

レーザー加工機を利用した立体表現技術の研究

山田淳人*, 中村寿一*

Study on Volumetric Representation Technology by Laser Processing Machines

Atsuhito YAMADA and Toshikazu NAKAMURA

本県では、工芸品等の製造にレーザー加工機が用いられ、生産性や品質の向上、そして新しいデザインの開発に役立っている。関連の業界からは、更にレーザー加工機の新たな加工技術を求める要望がある。今回、レーザー加工機の焦点からの距離や加工条件を変化させることで、工芸用素材の立体表現技術を開発し、薩摩焼の製造技術に展開できた。

Keyword : レーザ加工, 薩摩焼, 型板, 薩摩焼型板研究会

1. 緒言

本県では、近年、工芸品等の製造にレーザー加工機が用いられ、多様な利用が進んでいる。当センターでは、平成10年に導入後、木工関係の企業や国の伝統的工芸品に指定されている川辺仏壇の木地や彫刻、宮殿の加工企業等に利用されているが¹⁾、関連の業界からは、更にレーザー加工機の新たな加工技術を開発し、新製品開発に活かしたいという要望が寄せられている。

そこで本研究では、レーザー加工機の焦点からの距離や加工条件を工夫することにより、新たな立体表現を可能にする技術の研究を行い、薩摩焼製造の型板として利用を試みた。

2. レーザ加工による木材の彫刻特性

2.1 レーザ加工機

実験に用いたレーザー加工機を図1に示す。株式会社アマダ製の炭酸ガスレーザー加工機Quattroで、定格出力が2kW、加工範囲は1,250mm×1,250mm、ワーク固定で、レーザーノズルがXY方向に移動する。レンズは焦点距離5インチを用いた。



図1 実験に用いたレーザー加工機

2.2 実験方法

本来、レーザーで木材を切断するときは、焦点を木材上面に合わせることで適正に切断を行うことができるが、今回の実験は、焦点位置から木材をずらすことで木材表面の加工状況がどのように変化するかを検討した。

樹種は、スギ（比重0.38）、ヒノキ（比重0.51）で板厚15mmの平面材を用い、加工条件は連続出力、送り速度毎分1,000mm、アシストガスはエアを用い、アシスト圧は0.38MPaとした。

実験は、図2に示すようにレーザーノズル下方に焦点位置で固定された木材を10mm間隔で300mmまで下げられる専用治具を用いた。

2.3 実験結果

2.3.1 焦点からの距離と焦げ幅、深さの関係

レーザー出力を97Wで一定にし、焦点からの距離を変化させることによる焦げ幅の影響を図3に、焦点距離と焦げ幅を図4に示す。

焦げ幅は、スギもヒノキも焦点からの距離が±0mmのとき0.2mmで、焦点からの距離が長くなるに従って焦げ幅も



図2 焦点からの距離可変治具

*企画支援部

広くなり、焦点からの距離が160mmで焦げ幅が12mmであった。焦点からの距離160mmまではスギとヒノキの焦げ幅は同じであったが、それ以降は焦げが薄れ、幅が判別しづらくなった。

焦点からの距離と焦げ深さを図5に示す。焦げ深さは、焦点からの距離が±0mmのときスギ、ヒノキ共にレーザービームが貫通し、焦点からの距離が10mmのときにスギが9.9mm、ヒノキが5.6mmの深さであった。焦点からの距離が離れるに従いスギとヒノキの焦げの深さの差が縮まり、焦点からの距離160mmのときスギ、ヒノキ共に焦げの深さが0.3mmになり、それ以降は焦げによるへこみはほとんど無かった。

