

## 塗装による光造形物の鏡面化手法の検討

岩越 睦郎

### Examiny of Mirror Smooth Treating by Painting of Rapid Prototyping Model

Mutsurou IWAKOSHI

#### 抄 録

光造形法による製品には積層加工によるピッチ送りの段差が残る。寸法精度を保ち、鏡面に近い表面性状を得る方法として塗装による手法を検討した。又、塗装による手法の中でも重要な研磨工程については、試作により得られた手法を紹介した。

#### 1. はじめに

小ロット対応の真空注型や樹脂金型ではマスターモデルから直接生産用型おこしを行うこともあり、デザインモデルが型用のマスターとして使用されることもある。このようにデザインモデルに対する要望は、意匠評価、機能評価という従来からの試作モデルの要素から、より実際的な成型モデルの要素が強くなっている。

このようなデザインモデルの変革の中においてデザインモデルの作製技術も進歩している。その代表的なものに光造形技術がある。この技術の造形法は、3次元CADなどで生成された設計データを等高線上にスライスデータ化し、レーザー、紫外線などを照射し硬化させていくもので、従来の切削加工法と大きく異なっている。この方法のメリットは、切削加工では難しかった複雑な形状でも簡単に造形が可能になり、短時間で経済的なモデルの作製ができるようになったことにある。しかし、この方法で作られた製品には積層加工によるピッチ送りの段差が残ることから、この段差の処理方法が問題になっている。寸法精度を保ち、鏡面に近い表面性状を得る方法が要望されている。今回はその方法の一つとして塗装による手法を検討した。塗装による手法の中で重要なのは、研磨工程である。この研磨工程については、各種試作を通じて得られた研磨の手法を紹介する。

#### 2. 光造形法とは

原理：光造形法は、従来からの物から削り出して製作する切削加工と異なり図-1のような原理で造形を行う。

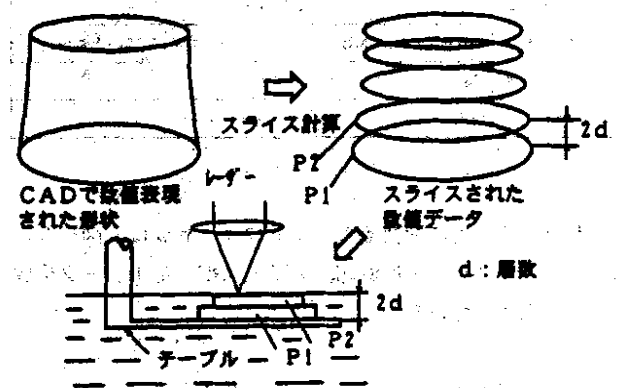


図1 光造形法の原理

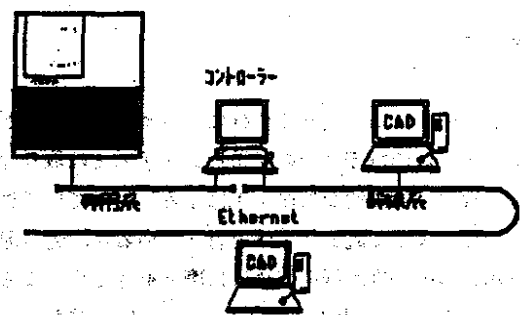


図2 ハードウェア構成

ハードウェア：一般的な光造形装置のハードウェア構成は、図-2に示されるようなCADデータを取り込みスライスデータや加工データを生成するEWSと光造形装置に大別できる。

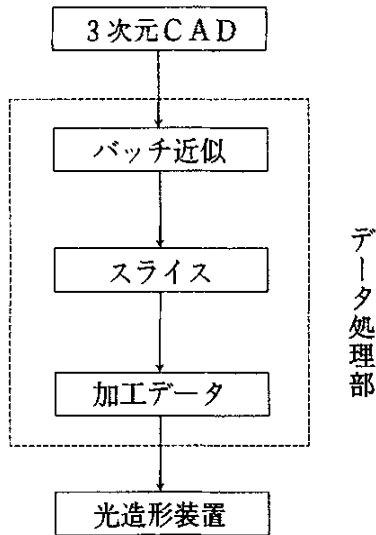


図3 ソフトウェア構成



写真1 光造形物の表面

表1 光造形用樹脂

樹脂メーカー	商品名	化学種
旭電工業	HS	エポキシ
アライドシグナル	Eselectomer	ビニルエーテル
三洋化成	UBP	アクリレート
ナバガイキー	CIBTOOL, XB, CMB	ウレタンアクリレート, エポキシアクリレート, エポキシ
日本化薬	DS	アクリレート
日本合成ゴム	SCR	ウレタンアクリレート

