Spotlight
特集

ドライラミネートおよびコーティングにおける混合液循環部の適正管理の重要性とそれに必要な総合技術

㈱オリオン商事
代表取締役
千明 直也

1．はじめに

ドライラミネートおよび各種コーティング（グラビア、ロールコートなど）の工程において、基材に塗布された塗液の膜厚安定精度を向上させるには、「主剤」「硬化剤」「溶剤」の混合液が循環する経路を適正に管理することが非常に重要であることについて本稿では述べたい。混合液の循環をどのように管理するかによって、ドライラミネートであれば接着剤の液の安定、つまり塗布された接着剤から溶剤が揮発した後の膜厚の安定性、あるいは、各種コーティングの場合には、コーティング膜厚の安定性に大きく関わってくる。

通常、接着剤や各種コーティング液は、混合液を基材に安定した形で転移させることは難しい。それは、現実に、塗布された混合液の溶剤が揮発した後の固形分の厚さを測定器で計測し、調整しようと試みられていることからも証明されている。膜厚安定性があるレベルから逸脱すると、ドライラミネートでは、製品の剥がれ（デラミネーション）などの問題が発生する。このため、より安全を考えて、原液を過剰に使用しがちだが、こうなると製造原価増を招いてしまう。各種コーティングにおいても、膜厚の不安定化によって様々な問題が発生する。そこで、混合液の循環経路において、塗液をより安定した状態で管理・調整することにより、理想的な、安定した精度に近づけることができ、各種課題の解消やコスト削減を達成できる。

本稿では、まずはじめに、自動三液調合装置による原液の調合および混合液の供給、その粘度制御、攪拌、ヒーティング、液循環の方法について述べ、液循環経路の適正な管理について概括したい。

次に、ドライラミネートおよび各種コーティングにおける混合液の循環部に関し、「主剤」「硬化剤」「溶剤」の調合、およびその混合液の本機側循環タンクへの供給について述べたい。これには、①マンパワー（人力）による方法、②人力と半自動の装置を組み合わせた方法、そして③自動三液調合装置による液自動混合供給が考えられるが、ここでは、②の人力と半自動の装置を組み合わせた方法について説明した上で、③の、混合比率を間違えることなく、また周辺を汚さず、臭気を閉じ込める形での、自動三液調合装置を使用した混合液の本機側循環タンクへの自動供給の仕組みについて紹介する。

そして最後に、循環タンクへ供給された混合液の粘度制御に関し、従来の粘度コントロール装置と、硬化剤を使用する混合液に適した粘度制御システムについて、両者を比較する形で説明したい。

問い合わせ
✉ info@orion-shoji.com

2．自動三液調合装置による接着剤の調合・供給および塗液循環の基本

混合液循環部は、①自動三液調合装置による、「主剤」「硬化剤」「溶剤」の混合、および混合液の本機既設循環タンクへの供給、②循環タンクとパンの間の混合液の循環、③循環タンク内の混合液の粘度制御、④粘度コントローラーと循環タンクとの循環経路での温度制御（混合液の一定温度へのヒーティング）、⑤循環タンク内の混合液の攪拌、から構成される。

図１を見ると、ドライラミネーターに付属する循環タンクに備え付けられたポンプによって、ラミネーターのパンと循環タンク間で混合液が循環されていることが分かる。この循環経路は、コーターの場合であっても、ラミネーターと同様である。また、循環タンクに関しては円筒形や直方体などの違いがあるが、同様と見なせる。

まず、自動三液調合装置によって、「主剤」「硬化剤」「溶剤」があらかじめ設定された比率で原液タンクより吸引、調合され、循環タンクに少量ずつ供給される。ここで重要なことは、調合された混合液が一度に多量にではなく、少量ずつ循環タンクに供給されるという点だ。

一度に多量の混合液が循環タンクへ供給されると、そのたびに、既に循環タンク内にある液との間に粘度差が生じ、瞬時に大きな粘度誤差が発生する。

粘度差が一気に生じた場合、短時間でこれを正常に戻すことは困難である。例えば、粘度が急激に高くなった場合、粘度制御装置によって短時間に一気に粘度を下げようとすると、オーバーシュート（ある度合いを超えること）して設定値よりも低くなりすぎてしまう。この場合、粘度が一定に戻るまでには溶剤の揮発を待つしかなく、そのため、長時間にわたり粘度誤差が発生してしまう。また、オーバーシュートしないように時間をかけて少しずつ粘度を下げる場合には、当然、その調整時間は長くなってしまう。逆に、多量の混合液を循環タンクに一度に送って粘度が瞬時に下がった場合にも、同様に溶剤の揮発を待つしかないため、長時間、粘度誤差が生じたままになってしまう。

3．接着剤／各種コーティング液の粘度バランス

次に、循環タンクの混合液は、粘度制御装置によって、別ラインで循環させながら粘度を一定に保つようなコントロールをお勧めする。

硬化剤を含有した接着剤やコーティング液には適さない粘度コントローラーの使用や、それらに適する装置が見当たらないために、やむなく粘度コントローラーを使わないケースも近頃多く見受けられる。そこで、本稿の後半では、硬化剤を含有した接着剤やコーティング液等に適し、また、充分な実績のあるボール落下式粘度制御システムについても紹介したい。

接着剤および各種コーティング液は、一般的なインキとは異なり、主剤および硬化剤が溶剤になじみにくい液が多い。この場合、部分的に分子と分子が結合し塊のようなものが形成されるため、粘度が均一化されずに、循環タンクの中心部や隅、循環経路、ドライラミネーターやコーターの本機パン内部の各箇所において粘度のバランスが正常に保たれず、粘度誤差が発生しやすくなる。

新規混合液が調合装置から本機既設循環タンクに供給される際に、粘度誤差のある混合液を一度に多量に供給されると、既存の液と混ざり合うのに時間がかかり、これが粘度の大きな不安定要素の１つとなる。