このことにより、焦げ幅は、スギ、ヒノキに関係なく焦点からの距離が影響し、焦げ深さは、スギの方がより深くなり、比重の違いが深さに影響すると思われる。

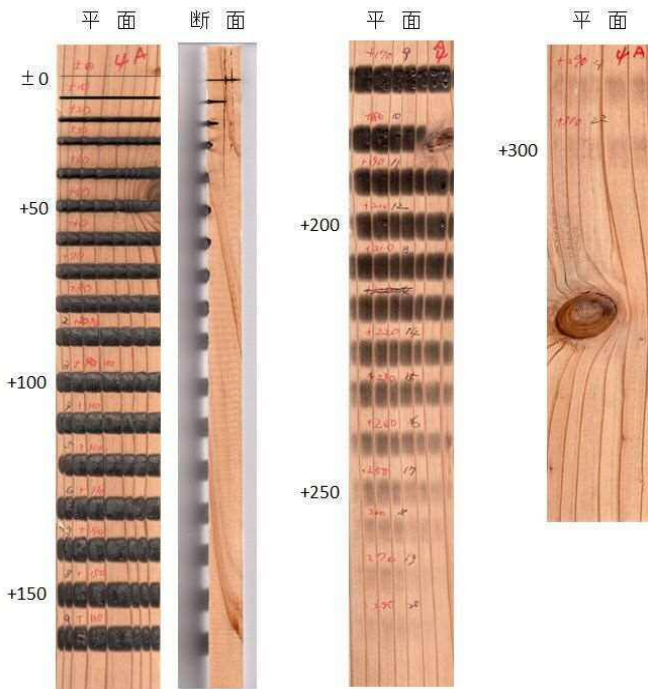


図3 照射したスギ試験材 (焦点からの距離±0~+300mm)

2. 3. 2 出力と焦げ幅、深さの関係

スギを用いて、焦点からの距離を一定にし、出力を変化させた。焦点からの距離を50mm, 100mm, 150mm, 200mmで固定し、出力は、それぞれの焦点からの距離で100Wから100W区切りで1,000Wまで上げた出力条件と、更に1,500Wと2,000Wの出力条件に変化させた。

出力と焦げ幅の関係は、図6に示すように出力を上げると、どの位置においても焦げ幅が広がった。これは出力を上げると照射径が拡大すると考えられる。また、焦点からの距離が長くなるほど焦げ幅の変化が大きかった。焦点

からの距離が50mmの場合は、焦げ幅が4.6mmから10.7mmまでの変化であるのに対し、焦点からの距離200mmにおいては、焦げ幅が13mmから38.6mmまで大きく変化していた。これは照射レーザーが焦点を境に円錐状に広がっているからと思われる。

出力と焦げ深さの関係については、図7に示すように、焦点からの距離が短いほど焦げは深くなった。焦点からの距離が50mmにおいては、出力100Wで深さ2.4mm、1,000Wで深さ14.6mm、1,500W、2,000Wではレーザーが貫通し測定不可

