

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
ハイリスク挑戦タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 塗装品質マネジメントのための非接触型塗膜センシングシステムの開発
プロジェクトリーダー	: 春日電機株式会社
所属機関	
研究責任者	: 杉本 俊之(山形大学)

1. 研究開発の目的

塗装工程は、製品の外観を綺麗に保ちながら保護するための重要な工程であり、十分な品質管理が要求される。塗布する過程では、十分な膜厚で均一に塗膜を形成できるような塗装パラメータを管理し、塗布直後では、溶剤が十分に揮発し、塗膜表面が重力で均一化(レベリング)するまで置いておく(セッティング)時間を管理し、その後は、乾燥炉に入れるタイミングや、その温度および時間を管理する必要がある。現在の塗装品質管理は、塗膜が完全に乾燥した後に膜厚分布や色味を数値化する方法がとられているが、乾燥するまで(塗装工程のほとんど部分)の状態の管理は難しく、現場の経験や勘に頼っている。これは、液体から固体へと徐々に変わっていく塗膜の状態を数値化する方法がなかったためである。山形大学杉本准教授により、塗料のような絶縁体に近い高抵抗を持つ物体の表面抵抗を非接触で測定する手法が提案された。本研究開発の目的は、このシーズをもとに、塗装工程における被塗装物の塗膜の硬化度や膜厚を短時間のうちに非接触で測定し、塗布直後から乾燥後に至る過程を数値でセンシングし、管理できる塗装マネジメントシステムを構築することである。

2. 研究開発の概要

①成果

測定システムの構造や動作機構の詳細についての基礎開発と設計を山形大学が行い、春日電機(株)がその設計に基づき塗装現場で使用可能なプロトタイプを構築するという役割分担をした。開発当初は、表面抵抗測定のみから塗膜の膜厚や硬化度を数値化する方法について検討を進めた。グリッド式コロナ帯電電極を持つプロトタイプを制作し、さまざまな塗料で実際に硬化過程を測定することで、その有用性を明らかにした。また、塗料開発メーカーとタイアップし、本装置が塗料開発のための塗膜硬化過程測定装置として十分なニーズがあることを確認した。一方、塗装工場の現場で使えるタイプについても検討を進めた。自動車生産工場におけるニーズ調査の結果から、プラスチック材上の塗膜の膜厚測定に大きなニーズがあることが判明したが、表面抵抗測定のみでは対応が困難であることが分かった。そこで、体積抵抗測定を同時に行う新たなシステムを着想した。この手法は、グリッド電極を無くし、表面電位計を1台追加してコロナ帯電した場所での表面電位を直接測定するものである。測定の等価回路を構築して、支配方程式を明らかにし、実験結果からこの支配方程式が妥当であることが確認された。この着想が大きなブレークスルーとなり、自動車塗装の工程で実用上十分なスペック(測定時間、測定領域、防爆)を有するシステムのプロトタイプを制作し、動作確認できた。

研究開発目標	達成度
① 塗布膜厚推定法の確立 塗布された膜の膜厚を推定する手法を確立する。測定精度 $\pm 10\mu\text{m}$ とする。	① 当初は、表面抵抗の時間変化を測定することで膜厚を推定する方法を想定していたが、体積抵抗を同時に測定することで膜厚の推定が

② 硬化度分布測定法の確立 10 cm四方のスペースで4点以上の硬化度を数値化できるようにする。 ③ 測定ニーズへのフレキシブル対応 測定のニーズに合わせて、距離測定ユニット、表面電位測定ユニット、帯電・除電ユニットを組み合わせることができるようにする。可燃性雰囲気でも使用できる防爆対応とする。	可能であることが分かった。測定分解能は 1～2μm を確認した。(達成度 100%) ② 上記の体積抵抗測定により、測定領域を飛躍的に小さくでき、10 cm四方のスペースでは、40点以上の硬化度を数値化できるようになった。(達成度 100%) ③ 体積抵抗測定の導入により、表面電位測定の高速化が不要となり、ニーズに合わせて標準電位計と高速電位計を選ぶ必要がなくなった。また、防爆対応が容易となり、その構造により防爆申請を行った。(達成度 100%)
--	--

②今後の展開

2種類のセンサーの商品化を目指す。一つは、塗料開発の現場に設置し、開発中の塗料の硬化過程を表面抵抗から計測する硬化度測定装置である。こちらの測定装置の販売を先にいき、塗料・塗布板ごとの硬化度・膜厚のデーターを蓄積する。こちらは防爆非対応のため、商品化も容易である。この塗料開発現場で測定されたデーターを用いることで、もう一つの塗装ラインの現場向けのセンサーの販売も容易になると思われる。このセンサーは防爆対応以外にも、ロボットアームに取り付けられるようにするなど、実際の商品化には前述のセンサーよりは時間を要する。

3. 総合所見

目標を達成し、次の研究開発フェーズに進むための成果が得られた。イノベーション創出が期待できる。

塗布皮膜を帯電後、表面電位を測定することにより、非接触で膜厚や硬化度を計測する独創的な手法において、防爆構造を実現した新規計測技術の開発に成功した。当初の開発目標を上回る成果が得られている。同技術により塗布工程での膜厚・硬化度の評価系として実用化が可能であり、今後の事業化が大いに期待できる。