

北海道大学 ○喜多徹、楳原弘之、五十嵐悟、斎藤勝政

要 旨

本研究は、光造形法における造形物の形状ひずみを低減し、照射条件を変更して立体物を高精度に製作できる高度なCAMシステムの開発を目的としている。開発したシステムを用いて照射パターンや走査間隔の違いによる造形物の反りの影響を定量的に評価し、その有効性を確かめた。

1. はじめに

光造形法は新しい立体模型製作法であり、現在産業界で多く利用されているが、形状誤差や、引け反りといった光造形特有の問題がある。樹脂を硬化させる時のレーザーの照射条件が造形物の形状に影響を与えることは経験的に知られている。したがって高精度な模型を実現するためには、精度が悪くなる部分で照射条件を変える必要があると考え、高度CAMシステムを開発した。光造形法での高度CAMシステムとは位置付けを図1に示す。図1に示すように高度CAMシステムとはCADで設計された輪郭データから3次元模型ができてくるまでの一連のプロセスをさし、与えられた形状をあらゆる条件、知識を考慮しながら精度良く作るシステムである。本報告では照射条件設定機能について報告する。(図2)

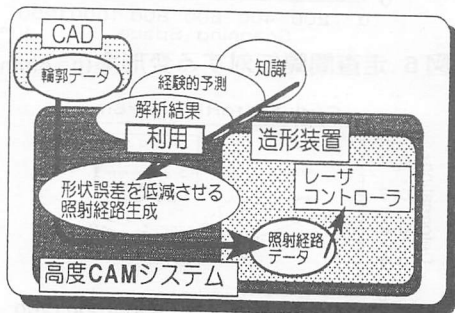


図1. 高度CAMシステム

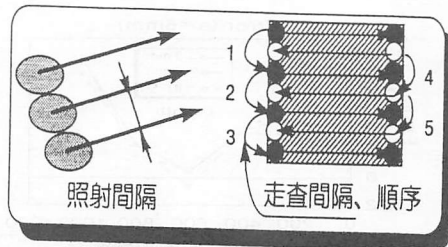


図2. 照射間隔と走査間隔

2. 本システムの特徴とシステム構成

高度CAMシステムの備えるべき機能として、

①与えられたCADデータに対して精度を向上させるための形状補正機能

②精度向上のための経路生成機能

がある。本システムの構成図を図3に示す。本システムは照射経路生成部とモデル造形部の2つから成り立つ。先にも述べた形状補正機能は、照射経路生成部における自動足つけ、引け反り判定機能に相当する。また経路生成機能は照射条件を設定して生成できる。ただし、自動足つけ機能、引け反り判定機能は現在開発中である。

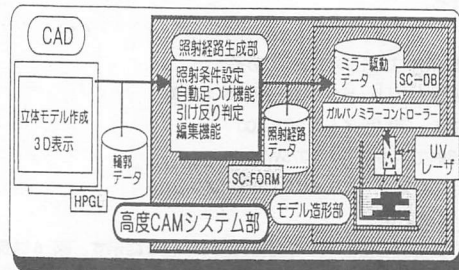


図3. システム構成

3. 照射経路生成部

本システムでの中心である、照射経路生成部の処理手順を図4に示す。照射経路とは、各層で硬化すべき部分を塗りつぶすレーザーの経路のことで、ここでは

①形状輪郭線群に基づく照射領域の判定

②あるパターンに基づく照射経路の生成と内部塗りつぶしの判定

が主な処理となっている。ここでは内部モデルと格子モデルという2つのモデルを用いることにより、処理の簡素化、高速化を達成している。処理手順としては、まず立体の断面輪郭線群を一層ずつ読み込み、内部モデルに変換し切片計算を行う。次に格子モデルに変換するが、格子モデルとはマトリックス上で断面形状を表現したもので、領域がすべてある要

素で表現されているため、レーザを照射する領域と照射しない領域が容易に判別できる。照射する領域が決まれば、それをはみ出さないように、ビーム直径だけオフセットさせ与えられた走査パターンに基づいた照射経路を生成する。現システムでは領域分割と走査間隔変更ができ、その組み合わせで塗りつぶしを行う。この処理を全断面に対して行い、照射経路はモデル造形部に送られる。

