

光造形システムによる樹脂模型の形状測定 (第1報)

— 光造形システムによる複雑形状部品の一品生産に関する研究 —

船田 昌

機械電子部

Shape Measuring of Resin Models from Laser Stereolithography (Part 1)

-Application of Laser Stereolithography System to Mono Production of Complex-Shape part-

Masashi FUNADA

Mechanics & Electronics Division

要旨

光造形システムによって作成される樹脂製品は、樹脂の特性により反りなどの変形を生じる。そのため完成後の製品の形状、寸法などの精度を保証するためには、変形量を把握し、変形防止のリブや変形に対する見込み量を設計図に折り込まなければならない。

そこで、今回光造形法で製作した階段形状の樹脂模型の基本的な部位に対して形状測定を行い、設計値との比較により変形量を明確にした。

1. 緒言

光造形システムは、光硬化樹脂にレーザビームを断面形状に照射し断面形状に樹脂を硬化させ、硬化した断面形状物を順次積層する事により製品形状を造るシステムである。

樹脂は硬化の過程において収縮し、そのため完成品に反りなどの変形を生じる。この樹脂の収縮の度合は、レーザビームによる露光の状態により大きく変わり、この露光量は、レーザビーム径、スキャニングスピード等の多くのパラメータにより変化する。加えて、露光後の暗反応による樹脂の収縮を考慮すると、レーザビーム走査経路、模型の肉厚等により変形の状態も変化する。

このような状況の中、変形を予測するシミュレーションは確立されておらず、造形条件の設定や補強リブなどで変形を防止しているのが現状である。

今回、精密鑄造の消失模型として使用する事を目的として製作した光造形樹脂模型の形状測定を行い、設計値との比較により変形の傾向を明確にした。

2. 造形条件及び測定条件

2.1 造形装置及び造形条件

造形装置名及び造形条件をTable 1に示す。

造形に使用した装置は、LD励起固体ブルーレーザを使用し可視光硬化性樹脂を硬化させる方式であり、ブルーレーザは造形ベースの下方から照射させ積層する、引き上げ造形方式である。

Table 1 造形装置及び造形条件

造形装置名	DENKEN SLP-5000
引き上げピッチ	0.2mm
スキャン方式	シングル
スキャンスピード	100mm/s
スキャン形式	ラスター
ラスターピッチ	0.2mm
薄液コントロール	有り

2.2 模型形状及び設定座標系

Fig.1 に今回造形した模型の全体形状、及び測定時に設定した座標系を示す。

模型の肉厚は2.4mmで、第1平面部、第2平面部は中空、第3平面部は中実の構造になっている。樹脂の積層は、XY平面に平行でZ軸の-から+の方向で行った。

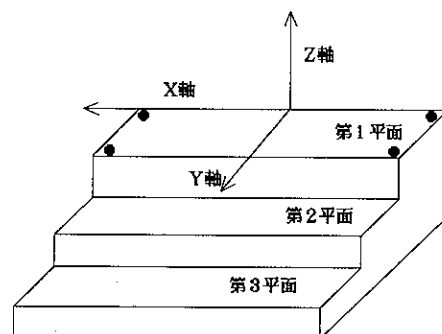


Fig.1 模型形状及び設定座標系

基準平面は、形状的に最も安定している Fig.1中の第1平面部の四隅の点(●部)にて設定した。

2.3 測定部位及び測定方法

今回の測定は、Fig.1中の第1平面、第2平面、第3平面部についての形状測定を行い、設計値との比較を行った。

側面部の形状測定については、積層による段差が大きくなり、変形量の算出が困難であったため行わなかった。

測定は、各平面を3分割するY座標において、3次元測定機の倣いプローブをX軸+方向に走査させを行った。

測定値は、得られたデータをX軸方向に定ピッチ処理した値を使用した。

3. 測定結果及び考察

Fig.2, Fig.3, Fig.4に第1平面、第2平面、第3平面の測定結果を示す。

それぞれのグラフは、第1平面、第2平面、第3平面の設計値(第1平面は $Z=0\text{mm}$ 、第2平面は $Z=-10\text{mm}$ 、第3平面は $Z=-15\text{mm}$ 上の平面)からのずれを表したものである。

全平面ともX軸の中央が周辺部と比較してくぼんでいる事が確認される。これは、樹脂の収縮によって反りを生じたためだと考えられる。

第2平面、第3平面に関しては、Yの値の増加に伴いZの値が減少する先下がり傾向が確認される。本来、今回の模型の形状に対し2次元で樹脂の収縮を考えた場合、YZ断面では、実長の長い方が収縮量が多いため反

