

マシニングセンタによる自動磨き加工

三戸 正道, 小林 政義

Automatic Polishing Process by Machining Center

Masamichi MITO, Masayoshi KOBAYASHI

抄 録

金型の加工においては、加工工程の中に占める磨き仕上げ加工の割合が高く、磨き仕上げ加工の自動化が望まれている。そこで、マシニングセンタの主軸部に取り付けて、往復直線運動による磨き加工を行う装置を開発し、本装置とマシニングセンタの工具移動・主軸角度制御機能を用いて自動磨き加工試験を行った。

その結果、回転工具による切削加工後、ストーニングオイルを使用し、磨き用砥石、ダイヤモンドコンパウンドによる磨き加工の手順で、水平面、垂直面と比較的簡単な形状の曲面に対して、良好な仕上げ面を得ることが確認された。

1. はじめに

マシニングセンタは複雑な形状の高精度切削加工が可能であり、多品種少量生産にも適合していることから、金型等の付加価値の高い加工を目的に、機械工場の中核的作業機械と

して広く普及している。

金型の加工においては、金型の性能を左右する磨き仕上げ加工が、熟練作業者の手作業に依存しており、また加工工程の中に占める磨き仕上げ加工の割合が高いことから、磨き仕上げ加工の自動化によるコストの低減、納期の短縮、品質の向上、および安定化が望まれている。

本研究では、マシニングセンタの主軸先端部にミーリングチャックを介して取り付け、磨き用砥石を被加工面に一定圧力で押し付けながら往復運動による磨き加工を行う装置（以下、自動磨き加工装置）の開発を行い、本装置とマシニングセンタの工具移動・主軸角度制御機能を用いて、自動磨き加工試験を行った。

2. 自動磨き加工装置

2.1 自動磨き加工装置概要

本研究で開発した自動磨き加工装置の機構を図1、外観を図2、図3、仕様を表1に示す。磨き加工用砥石は、本装置の加圧軸先端部に取り付け、エアシリンダの推力により加工対象面に一定の力で加圧を行う。その加圧軸は、モータによって駆動されるクランク機構により、図1の摺動面3に沿って往復直線運動を行い、磨き加工を行う。

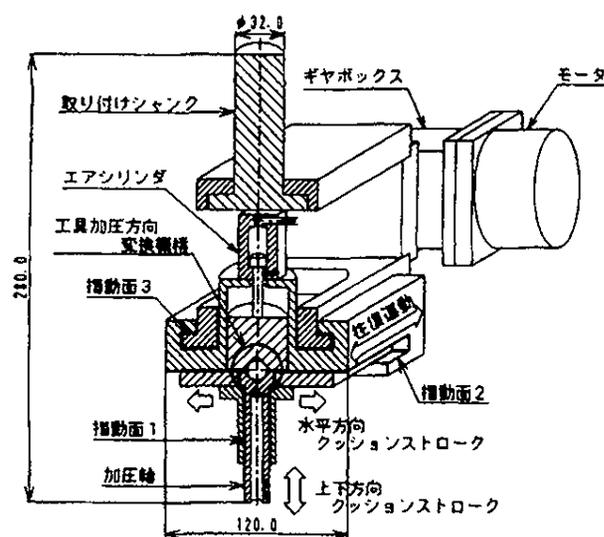


図1 自動磨き加工装置の機構

加圧軸は摺動面 1 に沿って垂直方向に 10mm、摺動面 2 に沿って水平方向に左右それぞれ 8mm のクッションストロークを持っている。

表1 自動磨き加工装置の仕様

工具加圧力	0 ~ 50 N
ストローク幅	0 ~ 20 mm
ストローク回数	30 ~ 330 回/分
クッションストローク	垂直方向 10mm 水平方向 2 方向、それぞれ 8mm

