

面取り加工機の製作

生産技術科 青山 元博

Production of Chamfering Machine

Motohiro AOYAMA

概要 実習にて手作業で行っている部品の面取り加工を、モータの動力を用いた刃工具による機械化を行い素早く均一に作業ができる工作機械の製作を目指し、面取り加工機を製作した。製作全体を通して、ものづくりの一連の流れを知るとともに自分の製作担当箇所に責任感を持ち実習を進めていくことを目的として、各々の学生に機械の構造ごとに役割担当を定め、設計～製作、そして組立て・評価を行った。本稿は、2021年度に総合制作実習のテーマとして取り組んだ「面取り加工機の製作」に関して報告するものである。

1. はじめに

面取りとは、材料の角部を落とすことである。機械加工後の材料は鋭利なバリが発生し危険なため、面取り加工で取り除くことで怪我の防止や他部品との接触によるトラブルを防ぐとともに、外観を美しく見せるための処理である。しかし面取り加工は手で行うと時間もかかり熟練度により仕上げた面が均一に処理できず差が生じる問題がある。そこで誰でも安全かつ加工面を綺麗に、速く仕上げることができる面取り加工機の製作に取り組んだ。

また、企画から完成まで「ものづくり」の一連に係る工程の中で学生が2年間学んだ知識や技術を活かして製作することにより設計や加工技術の向上をはかるとともに、構造ごとに担当者を定め学生各々が設計～部品加工～組立調整～評価ができるように実習を進めていった。

本稿は、総合制作実習のテーマとして取り組んだ「面取り加工機の製作」に関して、その製作過程をまとめたものである。

2. 機能・設計仕様

面取り加工機の使用方法は、作業者が直接材料をV字台に抑えつけて手送りで台ごとスライドさ

せ、回転している刃に対象の角部を当て切削を行う。主な機構としては、材料取り付け部、送り機構、回転機構の3つからなる。製作した面取り加工機の設計仕様を表1に示す。

材料取り付け部はV字型に板を固定し、材料取り付け状態で90°開くように構成しているため、材料の角部をC面取りに加工できる。

切込み量の調節は、図1の緑部分に示す高さ調整ねじに施した細目ねじ機構を使用した。高さ調整ねじに接続したレバーを回し、図1赤部分の材料が乗ったV字台を上下移動させることで、切込み量の調節をする。V字台が、1番下降している状態での面取り量をC1とする。面取り量の最大をC1としたのは、実習での課題がC1までの物が多く、機能として十分であるとともに、手で材料を抑える機構により反動が大きくなりすぎないようにするためである。

送り機構は、V字台左右に斜面台を配置しそこにリニアガイド、反対側にリニアシャフトを設置し、スムーズにスライドできる機構とした。

回転機構はモータを使用し、歯車により回転数を適正速度へ変速させ、刃部であるエンドミルに回転を伝達する。刃部となるエンドミルの取り付けは、ドリルチャックの爪部を用いて取り付け及び取り外しが容易にできるような構造とした。

表 1 設計仕様

全長	670(mm)	電源	100(V)
全幅	300(mm)	切込み量	0~C1
全高	297(mm)	回転数	900(min ⁻¹)
質量	40(kg)	可動域	200(mm)
加工材料の大きさ	80×80×160(mm)		

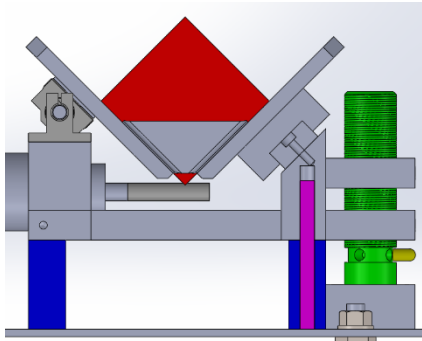


図 1 面取り加工機構造図

3. 加工を考慮した部品設計

部品設計では、購入した機械要素部品を基に各部品の寸法を定めた。始めにモータから考え、モータを基準として全体の大きさを定めた。その後詳細に各部品を 3 次元 CAD により設計していった。設計の際には、ベアリングなどの機械要素部品を選定し、それらを取り付けるための部品、面取り時に部品を設置する V 字型になるテーブルを機械加工により製作することとした。加工部品では購入した材料のサイズをそのまま利用し、部品自体の切削量を減らす等、効率的に加工できるような設計に心掛けた。図 2 は各部品の設計を終え、アセンブリを行った後の面取り加工機の 3 次元モデルである。