ソフトウェア：光造形装置のソフトウェア構成は、図-3に示されるようにバッチ近似部、スライス部、加工データ生成部より構成されている。

樹脂：光造形用樹脂は、表-1のとおりであり、用途により使い分けされている。

### 3. 鏡面塗装

光造形物の表面は写真-1の様にピッチ送りの段差が表面に出ている。この段差は今の光造形システムでは取り除くことはできない。一般的な切削加工による造形法では研磨工程と磨き工程によって鏡面仕上げを行っているが、光造形の場合樹脂自体の硬度が低いために研磨と磨き工程による仕上げ方では寸法精度が得られにくいという欠点がある。従って、寸法精度を保ちつつ鏡面に仕上げる手法として塗装による手法が現段階ではもっとも合理的であるように思われる。

次に、半球面体（装置：SOUP, 0.05mmピッチ, エポキシ樹脂使用）をサンプルにして塗装の手法について検討したことを示す。塗装による手法を、図-4の様に考えた。

サンプルの塗装に用いた塗料と塗装工程の詳細を表-2に

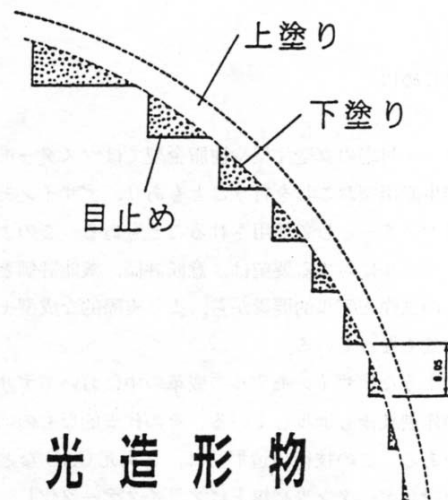


図4 塗装による手法

示す。表-2の塗装工程(6), (7)は鏡面の度合いにより省略することができる。

表2 塗料と塗装工程

塗装工程	塗料・材料	道具と方法
(1) 目止め	ポリバテ	ヘラ付け
(2) 研磨		#400~600 耐水ペーパー、砥石で手研磨
(3) 下塗り	ブラサフェ	エアブラシ、スプレーガンで塗布
(4) 研磨		#500~1000 耐水ペーパーで手研磨
(5) 上塗り	エナメル	エアブラシ、スプレーガンで塗布
(6) 研磨		#1000~1500 耐水ペーパーで手研磨
(7) 磨き	コンパウンド	脱脂綿、ハンドルター (マフ) で磨き

(6), (7) は、塗装によるガン肌をなくす工程である。各工程の塗料に要求される特性をおおまかにまとめると次の様である。

目止め

- ・素地樹脂との付着性が良好なこと
- ・研磨性が良好なこと
- ・効果による肉減りが少ないこと
- ・巣穴ができにくいこと

下塗り

- ・目止めとの付着が良好なこと
- ・厚塗りが可能なこと
- ・効果による肉減りが少ないこと

上塗り

- ・上塗りとの付着性が良好なこと
- ・コンパウンド磨き性に優れていること
- ・耐薬品性があること

工程後の半球面体を写真-2, 3, 4 に示す。又、その表面性状について形状・荒さ測定機 (SURFCOM 600A) による測定結果を図-5 に示す。結果をみても明らかなように素材から、上塗り、下塗りとはほぼ目的に近い仕上がりになっている。写真-5 に光造形物を上記の手法で仕上げ、真空注型で成型したサンプル (プロペラ) を、写真-6 に射出成型で成型したサンプル (コントローラ) を示す。

塗装による鏡面化の手法は、前提としてスプレー塗装が容易な形状に限られる。細かい部品の組み付け部、ネジ穴等は上記の手法では不可能である。それらの加工は従来からのマシンによる切削加工に頼らざるを得ない。従って、光造形においても塗装を考慮した造形形態が今後必要とされると思われる。