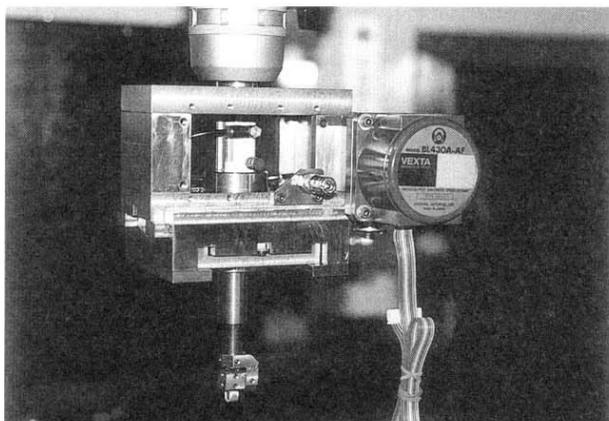


図2 自動磨き加工装置外観

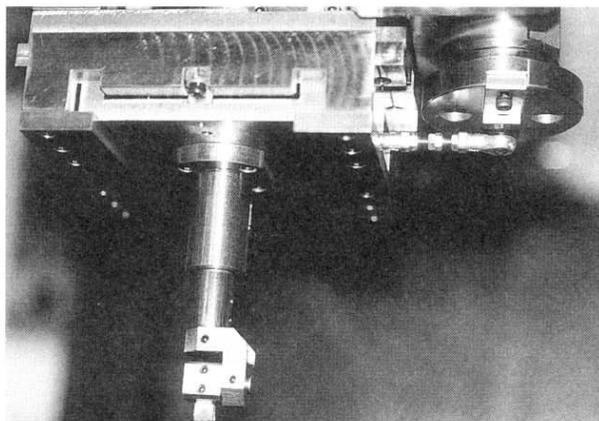


図3 自動磨き加工装置外観

2.2 工具押し付け方向変換機構

本装置は 1 個のエアシリンダを用いて、水平方向、垂直方向に加圧する機構となっている。その工具押し付け方向変換機構の働きを図 4 に示しており、スライダ部、加圧軸と、その両者の V 字形の溝に挟まれた円筒ころによって構成されている。

垂直方向に加圧する場合は、スライダ部、円筒ころ、加圧軸が一直線に並んだ状態となり、エアシリンダの推力は加圧軸にそのまま伝わる。水平方向に加圧する場合は、磨き装置を移動して工具を加工面に押し付けていくことにより、スライダ部、円筒ころ、加圧軸の位置が図 4 の右側の図で示されるように V 溝を介してずれが生じ、エアシリンダの推力は水平方向に加圧されることになる。

この機構によって、磨き加工の状態にあった方向に工具を押し付けることができる。

2.3 工具ホルダ

磨き加工用工具を加圧軸に取り付ける工具ホルダを図 5 に示す。工具ホルダは任意の角度に設定できる構造となっている。

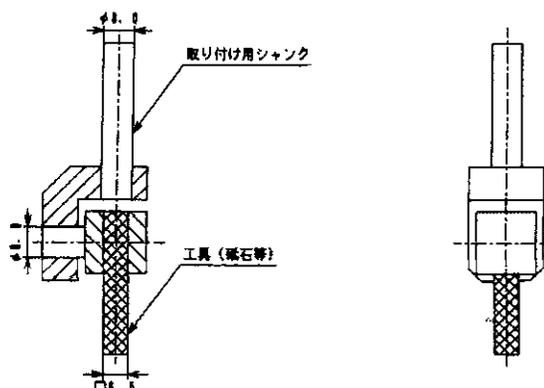


図5 工具ホルダー

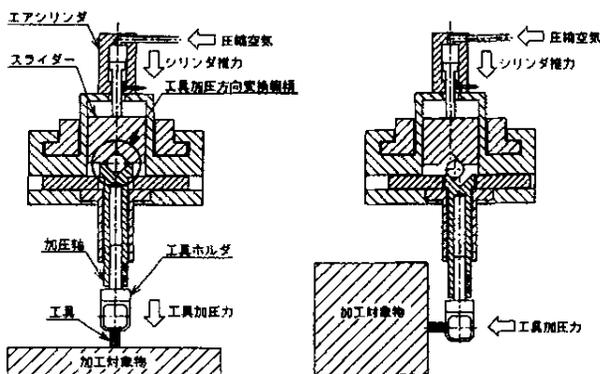


図4 工具加圧方向変換機構

3 . 工具経路生成用プログラム

磨き加工を行うための工具経路を自動的に生成するプログラムを開発した。本プログラムを用いた、工具経路生成例を図 6 に示す。本プログラムはティーチング方式で 4 点から 8 点の点座標を入力することにより加工領域が設定され、ピックフィード値を入力することにより、加工領域内の工具移動経路が自動的に生成される。