一般に、循環タンクと本機のパンの間は、ポンプによって循環されているが、粘度制御装置による別経路で循環ラインを追加形成することにより、循環タンク内で混合液を満遍なく混ぜ合わせることができ、粘度をより一定化させることができる。更に粘度を均一化させるには、写真１に示す空気式撹拌機を循環タンクに設置することが、より効果的と言える。この撹拌機はエアスイッチの ON/OFF で操作でき、エア供給量を調整することで撹拌強弱を設定することが可能である。

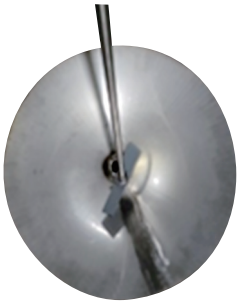

写真１　空気式撹拌機

接着剤成分および各原液の比率が同じであっても、温度変化によって粘度は変化する。

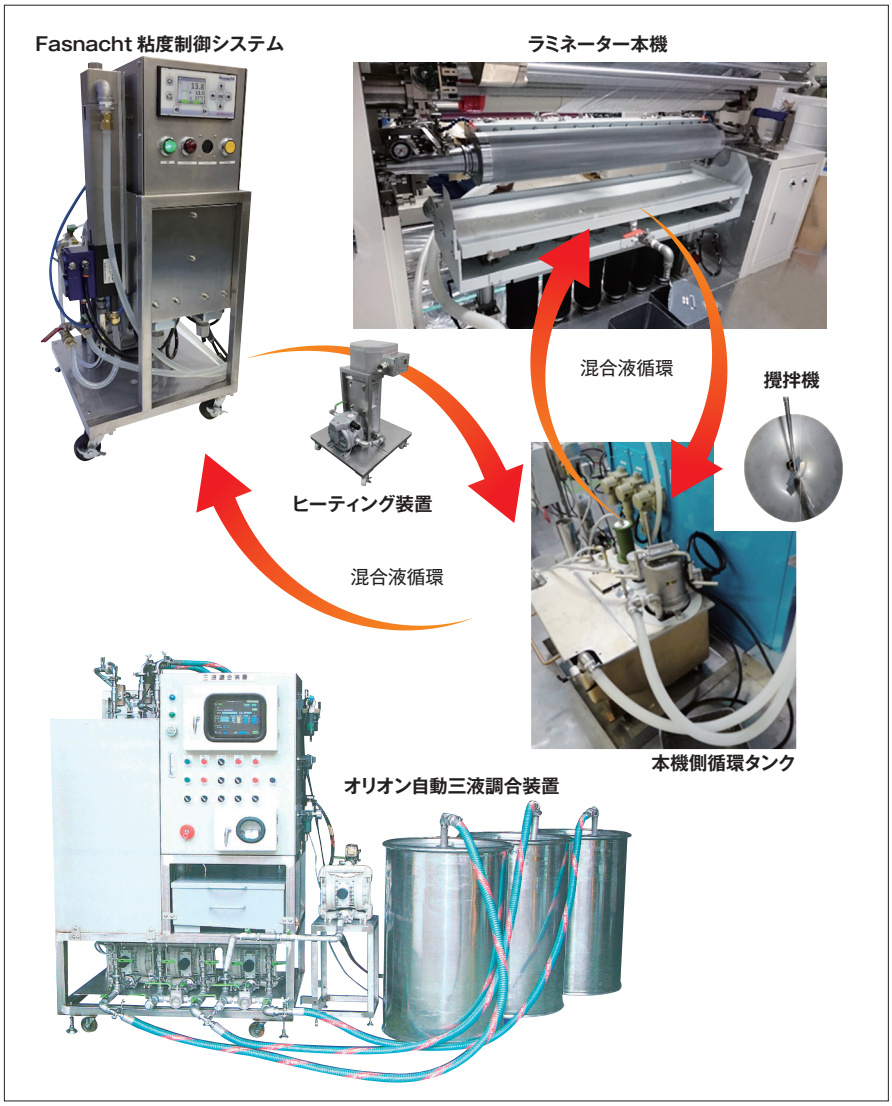

図１　混合液循環部のシステム構成

写真２　ヒーター

つまり、温度が上がれば粘度は低くなる。逆に、温度が下がれば粘度は高くなる。このため、温度を一定に保つことは重要である。温度が低い場合には、ヒーティング装置（ヒーター）で液温度を上昇させる必要がある。これに使われるヒーター（写真２）は、数値設定方式で、サーモスタット（温度調整装置）もかなり正確になっているので、低い温度から、液温を上昇させて一定に保つのには最適である。また、常に温度が下がる傾向にある場合にも、一定に保つことが可能だ。ただし、上昇する温度を下げて一定に保つためには、ヒーターではなく、熱交換器とチラー（冷却水供給装置）とを組み合わせて冷却水を供給することで、温度コントロールすることが必要となる。

４．ヒーティングシステム

本システムは、ラミネート用接着剤、各種コーティング液およびインキ等をポンプで本防曝ヒーターを通して循環させ、本機循環タンクに、所定の温度に加温された状態で供給するシステムである。

ポンプは圧縮エア駆動のダイアフラム方式、ヒーターは単相 AC200V で加温する防曝仕様のものである。加温 ON/OFF の切替式で、温度調整用ダイアルが具備され、加温時には緑色のランプが点灯し、サーモスタットによって設定値になるようにコントロールされる。当社製品であるスイスの Fasnacht（ファスナック）社製粘度制御システムに連結することで、温度設定による自動制御が可能となる。

５．コーティング液供給装置

次に、粘度の比較的低いコーティング液や押出ラミネート用アンカーコート剤などに使用されている、事前に人力によって各原液を貯留タンクへ供給した上で、市販のエア式攪拌機によって調合された混合液を、貯留タンクから本機側の循環タンクへ、液面を監視しながら自動供給する、コーティング液供給装置（図２、図３）について紹介する。

ポンプ、センサー、バルブ、ブザー等、全てにエア駆動部品を使用し、制御はエアシーケンス（空気頭脳）によって、動力には圧縮空気のみを使用し、電気を一切使用しないために、防曝エリアでの使用において安全性を確保できるシステムである。ただし、静電気対策のため FG（フレームグラウンド）線の接続は必須である。

