

レーザー加工における木材等の加工特性評価

Processing Characterization Due to a Change in the Processing Material and Conditions of a Laser Processing Machine

亀崎高志*・花田好正*・山田敏美*・小谷章二**

Takashi Kamezaki, Yosimasai Hanada, Satomi Yamada and Syoji Kodani

*電子・有機素材研究所 産業デザイン科、 **電子・有機素材研究所

レーザー加工機による木材、樹脂素材などの加工において、加工機のレーザー出力、照射軸の移動速度が加工性状に与える影響を明らかにするため、レーザー出力と照射軸の移動速度、彫刻加工（焼き付け加工）、カット加工（切断加工）を組み合わせた加工パターンによる素材の加工を行い、その加工面性状の観察により、素材の加工特性の評価を行った。

1. はじめに

レーザー加工機による木材、樹脂素材などの加工においては、レーザー出力（パワー）と照射軸の移動速度（スピード）といった装置側の設定条件によって、加工面の仕上がり、加工面性状が変化する。木材においては、樹種、木取りにより加工面の仕上がりは大きく異なるものの、装置側の設定条件と加工面性状は体系的なデータとしてとりまとめられてはいない。そのため、加工の際の条件設定は作業者の試行錯誤による経験と勘に頼るところが大きく、条件出しのための試し加工にも時間を要している。

本研究では、レーザー加工機による木材、樹脂素材などの加工において、加工機のレーザー出力、照射軸の移動速度が加工性状に与える影響を明らかにするため、上記の装置側設定条件と焼き付け加工（彫刻加工）、カット加工（切断加工）を組み合わせた加工パターンによる素材の加工を行い、その加工面性状の観察により、素材の加工特性の評価を行った。

評価を行った加工材は、研究終了後、加工サンプルとして閲覧できるものとした。

2. 実験方法

2.1 実験材料

実験材料は、木材として、針葉樹材（スギ（板目）、

スギ（柾目）、ヒノキ）、広葉樹材（サクラ、ナシ、ブナ、メープル、ウォールナット、レッドオーク、ホワイトアッシュ）、合板（シナ合板、ラワン合板）、その他材料としてアクリル、ガラス、和紙の計 15 種類の試験片を作成した。

試験片寸法は、297 mm×210 mm（A4 サイズ）、厚さ 3 mm とした。これは、研究終了後、加工サンプルとして閲覧することを考慮し、閲覧に適切なサイズであり、保管に際して市販の A4 サイズ保管ケースの使用が容易であることなどを考慮したものである。

2.2 装置

レーザー加工機はコンピュータに取り込んだ文字、写真、画像等をレーザー照射することにより木材等の素材に彫刻加工や切断加工を行う装置である。

本研究では、COMNET 社製レーザー加工機「Laser Pro Spirit GX」を使用した。当該加工機は、最大パワー 100 W の封じ切り炭酸ガスレーザー発振管を搭載し、最大スピード 80 inch/sec の移動加工を行うことができる性能を有している。レーザー出力と照射軸の移動速度をどちらも最大値の 1～100%まで設定可能である。

2.3 加工パターン

彫刻加工、カット加工とレーザーのパワー、照射軸のスピードを組み合わせた共通の加工パターンを考案し、各素材の加工を行った。

加工パターン設定にあたっては、装置側の設定条件と加工面性状の関係について一覧が可能となるよう設定した。

設定にあたり考慮した点は、次の①～③である。

- ①彫刻加工におけるベタ面（塗りつぶし面）の仕上がりの状況（焦げ発生の程度）
- ②線の太さや文字の太さ・大きさの再現性の状況（線や文字の鮮明程度）
- ③カット加工の深さの状況

以上を踏まえ、図1に示す加工パターンを決定した。

考慮点①と②は線の太さを「0.5～8.0 pt」の5段階を設定して線の太さの再現性と焦げ程度を確認することとした。

考慮点②の文字の再現性についてはサンプルフォントをいくつか並べることも検討したが、フォントの種類や文字間隔等の組み合わせが膨大となることから、文字の再現性については、線の太さの再現性を参考に、ある程度代替できるものと考え、加工データ表示板表示文字を最小限にとどめた。

考慮点③については、「コ」の字型のカットラインをパワー一定・スピードを6段階（1～15%）にして加工の深さを確認することとした。

彫刻加工についてはスピード（10～80%）、パワー（10～80%）、を8段階に変化させて加工試験を実施した（装置保護のためスピード、パワーともに上限80%に設定している）。

