

# 圧力制御可能な 0 回転加工工具の設計・製作と活用

専門課程 生産技術科 2 年生

○青山 光也 長尾 亮祐 中野 誉実 新田 啓貴 指導担当：亀山 寛司

## 1. はじめに

硬さの大きい工具を工作物に押し付けながら擦ることにより、材料の加工面の仕上げを行う塑性加工の一種にバニシング加工がある。マシニングセンタ主軸に装着できる簡単なバニシング工具を設計・製作し微小面積、板厚 0.2mm、軟質材 A1050（純アルミ）の表面仕上げに適用を試みた。以下、0 回転加工工具という。工具の先端部に硬い球を取り付け、押し付け力の制御可能な構造とした。既存金型での打ち抜き製品であるガーデンピック蝶への微小ミガキ模様作成を行った結果、非常にファンタジーな装飾効果が現れた。そこで、薄肉・軟質材への微小ミガキ模様作成に有効な手段となると考え、その可能性を報告する。

## 2. 0 回転加工工具と段取り構成

### 2. 1. 0 回転加工工具の概要

0 回転加工工具概要を図 1 に示す。マシニングセンタの主軸にミーリングチャックを用いた装着可能な A2017（ジュラルミン）主体の工具を製作した。押し付け力を制御するために、圧縮コイルばねを内蔵し、ツール軸方向のみ押し付け力の制御を可能としている。先端部には硬い球を固定し、材料表面を移動することにより塑性変形を生じ、ミガキ効果と平滑面を得ることが可能である。圧縮コイルばねの取り替えにより、押し付け力の変更が可能である。表 1 に工具仕様を示す。

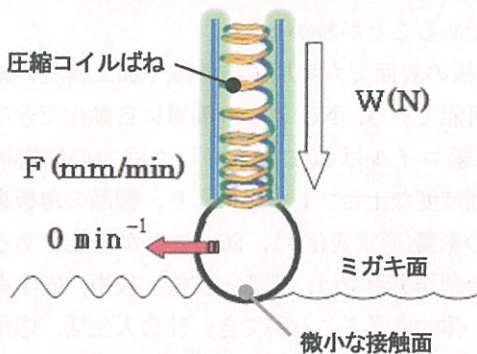


図 1 0 回転加工工具概要

表 1 0 回転加工工具の仕様

0 回転加工工具質量 (g)	94.4
押し付け力・実測値 (N)	5.7 (押し付け深さ 3.2mm)
圧縮コイルばね	自由長さ 30mm, 外径 10mm
ホルダー材質	A2017
円筒部直径 (mm)	19.96~19.99
先端硬球 (実測硬さ HV)	ビー玉 (477) 窒化珪素 (1768)

### 2. 2. 製品材料について

製品材の A1050 はアルミニウムの含有率が 99.5%以上であり、板厚は 0.2mm、アルミ合金の中では、強度は劣る（ビッカース硬さ 19HV、引張り強さ 70 N/mm<sup>2</sup>）が、曲げや絞り加工性、表面処理に優れている。

今回、プレス加工前のマシニングセンタ機内での材料固定方法について様々な案がでたが、作業効率を考慮した結果、プレート上部に材料の取り外しが容易な磁石で固定する方法に決めた。材料の固定方法を図 2 に示す。0 回転加工工具による加工後に金型の材料幅に合わせて、切断を行う。



図 2 材料(A1050)の取り付け方法

### 2. 3. 土台プレートの選定

製品材料下の土台プレートは、傷や凹みなどがつかないようにある程度硬さがあり、耐摩耗性に優れた材料が必要であると考えた。また、強磁性体の材質が必要であると考えた結果プリハードン鋼 NAK80（大同特殊鋼）を選定した。NAK80 は鉄にニッケル (Ni)、アルミニウム (Al)、銅 (Cu) を添加した特殊鋼である。ビッカース硬さの実測値は、418 (HV) である。



### 3. 製作工程

#### 3. 1. 土台プレート部の製作

平面研削盤にて上下二面の精密研削(図 3)を行った。WA#46(平均砥粒径 0.35mm)砥石にて回転数 1600min<sup>-1</sup>,切り込みは粗・5 $\mu$ m,仕上げ・2 $\mu$ m,スパークアウトは 3 往復,前後送りは砥石幅(38mm)の 1/3 程度に設定した。表面性状値は,最大高さ粗さ 2 $\mu$ m Rzとなった。



