

北大工 ○小川健一郎 檜原弘之 五十嵐悟 斎藤勝政

要 旨

立体を気中で造形していく装置を考案し、試作・開発を目標とした。前2報において、本機構が実現可能であるとの結論を得たことから、本報では、装置の全体を試作し、実際に本装置で立体を造形したときの積層性について、実験及び考察を行ない、本装置において立体の積層が可能であることを確認した。

1. 緒言

現在、光造形装置の大部分が、液中に立体を造形していくものである。この方法には、造形立体の膨潤・固化面の平滑性等の問題点がある。

そこで筆者らは、新たに立体を気中で造形していく装置を考案、その基本構成を示した¹⁾。本装置は、1層分の薄い樹脂層を固化させ、それを気中で積層することにより立体を造形するので、前問題点の解決及びエッジの明瞭化による高精度化が期待される。

前2報¹⁾²⁾では、本機構の樹脂剥離部、樹脂塗布部の実現が可能である事を示した。

本報では、装置全体を試作し(写真1)、立体の造形実験を行ない、本装置の立体成形性についての検討を行なった。

2. 装置の概要

図1に装置の基本原理を示す。シートを固定しローラ軸を直動させることによりローラを回転させて、樹脂の塗布及び硬化層の剥離を行うところが本装置の特徴である。この繰返しにより気中に立体を造形できると期待される。図中の矢印は、剥離時の動きを表している。又、a及びbはローラの間隔である。

なお、本報より樹脂の塗布方向を上面から下面に変更した。

3. 立体成形性の検討実験

本装置においての立体成形性に大きく影響する問題として、①層間の剥離(接着しない)②樹脂厚さ、が挙げられる。硬化樹脂を剥離する速度が大きいと、樹脂がシートから剥離せず積層が出来なくなったり(層間の剥離)、樹脂の厚さが設定どおり実現されないと(樹脂厚さの不安定)厚さの誤差が大きくなり、設定どおりの形状が実現されない。

そこで、これら問題点の影響を定量化して、装置の立体成形性を検討するために、パラメータを2種類変えて簡単な形状の立体(直方体)の造形実験及び考察を行なった。

以下に実験条件を示す。

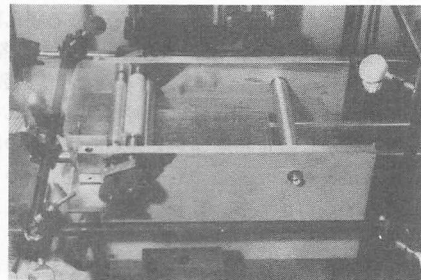


写真1 立体造形装置

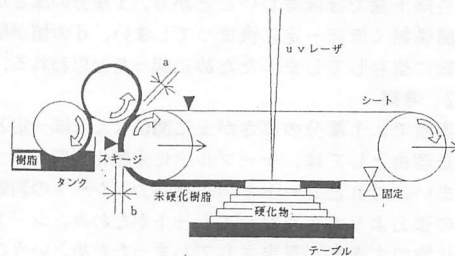


図1 装置の基本原理

実験1 シート引張り速度の違い

シート引張り速度 : 10, 30, 50 (mm/s)

1層あたりのエレベータ降下量: 0.10mm

積層回数 : 20回(20層)

造形物 : 20×20 (mm)直方体

実験2 1層あたりのエレベータ降下量の違い

シート引張り速度 : 30 (mm/s)

1層あたりのエレベータ降下量(x) : 0.10, 0.15, 0.20 (mm)

設定積層厚さ(y) : 3.0 (mm)

造形物 : 10×10 (mm)直方体

(積層回数nは、 $y = nx$ より導かれる)

●固定条件

レーザー : 0.4 (W) 樹脂塗布速度 : 10 (mm/s)

走査速度 : 360 (mm/s) ローラー間隔 : 0.5 (mm)

走査間隔 : 0.2 (mm)

4. 実験結果の検討及び考察

4-1 実験結果の検討

(1) シートと硬化樹脂の剝離性について

写真2は実験1で造形した硬化物である。各引張り速度に対してシートと硬化物の剝離性は良好で、造形中に各層間の剝離は起こらずに20層の立体が造形できた。10～50 (mm/s)の範囲において、積層は可能であるといえる。

