

瞬間接着剤微量塗布装置の新商品紹介

はじめに

世の中には様々な接着剤があります。その中でも、皆さんに馴染みの深い接着剤として挙げられるものは、瞬間接着剤ではないでしょうか。ホームセンターなどで購入でき、家庭で手軽に使用できる接着剤の代表例が瞬間接着剤です。弊社では、工業用の瞬間接着剤として多くの商品を上市しています。

近年の産業界では、かつて盛んであった重厚長大型のものづくりから、軽薄短小型へと移り変わっています。それに伴い、組み込まれる部品に関しても、技術の進歩と共に小型化が進められています。部品の小型化が行われると、その組み付けや固定には、自ずと接着剤が使われる場面が多くなります。そのような部品の固定箇所に求められる接着剤の塗布量は、 $100\mu\text{L}$ 以下の場合が多く、なおかつ塗布量の繰り返し精度が求められます。また、生産時間の短縮に対応する必要がある等、接着剤の塗布装置には、多くの課題が挙げられます。

特に、瞬間接着剤のような“秒速”で固まる接着剤の使用頻度が高くなっていることから、本稿では、このような種類の接着剤を微量かつ安定的に塗布できる装置について紹介します。

以下、ThreeBondをTBと略す

目	次
はじめに	1
1.背景	2
1-1 これまでの塗布装置	2
1-2 ピンチバルブ	2
1-3 チューピングポンプ	3
1-4 ダイヤフラムバルブ	3
1-5 開発の経緯	4
2.新商品の特徴	4
2-1 微量塗布性能	5
2-2 耐久性	6
2-3 保存性	6
2-4 ノズル先端の硬化防止	7
3.使用例	7
3-1 瞬間接着剤 (TB7700シリーズ)	7
3-2 嫌気性封着剤 (TB1300シリーズ)	7
おわりに	8

1.背景

1-1 これまでの塗布装置

一般家庭でも広く使われている瞬間接着剤ですが、弊社では工業用として様々な瞬間接着剤を上市しています。特殊な性質を付与しているものとして、耐衝撃性や紫外線硬化、無臭、低白化、速硬化タイプや遅硬化タイプなどがあります。粘度の種類も水のように低いものから、壁面に塗布しても垂れないものまで用意しています（図-1）。



図-1 様々な瞬間接着剤

一般家庭で使用される瞬間接着剤の使用方法のイメージとしては、容器の先端に穴を開けて、容器を手で持ち、接着箇所塗るという方法が一般的でしょう。使用頻度が少なく塗布量に厳密な指定が無い場合は、手動塗布で問題ありませんが、工業製品の製造や接着作業を1日に何万回と行う場合は、手動塗布には不向きです。また、手動塗布の場合、塗布量にバラツキが生じ易いことが短所として挙げられます。そのような用途のために、弊社では接着剤の塗布作業を自動化させる塗布装置を準備しています。代表的な機構の塗布装置の例を以下に示します。

1-2 ピンチバルブ

瞬間接着剤を塗布する装置の機構において重要なことは、接着剤と装置の駆動部分を接触させないことです。その理由として、瞬間接着剤には狭い隙間に入り込むと瞬時に固まる性質があるためです。その機構を簡易的に実施したものが、ピンチバルブです。

ピンチバルブは、接着剤が流れているチューブを、“チューブ押さえ”を使用して押しつぶすこ

とで、接着剤の流路を遮断します（図-2, 3）。

塗布動作は、接着剤をタンクに入れて加圧し、チューブ押さえを上げることで、接着剤を供給します。チューブ押さえを頻繁に上下させることができる簡単な機構であるため、流路の開閉動作を高速で行うことが可能です。接着剤がチューブ内だけを通してノズルから出てくる機構も特徴の1つです。