図3 平面研削盤でのトラバース加工の様子

#### 3. 2. ホルダー-製作と 0回転加工工具の活用

技能検定問題公開サイトを参考に 3 級マシンングセンタ技能検定課題を実技練習し,サインペンを模擬工具とした簡易構造ホルダーの作成,NC プログラム・機械操作の習得から取り組んだ。課題の構想発表を各自行い,二つに絞り込んだ。パニング加工の調査,ばねの選定,押し付け力は圧電式切削動力計を用いた機内上での実測,部品の硬さ試験,アルミ合金の特性など専門知識の勉強・実験と実習を繰り返し,話し合い・学びながら問題点を乗り越えた。部品の角度割り出し部の加工には,NC 傾斜ユニットを活用した。

その後,0 回転加工工具を組み立て調整後,NC 加工による微細模様の加飾,プレス加工を経て,ガーデンピック蝶(図 4)を完成させた。中央部にピアノ線を固定し花壇に差し込む。模様形態により先端硬球部への凝着が生じる場合がある。この凝着は,取り除き工具性能の復元が可能であり凝着を防ぐために切削油の塗布が効果的である。

他に,押し付け力を変化させアルミ合金プレートへの平面ミガキ加工を試みた。切削加工特性の把握も重要と考え,軽切削条件にて旋削し,三分力切削抵抗を A2017, A2024(超ジュラルミン), A5052(汎用的), A7075(超超ジュラルミン)の丸棒と,実技実習で使用している S45C との比較観察を実施した。A2017, A2024, A7075 は,切削性が優れていることが確認できた。A5052 はバリが生じており,切削抵抗値が大きくなっている。



図4 ガーデンピック蝶 (1mm/1 目盛)

#### 3. 3. 製品の打ち抜き

動力プレスの金型等の取り付け,取り外し又は調整の業務に係る特別教育を受講し資格取得後にプレス作業を実施した。2 級金属プレス技能検定課題を練習し,金型構造を学び,既存の金型を活用した。図 5 に金型の取り付け後の様子を示す。新聞紙を打ち抜き,上型と下型の位置合わせを確認後に試し打ち,製品作成を行った。

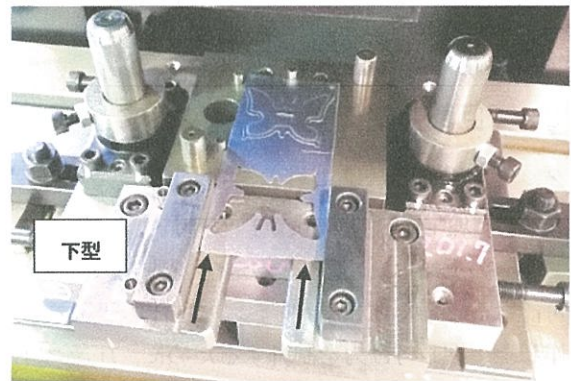


図5 プレス作業・試し打ち

### 4. おわりに

得られた結果を以下に示す。

- 1) 0 回転加工工具で A1050・薄板 0.2mm に対して数 mm 単位の微小な模様を付けられることが可能であることがわかった。
- 2) 薄板の表面ミガキ加工の低減や加工精度の維持が可能である。NC により簡単に自動化できる。
- 3) 圧縮コイルばねによる押し付け力の制御機能・高精度な土台プレートにより,製品の薄板裏面への影響(形状変化)は,防ぐことが可能である。

総合制作実習では,理論と技能・技術,安全衛生を一体的に学ぶことができ,社会人生活,応用課程進学後に役立つ貴重な気づき・体験ができた。

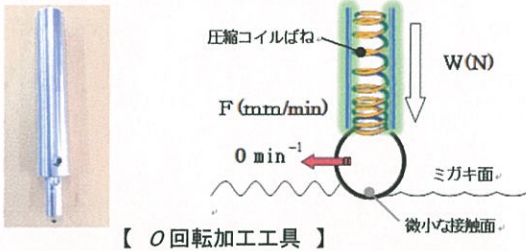


# 圧力制御可能なO回転加工工具の設計・製作と活用

生産技術科2年生 青山 光也 長尾 亮祐 中野 誉実 新田 啓貴 指導担当: 亀山寛司

## 1. O回転加工工具とは

硬さの大きい工具を工作物に押し付けながら擦ることにより、材料の加工面の仕上げを行う塑性加工の一種であるバニシング加工が可能な工具、O回転加工工具の設計・製作を行った。



