力を P 、測定液の密度を γ 、挿入管先端より液面までの距離を H とすると

$$P = \gamma H \dots \dots \dots (1)$$

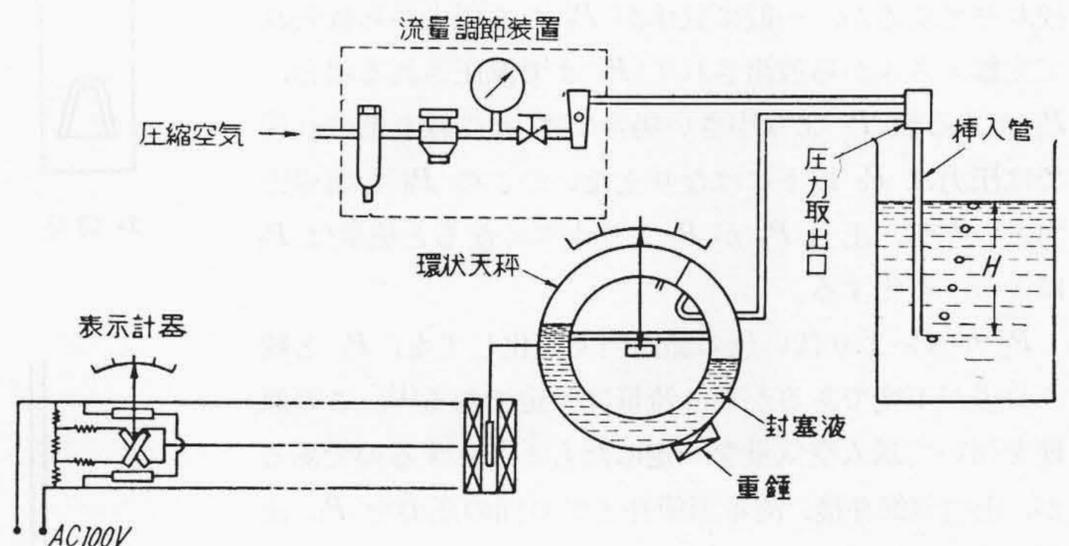
の関係が成立するので、測定液の密度が既知であれば、背圧 P を測定することにより液面の高さを知ることができる。挿入管への送気量が変化すると気泡の大きさが変化して誤差を生ずる恐れがあるので、送気量を一定にするために、流量調節装置を用いる。挿入管内の圧力は計器に導かれて液面位を指示または記録する。

気泡式液面計の特長はつぎのようなものである。

- (i) 他方式にくらべて非常に構造が簡単で、測定しようとする液にパイプを挿入するだけで測定でき、取扱いも容易、現場設備も簡単でよい。
- (ii) 腐蝕性液に対する耐蝕性処置が挿入管だけですむ。
- (iii) 粘度の高い液体、細かい粒子の浮遊している懸濁液にも応用することができる。
- (iv) 測定範囲の変更が容易である。

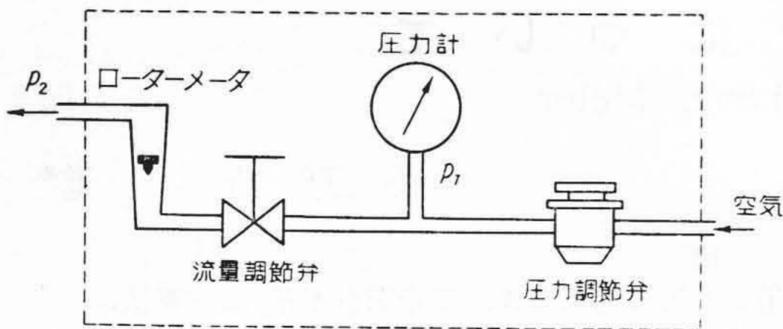
(2) 圧力調節弁後の圧力について

気泡式液面計を使用している間に空気流量が変化しな



第1図 気泡式液面計の系[統]図
Fig. 1. Schematic Diagram of Air Bubble Type Level Meter

* 日立製作所多賀工場



第 2 図 流 量 調 節 装 置
Fig. 2. Air Flow Regulating Apparatus

いように流量調節装置が用いられるが、この装置は第 2 図のように圧力調節弁、圧力計、流量調節弁、流量監視用ローターメータの 4 つから成立っている。流量調節弁は絞り弁であるが、一般に気体が P_1 なる圧力から絞られて先細ノズルから放出されて P_2 まで減圧される場合、 P_2 がある値 P_c より小さい場合には、その絞り部の直後では圧力は P_c 以下にはなりえない。この P_c を臨界圧力というが、圧力 P_2 が P_c より大きくなると流量は P_2 によつて変化する。

P_2 が P_c より低い値の範囲内で変化しても、 P_1 と絞り口径が不変であるかぎり流量は一定である⁽¹⁾。この原理を用いて送入空気量を一定にたもとうとするのであるが、圧力調節弁後、流量調節弁までの間の圧力を P_1 、流量調節弁の後の圧力を P_2 とすると、 P_2 は測定される液面の深さによつて変化する。したがつて流量を一定に保つには P_2 の変化を臨界圧力 P_c 以下になるようにえらばねばならない。

