

高機能型二液塗装システム

旭サナック株式会社

代表取締役社長 甘利 昌彦

塗装機械事業部 技術開発部 ユニット技術1課 課長 島田 哲也
塗装機械事業部 技術開発部 電装技術室 室長 西尾 達哉

はじめに

塗料を基材に塗布し乾燥して塗膜形成させる工業塗装において、主剤と硬化剤を混ぜ合わせ化学的な結合反応により塗膜硬化を促進する二液塗料がある。この二液塗料は、自動車バンパーや携帯、家電等の樹脂成型品のように熱変形防止のために低温乾燥しなければならない用途や建設機械に使用される大型の金属体のように焼付乾燥が難しい用途で多く使われている。

この混合方法として人の手で混ぜる事前混合方式があるが、混合比率の不安定さから塗膜品質が安定しない欠点があり、また生産量の増減や調整から段取り変えに手間が生じる課題もあり、主剤と硬化剤の供給量を比率に応じてコントロールする交互投入方式の二液塗装機を開発した。

しかしながら、ドイツを中心とする自動車産業では、車内装樹脂部品の塗装に水系の主剤と溶剤系の硬化剤を混合する環境配慮型水性二液ウレタン塗料が採用され始め、これまでのスタティックミキサと称する静的混合機の二液塗装機では混合ができない問題が生じてきた。

この問題を解決するために、動的混合装置（パワーミキサ）を開発した。このパワーミキ

サはエアタービンの回転力を磁力でロータに伝達するマグネットカップリング方式で、主剤と硬化剤をスタティックミキサよりも高いせん断力で混合することができる。この結果、水性二液ウレタン塗料に代表される相溶性（親和性）の低い塗料を混合し塗装ガンへ圧送して塗装する二液塗装システムを開発することができた。

開発のねらい

二液塗料は主剤と硬化剤を混合した瞬間から硬化反応が始まるため、混合塗料経路の洗浄が容易でなければならない。また自動塗装や手動塗装など様々な塗装ラインの形態に適応しなければならない。したがって実用化にあたっては、小型軽量で設置場所に影響せず、安定して難混合塗料の混合が行える洗浄性の高い動的混合機による二液塗装システムが望まれていた。

装置の概要

二液塗装システムは、所定の比率に応じて主剤と硬化剤の供給量をコントロールし、塗料ホースのような連続経路にミキサを設置し塗装ガンにて塗装しながら混合する方式で、大きく分けると計量と混合の2つの機構で構成される。

計量機構は、主剤および硬化剤を供給する塗料経路に対し、それぞれ混合バルブと流量計、

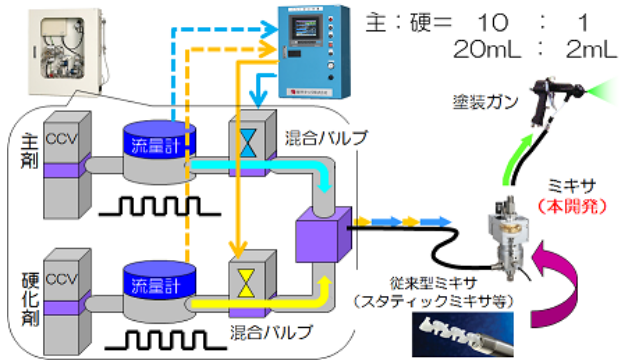


図1 交互投入方式の二液塗装機

塗色を変更するための色替バルブ (CCV) で構成される。

例えば、混合比率が主剤：硬化剤=10:1の場合、まず硬化剤側の混合バルブをONにして硬化剤を2mL投入してOFFする。次に主剤側混合バルブをONにして主剤を20mL投入しOFFするようにして交互に各液を投入させる制御である。これにバルブ開閉遅れ時間を計測して実流量を設定流量に近づける学習機能を加えて正確に計量しながら混合機構へ送る。

混合機構では従来型ミキサ (スタティックミキサ、回転式ミキサ、衝突式ミキサ) に代わり本開発のパワーミキサを塗装ガンまでの塗料経路に独立して設置している (図1)。

