

義肢製作支援システムの開発

— 光造形装置の大型化・高速化に関する研究 —

清水 誠司・阿部 正人・平川 寛之・河野 裕・樋泉 光紀*・鈴木 芳夫*

Development of Production Support System for Artificial Limb

— Study of Enlargement and Acceleration for Laser Lithography —

Seiji SHIMIZU, Masahito ABE, Hiroyuki HIRAKAWA, Hiroshi KONO, Koki HIIZUMI* and Yoshio SUZUKI*

要 約

下腿義足のソケット形状が作成可能な光造形装置の試作開発を行った。装置は、造形速度を早めるために、紫外線レーザー光の走査をガルバノミラーで制御した。紫外線硬化樹脂槽も、ソケット形状が造形できるように大型化を図り、液表面を安定化する機構を付加した。本装置で造形実験を行った結果、精度的には十分実用可能なソケット形状が作成できた。また、義肢ソケットに適した樹脂の性能向上を図った結果、直接使用できる強度までには至らなかったが、収縮率は3～4%改善された。

1. 緒 言

義肢製作において、重要になってくるのが切断端が挿入されるソケットと呼ばれる部品である。この部品形状によって装着感が大きく左右されるので、身体状況に合った義肢ソケットを製作することが重要な課題である。

現在、下腿義足の製作を支援する目的で、コンピュータを援用して人体計測（断端形状）、義肢設計及びソケット製作まで一連した工程のシステム開発に取り組んでいる。

このなかで、本研究は設計されたソケットの3次元形状データから義肢ソケットあるいは陽性モデルを作成する光造形装置の開発を目的として、宝飾工芸用に開発した光造形装置^{1) 2)}をもとに、大型化、高速化および樹脂の性能向上について検討し、試作したので報告する。

2. 装置の概要

上述の宝飾工芸用に開発した光造形装置は、小物形状を作成するのが目的であったため、レーザー走査をX-Yプロッター方式で行い、造形速度を犠牲にして精度の向上を図った。しかし、今回の造形対象物である下腿義足ソケットは、外形が200mm以上、長さが場合によっては350mm位の大きさがあり、精度はあまり必要としない。

そこで、試作装置の主要な仕様を以下のとおりとした。

○造形物が大きいので造形時間を短縮するために、ガルバノミラーを用いて光学的にレーザービームを走査する。

○造形のための紫外線硬化樹脂の容器を、義肢ソケットが作成出来ることを基本とし、450 (W) mm×450 (D) mm×350 (H) mmの大きさとする。

○液面の安定化と精度を高めるために、紫外線硬化樹脂を循環させ、刷毛を用いて液表面を掃く機構を設ける。

これらのことに重点を置き、装置を試作した。写真1に装置の外観を示す。

システム全体の制御には、パーソナルコンピュータを用いた。積層方法は、3次元形状データからCAMプログラムにより全層の走査データを計算しておき、一層分の走査データをガルバノミラー制御部に送り順次造形する。

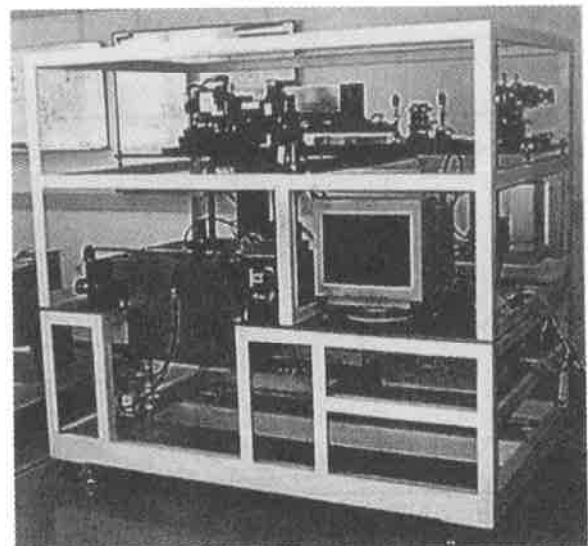
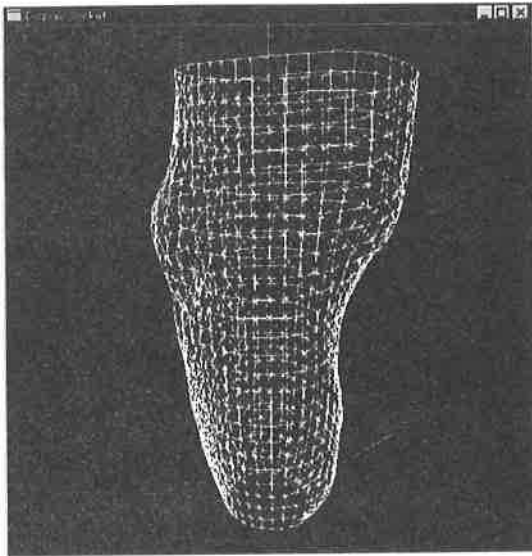


