

課題情報シート

テ ー マ	NC発泡スチロールカッターの設計・製作		
大 学 校	北陸職業能力開発大学校		
ホームページ	www3.jeed.or.jp/toyama/college/		
電 話 番 号	0765-24-2205（学務課）		
訓 練 課 程	専門課程	訓 練 科	生産技術科 電気エネルギー制御科 電子情報技術科
担当指導員	伊藤 立夫 中島 英一 清水 達也		

開 発（制 作）年 度 ・ 期 間

2017 年度 ・ 10 カ月

（内訳）設計：4 カ月、加工：2 カ月、組立・配線：2 カ月、検査・調整：2 カ月

開 発（制 作）学 生 数

9 名

（内訳）生産技術科（機械設計・加工）：5 名 電気エネルギー制御科（電装設計・配線）：1 名
電子情報技術科（CAD/CAM 3D ソフトウェア）：3 名

習 得 し た 技 能 ・ 技 術

学生たちが総合制作実習で習得した技術の1つに位置決め技術が上げられます。授業ではボールねじとステッピングモーターを使用した1軸テーブルの加工・組み立て実習を行っています。今回はタイミングベルトとステッピングモーターを使って1軸テーブルを設計・製作しました。パルス信号による回転角度・回転速度を正確に制御することについてはボールねじ方式と同じですが、他の位置決め方式も学んで欲しいため、授業では教えていないタイミングベルト方式を採用することにしました。これにより位置決め技術の習得範囲が広くなりました。

次に、この位置決め装置を利用したCAD・CAM技術を習得しました。授業ではCNC加工のCAD・CAM実習がありますが、これを更に発展させてCAD・CAM装置を設計・製作する技術を習得しました。また、部品加工では発泡スチロール加工用の先端部φ0.5mmカッター針の旋盤加工技術を習得しました。

従来、総合制作については単科で行うことが多かったのですが、今回テーマの難易度と専門性を考慮して3科で行いました。各科内での協調やコミュニケーションを上手にとりながら他科との連携を円滑に進めて行きました。そして3科合同で装置の進捗管理を行っていき、レベルの高いコミュニケーション能力を習得しました。途中、3科の授業のタイミングが合わないことが多く、計画にズレが生じることもありましたが、各科でズレの調整を行い、また3科合同でもズレの調整を行うことにより納期に間に合わせることができました。就職した学生の中では、この習得したコミュニケーション能力が様々な現場において活かされているとのことでした。

開発（制作）のポイント

市販されている発泡スチロールカッターはニクロム線を使った手動タイプが主流です。本製作では市販されていない新規性を求め CAD・CAM 技術を活用した「NC 発泡スチロールカッター」を製作することにしました。

ニクロム線方式での NC 化についてはニクロム線の上下両端取付けのため実現しにくいと考えました。そこで学生たちが知恵を出し合い工夫した結果、上方取付けタイプのヒートカッター針方式を考案しました。これにより、CAD・CAM を利用した NC 化が可能となりました。縦方向の Z 軸についてはカットまで行かない位置決め制御により、彫刻のようなデザインも可能となりました。

訓練（指導）のポイント

装置本体の設計では CAD を使った組立図に時間を多く費やしました。その組立図を描く際、購入品も含めた各部品の知識や加工を想定した技術・技能が必要となります。学生たちにとっては初めての独自設計・製作となるため、これら部品の仕様や機能を理解させていきました。はじめは購入部品のカタログの見方、材料の選定、計算による部品選定方法を指導していき、後には学生たち自ら、設計できるようになっていきました。

一方、工夫した点として多くの予備実験が上げられます。代表例としてヒートカッター針があります。この針は市販品ではなく、自作する必要が出てきました。金属材料の選定からはじまり、旋盤での針加工を行ってきました。予備実験の内容は、この針を使った発泡スチロールのヒートカット実験です。何度もこの針を製作しながら実験を繰り返し、使用可能な針に仕上げていきました。最初はすぐに折れて使用できなかったのですが、何回もの実験により発泡スチロールを加工するのに適した針を製作することができました。ここでは実験の大切さ、そして出来たときの楽しさが分かったと感じています。