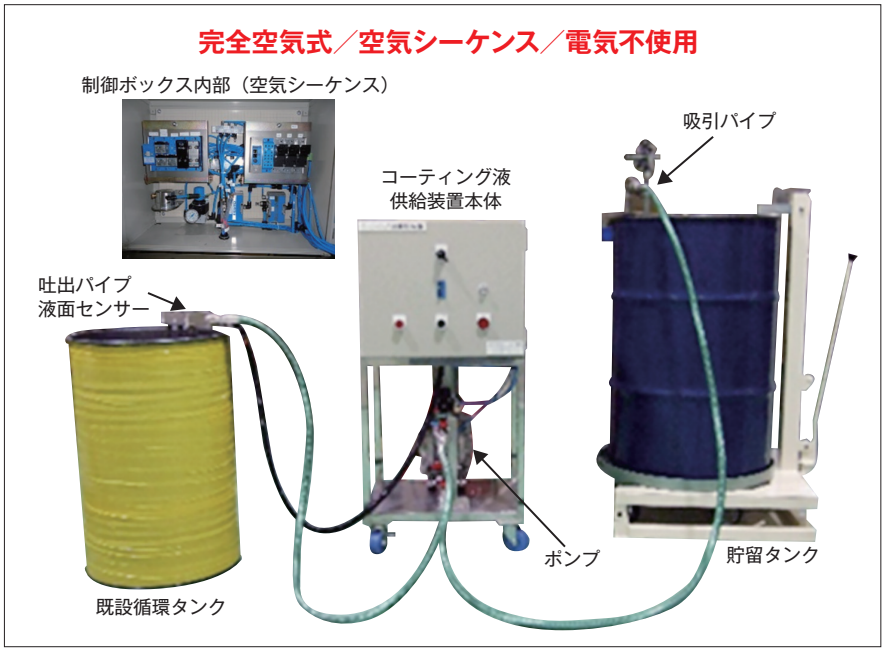

図２　コーティング液供給装置

図３　各部詳細

本装置は、貯留タンクに吸引パイプを取り付け、吐出パイプを既設の循環タンクに設置し、貯留タンクから循環タンクに液を供給する。循環タンクの液面が液面制御用センサーより下になると、混合液を任意に設定した時間だけ供給して停止する。これが基本動作で、混合液が消費されて液面が下れば、再び同様の動作を繰り返す。万が一、液面制御用センサーの動作不良等で液面が異常に高くなった場合は、溢れ防止センサーが働いて警報ブザーを鳴らし、装置は停止する。また、液面センサーの動作不良で液面が異常に下降し、循環タンクの液量が空に近づいた場合も、下限センサーを設置することで警報ブザーが鳴り知らせる仕組みだ。警報ブザーはボタン型スイッチを押せば消え、問題解消後に、リセットボタンのスイッチを押すことにより、運転を再開することが可能となる。

＜装置仕様＞

(1) 供給能力：約 20L/ 分（給液ポンプ DF30 使用の場合、ポンプ容量は選択可能）
(2) 使用材質：装置本体フレーム、配管、ポンプは耐溶剤性（酢酸エチル等）
(3) 所要空気量：約 150NL（ノルマルリットル）/ 分、0.5MPa 以上
(4) 概略装置寸法：W450 × D500 × H950mm
(5) 構成機器：給液ポンプ（ダイアフラム式 DF30）、15A 配管、制御盤、架台、背圧液面センサー、その他付属品、溶液吸引・供給用ホース、調合兼保留タンク、攪拌機他

5.1 各部の機能

5.1.1 制御盤

(1) メインスイッチ「入」で運転開始。「切」で動作停止。
(2) 警報ブザー
・液切れ防止（常時液中にある下限センサー OFF）、液量不足でブザーが鳴る。
・液面溢れ防止（常時空気中にある上限センサー ON）、液面上昇注意でブザーが鳴り、装置停止。
(3) ブザー停止ボタン：このボタンを押すとブザー吹鳴が停止。
(4) リセットボタン：異常停止時の動作復旧
(5) ポンプ手動ボタン
終業時等、手動操作で溶液を出したい場合、液面が液面制御センサーより上にあっても、このボタンを押してポンプを作動させることができる。液面制御センサーが固着して動作不良の際も修理する間、同様の操作が可能。
ON/OFF 切替スイッチでは、消し忘れて液の溢れが生じる危険があるため、本装置では手動ボタンを押している間だけ、ポンプが作動する仕組みになっている。
(6) タイマー：初期投入タイマーと液面制御タイマーの 2 式がある。
初期投入タイマーは循環タンクが空の状態から、下限センサーが ON するまでの時間を設定する。
液面タイマーは液面制御センサーが ON してから液の供給を停止するまでの時間を設定する。
タイマー設定値は 2 ～ 30 秒、20 ～ 300 秒である。

5.1.2 センサー

(1) 液面制御センサー
循環タンクに常に適量の液を満たすため、液面がこのセンサーより下がると、空気信号によりポンプが作動し、液面がこのセンサーまで上昇したところで、タイマーが作動を始める制御となっており、設定した時間経過後、自動的にポンプが停止する。
(2) 上限検出センサー（異常検知）
液面制御センサーの誤動作、あるいはその他の原因で液面の上昇が止まらない場合、このセンサー（溢れ防止センサー）が作動（ON）してブザーを鳴らし、ポンプが停止する。ブザー停止ボタンを押すとブザーは停止する。更に不良原因を取り除いた後、リセットボタンを押すと運転が再開される。
(3) 下限検出センサー（異常検知）
循環タンクの液が無くなるなど液面が著しく下がった場合、液面下部に設置されているこのセンサーが作動（OFF/ 空検出）し、ブザーが鳴り、液が無くなることを知らせる。ブザー停止ボタンを押すとブザーは停止する。
(4) エア源供給遮断時の注意
自動運転中に圧縮空気の供給が何らかの理由で停止すると、液の供給が停止するとともに警報も出さなくなる。この場合、循環タンク内の液切れに注意が必要である。
エアの供給停止により液の供給途中で停止した場合、運転が再開される時は、タイマーが最初（ゼロ秒）から再スタートするので、液面が停止前の高さより下降していない場合は、運転再開後、供給される液面が設定値より上昇する可能性があるので注意が必要である。