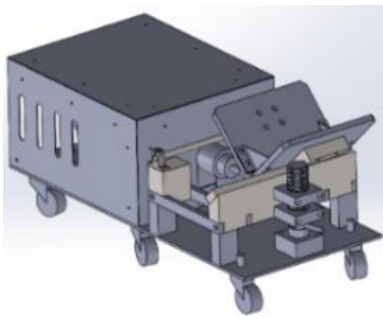


図 2 面取り加工機の 3 次元モデル

4. 部品加工

部品設計の結果、加工部品は 24 点となった。部品加工には穴あけ箇所が多く、また、加工時に多面的に加工を行うため、部品の付替えが多くなってしまったから、汎用工作機械を中心に使用した。以下に、いくつかの部品の紹介と加工法について説明する。

4.1 土台

土台は、モータや切削部の構成部品などを取り付け固定するためのモノである。そのため剛性を考え、1 枚の板で構成することとした。主に穴あけ加工を行ったが、材料の板が大きくフライス盤上のバイスでの固定ができないため、図 4 の上図のようにクランプで直接テーブル上に固定し、穴あけ加工を行うこととした。加工ではフライス盤のテーブルの稼働範囲内に板が収まらないことから、図 3 の下図のように穴あけの範囲を 3 ブロックに分けることで対応した。加工時には板のサイズが大きいことから、穴あけの際にびびりが発生する場面に何度か遭遇したが、切削条件、クランプの位置、板下の平行台の位置等の調整を行うことで対応した。

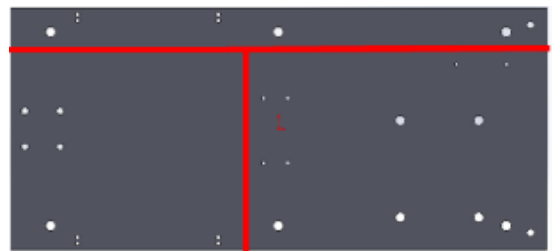


図 3 土台の加工

4.2 高さ調節ねじ

高さ調整ねじは、細目ねじを採用している。その加工を行うため旋盤を使い端面・外径加工を行い、図4の上図のようにねじ切り加工を施した。また、高さ調節を行う際に、この部品を手で把持し回すのは困難であり、またねじ部で手を切る危険性もあるため、レバーを設けることとした。レバーは、高さ調整ねじと一体となっていると他の部品に干渉するので、高さ調整ねじに穴をあけ、高さ調整時のみ差し込み使えるようにした。穴位置は、一か所であると利便性に乏しいため90°に交差するように貫通穴とした。穴あけ加工では、旋盤であると外径部に穴あけができないため、図3の下図のようにフライス盤とロータリーテーブルを用いて加工を行った。



図4 高さ調節ねじの加工

4.3 斜面台

斜面台は、面取り材料を設置するためのV字テーブルを取り付ける台である。そのため、C面取りを成すための45°の斜面、そして荷重に耐えられる剛性が必要となる。そこで斜面台を1つのブロックより制作することとした。斜面部はVブロックを用いて45°に傾け固定し加工することとしたが、そのまま加工すると固定部が線接触となることでクランプ力に不安を覚えた。そのため前加

工として、斜面にする面を固定するために図5上図のように階段状にエンドミルで加工した。その後仕上げ加工として、図5の下図のようにVブロックを部品の下に置き、V字に合わせて部品を上から押さえつけるように固定し加工した。