カット加工についてはスピード（1～15%）、パワー（80%）は一定として加工試験を実施した。

また、彫刻加工における解像度は500 DPIとし、アシストガスとしてN₂を光軸と同軸噴射させた。

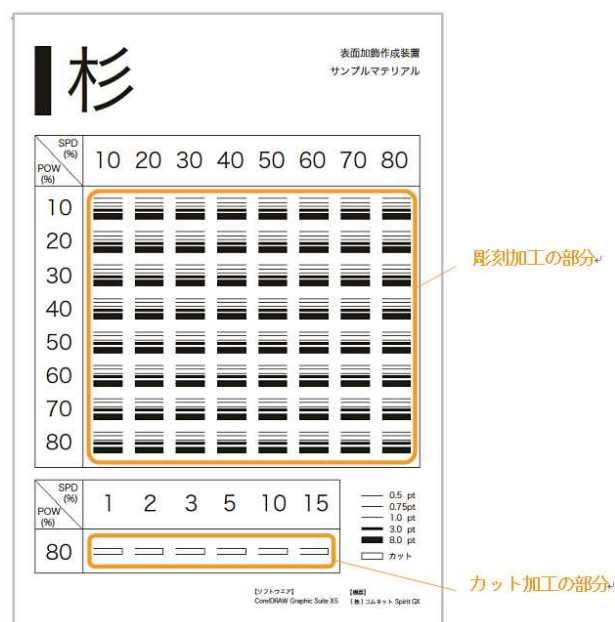


図1 加工データ

3. 実験結果

図1に示す加工データパターンにより試験片にレーザー加工を行い、加工面の観察等を行った。

それぞれの試験片にレーザー加工を行った結果を図2に示す。

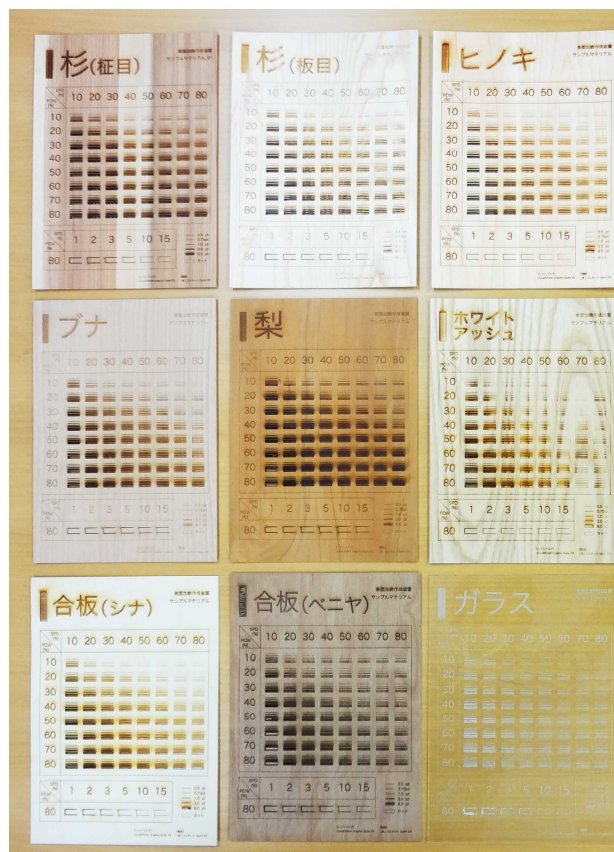


図2 加工試験結果

3.1 彫刻加工についての結果

- 1) 木材では、比重の高い組織細胞部分ほどレーザー加工深さは浅くなった。比重が高く、硬質な木目の部分が残りやすいという結果となった。早晚材の比重差の大きなスギ材では、早晚材の加工深さの差は大きく表れた。(図3参照)
- 2) レッドオーク、ホワイトアッシュでは、低出力時(パワー30%以下程度)に導管部分だけが焦げ目がつきやすいということがわかった。(図4参照)
- 3) 特定の木材(ウォールナット、ホワイトアッシュ、メイプル、レッドオーク)においては、高出力時(パワー50%以上、スピード40%以下)にヤニ状物質(レーザー加工により生じる樹脂状の着色物質成分)が生じた。
- 4) ガラスの彫刻加工では、出力が高すぎたり(スピード10~30%程度)低すぎたり(パワー10%程度)すると加工部表面に溶け残りや欠けが発生した。(図5参照)
- 5) アクリルの彫刻加工では、出力が高すぎる(スピード30%以下、パワー30%以上)と周辺部も加熱され、その結果変形が生じた。(図6参照)



