

レーザー加工機を用いた平面及び多軸加工技術の修得

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 福井大学工学部技術部技術部活動報告集編集委員会 公開日: 2023-08-18 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 橘, 和希, 山森, 英智 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/0002000031

レーザー加工機を用いた平面及び多軸加工技術の修得

橋 和希* 山森 英智* 内山 裕二* 川崎 孝俊** 青山 直樹***

1. 研修背景

先端科学技術センターの精密工作部門では、福井大学内の各研究室、機関等から設計・製作の依頼を委託作業という形で受けている。年々、高度な加工技術を要するものや、短納期のものが増えてきており、当センター所有の炭酸ガスレーザー加工機の使用が求められている。炭酸ガスレーザー加工機を用いた委託作業の内容は、平面加工が主ではあるが、中には多軸加工を要するものもあり、特に福井大学フォーミュラカー製作プロジェクト(以下、FRC)から毎年短納期で大量の製作の依頼を受けている。しかし、現在炭酸ガスレーザー加工機にて多軸加工を行える人材に限られている。この結果、技術支援に僅かではあるが支障をきたしている。これを解決するためには、炭酸ガスレーザー加工機を活用できる人材を育成し、持続可能な技術支援体制を構築することが不可欠である。

本研修では若手職員への技術・技能継承を主たる目的とし、炭酸ガスレーザー加工機に関わる動作プログラム作成技術、操作技術等の技術修得を行った。

2. 炭酸ガスレーザー加工機とは

炭酸ガスレーザー加工機の原理は、発振器においてCO₂を励起させ、レーザー光を発生させる。その光を反射鏡によって90°曲げた後、レンズで収束させ、熱エネルギーを集中させる。その状態で機械を動かすことで目的の形状に切断する。

(図1)また、加工する際はアシストガスを吹き付ける。アシストガスの役割は、主に熔融物の除去、酸化反応熱の生成等である。

炭酸ガスレーザー加工機の特徴は、高速で切断加工が行えるだけでなく、従来の切削加工では困難な形状の加工が容易にできることである。

本研修で使用する炭酸ガスレーザー加工機は、

直交軸3軸(前後/左右/上下)と回転軸3軸(回転/傾斜/回転)を有する機械である。制御軸が多いため、板材の平面加工以外にも、切断面を斜めにすることやパイプの切断加工も可能である。その一方、機械・治具等の干渉リスクが高まり、加工の難易度は上昇する。そのため、レーザー加工機の動作プログラムは、PC上で機械や機器の干渉をシミュレートしながら加工プログラムを作成する必要性があり、CAM(Computer Aided Manufacturing)やシミュレータを用いる。

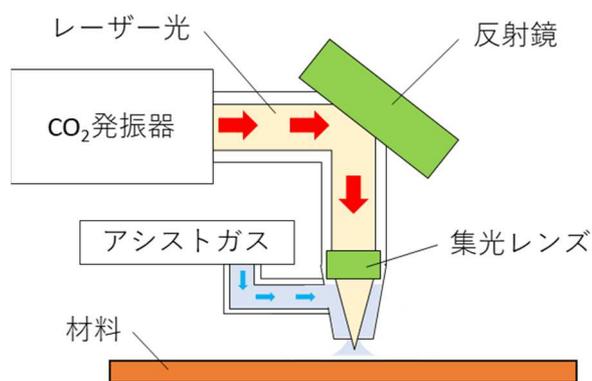


図1 炭酸ガスレーザー加工機の仕組み

3. 研修内容

3.1 2D-CAD/CAMの使用法の習得

はじめに、2D-CAD/CAMの基本操作ならびに板材を用いた平面加工を習得するため、実践研修を実施した。その内容は、2D-CADを用いて作成した独自の2Dモデルを対象に、2D-CAMを用いて加工プログラムを作成し、実加工を行った。作成した独自の2Dモデルは、ABCDという文字が入ったカード型のデザインである。加工は、ABCDの文字の線に沿って文字の切り抜きを行い、外側の枠の線に沿って板からカード型に切り抜きを行った。製作した工作物を図2に示す。図2に示すように、2D-CADで設計したモデルと実機にて製作した工作物で形状が異なった。加工の際、設計したモデルの線に沿ってレーザーを照射して切断を行うため、図2に示すような設計では加工時に囲まれた部分がすべて切り落ちてしまう。そ

* 第1技術室 機器開発・試作班

** 工学部技術部

*** 第3技術室 システム設計班

のため、レーザー加工用に作成する 2D モデルは、加工時に図形がすべて切り落ちないように、それぞれを閉じた図形要素（一筆書きで描ける図形）の集合体にする必要がある。2D モデルを修正し、再度実加工を行った。製作した工作物を図 3 に示す。

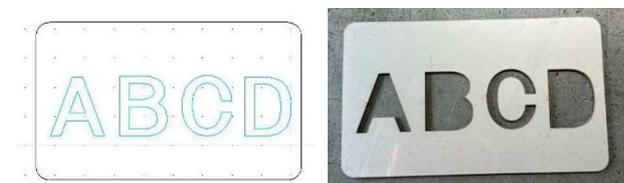


図 2 2D-CAM 加工用モデル
(左：2D モデル，右：工作物)