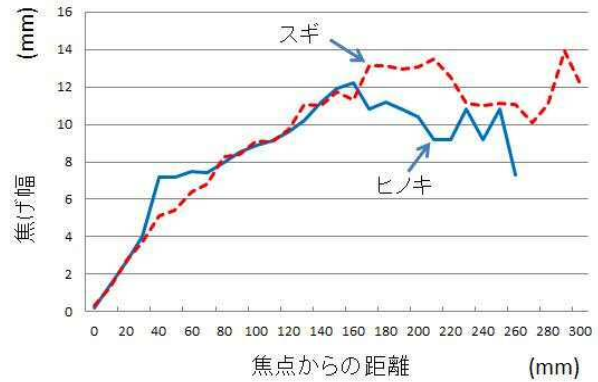


図4 焦点からの距離と焦げ幅

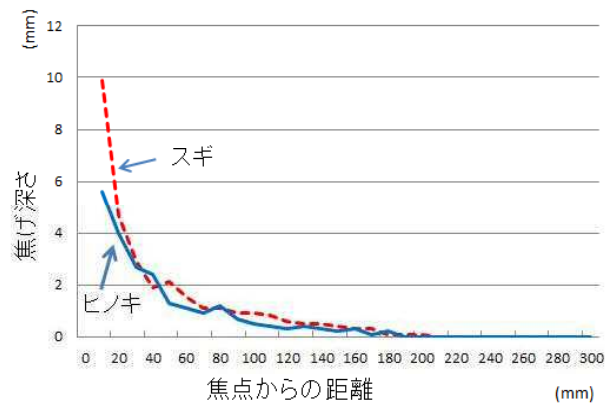


図5 焦点からの距離と焦げ深さ

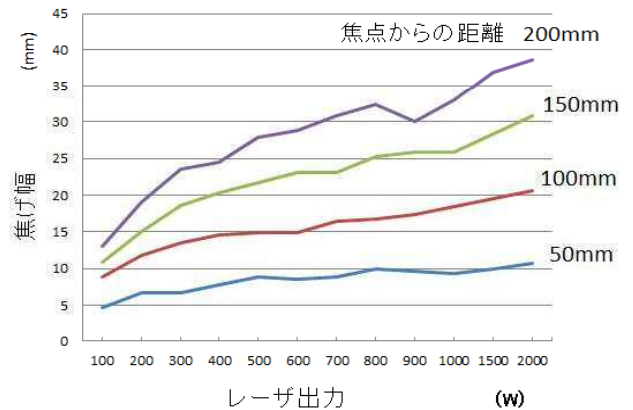


図6 出力と焦げ幅 (スギ)

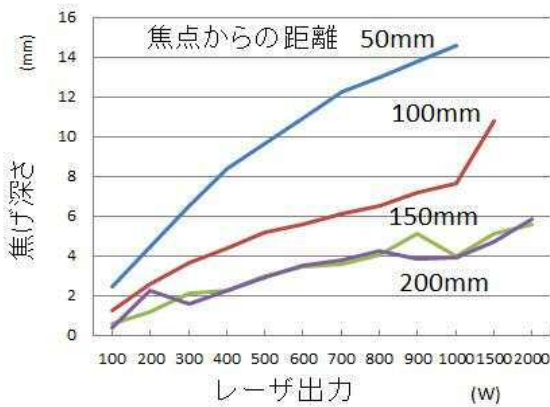


図7 出力と焦げ深さの関係 (スギ)

であった。焦点からの距離100mmでは、1,500Wで深さ10.8mmとなり、2,000Wではレーザーが貫通した。距離150mmと200mmでは、焦げ深さに差は無かった。

以上の結果から焦点からの距離が200mmで、出力2,000Wの条件では、幅37mm、深さ5.8mmの大きな溝形状を作ることができた。

3. 薩摩焼への展開事例

3.1 薩摩焼への展開

薩摩焼は、島津家の御用窯として始まり、約400年の歴史を持つ。県内各地で生産され、白薩摩と黒薩摩の2系統あり、どちらも鹿児島に根ざした伝統的工芸品である²⁾。

平成14年には「経済産業大臣指定伝統的工芸品」に指定され、現在に至っている。様々な手法を用いて製作されているが、製造の大半は、ろくろ成形による手作りである。

今回、レーザー加工機で板に彫刻を行い、まず、薩摩焼への型板としての展開を模索した。凹状となった板は、薩摩焼陶土へ押し型として利用した場合、陶土上では凸状に起伏した型どりができる。

一般に陶器等の製造法において凸状に加飾する場合、鋳込み成形を除けば、「いっちん」といわれる技法³⁾などがあるものの、県内で導入している窯元は少ない。そのため、県内でろくろ成形を主に行う窯元に対し、凸状に起伏した「板もの」とよばれる平皿等への商品展開を目的に提案した。