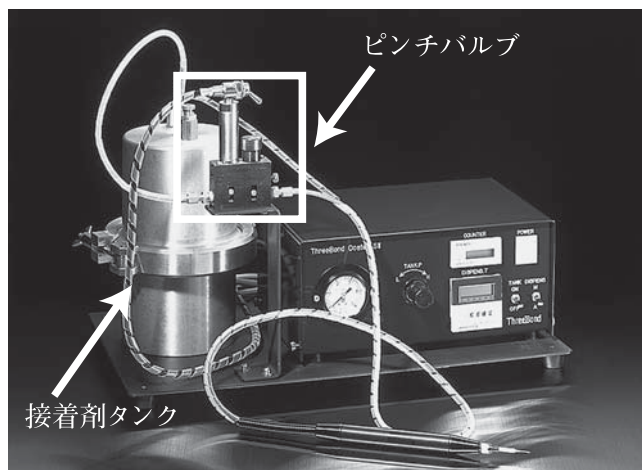


図-2 ピンチバルブ

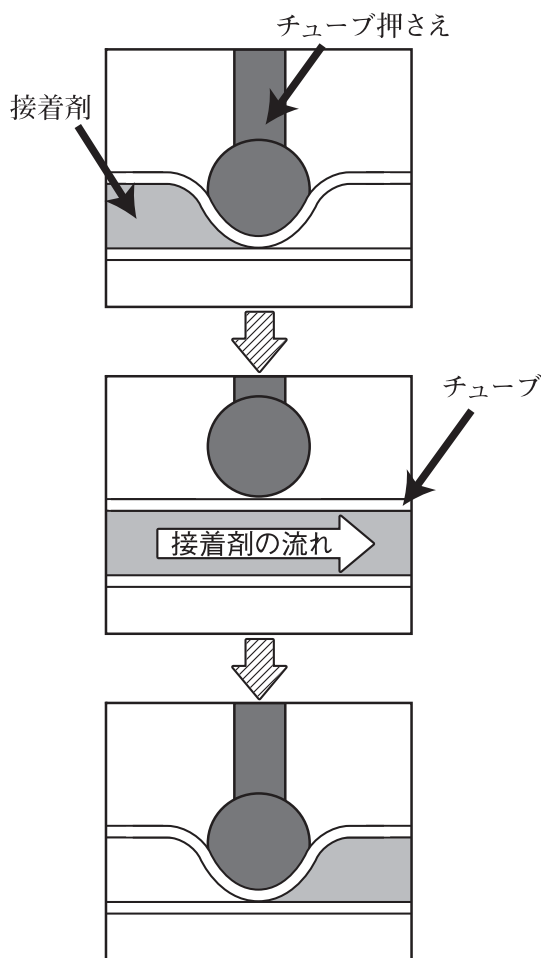


図-3 ピンチバルブの機構

1-3 チュービングポンプ

ピンチバルブの機構と似ている塗布装置に、チュービングポンプがあります（図-4、5）。

チュービングポンプは、接着剤が流れているチューブを、“ローター”と呼ばれる部品で押しつぶすことで接着剤の流路を遮断します。

塗布動作時は、ローターが回転することでポンプの役割を果たします。そのため、接着剤を引き込みながら、ローターとローターの間に挟み込んだチューブ内の接着剤を移動させてノズル側に送り出します。



図-4 チュービングポンプ

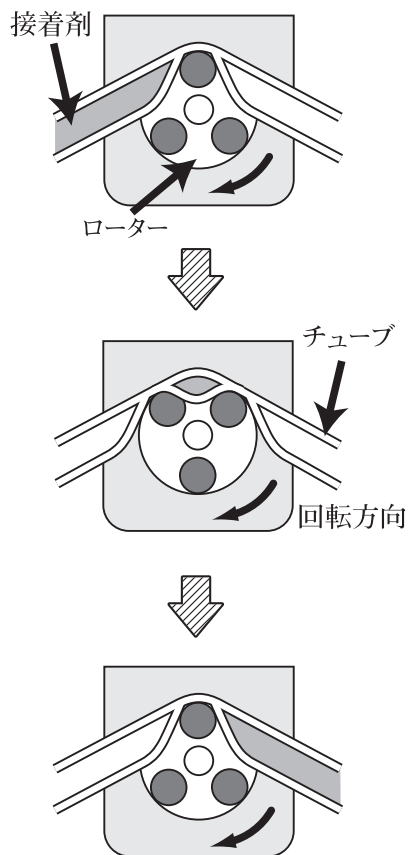


図-5 チュービングポンプの機構

チュービングポンプは、AC100V電源のみで動作が可能のため、圧縮空気を供給するためのコンプレッサーが無い場所でも、スイッチ1つで簡単に接着剤を塗布できます。また、ピンチバルブと同様に、接着剤がチューブ内だけを通してノズルから出てくる機構になっています。

