

---

---

---

# ディスペンサの実用技術入門

---

---

---

〒274-0825 船橋市前原西1-36-10

(株)日本省力技術研究所

# ディスペンサの実用技術入門

## 1. ディスペンサの種類と特長

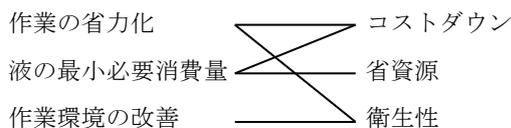
杉原 泰二

### 1. ディスペンサ (DISPENSER) とは？

ここでは、きわめて狭義に「粘性液微量吐出装置」の総称として許して頂く。もとより、キャッシュディスペンサ、スープディスペンサなどがあり、かつ先般目に触れた特許公開公報には「手術用の刃を供給するディスペンサ」(H. C. マグニー, 54年, No. 54486) などの用例もみられ、これらにのっとると、あるいは「リキッドディスペンサ」とでもいわないといけないのかもしれない。

### 2. ディスペンサの目的

著者が本邦において初めてディスペンサ(本稿にいう)にお目にかかったのが、昭和30年代の終わり頃と記憶している。それから15年の月日が経過しているが、ディスペンサといえどもほかの装置と同様に、人力を人力によらないほかの動力に置換える目的の下に製作されている。このことによって得られる効果は、



の関係に要約される。

### 3. ディスペンサに要求される性能

前項の効果を実現するために、ディスペンサが具備しなければならない性能は、

- ① どこまで微量吐出できるか？
- ② 定量性の保証は？
- ③ 定量繰返し再現性の保証は？

の3点に集約される。

### 4. ディスペンサの種類

今日までに世の中に散見されたディスペンサの種類を大別すると、つぎの2種に区分けされ、内外製品

を含めて提供社数は30数社に達している。

#### (1) 空気圧送方式

粘性液に空気圧を負荷して吐出するもので、空気圧の調節、空気圧負荷時間の調整、吐出口のサイズ変更の3種の選択バランスによって、さまざまな異なる粘度の液体に対応して微量吐出を行なうもの。

#### (2) チュービング方式

回転あるいはピアノタッチ式にチューブを順次に押圧して、粘性液を吐出させるもの。チューブの押圧時間、チューブ径の選択、押圧の繰返し頻度の選択バランスによって、吐出量を決定する。

このほか特記すべきものとして、バリエーションではあるが、つぎの2機種も上記の分類項目外として挙げられる。

- ・ ダイヤフラムバルブ(空気駆動)
- ・ シリンジプランジャ(モータ駆動)

### 5. マイクロギアポンプ(MGP)ディスペンサ

#### (1) 微量吐出限界

前項の製品はすべて他社製品であるが、MGPディスペンサは当社の製品で、昭和54年11月より発売されているものである。詳細については別稿に譲ることとする。また、本製品の出現がなぜなされたか、その必要性については本稿の進むにつれておわかり頂くつもりである。

またギアポンプは、周知の通り、何も目新しい機構でなく、たださまざまな制約から微量吐出のものが実用化されていなかったのである。ちなみに、ギアポンプ方式のこれまでのものと、ディスペンサに必要な性能(3.項)を微量吐出限界性能で比較してみると、表1、図1のようになる。

MGPは、この点できわめて良好といえよう。なぜならば、たとえば0.0001mlという量を実用上考えてみよう。0.5φの円が0.5mmの高さをもつ円柱を指すこと

になるのである。0.005mlの量にしても、1.9φ×1.9mmの円柱をおおよそ示すことになるのである。欲をいえば、限界は0.002mlすなわち、おおよそ1.4φ×1.4mmの円柱ぐらいかもしれない。

(2) 定量性の保証

表2の通り実用上まったく問題にならず、各機器とも優秀であるといえる。表中にノーコメントとあるのも、精度が悪いからでなく、「実用上支障なく製作されています」という、自信の表明と筆者は解釈している。また、コメントフリーというのは、機構ほかの方式以上の精度が出るのであるから、触れるまでもないくらいの意味である。

(3) 定量再現性の保証

さて(1)、(2)とパスした各機器は、実用上本項もパスできるであろうか？ ここが正念場である。

① チューピングタイプ

われわれは機械を製作するとき、塗装色の指定を受けることが多い。このとき、マンセル記号ではだめで、必ず色見本を受取る。このように、化学の処理は誠に化け化けしい代物なのである。したがって、チューピングタイプにおいて液送の基本手段として使用している各種の樹脂チューブ、永久に同一硬度、同一サイズ、