他、電気エネルギー制御科の担当分野である針の温度制御、電子情報技術科の CAD・CAM 用 3D ソフトウェアの選定から使用方法、発泡スチロールカッターへの応用展開に至るまで各科の専門分野に対して十分完成度を上げていきました。そして 3 科合同での組立て、試作、調整を行い完成させることができました。このように学生たちは、完成したときの楽しさや面白さを十分に分かってくれたと思います。最後に、これが「ものづくり」の楽しさに繋がってくれることを期待します。

開発物の仕様

項目	内容
寸法 重量	600mmx600mmx750mm 50kg
位置決め精度 、加工速度	X 軸、Z 軸:±0.38mm Y 軸:±0.1mm 、3mm/s
駆動方法、使用モーター	タイミングベルト方式、ステッピングモーター
稼働範囲	X 軸:250mm Y 軸:225mm Z 軸:45mm
ヒートカッター針	真鍮 φ0.5mm 表面温度 120℃
加工材料	発泡スチロール A4 サイズ 3mm 厚

使 用 機 器

開発において使用した機器等（機器名・メーカー・型番）

普通旋盤（DMG 森精機・LE0-80A）、卓上ボール盤（工機ホールディングス・B13SH）、CAD・CAM ソフトウェア（AUTODESK・Fusion360®）

参 考 文 献

三谷大暁 別所智広 坂元浩二(2016 年)『Fusion360 操作ガイド ベーシック編』カットシステム
三谷大暁 大塚貴 二谷健史(2017 年)『Fusion360 操作ガイド CAM 切削加工編』カットシステム

NC 発泡スチロールカッターの設計・製作

生産技術科
電気エネルギー制御科
電子情報技術科
指導教員

伊藤立夫, 中島英一, 清水達也

1. はじめに

昨年度の総合制作では,発泡スチロールを 1つのコントロールレバーの手動操作によってカットする装置を製作した.今年度は,この装置のカット技術を基に,手動操作から CAD・CAM を利用した「NC 発泡スチロールカッターの設計・製作」というテーマに取り組んだ.

2. 概要

図 1 が装置の全体図である.この装置は主に 1 軸テーブルの X 軸,Y 軸,Z 軸とヒートカッター部から構成されている.

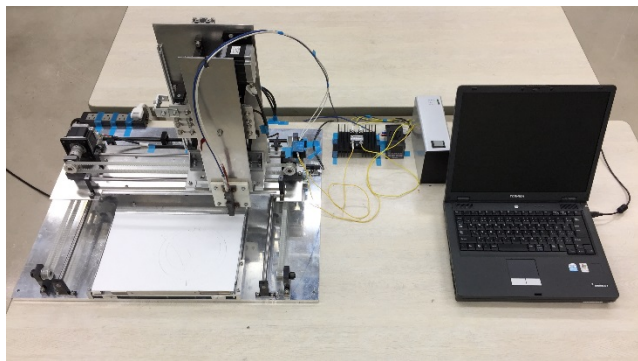


図 1 全体図

この装置は,パソコンにパーツ作成された CAD データを読み込み,CAM ソフトによって NC データに変換する.次にこの NC データを 3 軸制御用コントローラに通じて本体へ送る.そして,送られてきたデータから本体の X 軸,Y 軸で座標を決め,Z 軸で高さの位置決めを行いながら,ヒートカッター部で発泡スチロールを加工する.

3. 仕様

表 1 が装置全体の仕様である.

表 1 機械仕様

本体寸法	600mm×600mm×750mm
重さ	50kg
モータ	ステッピングモータ
駆動方法	タイミングベルト,プーリ
電源	AC100V, 50/60Hz, 500W
稼動範囲	X 軸 250mm,Y 軸 225mm, Z 軸 45mm
速度	3mm/s
ヒータ部材料	銅
カッター部	真鍮, ϕ 0.5mm,120℃
加工材料	A4 発泡スチロール, 3mm 厚
位置決め精度	X,Z 軸 : ± 0.38 mm, Y 軸 : ± 0.15 mm

4. 機構

4. 1. X,Y,Z 軸

図 2 が各軸のテーブルである.各軸の方向は,X 軸が左右方向,Y 軸が手前奥方向,Z 軸が上下方向となっており,Y 軸の上に X 軸,その上に Z 軸が載る構成になっている.

