

NC フライス盤利用によるレーザ加工*

—切断感知による板厚変化への対応—

宮尾 芳一**・青木 博夫***・和田 一秀****

Laser-Cutting by means of NC Milling Machine Function —Doability of Feeding Speed Adjustment to cope with variety of the thickness of material.—

Yoshikazu MIYAO, Hiroo AOKI and Kazuhide WADA

Following was made in attempt to implement old type NC milling machine function as the components of laser cutting machine: Such as security instrument and laser ray disruption.

We have developed a software by utilizing computer for easy-fast NC machine programming.

Judgement whether the cutting was performed or not is made by the thermo-couple from its temperature variance. We have also developed a feasible system that can automatically adjust the feeding speed when the cutting was not ideally performed.

To attain the workability of aforementioned system, we have made experiments by using acrylic resin sheets that have varieties of thickness.

The result was so good as expected.

1. はじめに

今までパソコンやパルスモータを用いてレーザ加工機のX-Yテーブルの駆動を行ってきたが、微小な傾きや円弧の制御では問題点が多かった。そこで旧式となり、利用機会が少なくなったNCフライス盤のテーブル制御機能を、レーザ加工機のテーブル制御に利用した。

レーザ切断では一般の工作機械での刃物による切断と異なり、レーザを投射しても材料の板厚が異なるとき切断されていないことがある。そして切断されていない部分を後で切断することは、位置出しやレーザ光の制御で大変煩わしい。そこで、本研究ではレーザによる材料の切断状態をセンサで連続的に検出し、切断されていないと判断するとNCフライス盤のテーブルの送り速度を遅くし切断を完了するためのシステムを構築した。さらに、安全装置やレーザ遮断装置の機器を付加した。また、パソコンとの対話形式でデジタイザ上の形状をトレースするだけで、自動的に座標を読み取り、レーザ用NCプログラムが簡単に作成でき

* 平成3年3月 日本機械学会 第20回学生会卒業研究発表講演会で発表

** 機械工学科 助教授

*** 電気工学科 助教授

**** 機械工学科 技官

原稿受付 平成3年9月30日

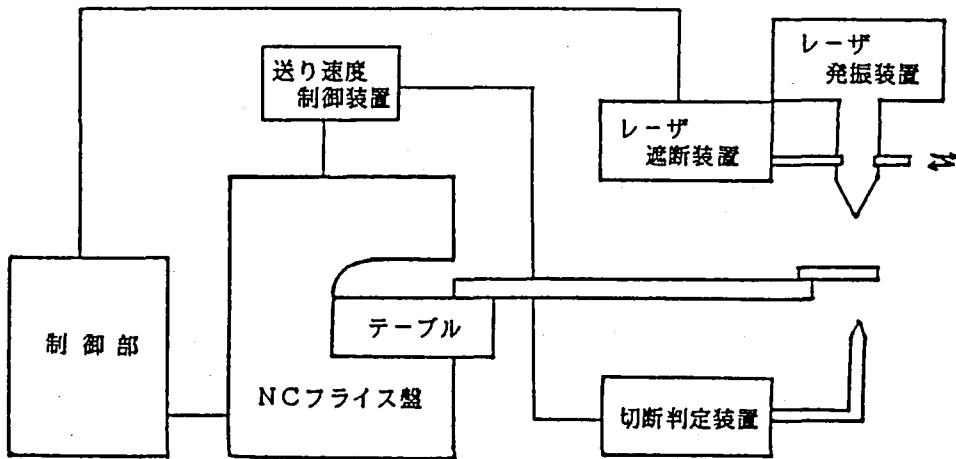


図1 システム構成図

表1 各種センサの特徴

センサ	精 度	応 答 性	簡 便 性	取 付 け	コ ス ト
色	◎	◎	△	×	△
風 圧	○	△	◎	○	◎
熱	○	◎	◎	○	○
におい	×	×	○	◎	△

るパソコンソフトを開発した。

板厚の変化するアクリル板を本システムを用いて切断し、性能評価を行った。本システムが予想どおりに良好に作動することを確認した。

2. システムの概要

2-1 本システムの構成

図1に本システムに用いた主な機器の構成を示す。

NCフライス盤のテーブルを目的の形状に作動させることで、レーザー光の下の材料が任意形状に切断される。そのとき材料が切断されているかを判定する装置、切断されていないとき送り速度を制御する装置、また未切断のときにレーザー光を遮断する装置を開発してNCフライス盤とレーザー発振装置をマッチングさせた。