1-4 ダイアフラムバルブ

ダイアフラムバルブは、ピンチバルブと同様に、接着剤を常に加圧状態にし、流路の開閉で塗布動作を行う機構です。

ピンチバルブと異なる点として、ピンチバルブは、チューブを押しつぶして流路を遮断する機構であることに対し、ダイアフラムバルブは、ダイアフラムと呼ばれる弁によって流路を遮断する機構です（図-6、7）。

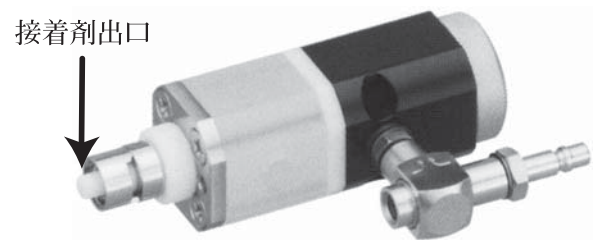


図-6 ダイアフラムバルブ

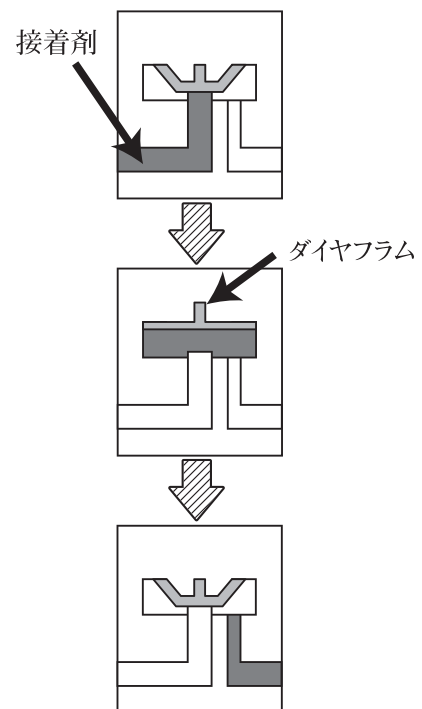


図-7 ダイアフラムバルブの機構

ダイヤフラムという膜状の弁を用いるので、チューブを直接押しつぶすピンチバルブやチュービングポンプの塗布装置と比較して、繰り返し開閉動作を行った場合でも、優れた耐久性を有しています

これまで瞬間接着剤の塗布装置として用いられてきたこれらの装置は、それぞれに特徴があり、要求事項に応じて適宜選択を行っていました。しかし、近年のものづくりの現場では、これまでの塗布装置では、要求事項を満足しない場面が見受けられるようになりました。

産業形態の変化と接着剤の進歩に伴い、瞬間接着剤の塗布装置にも、新たな商品開発が迫られてきました。

1-5 開発の経緯

ものづくりの現場では、生産コスト削減のために使用する接着剤の量を、可能な限り少なくできるように部品設計が行われています。そのため、瞬間接着剤の塗布装置には、 $10\mu\text{L}$ 単位での塗布量調整が求められます。

例えば、ひと月に数百万個の部品を生産する場合、1つの部品に接着剤を塗布する作業時間は、僅か数秒しか許されない場合が多く、厳密な工程管理が行われています。

また、ひと月の生産数が増大すれば、接着剤を塗布する装置の動作回数もそれに伴って増大します。その際、塗布装置に使われている部品の消耗が激しいと、塗布装置の部品交換頻度が増加します。その結果、生産効率が低下してしまうため、塗布装置には優れた耐久性が求められます。

さらに、反応性に優れた瞬間接着剤を安定的に繰り返し塗布をするためには、塗布装置の内部硬化抑制が必要不可欠です。

このように、瞬間接着剤の塗布装置に対する現代の生産現場の要求は、主に3つ挙げられます。

- ① 微量塗布性能
- ② 耐久性
- ③ 保存性

これらの要求事項を満足する塗布装置を開発するために、瞬間接着剤の微量塗布に適した装置開発を行いました。

2. 新商品 (TDV) の特徴

新商品として開発されたこの塗布装置は、生産現場からの要求に応えるために、これまでの塗布装置とは大きく異なる機構によって、要求事項への対応を可能にしました(図-8, 9)。ダイヤフラムを流路の開閉動作だけでなく、体積変化計量機構を用いることによって、これまでバラツキが大きかった微量領域の塗布を可能にしました。この商品の仕様を表-1に示します。