6. 自動三液調合装置

6.1 仕組み

自動三液調合装置（写真 3）は、ドライラミネート用接着剤および各種コーティング液を、「溶剤」→「硬化剤」→「主剤」の順で、ドラム缶（場合によってはコンテナーまたは 1 斗缶）から各原液を本装置の調合タンクへ送って攪拌調合して、一定量の混合液を、いったん本装置の受けタンクへ送った後、ドライラミネーター等の本機側循環タンクへ搬送ポンプで送る仕組みとなっている。

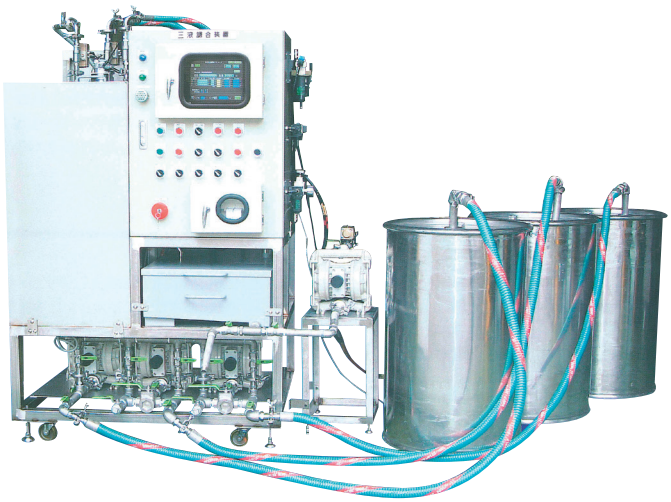

写真３　自動三液調合装置

本機側既設の循環タンクに液面センサーを設置して、循環タンクの液が減少して液面が下がると、下がった分だけ混合液を本装置の受けタンクから送って補充する。本装置の受けタンク内の液量も減るので、減った分、調合タンクから混合した接着剤（またはコーティング液）を受けタンクに送って補充する。これを繰り返し、調合タンク内の混合液が空になって重量がゼロになると、自動的に再度、「溶剤」→「硬化剤」→「主剤」の順で、ドラム缶から調合タンクに各原液を送って攪拌調合し、継続的に動作を行う。

各原液はそれぞれ専用のポンプで調合タンクに送られる。このポンプは、内部にボールおよびフラムを使用したダイアフラムポンプで、液はポンプ中心部を通過する特殊なもので、粘性の高い接着剤を吸引吐出する力に優れたサモアポンプを使用している。はじめに主剤および硬化剤の吐出ノズルから、ノズルの自己洗浄を兼ねて溶剤を吐出し、調合タンクに供給する。調合タンクの下には重量秤（ロードセル）が設置されており、液重量の増加量が常にモニタリングされて、操作画面にも重量がリアルタイムで表示される。

原液タンクから本装置の調合タンクに供給される薬液は、主ラインと、流量を絞ったバイパスラインの両方を通して供給されるが、設定された目標重量に近づくと、主ラインを閉じ、供給流量を絞りながら供給する仕組みとなっている。更に、目標重量に近づくと、間欠吐出バルブの開閉を行うことで間欠吐出をし、更に少量ずつ供給し、目標重量に達した時点でポンプを止め、バルブを閉じて供給を止める。溶剤の供給が終了すると、次に硬化剤、そして最後に主剤の供給を開始し、終了すると、「溶剤」「硬化剤」「主剤」の３種の薬液の調合タンクへの供給が終了する。また、その時点で信号が発せられ、事前に設定した時間の攪拌が行われる。

ドライラミネーター本機側の循環タンクの液面が下がると、調合装置の受けタンクから混合された液が循環タンクへ搬送補充される。また、受けタンクの液面も下がるので、調合タンクから、受けタンクへ混合液が補充される。調合タンク内の液重量がゼロになると、設定された比率で各原液タンクから自動的に原液を吸引して調合を開始する。本機側の循環タンクには、液面を管理する以外に非常停止用の溢れ防止センサーが設置されている。また、受けタンクには、液面センサー以外に、溢れ防止および液切れを知らせるための非常用センサーが設置されている。これらのセンサーの位置を調整することで、タンク内の液量を調節することが可能である。図４に、調合液の循環タンクへの供給の流れを示す。

6.2　レシピ機能

自動運転モニターが表示されるので、レシピ内容を確認し、開始ボタンを押すと調合開始。画面に配合実績等の状態がリアルタイムに表示、調合タンクが空になると、同じレシピで連続して調合を自動的に継続、配合選択で別レシピを選択して予約することも可能(写真 4)。

