

# 展示用加工サンプルの製作（CAD/CAM マシニングセンタ）

後藤伸太郎、中木村雅史、齋藤清範、山本浩治  
工学系技術支援室 装置開発技術系

## はじめに

本技術系研修の目的は、多種多様な特殊精密加工を行える技術職員を育成するため、CAD/CAM システムとマシニングセンタの操作技術を習得することである。

日頃の業務において、技術相談の際にどのような加工ができるのか説明が必要な場面や、ファクトリー見学者に対し機械を紹介するだけでなく実際の製作例を紹介できると理解されやすい。そのため本技術系研修では、展示用加工サンプルの製作を課題として技術習得を行った。

## 1. 研修のながれ

以下に示す段階に沿って研修を進めた。

- 1) CAD/CAM システムとマシニングセンタの操作方法を理解
- 2) ジュラルミン（A2017）を使用した加工練習（図 1）
- 3) マシニングセンタならではの加工を盛り込めるよう、加工サンプルを設定・考案
- 4) 各自が責任を持って加工サンプルを担当・製作し、発表の資料を提供



図 1. 加工練習サンプル

## 2. 加工サンプルの設定・考案

微細孔（図 2）、薄壁（図 3）、イラスト描画（図 4）、マイクロニードル（図 5）、航空模型（図 6）、の 5 つの加工サンプルを製作した。また、本研修では CAD/CAM システムは日本ユニシス株式会社の CADCEUS（図 7）を、マシニングセンタはオークマ株式会社の ACE CENTER MB-46VAE（図 8）を使用した。



図 2. 微細孔



図 3. 薄壁



図 4. イラスト描画



図 5. マイクロニードル



図 6. 航空模型



図 7. CAD/CAM システム



図 8. マシニングセンタ

サンプルの大きさは手にとって見やすい手頃な大きさが良いと考えた。そこで直径 24mm、高さ 7mm の円柱形状とした。マシニングセンタによる加工では小さな形状の加工ができれば大きな形状の加工もできることが当然分かるため、「小は大を兼ねる」と考えて小さな形状の加工を設定・考案した。材質についても同様に、加工の比較的難しいステンレス鋼を加工できればアルミ合金や真鍮などの加工にも応用できることが分かるので、ステンレス鋼である SUS304 を選んだ。

また、細かな形状を加工するために小径の工具を使用するため、高速スピンドルを使用した。

### 3. 高速スピンドル

切削工具が小径のものになれば回転数を上げる必要がある。使用するマシニングセンタの主軸は最高回転数が毎分 8000 回転なので、それよりも高速回転が必要な場合に、この高速スピンドル（図 7）を使用する。

大昭和精機の T40-DBX5 という製品で最高回転数は毎分 50000 回転であり、使用するには 100V の電源と 0.1MPa の圧縮空気が必要である。重要な注意事項として、電源配線と圧縮空気配管があるため主軸回転と自動工具交換が厳禁である。



図 7. 高速スピンドル

### 4. 各加工サンプルの説明

#### 1) 微細孔

このサンプルの特筆すべき点は、微細な穿孔加工である。最も小さな径で  $\phi 0.05\text{mm}$ （実測値  $\phi 0.051\text{mm}$ ）の穿孔ができていて、この加工には手動では困難なミクロン単位の穿孔操作が必要である。サンプルを透かして光が通る様子を図 8 に示す。

加工の際の工夫としては、サンプル裏から貫通前 0.2mm まで予め  $\phi 0.5\text{mm}$  のドリルで穴を空けて、穴径に対する深さの比（以下、アスペクト比という）を小さくしたことである。

この加工の過去の実績としてレーザー光学実験装置の製作がある。

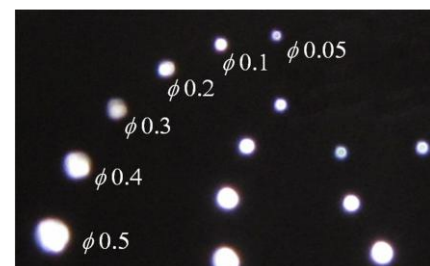


図 8. 微細孔を通る光

#### 2) 薄壁

このサンプルの特筆すべき点は、薄壁を残す加工である。ワイヤ放電加工機では加工困難である厚み 0.1mm ほどの薄壁を残す加工が可能である。当技術系においてはこのような加工はワイヤ放電加工機を用いて行うことが多いが、その場合薄い壁の形状が加工熱により溶けてしまうため加工が難しい。図 9 に薄壁部分の拡大図を示す。この図から壁の厚みが不均一であることと、切削位置がずれている部分があることがわかるが、この不具合については後述する。

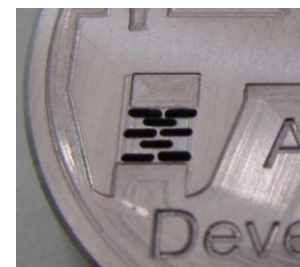


図 9. 薄壁

加工の際の工夫としては、サンプル裏から  $\phi 3\text{mm}$  で貫通前 0.3mm まで予めエンドミルで削り、アスペクト比を小さくしたことである。