同一条件などで供給、調達できるとは絶対に保証しえない。これは、在庫を置かず、半年も継続して当用買いでチューブを使ってみるとすぐわかる。

表1 微量吐出限界性能の比較

メーカー	数値 [cc]
国産K社	2
外国Z社	0.2
国産M社	0.02
MG P ディスペンサ	0.0005

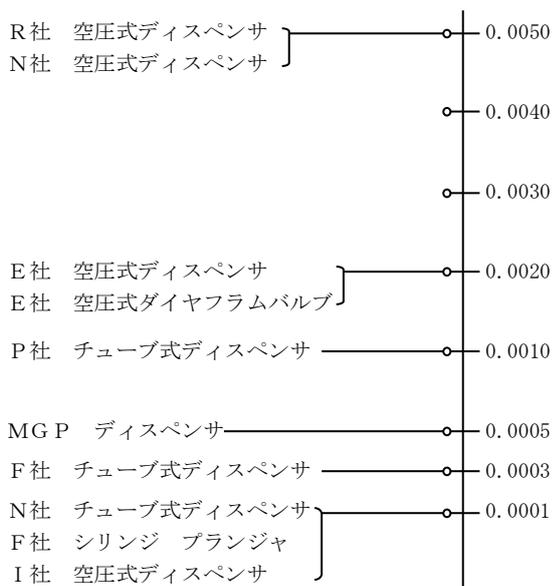


図1 微量吐出限度の比較

表2 定量性の保証

形式	数値 [%]
空気圧送タイプ	R社 ノーコメント N社 ±1~5 E社 ±1 I社 ±1
チューピングタイプ	P社 ノーコメント F社 ±1 N社 ±1~10
その他	E社 (空気圧ダイヤフラム) ±0.5 F社 (シリンジプランジヤ) ±2 当社 (MG P) コメントフリー

ここにチューピングタイプの落とし穴がある。N社が±10%まで枠を拡げているのは、このところに関連ありと筆者はみている。F社でも、チューピングのほかにシリンジプランジヤタイプを、限定容量と断わりながらも用意していることは同様であろう。またチューピングは、チューブに物理的なインパクトを直接かけることから、当然劣化の進行が速く、このことから定量再現性の保証には不利な要因を構成している。

② 空圧式

粘性液は生き物である。温度によって粘度の変化するものがあるので、始末に悪い。

いま、シリンジに与えられる理論出力  $F_1$  は、シリンジの有効作用面積を  $A$  として、空気圧の入口、出口を  $P_1, P_2$  で表わすと。

$$F_1 = A_1 P_1 - A_2 P_2$$

となる。しかし実際には、シリンジ内部における機械的摩擦力  $R$  と、運動部分の慣性力に関する運動力学的な力  $U$  によって、理論出力  $F_1$  は実際に外部に粘性液を吐出する力  $F_2$  より減少し、次式によって表わされる。

$$F_2 = F_1 - (R + U)$$

ちなみに、図2に温度変化による吐出量の変動を、図3に接着剤種類別温度による粘度変化を示す。

温度が高まれば粘度は低くなり、同一条件で吐出量は増大する。したがって、少なくとも設定圧力とタイアアの双方か、いずれか一方を調整しないと、保証精度の再現性の維持は不可能と断定される。E社がこのことをすでに予想して、空圧式ダイヤフラムバルブを提供していることは、誠に賢明といえるであろう。

しかしながら、ダイヤフラムの材質がテフロンのような固い材質では機械的耐久性および微量制御に問題があるので、柔軟状のポリエチレンなどで構成せざるをえないため、耐薬品性に問題が生じてくることもやむをえないことである。

### ③ MGPタイプ

温度による粘度変化の影響はきわめて微少であり（理論的には零）、チュービングタイプのような、機械物理的に耐えず衝撃をかけられる部分もないため、理想的な液送手段といえよう。

### ④ その他

チュービングタイプでもう1つ基本的に困る点は、チューブがロットにより性能がまちまちのため、いつパンクするかわからない。すなわち予防保全ができないことである。作業途中で液が滲み出てきて、機械および機械回りの清掃、取換えなどにより作業中断し、流れ工程に問題の生ずる恐れがある。また過剰保全をすると、チューブのランニングコストがばかにならない。

## 6. 2液混合吐出装置

2液ディスペンサとでも略称できようか、いままでに述べた1液ディスペンサに比べて格別のむずかしさを伴う。したがって、従来より安全な方法として、あらかじめ2液を混合して1液とし、1液ディスペンサで吐出することがよく行なわれている。当社では、MPG-X020シリーズとしてシリアルにミキシング吐出する装置が、比較的多くのケースに適合するものとして完成している。ここでいうケースとは、液の各粘度、混合後の粘度、ポットライフ1回吐出量、吐出のインターバルタイムなどを指す。このケースがさまざまであるので、むずかしいものは前述のようにあらかじめ2液を混合してしまっ、1液として吐出する方法をシステム化、自動化、シリアル化した新案を、特許申請済みである。