4. 研 磨

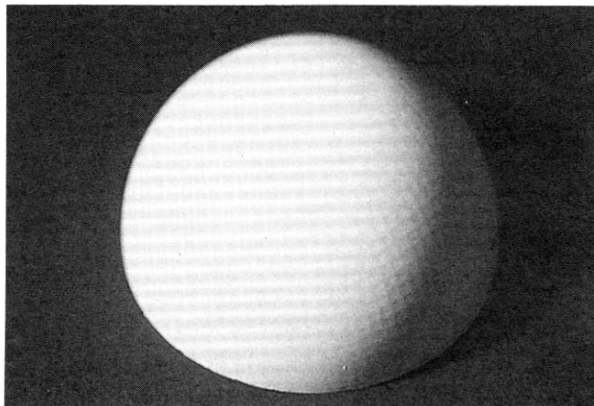


写真 2 下塗り後

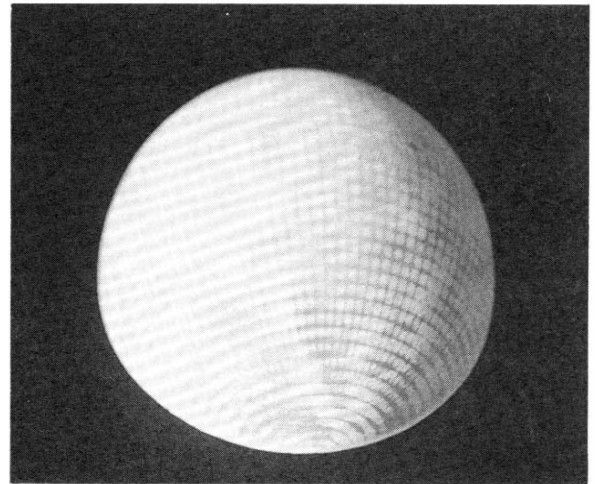


写真 3 下塗り研磨後



写真 4 上塗り磨き後

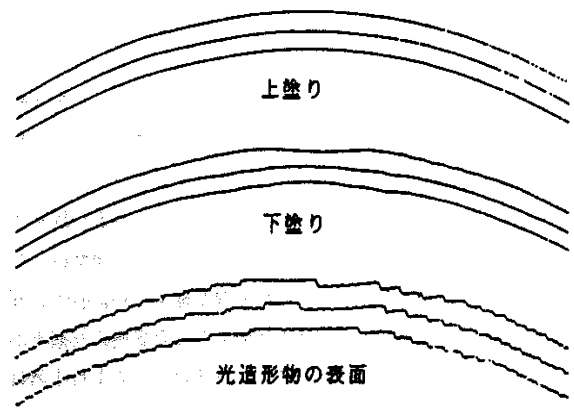


図 5 各工程後の表面形状・粗さ

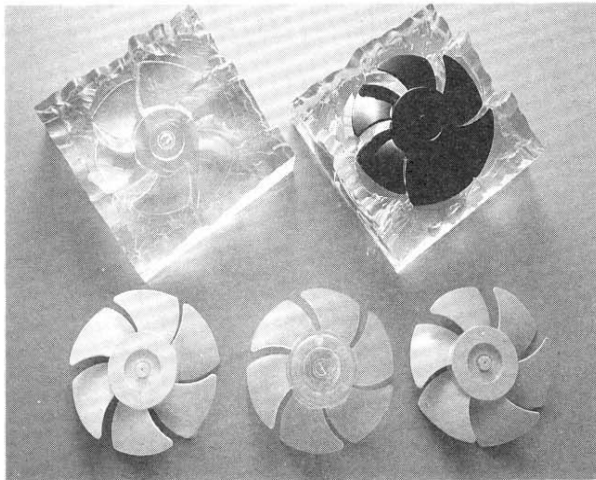


写真5 真空注型による成形品

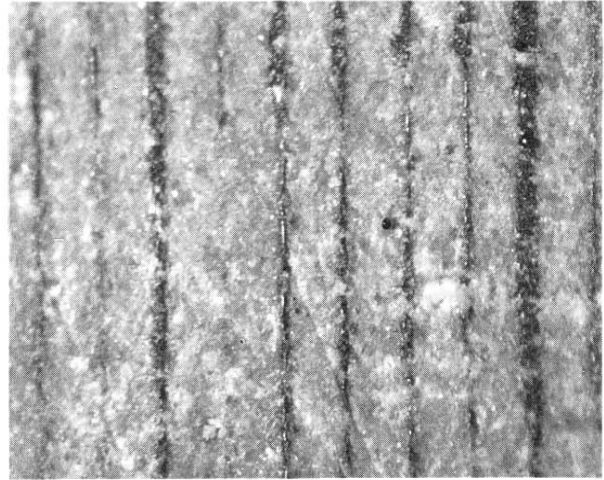


写真7 目止め後の表面

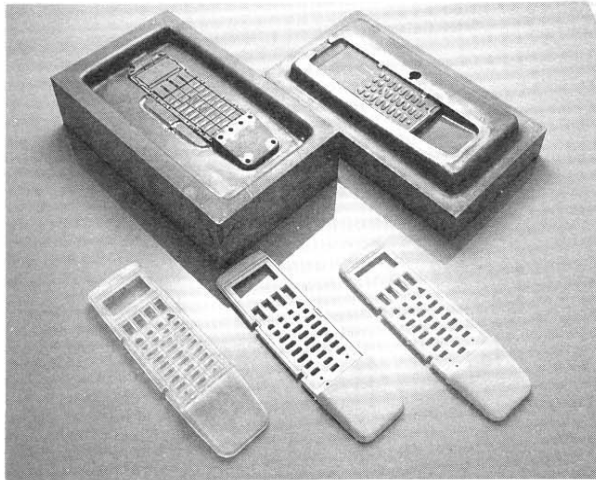


写真6 樹脂金型による成形品

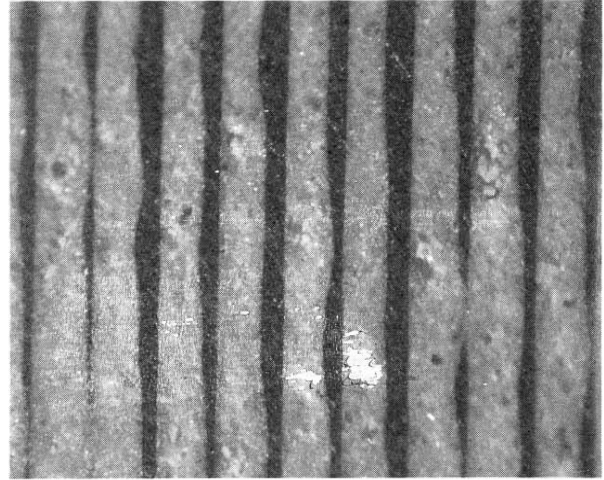


写真8 目止め面の研磨後の表面

光造形物の塗装工程で表面性状に最も影響があるのは研磨工程である。ピッチ目の段差を埋める目止めとプラサフェ後の研磨は製品の寸法精度と目的とする面出しに重要であり、この工程の良否が最終仕上げを決定する。従って、この工程に用いる研磨具・研磨材は製品の形状に最も適したものを使用する必要がある。