タッチパネル上で配合量（合計総量）と配合比率を入力すると、各薬液の配

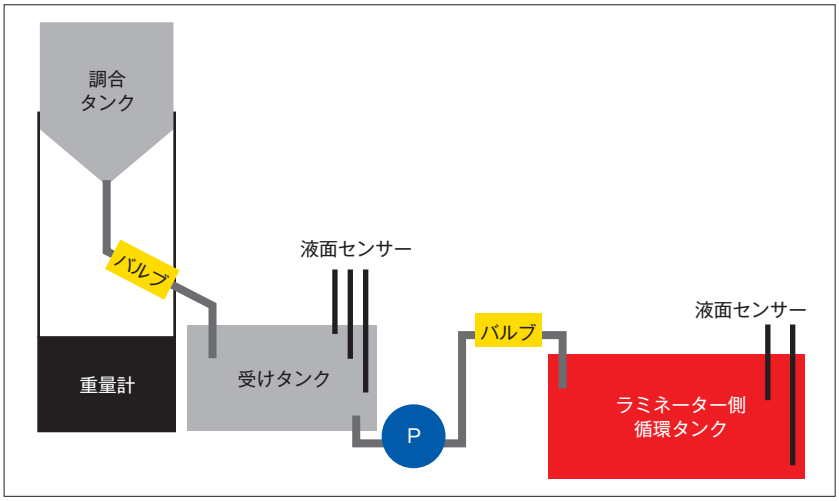

図４　調合液の循環タンクへの供給の流れ

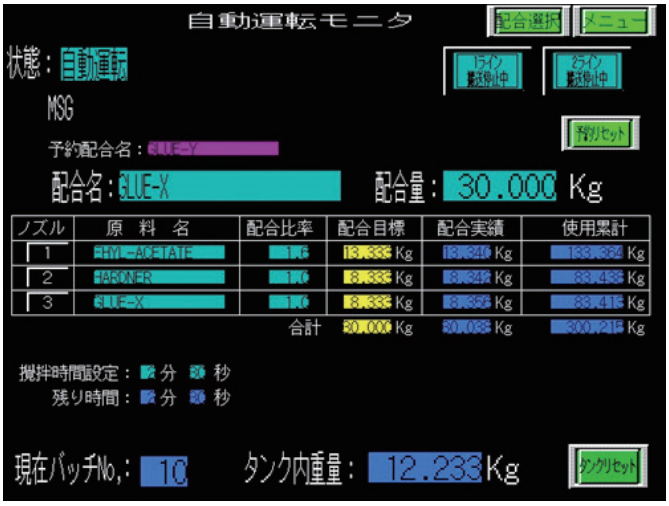

写真４　配合選択画面から調合に使用するレシピを選択

写真５　容易な調合レシピの作成

合目標値が自動計算される。薬液供給の目標重量と実供給重量との許容範囲、吐出切替のタイミング、攪拌時間を入力。勿論、各液の重量を入力することも可能である（写真５）。

6.3　粘度制御システムとの併用効果

自動三液調合装置を使用した場合、混合液は受タンクから本機側循環タンクへ少量ずつ補充が行われることで、混合液供給時の粘度変化が他の一般的な調合装置に比べて非常に小さく抑えられる。

接着剤用の Fasnacht 社製ボール落下式粘度制御システムを併用することにより、更に粘度変動を抑えて理想的な制御が可能となる。図５、図６に示す“最低限必要な粘度ライン”は、例えば温度が安定している場合に、このラインより粘度が下がった場合、それはドライラミネートであれば、デラミの問題が発生する可能性があることを示す。粘度は、グラフの最低限必要な粘度ラインよりも常に上になければならない。

粘度が安定していれば、“Fasnacht 社製粘度制御システム”のラインで示されているように、“最低限必要な接着剤の粘度”のラインより少々上の位置

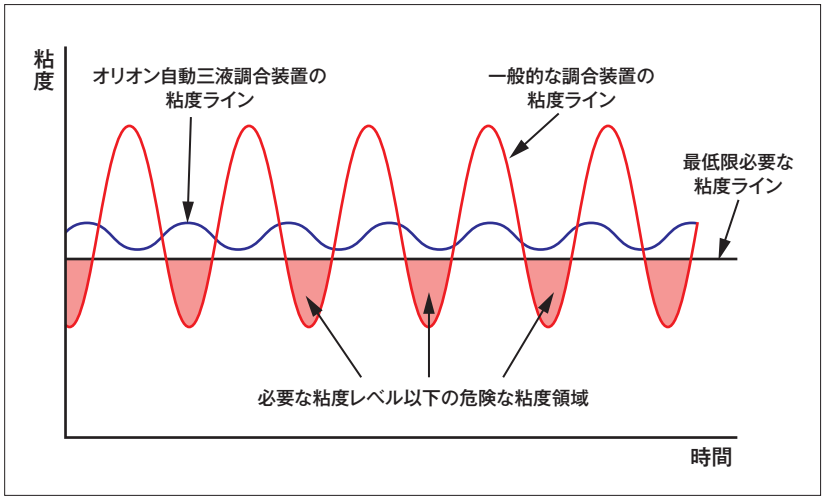

図５　調合装置の粘度変化の比較

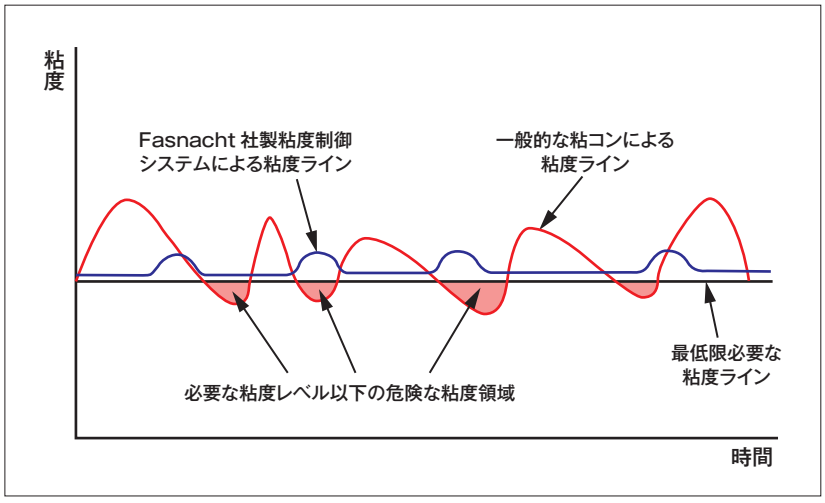

図６　粘度コントロールの比較

で粘度コントロールすれば良いが、粘度制御が不安定な場合は、粘度が下がった状態でもそのラインより上に位置する必要があるために、粘度を常に高めに設定する必要が生じる。これにより、デラミの問題等を防ぐためには、余分な量の接着剤を消費しなければならず、その分、コストを大きく上昇させてしまう。このように、オリオン商事製自動三液調合装置と Fasnacht 製粘度制御システム（オリオン商事によるアップデート型）を併用した装置の導入は、ドライラミネートでは、デラミの問題を無くすことは勿論、安定した品質、更には必要以上の接着剤を使用する必要がなくなり、大幅なコスト削減に繋がる。