臨界圧力 P_c を式で示すと

$$P_c = P_1 \left(\frac{2}{C+1} \right)^{C/C+1} \dots\dots\dots (2)$$

ただし C は比熱比

P_1, P_c は絶対圧力

となるが、いま流量調節弁（絞り）がこの法則にしたがうものとして $C=1.4$ （空気の場合）として計算すると

$$P_c = 0.528 P_1 \dots\dots\dots (3)$$

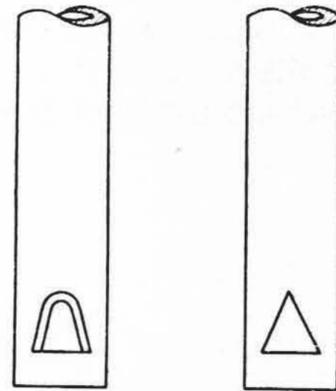
すなわち、空気の場合にはいくら絞つても、その絞りの直後では元圧の半分ぐらいまでしか減圧されないことになる。このことから、挿入管背圧がこの範囲になるような液面測定範囲をえらべば液面が多少変動しても流量は一定に保たれる。おおよその目安として、測定範囲の最大液面の背圧の 2 倍ぐらいを P_1 とすればよいことがわかる。たとえば水柱 1000 mm の測定を行うには、 $P_2 = 1.1 \text{ kg/cm}^2$ が最大背圧となるから、元圧 P_1 としては

$$P_1 = 1.1 \times 2 = 2.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ abs.} \dots\dots (4)$$

すなわち $1.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ にとれば測定中の流量の変動は生じないことになる。液面測定範囲と元圧のおおよそ

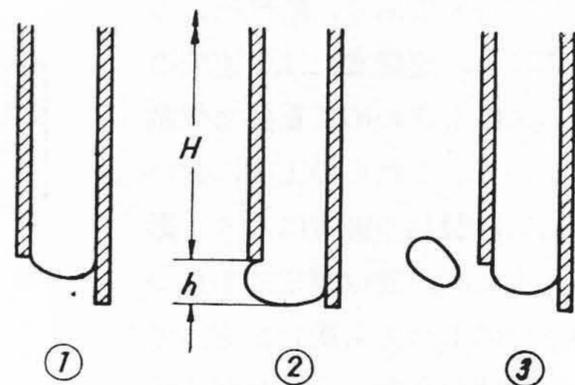
第 1 表 供給空気圧力の選定基準
Table 1. Standard for Selection of Supply Air Pressure

| 液面測定範囲 (m水柱) | 元圧 (kg/cm ² G) |
|--------------|---------------------------|
| 0 ~ 1 まで | 1.2 |
| 1 以上 ~ 5 " | 2 |
| 5 " ~ 7.5 " | 2.5 |
| 7.5 " ~ 10 " | 3 |



斜切込 直角切込

第 3 図 挿入管切欠き形状
Fig. 3. Notches of Insert Pipe

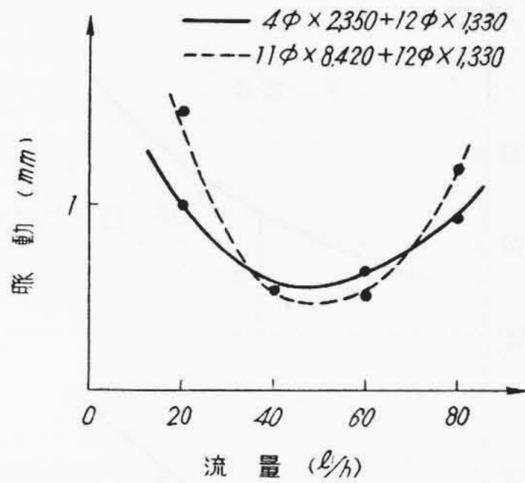


第 4 図 気泡放出の状態
Fig. 4. Sight of Air Bubble Separation

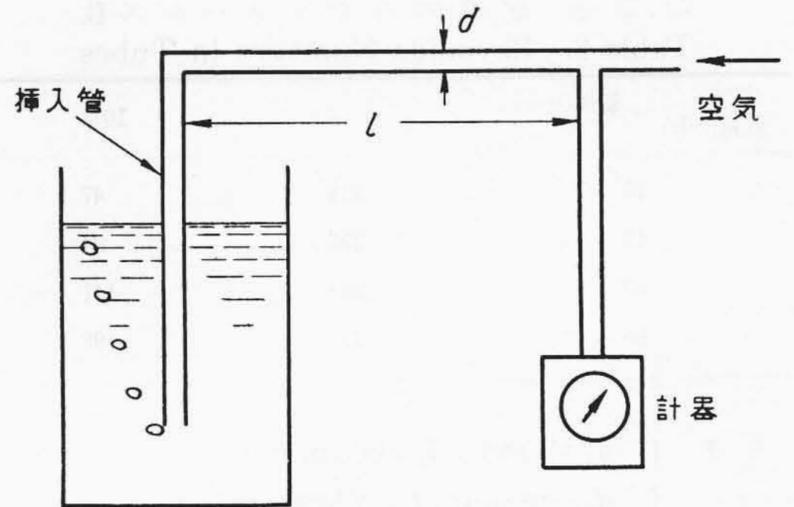
の関係を求めてみると、第 1 表のようにえらべばよいことがわかる。

(3) 送入空気量の選定

前項で流量を一定にたもつために P_1 をどのように選定すべきかを検討したが、その流量をどのくらいにえらぶべきかを検討する。挿入管の先端には放出される気泡粒をできるだけ小さくするために切欠きをつけてある(第 3 図)。気泡が挿入管の先端から放出されるとき状態は第 4 図のようで、挿入深さ H に対して h が測定上の誤差となる。送入空気量が多くなれば h が大きくなることは当然予想されるし、実際に透明容器内で空気放出の状態を観察すると、流量が多くなつて h は大きくなる。この h の量は最小 5 mm 程度から、流量が多くなれば二十数 mm ぐらいまで変化するが、その間の指示値の変化量は h の変化量よりはずつと少なく、流量が少ない間 (0~100 l/h) は h の変化はほとんどあられず、