図 3 修正後 2D-CAM 加工用モデル
(左：2D モデル，右：工作物)

3.2 多軸加工の習得 角パイプ

多軸加工は、丸パイプ及び角パイプ材の切断や、円周上及び複数の面の加工を一回の段取り作業で行うことが可能である。また、工作物を載せ替える段取り作業を削減し、段取り時間を含めた総加工時間を短縮することができる。本項の研修では、角パイプ材料における多軸加工を習得するため、実践研修を実施した。内容は、3D-CAD を用いて作成した独自の 3D モデルを対象に、3D-CAM を用いて加工プログラムを作成し、実加工を行った。作成した独自の 3D モデルは、材料の各面に丸、長穴が開いたデザインである。加工は、チャックを 90°毎に回転させ面を割り出し、各面においてレーザーを垂直に照射させて丸、長穴の切り抜きを行い、チャックを 360°回転させながらレーザーを照射させて切断を行った。実際に製作した工作物を図 4 に示す。ここで、角パイプ材の加工における平面加工と多軸加工の違いについて、図 4 に示す工作物を用いて説明する。本加工を平面加工で行おうとした場合、加工する面をそれぞれレーザー方向に向けさせるために段取り替えを複数回行う必要があり、また段取り替えによる取付け誤差の影響から加工精度も悪化してしまう。多軸加工では、回転軸を回転させ、加工する面をレーザー方向に向けさせて加工することが可能であるため、効率よく加工ができる。



図 4 角パイプ加工用モデル

3.3 多軸加工の習得 丸パイプ

本項の研修では、丸パイプ材料における多軸加工を習得するため、実践研修を実施した。内容は、3D-CAD を用いて作成した独自の 3D モデルを対象に、3D-CAM を用いて加工プログラムを作成した。作成した独自の 3D モデルは、材料の円周上に FUKUI という文字と福井大学の学章が入っており、両端はそれぞれフラットな切断面と斜めの切断面のデザインである。加工はチャックを回転させながら円周上にレーザーを照射させて文字と学章の切り抜きを行い、チャックを 360°回転させながらレーザーを照射させて片方の端をフラットに切断、もう一方はチャックを 360°回転させながらレーザーヘッドを傾けてレーザーを照射させ断面が斜めになるように切断を行った。実際に製作した工作物を図 5 に示す。多軸加工において、CAM 上で加工方法を設定して加工プログラムを作成することは非常に重要で、この作業を適正に行うことが実機で加工を円滑に進めることにつながる。一方、この作業に手抜きが生じてしまうと、実機で加工する際、機械の干渉が発生し機械に大きな損傷をもたらす可能性があるため、注意が必要である。本加工では、図 6 に示すようにレーザーヘッドを傾けながら加工している。そのため、実加工の前に CAM 上でレーザーヘッドの傾斜角度を正しく設定し、シミュレータを用いて干渉確認を実施した。



図 5 加工用モデル

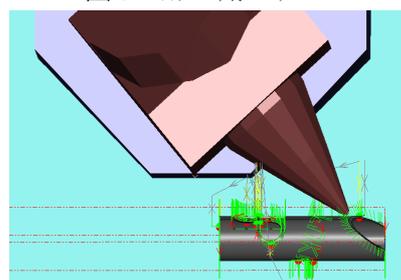


図 6 加工シミュレーション

3.4 作業台の製作

本研修では、平面加工と多軸加工を用いて作業台の製作を実施した。まず、3D-CAD を用いて各 부품の 3D モデルを作成した。次に、2D、3D-CAM を用いて各 부품の加工用プログラムを作成し、実加工を行った。加工後、仕上げ作業として、ヤスリ、グラインダーを使用し、ドロスを除去した。その後、各部品を組み合わせ、溶接作業にて接合を実施した。製作した部品を図 7 に、製品を図 8 に示す。本研修の部品の加工では、板の加工と角パイプの加工を行った。加工の結果、角パイプの加工において長穴加工の位置がずれてしまうという不具合が発生した。該当モデルは、外径サイズ角 21×21mm、全長 700mm と細長い製品である。加工は、材料をチャックから約 800mm 突き出した状態でクランプし、材料の先端付近とチャック付近の 2 箇所的位置で長穴の切り抜きを行い、その後工作物の全長が 700mm になるように切断を行った。加工不良が発生した箇所は材料の先端付近の部分であり、チャックから約 780mm 突き出した位置である。

(図 9) 実際に製作した工作物を図 10 に示す。設計モデル通りの加工であれば幅の中央に長穴が開いている部品であるが、図 10 に示すように、長穴の位置が幅の中央からずれている。材料の突き出し量が長い状態で加工する場合、材料の先端側が自重で下がり、材料がまっすぐになりにくく、加工をする際に芯ずれによって同軸度を満たさない恐れがある。そこで、専用の治具を用いて材料の保持を行い、その状態でダイヤルゲージにて高さと側面の平行を確認、確認後チャック及び専用治具の調整を行い、芯出しを行った。芯出し後、再度実加工を行った。製作したモデルを図 11 に、芯出しの様子を図 12 に示す。芯出しの結果、図 11 に示すように幅の中央に長穴をあけることが可能であった。