### 参考文献

- (1) セメダイン社：EP101カタログ
- (2) 塚田邦夫：接着技術マニュアル，テクノ社，51年

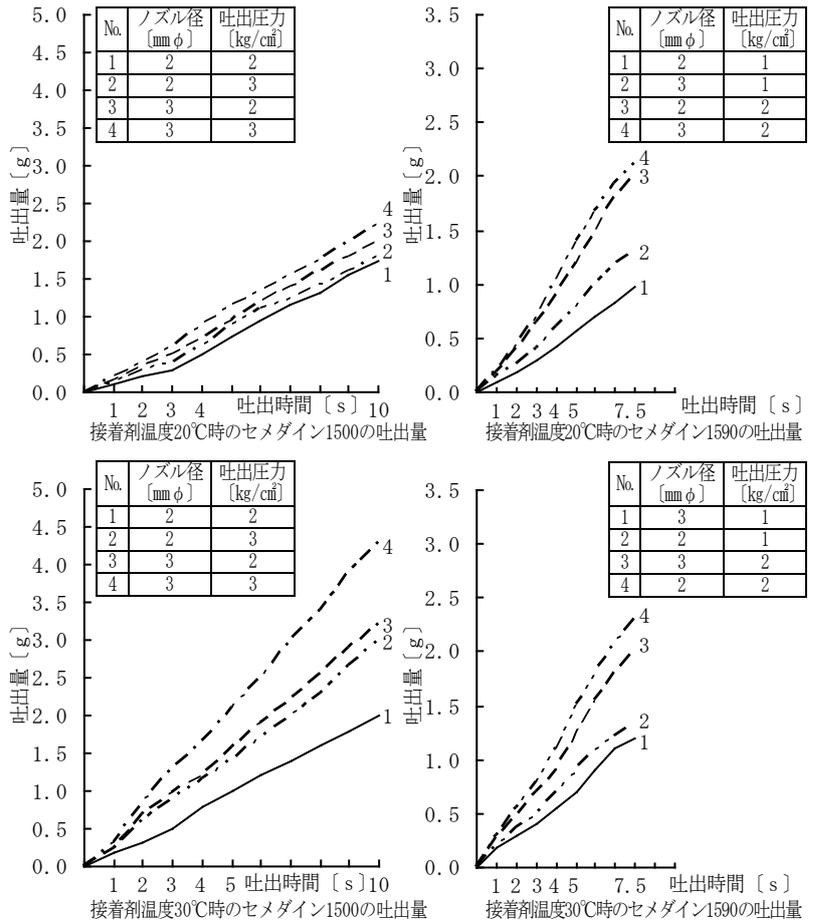


図2 温度変化による吐出量の変動

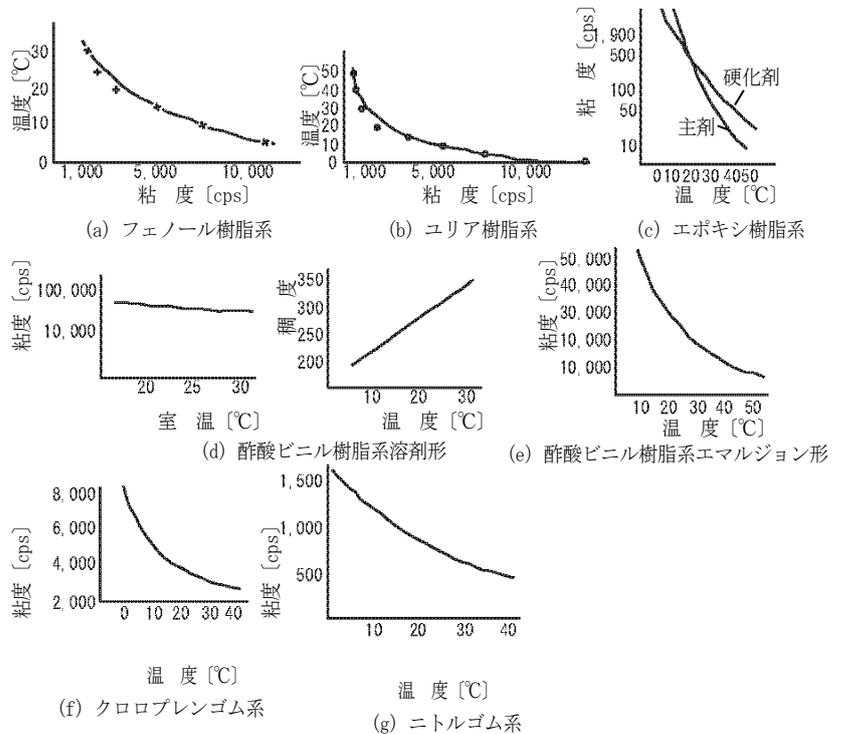


図3 接着剤の種類別温度による粘度変化

# ディスペンサの実用技術入門

## 2. 定量再現性の保証

杉原 泰二

前回では、ディスペンサの種類と特長についての概略を述べたが、本稿ではディスペンサの生命ともいべき「定量再現性の保証」について詳しく触れて、この問題の解明に一助に資するとともに、その他の特長についても極力オールラウンドに言及してみたい。