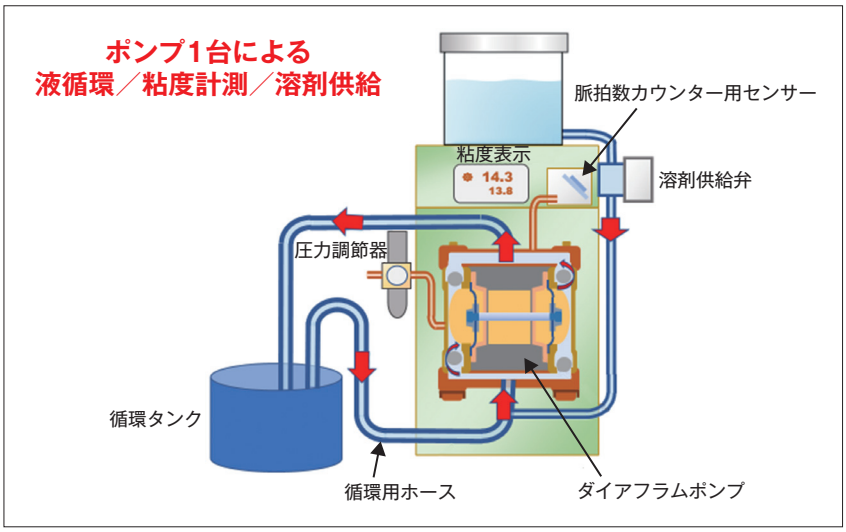

図７　一般的な粘度コントローラーの構成

6.4　粘コンと Fasnacht 社製粘度制御システムとの比較

ここからは、一般的な日本の市場で俗に“粘コン”と呼ばれる粘度コントロール方式と、オリオン商事が取り扱う日本仕様にアップデートされた Fasnacht 社製粘度制御システムを比較検証してみたい。

6.4.1　一般的な粘コン

まずは、一般的な粘コンと称する既存装置について説明する。

図７に示したように、既存の粘度コントローラーは、ダイアフラムポンプが１台具備されている。このポンプは、１台で液循環、粘度計測、溶剤供給の三役をこなしており、このことは装置コストを下げるために大きな役割を果たし、価格が安いという最大のメリットを提供している。

しかしながら、ダイアフラムポンプを、接着剤または各種コーティング液の循環以外にも使用していることで、その代償として、品質面では大きな問題を受け入れざるを得なくなる。何故なら、計測および制御の精度を考慮した場合には、「混合液の循環は循環、計測は計測、そして溶剤供給は溶剤供給」、それぞれの役割および働きを分けて考える必要があるからである。

日本に存在する一般的な粘コン装置では、ダイアフラムポンプが、液の循環以外に計測器の役割も果たしているが、その原理は、ポンプのフラムの脈動する回数を一定時間積算し、その回数に対してザーンカップの秒数に粘度換算するというものである。だが、粘コン装置の根本とも言えるフラムの動きの速さは、供給エアの圧力が変わるだけで変化する。例えば、粘コン以外の装置でエアを一度に消費すれば、供給に同じコンプレッサーを使用している場合、たとえエアレギュレーターで制御していても、エアの圧力は瞬時に下がってしまう。また、ポンプ内にゴミや異物が存在するなど、多少の液の塊が通過してもフラムの動きが鈍く（脈動の回数が減る）なる。その他にも、ポンプが新品の状態でなく、汚れが蓄積しているといったように、これらの場合にも、フラムの脈動回数が減少して、粘度が高いと勘違いし、多くの溶剤を供給してしまう。また、１回に供給する溶剤量も多いので、正確な制御が難しいとも言えるであろう。溶剤を供給する際には、混合液を循環するポンプで溶剤も同時供給するので、本当に必要な適量を制御して添加することがむずかしいとも言える。

ここで、粘コン装置で使用されている通常のダイアフラムポンプの構造を少々説明したい。

ドライラミネートおよびコーティング、またはグラビア印刷現場では、通常、有機溶剤を使用する危険な場所なので、駆動をエアにしたダイアフラムポンプは安全面では非常に有効だ。

図８の左右のポンプ図面を見ると、ダイアフラム、センターロッド、そして上下左右に球が４つあることが分かる。液の流れとしては、ポンプ中央下部から入って、下の左右の球の開いている方から入り、上部ではその逆側の球が開いている側から、液が外に押し出される仕組みとなっている。センターロッドに接続されたダイアフラムが左右に動きながら、次々と液を送り出す。この場合、粘度が高くなると圧力が上がるために、フラムの動きが遅くなり、粘度が低くなると圧力が低下することで動きは速くなる。このようなポンプを利用して、フラムの動きの回数をカウンターで拾って、一定時間でのその回数を積算し、フラムの動きの回数に

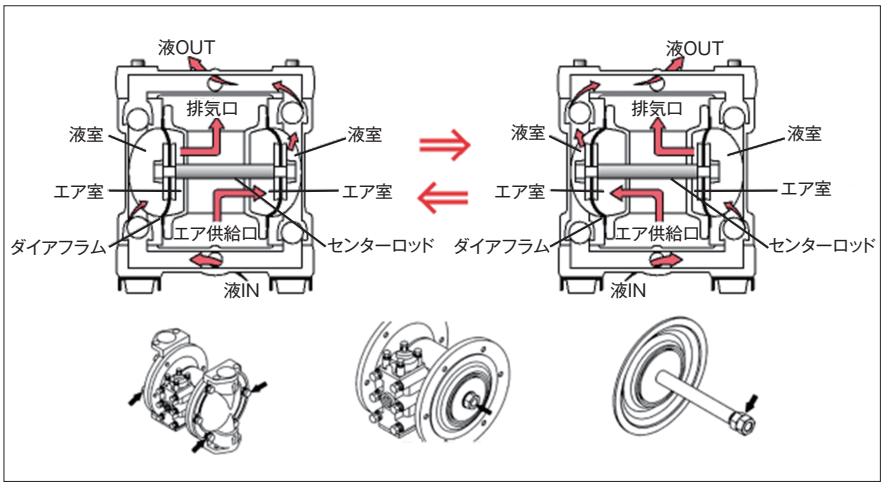

図８　ダイアフラムポンプの構成

よってザーンカップの秒数に換算して粘度計測するのが、一般的な粘コンである。

先に述べたように、ダイアフラムポンプは、液体を循環させるために使用するのが本来の役割で、計測器の代わりにも使用するのは、使用条件が様々に変化すると、動きが不安定になるため、精度は低下すると言わざるを得ない。