図3 硬質部分の残存(杉・彫刻加工)



図4 導管部分だけが焦げる(ホワイトアッシュ、レッドオーク・彫刻加工)

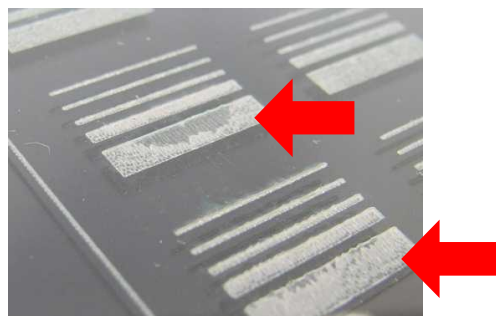


図5 加工部表面の「溶け残り」と「欠け」(ガラス・彫刻加工)

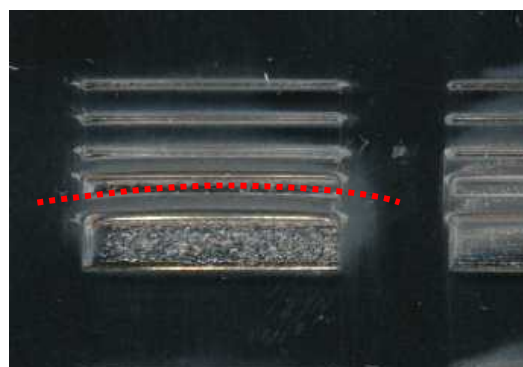


図6 加工部周辺の変形(アクリル・彫刻加工)

3.2 カット加工についての結果

加工機メーカーに推奨されていないガラスのカット加工については、加工部に熱による融解、変形がみられた。(図7参照)



図7 加工部の融解・変形(ガラス・カット加工)

4. 考察

加工特性による利用用途や意匠的な視点で、以下のように考察した。

4.1 彫刻加工について

- 1) 早晚材の比重差の大きなスギ材では加工深さの差が大きく表れるため、これを利用して裏面をレーザー加工して木目が陰影となるシェー

ドや浮造り（うづくり）調のテクスチャをレーザー加工機で表現することができる。

- 2) 彫刻加工については、比重の高い素材（ホワイトアッシュ、メイプル、レッドオーク等）において加工スピードが高い（70～80%程度）場合、焦げ目がほとんど残らないため、加工スピードを落とす必要がある。逆に焦げ目の残らない加工条件での加工を繰り返すことで、焦げ目をほとんどつけないまま彫刻加工を行うことができる。
- 3) 木目の多い素材や製材処理をした素材等、素材面の均一性の低い素材は、細かな画像などの彫刻加工を行った場合、加工によって木目と彫刻加工した画像が混ざって見えるため、利用の目的によって木目の影響の少ない均一的な素材を選択することで、木目と画像の混在視はある程度、抑制できると思われる。
- 4) 木目の多い素材に彫刻加工する場合では、マスキングテープを貼ってから彫刻加工し、スプレー塗装、テープをはがすといった方法をとることにより、彫刻面だけ塗装した彫刻加工を可能とすることができる。

4.2 カット加工について

- 1) カット加工については、素材が変わっても貫通するのに必要なスピードがほとんど一定（どの素材も 5%以下、ガラスのみ加工不可）であった。
そのため、どの素材においてもカットするためにはスピードを 5%以下にする必要がある。
- 2) 木材のカット加工ではほとんどの場合、加工面で焦げが生じる。そのため焦げを意図しない仕上げを望むのであれば、加工面のやすりがけや塗装といった後処理を行う必要がある。

5. おわりに

本研究ではレーザー出力と照射軸の移動速度が加工性状にどのように影響を与えるかについて、焼き付け加工とカット加工のパターンを用いて各材質の加工特性の評価を行った。

評価のために制作した加工サンプルはレーザー加工機を利用する際、利用者が手元で確認しながらレーザー出力条件を設定するといったように用いられている。

今後、今回扱わなかった素材等について同様の加工サンプルを制作し、多様なレーザー加工機の利用ニーズに対応するなど、レーザー加工機の利用促進やレーザー加工機を利用した製品開発の支援等につなげていきたい。

なお、本取り組みは、財団法人 JKA から競輪等の収益の一部である自転車等機械工業振興事業の補助を受けて平成 23 年度に設置導入した「表面加飾作成装置」を利用して行った研究である。

文献

- 1) 杉本恵司,増尾慶裕,土屋英男; 京都教育大学環境教育研究年報第 15 号, p133~140 (2007).