<従来型ミキサの特徴と課題 >

これまで市場で使用されている混合機には、スタティックミキサ、回転式ミキサ、衝突式ミキサの3種類がある。以下では、その特徴と課題について述べる。

図2のスタティックミキサは、固定されている羽 (エレメント) に2つの塗料が流れ込み分割して細分化された液層間で相溶する方式である。このため、相溶性の低い塗料に対し十分に混合できない課題がある。

図3に一般的な回転式ミキサを示す。駆動部と攪拌羽がシャフトで連結され、軸シールに塗

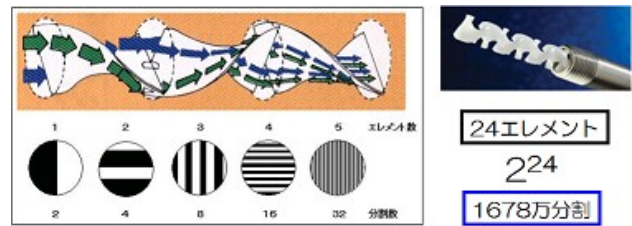


図2 スタティックミキサの混合

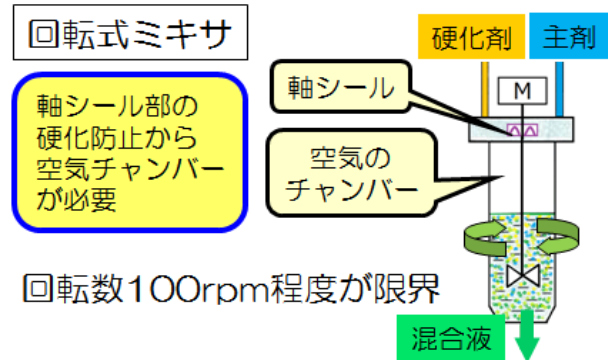


図3 回転式ミキサの課題

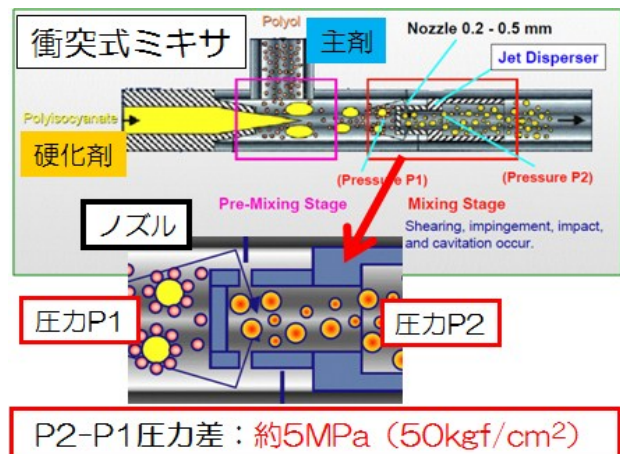


図4 衝突式ミキサの課題

料の付着を防止する空気チャンバーを形成する機構である。このため空気が塗料中に巻き込まないように低速回転で攪拌しなければならないため、高い攪拌混合力を得ることが困難である。

図4の2つの液体を衝突させる方式では、衝突による高せん断力を与え混合を行うが、塗料圧力が高くなり、そのまま塗装ガンに圧送して塗装できないことから複雑な機構が必要になり実用性が低い。

各ミキサの特徴と課題を表1に示す。本開発

表1 各ミキサの特徴と課題

各ミキサ課題 (X・△)	攪拌混合力	塗装圧力	小型・軽量	分解性
スタティック式	X	○	○	○
一般の回転式	X	△	○	○
衝突式	○	X	○	X
本開発	○	○	○	○