2-2 切断感知による対応

2-2-1 センサの選定

材料が切断されているかどうかを判定するセンサとして、主に考えられるものとその特徴を表1に示す。

切断用炭酸ガスレーザー光は無色で目にみえない。そこで本装置では事故防止のための赤色ルビーレーザー光を同じ光軸上に発振させている。切断されていると材料下部までこの赤色レーザー光が通過する、この赤色を切断の識別に利用できないか。

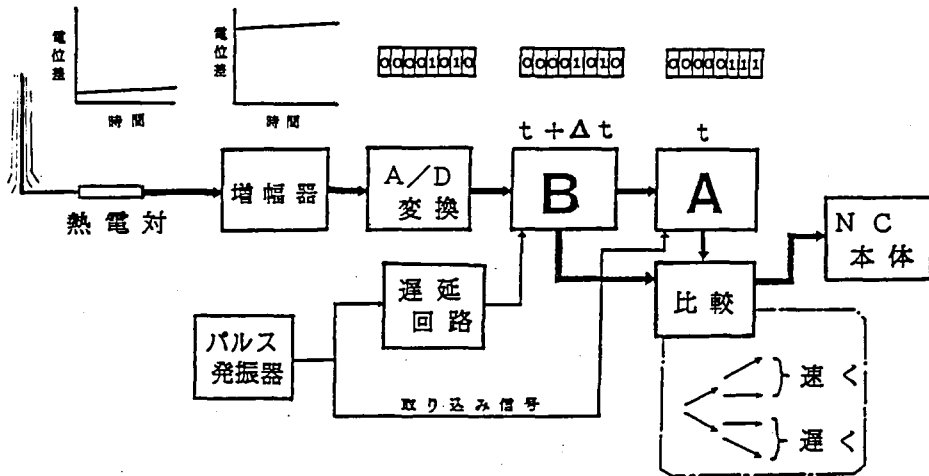


図2 速度制御ブロック線図

溶融材料を飛散させ切断を促進するために窒素ガスを噴射している。切断されていると材料下部まで窒素ガスが通過するが、この窒素ガス圧を識別に利用できないか。

切断されていると材料下までレーザー光が届くことになる。この切断後の余熱エネルギーを識別に利用できないか。他に切断されると材料溶融のにおいが発生することがある。これらの利用も考えられる。

それぞれ特徴があるが、切断後の余熱エネルギーを識別に利用し、センサとして比較的簡単に温度を測定できる熱電対を選定した。

2-2-2 選定判定装置

レーザー光軸上の材料直下に熱電対をセットする。本システムに用いたレーザー光の発振出力は50Wなので金属を溶かすほどの能力がなく、レーザー光は材料を切断した後、下部の熱電対に照射すると熱電対を溶かすことなく温度を上昇させる。そこで熱電対の温度が上昇した場合は材料が切断されていると判定し、レーザー光が材料で遮断されるため熱電対の温度が上がらない場合は切断されていないと判定する。この機能を組み込んだ電子回路を開発した。図2にそのブロック線図を示す。図3に回路図を示す。

レーザー光照射により熱電対は温度上昇し電位差を生じる。熱電対に感知された電位差は増幅した後、A/D変換によりデジタル値化され、図中のA部に記憶される。そして、 Δt 秒後に再び熱電対の電位差を測定し、同様にデジタル値化されB部に記憶する。つぎに、A部とB部に記憶されたデジタル値を比較する。A部の値>B部の値なら熱電対の温度は下降しており、切断していないことになる。その場合はNCテーブルの送り速度を遅くする。逆の場合は切断されていることになるので、送り速度は変えない。また、A部の値=B部の値のときは、それ以前の変化状態によって、切断されているかどうか判定する。このような判定を一定微小時間毎の電位差比較で行い、切断の有無をたえず監視し、切断されないときはすぐに減速信号が送り速度制御装置へ送られる。

