

基板のテクスチャ処理による塗膜の付着性制御

Adhesion Control of Coating Film by Texturing

○ 渡辺 暁*, 溝口 知広**, 小林 義和**, 白井 健二**

○Akira Watanabe*, Tomohiro Mizoguchi**, Yoshikazu Kobayashi **, Kenji Shirai **

*日本大学大学院, **日本大学

*Graduate School, Nihon University, **Nihon University

キーワード: 塗装ロボット (coating robot), 表面テクスチャ (surface texture),
クロスカット法 (cross cut test)

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地
日本大学大学院 工学研究科 情報工学専攻 生産システム工学研究室 渡辺暁,
TEL: (024)956-8824, Fax: (024)956-8863, E-mail:g23629@ce.nihon-u.ac.jp

1. 緒言

近年、自動車など多くの工業製品の表面には塗装が施されている。塗装は視覚・触覚品位の向上や防腐効果のため製品の付加価値を向上させる重要な技術である。しかしながら、種々の表面形状を有する製品への高品質な塗装を行うための塗装条件すなわち塗料の噴射量や塗装回数などを明確に記述したデータは公表されていない。

本研究においては、塗装ロボットを試作し塗装特性とその表面テクスチャとの関係を検証することにより、最適な塗装条件の詳細なデータ

の検出を目的としている。このようにして、製品への高品質な塗装を実現させる。

2. 塗装ロボットの構成

図1に塗装ロボットの概観を示す。また、表1に塗装ロボットの仕様を示す。本システムは、X, Y 2軸の電動スライダと、X軸に取り付けられたスプレーガンにより構成されている。電動スライダの移動量速度とスプレーガンの ON/OFF はコンピュータ制御されている。

本実験では、各基板上に下地塗料、上塗り塗料及びクリヤー塗料の3層の塗装を行った。ま

た、エア圧力は 0.3MPa、塗装速度は 50mm/s とした。

3. 塗装実験

塗装ロボットによって基板 (SPCC) へ塗装し、塗装表面を走査型白色干渉計で測定した。この基板の塗装前の二乗平均平方根粗さ (Sq) は $1.28 \mu\text{m}$ であった。また、基板への塗装処理は、脱脂処理をした後に下地処理 (プラサフ処理)、上塗り塗装 (ベース塗装) 及び仕上げ塗装 (クリアー塗装) の順に行う。図 2 に塗装した基板表面の各塗料層の断面図を示す。図 2 は下地塗装、上塗り塗装及びクリアー塗装をそれぞれ 2 回ずつ行った基板を樹脂で固めて切断し、断面を電界放射型走査電子顕微鏡で測定したものである。塗料の膜厚は、およそ $13 \mu\text{m}$ であった。

まず、基板に異なる回数の下地処理と上塗り塗装をし、塗装回数による基板表面の相違を測定した。16 枚の基板のうち 4 枚ずつに下地処理を 0~3 回行い、異なる回数の下地処理を行った基板に上塗り塗装を 1~4 回ずつ行った。また、仕上げのクリアー塗装は 2 回ずつ行った。図 3 に塗装後の各基板を示す。実験の結果、下地処理と上塗り塗装を 2 回ずつ行った基板の塗装表面が最も滑らかであった。図 4 に下地処理と、上塗り塗装を 2 回した基板の塗装前後の表面形状を示す。この基板の二乗平均平方根粗さ (Sq) は $0.44 \mu\text{m}$ であり、塗装前と比べかなり滑らかな塗装表面が得られた。

表 1 塗装ロボットの仕様

塗装可能範囲 (各軸スライダ)	X 軸: 400 mm Y 軸: 350 mm
塗装上限速度	200 mm/s
塗料の噴射量	下地塗料: 4.5 g/min 上塗り塗料: 3.0 g/min クリアー塗料: 3.0 g/min