(2) 樹脂厚さについて

図2は、1層あたりのエレベータ降下量 x と積層厚さ d の関係である。ここで、予め造形する硬化物の積層厚さ(設定積層厚さ=3mm)を決定しておく。各 x について、 $3(\text{mm})=n \times x$ を満たすような積層回数 n を定めれば、理論上は3 (mm)の積層物が造形されることになる。しかし設定積層厚さに達しているものはなく、しかも x が大きくなるにつれて d は小さくなっている。又、値のばらつきも0.5 (mm)程度あり、 d に比較して大きな値となっている。

図3は、各 x に対する積層回数と1層あたりの平均硬化厚さ h である。図2における d の値の減少は、 h が各降下量でほぼ等しいことから、1層分の厚さが x に関係無くほぼ一定に決まってしまう、 d の値が積層回数に依存してしまっただけに起ったと思われる。

4-2 考察

実験で、1層分の厚さが x に関係なくほぼ一定となった理由としては、テーブル上に未硬化樹脂が残ってしまい、これとシートとの表面張力がシートの剝離方向の張力より大きくなってシートがたわみ、シートと硬化物のすきまが規定されてしまったためということ、塗布された樹脂の厚みが降下量より小さいということの2点が考えられる。又、積層厚さにばらつきがでたのは、シートへ塗布された樹脂の厚さが、各サイクルごとでばらつき、むらができていたためと思われる。

写真3は、硬化物中に存在する気泡であるが、これも今述べた理由によって出来たと思われる。

以上より、本装置においての立体積層性に大きく影響してくるのは、①いかにシートへ未硬化樹脂を安定した厚さで塗布するか②テーブルに残った未硬化樹脂の除去、という点であるといえる。これらは、安定した厚さの硬化物の成形のために解決すべき点である。

5. 今後の展望

以上より本装置を使用した立体の積層は可能であるといえるが、これからは、①自動で②多層の造形を③高精度に行なうことが目標となる。このための問題点として、ハード面では、①樹脂の塗布厚さの制御及び樹脂の安定した供給②シート・テーブルの平行③耐久性・剝離性に優れたシートの選定④安全装置の開発、ソフト面では、レーザ及びテーブルの同時制御及び制

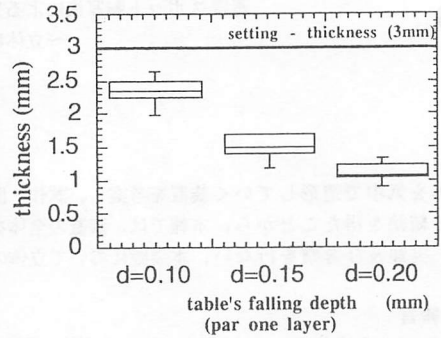


図2 エレベータ降下量の違いと積層厚さ

*設定積層厚さ=3.00 (mm)

1層当りのエレベータ降下量	積層回数	積層厚さ (平均値)	1層当りの硬化厚さ
0.10 (mm)	30 (回)	2.35 (mm)	0.078 (mm)
0.15 (mm)	20 (回)	1.50 (mm)	0.075 (mm)
0.20 (mm)	15 (回)	1.12 (mm)	0.075 (mm)

図3 積層回数と1層あたりの硬化厚さ

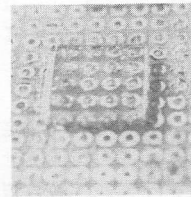


写真2 造形物

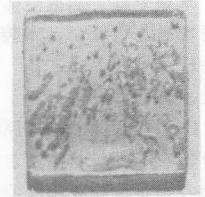


写真3 気泡の存在

御用ソフトの開発などが挙げられる。これらの問題点の解決を行ない、最終的には目標の装置の開発を行なっていく予定である。

6. 結論

- ① 空中に立体を造形する装置の試作を行なった。
- ② 本装置での立体積層の可能性を示した。
- ③ シート引張り速度10～50 mm/sにおいて硬化樹脂とシートは良好な剝離性を示した。
- ④ 本装置で安定した厚さの硬化物を成形するためには、特に塗布樹脂厚さの制御及びテーブルに残った未硬化樹脂の除去が必要である。

■参考文献

- 1) 小川, 檜原, 斎藤: "連続スポット転写法による光CAMシステムに関する研究" 精密工学会1992年度北海道支部学術講演会論文集 P15 (1992)
- 2) 小川, 檜原, 斎藤: "連続スポット転写法による光CAMシステムに関する研究" 精密工学会1993年度春季大会学術講演会論文集 P641-642 (1993)