第5図 空気流量と脈動の関係
Fig. 5. Relation between Air Flow and Pulsation



第6図 圧力取出口の位置
Fig. 6. Position of Pressure Guide Point

流量がそれ以上ふえるとようやくあらわれてくる。測定の誤差は必ずしも h の深さとひとしくはならないのである。

これは流量が多くなると挿入管先端部の空気流動の速度も無視できなくなり、大きくなつた h は空気流の動圧 ($v^2/2g$) と平衡をたもち、挿入管内の空気圧は流量が少ないときとおなじまゝで存続しているものと考えられる。

このことから考えて空気供給の上からも、流量は少ない方がのぞましいが、ずつと少なくすると気泡放出のたびごとに脈動があらわれるので、極端に少なくすることはできない。流量を除々に増してゆくと、脈動は一時少なくなるがふたたび大きくなる。その状態は第5図のようになり、流量 20 l/h のあたりでは、脈動の周期は気泡の放出周期とひとしい。80 l/h のあたりでは、気泡の数は肉眼ではかぞえることができないくらい多くなるが、脈動の周期は気泡周期よりも長い。この場合は脈動の数は気泡放出の数の整数分の1になつていて考えられる。第5図で見るように、脈動のもつとも少ない流量は 50 l/h 近辺であるから、送入空気量は 50 l/h が適当である。

(4) 圧力取出口の位置

第1図に示すように、圧力取出口は挿入管の真上部につけるのが常であるが、被測定部と計器がはなれているときには圧力取出口までの配管も相当に長くなるから、空気供給用パイプの途中で第6図のような圧力取出口を取付けたい場合がでてくる。その場合どんな考慮が必要であるか検討する。

結果からいえば、液面の指示値は圧力取出口の位置により流量の影響がでてくる。

流れのある管路中では、流体の抵抗による圧力降下と諸量との間には、つぎのような関係がある。(2)

$$\frac{P_1 - P_2}{q} = \frac{128 \eta l}{\pi d^4} \dots\dots\dots (5)$$

ここに P_1 = 管入口の圧力

P_2 = 管出口の圧力

q = 流量

η = 粘性係数

l = 管の長さ

d = 管の内径 を示す。

流体が空気の場合には、 $\eta = 1.8 \times 10^4$ poise で圧力に無関係な値であるから、 η, π を代入して計算すると、

$$P_1 - P_2 = 7.5 \times 10^{-6} \frac{l}{d^4} \times q \dots\dots\dots (6)$$

ここで $P_1 - P_2 = \text{kg/cm}^2$

$l = \text{mm}$

$d = \text{mm}$

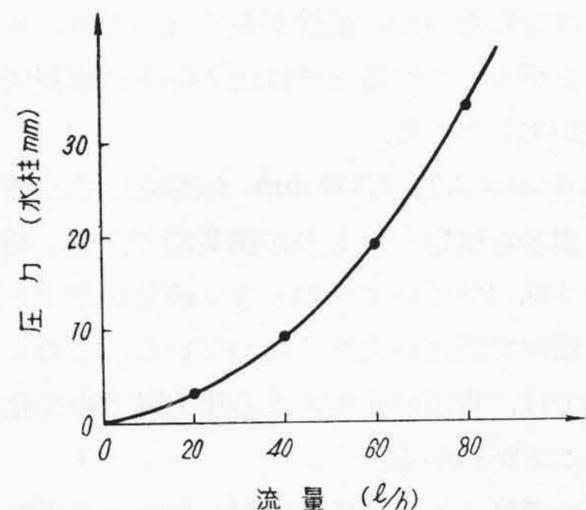
$q = \text{cc/sec}$ である。

いま P_1 を圧力取出口の圧力、 P_2 を挿入管先端の圧力とすると、導管の長さおよび内径がきまれば

$$P_1 - P_2 = Cq \dots\dots\dots (7)$$

$$\left(\text{ただし } C = \frac{7.5 \times 10^{-6} l}{d^4} \right)$$

となり、圧力降下は流量に比例することがわかる。ただしこの式は流れが層流とみなされる場合である。



第7図 流量と圧力降下の関係
Fig. 7. Relation between Air Flow and Pressure Drop

第 2 表 配管内のレイノールズ数
Table 2. Reynolds Numbers in Tubes

| 流量(l/h) | 管径(mm) | 4 φ | 10 φ |
|---------|--------|-----|------|
| 20 | | 118 | 47 |
| 40 | | 236 | 94 |
| 60 | | 354 | 141 |
| 80 | | 472 | 188 |

いま $\left\{ \begin{array}{l} d_1=4 \text{ mm}, l_1=800 \text{ mm} \\ d_2=10 \text{ mm}, l_2=2,500 \text{ mm} \end{array} \right.$

なる 2 本のゴム管を継いで第 6 図のような装置をつくり、挿入管を液に入れずに大気中に空気を放出させると、各流量についての圧力は第 7 図のように指示される。すなわち液の深さは 0 であるのに、このような背圧が生ずることになる。