### 1. ディスペンサの理論吐出量

すべての進歩は、経験と勘の世界から脱却し理論武装の裏打ちがなされ、それが実際とマッチングすることによって行なわれる。機器のほうが理論的に取扱いやすいものに構成されて、初めて改善と進歩が図れる。この意味で、各ディスペンサの理論吐出量を推定する。

#### (1) 空気圧送タイプ

以下に計算式を示す。

$$V_1 = \left( \frac{\pi d_1^2}{4} \right) v_1 t_1 \dots\dots\dots (1)$$

$V_1$  = 理論吐出量 (体積)

$v_1$  = 管内平均流速

$t_1$  = 加圧時間

$d_1$  = 管径

$$V_1 = C_1 \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2 - F_1)}{\rho}} \times f(T) \dots\dots\dots (2)$$

$$g = \frac{9.8\text{m}}{\text{s}^2}$$

$C_1$  = 過流, 開口方向, 形状による係数

$P_1$  = 加圧圧力 (kg/cm<sup>2</sup>)

$P_2$  = 開口部圧力 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\rho$  = 液体密度

$F$  = 粘度を含む管内摩擦による圧力損失

$T$  = 温度

$v_1$  (管内平均流速) は、現実には式に示すような簡単なものではなく、加圧の瞬間から次第に増大し最大速度になり、加圧持続の間そのレベルを保ち、加速停

止後から減少し、零に戻ることを繰返す。それだけでなく、温度による粘度の変化も含め、 $T$ の関数として $f(T)$ を加算した。

#### (2) チュービング方式

##### ① 回転式

$$V_2 = v_2 t \times \frac{(\pi d_2)^2}{4} \dots\dots\dots (3)$$

$V_2$  = 理論吐出量

$v_2$  = チューブ内の液移動速度 (ローラがチューブをつぶす周速度)

$d_2$  = チューブ内径

ローラがチューブをつぶして移動する距離とチューブの内部断面積の積で、管径が一定の場合は、ローラの回転時間に比例した吐出量が期待できる。

##### ② ピアノタッチ式

$$V_3 = L_2 \times \frac{(\pi d_3)^2}{4} \dots\dots\dots (4)$$

$V_3$  = 理論吐出量

$L_2$  = チューブのつぶされ部分の長さ

$d_3$  = チューブ内径

押しつぶすキーの長さとはつぶされチューブの内側の断面積の積がほぼ吐出量に相当し、吐出の増量は連続して何回つぶすことを繰返すかにより期待できる。

#### (3) MGP方式

MGPとは前回若干触れた当社の新製品で、マイクロギアポンプの略称である。チューブ押圧もせず、空気をまったく使わないモータドライブの歯車式ディスペンサである。ここで読者の理解を助けるため、設計上の基本姿勢を説明する。

これまでのギアポンプは、高速回転でギア歯形とポンプ室壁との空隙に介在する液体部分を移動させ、歯先外周と室壁の隙間、歯の厚みとこれを挟む壁の間の隙間、以上からリークする液体部分との差を流量として設定したものと考えられる。したがって、ベーンポ

ンプ、渦巻ポンプにみられるような液体移動の慣性も、移送要因の1つとなっている。

MGPディスペンサは従来のギアポンプと同一機素で構成はされているが、思想的に大転回を行なった所産といえる。具体的にはリークを極力少なくする(容積効率を増大させる)、閉じ込み現象を回避するなどの基本的な諸点で、まったく異なった設計が行なわれている。たとえば、駆動軸は単に回転力付与構成とし、別の手段で偏心を回避し、外周の嵌合を小として隙間をなくすとか、厚みとこれを挟む壁との隙間を少なくするために、歯厚、ケース厚はラッピング仕上げが施され、壁面摩擦低下のためテフロンパッキングを使用、ギア材質にエンジニアリングプラスチックが採用されているなどの諸点である。

理論吐出量は以下の通りである。

$$V_4 = 2\pi m^2 Z b \dots\dots\dots (5)$$

$V_4$  = 理論吐出量 (1回転当り)