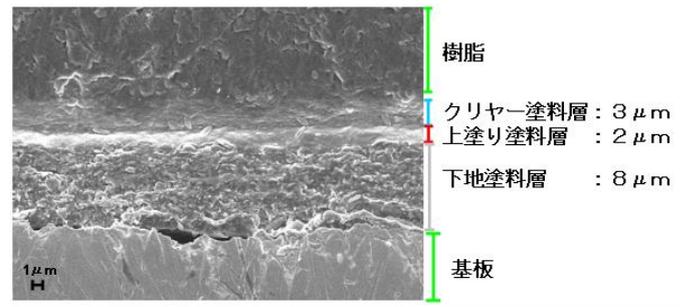


図 2 塗装した基板表面の各塗料層の断面図

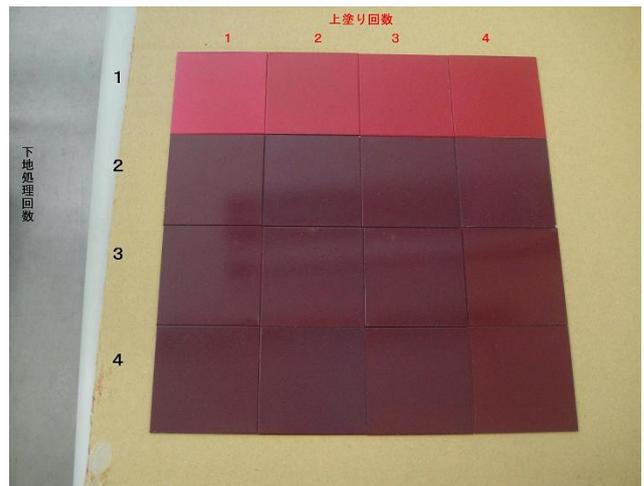


図 3 塗装後の各基板

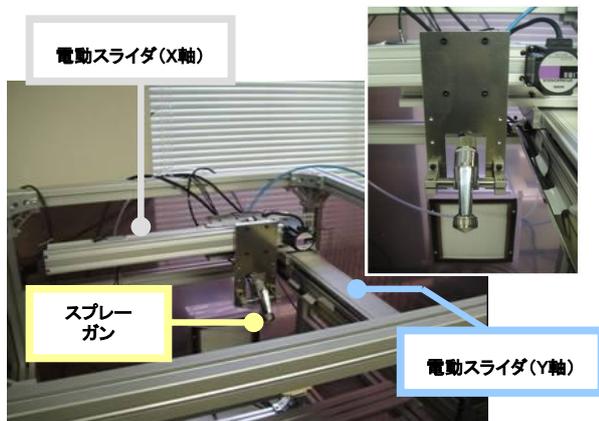


図 1 塗装ロボットの概観

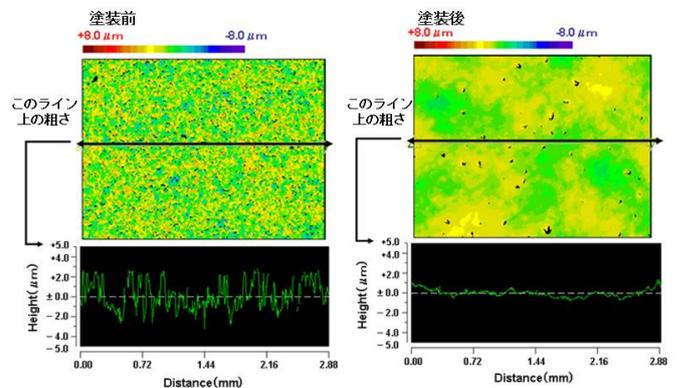


図 4 下地処理と、上塗り塗装を 2 回した基板の塗装前後の表面形状

4. テクスチャ処理した基板への塗装と付着性評価

4. 1 円筒型マンドレル法による付着性評価

まず、基板へ 80 番、150 番、220 番、500 番、800 番及び 1200 番の 6 種類のサンドペーパーを用いて筋目方向が①縦直線、②横直線、③縦横直行クロス、④縦斜め 45° クロス、⑤横斜め 45° クロスとなるように基板表面のテクスチャ処理を行い、それらに前述の第 3 節の実験で最も滑らかな表面が得られた下地処理、上塗り塗装及びクリヤー塗装を 2 回ずつ施し、塗料の付着性を円筒型マンドレル法により検証した[1]。マンドレルの直径は、6mm、4mm、2mm の 3 種類による試験を行った。試験結果の一例として図 5 に 80 番のサンドペーパーで③縦横直行クロスのテクスチャ処理をした基板の試験結果を示す。試験の結果、最も厳しい直径 2mm の試験で、すべての基板において塗料の剥がれは見られず、十分な耐屈曲性が得られた。