表-3 に各形状における研磨具・研磨材を示す。目止めは、ピッチ目を充填する目的で行うが、その後の研磨は、ピッチ凸部を越えた余分な目止め材を取り除くために行う。写真-7, 8 に目止めとその後の研磨を行った表面の状態を示す。この工程で注意することは、ピッチ目の凸部を目止め材が越えないことと、研磨によって凸部を削りすぎないようにすることである。写真-7, 8 のように目止め工程ではピッチ目が大まかに充填されていれば十分である。このとき充填

表3 各形状における研磨具・研磨材

形状	研磨具	研磨材	要 求
平面	当て木	サンドペーパー、砥石	平面精度のある素材(木材、合板)
し面	当て木	サンドペーパー、砥石	加工した当て木
凹面	当て木	サンドペーパー	小型の当て木
凸面	当て木	サンドペーパー	小型の当て木
凹面	成形具	サンドペーパー、研ぎ炭	凹曲面に合うように成形
凸面	手研磨	サンドペーパー	

されていない部分は次の下塗り工程で充填される。

写真-9, 10 に下塗りとその後の研磨を行った表面の状態を示す。下塗りでは、ピッチ凹部が完全に充填されなければならない。その後の研磨は、ピッチ凸部を目安に行う。写真-10 に示した様に研磨は全体的に均一に行う必要がある。