$m$  = モジュール

$Z$  = 歯数

$b$  = 歯車の厚み

MGP方式における吐出量の理論式は至極簡単明瞭で、実用吐出量との格差もほとんどみられない。

## 2. 理論吐出量と実用吐出量の格差

### (1) 空気圧送タイプ

種々の要因がからみすぎるために、現実には経験と勘から対象の粘性液の粘度と、必要吐出量に相応すると思われる空気圧、加圧時間、ニードルの三者を選択・試用し、実際に吐出した量をみながらさらにこの三者の範囲を縮めてゆく方法をとっているため、格差は大きいといわざるをえない。加えて、(2)式に示す $f(T)$ すなわち温度の関数によって、一旦設定した吐出量に変化してくることが何とも厄介な代物である。

### (2) チュービング方式

つぶすチューブの径、つぶすキーの大きさ、つぶす回数のトライアルにより、実際吐出量と必要吐出量との差を縮めることを行なわなくてはならない。もっとも、この方式の場合には比較的粘度範囲も限られ、吐出量も多いものがほとんどで、精度的にも楽な状態での使用例が大半を占めているようであるため、この選択はエア式に比べてイージーである。

### (3) MGP方式

(5)式により、 $m=0.5$ 、 $b=4$ 、 $Z=20$ とすれば、1回転することによって0.125mlの吐出量が得られる。いま、モータの回転数を2rpmとすると、1回転に30秒を要するから、たとえば、1.5秒当りの吐出量は0.00625mlとなる。したがって、

単にモータの駆動時間の設定だけで期待する吐出量が得られる。

## 3. 各ディスペンサのその他の特長

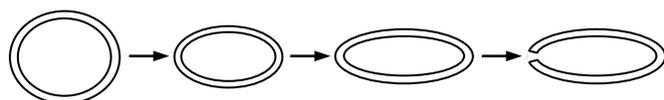
「定量再現性の保証」が最も基本的な機能と思われるが、ここではその他の特長と欠点も含めて触れてみたい。頭につけられた○、×により、得失とし判断頂きたい。

### (1) 空気圧送タイプ

- 広い範囲の粘度に適應できる。
- フィラー入りなどのものも場合により吐出可能である。
- 一定吐出量の速い出方、遅い出方の選択ができる。
- 電気・空圧制御のため耐久性がある。
- × 吐出量に対して温度がきわめて大きな作用を及ぼす(たとえば、前回図1～図4に示すように温度20℃と30℃の10℃の差により、その他の条件がすべて同一であっても吐出量は100%以上増量される)。
- × タンクまたはシリンジ(容器)への詰め変えを必要とする。
- × 前項容器の残量によって吐出量に変化する。つまり、バックプレッシャの加わる容積の大きさの変化によって、圧力伝達にダンパー現象が発生し、特に微量吐出のときばらつきが大きい。したがって、極力小さな容器を使用することが必要となる。
- × 空気圧力が常に繰返してかけられることから、粘性液に空気が過飽和に溶解し、吐出後発泡の恐れがある。
- × 圧力空気にはダスト、潤滑油ミスト、水滴などが含まれ、これの除去をきわめて厳格に実施しなければならない。
- × 排気による騒音の発生と、環境および製品の汚染対策を必要とする。
- × 空気圧固有のエネルギー・ロスがある。

### (2) チュービング方式

- 吸上口より吐出口まで、内容液はチューブの内壁以外触れるものがない。
- 中間接合点もなく、内容液による外部汚染がない。
- 単純でわかりやすい構成である。
- 多連吐出が可能である。
- フィラー入りなどの混合液も場合により吐出できる。



つぶす前 何回かつぶしたとき 安定する 破断する

図1 チューブの劣化

- × チューブを機械的に押しつぶすため、チューブの劣化による吐出量の変化がある。いま、チューブが真円であったとすると、図1に示すように何回かつぶすことを繰り返すと、数十ショットから数百ショットで一応つぶれ方が安定し、その後ゆるやかに内側面積は減少を続ける。
- × チューブの劣化が進むと、ある点で突然破断する。
- × チューブの劣化により、吐出量の変化が直線的でない。
- × 吐出量の変化がチューブのクリープ特性に依存している。
- × チューブが復元しなければつぎのショットを開始できないため、高頻度のサイクルに耐えない。
- × 高粘度のときチューブの復元に抵抗がかかるため、適さない。
- × チューブの復元力により局部的に急に負圧が発生し、内部溶解気体が分離して気泡の発生をみることがある。
- × チューブのロットによって肉厚、弾性、クリープ特性などの差異があり、復元にばらつきが生じる。
- × 温度によりチューブの復元所要時間、形状に差異が現われ、吐出量が変化する。
- × シゴキ現象でチューブがローラ進行方向にたるみ、しわを生じ、チューブが引張られてしまうことがある。