2-2-3 送り速度制御装置

レーザー加工中に、切断判定装置が切断していないと判定すると、その信号はNCフライス

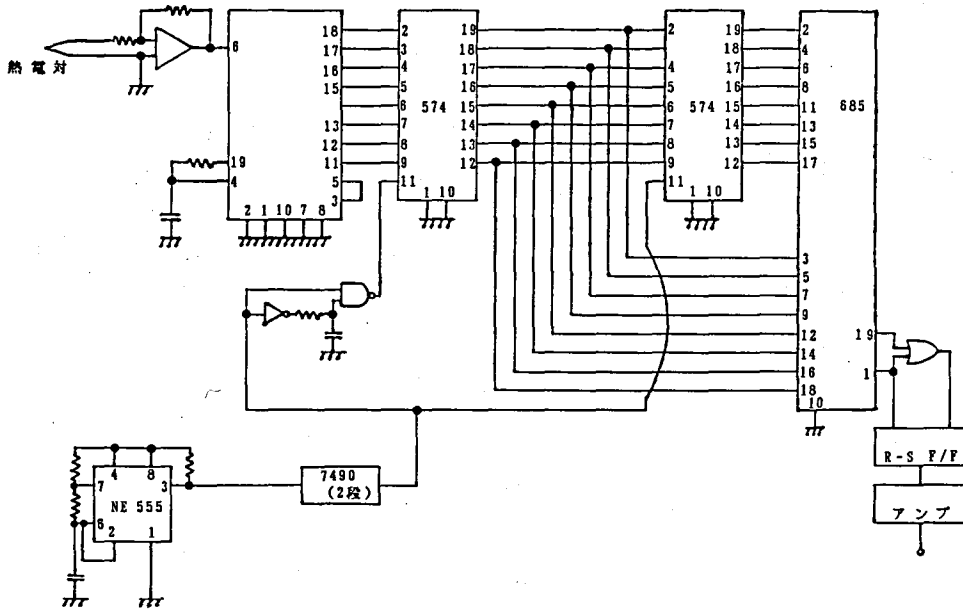


図3 速度制御回路図

盤へ送られる。そこで、本来手動で操作するNCフライス盤のオーバーライド機能が自動的に働くようにした。オーバーライド機能とは、NCプログラムに設定した送り速度が外部から手動の切り替えスイッチにより0～200%に変更できる機能である。ここでは、あらかじめ設定した切断可能な送り速度に自動的に減速するよう、NCフライス盤の制御装置の電気回路に組み込んだ。

2-3 付加装置

レーザー光の発振を止めてしまうと、簡単に再発振ができない。しかし、材料の位置決めや不連続切断などで切断不要部分で一時的に切断を中止する必要がある。そこで、レーザー光軸上に遮断物を置きレーザー光を遮り切断されなくした。この遮断物の移動をソレノイドで行い、その制御もNCプログラム命令でできるようにした。更に、NCプログラムのミスなどによるテーブル移動の異常でレーザー発振装置の破壊などの事故を未然に防ぐため異常なテーブルの移動を予防するオーバートラベル機能、また緊急時に非常停止する機能などの安全装置を付加した。

2-4 NCテープの簡易作成

レーザー用NCテーブル制御用テープを簡易に作成するシステムを開発した。図4にそのパソコンフローチャートを、図5に機器の構成を示す。

まず、切断する形状の等寸大の原図をデジタイザ上に固定する。パソコンの指示により加工速度等をキーボードから、また原点、始点に続き形状の各ポイントなどをデジタイザから入力する。すると各ポイントの座標や曲率半径をパソコン内で計算してNCプログラムが自動的に作成され、レーザー用NCフライス盤テーブル制御用テープとして出力される。

