

## 要旨

板による積層立体造形では、必要領域と不用領域が造形物内に混在するため、成形後に不用領域の除去工程が必要となる。そこで、本研究では、各層の不用領域の除去を積層工程内で行い、造形終了後に不用領域を除去する工程を必要としない立体造形法を提案し、その手法を実現する装置を試作して、造形実験を行って本手法の有効性を確認した。

## 1. 緒言

三次元CADデータから直接、立体模型を造形する場合の一手法として、積層立体造形法がある。これは、CAD上の立体をZ方向に分割し、それをスライスデータとし、その輪郭に沿って、実体モデルの断面を形成し、これを積み重ねることによって立体模型を得る手法である。ブロック状の材料を切削する場合、工具の干渉問題などで造形できなかった複雑な形状も、造形する立体を層に分割することで製造可能となる。

この造形法の主な方法として、樹脂を用いた光造形法とか、薄板状の材料を積み重ねて造形する方法がある。従来、後者の手法では、輪郭を切り出し、必要な領域、不用な領域とを分離せずに積層していき(図1)、積層が終了した後に不用領域を取り除いていた。この際、複雑な形状では、不用領域が除去不可能となることがある。また、除去可能な場合でも、造形物自体に傷を付けてしまう可能性がある。

本研究では、薄板状の発泡スチロールを用い、積層行程の中で不用な領域を取り除きながら造形する手法を提案し、造形装置を試作して造形実験を行い、その検証を行う。

## 2. 新しい積層法の提案

不用領域を積層工程内で除去するためには、一平面内で必要な領域と不用な領域とを分離することが必要である。その方法として、最も内側の輪郭から切り出す方法を提案する。まず、切り出す輪郭の内側領域の必要、不用の判別を行う。次に、必要な領域であればプラットフォームに接着する。もし、不用であれば、発泡スチロールの下にシートを移動させ、シート上に切り落とし、シートを移動して不要物を作業領域の外に置いた排出口まで運び、排出する。例として、図2のような断層モデルを形成する工程を示す。図2のA-A'断面で見ると、図3のようになる。