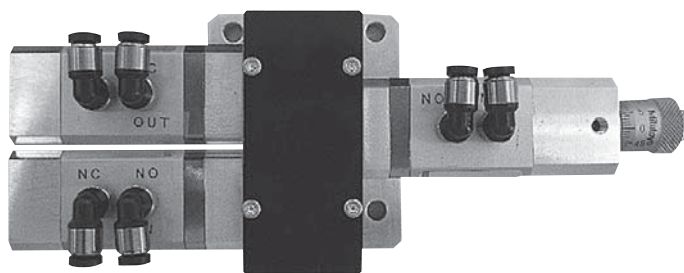


図-8 新商品 (TDV) の塗布装置

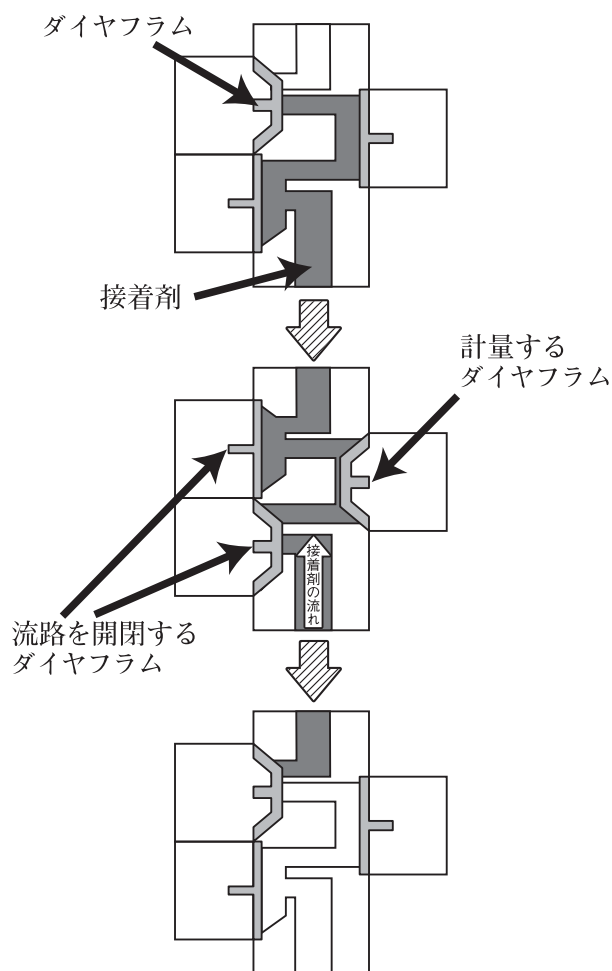


図-9 新商品 (TDV) の機構

表一 1 新商品 (TDV) の仕様

項目	仕様	
外形寸法	W160×D40×H90 mm	
重量	650 g	
駆動源	ドライエアー 0.3 ~ 0.5 MPa	
推奨材料圧力	無加圧	
使用可能圧力	大気圧-0.1 MPa ※エアー抜き時は0.05MPaで使用して下さい。	
エアー接続口	シリンダー開 (NC)	M5 ※φ4チューブ用コネクタが付属しております。
	シリンダー閉 (NO)	M5 ※φ4チューブ用コネクタが付属しております。
材料出入口	吸入口	1/4"-28UNF メネジ
	吐出口	1/4"-28UNF メネジ
作動方式	3台の複動式エアーシリンダーによってダイヤフラムを動かし、材料の吸引・吐出動作を行う。	
吐出量調整	マイクロメーター	エアーシリンダーのストローク変更による吐出量調整
エアー抜き	専用コントローラーでの制御	
ストローク量	0 ~ 2 mm	
吐出量	約10 ~ 30 μL	
使用環境範囲	温度	5°C ~ 45°C (バルブの機械的な動作可能範囲です。)
	湿度	70%以下 (結露無きこと。)
耐久性	約1,000万回の動作が目安です。(使用材料や条件によって異なります。)	
消耗品	ダイヤフラム、本体ブロック	
適応材料	TB1700シリーズ、TB7700シリーズの瞬間接着剤	