3.2 型板へ展開した場合の課題

レーザー加工機は、金属や木材の切断を目的としているため、切断初期に過度な出力が設定されている。

そのため、単純に焦点からの距離をずらしただけでは、図柄を彫る加工をする場合、図柄の加工始めに過度に出力される部分が出てしまうこととなった。型板図柄のプログラム画面を図8に、レーザー加工の始めに過度に出力されて試作された型板の画像を図9に示す。型板の過度に出力された部分は、陶板上では、より突出し

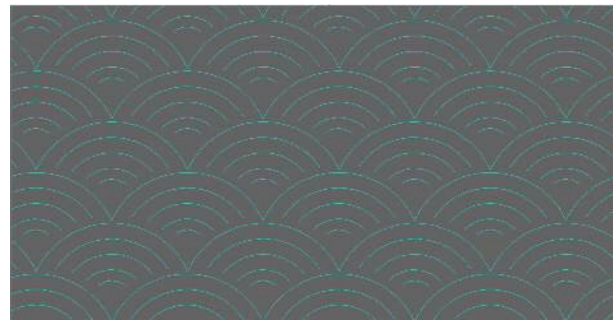


図8 プログラム画面



図9 加工始めに過度に出力された型板



図10 窯元による試験風景



図11 型押しされた陶土

てしまうため、図柄の再現性に課題を残した。

3. 3 窯元での導入実験

窯元数社において導入試験を行った。窯元による型板の試作風景を図10に、試作により型押しされた陶土を図11に示す。突出した凸部は、「手作り感の残る雰囲気が出て面白い」また「削ればよい」との評価もあった。しかし、小さい図柄を型板に彫った場合、図柄の再現性に影響が大きいことがわかった。

3. 4 型板における図柄の再現性

図柄の再現性を向上させるため、デューティ値の見直しを行った。デューティ値は、パルス値とも称されるが、レーザ加工機から発せられるレーザ光線のパルス幅を制御する数値である。この数値を制御することで図柄の始まりの過度な出力を軽減することにした。

デューティ値を0～100の範囲で10刻みで制御した結果、30～60程度に制限することで図柄の再現性が確保できた。数値制御した型板のサンプルを図12に示す。

試作品を窯元にも提示し評価を求めたところ、概ね好評であった。ただ、窯元が扱う陶土の粒度、軟度や製作条件は様々であるため、図柄の彫りの深さについては細かい要望が寄せられた。そこで型板の実製作では、デューティ値30と一番低い値にして製作し、より深さを求める窯元には、

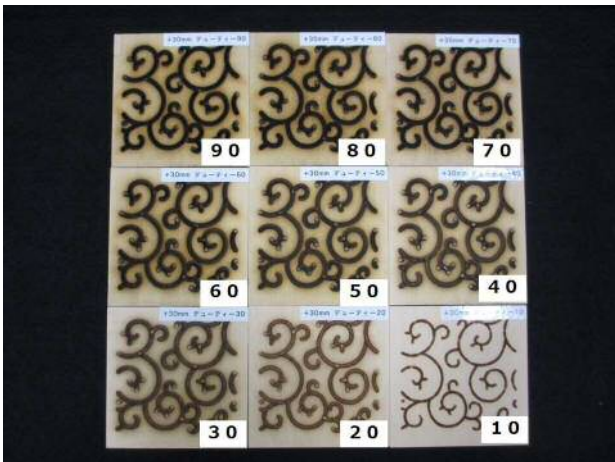


図12 デューティ値別による図柄の再現性試験



図13 製作した薩摩焼用型板の一部

同じ工程を複数回加工することで、窯元の細かい要望に応えることにした。実際に製作した型板の一部を図13に示す。

3. 5 研究会活動を通じた技術支援

製作した型板サンプルを導入した窯元からは「これまで、布を転写して加飾を行っていたが、作業性が悪かった。この型板を利用すると効率よく柄付けができる」「ろくろ成形が主であったが、これからこの型板を使って板ものの成形を始めてみたい」と加飾の効率性などに非常に高い評価を得た。また、他の窯元からも関心が寄せられ、図柄の希望に重複が見られたり、成形時の諸問題等が議論されることが多々見受けられるようになった。そこで型板を利用する窯元の諸問題をとりまとめ、よりよい製品作りに処するため、薩摩焼協同組合(以下組合)の協力のもと18社で「薩摩焼型板研究会」(以下研究会)を結成した。研究会風景を図14、15に示す。