層流と乱流のちがいはレイノールズ数でおおよその見当をつけることができるが円管では層流のおこる範囲は

$$Re = \frac{vd}{\nu} < 2,320 \dots\dots\dots (8)$$

ここに v = 流速
 d = 管内径
 ν = 動粘性係数

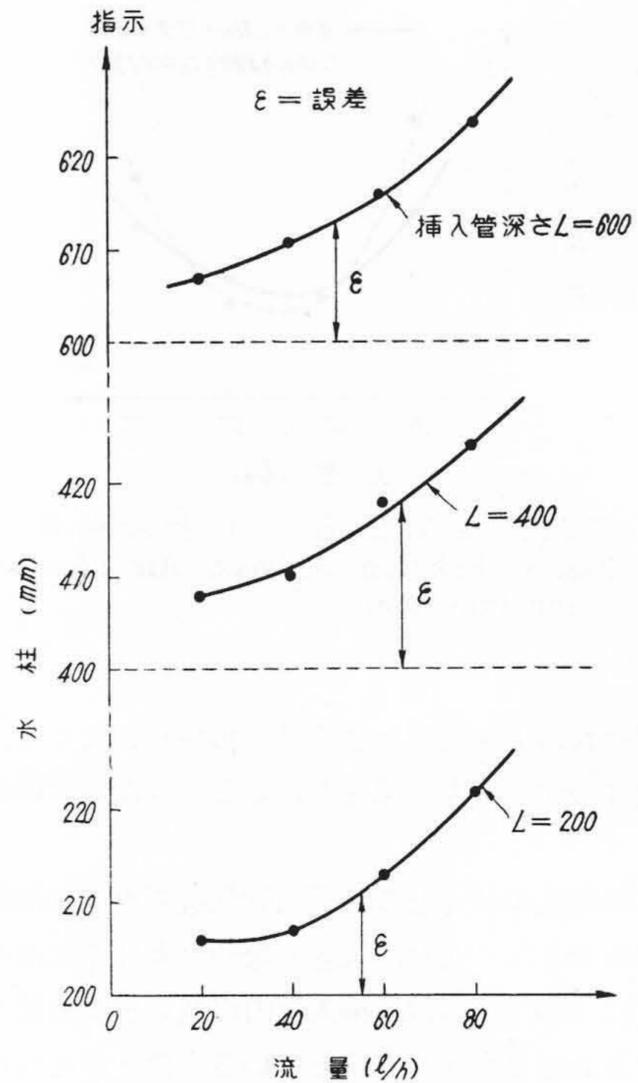
で、この状態では流体の種類を問はずつねに層流である。(4)この実験に用いた管について Re を求めると第 2 表のようになり、この値は管の長さには無関係である。

この表よりあきらかなように、この管内においては層流運動をしていると見てよい。したがって式 (7) により、圧力降下は流量に比例して増加するはずであるが、第 7 図に見ると直線状に増加せず二次曲線状に増加している。これは管径の変化による圧力降下 (流量の変化量の自乗に比例)、および配管曲りによる圧力降下 (流速の自乗に比例) が大きくきいているためと考えられる。

実際には空気配管内径は相当大きいから $P_1 - P_2$ はそう大きくはならないが、配管が長くなつたり、エルボ、バルブなどがついているときは圧力降下は無視できなくなり誤差が生じてくる。

内径 4 φ のゴム管 1,300 mm を接続して、液面深さを変えて誤差を測定したものが第 8 図である。挿入深さ $H=600, 400, 200$ いずれのときも流量が増すとほとんどおなじ傾向で誤差が大きくなっている。このくらいの液面変動では、背圧の変化による圧力降下の変化はあらわれないことがわかる。

したがって第 (3) 項にて検討した流量の影響がほとんどあらわれないというのは、圧力取出口が挿入管の真上につけられたときのみのことで、圧力取出口をなんら



第 8 図 指示 誤 差
Fig. 8. Indicating Error

かの理由で管路の途中にとりつけた場合には流量の影響は無視できなくなる。圧力取出口が管路の途中にある場合の較正は、以上の考察により下記のようにする。

- (i) 液面が浅い場合には、実際使用する一定流量を流して大気に放出させて指示をよみ、この圧力だけ目盛をずらす、
- (ii) 液面が深い場合は挿入管の既知長さのところにチェックマークを付し、その点でチェックしてその誤差をさしひく。

いずれの場合も元圧 (P_1) は第 1 表による圧力以上の一定値をたもち、使用中に流量が変わることは禁物である。

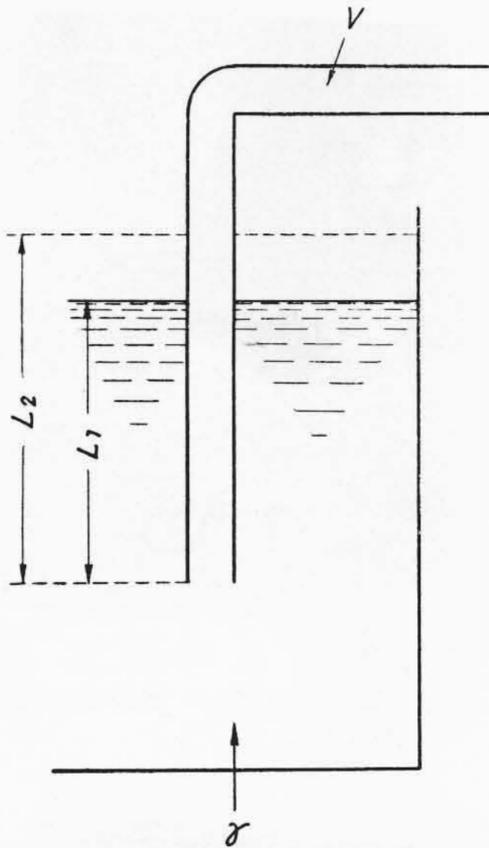
また、上記の較正は厳密には液深により誤差が変化するから (第 (6) 式の q の単位が cc/sec だからである) 液面変化の大きいもの、高い精度を要するものには、圧力取出口の配管途中取付けはなるべく避けた方がよい。