### (3) MGP方式

- 粘度に関係なく正確な吐出量が得られる。
- 温度による吐出量の変化を無視できる。
- 設定秒時だけで吐出量を直線的に変化させうる。
- 騒音が少ない。
- 取扱いが簡単である。
- 小形で場所をとらない。
- エネルギー消費が少ない。
- × 摺動部分の磨耗のため、ギア部に寿命がある。
- × 可送液の粒子に制限がある。
- × ギアポンプの分解・再組立が使用者において実施できない。

### (4). 各ディスペンサに共通する留意点

すべてのディスペンサに対して共通にいえることは、吐出口からワークまでの液移送に可撓性チューブを使用した場合、チューブの中の液の粘性、管内抵抗による圧力の伝播の遅れ、管の膨張による一時的圧力の吸収などによって、吐出指令信号に対し実際の吐出に時間的ずれが生ずる。また同じ理由から、吐出口における瞬間吐出量は信号開始より遅れ、零から次第に増加して最大値となり、信号持続時間中その水準を保ち、信号停止後減少し始め、信号停止より遅れて零となるという吐出現象を繰り返す。

これを回避するためには、吐出の動力を与える部分（シリンダ、ピアノタッチ部分、MGP）から吐出口までの距離を短かくすること、内圧の変化で膨まない剛性のチューブを使用することが必要である。一般市販ディスペンサについては、機器吐出口以降の管路についてはニーズが多様のため、すべてのケースに間に合うようなアダプタを用意しているとは考えられない。これは、ユーザーの側でどのように使用するかをあらかじめ調査・検討することと、社内施設、治工具などを生かしてメーカーの標準品をどうそのまま使うかがローコストにつながる道になると思う。

☆ ☆

ここで取上げた内容は、あくまでも筆者の主観にすぎない。疑問と思われる向きは、弊方へ御照会頂くか、各メーカーへ直接御照会頂き、正確度を期してほしい。

次回は、ディスペンサの上手な使い方と題して拙稿をお届けする予定である。 < 8月号へ続く >

# ディスペンサの実用技術入門

## 3. ディスペンサの上手な使い方

杉原 泰二

これまで2回にわたり、ディスペンサの種類と特長について述べてきたが、今回はディスペンサの上手な使い方について述べる。

さて、現実にディスペンサを使用する場合には、各種ディスペンサの固有の機能が把握できていても、それだけではすまないところに厄介がある。たとえば、つぎのような諸条件について十二分の配慮の下に使われて、ディスペンサは初めて有効に生かされるのである。

- ① 被吐出（ワーク）の大きさ、形状、材質、糖度
- ② 吐出のポジション、パターン、量
- ③ 吐出の時間、休止の時間
- ④ 粘性液あるいは溶剤の性質
- ⑤ 雰囲気条件
- ⑥ 使用段取り

そこで今回は⑥の使用段取りを中心に、ディスペンサに吐出開始指令が出され、吐出口（ノズル）から押出される以降の問題について触れてみたい。この辺にディスペンサを使いこなす上でかなりの巧拙があるので、注目をして頂きたい。

### 1. ノズルに軟体チューブを使う場合

ノズルに軟体樹脂チューブを使用するとか、あるいはノズルは剛体金属を使っている、液槽からの送液手段に柔らかいチューブを用いている場合には、つぎのような注意が必要となる。

もともと、なぜノズル先端から吐出が行なわれるかといえば、ある機械的もしくは流体的手段によって加圧行為が施され、開口部から圧力が平衡化することによって、この圧力差が解放される。吐出はそれに伴う現象である。この場合、ノズルが位置する雰囲気の圧力は、当然に大気圧であり、吐出に際してのノズル内部圧は、大気圧以上の圧力を必要としている。

このため柔らかいチューブは、開口部からの圧力解

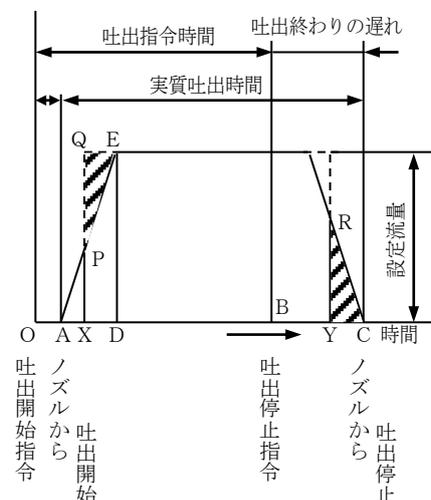
放以外にチューブ自体の膨張が発生する。したがって軟体チューブを使用している場合には、吐出信号指令より遅れて吐出は開始され、終了指令より遅れて吐出が終わるというタイムラグを、避けることができない。このことを頭に入れた上で実際の使いこなしを行わないと、とんでもない失敗を犯すことになる。

しかもこの条件は、液の性質、ノズルの材質、長さ、内径、外径、吐出量、姿勢などによってそれぞれ異なった挙動を示すので、この辺をよく実地観察を行ない、自社に最もマッチした条件を選択・開発する心構えを望みたいものである。