2-1 微量塗布性能

はじめに、新商品の性能として要求事項の1つである微量塗布性能の比較結果を下記に示します (図-10, 11)。

ピンチバルブやチュービングポンプは、繰り返し使用するうちに、チューブが変形し、初期の塗布量を維持できなくなります。また、接着剤に与えられる加圧力によって塗布量が大きく変化するため、動作条件の管理が困難です。

しかし、新商品の塗布装置では、バルブの動作によって材料を補給することができるため、接着剤を常に加圧する必要がありません。そのため、動作に必要な管理項目が少なくなります。また、長期間使用后、流路が変形しないため、初期の塗布量を維持することが可能です。

従来品と新商品では、10 μLの塗布量を繰り返し

測定したとき、塗布量のバラツキに大きな差があります。塗布量のバラツキを表す標準偏差σでは、従来品から約30%改善しています。

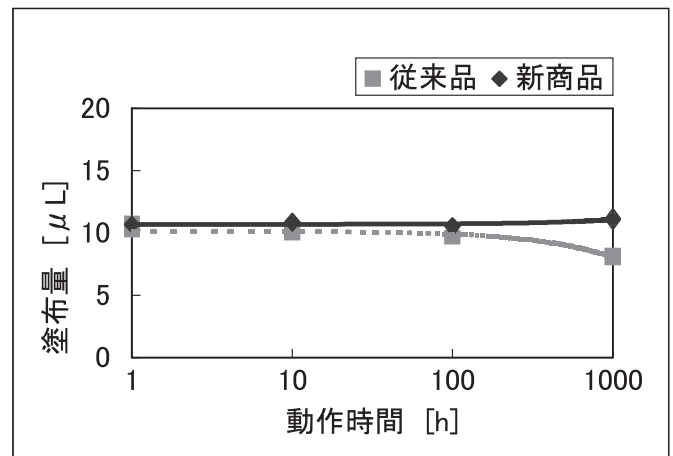


図-10 動作時間と塗布量

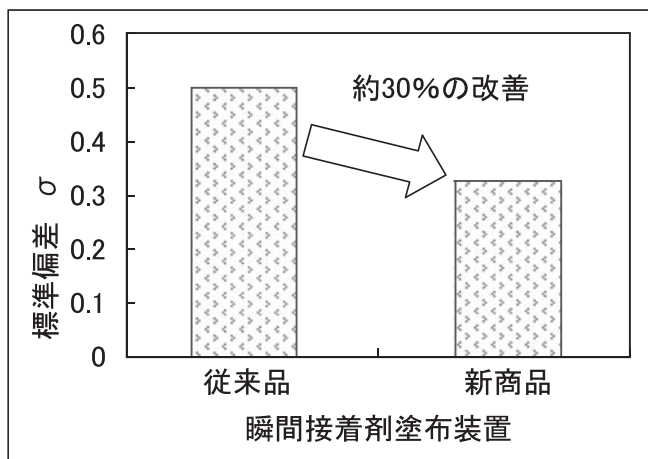


図-11 微量塗布性能の比較

新商品の塗布装置は、体積変化計量機構を持ち、微少な塗布量レンジであっても、 $10\mu\text{L}$ 単位での設定が可能となります。また、流路の形状は気泡の滞留が起きにくい機構になっているため、安定的な塗布性能を実現することができます。

2-2 耐久性

生産現場から瞬間接着剤の塗布装置に求められる2つ目の項目として、耐久性に優れることが挙げられていました。従来品と新商品の心臓部分にあたる部品の耐久性を比較した結果を下記に示します(図-12)。

