

## ノート

## 光硬化性エポキシ樹脂 AM の塗装によるカラーモデル作製

小野澤 明良<sup>\*1)</sup> 峯 英一<sup>\*1)</sup> 村井 まどか<sup>\*2)</sup> 木下 稔夫<sup>\*3)</sup> 石堂 均<sup>\*4)</sup>

## Color model production by applying a photosetting epoxy resin AM

Akiyoshi Onozawa<sup>\*1)</sup>, Eiichi Mine<sup>\*1)</sup>, Madoka Murai<sup>\*2)</sup>, Toshio Kinoshita<sup>\*3)</sup>, Hitoshi Ishido<sup>\*4)</sup>

キーワード: 積層造形, 3D プリンター, 塗装

Keywords : Additive Manufacturing, 3D Printer, Paint technology

## 1. はじめに

意匠モデルやコンペ・展示会用モデルの作製を目的として, AM (Additive Manufacturing: 積層造形, 3D プリンター) の利用が増加している。ナイロン樹脂 AM 造形品への塗装技術の開発成果に加え<sup>(1)</sup>, 光硬化性樹脂 AM 造形品の塗装によるカラーモデル化が可能になれば, AM 造形品による中小企業の製品開発の促進が期待できる。しかし, 光硬化性樹脂 AM 造形品は, 一般的な金型成形によるプラスチック製品と比べ滑らかな表面が得られないこと, 単色造形品となることから, 実際の製品と同様の色彩・質感とすることができない。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作製を目的として, 前処理, 塗料, 塗装方法など, 光硬化性エポキシ樹脂 AM 造形品に適した塗装仕様の体系的な検討を行った。

## 2. AM 基材への塗装工程の検討

**2.1 AM 基材の作製** AM 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: NRM 6000, シーメット社製

材質: 紫外線硬化型エポキシ・アクリル樹脂

(型式: TSR-832, シーメット社製)

積層ピッチ: 100 μm

基材色: 透明

**2.2 適性塗料の検討** プラスチックに使用されている一般的な塗料の調査<sup>(2)</sup>, および塗料中の溶剤組成調査<sup>(3)</sup>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ことがわかった。そこで, AM 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ことから, アクリルラッカー, ウレタン樹脂系塗料が AM 基材に対して使用可能であることがわかった。

**2.3 塗装工程の検討** 作製した AM 基材をレーザー顕微鏡 (型式: LEXT OLS4000, オリパス株式会社製) で表面粗さを測定した結果, 表面粗さ (Ra) は 4 μm であった。基材表面の凹凸は, 塗料の付着性や塗膜の仕上がりに影響し, さらに基材の透明色が, 塗装による外観付与に影響することも推測されるため, 塗膜の付着性, 塗膜表面の平滑性, 色調付与の検討をした。

付着性は, 前処理 (アセトン脱脂), 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, 塗膜の付着性 (JIS K 5600-5-6-1999) の評価を行った。結果, アクリルラッカー (分類 1) よりウレタン樹脂系塗料 (分類 0) の方が付着性が良好であり, ウレタン樹脂系塗料が AM 基材に適していることがわかった。

塗膜表面の平滑性は, レーザー顕微鏡を用いて検討した。前処理 (アセトン脱脂), アクリルラッカーの組み合わせ条件でスプレー塗装を行い, 塗膜厚さの異なる試験片を作製した。膜厚を増やしたときの表面粗さ結果を図 1 に示す。

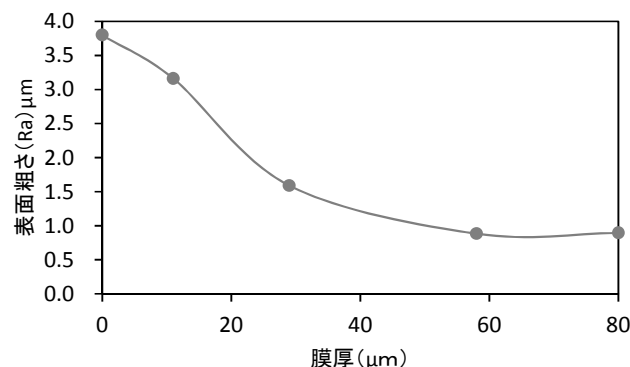


図 1. 塗膜厚と表面粗さの関係

事業名 平成 26 年度 基盤研究 (各種 RP 基材への塗装技術の確立)

<sup>\*1)</sup> 複合素材開発セクター<sup>\*2)</sup> 表面・化学技術グループ<sup>\*3)</sup> 技術開発支援部<sup>\*4)</sup> 城南支所

溶剤による脱脂のみの前処理では、塗膜の膜厚を増やしても AM 基材表面の凹凸を埋められず、平滑性が得られなかった。塗膜の膜厚を 30  $\mu\text{m}$  以上に塗装し、さらに表面研磨することにより素地の露出もなく表面粗さが 0.3  $\mu\text{m}$  の製品レベルの平滑性を得ることができた。

