

要 旨

光造形法において、形状精度に悪影響を与える引け反りの発生部位を抽出することは、ひずみの少ない単層の造形を可能にし、高精度に立体を製作するのに必要である。本報告は、各断面層において引け反り領域と安定領域とを抽出し、引け反り領域に異なった照射経路を生成することを提案する。また、本システムを用いて片持ち梁を造形したところ、従来の照射経路で造形するよりも反りが少ない立体が得られた。

1. はじめに

光造形法は、3次元CADデータから高速かつ少ない工程数で立体を製作可能な立体造形法であり、その製作プロセスは立体の複雑さや形状に依存しないことが大きな利点の一つである。しかし、サポートのない片持ちばり等を造形すれば、層間に発生するせん断応力により反りが生じ、形状精度に悪影響を与えるという問題がある。一方、造形途上の断面を塗りつぶす照射パターンを変えることによって、形状精度が改善されることが知られている¹⁾。著者らは、造形物の精度向上のために、断面の照射パターンの変更が可能な高度CAMシステム¹⁾²⁾を開発した。本システムは照射パターン設定機能、引け反り領域抽出機能、サポート機能、の3つの機能を持ち、本報告では引け反り領域抽出判定機能について報告する。また実際に立体を造形することにより、システムの評価も行った。

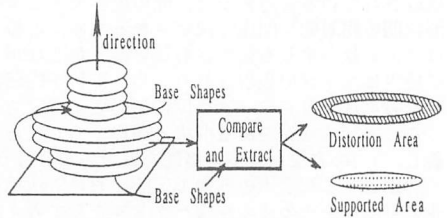


図1 引け反り領域と安定領域

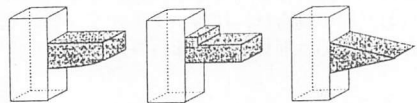


図2 さまざまな突出部を持つ形状の例

2. 引け反り領域抽出機能

2.1 機能の概念

収縮応力の発生が少ない照射パターンで造形する方法は、複雑な経路を使用するので、造形に時間がかかる²⁾。また、変形を生じない層にまでパターンを変更するのは効率が悪くなる。そこで、形状精度を低下させる部分だけを抽出して、その領域だけ特殊な照射パターンを使用し、他は高速な照射パターンとすることで造形の効率化を図れ、ひずみの少ない立体の造形が可能となる。実際に引け反り変形が生じる部分は、下部にサポートのない不支持層(断面形状が急に増大した層)などで顕著にみられる。引け反り抽出機能は、各断面形状を下部から支持されていない不支持領域と、支持されている支持領域とを正確に分離する能力が必要である。

2.2 反り領域抽出

各層での反り領域は、2つの断面層において下層からさらに面積が増加している領域に相当し、各層ごとに、下層より増加した領域を反り領域、下層と変わらないか、減少した領域を安定領域とすれば容易に抽出できる(図1)。しかし、下層との比較では安定領域であっても、全体的にみれば反り領域である立体が存在する(図2)。そこで本システムでは基底形状(Base Shape)という層を導入した。基底形状とは引け反りが起こらない比較の基準となる形状のことで、ベースプレート上に積層した第1層目がそれにあたり、以後その層と同じ形状や小さい形状が出現すれば、その層が基底形状となる。基底形状を用いることにより正確に領域抽出を行うことが可能となった。図3に反り領域の抽出処理方法、

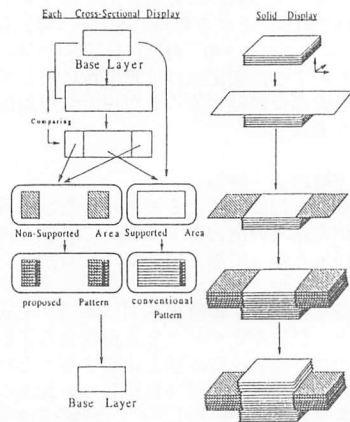


図3 反り領域抽出処理

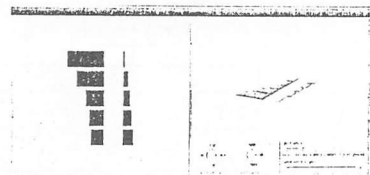


写真1 反り領域抽出結果

写真1に出力結果を示した。

2.3 引け領域抽出

一般的に引けとは図4のように垂直に立っている薄板が変形する現象のことで、実際に引けが生じるサンプルを製作し薄板の側面で見られる引け現象を観測した(写真2)。

断面における引け領域は、断面の急増部を含む層で生じているが、その詳細な領域は引けのモデル化をして、実験をしないと求められないため、本報告では、断面の急増部を含む層を、引け領域として抽出し、今後、モデル化と実験により、詳細な引け領域を抽出することにする。

