

液中光造形法に関する研究

Research on Stereolithography in Photopolymer Resin

紙谷卓之
Takayuki KAMITANI

3次元CADで設計した物体を、短時間で実体モデルに仕上げる方法に光造形法がある。光造形による実体モデルは、デザイン検証、部品組み付け時のはめ合わせの確認や、風洞実験モデルといった試作段階での利用のみならず、射出成形の型や鑄造の原型モデル（マスターモデル）といった製造工程での利用、義足などの一品生産にも利用されている。光造形法は光硬化性樹脂液を紫外線レーザーで硬化させるのが基本であるため、従来の工作法のようなわずらわしい工具の交換作業や騒音、切削屑の発生といった問題はない。しかしながら光造形法にも改良の余地はある。例えば、モデル作製時間のさらなる短縮化や、滑らかなモデル表面の実現である。紫外線は樹脂液面付近で吸収されてしまうため、3次元モデルを作製するには本質的に積層の工程が必要となる。通常、既硬化層の上を未硬化樹脂液で覆い（これをリコートという）、その上からレーザー走査するという工程を繰り返すことにより積層が行なわれている。この未硬化樹脂液面が安定するまでに時間がかかること、および積層に伴うモデル表面の段差の発生が、光造形誕生時から解決すべき課題として指摘され続けてきた。

本研究では、リコート時間を無くすため、液中で露光を行なう方式の開発に取り組んだ。光ファイバのような導光体で液中に光を導く場合、ファイバ先端と樹脂とが接着してしまい、硬化物を破損するだけでなく、思うような経路での走査ができない。そこでまず、レーザービームを通すための中空体を液中に挿入し、その内圧を高めて先端部に気泡を形成させ、気泡先端部で露光を行なうことにした。これにより力学的干渉無しに自由な経路の走査が可能になった。また、既硬化部が直ちに液中に埋没するのでリコート工程は存在せず、1層当たり10秒から数十秒の時間短縮が可能になった。

次に、レーザービームを気泡の中心からずらし、作製目的の斜面の勾配に近い気泡曲面部で露光を行なうことにより、段差の低減を試みた。この気泡壁面露光方式と従来法である液面露光方式の面粗さをそれぞれ数式化し、0度（水平）から90度（垂直）までの勾配についてシュミレーションを行った結果、0度の場合は両方式が同等で、90度付近を除くほとんどの範囲で気泡壁面露光方式の方が優れていることが明らかとなった。また、実際に45度の勾配の斜面を0.1mmの層厚さで積層して造形を行ったところ、本方式の場合、液面露光方式に比べ面粗さを約半分に抑えることができた。

本方式は気泡を安定に維持する必要があるため、小出力レーザーを用いて低速で露光走査するシステム向きであると考えられる。

参考文献

紙谷卓之、横山貴士、丸谷洋二、“液中の気泡を用いた積層段差のない光造形法”、型技術、Vol. 17, No. 8, pp. 28-29 (2002-07)。