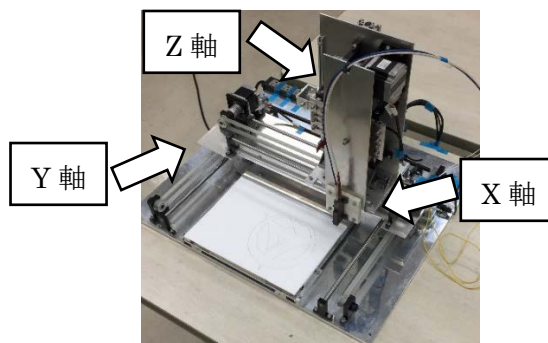


図 2 各軸のテーブル

4. 2. 各軸の特徴

(1) X 軸安定板

図 3 に X 軸の安定板を示す。加工中の発泡スチロールのたわみを抑えることと、くりぬき加工の際に溶けた発泡スチロールが Cutter 部に付くことを防ぐために取り付けた。



図 3 X 軸安定板

(2) Y 軸歯車

図 4 に Y 軸の歯車を示す。2つのタイミングベルトを同じ送り量で左右均等に動作させるために、モータに取り付けた。

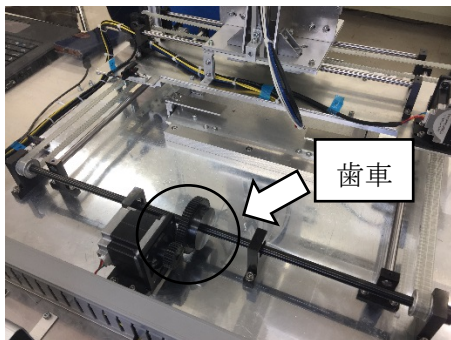


図 4 Y 軸歯車

(3) Z 軸ばね

図 5 に Z 軸のばねを示す。ヒータ部の自重による落下を防ぐために取り付けた。

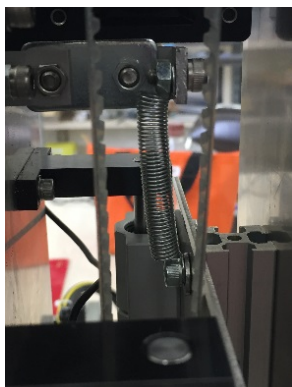


図 5 Z 軸ばね

4. 3. ヒートカッター部

図 6 にヒートカッター部を示す。銅のヒータ部に Cutter 部溶断部径 0.5mm の真鍮を固定したものをヒートカッター部とした。

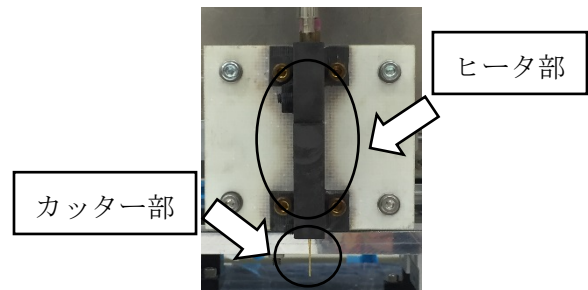


図 6 ヒートカッター部

ヒータ部に銅を使用した理由は、熱伝導率が高いことにより、立ち上がりが早くなるためである。Cutter 部に真鍮を使用した理由は、他の金属と比べて温度分布が均一であり、加工面がきれいになるためである。

4. 4. カッター針

図 7 にカッター針を示す。チャック部は $\phi 2.5\text{mm}$ 、刃先部は $\phi 0.5\text{mm}$ となっている。補強のためテーパ加工を用いた。

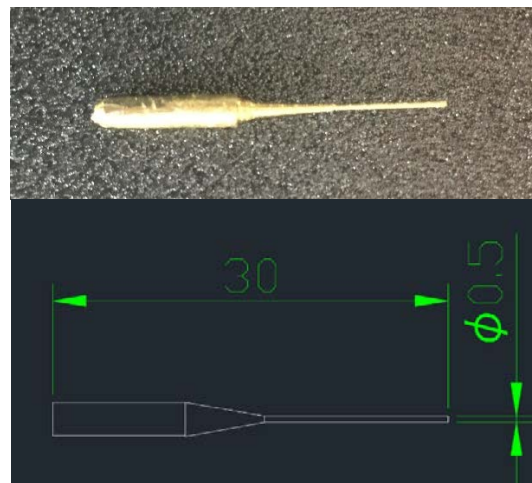


図 7 カッター針

材料については、アルミ、炭素鋼、真鍮で試作した。その結果、強度、伝導率の両方の条件が適している真鍮を使用することにした。加工には旋盤を使用した。たわみを低減するため突き出し量の微妙な調整を行った。また加工時の材料の X、Y 方向の逃げを防ぐため、仕上げ代のとり方など工夫しながら加工した。