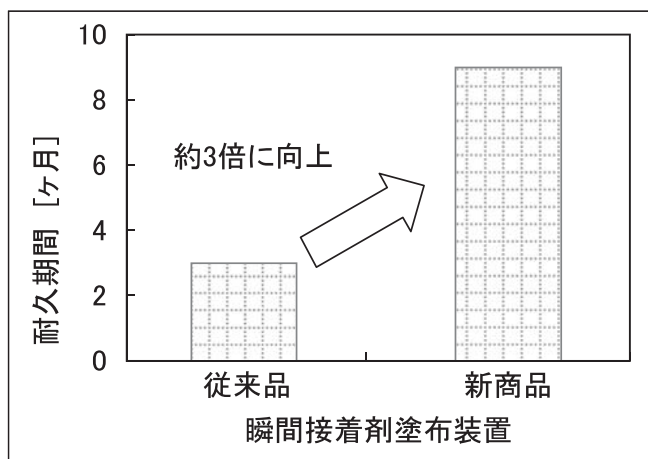


図-12 耐久性の比較

耐久性の評価条件として、ひと月あたりの生産数を100万個とし、実稼働日数を20日、1日あたりの稼働時間を24時間とした場合を想定しています。

従来品と新商品の耐久性を比較した結果、耐久性が約3倍に向上しました。

耐久性が高い理由として、流路の開閉を行う部分に図-7で示したダイヤフラム機構を応用していることが挙げられます。この機構は、動作の繰り返し回数による消耗が小さいため、従来品と比較して高耐久の性能を実現しています。

また、図-7の機構を用いることにより、接液部分に瞬間接着剤の入り込む隙間が無くなるため、塗布装置内部で瞬間接着剤が硬化する危険性を低くすることができます。

2-3 保存性

次に、塗布装置内部での接着剤の保存性の比較結果を下記に示します(図-13)。保存条件は、温度 25°C 、湿度 $50\% \text{RH}$ の環境において、次の要求をクリアできる期間を検証した結果です。

<要求>

- ① バルブ内部で固まらないこと
- ② 塗布動作が行えること
- ③ 塗布量が維持されていること

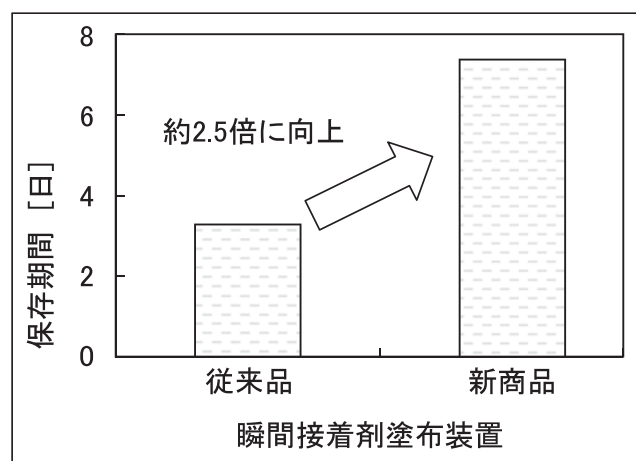


図-13 保存性の比較

現在、機械部品に広く使用されているプラスチック素材としてポリアセタール (Polyacetal, 略称: POM) があります(図-14)。その理由として、機械加工が容易な点と多くの薬品に対する耐薬品性を兼ね備えている点があります。

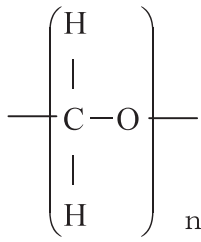


図-14 構造式 (POM)

しかしながら、瞬間接着剤のように僅かな湿気でも硬化反応を起こしてしまう接着剤を扱う塗布装置の場合、接液部分の材質の吸水率が低いことと、難接着材質であることが要求されます。

そこで、機械加工に適したプラスチック素材の中でも吸水率が低く、多種接着剤に対して難接着性を示すポリテトラフルオロエチレン (Poly Tetra Fluoro Ethylene, 略称:PTFE) を新商品の材質として採用しました (図-15)。

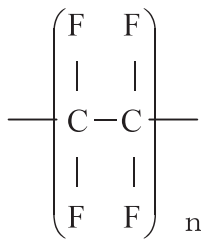


図-15 構造式 (PTFE)