## 2. O回転加工工具の概要

- ・A2017(ジュラルミン)主体の工具本体とした。
- ・圧縮コイルばねを内蔵し、ツール軸方向のみ押しつけ力の制御が可能。
- ・先端部に硬い球を固定し、材料表面を移動することで塑性変形を生じ、ミガキ効果と平滑面が得られる。NCにより、簡単な自動化ができる。
- ・圧縮コイルばねの取り替えにより、押しつけ力の変更が可能。

O回転加工工具質量 (g)	94.4
押しつけ力・実測値 (N)	5.7 (押し付け深さ3.2mm)
圧縮コイルばね	自由長さ30mm、外径10mm
ホルダー材質	A2017
円筒部直径 (mm)	19.96~19.99
先端硬球	ビー玉 (477)
(実測硬さHV)	窒化珪素 (1768)

## 3. O回転加工工具の活用

O回転加工工具の活用として、マシニングセンタによる微小ミガキ模様の加工をした後、既存の抜き及び段付け金型により、動力プレスを使用し、ガーデンピック蝶の作品を仕上げた。



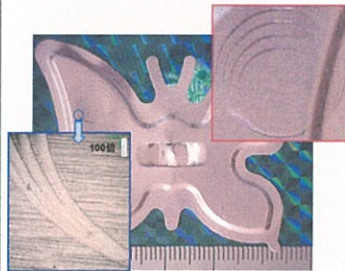
【みがき加工の様子】



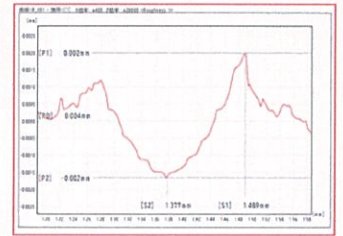
【プレス作業の様子】

蝶模様の微細みがき加工は、O回転加工工具をマシニングセンタの主軸に装着し、加工した。

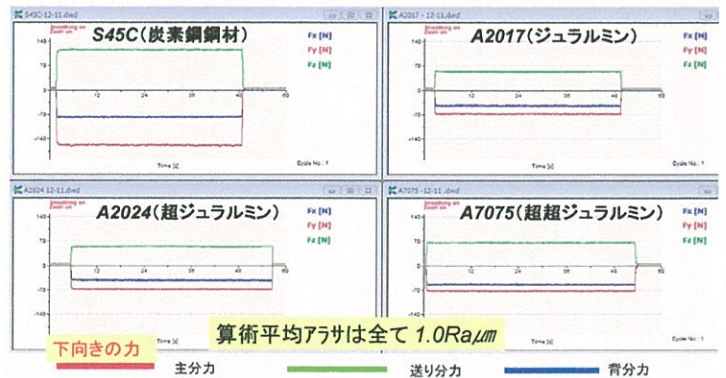
\* 土台プレートはNAK80(大同特殊鋼) プレス作業は「動力プレスの金型等の取り付け、取り外し又は調整の業務に係る特別教育」を受講し、資格取得後に実施した。



【 O模様部の段差測定 】



良く削っているS45Cと比強度の高いアルミ合金を用いて、丸棒を旋削して切削抵抗の差を調べた。



【 切削抵抗実験 】 Vc200m/min、f0.097mm/rev、ap0.5mm

## 4. まとめ

- ・O回転加工工具でA1050の薄板0.2mmに対して、片面にバリなしの微小な模様をつけることが可能。
- ・薄板の表面ミガキ加工の低減や加工精度の維持が可能である。裏面の変形を防ぐ加工ができた。
- ・総合制作実習では、理論と技能・技術、安全衛生を学ぶことができ、将来に役立つ貴重な気づき・体験ができた。

