Study of Multi-functional Desktop Machine Tool for Cell Manufacturing System

正 廣垣 俊樹 (同志社大) 正 青山 栄一 (同志社大) 正 小川 圭二 (滋賀県立大)
学 鈴木 雅史 (同志社大) 学 西久保 拓也 (同志社大)

Toshiki HIROGAKI, Doshisha University, Eiichi AOYAMA, Doshisha University

Keiji OGAWA, The University of Shiga Prefecture

Masafumi SUZUKI, Doshisha University, Takuya NICHIKUBO, Doshisha University

1. 緒言

近年, 変種変量生産に対応する生産システムとしてセル生産システムが注目されている。これに対応する工作機械には, 設置スペースを削減することが求められているので, 小型化・多機能化する必要がある。そこで本研究では, 上記のようなニーズを満たすため, 切削加工と半導体レーザーによる熱処理工程を集約した小型複合加工機を試作した^{1) 2)}。しかし, 小型ワークに対する加工精度の評価が不十分であった。そこで, 本報では, 小型ワークへの加工精度および仕上げ面粗さについて評価する。

2. 試作機の概要

開発中の小型加工機の外観を Fig.1 に示す。本機は主軸が 3 軸移動するタイプのデスクトップサイズ NC 加工機 (以下, DMC と称す) であり, 各軸の移動距離は 50mm, 機械質量は 66kg である。本機の特徴としては, 機械サイズの小型化のために X, Z 軸については送り機構にベルト駆動を採用している。レーザー熱処理機能としては, 定格出力 50W の半導体レーザーを用いた。このレーザーは, 波長が短く鋼表面での吸収性が高いのが特徴である。

Fig.1 Appearance of prototype machine and laser heat treatment system

3. 本機の切削加工機能 (マイクロ球面加工)

先ほども述べたように本機は, 小部品への加工を想定している。そこでは, 小径ボールエンドミル (R1.0) を用いた自由曲面加工などが考えられる。そこで実際の加工として, $\phi 3.6\text{mm}$, 最大深さ $200\mu\text{m}$, 曲率 10.0mm のマイクロ球面加工実験を行った。本研究では, レーザ熱処理との複合加工システムを提案しているため, 被削材には一般構造用炭素鋼に加えて, 焼入れ鋼 (SKD61, 53HRC) も用いた。加工パスとしては, 図 2 に示すような等高線加工を用いた。切削条件を表 1 に示す。比較のため, 既存のマシニングセンタ (森精機製: ACCUMIL4000, 以下 MC1 とする) でも同様の加工を行った。

Fig.2 Experimental method
Table1 Cutting condition

	Carbon steel	Hardened steel
End mill	WX-EBD R0.5	WX-EBD R0.5
Revolution (rpm)	17100	14000
Feed (mm/tooth)	0.01	0.005
Pick feed (mm)	0.06	0.06
Theoretical height (μm)	1	1

加工後のワークを 3 次元測定機により測定したデータからプログラムにより 3 次元形状図を作成した結果を図 4 に示す。

さらに形状精度を評価するために, 先ほど作成した 3 次元形状図から球面底部での X 軸方向の半断面形状を取り出し, 理論形状と比較したもの図 5 に示す。これらのことより, DMC と MC1 を比較してみても, ほぼ同等の形状精度が得られていることがわかる。

Fig.3 Micro spherical shape (Hardened steel)

Fig.4 Relation between distance from center and depth direction

図 5 に, 粗さ測定機を用いて, マイクロ球面の最大粗さを測定した結果を示す。これより従来機と比較しても, 数 μm 程度の差しか見られず, DMC のような小型機であっても十分な仕上げ面粗さを得られるということがわかった。すなわち, DMC では工作機械本体の剛性の低下が懸念されるが, R1.0 程度の小径工具では, 工具側の剛性が低く, 工作機械本体の剛性の低下の影響が少ないことが実証された。

Fig.5 Evaluation of maximum roughness

4. 結言

マイクロ部品や仕上げ工程などで小径工具を用いた加工では, 本機のような小型機でも従来機とほぼ同等の加工精度と仕上げ面粗さを得ることができることを実証した。

5. 参考文献

- 1) Toshiki HIROGAKI, Eiichi AOYAMA, Keiji OGAWA, Takuya NISHIKUBO, Mikihito FUJIOKA, Masatoshi IWAMA, Kaoru KUBO 2006 International Symposium on Flexible Automation, pp.1-6(2006)
- 2) 廣垣俊樹, 青山栄一, 小川圭二, 西久保拓也, 岩間正俊, 久保かおる 2007 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp387-388(2007)