

ノート

塗装による粉末焼結型RP造形品のカラーモデルの作製

小野澤 明良^{*1)} 村井 まどか^{*1)} 神谷 嘉美^{*2)} 木下 稔夫^{*1)} 山内 友貴^{*3)}

An application of painting technology to the coloring of models made with selective laser sintering

Akiyoshi Onozawa^{*1)}, Madoka Murai^{*1)}, Yoshimi Kamiya^{*2)}, Toshio Kinoshita^{*1)}, Yuki Yamauchi^{*3)}

キーワード：ラピッドプロトタイプング，塗装

Keywords：Rapid Prototyping, Paint technology

1. はじめに

都産技研では、意匠モデルやコンペ・展示会出展用モデルの作製を目的として、機器利用事業で高速積層造形機(Rapid Prototyping 以下、RP)の需要が多い。RP造形品は、例えばナイロン粉末を積層し、レーザー焼結する工程を繰り返して製作する。そのため表面の凹凸が大きく、実際の製品と同様の色彩・質感に乏しい。また、これらの課題を克服した外観を得るために、塗装によるカラーモデル化の要望があるが、ナイロン素材は難付着材料であり、塗膜の付着性が低い。そこで、本研究では製品と同様の意匠性をもつカラーモデルの作製を目的とし、前処理、塗料、塗装方法など、ナイロン粉末焼結型RP造形品に適した塗装仕様について体系的な検討を行った。

2. RP基材への塗装工程の検討

2.1 RP基材の作製 RP基材は長さ150 mm，幅70 mm，板厚2 mmの薄板形状を以下の条件で作製した。

装置：Rafael 550c，Aspect社製

材質：ナイロン12(品名：Aspex-PA，Aspect社製)

積層条件：積層ピッチ100 μm，スキャンピッチ150 μm

レーザー出力15 W

2.2 適性塗料の検討 一般的にプラスチックに使用されている塗料の調査¹⁾及び塗料中の溶剤組成調査²⁾を行った。その結果、塗料はアクリルラッカー、ウレタン樹脂系塗料、溶剤は、トルエン、キシレン、メチルイソブチルケトン、酢酸ブチル、酢酸セロソルブ、アセトンが多く使用されている事がわかった。そこで、RP基材の適性塗料を検討するために、JIS K 5600-6-1:1999耐液体性(一般的方法)の方法1(浸せき法)に準じ、これらの溶剤に対する耐性の試験を行った。試験時間は10分とし、目視による外観検査で評価した。いずれの溶剤でも、表面にクラック発生、溶

解などの異常が認められなかった事から、アクリルラッカー、ウレタン樹脂系塗料はRP基材に対して使用可能である事がわかった。

2.3 下・中塗り工程の検討 下塗り工程は、前処理(アセトン脱脂のみ、脱脂+研磨)、塗料(アクリルラッカー、ウレタン樹脂系塗料)の組み合わせ条件でスプレー塗装を行い、塗膜表面の平滑性と塗膜の付着性の評価によって検討した。平滑性は目視による外観評価、付着性はJIS K 5600-5-6:1999付着性(クロスカット法)に準じ行った。

用いた塗料全てで、溶剤による脱脂のみの前処理では、RP基材表面の凹凸を埋められず、平滑性が得られなかった。しかし、各塗料の付着性は良好(分類0)で、この事はRP基材の凹凸によるアンカー効果³⁾によるものだと考えられる。脱脂+研磨の前処理では、研磨の効果により、平滑性のある塗膜表面が得られたが、塗膜の付着性は最低の評価(分類5)になった。これは、表面を平滑にした事でアンカー効果が失われたためと考えられる。

これらの結果から、RP基材の下塗り工程は、付着性を考慮して前処理は脱脂のみとし、表面の平滑性を得るための工程として、パテの塗布及び研磨を検討した。パテは作業性を考慮してへら付け用パテでなく、スプレー可能なパテを調査し、その結果、RP基材に適性のあるウレタン樹脂系のパテを選定した。溶剤による脱脂後、スプレーにより選定したパテを塗装した結果、RP基材の凹凸を埋める事はできたが、これまで用いた下塗り塗料では見られなかった塗膜の内部応力の影響と考えられる基材変形が生じた。そのため、表裏両面にパテをスプレー塗装する事で、塗膜により発生する応力の均衡化を図り、その結果、基材変形を緩和する事ができた。この事から、塗装によるRP基材の変形には、塗膜から発生する応力を考慮して工程を考える事が必要である事がわかった。

下塗り工程後、パテで凹凸を埋めた面を平滑にするため、耐水研磨紙(#400)を用いて研磨工程を行い、中塗り工程として、パテと同系のウレタン樹脂系の下・中塗り塗料であるプライマーサーフェーサー(ブラサフ)を選定し、表面にスプレー塗装した。パテ面の研磨により、部分的にRP基