図 7 部品



図 8 組み立て

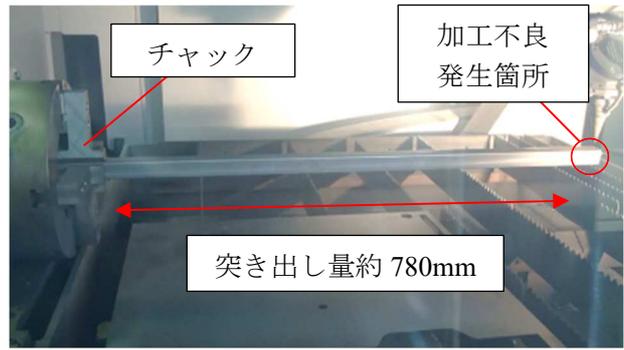


図 9 段取りの様子

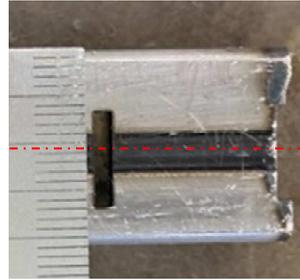


図 10 加工不良

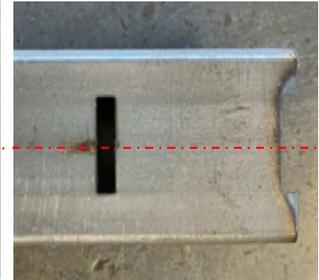


図 11 芯出し後

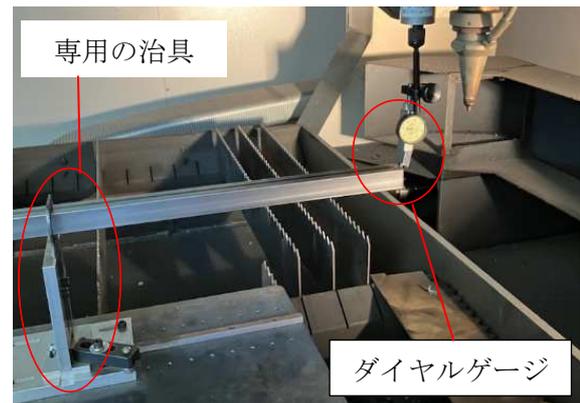


図 12 芯出しの様子

3.5 FRC からの委託作業対応

研修のさいごに、これまでの研修で習得した技術を用いて、FRC からの委託作業を実施した。FRC にて設計した 2D、3D-CAD モデルを対象に、2D、3D-CAM を用いて加工用プログラムを作成し、実加工を行った。実際に製作したモデルの一部を図 13、14 に示す。また、製作した部品を用いて FRC にて組み立てた車体の写真を図 15 に示す。



図 13 部品(板)



図 14 部品(角パイプ)



図 15 組み立て



図 20 ゴミ箱



図 21 名刺入れ

3.6 加工事例

本研修で製作した部品及び製品を図 16～23 に示す。図 16 はフライス盤のテーブル用カバーである。1mm 厚の鉄板を図 17 に示すように切り抜き、カバーがテーブルから落ちないように該当箇所を折り曲げてストッパーを施した。図 18 に示すように、フライス盤のテーブルには溝があり、加工時に切りくずが溝の中に入ってしまう。そのため、掃除の際に時間がかかっていた。そこで、レーザー加工機でテーブル用カバーを製作し、溝の中に切りくずが入らないように対策を行った。実際にフライス盤のテーブルにカバーを取り付けた状態を図 19 に示す。



図 16 カバー(完成品)



図 17 カバー(加工後)



図 18 カバー取付け前



図 19 カバー取付け後

図 20 はゴミ箱である。12mm 厚の合板を加工したあと、組み立てた。板に切込み部及び角穴を設けことで従来よりもビスの使用量が半減し、組み立ても容易になっている。図 21 の名刺入れは、4mm 厚のベニヤ板を加工したあと、木工用ボンドで接着して組み立てたものである。

図 22 及び図 23 は板材収納スタンドの仕切りの部品及び組み立てた完成品である。従来の材料収納スタンドでは仕切りがなかったため材料の分別が難しい。また、材料がスタンドの中で倒れた状態で収納されているため、必要な材料を取り出す際は上に載っている材料を全て取り出した後に取り出す必要がある。そこで、レーザー加工機で角パイプ材を加工したあと、既存の板材収納スタンドに溶接作業にて接合を実施した。



図 22 部品



図 23 組み立て

4. まとめ

本研修を通して、若手職員の炭酸ガスレーザー加工機や平面及び多軸加工技術に関する知識は深まり、CAD を用いたモデリング技術、CAM を用いたプログラム作成技術、パイプ加工特有の操作技術を修得した。また、製品の組み立て作業を通して、溶接の技術も習得することが可能であった。今後も日々研鑽を続け、高度化する技術支援の要請に応えていきたい。