一般的な状況については図1に示すので、参考にされたい。X軸に時間の経過を、Y軸にノズル端面からの瞬間吐出量をとると、0点では吐出指令が出されてもノズル端面から吐出が始まるのは、 $\overline{OA}$ だけ時間のずれるA点である。このときの瞬間吐出量は零で、0点までチューブ内の圧力は上昇し、一方瞬間吐出量は次第に増加しながらD点で設定流量となる。

吐出指令が続く間、この設定吐出量は維持され、吐出指令がBで終了したとき軟体チューブはまだ膨張しており、吐出停止指令によりディスペンサからの吐出

図1 一般的な吐出状況



(加圧)が止まっても、引続きチューブの膨張が零になるまで、すなわちチューブ内圧が大気圧になるまで吐出が続き、瞬間吐出量は減少しながらC点で吐出が止まる。実際の吐出終了は、吐出停止指令に対して、BC時間だけ遅れる。

したがって実用上の一応の目安は点吐出の場合とはもかくとして、線吐出の場合に仮に被吐物(ワーク)移動によって行なうときは、図1のX点に線のスタートが置かれ、Y点に線のエンドが置かれるような配慮が必要である。このとき、ノズル先端の面積 $\Delta YRC$ に相当する吐出液残量が、X点での面積 $\Delta PQE$ に相当する不足分と合計して設定吐出量に達するよう、シーケンスダイヤグラムを工夫されたい。