色調付与性は、アセトン脱脂後に AM 基材へアクリルラッカーをスプレー塗装した板と見本板との色差を比較した。見本板には、乳白アクリル板にアクリルラッカー赤をスプレー塗装した板を用いた。色差は、色測定 (JIS Z 8722:2009) を行い、結果から色差を算出 (JIS Z 8730:2009) した。結果を表 1 に示す。

AM 基材へ赤塗料を直接スプレー塗装し、さらに膜厚を増やしただけでは、見本板の色に近づかなかった。下塗りに白色を入れることで、見本板の色に近づけることができた。これは AM 基材が透明色であることが影響し、加えて塗料自体に隠ぺい性がないからと考えられる。このことから、白色系の下塗り工程が必要であることがわかった。

表 1. 見本板と色差の関係

構成	膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	色差 ( $\Delta E$ (ab))
下塗り (なし)	25	54.4
	53	36.2
	89	32.0
下塗り (白色)	下塗り : 25 上塗り : 25	0.2

これらのことから光硬化性樹脂 AM 造形品の塗装においては、白色系の下塗りを行い、乾燥後に平滑に研磨する工程が重要であることがわかった (表 2)。

表 2. AM 基材 (平板) への基本的な塗装工程および評価結果

工程		付着性
前処理	溶剤脱脂 (アセトン)	分類 0
下塗り	塗布方法	
	塗料	ウレタン樹脂系ホワイト
研磨 (空研ぎ)	フィルムタイプ研磨材 (P2000~2500相当)	分類 0
上塗り	塗布方法	
	塗料	ウレタン樹脂系

付着性 : 良 分類 0 ← → 分類 5 悪

### 3. 立体 AM 造形品への塗装性の検討

**3.1 立体 AM 造形品の作製** 市販品の立体テストピース (型式 : カーシェイプ, 長さ 200 mm×幅 100 mm×高さ 40 mm) を三次元デジタル (型式 : COMET 5, Steinbichler 社製) で 150 mm 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 に示した条件で造形し、立体 AM 造形品を作製した。

**3.2 立体 AM 造形品への塗装性の検討** 立体 AM 造形

品への塗装性や外観を表 2 で示した塗装工程を基に検討した。ナイロン樹脂 AM では、積層条件の影響で大きな凹みが発生し、ポリエステルパテの工程を追加したが<sup>(1)</sup>、光硬化性樹脂 AM では大きな凹みは生じなかったため、設定した仕様通り塗装することができた。今回検討した立体 AM 造形品の塗装工程は表 3 の通りとなった。

表 3. 立体 AM 造形品への塗装工程

工程	使用材料	塗布方法	膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	備考
前処理	アセトン	—	—	溶剤による脱脂
下塗り	ウレタン樹脂系ホワイト	スプレー	30~40	常温乾燥 : 1時間以上放置
研ぎ	フィルムタイプ研磨材 (P2000~2500相当)	—	—	空研ぎで、全面平滑にする。形状により、機械式研磨も可能
上塗り	ウレタン樹脂系エナメル	スプレー	30~40	常温乾燥 : 12時間以上放置

## 4. まとめ

光硬化性樹脂の立体 AM 造形品に対し、表 3 の塗装工程で、作製したカラーモデルの外観写真を図 2 に示す。立体 AM 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。AM 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。作製される造形品形状や材質は多岐にわたり、さらに材料、板厚や形状の違いなどに対する塗装性の追求が進むことにより、中小塗装専門企業の新規の塗装事業として展開が期待できる。

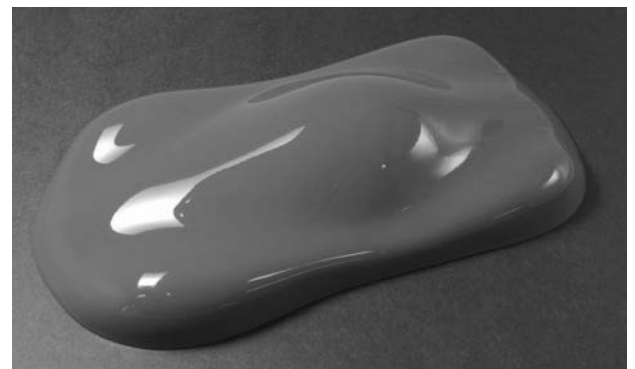


図 2. 立体 AM モデルへの塗装完成品

(平成 28 年 7 月 4 日受付, 平成 28 年 7 月 22 日再受付)

## 文 献

- (1) 小野澤明良 他, 都産技研研究報告, 第8号, pp.130-131(2013)
- (2) 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)
- (3) 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)