本プログラムを用いることにより、磨き加工用 NC プログラムが容易に作成される。

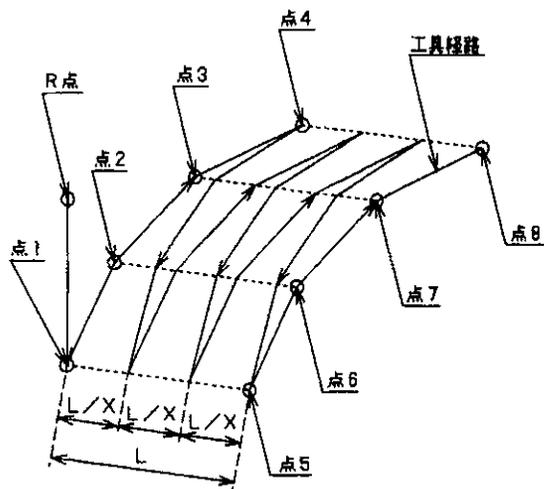


図6 工具経路生成例

4. 磨き加工試験

自動磨き加工装置と工具経路生成プログラムを用いて、磨き加工試験を行った。加工対象物の材質はSKD61（プリハードン鋼）を用いた。

4.1 水平面の磨き加工試験

水平面の磨き加工試験の状況を図7に示す。磨き加工工程はボールエンドミルによる切削加工後、磨き加工装置を用いて金型用砥石400番、600番、ダイヤモンド研磨布紙400番、600番、ダイヤモンドペースト1500番、3000番の順で磨き加工試験を行った。

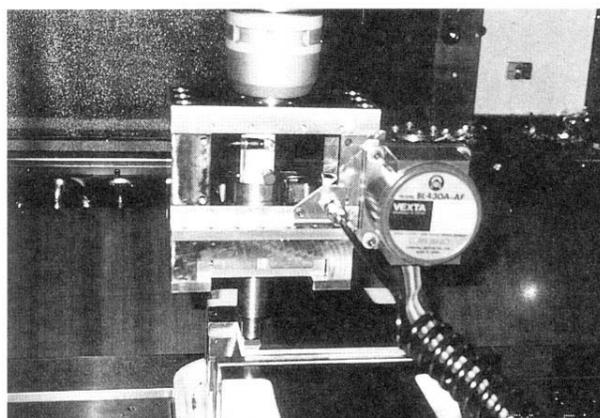


図7 水平面の磨き加工試験

磨き加工試験は、工具取り付け角度90度と30度（図8参照）、ストーニングオイルを使用した湿式と使用しない乾式の場合について行った。磨き加工条件は以下の通りである。