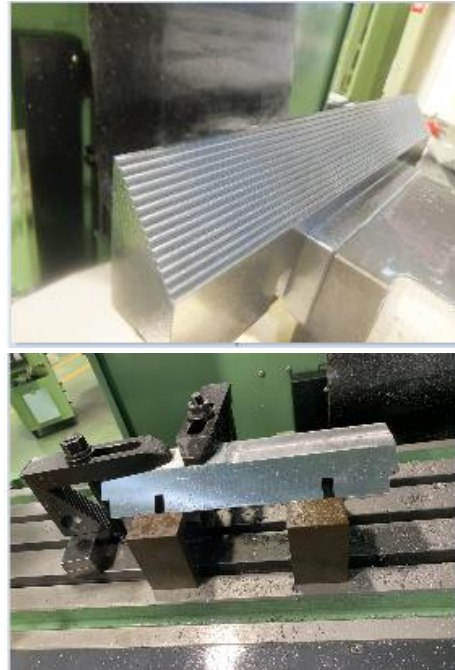


図5 斜面台の加工

5. 組み立て・評価

5.1 組み立て

組み立ての際に注意した点は、部品の位置調整である。特に、脚部品の位置の調整は難しくそのまま組み立てたとき、部品間のはめあいによる高さ調節やV字テーブルのスライドが出来ない。そこで、部品の動きを確認しながら組み立てた。図6は組み立て後の全体図である。



図6 製作した面取り加工機

5.2 組み立て後の問題点 1

部品設計時に 3 次元 CAD により購入部品及び製作部品のアセンブリを行い、部品同士の配置や干渉を確認し部品設計を行った。しかし作成した図面を基に加工後組み立てを行うと、図 7 に示すように部品間にわずかな隙間が発生し、組付けできない問題が発生した。原因は、加工図面へ公差を設定せずに図面作成を行い、部品間に公差の累積が生じることで隙間が発生したと考える。そこで対処法として隙間調整用のシムを接合に挟み、組み立て不良の修正を施した。

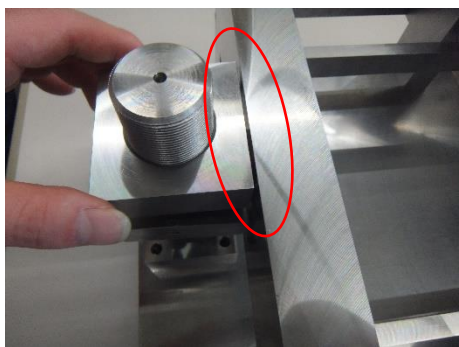


図 7 組み立て時の隙間

5.3 組み立て後の問題点 2

製作する部品と同様の既製品を用いて事前に加工実験を実施していたため、はめあいだけでチャックは固定できると考えていた。しかし動作テストを実施したところ、チャックの取付部分が落下した。原因は、製作したチャック軸のテーパ部のはめあい不良と考えた。このことからテーパ部の研磨を行い、再度加工テストを試みたが失敗した。研磨では改善に至らないと考え、センタ穴付きエンドミルに変更し、それを支える図 8 に示す心押し軸と支え台を製作し、エンドミルを両端部から支えることで強固に把持できる機構とした。



図 8 心押し軸と支え台によるエンドミルの固定

5.4 評価

評価として面取りの加工実験を行った。条件として面取りを行う材料、切込み量を変えた。材料は実習で使用するアルミ A5052、鋼 SS400 を用い、切込み量は C1、C0.5、C0 で実施した。

センタ穴付きエンドミルは落下の危険性を排除することが可能である。しかし、刃部がラフィング形状であるため、図 9 の様に加工後のエッジ部が粗くなる。また、材料を手で押さえて加工が可能であるか、加工実験を行った結果を表 2 へ示す。表より、通常使用する際はアルミ材料でかつ、C0.5 までが望ましい結果となった。



図 9 面取り加工後の状態

表 2 加工実験結果

	アルミ	鋼
C0	把持可能	把持困難
C0.5	把持可能	把持不可能
C1	把持困難	把持不可能

6. おわりに

設計では、機械要素部品の選定、加工部品の寸法の調整等に注視した。加工では部品ごとに加工工程を考え製作し、授業で取り組んでいない加工も行った。また、組み立て後に所々の問題が発生したが、それらに対しても原因の追究を行い、それぞれ対処することで解決し稼働までに至った。

製作した面取り加工機の性能としては、アルミ材料でかつ C0.5 の切り込みまで加工可能である。しかし、検討事項として、ラフィングエンドミルによる面の粗さ、大きく重い観点より小型化の必要性等の事項が存在する。これらの要素を踏まえ、次回加工機を製作する際の糧としたい。