事業名 平成24年度 基盤研究

*1) 表面技術グループ

*2) 繊維・化学グループ

*3) システムデザインセクター

材の露出が見られたが、塗膜の付着性は良好(分類0)で、表面も平滑になる事が確認でき、下・中塗り工程が決定できた。

2.4 外観を重視した上塗り工程の検討 上塗り工程は、アクリルラッカー、ウレタン樹脂系塗料でスプレー塗装により検討した。RP造形品の塗装では、製品モデルとして活用できる外観を得る事が重要であるため、塗膜の付着性に加えて、鏡面光沢度による光学的測定も評価を行った。鏡面光沢度は、JIS K 5600-4-7:1999鏡面光沢度に準じ行い、入射角度60°で測定した。

塗装及び評価の結果、ウレタン樹脂系塗料では、光沢度が90以上で塗膜の付着性も良く(分類0)、塗装モデルに必要な塗装外観と物性を得る事ができた。一方、アクリルラッカーの光沢度はウレタン樹脂系塗料と同等であったが、十分な塗膜の付着性は得られなかった。

以上の結果、上塗り塗膜表面に平滑性と高い光沢度を有し、下塗りから上塗りの各塗膜の付着性に問題のない、塗装モデルのための工程を設定する事ができた(表1)。

表1. RP基材(平板)への基本的な塗装工程及び評価結果

工程		付着性	光沢度
前処理	溶剤脱脂(アセトン)		
下塗り	塗布方法	スプレー(両面)	分類0
	塗料	ウレタン樹脂系パテ	
研磨(水研ぎ)	#400耐水ペーパー		
中塗り	塗布方法	スプレー	分類0
	塗料	ウレタン樹脂系プラサフ	
研磨(水研ぎ)	#400耐水ペーパー		
上塗り	塗布方法	スプレー	分類0 93
	塗料	ウレタン樹脂系	

付着性：良 分類0← →分類5 悪

3. 立体RP造形品への塗装性の検討

3.1 立体RP造形品の作製 市販品立体テストピース(型式：カーシェイプ、長さ200mm、幅100mm、高さ40mm)を3次元デジタル(型式：COMET 5, Steinbichler社製)で150mmレンズを用いてスキャンした。得られたデータを2/3に縮小し2.1に記す条件で造形し、立体RP造形品を作製した。

3.2 立体RP造形品への塗装性の検討 立体RP造形品への塗装性や外観を表1で示した塗装工程をもとに検討を行った。表面のみの片面塗装では、基材変形の可能性があったが、結果として変形は生じなかった。これは、塗膜の内部応力の影響よりも、造形条件の板厚や立体物の形状安定性が高かったためと考えられる。

一方で、造形品は、積層条件の影響で部分的に大きな凹みが発生し、スプレーパテだけでは十分に凹みを埋められなかった。そこで下塗りと研磨工程の間に、ポリエステル

パテのへら付け工程を入れ、表面の平滑化を図った。中塗りから上塗りは、これまで検討通りの内容で塗装する事ができ、最終的な塗装工程仕様は表2の通りとなった。

表2. 立体RP造形品への塗装工程(例)

工程	使用材料	塗布方法	膜厚(μm)	備考
素地調整	アセトン	—	—	溶剤による脱脂
下塗り	ウレタン樹脂系パテ	スプレー(片面)	130以上	3時間以上放置
パテ付け	ポリエステルパテ	へら	—	大きな凹みに埋める
研磨	#400耐水ペーパー	—	—	水研ぎにより、全面平滑にする
中塗り	ウレタン樹脂系プラサフ	スプレー	20~40	3時間以上放置
研磨	#600耐水ペーパー	—	—	水研ぎにより、全面平滑にする
上塗り	ウレタン樹脂系エナメル	スプレー	40~50	12時間以上放置

4. まとめ

粉末焼結型の立体RP造形品に対し、表2の塗装工程仕様により、作製したカラーモデルの外観写真を図1に示す。この様に立体RP造形品に対して製品モデルとして有効に活用できる外観を有する塗装が実現できた。高速積層造形機による造形は、新たなものづくり手法として注目が高まっているが、作製される造形品形状や材質は多岐に渡るため、今後更に材料、板厚や形状の違いなどに対する塗装技術の追求が進めば、中小塗装専門企業へRP造形品の新規の塗装事業として普及が期待できる。



図1. RP立体モデルへの塗装完成品

(平成25年7月18日受付, 平成25年8月8日再受付)

文 献

- (1)材料技術研究協会, プラスチックのコーティング技術総覧編集委員会:「プラスチックのコーティング技術総覧」,(株)産業技術サービスセンター, pp.93-95 (1989)
- (2)マイスター必携・塗装編編集委員会:「マイスター必携-塗装編-」, 全中出版社, pp.73-74 (1970)
- (3)本間精一:「最新・工業塗装ハンドブック」,(株)テクノシステム, pp.123-127 (2008)