り上がりを生じ、Yの値が増加するとZの値も設計値に対して増加すると考えられる。しかし、今回の形状に関して3次元で樹脂の収縮を考えた場合、XZ断面の反り量(Z-方向)の方がYZ断面の反り量(Z+方向)より大きい事による反り量の相殺と、第1-第2平面、第2-第3平面間の縦面による変形の抑制によって今回測定の結果になったと考えられる。

Fig.3の第2平面のY-22mmのXZ断面では、W形状になっている事が確認される。

これに関しても第1平面と第2平面間の垂直面が反りの抑制をしているためだと考えられる。この現象が第3平面に見られないのは、中空の第2平面部に対し中実の第3平面部の方が反りが抑制される事と、第1平面と第2平面間の距離(10mm)と第2平面と第3平面間の距離(5mm)の違いにより、距離のある第1平面と第2平面間の縦面の方が変形抑制力が小さい事が原因であると考えられる。

4. まとめ

今回、光造形装置により製作した階段形状模型の平面部の形状測定を行う事により、以下の事が明確になった。

- (1) 樹脂の収縮により、平面部は湾曲した形状になる。
- (2) 縦面の影響や平面部の中の構造により、W形状に湾曲する事がある。

今後は、造形条件の最適化や変形抑制のためのリブ構造を取り入れた模型に対して効果の確認を行い、平面部のみではなく、縦面を含めた全体的な形状測定を行う。

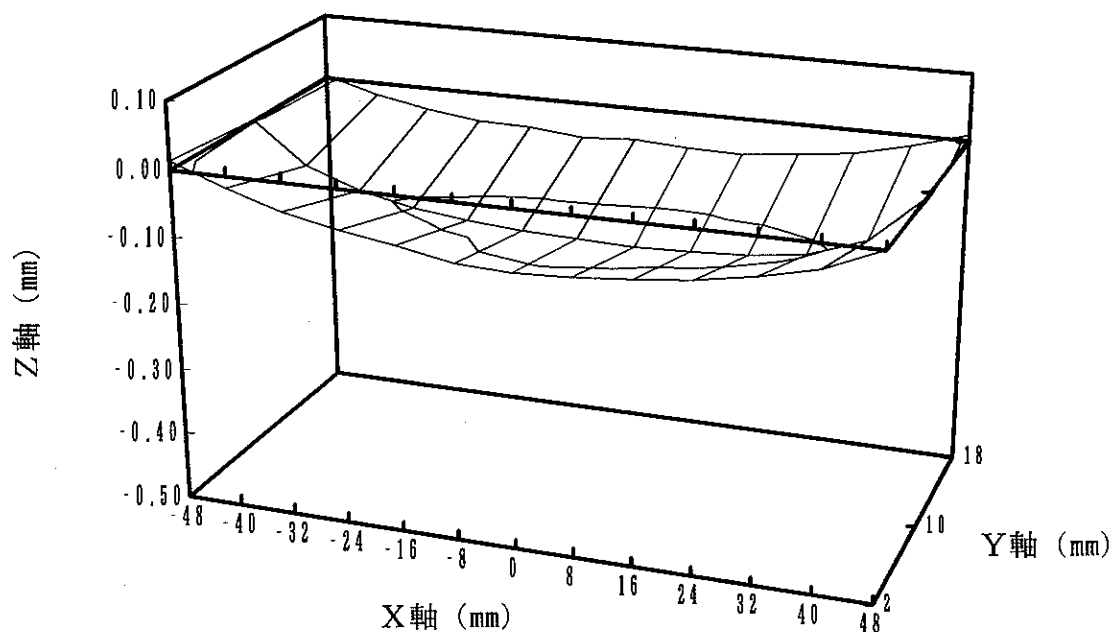


Fig.2 第1平面部測定結果

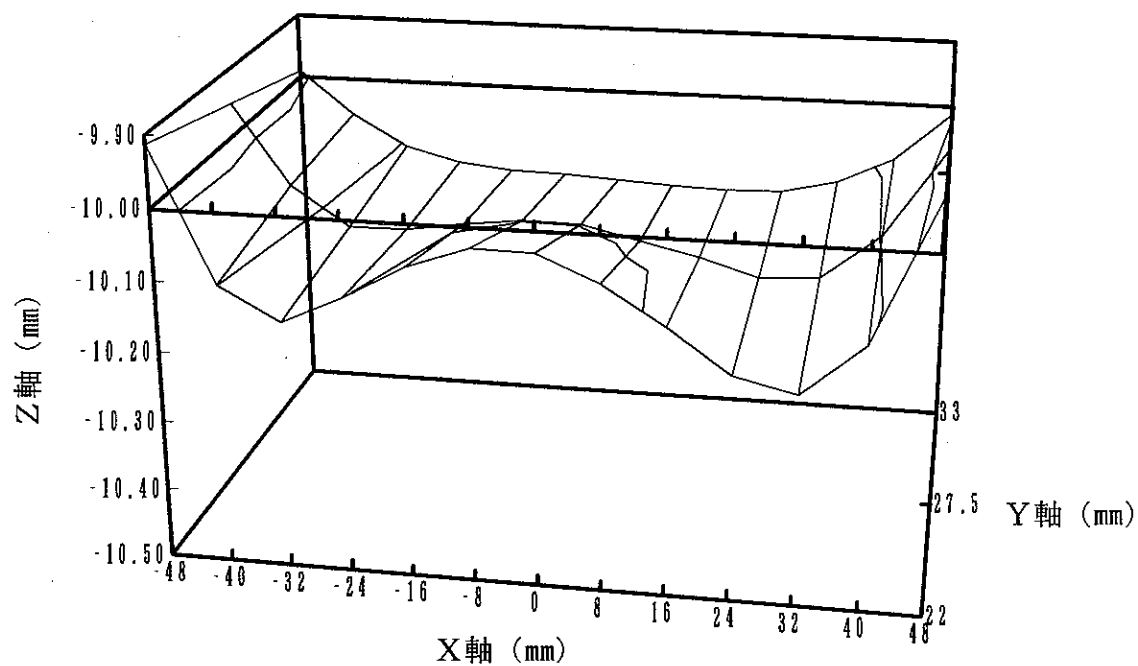


Fig.3 第2平面部測定結果

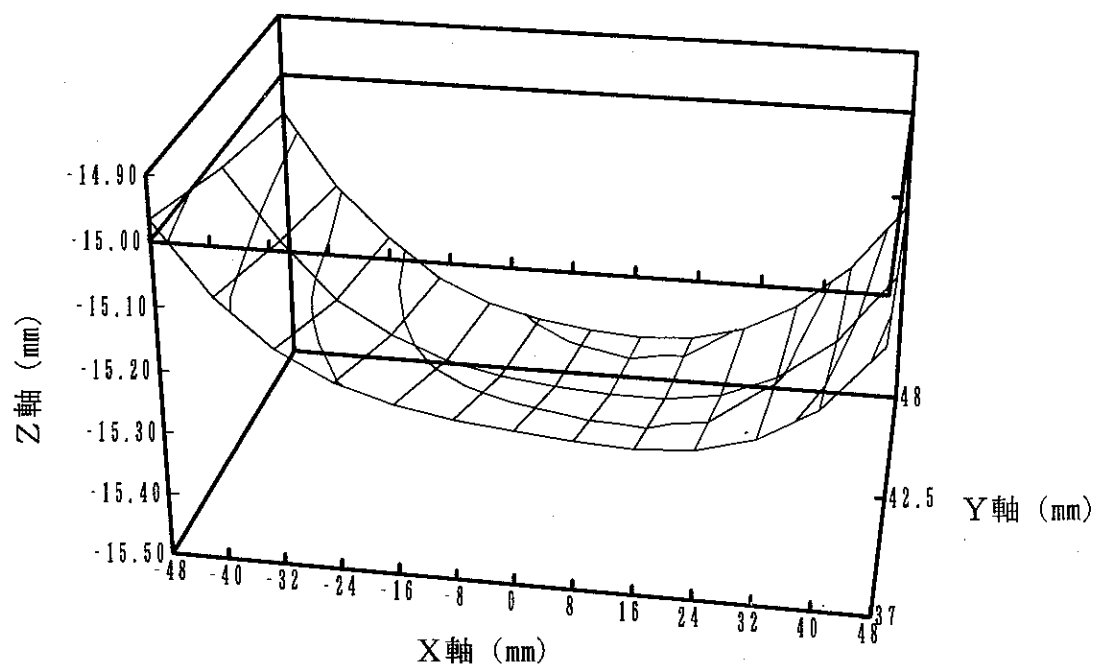


Fig.4 第3平面部測定結果

付 録

今回、測定に使用した装置を以下に記す。

・CNC三次元測定機：Mitutoyo HYPER KN810

軸精度： $(1.5 + 1.5 \times L / 1000) \leq 2.5 \mu\text{m}$

※L：2点間寸法(mm)

・触針プローブ：Mitutoyo MPP4