- ① 工具加圧力 : 2N
- ② 工具往復運動 : 250回/min
- ③ ストローク幅 : 20mm
- ④ 送り速度 : 100mm/min

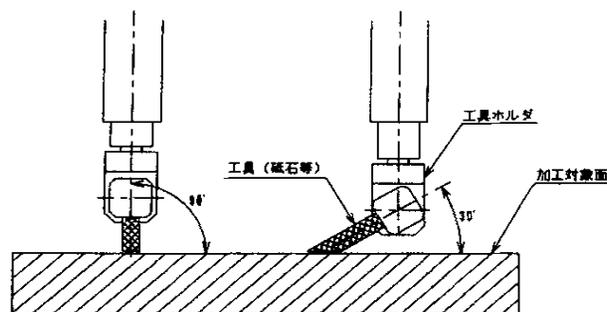


図8 工具取り付け角度

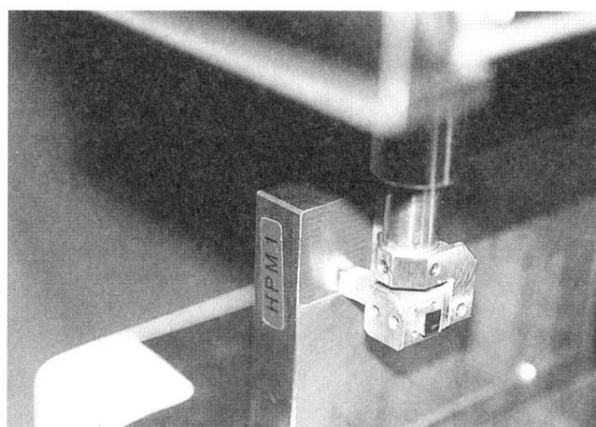


図9 垂直面の磨き加工試験

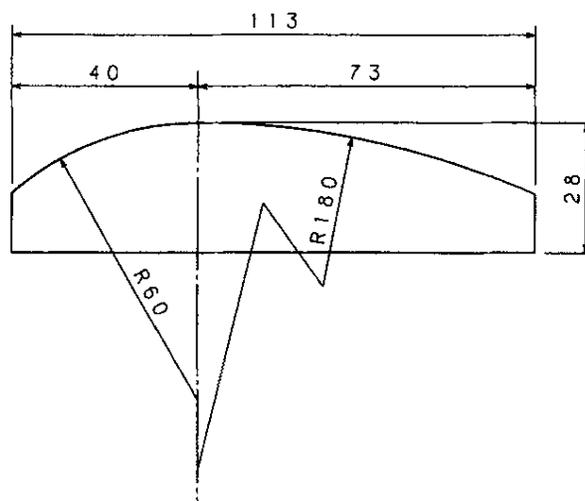


図10 曲面の磨き形状

4.2 垂直面の磨き加工試験

垂直面の磨き加工試験の状況を図9に示す。磨き加工工程はフラットエンドミルによる切削加工後、水平面の磨き加工試験と同じ手順、加工条件で磨き加工を行った。前述の水平面の磨き加工試験で、ストーニングオイルを使用し、工具取り付け角度90度の場合が適切であることがわかったので、垂直面ではストーニングオイルを使用し、工具取り付け角度90度で磨き加工試験を行った。

4.3 曲面の磨き加工試験

曲面の磨き加工試験は、図 10 で示される断面形状で、半径 60mm、180mm の円筒部で構成される曲面をボールエンドミルで切削加工した後、磨き加工を行った。

加工条件は、工具往復運動 330 回 /min、ストローク幅 5 mm、ストーンオイル使用、工具取り付け角度 90 度で、その他は水平面の磨き加工条件と同一である。

5 . 試験結果及び考察

水平面の磨き加工試験結果を表 2、磨き加工面を図 11 に示す。磨き加工面の表面粗さは、最大高さ Rmax 0.2 ~ 0.3 μm の鏡面が得られた。ストーンオイルを使用した場合と、使用しない場合の表面粗さの違いはみられなかったが、ストーンオイルを使用した場合は砥石の目詰まりが発生しやすく、加工効率が向上した。工具取り付け角度が 30 度の場合は、砥石の摩耗に従い加工位置のずれが生じた。

したがって、本装置による自動磨き加工では、工具取り付け角度 90 度でストーンオイル使用が、適切な加工条件であることがわかった。

垂直面の磨き加工試験においても、最大高さ 0.3 μm の鏡面が得られた。

表2 水平面の磨き加工試験結果

	工具取り付け角度 90 度	工具取り付け角度 30 度
ストーンオイル使用	Rmax 0.2 μm	Rmax 0.3 μm
ストーンオイル未使用	Rmax 0.2 μm	