図2に、ラインをA~Cに設定した場合とラインをX~Yに設定した場合、なお次項以下に述べる滴触吐

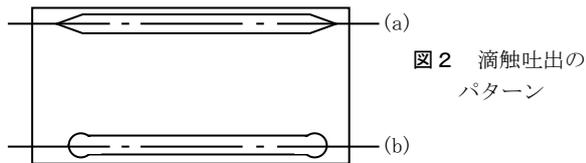


図2 滴触吐のパターン

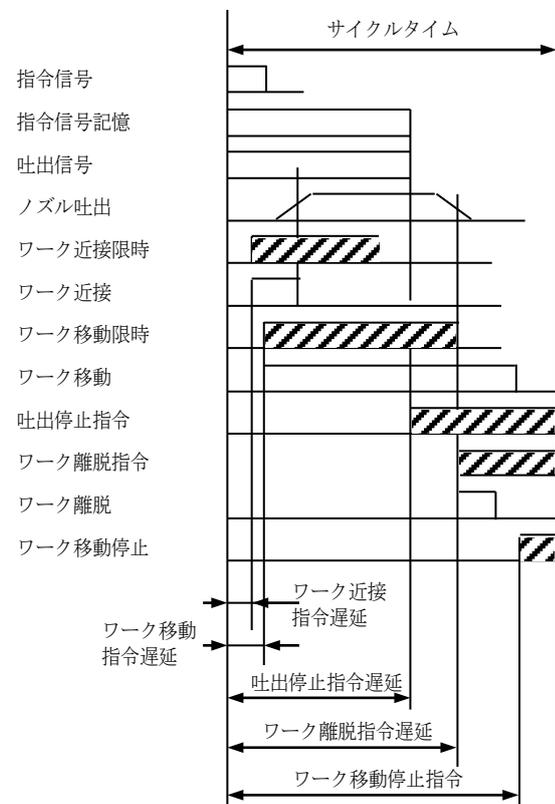


図3 シーケンスダイヤグラム

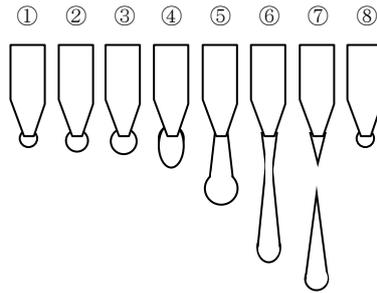


図4 ノズル先端における滴の形成経過

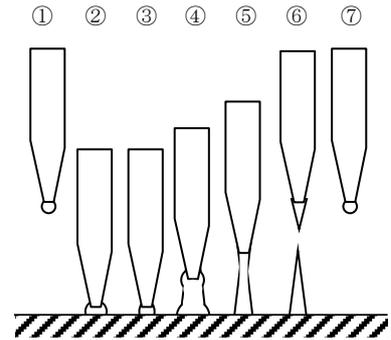


図5 滴触吐の場合の滴の挙動

出を行なったとき得られるパターンを、A~Cを(a)、X~Yを(b)に示す。図3にはシーケンスダイヤグラムの参考例を示す。

## 2. 吐出液の滴

滴(しずく=てき)触吐出ということが前項で出てきたが、まず滴の挙動を分析してみたい。

ノズルから吐出される液の、ノズル先端における滴の形成経過をストロボスコープで観察すると、図4のようになる。ここで、

- ① 残滴：吐出終了信号
- ② 滴成長(i)：吐出開始信号
- ③ 滴成長(ii)：表面張力、凝集力によりノズル端面より上方へ進出する
- ④ 滴成長(iii)：滴が重さをもつことにより、回転楕円体状になる
- ⑤ 滴落下(i)：さらに重さを増し、くびれを形成し長くなる
- ⑥ 滴落下(ii)：落下が始まり、くびれはヒモ状となる
- ⑦ 滴落下(iii)：ついに重さが液柱の抗張力、表面張力、凝集力を越えてヒモが切れる
- ⑧ 残滴：ノズルに残されたテール部分が、表面張力、凝集力で引上げられて滴を形成する

となる。ここで問題となるのが「残滴」の量のばらつき点であり、吐出量の特性維持の面で留意を要する。

## 3. 滴下吐出

滴下吐出とは、ノズルあるいはワークを上下動などをさせずに、ある程度以上の間隔を相分に設けて吐出することを指す。この場合、滴の凝集力、表面張力、くびれた液柱の抗張力の合計された、引き止めておこうとするバランスの崩れは、繰返し回数毎一定であるという保証ができない。したがって、滴下する1滴ず

つの滴が供給量として一定であると期待することは、厳密に言えば不可である。ただある吐出指令時間中、何滴落下するかは別にして、その時間内の吐出量は使用されたディスペンサの精度相応に期待できる。

#### 4. 滴触吐出

図5に示すように、吐出口の滴をワークに接触させて吐出する方法を滴触吐出とする。滴触させるためには、ノズルまたはワークの上下動を必要とする。この場合の挙動は、①～⑦の経過を辿る。

いま、②の状態 で吐出を始めると、滴が膨らみ始めワークに接触し、接触面は界面接着力によって球形から半球状に、さらに界面親和力(馴み)によって細長く変化し、そして④に示すように、吐出液が滴のままでもっている断面積より大きな半径の接触面積をもつようになる。このとき、ワークまたは吐出口を離し始めると、円柱部分がくびれて⑤の状態となる。⑤の状態 で上の吐出口に残る滴の部分と、下のワークに移る部分がほぼ分かれる。⑥のように上下に切れたのちは、上のテール部が液の表面張力と凝集力のため上に引き込まれ、下に残った部分が吐出量となる。

ここで、ディスペンサの吐出量を一定とすれば、1ショット毎の上に残った滴の量のばらつきがそのまま下に残った量のばらつきになる。このばらつきを少なくするためには、まず上に残る滴の総量が少ないこと、つまり被着力、被着面積、すなわちノズル断面積が小さいことが要求される。

しかし、断面積が小さいと、これが吐出の抵抗となりチューブ内圧が増大し、吐出遅れが発生する。このため、ノズルを細くすることにも限界があり、必要吐出量とこれを供給しなければならない許容時間の相関によって決定しなければならない。

滴触吐出において、吐出量の増大・減少を左右する要因について、整理を試みると図6のようになる。

滴触吐出は滴下吐出に比べて、滴が上下に分配される割合が、下の界面接着力×接触面積によって下側が多く、有利になるため、吐出量のばらつきが少なく、推奨されるべき手法といえよう。ST社から弊社に寄せられたデータによると、上記の手法により(1ショット毎ノズルを清掃することを行なわない)弊社のMGPディスペンサ、モデル2000により5秒のタクトタイムで、0.03ml設定量を500回連続繰返し吐出し、その全測定結果(重量法によった)は、±0.0006mlであった。ノズルはポリエチレンチューブ、先端断面積は1φ、内径0.6φである。

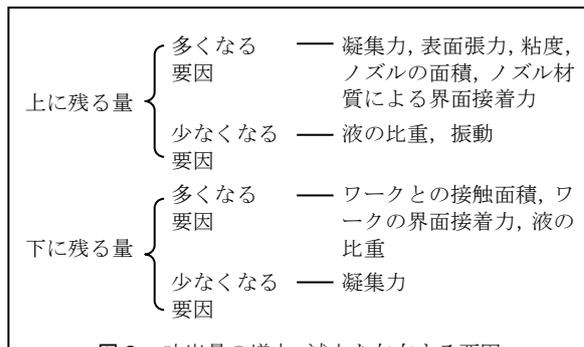


図6 吐出量の増大・減少を左右する要因

#### 5. 接触吐出

ノズルにある角度をもたせワークに接触させる方法を指すが、種々の問題から好ましくない手法といえよう。

☆ ☆

限定された範囲しか言及できなかったが、実使用上の一助ともなれば幸いである。次回は、MGPディスペンサについて述べる。(9月号へ続く)