(5) 応答について

L_1 なる液深を測定中、空気送入口は V cc/sec、挿入管及び配管全体の体積を V 液体の密度を γ とすると、挿入管背圧 P_1 は

$$P_1 = \gamma L_1 + 1 \dots\dots\dots (9)$$

ここで +1 は絶対圧力に直したもので、前述のように流れによる圧力ドロップがあるが、ここでは全部一様に



第9図 測定説明図
Fig. 9. Schematic Diagram of Measuring

P_1 になっていると考える。送入空気量 v cc/sec は、圧力 P_1 で v cc/sec であるとする。

この状態から急に液面が L_2 ($L_2 > L_1$) に変化したとする。(第9図) 体積 V の部分は全部圧力 P_2 とならねばならない。

$$P_2 = \gamma L_2 + 1 \dots \dots \dots (10)$$

圧力 P_1 で V の体積であつた空気が v cc/sec の送入量で P_2 なる圧力になるまでの時間を T sec とすると、次の関係式が成立する。

$$(P_2 - P_1) V = v P_1 T \dots \dots \dots (11)$$

$$\therefore T = \frac{\gamma(L_2 - L_1)V}{v(\gamma L_1 + 1)} \dots \dots \dots (12)$$

この(12)式で示される T が急変した時の指示おくれの時間である。

また $L_2 < L_1$ とすると、挿入管内の圧力は $\gamma L_1 + 1$ から $\gamma L_2 + 1$ まで降下しなくてはならず、そのために管内の空気は一時に放出される。その放出される体積を V' とすると (圧力 $\gamma L_2 + 1$ で V')

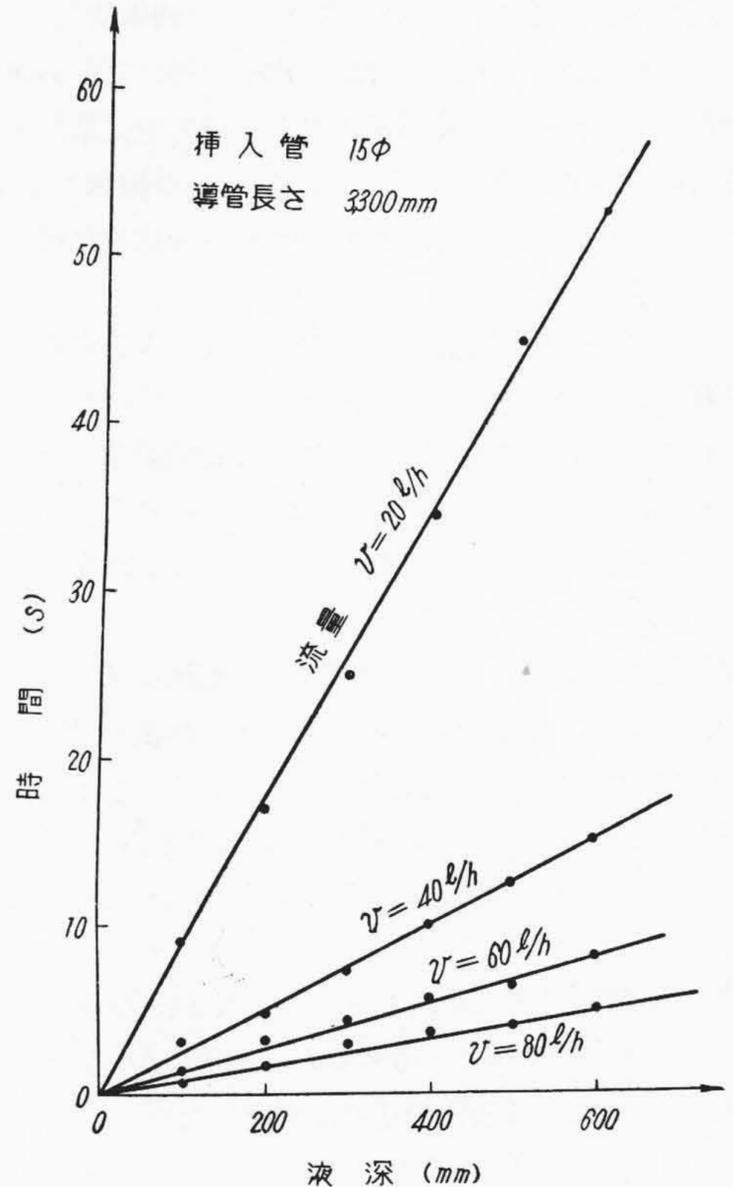
$$(\gamma L_1 + 1)V = (\gamma L_2 + 1)(V + V')$$

$$\therefore V' = \frac{\gamma(L_1 - L_2)V}{\gamma L_2 + 1} \dots \dots \dots (13)$$

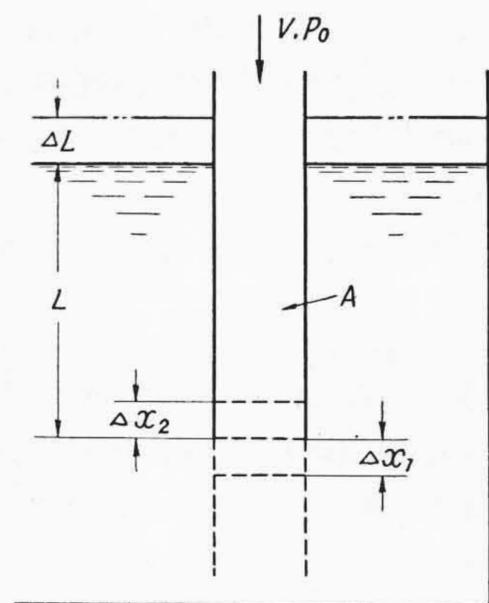
この空気量は空気送入量 v に無関係であり、放出される時間は短かく(12)式で示される T にくらべてほとんど無視することができる。