5. 動作制御

5. 1. システム

図 8 が動作制御のシステムである.CAD (Fusion 360®)を用いて 3D の図面データを作成し,CAM(Fusion 360®)にデータを送る.次に CAM を用いて加工方法や工具などを指定し,G コードに変換する.その後,G コードを CNC ソフト(USBCNCV3)で制御信号に変換し,3 軸制御用コントローラ(TRA100)に信号を送信する.3 軸制御用コントローラを用いてステッピングモータを制御し,発泡スチロールを加工する.

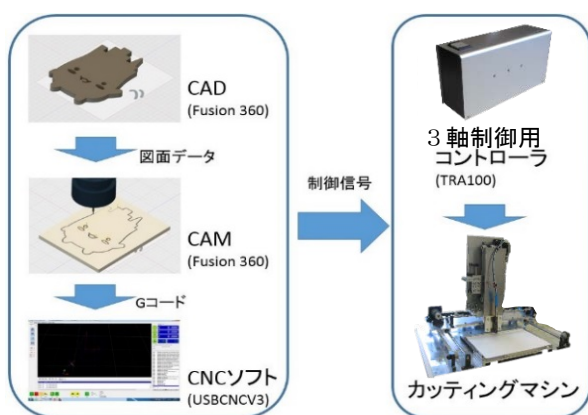


図 8 動作制御システム

5. 2. CAD・CAM ソフト(Fusion 360®)

CAD と CAM が 1 つのソフトウェア上で動作する為,今回の CNC 用のデータを作成するのに適していた.また,工具ライブラリを自作することができるため,今回はヒートカッター一部の製作をした.しかし,CAM の工具ライブラリで製作できる工具の種類に今回使用するヒートカッターが当然ではあるがない為,フラットエンドミル(図 9)で代用した.

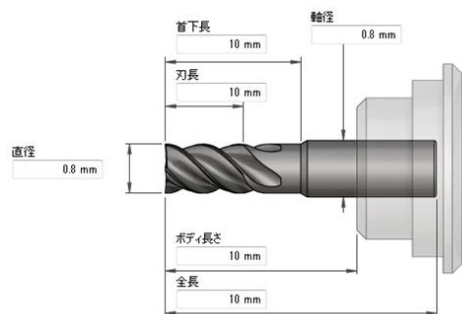


図 9 フラットエンドミル

5. 3. CNC ソフト(USBCNCV3)

CAM で生成された G コードを 3 軸制御用コントローラに信号として伝えるソフトウェアである.ソフト内(図 10)で加工範囲,速度,原点センサ等の設定を行い,その条件に沿った信号を 3 軸制御用コントローラに送る.



図 10 CNC ソフトプロパティ画面

5. 4. 3 軸制御用コントローラ(TRA100)

CNC 機器を制御するための 3 軸制御用コントローラである.ドライブ電流,マイクロステップの設定やステッピングモータの制御,原点センサの検出等を行う.

5. 5. 軸駆動用ステッピングモータ

3 軸制御用コントローラより送られた信号により回転する.このマシンでは,X 軸,Y 軸,Z 軸の 3 軸にステッピングモータを用いて動作させる.

6. 電装部

図 11 に電装部を示す.

6. 1. ブレーカー

機器を大電流から保護するため,15A のものを使用した.

6. 2. 温度調節器

温度を設定し測定値が設定温度に達するまでヒータ部へ出力する.測定値が設定値に達した後は,設定値を維持するために出力,停止を繰り返す.

6. 3. ソリッドステートリレー

ヒータ部の温度を維持するために使用.

ON,OFF を繰り返すので無接点のものとした.ON,OFF を繰り返す際,熱が発生するため,熱を逃がす機器(ヒートシンク)を使用した.