は、これらの課題をパワーミキサで解決した。

技術上の特徴

開発したパワーミキサの全景、大きさ、塗料の経路、主要な構成パーツを図5に示す。主な特徴は、マグネットカップリング機構によりロータの回転力を伝達するしくみにある。図6にその機構を示す。高速回転するエア駆動タービンに装着した磁石とステンレス製パイプを隔てた内部のロータ（攪拌羽）に装着した磁石を非接触で連動させ回転を伝達しパイプ内の塗料に高せん断力を与え混合する方法である。軸シール機構が無いいため回転の摺動抵抗も低く、空気チャンバーも不要で高速回転が可能である。またシール部分への塗料固着の影響も無く長時間回転を維持できる。

安定稼働の工夫を図7に示す。ロータの羽に角度を付け、ラジアル方向の回転力をスラスト方向に変えて塗料を押し上げる力を利用し、ロータを反対方向に押し充て、常に中心の支点にロータを保持する構造である。これによりミキサが傾いた状態でもロータが安定して回転するため、図8に示すように大きな加速度が生じる塗装ロボット上に搭載が可能である。この効果は、塗装ガンまでの塗料経路を短くすることができ、塗料替え工程の時間短縮や塗料と洗浄液の使用量低減が得られる。

本開発の洗浄性として、洗浄液を用いて所定

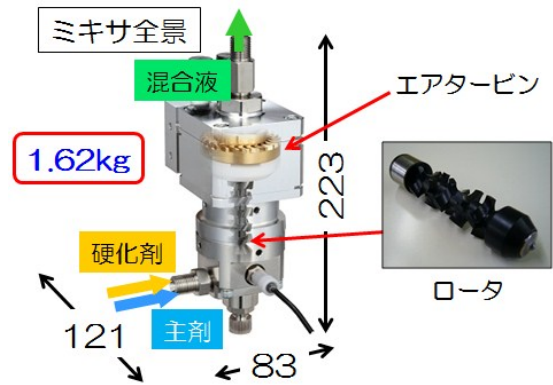


図5 パワーミキサ全景

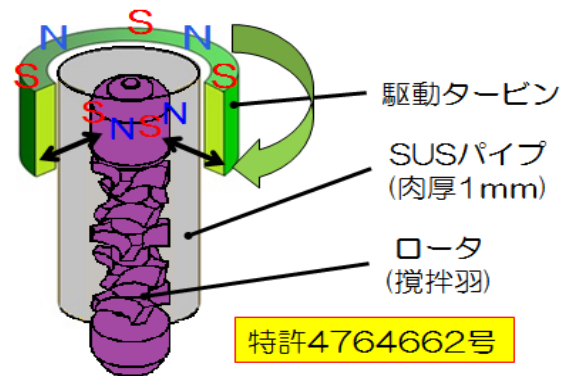


図6 マグネットカップリング機構

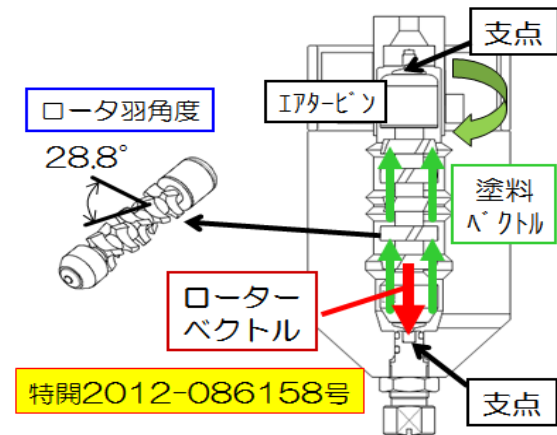


図7 ロータ中心保持機構

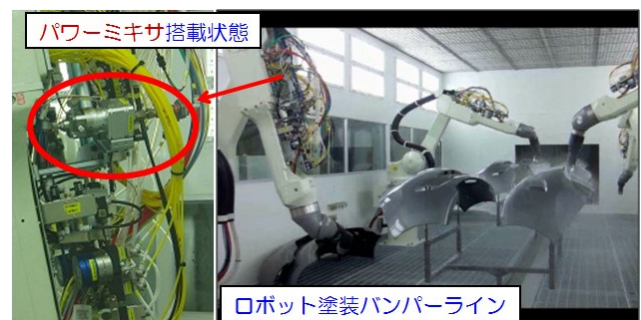


図8 ロボットに搭載されるパワーミキサ

表2 洗浄性評価

使用洗浄溶剤量	洗浄時間	透過率
100ml	32秒	88%
75ml	30秒	80%

条件で洗浄した時の時間と使用量、及び洗浄後に充填した評価液の透過率（液の濁度）を測定した結果を表2に示す。少量の洗浄液で自動車ボディ塗装の高い合格水準とされている透過率80%以上を達成している。