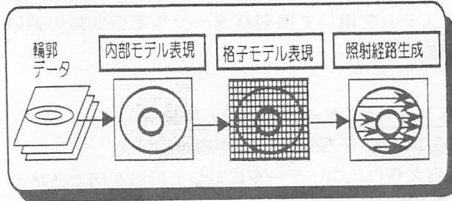


図4.照射経路生成

4. 評価実験

図5は造形物に反りが生じた図であり、照射条件と反りとの関係を見るため以下の実験を行った。図5における長さhと厚さaの異なるモデルに対して走査間隔(Scanning Space)をいろいろ変形させ、反り(Curl Distortion)の影響を式(1)での変形率ε(Deformation)と、aの造形後の厚さa'によって評価する。

$$\epsilon = (a' - a) / h \quad (1)$$

実験条件は以下のとおりである。

- 装置：ソリッドクリエータ：SCS2000
- 樹脂：デソライト：SCR-200
- 照射エネルギー：0.375W
- 走査間隔：(200,400,600,800,1000 μm)

5. 実験結果

走査間隔と変形率εの関係を図6～図8に示す。図6は長さhを6mmに設定し、aを変えた場合、図7は厚さaを6mmに設定し、hを変えた場合である。図8はa=6mmと設定したときのa'の誤差を示したものである。

6. 考察

図6、図7ともに走査間隔を広げると反りが減少しているが、ある最適値を超えるとまた反りが大きくなるこれは走査間隔を広げすぎると樹脂が流れやすくなり形状誤差を引き起こすためだと思われる。また図6では800 μm、図7では600 μmが最適値だと思われる、その時は立体の造形後の厚さも要求厚さに最も近いことがわかる。(図8参照)したがって反りと走査間隔には関係があり走査間隔のある値に広げれば反りは減少する。以上の結果から以下の結論を得る。

- ① 立体の突出部の硬化形状は走査間隔の影響を受ける
- ② 立体の突出部の形状に対して反りが最小となる走査間隔が存在する。

よって照射経路生成部において、反りが起こりそうな領域を

判断し、その領域に適切な照射条件を与えることにより高精度な立体が製作できる。

7. おわりに

光造形法において、造形物の高精度化のために照射条件を設定できる機能を有するシステムを開発し、照射経路生成部の高機能化を行った。また評価実験によりその有効性を確認した。

8. 参考文献

- 中井 孝、丸谷 洋二：レーザ研究 17 [6] (1989) pp8-pp14

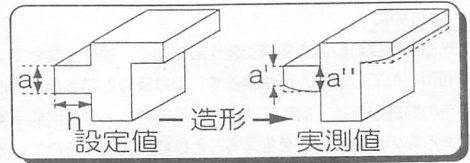


図5.反りの発生

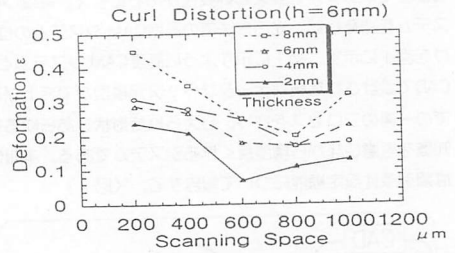


図6.走査間隔に対する変形率(h=6mm)

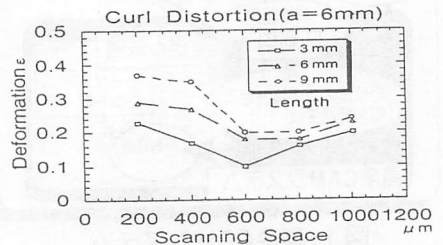


図7.走査間隔に対する変形率(a=6mm)

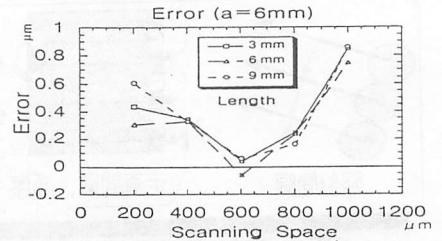


図8.走査間隔に対するa'の誤差(a=6mm)