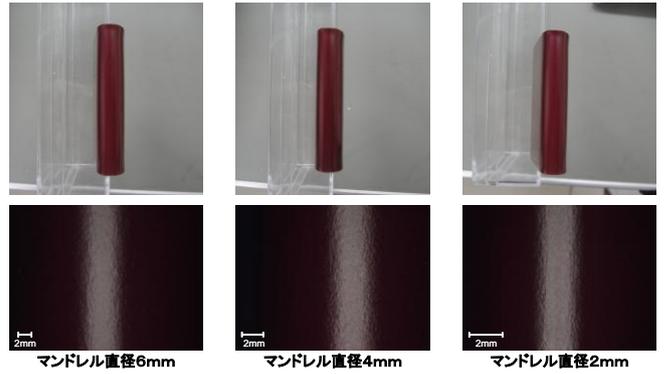


図 5 80 番のサンドペーパーで縦横直行クロスのテクスチャ処理をした基板の試験結果

表 2 基板の表面粗さとクロスカット法による評価の結果

	二乗平均平方根粗さ Sq: μm	クロスカット法による評価	
		3 枚の評価 (1 枚目, 2 枚目, 3 枚目)	評価値の平均点
テクスチャ処理なし	0.422	(分類 0, 分類 1, 分類 1)	4.3
#80 直線	0.679	(分類 0, 分類 2, 分類 3)	3.3
#80 縦横直行クロス	0.477	(分類 0, 分類 1, 分類 2)	4.0
#80 45° クロス	0.553	(分類 0, 分類 1, 分類 1)	4.3
#150 直線	0.475	(分類 0, 分類 1, 分類 2)	4.0
#150 縦横直行クロス	0.434	(分類 1, 分類 1, 分類 2)	3.7
#150 45° クロス	0.313	(分類 0, 分類 1, 分類 1)	4.3
#220 直線	0.505	(分類 0, 分類 0, 分類 1)	4.7
#220 縦横直行クロス	0.396	(分類 0, 分類 1, 分類 1)	4.3
#220 45° クロス	0.454	(分類 0, 分類 1, 分類 1)	4.3
#500 直線	0.307	(分類 0, 分類 0, 分類 0)	5.0
#500 縦横直行クロス	0.473	(分類 0, 分類 0, 分類 0)	5.0
#500 45° クロス	0.599	(分類 0, 分類 0, 分類 0)	5.0
#800 直線	0.409	(分類 0, 分類 0, 分類 0)	4.7
#800 縦横直行クロス	0.435	(分類 0, 分類 0, 分類 0)	4.7
#800 45° クロス	0.318	(分類 0, 分類 0, 分類 1)	4.7
#1200 直線	0.515	(分類 0, 分類 1, 分類 1)	4.3
#1200 縦横直行クロス	0.456	(分類 0, 分類 0, 分類 0)	5.0
#1200 45° クロス	0.363	(分類 0, 分類 0, 分類 1)	4.7

4. 2 クロスカット法による付着性評価

基板へ前項で述べた 6 種類のサンドペーパーで筋目方向が①直線、②縦横直行クロス、③45° クロスとなるように基板表面のテクスチャ処理を行った。それら基板へ下地処理、上塗り塗装及びクリヤー塗装を 2 回ずつ行い、基板の塗膜の付着性をクロスカット法により評価した[2]。塗膜の付着性が良かった順に分類 0~5 (5 点~0 点) の 6 段階の評価値を与え、3 枚の評価値の平均点を求め評価した。表 3 に基板の表面粗さとクロスカット法による評価を示す。また、試験結果の一例として図 6 にクロスカット試験後の基板を示す。試験の結果、大きな塗膜の剥がれは検出されなかったが、ほぼ全ての基板に切り込みの交点部や切り込み線に沿って塗膜の剥がれが見られる分類 1 や分類 2 が検出され、十分な付着性は得られなかった。