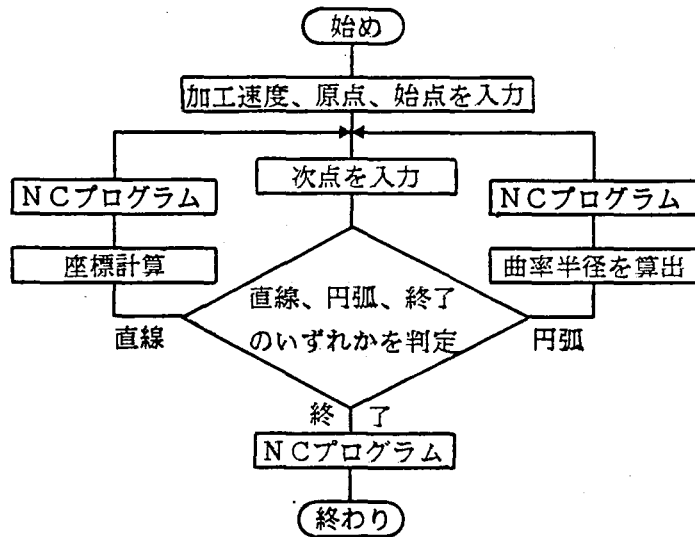


図4 NCプログラムの作成

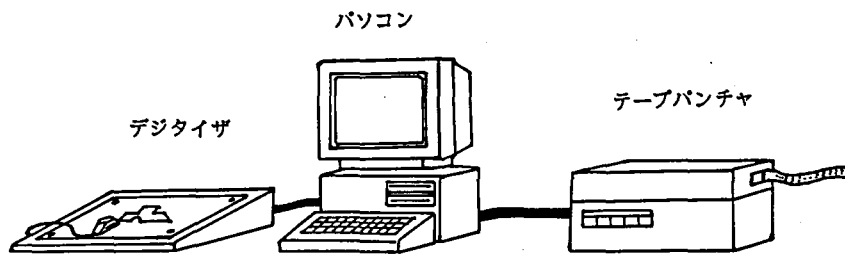


図5 NCテープの簡易作成

3. システムの評価

3-1 切断速度の選定

熱電対はレーザー光の切断後の余熱エネルギーで加熱されるが、レーザー装置の窒素ガスの噴射で冷却されてしまう。よって、材料が切断されていても熱電対の温度は下がることがある。ここで、本実験に用いたレーザー装置によるアクリル樹脂の各板厚に対して切断可能な上限速度（切断限界速度）と、材料が切断され、かつ熱電対温度が下降しない上限速度（熱電対温度上昇限界速度）を図6に示す。たとえば、板厚2mmのときは200mm/minの送り速度で切断できるが、熱電対の温度が下降しない上限速度は50mm/minであることを示す。この図より各板厚に対して、本システムに適する送り速度が求められる。

3-2 システムの作動

図7に示すような厚さが2mmと10mmからなるアクリル板を本システムを使って切断した。設定速度は厚さ2mmの熱電対温度上昇速度の50mm/minとし、切断されていないときは厚さ10mmを切断可能な10mm/minに設定した。

この条件で切断したときのテーブルの軌跡および平均送り速度を図中に示す。この実験で

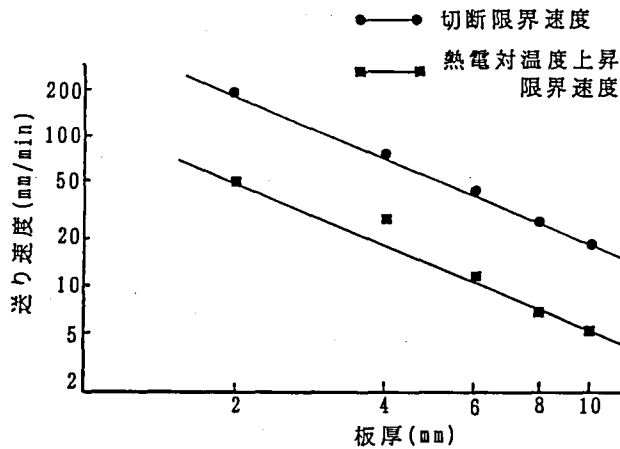


図6 限界送り速度

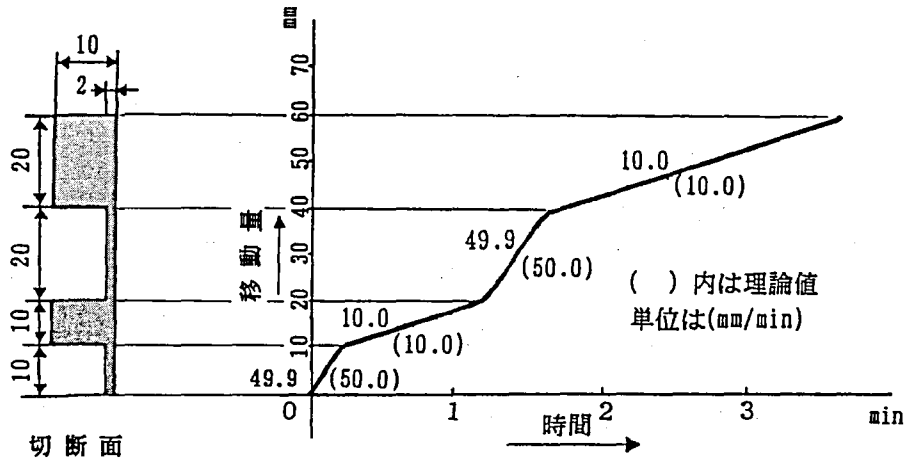


図7 システムの評価

は、誤作動も殆ど無く、送り速度の減速は必要な箇所でも正確に行われ、本システムが良好に作動することが確認できた。

4. おわりに

レーザ加工装置のX-YテーブルとしてNCフライス盤を利用するために、様々な機能を付加した。また、熱電対で切断を感知し、板厚が変わっても送り速度が対応し切断できるシステムを開発した。実験においても、本システムが良好に作動することが確認できた。しかし、切断されていても熱電対の温度が上がらない速度が存在し、改善の余地がある。今後は、熱電対の保温の工夫により、この速度差を少なくするなどシステムを改善していきたい。

終わりに本研究の一部は卒業研究のテーマとして行われたものである。実験に際しては本校機械工学科卒業生である石原央之君、大塩匠君、中野優一君、熊井淳二君、鎌倉孝博君の協力をいただきました。ここに心より感謝の意を表します。