研究会は、年5回程度開催し、型板に撥水剤を塗布した場合の型離れの具合や効率的な型板を離すタイミング、型離れ後の成形に関する問題が情報交換され、有意義なものとなった。

3. 6 型板によって製品化された商品

型板を用いた製品作りは、窯元において既存設備等で対応できるため、比較的取り組みやすく、窯元によっては複数の型板を所有し、商品のバリエーションが増えるいい機



図14 研究会風景 1

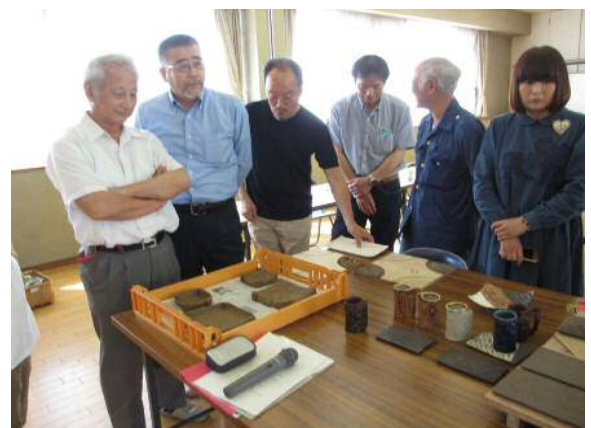


図15 研究会風景 2

会となった。

また、型板の一部をマスキングしたり、部分的に活用したりするなど、使用法をアレンジする窯元も出てきて、型板の多用途性を認識することができた。組合が主催する薩摩焼フェスタにおいて、10社の窯元による様々な商品が披露され、現在でも生産され続けている。

型板を使った商品が、地元マスコミに取り上げられたり、コンクールに出品し入賞する窯元も出てきたりするなど型板を使った商品作りを通して、多くの波及効果を得ることができた。型板によって製品化された商品の一部を図16～21に示す。



図19 丸七宝文様丸皿：陶蔵窯



図16 朝露文様平皿：志光窯



図20 桜文様皿：美無陶工房



図17 青海波文様平皿：隼風窯



図21 大島紬文様平皿：御茶碗屋 つきの虫



図18 麻模様の陶板：眞窯

4. 結 言

レーザー加工機を用いて、焦点からの距離や加工条件を変化させることにより、凹状の浅彫り表現をすることができた。展開事例として、薩摩焼の製造における型打ち製法の

型板として提供することで、様々な窯元において商品化することができた。一部の窯元では、型板によって作られた商品が、主力製品のひとつとして根付きはじめているところもあり、今後、新しい手法として定着されれば幸いである。

ろくろ成形を主体としてきた窯元が、型板を利用し、板ものといわれる製品の成形に取り組むことは、様々な試行錯誤があったかと思うが、商品化までできたことは、窯元の技術力の高さによるものと考えている。

これからも薩摩焼を始めとした工芸品製造に関わる企画や技術的課題に対し積極的に支援していきたい。

謝 辞

当初、レーザ加工機の有効活用から始まった研究でありましたが、熱意ある研究会活動を通して、様々な薩摩焼を試作、製造することができました。薩摩焼協同組合、薩摩焼型板研究会の方々に多大なる協力をいただきました。感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 中村寿一ら：鹿児島県工業技術センター研究報告，
14, 7(2000)
- 2) 南日本新聞社：かごしまの窯元めぐり，1998
- 3) 視覚デザイン研究所：陶芸ノート（1989）p.108