6.4.2　Fasnacht 社製ボール落下式粘度制御システム

次に、印刷インキは勿論のこと、今回のテーマである接着剤および各種コーティング液での使用に最適な、Fasnacht 社製のボール落下式粘度制御システムを紹介したい。オリオン商事では、この装置を、コンパクトで移動可能とし、また、電気部品はボックスに収納してエアパージを施し、内圧が一定以下に下がると電源が落ちるように、利便性および安全面等を含むアップデート（改良）を施し、日本市場に適した装置とし、提供している。

図９を見ると、本機稼働中は、循環タンクと本機側パンの間を順次混合液が循環しているが、別ラインで循環タンクから粘度制御システムへ、そして粘度制御システムから循環タンクへと液の循環が行われている。循環タンクから本システムに設置された液循環専用のダイアフラムポンプによって液が吸引されるが、そのポンプを通ったのち、一方はそのまま循環タンクへ戻る。他方、バイパスが設けられていて、そこから一定量の混合液が本システムの計測器を通過する。

液は計測器内に設置されたガラスチューブを通過するが、そこに測定球が存在し、測定球は通過する液の流れによって上昇して、任意に設定した時間ごと（例えば 10 秒、または 15 秒ごと）に自動バルブ（測定液フロー開閉バルブ）が閉じる設計になっているので、バルブが閉じると、ガラスチューブ内の流れが止まり、測定球は自己の重さによってガラスチューブ内を下降する。

ガラスチューブの上下に“ボール落下時間測定用センサー”が設置されており、それらのセンサーは、測定球の落下スピードを測定している。落下スピードは、粘度が高ければ遅く、逆に、粘度が低ければ速くなる。本装置は、その測定球の落下スピードをザーンカップの秒数に換算する仕掛けとなっている。設定した数値より粘度が上昇した場合、別ラインから溶剤用のもう 1 台のポンプによって薄め液である溶剤は“溶剤添加開閉バルブ”が開くことで供給される。溶剤はガラスチュー

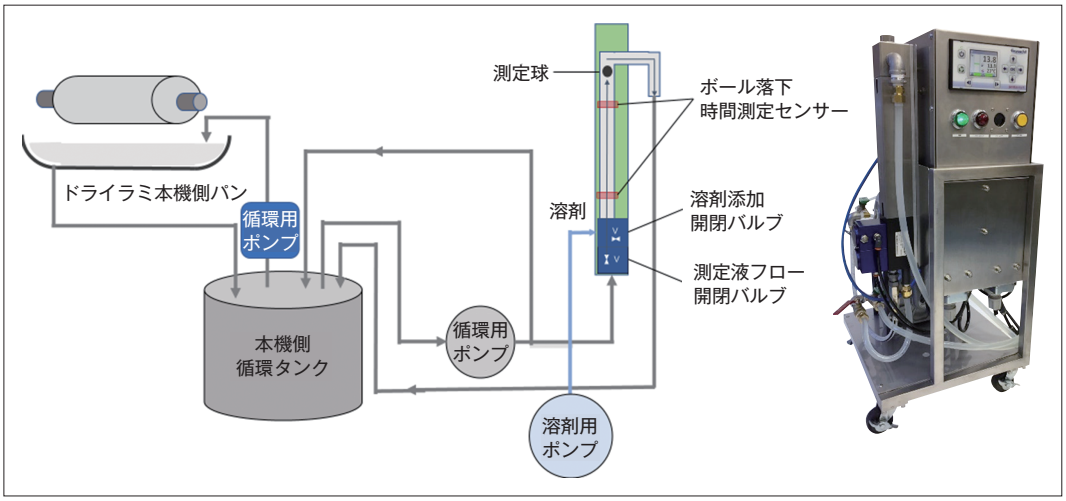

図９　Fasnacht 社製ボール落下式粘度制御システムの構成

ブを通り、重要な計測部を自己洗浄しながら、必要な流量が溶剤供給用ポンプおよび自動バルブ（溶剤添加開閉バルブ）の開閉の秒数を正確に制御することで、循環タンクへと、混合液と混ざり合いながら供給される。

本装置は、測定はボール落下式測定器、液循環は液循環専用のポンプ、溶剤供給はもう１台の専用ポンプが設備されているために、デメリットとしては、コストが一般的な“粘コン”と比べて高価となる。しかしながら、その対価として、ドライラミネートでは、デラミ問題の解消、粘度がかなりの高レベルで安定するために品質向上、粘度が安定することによる必要以上の接着剤（主剤および硬化剤）の使用量が減少するために、コスト削減を可能にする。

繰り返しとなるが、初期投資のデメリットである価格は、対価として取り戻せることは勿論のこと、結果として品質が向上する上に、コスト削減につながることが約束されるものである。

6.4.3　装置仕様

本粘度コントロールシステムの装置仕様は以下の通りである。

【型　式】Fasnacht S6-FB（オリオン商事アップデート）型

【装置構成】落下ボール式粘度測定ユニット「ViscoPoint S6 FB (Z5020)」、コントロールユニット「PentaSmart コントローラ（Z5000E)」、並列バリア×２（誘導型アクチュエータ用、温度プローブ用)、ソレノイドバルブ、DC 電源、表示ランプ、ブザー、内圧監視機器、測定対象液循環ポンプ、溶剤供給ポンプ、液循環関連機器配管類

【上記機器搭載架台サイズ】W315 × D380 × H700mm（突起物、ホース類を除く）

【重　量】約 15kg（ポンプ２台含む）

【定格電圧】AC100V（単相)、定格周波数 50 ～ 60Hz、電流 1A

【圧縮空気】5.5 ～ 6 気圧、300NL/ 分(主に循環ポンプ用)、使用温度 0 ～ 60℃(結露なきこと)