(12)式よりあきらかなごとく指示おくれの時間 T は

- (i) 変化量 ($L_2 - L_1$) が小さいほど小となる。
- (ii) 液の密度 γ が軽いほど小となる。
- (iii) 導管および挿入管内の体積 V が小さいほど小



第10図 液深と時間おくれ
Fig. 10. Relation between Liquid Depth and Indicating Time Lag



第11図 応答説明図
Fig. 11. Explanation of Response

となる。

(iv) 空気送入量が大いほど小となる。

ことがわかる。これらのことは経験的事実と一致する。

実際には第(4)項にて述べたように、導管内と挿入管先端の圧力は、流動抵抗の圧力降下によりひとしくはならないから、実験的に求めた時間と(12)式にてあた

えられる時間とは、圧力損失を考慮した等価体積 V_0 で計算しなければひとしくならない。水槽を用いて指示遅れ時間を測定した結果が第10図である。送入空気量が増加すると遅れ時間は急に減少している。この線図で液深600とは液面が0から急に600mmまで変化した場合を示している。

以上のことから、気泡式液面計は液面が上昇するときのみ指示遅れが生じ、液面が降下するときには遅れはでてこないことがわかったが、このことは動的誤差の点から見て興味深いことである。液面がある速度で変化するときいかなる条件があれば指示遅れが生じないかを検討する。

第11図において、 A を挿入管内の断面積、 L を液深、 γ を液の密度、挿入管および導管全体の体積を V 、圧力 P_0 にして v cc/sec の空気を送入しているとする。図に点線で示してあるように、挿入管自身は実線のところまでしかないが点線の部分にも延長されて入っていると考える。

Δt なる時間に空気が送入されて挿入管内の空気が、 Δx_1 だけ下に押されたと考え、あきらかに次の式が成立する。(この間液面の変動は考慮しない)

$$(\gamma L + 1)V + vP_0 \Delta t = [\gamma(L + \Delta x_1) + 1](V + A\Delta x_1) \dots (14)$$

これを整理すると

$$\Delta x_1 = \frac{vP_0}{\gamma V + A\gamma L + A} \Delta t \dots (15)$$

つぎに空気供給を考えずに、 ΔL だけ液深が増えた場合を考える。そのとき挿入管内の空気が圧縮されて、空気の下線が Δx_2 だけ押しあげられるとすると

$$V(\gamma L + 1) = [\gamma(L + \Delta L - x_2) + 1][V - A\Delta x_2] \dots (16)$$

これを整理して下式をうる。

$$\Delta x_2 = \frac{\gamma V}{\gamma V + A\gamma L + A} \Delta L \dots (17)$$

Δx_1 と Δx_2 の差を Δx とおくと、 Δx は液面が変動しながら空気が送入されている場合の指示おくれが、あるかないかを示す量ということができる。

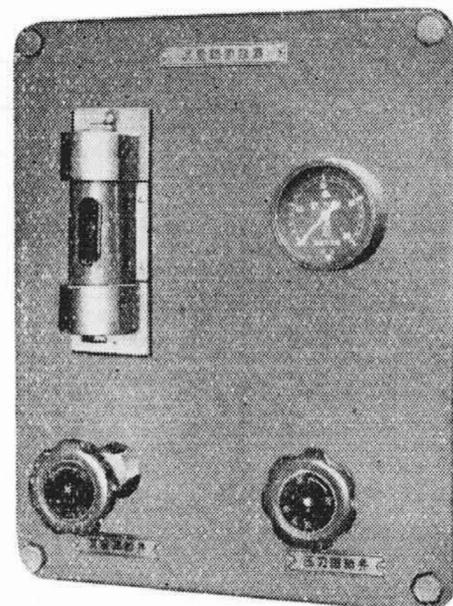
$$\Delta x = \Delta x_1 - \Delta x_2 = \frac{vP_0 \Delta t - \gamma V \Delta L}{\gamma V + A\gamma L + A} \dots (18)$$

$\Delta x = 0$ すなわち時間遅れが生じない限界の状態では

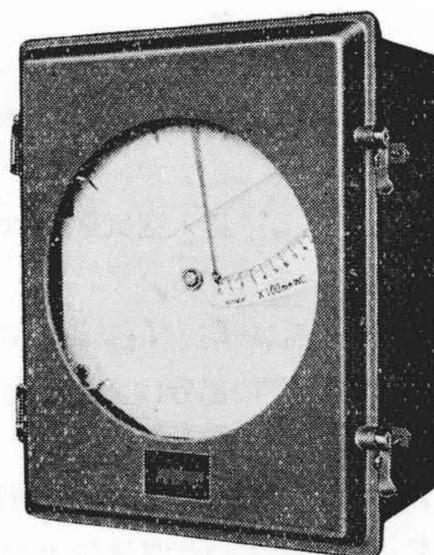
$$\frac{dL}{dt} = \frac{vP_0}{\gamma V} \dots (19)$$

$$v = \frac{\gamma V}{P_0} \frac{dL}{dt} \dots (19)'$$

この式から液面変動の速度がわかれば、指示時間おくれをださないための空気流量が算出できる。 v が (19)'