①材料供給

②内側要求形状切り出し、積層

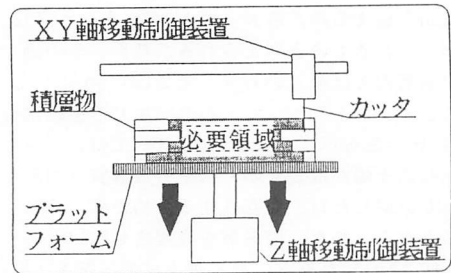


図1 原理図

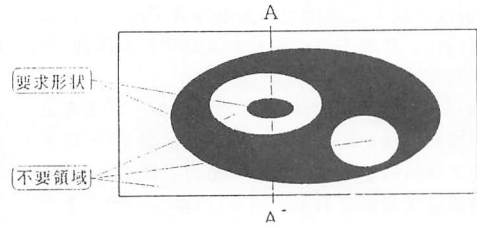


図2 断層モデル

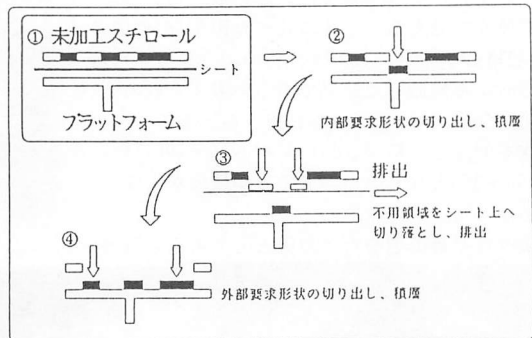


図3 提案する薄板積層造形のプロセス

③不用領域をシート上に切り落とし、排出

④外側要求形状切り出し、積層

この例では、不用領域と要求形状が幾重ものリングになる場合においても、この工程を繰り返すことによって不用領域を排出した要求形状を得る事が出来る。

### 3. 試作装置の構成

試作した装置の構成図を図4に示す。提案した手法を実現するため、加工部（電熱針、XYプロッタ）、積層部、ベルトコンベアー部と大別できる。

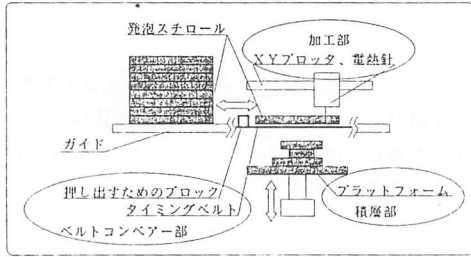


図4 構成図

#### 3.1 加工部

発泡スチロール薄板を材料としているので、加工用工具には電熱針を採用した(図5)。具体的には、ピアノ線の周りを絶縁体として耐熱ガラスで覆い、その上にニクロム線が巻いてある。これは片持ち梁なので、力が加わると電熱針が曲がり易く(写真1)、曲がると変形した切断面が生じる。曲がりを防ぐため、電熱針を太くして剛性を上げ、電熱針の熱量を増し、送り速度を調整した。その結果、加工部の仕様は、電熱針の電圧12V、電流0.4A、ピアノ線の直径0.4mm、ガラス管の外径0.9~1.0mm、電熱針の外径は1.25~1.30mmであり、加工時の送り速度は10.0mm/sが最適である。

#### 3.2 積層部

プラットフォームの寸法は412×380mmである。連続積層が可能な造形物の高さは、110mmまでである。110mm以上積層する場合、高さ方向で幾つかに立体を分割し、分割した面の上下の層に基準点を設け、各分割立体の積層が完了した後に、基準点を合わせ、接合することによって対応する。

加工、積層部の仕様をまとめたものが、次表である。

成形物最大寸法	412×380×110mm
分解能	0.05mm / step
最大送り速度	10.0mm / s
電熱針パワー	4.8W
電熱針径	φ1.25mm

#### 3.3 ベルトコンベアー部

タイミングベルトの上に板押し出し用ブロックと、不用領域排出用のシートが固定されている。ベルトの動きによってスチロール板を押し出して供給し、加工した後に最も外側の不用領域を排出、その他の不用領域の排出は排出用シートによって行われる。

### 4. 加工実験

試作装置を用いて積層立体モデルの造形を行った。連続積層過程において、積層する際の各部の挙動を調べた。また、基準点を設け、11層以上の積層も行った。用いた発泡スチロールの厚さは10.0mmである。

### 5. 実験結果

何層か積層してみると、針先端からの熱が、既積層物上表面に、跡を残す現象が現れた。よって、既積層物上表面とスチロールとを接着せずに隙間をあけて切り出す方法を試してみた。隙間が適切であった場合には既成形物上には傷がつかず、良好な接合面が得られた。また、基準点を設けて11層以上を積層した場合、一度造形物を取り除かなくてはならないが、積層の時のズレはなく良好な結果を得た。一例として、耳のCTデータより得られたスライス形状を積層したものを写真2に示す。この造形物では、従来法でも不用領域除去は可能であるが、除去を行う際に造形物を傷つけてしまう可能性があり、これを避けるのに本手法は有効である。

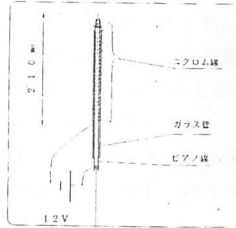


図5 電熱針

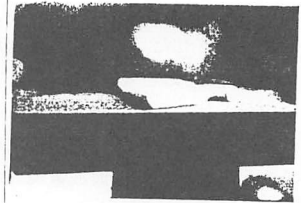


写真1 電熱針の曲がりにより変形した断面

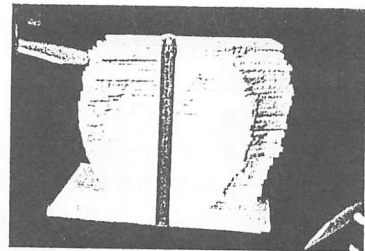


写真2 耳(32層)

### 5. 結論

- ・積層工程内で、不用領域の除去を行う手法の提案を行った。
- ・提案した手法を実現する薄板積層立体造形装置の開発を行い、その有効性を確認した。

#### 参考文献

- 1)Merlin Warner:LET'S CAST A LOM PART、Proc.of 3rdInternational Conference on Rapid Prototyping, Dayton, (1992)pp287-294.