システム構成図　図 10

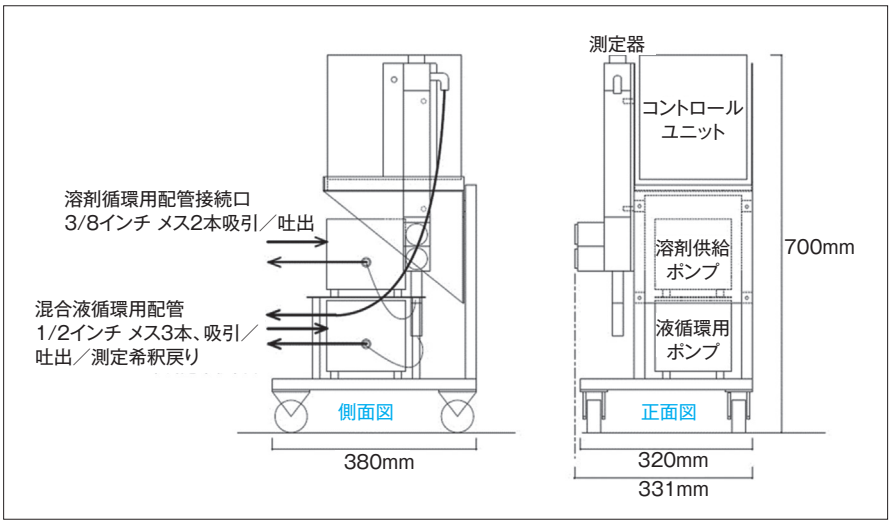

図 10　システム構成図

6.4.4　粘度測定・制御動作

Fasnacht S6-FB 型の粘度測定・制御動作は次の通りである。

【測定対象】接着剤、各種コーティング液、グラビアインキ

【測定方式】測定対象液をポンプ循環させ、その一部を粘度測定ユニット内にバイパスさせて、ガラス管内で落下ボールを循環の流れで上昇させた状態を作り、粘度測定時は、バルブを閉じて流れを止めて、ボール落下時間を測定し、測定カップ時間に換算して表示する。測定された対象液はリターン配管から吐出される。混合液（インキ）取込口に付けられている温度センサーにより、温度も同時に表示される。

【粘度範囲】標準仕様落下ボールは５～260mPa・s、オプション仕様により 1100mPa・s まで対応（測定可能粘度範囲は異なる）

【粘度制御】粘度測定値が設定粘度より高い場合、測定ユニット内で溶剤を供給・混合させて希釈し、リターン配管より、希釈された測定対象液を吐出する。

【その他】①コントロールボックス内はエアパージ式、安全を考慮し、電源はコントロールボックスの内圧が一定以上ないと電源が ON されない仕組みとなっている。②圧縮空気（エア）は、5.5 ～ 6 気圧、300NL/ 分を、外径 8mm チューブで装置まで供給していただきたい。③電源はアース付き 100V 用３芯（1.25mm^2）ケーブル 10m のみで出荷。プラグ、端子無し、ユーザー側にて、プラグ、端子の準備、接続をお願いする。ただし、要望により、プラグ端子の準備、接続する。④測定液吸引、吐出、測定リターンは機器背面側に 1/2 インチ メス継手で接続口を用意しているので、ユーザー側にて、ホース・継手を準備していただきたい。希釈用溶剤吸引は機器背面側に 3/8 インチ メス継手で接続口を用意している。

【追加オプション】「ViscoPoint Manager 集中管理制御ソフトウェア」：複数の粘度コントロールシステムと Windows PC を通信ケーブルで接続し、全粘度コントロールシステム（例えば印刷において８色機であれば８色分）を一括管理制御可能。印刷ジョブごとの使用色の設定、各色インキの粘度特

性に合わせた測定カップ時間換算係数設定等の繊細な管理も可能。温度コントロール、測定対象液をヒーター、熱交換器等を通して加温または冷却して一定温度を保つことが可能。

7．おわりに

本稿では、ドライラミネートおよび各種コーティングプロセスにおいて、塗液の膜厚精度を向上させ、常に安定した運転を可能とし、不安定さから生じる各種課題を解決し、ロスの削減、コスト削減を目的とする“各原液の混合、その液の供給・循環、混合液の粘度制御”等に関わる総合技術について、各項目において、適切な、より良い方法の選択が重要であることを述べた。それらをまとめると、次のようになる。

(1) 混合液の供給は、少量ずつ行える調合装置を選択し、混合液の供給時に粘度差を生じない方法を取り入れること。

(2) 循環タンクに供給された混合液は、循環経路を本機循環タンク既設のポンプによる循環タンクと本機パンの間の循環および、粘度制御システムによる循環タンクと粘度制御装置間の循環の計２ラインを設けて、常に液を混合させるための循環を十分に行うこと。

(3) 使用する原液の種類によっては２つの循環経路設置でも不十分な場合に、追加で攪拌機を設けること。

(4) 低温の原液を使用する場合、または現場の室温が低い場合は、循環部に温度制御（ヒーティングシステム等）を設けること。

(5) 粘度制御を適切に行うために、硬化剤を含有する接着剤や各種コーティング液の粘度コントロールに対して適切な装置を選定すること。

これら最低５項目を順守することで、かなりレベルの高いドライラミネートや各種コーティングのオペレーションが可能になる。せっかく日本製のハイスペックな本機を導入したとしても、ここで述べた管理を怠れば、品質の安定を確保することは非常に困難となり、それによる損失は計り知れないものとなる。

最近では、投資コストを安く抑えるため、日本製ではなく、アジア諸国から本機を導入するケースもあるが、本稿で述べた適正な管理を行うことで品質の向上が可能となる。また、日本製のハイスペックな本機を導入した場合は特に、本稿で説明した液循環部の管理を徹底することで、最高レベルでの品質の維持が実現し、投資コストに十分見合った生産が可能になることを指摘し、本稿を締めくくりたい。