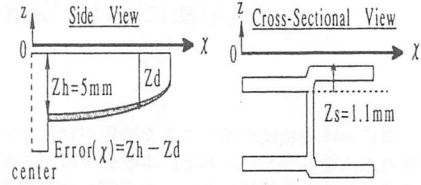


図5 実験に用いた反り、引けモデル

図4 引け現象がみられる形状

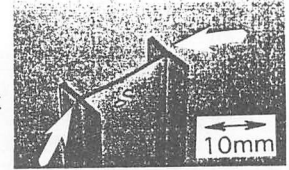
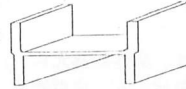


写真2 引け現象がみられた形状の例

3. 引け反り領域抽出実験

本システムにおいて、反り領域が正確に抽出でき、断面を分割して照射することの有効性を確かめるために以下の2つの実験を行った。

〈実験1〉反り領域が正確に抽出されているかをみるため、本システムで求めた反り領域と、実際に造形した立体の反り領域とを比較した。また薄板の側面における引けの発生場所を求める実験も行った(図5)。

〈実験方法〉上下の向きを変えて造形した反りが生じていないモデルと反りが生じているモデル(写真3)の梁の厚さの誤差を求め、実際に反っている部分と、本システムで求めた2次元平面における反り領域とを比較する。

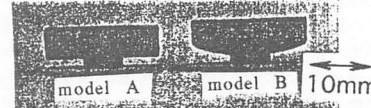


写真3 反り現象がみられた形状の例

〈実験2〉実際に反りが起こりそうな立体を造形し、本システムによる方法と通常の照射パターンによる方法とで反り量にどのような変化が見られるか確かめた。(共通条件)装置:ソリッドクリエイタ JSC2000, 樹脂:デソライトSCR-200, 走査速度:161mm/s

4. 結果と考察

図6は実際に反っている領域と本システムで求めた反り領域との比較である。図より、梁の付け根の部分でオーバーキアが見られるものの抽出した反り領域内で反りが見られ、安定領域では反りがみられず、抽出が正確に行われていることが分かる。図7は図5におけるErrorを、本システムを用いて引け反り領域を抽出し、スキップスキャン²⁾で照射した方法と、通常の方法とで造形した、梁の厚さの設計値との誤差の変化である。誤差の平均値で評価すると、本システムの方が平均で30μm程度少なく、反り量は若干減少したといえる。さらに、張り出し領域に有効な照射パターンを用いれば、いっそうの反り量の減少が望められると思われる。図8は図5における、Zsの変化である。4.5mmから板をつなぐ橋の部分が出現し、それに対応して厚さが変化し、引け現象が生じていることが分かる。また、80mWに関しては、橋の部分のオーバーキアのため、4mm付近から引けが生じ引け量も大きい。よって、引け領域は、断面の急変部で生じるが、照射条件により引け量も変化するので、抽出する際は、照射条件も考慮する必要がある。

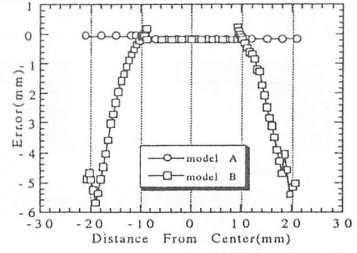


図6 反り領域における反り量の変化

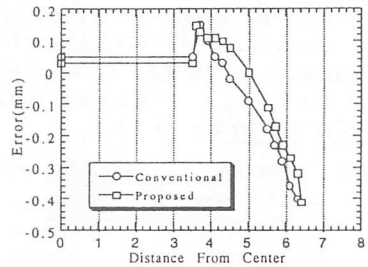


図7 異なる照射パスにおける反り量の比較

5. おわりに

①光造形法において、断面形状における引け反り領域と安定領域を抽出し、異なる照射経路を生成する機能を有するシステムを開発した。

②本システムを用いて片持ち梁を造形すれば、張り出し部が3.5mmの長さに対して平均30μm程度誤差が少ないモデルが得られた。

6. 参考文献

- 1) 喜多他:1993年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集, p69
- 2) 喜多他:1994年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, p567

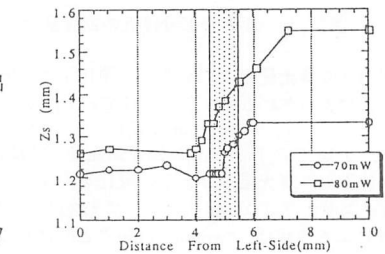


図8 Zsの変化による引けの発生部位の比較