第12図 流量調節装置
Fig. 12. Air Flow Regulating Apparatus

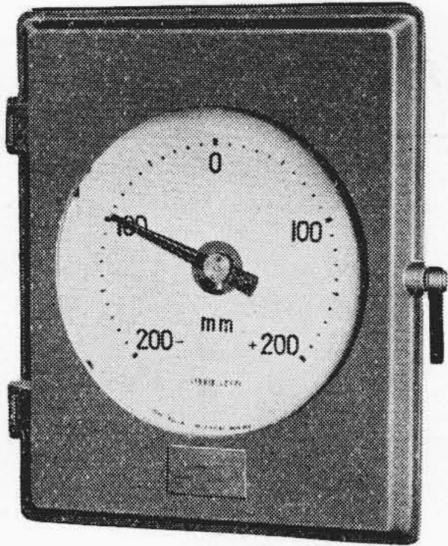


第13図 FBQ型環状天秤式液面記録計
Fig. 13. Type FBQ Ring Balance Liquid Level Recorder

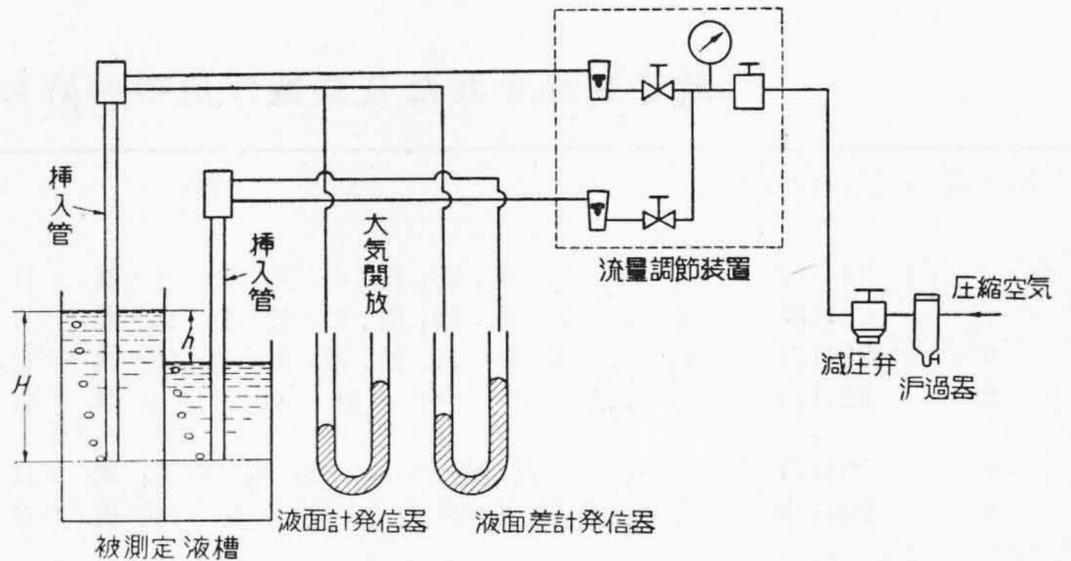


第14図 FLB型液面計発信器
Fig. 14. Type FLB Liquid Level Transmitter

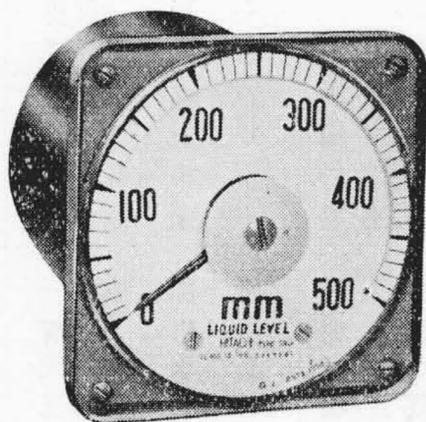
式の右辺より大きければ時間遅れは生じない。前に第(3)項ではほかの条件から空気送分量を選定したが、測定にさ



第15図 FLI-A型液面指示計
Fig. 15. Type FLI-A Liquid Level Indicator



第17図 気泡式液面差計系統図
Fig. 17. Schematic Diagram of Air Bubble Type Liquid Level Difference Meter



第16図 SR35型液面指示計
Fig. 16. Type SR-35 Liquid Level Indicator

いて、動的誤差が問題になる場合には (19) または (19)' 式からも空気送分量は検討されねばならない。

〔III〕 日立気泡式液面計について

日立気泡式液面計は、前述の原理により第1図のような構成で測定するが、挿入管は1/2" ガス管相当のものを標準とし、腐蝕性の液にたいしてはそれに適した材料を使用している。第12図は流量調節装置の正面である。挿入管背圧の測定には、環状天秤式、浮子式発信器、ベローズ、ブルドン管など用途に応じて各種のものが使用されるが、環状天秤式液面計としては、広角指示のFBI型指示計、丸型チャートのFBQ型記録計(第13図)、縦型指示で遠隔指示も可能なZ₁~Z₄型指示計などがある。FBI, FBQ型液面計の内部機構は、環状天秤をのこして扉状引出し型で、内部点検容易、扉開閉には安全装置を設けるなど多くの特長を有している。

遠隔指示用の発信器としては、FLB型沈鐘式発信器(第14図)が多く用いられる。水銀に碗を伏せて浮かしたもので標準差圧は36~300 mm水柱、耐圧は5kg/cm²、

誘導コイル内で鉄心を動かし、電氣的に液面変動を発信する。

計器としては、FLI-A型広角指示計(第15図) S24型、SR35型(第16図)およびSR25型の小型指示計、FLQ-A型記録計、FN型警報器、PLI型指示調節計、PLQ型記録調節計などがあり、それぞれの用途、需要に応じて使用している。

このほか気泡式液面計は、液面差計としても使用されている。その場合の系統図を第17図に示してある。

〔IV〕 結 言

以上、気泡式液面計の二、三の問題点、特性を検討し、日立製作所において製作している気泡式液面計について紹介したが、最近あらゆる工業が進歩するにしたがい、装置に対して計器は欠くべからざるものとなり、これらの技術と測定技術とは、相携えて進歩しつつある。装置の自動化も日々に進められている現状である。

