

デジタルホログラフィによる 乾燥初期の塗装面の観測と解析

木本 嘉毅*、山口 一郎*¹、横田 正幸*

要 旨

位相シフトデジタルホログラフィを用いた非接触で定量的な塗料乾燥の評価方法について報告する。従来からあるスペckルパターンの変化を用いた方法や重量法と比較すると、本法では結像レンズを用いずに3次元的な塗装面について測定ができる。また、物体光として記録した塗装面の反射光の再生像から、その位相と振幅の情報が得られる。これより塗装面の乾燥により変化する反射光強度の相互相関関数や、再生像間の位相差の標準偏差を計算することで定量的な解析ができる。

はじめに本法の有効性を示すため、前後に配置された基板温度が異なる塗装面の乾燥を評価した。また、同じ基板温度における塗料の乾燥時間を重量法により測定し、本法による結果と比較した。これより本法における乾燥時間の評価方法の妥当性を検討した。最後に、複雑な形状をもつ対象として豆電球を用いて同様な実験を行い、3次元表面の乾燥分布の測定が可能であることを示した。

キーワード：位相シフトデジタルホログラフィ、塗料乾燥、相互相関、非接触、
3次元分布測定

1. 緒 言

現在、自動車や機械部品などの塗装は、塗装面の艶出し、強度の向上、錆防止、耐水性の付与などの目的で行われている。同時に、高品質で低コストな環境対策としての新しい塗料の開発などが求められている¹⁾。従って、塗料の乾

燥状態を定量的に測定することは、塗装工程や塗装技術などにおいて重要であり、幅広い分野での応用が期待できる。

従来から用いられている塗料の乾燥を調べる方法のうち、触針式の方法では塗装面に傷をつけたり、塗料の重量変化を調べる重量法²⁾では低感度で乾燥のばらつきを測定できないといった欠点がある。現在、紫外線パルスレーザー光を塗装面に照射した時に生じる赤外放射光の減衰から乾燥を測定する方法³⁾や、テラヘルツ光を用いて塗装面の膜厚を測定する方法^{4)~6)}が提案・研究されているが、現段階では光源や受光素子が特殊で非実用的である。また、粗面からのレーザー反射光中に生じるスペckルパターンの変化

Abstract

Monitoring and analysis of an initial state of paint drying by digital holography

by

KIMOTO Yoshiki, YAMAGUCHI Ichirou and YOKOTA Masayuki

We propose a novel technique for evaluating a drying process of a painted surface using phase-shifting digital holography. In comparison with the previous methods using speckle pattern or gravimetry, the proposed method can afford an intensity image for directly monitoring and local variations of drying without imaging lens. It can also be applied to three-dimensional surfaces of complex shapes. In the proposed method, a surface activity of paint can be evaluated by using the information of reconstructed amplitude and phase of object wave reflected from the painted surface. In addition, quantitative analysis utilizing a cross-correlation function and phase change derived from reconstructed complex amplitudes is performed and the drying time of paint for different area and temperature is evaluated. In addition, the results are compared with a gravimetric measurement of paint drying. The technique is also applied to monitoring drying process of a complex surface of a miniature bulb.

Key words: Phase-shifting digital holography, Paint drying, Cross-correlation, Non-contact, Three-dimensional distribution measurement