写真1 装置外観

* (株)メイコー システム事業部

表1 紫外線硬化樹脂の測定結果

組成	粘度 (cPs)	比重	硬化条件 (mW/sec)	収縮率 (%)	曲げ強度 (kg · f/mm ²)	曲げ弾性率
UVM-8000	140	1.13	0.1	11.504	1.35	303.3
Oligo-OXT-1	180	1.08	0.1	6.25	1.10	182.4
Oligo-OXT-2	200	1.10	0.1	7.2	0.65	55.8
MOXA	100	1.08	0.1	13.137	1.05	200.5
XDO-1	140	1.09	0.1	9.09	1.20	212.3
XDO-2	220	1.09	0.1	8.545	1.30	207.0



造形実験用の形状データは、陰性モデル（切断端にギブス包帯を巻いて採形したもの）の内面形状を測定する装置から得られた座標点をもとに、サーフェスモデル（図1）を作成し、本装置を用いて造形実験を行った。

3. 紫外線硬化樹脂の改善

現在使用している紫外線硬化樹脂UVM-8000は、宝飾工芸用のデザイン原型用として焼失鑄造用に性能を特化させたため、樹脂の経年変化による収縮率や強度といった物性値にはあまり関与していない。そのため、今回の下腿義足用ソケットには適していない。

そこで、上記樹脂UVM-8000の性能（硬化速度、粘度）を最小限踏襲したうえで、さらに収縮率、曲げ応力の改善を目的とし、低収縮率モノマー（オキセタンモノマー、高重合エポキシアクリレート等のモノマー）の選別と収縮率、

曲げ応力の計測を行い、義足用ソケットに直接利用できそうな紫外線硬化樹脂用のモノマーを探索（表1）した。その結果、収縮率はOligo-OXT-1が最も少ないが、総合的な性能としてはXDO-1が優れていた。

4. 結言

下腿義足のソケット形状が作成可能な光造形装置の試作開発を行った。試作した装置は、造形速度を早めるために、紫外線レーザー光の走査をガルバノミラーで制御した。紫外線硬化樹脂槽も、ソケット形状が造形できるように大型化を図り、液表面を安定化する機構を付加した。本装置で義肢ソケット形状の造形実験を行った結果、実用可能な寸法精度で作成できた。また、義肢ソケットに適した紫外線硬化樹脂の性能向上を図った結果、直接使用できる強度までには至らなかったが、収縮率においては3～4%改善された。今後も、引き続き樹脂強度を高めるための方法を検討する。

装置の大型化で義肢ソケットの大きさの造形物が製作可能となったことにより、今後は他の医療・福祉分野への適用も考えられ、例えば骨モデル、人工関節、車椅子のシート等の作成に利用できると考えられる。また、さらに精度を高めることにより工業製品の製造分野にも十分応用できると思われる。

参考文献

- 1) 清水誠司他：山梨県工業技術センター研究報告, No. 6, p 1～6 (1992)
- 2) 清水誠司他：山梨県工業技術センター研究報告, No. 8, p70～74 (1994)