液面測定は自動制御にはきわめて重要な役割を果しており、その測定用機器の適当な選択により、より経済的に完全な自動化が行いうるものと思う。液体が粘稠なもの、浮遊固体を含む液の測定も可能な気泡式液面計は、その多方面の応用により、装置の計装化に非常に大きい役割を果すものと信ずる。⁽⁴⁾ その方面の方々に多少なりとも、参考となれば筆者の幸いである。

参 考 文 献

- (1) 機械学会機械工学便覧：昭和15年12月 P. 1085
- (2) 真島正市編，工業計測便覧：コロナ社 P. 121
- (3) 機械学会，機械工学便覧：昭和15年12月 P.804
- (4) Honeywell Brown Instruments: Fundamentals of Instrumentation for the Industries 1952年6月



特 許 と 新 案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その1)

| 区 別 | 登録番号 | 名 称 | 工場別 | 氏 名 | 登録年月日 |
|-------------|--------|-----------------------------|------|----------|----------|
| 特 許 | 224167 | 超同期電動機の起動装置 | 日立工場 | 御法川 潔 | 31. 7.28 |
| " | 224168 | 超同期電動機の起動装置 | 日立工場 | 宮崎 徳太郎 | " |
| " | 224171 | 変圧器の放熱器取付装置 | 日立工場 | 真流 和徳 | " |
| " | 224174 | 空気吹付型断路器 | 日立工場 | 桑山 正俊 | " |
| " | 224177 | 多数電動機の自動调速装置 | 日立工場 | 加藤 清次 | " |
| " | 224178 | 電動機自動速度制御用表示装置 | 日立工場 | 豊田 隆太郎 | " |
| " | 224179 | 誘導電動機自動制御方式 | 日立工場 | 豊田 隆太郎 | " |
| " | 224181 | 閉鎖型配電盤 | 日立工場 | 宮崎 徳太郎 | " |
| " | 224183 | 伸線巻取投下制御装置 | 日立工場 | 佐川 伊知夫 | " |
| " | 224185 | 開閉器接触状態検出装置 | 日立工場 | 丹安 藤秀太郎 | " |
| " | 224164 | 薄層用カッターローダー | 日立工場 | 豊田 隆太郎 | " |
| " | 224169 | ケーベール巻上機の制動装置 | 日立工場 | 窪田 英夫 | " |
| " | 224170 | 積込量連続調整装置 | 日立工場 | 小川 毅里 | " |
| " | 224182 | 気体パッキング安全装置 | 日立工場 | 小平 野三百里 | " |
| " | 224188 | 上部走行旋回起重機付橋型起重機の橋型ガードの延長装置 | 日立工場 | 盛野 武賢 | " |
| " | 224175 | ブライソクローラー | 日立工場 | 若森 俊郎 | " |
| " | 224163 | ベルト自動緊張装置 | 日立工場 | 井上 啓雄 | " |
| " | 224166 | 交流型質量分析装置 | 日立工場 | 井須 藤寿 | " |
| " | 224184 | 内燃機関起動安全装置 | 日立工場 | 平 栗保平 | " |
| " | 224186 | 機関起動安全装置 | 日立工場 | 南 部 誠一 | " |
| " | 224187 | 質量分析装置 | 日立工場 | 滑川 明夫 | " |
| " | 224165 | 受話器 | 日立工場 | 高神原 明豊 | " |
| " | 224180 | 有極継電器 | 日立工場 | 飯島 三登 | " |
| " | 224172 | 中空鋼心アルミ電線 | 日立工場 | 大小内 和心 | " |
| " | 224173 | 通信ケーブル接続用スリーブ | 日立工場 | 小池 武薫 | " |
| 特 許 実用新案 | 224176 | ポリ塩化ビニル可塑物製造方法 | 日立工場 | 西口 見二忠寿郎 | " |
| " | 447899 | デリッククレーンにおけるブーム起倒用電動機速度制御装置 | 日立工場 | 岩田 竹政 | 31. 7.28 |
| " | 447900 | エレベータ信号装置 | 日立工場 | 大高 谷川 | 31. 7.23 |
| " | 447901 | 並設エレベータ位置相互表示装置 | 日立工場 | 酒井 真平 | " |
| " | 447902 | エレベータ信号表示装置 | 日立工場 | 酒井 真平 | " |
| " | 447910 | 電動操作カム軸制御器 | 日立工場 | 酒井 真平 | " |
| " | 447938 | 電動機起動装置 | 日立工場 | 高会 橋沢 | " |
| " | 447939 | 電動制御器の電動、手動切換装置 | 日立工場 | 泉 千吉 | " |
| " | 447942 | カム軸制御器の接触器 | 日立工場 | 横山 二隆 | " |
| " | 447950 | 電磁接触器アークシュート支持装置 | 日立工場 | 鈴 喜 薫雄 | " |
| " | 447958 | 挿込み栓 | 日立工場 | 西田 辺 喜忠 | " |
| " | 447967 | 車輛の空気制動制御装置 | 日立工場 | 白吉 土岡 孝治 | " |
| " | 447965 | 多段変速摩擦クラッチ | 日立工場 | 荻野 武憲 | " |
| " | 447907 | 可変行程往復動型フィーダー | 日立工場 | 石片 風岡 武光 | " |
| " | 447908 | 可変行程往復動型フィーダー | 日立工場 | 村田 敏雄 | " |
| " | 447914 | ケーブルクレーン用コンクリートバケット | 日立工場 | 松崎 直 | 31. 7.23 |

(第62頁へ続く)