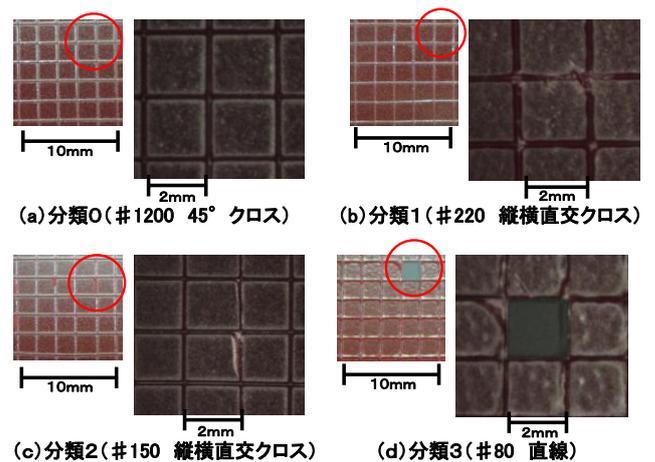


図 6 クロスカット試験後の基板

5. クリヤー塗装回数の違いによる表面粗さと付着性の相違

クリヤー塗装と表面粗さ及び付着性の関係を検証するため、最も付着性が弱い結果であった80番のサンドペーパーで①直線のテクスチャ処理をした基板を用意し、下地処理と上塗り塗装を2回ずつ行った。この基板にクリヤー塗装を0～4回行い、クロスカット法で付着性を評価した。クロスカット法の評価値は3枚の平均点を取った。エア圧力は0.3MPa、塗装速度は50mm/sとした。表3に異なる回数のクリヤー塗装をした基板の粗さとクロスカット法による評価を示す。表面の粗さはクリヤー塗装なしの基板以外は、かなり滑らかな表面が得られた。これに対してクリヤー塗装なしの基板の表面には粗さの目立つ測定結果となった。このことから、クリヤー塗装には下地塗装及び上塗り塗装の塗膜表面の粗さを滑らかに補正する効果のあることがわかった。付着性について、クリヤー塗装なしとクリヤー塗装1回の基板の塗膜には十分な付着性が得られず、クリヤー塗装2回の基板にも、僅かな剥がれがあった。十分な付着性が得られたものは、クリヤー塗装3回以上行った基板で塗膜の剥がれは全くなかった。

6. 結言

6. 1 結論

開発した塗装ロボットにより種々のテクスチャ処理を施した基板へ塗装し、円筒形マンドレル法及びクロスカット法による付着性評価を行った結果、表面が滑らかで十分な付着性となる塗装回数は下地処理2回、上塗り塗装2回、クリヤー塗装3回であった。

6. 2 今後の課題

塗膜の付着力の具体的な数値をプルオフ法により算出し、定量的評価を行う。

表3 異なる回数のクリヤー塗装をした基板の粗さとクロスカット法による評価

クリヤー塗装回数	二乗平均平方根粗さ Sq: μm	クロスカット法による評価	
		3枚の評価 (1枚目,2枚目,3枚目)	評価値の平均点
なし	1.175	(分類5, 分類5, 分類5)	0.0
1回	0.294	(分類3, 分類4, 分類5)	1.0
2回	0.329	(分類0, 分類0, 分類1)	4.7
3回	0.320	(分類0, 分類0, 分類0)	5.0
4回	0.344	(分類0, 分類0, 分類0)	5.0

参考文献

- [1] JIS K5600-5-1 塗料一般試験方法－第5部：塗膜の機械的性質－第1節：耐屈曲性（円筒形マンドレル法）
- [2] JIS K5600-5-6 塗料一般試験方法－第5部：塗膜の機械的性質－第6節：付着性（クロスカット法）