一人ひとりが  
カケガエノナイひと  
視て問いかけて健康確認



## 圧力制御可能な 0 回転加工 工具の設計・製作と活用

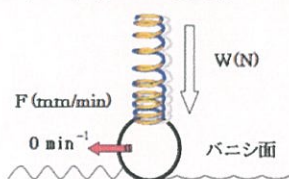


中国職業能力開発大学校  
生産技術科

○青山 光也  
長尾 亮祐  
中野 誉実  
新田 啓貴  
指導担当 亀山寛司

## 概要

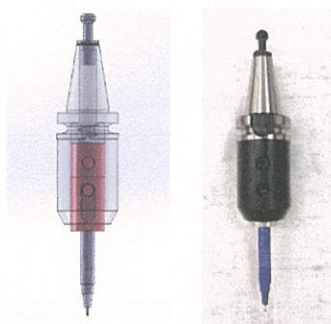
硬さの大きい球体を工作物に押し付けながら擦ることによって、工作物の加工面の仕上げを行うとともに加工硬化させる塑性加工の一種にパニシング加工がある。



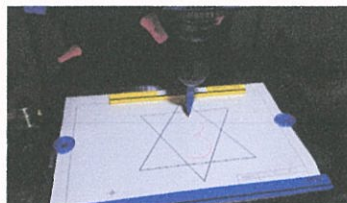
薄板・軟質材への微小ミガキ模様作成に有効な手段となると考え、その可能性を報告する。

具体的に、薄板0.2mmのガーデンピックに模様を付加することに決めました。

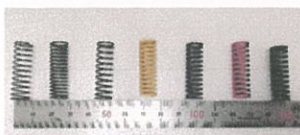
## 0回転加工工具の製作にあたって



3級マシニングセンタ技能検定課題を実技練習し、サインペンを模擬工具とした簡易構造ホルダーの作製を行った。それを参考に0回転加工工具の作製を行った。

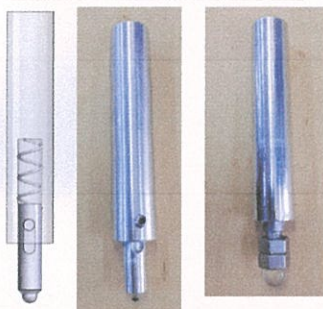


## 0回転加工工具構成



・マシニングセンタなどに装着可能な強度のあるA2017(ジュラルミン)主体のバネング工具。

・コイルばねを付け替えることによって加工圧力制御可能。



質量(g)	88.2 , 94.4
加工押し付け荷重(N)	3.0
ホルダー材質	A2017
シャック径(mm)	20
先端部の球(硬さHV)	ビー玉 (477) 窒化珪素 (1768)



## はかりによる圧力の確認 マシニングセンタ機内調整



先端:ビー玉



先端:窒化珪素

## 製品材料について

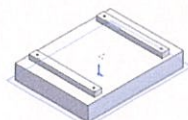
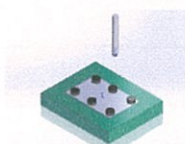
コピー用紙2枚  
の厚さ