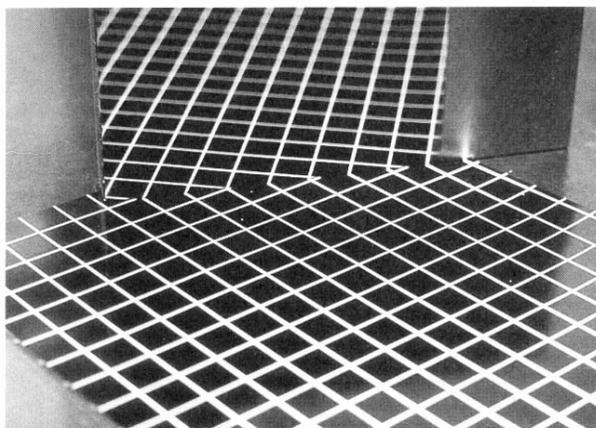


図11 水平面の磨き加工面

曲面の磨き加工試験の断面曲線を図 12、加工試験状況を図 13 に示す。ボールエンドミルによる切削加工後の表面粗さは最大高さ Rmax4.9 μm であり、磨き加工後は Rmax 0.8 μm の鏡面を得た (図 12 参照)。

以上のことから、本装置による水平面、垂直面、及び比較的簡単な形状の曲面における自動磨き加工の有効性が確認さ

れた。

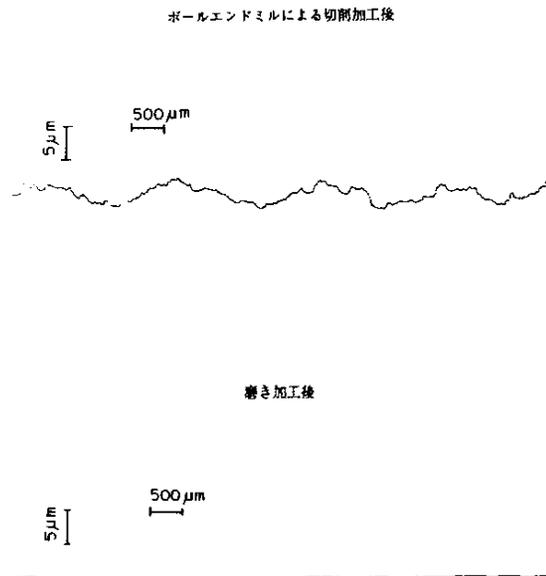


図12 曲面の断面曲線

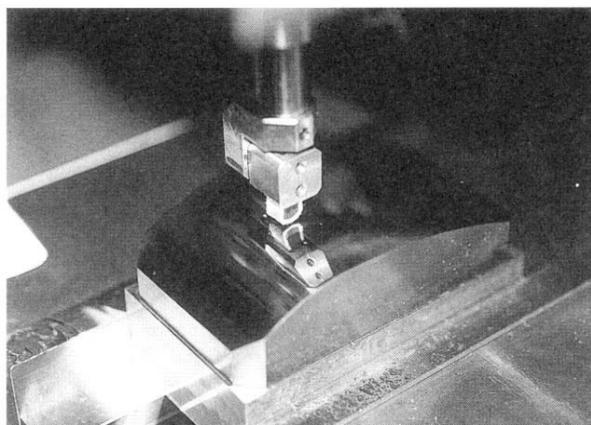


図13 曲面の磨き加工試験

6 . まとめ

マシニングセンタの主軸部に取り付けて、往復直線運動による磨き加工を行う装置を開発し、本装置とマシニングセンタの工具移動・主軸角度制御機能を用いて自動磨き加工試験を行い、以下に示す結論を得た。

- 1) ストーンオイルを使用し、工具取り付け角度 90 度で磨き加工を行うことにより、鏡面状態の良好な仕上げ面を得ることができた。
- 2) 1 個のエアーシリンダで水平方向、垂直方向の 2 方向に加圧する機構を開発し、本機構が水平面、垂直面、曲面の自動磨き加工で有効に工具の加圧を行うことが認められた。
- 3) ティーチング方式による工具経路生成プログラムを開発し、磨き加工用 NC プログラムを容易に作成することがで

きた。

- 4) 本装置は往復直線運動による磨き加工を行うものであり、平面と比較的簡単な形状の曲面に対して効果があった。

参考文献

- 1) 佐々木哲夫, 三好隆志, 齋藤勝政, 加藤木修: 精密工学会誌, Vol.57, No.3, P.497 (1991)
- 2) 佐々木哲夫, 三好隆志, 齋藤勝政, 加藤木修: 精密工学会誌, Vol.57, No.12, P.2151 (1991)
- 3) 内尾舜二著: 「精密金型のみがき加工」1990, 日刊工業新聞社