実用上の効果

図9は混合性能を評価した結果である。水性ウレタン二液塗料の透明な硬化剤を黒色に着色し、塗料メーカーの基準板およびスタティックミキサ、手混ぜ攪拌、パワーミキサの4種類の方法で混合塗装した成膜後の塗膜表面の観察写真である。パワーミキサで混合したものには、硬化剤の凝集体（黒い大きな点）が見られないことが分かる。納入の一例として、樹脂成型品の水性ウレタン二液塗装におけるパワーミキサの効果を図10に示す。従来のスタティックミキサでは凝集物等による塗膜不良が多く、23.4%の合格率（手直し無く次工程へ移行する割合）であったものがパワーミキサでは86.5%と大幅に向上している。

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

①日本国特許第3144771号

名称：多液混合装置

概要：マグネットカップリング機構のミキサ構造基本特許

②その他、知的財産権の状況を以下に示す。

特許出願：8件

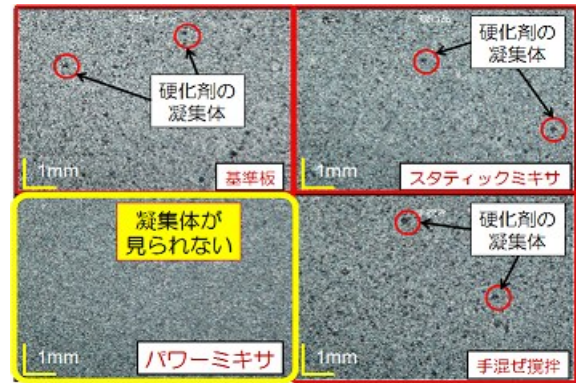


図9 混合状態の比較

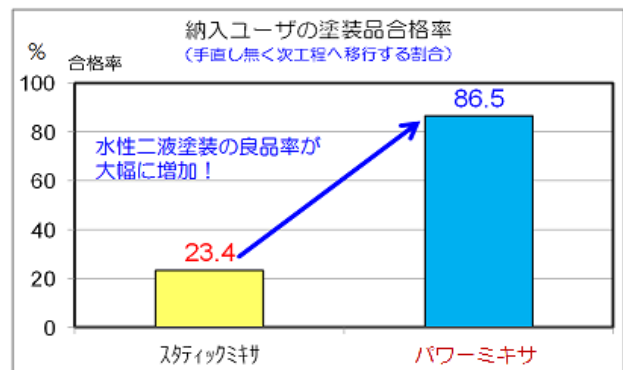


図10 パワーミキサの効果

むすび

二つの液体を正確に計量、混合しながら圧送する技術は二液塗料以外にもあるが、塗料は他の液体に比べて扱い難い材料である。また、塗装工程では環境負荷低減、品質・生産性向上、コスト削減など多くの課題も抱えている。このようにいくつもの要素や条件が複雑に絡み合う塗膜層形成プロセス（加工工程）の塗装技術において、一部であるが今回の開発が混合塗装分野に貢献できたものと考えている。

平成24年度は「中小企業のものづくり基盤技術の高度化法」に塗装業が指定され、大きな変革となり塗膜層形成技術がより一層躍進するものと確信しており、今後も塗装機開発を通じて塗装技術の高度化を図り、業界や産業、企業の発展に向け新たな目標に取り組む所存である。