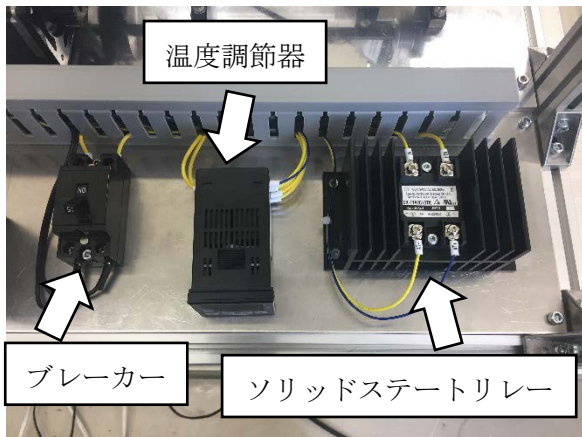


図 1 1 電装部

7. 操作

7. 1. CAD

図 1 2 に CAD の画面を示す.発泡スチロールをカットする形状を図面で表す.スケッチで平面図面を作成し,その後,平面図面に高さの情報を加え,3次元のデータにする.

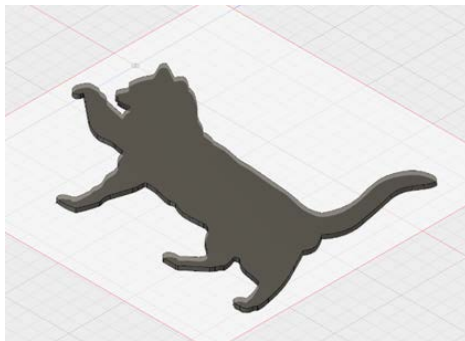


図 1 2 CAD 画面

7. 2. CAM

図 1 3 に CAM の画面を示す.CAD 図面をもとに囲う領域を決め,加工内容,使用する工具,加工スピードなどの設定を行い,シミュレーションで試した後,Gコードに変換する.

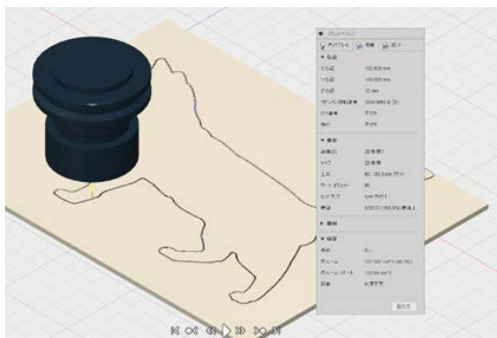


図 1 3 CAM 画面

7. 3. CNC

CAMで生成されたGコードをCNCソフトに取り込み,操作画面(図 1 4)より原点復帰を行う.その後,ワーク座標が0になっていることを確認し,一度リセットした後実行する.針が一度上昇し,停止したことを確認したら発泡スチロールをセットし,再び実行ボタンを押すと加工を開始する.

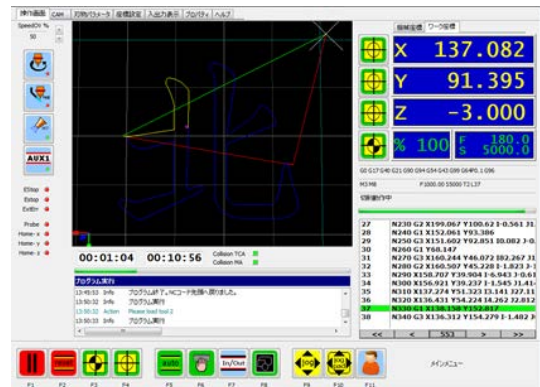


図 1 4 CNC ソフト操作画面

8. 加工例

図 1 5 にこの装置で加工した例を示す. 発泡スチロール(A4 サイズ,3mm 厚)を一個約6分で加工した.このように,CAD で設計されたパーツを,自由自在に加工することができる.



図 1 5 加工例

9. おわりに

今回の総合制作は,3科合同という初めての試みだった.最初は,他科のことがわからず不安だったが,コミュニケーションをとり,それぞれの役割を果していくことで,当初の予定通りに作業を進めることができた.この貴重な体験や経験を,今後の進学や就職後に役立たせていきたい.