この加工の過去の実績をして力測定用センサ固定フレームの製作がある。

### 3) イラスト描画

このサンプルの特筆すべき点は、イラストを描画する加工である。CADデータの無いイラストやロゴマーク等の加工が可能である。図10に拡大図を示すが、元のイラストデータと比較して細かな部分まで忠実に表現できていることが分かる。

この加工はイラストデータから加工プログラムを生成するために、アドビシステムズ株式会社のIllustrator



図10. イラスト描画の拡大図

### 4) マイクロニードル

このサンプルの特筆すべき点は、微細な立体形状の加工である。図11. に示す拡大図から円柱と円錐の微細な突起形状が滑らかにできていることが分かる。この突起の底面径は $\phi 0.16\text{mm}$ 、高さは $0.8\text{mm}$ 、円柱先端部の丸みは半径 $0.08\text{mm}$ である。

この加工の過去の実績としてマイクロニードル製造用型の製作がある。



図11. 微細立体形状

### 5) 航空模型

このサンプルの特筆すべき点は、自由曲面加工である。

加工の際の工夫としては、等高オフセット加工、スキャン加工、等高スパイラル加工の3つの加工工程を複合化したことである。まず等高オフセット加工の工程でほぼ完成の状態にまで加工する。この状態で航空模型部分に $0.01\text{mm}$ の仕上代を残してある。続けてスキャン加工の工程で胴体部分(図12)、さらに続けて等高スパイラル加工の工程で垂直尾翼部分(図13)を仕上加工して完成する。

この加工の過去の実績として風洞実験用航空模型の製作がある。

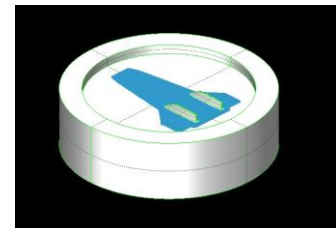


図12. スキャン加工

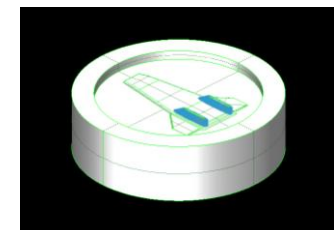


図13. 等高スパイラル加工

## 5. 不具合について

前述した加工サンプル「薄壁」において2つの不具合が発生した。薄壁の厚みが不均一であることと、加工位置が一部ずれてしまったことである。

この不具合の原因を考察するにあたり、まずCAD/CAMの操作を誤った可能性を考えた。しかし、図14に示すようにツールパスは正しく表示されており、原因は他にあると考えた。このサンプルの加工には $R0.1\text{mm}$ 、刃長 $0.4\text{mm}$ のボールエンドミルを使用した。刃先に丸みがあるため、切削時

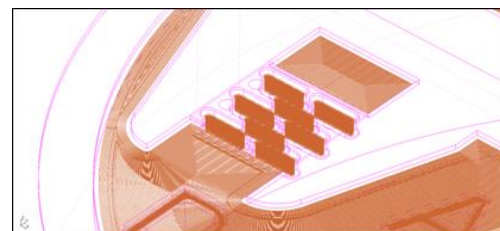


図14. ツールパス

には $R0.1\text{mm}$ 、刃長 $0.4\text{mm}$ のボールエンドミルを使用した。刃先に丸みがあるため、切削時

にはフラットエンドミルに比べ広い面積が被削材と接触する。そのため切削抵抗によりボールエンドミルと被削材の薄壁部分にたわみが生じた結果、今回の不具合が発生したと考えた。これを確認するため、 $\phi 0.2\text{mm}$  のフラットエンドミルを使用して加工したところ、薄壁の厚みは均一で加工位置のずれも見られなくなり、2つの不具合は解決した。図 15 に拡大図を示す。

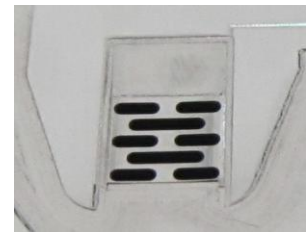


図 15. 2 回目の加工

## 6. まとめ

- 1) マシニングセンタならではの機能を活かし、微細な穿孔加工、薄壁を残す加工、イラストを描画する加工、微細な立体形状の加工や自由曲面加工などの特色ある加工サンプル製作を行った。
- 2) CAD/CAM システムおよびマシニングセンタの特徴を理解し、操作方法を習得した。
- 3) 目的通りの展示用加工サンプル（図 16）を製作した。これにより、研究者や見学者に我々装置開発技術系の加工技術の一端を分かりやすく説明できるものと考えている。



図 16. 展示用加工サンプル

## 7. 今後の課題

研究者との交流を行うことを通して、より良い研究支援を実現するために自らの技術のスキルアップを図る。

## 8. 謝辞

このような研修の機会を与えて下さった本学工学系技術支援室の熊澤室長はじめ、関係の皆様から感謝申し上げます。