上塗り工程後に行う研磨は、スプレー塗装によるガン肌を

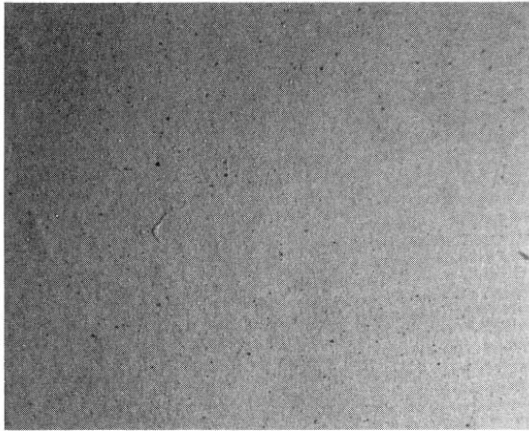


写真9 下塗り後の表面

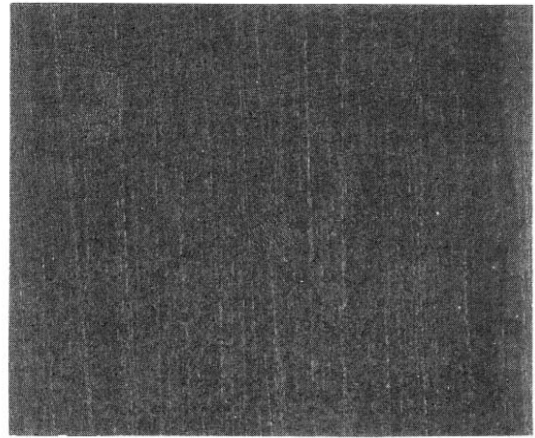


写真12 コンパウンド磨き後の表面

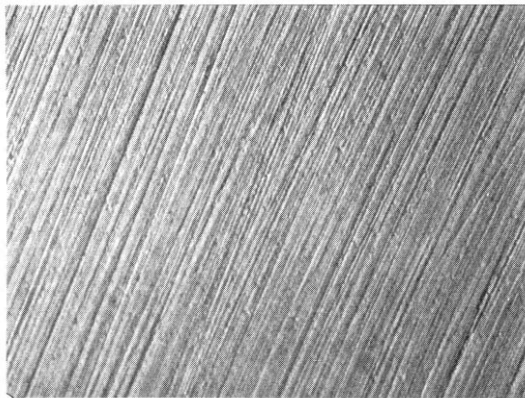


写真10 下塗り面の研磨後の表面

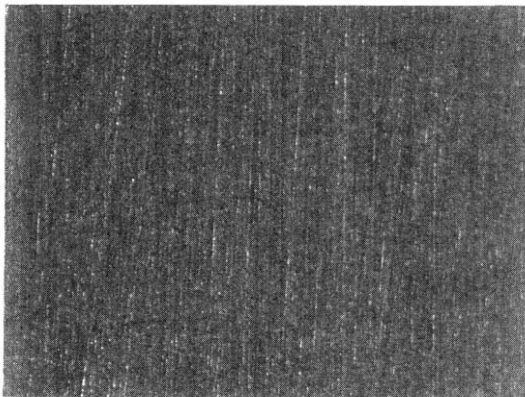


写真11 上塗り面の研磨後の表面

真一11,12に上塗り後の研磨とコンパウンド磨き後の表面の状態を示す。これらの工程により視覚的に十分な鏡面が得られる。

#### 5. まとめ

光造形技術は、切削加工では難しかった複雑な形状でも簡単に造形が可能になり短時間で経済的なモデル製作ができるようになった。しかし、この方法で作られた製品には積層加工によるピッチ送りの段差が残ることから、この段差の処理方法が問題になっている。寸法精度を保ち、鏡面に近い表面性状を得る方法として塗装による手法を検討した。目止めにポリパテ、下塗りにプラサフェ、上塗りに DD ウレタン樹脂塗料を用いると素地との密着が良好で、肉減りが少なく、良好な表面性状が得られることが分かった。又、各種モデルの形状に対する研磨工程は寸法精度、鏡面に近い表面性状を得るために重要で、研磨具、研磨材はモデル形状に最も適したものを使用する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 高見正光, 真空成型システムのキーテクノロジー, 工業材料, 1984 第34巻12号
- 2) 筒井隆夫, 田辺邦彦, メタルレジン複合材「クインネート MEZ シリーズ」の金型への新しい応用
- 3) 早野誠治, 光造形産業を取り巻く環境, シグマ出版, 1994年4月1日発行

取り除くことを目的に行う。この工程で研磨紙を用いるのは、ガン肌の除去を効率的に行うためである。使用する研磨紙は、研磨キズが浅くなるように #1,000 ~ 1,500 程度の番手を用いる。この工程によって上塗りの表面層が除去される。次のコンパウンドは、研磨キズの除去と磨き工程である。写