その結果、温度25℃、湿度50%RHという環境にて、従来よりも保存期間を約2.5倍に向上しています。

2-4 ノズル先端の硬化防止

ここでは、瞬間接着剤の塗布装置にとって大きな課題である、ノズル先端が固まって塗布ができなくなる現象への新しい対策を紹介します。

瞬間接着剤は、空気中に含まれる湿気とも容易に反応するため、ノズル先端に瞬間接着剤を充填したまま放置していると、間もなくノズル先端が固まり、塗布ができないという状況になります。

ノズル先端硬化の原因は湿気との反応ですから、硬化防止液と称した液体にノズル先端を浸し、空気中の湿気と隔離する手法をとることにより、24時間以上のノズル先端未硬化状態を保持できます (図-16)。

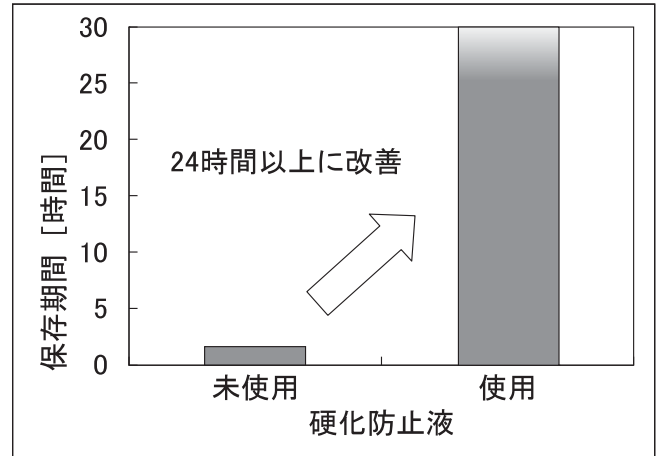


図-16 ノズル先端保存時間の比較

これまでの対策としては、固まったノズルを交換することでしか対応できませんでした。しかし、硬化防止液を使用することによって、ノズルの交換頻度を少なくすることができます。

即ち、ノズル先端の交換作業というコストと部品コストが、硬化防止液を用いることで動作停止後に毎回ノズルを交換する必要がなくなり、動作停止後の調整時間を短縮できるようになります。その効果は、今までに使用が困難であった自動組み立てラインへ瞬間接着剤の自動塗布装置を設置する上で、重要な役割を担っています。

3.使用例

3-1 瞬間接着剤 (TB7700シリーズ)

弊社の瞬間接着剤は、汎用グレードのTB1700シリーズと高機能グレードのTB7700シリーズをラインアップしています。特に、新しく開発が進められている超速硬化グレードのTB7780シリーズは、電気部品市場や精密機械市場への使用も増えています。

3-2 嫌気性封着剤 (TB1300シリーズ)

瞬間接着剤の取り扱いに優れた塗布装置は、嫌気性封着剤や紫外線硬化性樹脂の微量安定塗布装置としての展開が可能です。

嫌気性封着剤の需要が多い輸送市場やネジロック市場においても、接着剤を無駄にしない塗布方法が求められています。そのような時に、微量安定塗布ができる装置の需要は、多岐に渡っていくことでしょう。

おわりに

瞬間接着剤や嫌気性封着剤といった種類の接着剤は、紫外線硬化性樹脂やエポキシ樹脂と比較して、UV光を照射する工程や加熱工程の必要がないため、生産時の工数を減らせるというメリットがあります。そのため将来的な需要が大きくなると考えられます。スリーボンドでは、お客様の需要に合った接着剤を提供させて頂くと共に、独自の塗布技術によって、接着剤を無駄なく効果的に使用して頂ける塗布装置の提供を目指し努力して参ります。

<参考文献>

株式会社スリーボンド

- ・TB1700シリーズ 瞬間接着剤とその関連商品 (図-2)

株式会社パイロットコーポレーション

- ・ファンフロー総合カタログ (図-4)

岩下エンジニアリング株式会社

- ・バルブシステムカタログ (図-6)

株式会社スリーボンド 研究開発本部
省力機器部 省力開発課 大川 友貴



企画 株式会社 URC 編集室
編集 東京都渋谷区恵比寿1-18-15
スリーボンドビル2F
電話 03(5447)5333

発行 株式会社 スリーボンド
東京都八王子市狭間町1456
電話 042(661)1333(代)