A1050(純アルミ) 板厚0.2mm

- ・アルミニウムの含有率が99.5%以上
- ・ビッカース硬さ19HV、引っ張り強さ70N/mm<sup>2</sup>



2020年9月9日



取り付け、取り外しが容易な磁石で  
固定する方法に決定した。



## 土台プレートを選定

土台の条件として

強磁性体

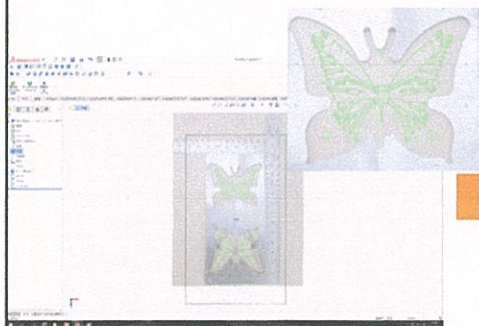
耐摩耗性に優れている

傷や凹みにつかない  
ような強度

プリハードン鋼 NAK80を選定  
(大同特殊鋼)418HV



## ガーデンピック蝶作成の流れ①

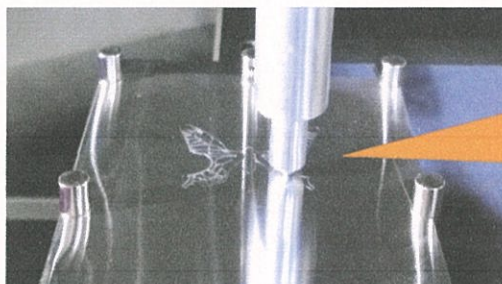


```

%
O91
N1
G90G54G17
T04
M06
G90G54G00X0.Y0.
G43Z100.H04
G00X30.218Y137.356
Z20.
G01Z0.F300
X29.892Y137.327
X29.578Y137.235
X29.288Y137.085
X29.032Y136.881
X28.82Y136.632
X28.661Y136.346
X28.56Y136.035
X28.521Y135.71
  
```



## ガーデンピック蝶作成の流れ②

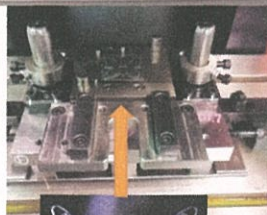
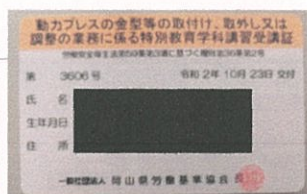


加工条件  
 回転数: 0min<sup>-1</sup>  
 送り速度F: 300mm/min  
 加工押しつけ力: 3N  
 深さ: -3.2mm  
 切削油(新日本石油ユニ  
 カットジネン)を塗布

## ガーデンピック蝶作成の流れ③



抜き及び段付け金型  
 を取り付けてプレス  
 をする

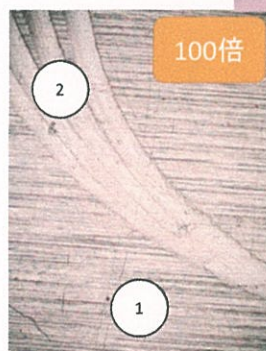




## 模様部の表面あらさ測定



## 模様部の表面あらさ測定



X倍率: 80倍 Z倍率: x3800

Rz2 $\mu$ m

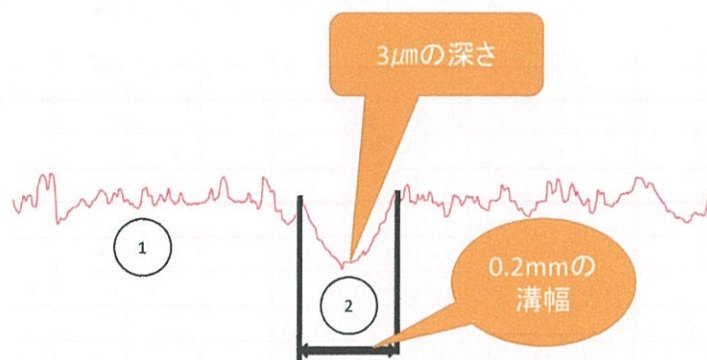


X倍率: 80倍 Z倍率: x3800

Rz1 $\mu$ m



## 模様部の表面あらし測定



X倍率:80倍 Z倍率:X3800

## まとめ

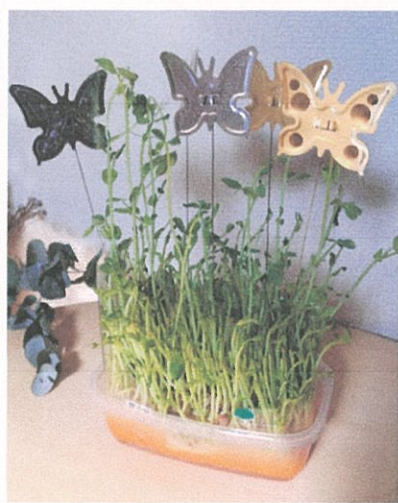
・0回転加工工具でバリを抑制しつつ、A1050の純アルミの薄板0.2mmの材料に対して幅0.2mm、深さ3μmの微小な模様がつけられることが可能であると分かった。

・圧縮ばねによる押しつけ力の制御機能・高精度な土台プレートにより、製品の薄板裏面への影響(形状変化)は、防ぐことが可能である。





- ・付加価値のある鏡面加工ができることが分かった。
- ・黄銅への微細加工もでき、A1050以外の薄板・軟質材へのバニシング加工ができることが分かった。



ファンタジーな装飾効果