

超小型精密CNC旋盤「マイクロターニングシステム」の開発
 Micro Turning System: A Super Small CNC Precision Lathe for Microfactories

株式会社ナノ ○林亮、伊藤寿美夫、飯島大典
 電気通信大学 青山尚之
 東北大学 山中将

1. はじめに

㈱ナノでは電気通信大学、東北大学と共同で、工作機械として実用に耐えうる十分な性能を持たせるという目標を掲げ、マイクロターニングシステム「MTS1」を開発した (Figure 1 参照)。2001年秋に大阪にて行われた精密工学会秋季大会に出展し、大きな反響を得ることが出来た。MTS1の開発された背景、機械の構成、切削試験の結果、及び今後の課題について述べる。

2. 開発の背景

現在の生産現場では、製作する部品の大きさを問わず大きな工作機械を用いて製造され、エネルギー効率を著しく低下させている。加工する部品の大きさに見合った小型の機械を使用することで、省エネルギー、省スペース、省資源化が達成されるという考えのもと、マイクロファクトリー¹⁾が発想された。マイクロファクトリー、またマイクロ旋盤²⁾等の各種マイクロ工作機械は、研究機関、大学等によってすでに製作されているが、実製品を製作するまでには至っていない。

マイクロ工作機械の実用化を妨げている要因として、小型化による機械剛性の低下、振動の増大に伴う、加工精度の低下が上げられる。マイクロ工作機械が対象とする微小部品の加工においては、部品の小型化に比例して高い加工精度が要求される。精密加工を行う従来の工作機械では、必要な機械剛性を確保し振動を低減するために、機械の大型化及び重量増加が図られ、その重量物を駆動するために高出力モーターが使用されてきた。機械を小型化しながらも必要な加工精度が確保されるならば、マイクロ工作機械の実用化は可能である。

3. MTS1の構成

150×100mm (ハガキサイズ) の機械本体ベース、主軸、X-Z軸テーブル、工具台、及びCNC制御装置から構成されるMTS1の開発においては、精密加工を実現するための高剛性、低振動の小型旋盤を低価格で製作することに留意した。また高度なNC制御の操作を簡易なものにすることも考慮されている。

主軸はモーター、トラクションドライブ遊星ローラー減速機、スピンドル支持用アンギュラーボールベアリング、及びコレットチャックから構成される。トラクションドライブ外周リング、スピンドル、コレットチャックが一体構造となった極めてシンプルな構造(特許出願中)である。外周リング内径φ8、遊星ローラー外径φ3の極小トラクションドライブによりモーターからの回転を1:4に減速、現状で1,500rpmを発生する。チャック可能ワーク直径は最大φ5とした。

X及びZ軸テーブルは同一設計としてモジュール化を図り、剛性を考慮してクロスローラガイド(□6)と、精度を考慮して精密三角ネジ (M2, P0.2) より構成される。㈱安川電機製マイクロACサーボモーター³⁾ (2W, φ10) により駆動し、モーター接続のエンコーダー (1,024pulse/rev) を介してセミクロズ制御を行う。

NC制御装置はモーターコントローラー、ドライバ、エンコーダーアンプがアークネットを介して市販PCと接続され、形状入力、各種操作は全てPC画面上のマウスクリックで行う。簡単な形状であれば画面上にマウスで絵を描くように直線、円弧を入力することで、自動で工具軌跡を生成、切削出来るようになっている。

4. 試験切削結果

現在までに C3604 (真鍮)、S45C (炭素鋼)、SUS303 及び 304 (ステンレス)、TAB6400 (チタン) により切削試験を行い、表面粗さと真円度を測定した。切削試験に用いられた各材料の切削形状を Figure 2 に示す。また切削条件及び結果を Table 1 にまとめる。結果として C3604 では精密旋盤並の仕上がりが得られた (Figure 3, 4 参照)。SUS304、TAB6400 では切削が困難となったが、理由としてモータートルク、主軸剛性の不足等が考えられる。また、形状精度で5μm程度の誤差が認められたが、原因は機械原点センサーの誤差によるものであり、センサー精度の向上が課題として残された。

5. まとめ

本研究では将来のマイクロファクトリーの構成機械として、実際の製品加工に使用可能な超小型CNC旋盤の開発を目標とし、真鍮切削においては精密旋盤級の製品仕上がり精度を実現した。今後は更なる精度、性能の向上、難削材への取り組み。生産ラインに組み込むための周辺機器の開発等が必要である。

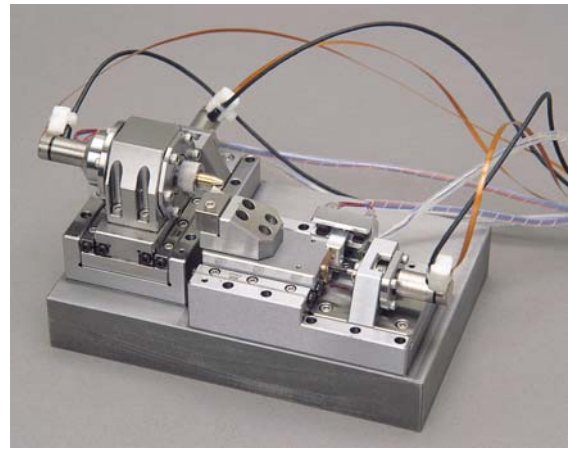


Figure 1: Overview of MTS1

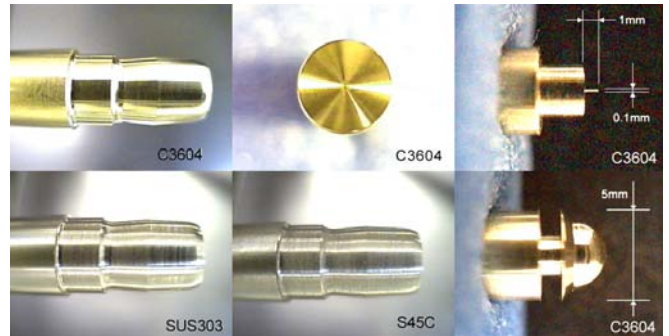


Figure 2: Examples of Test Parts Turned with MTS1

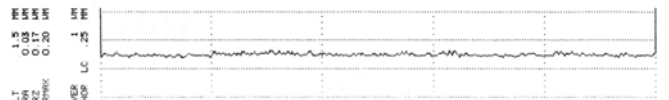


Figure 3: Surface Roughness of Turned Brass Cylinder

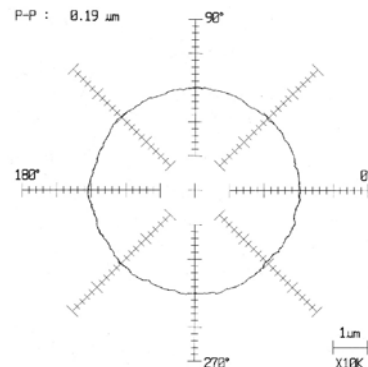


Figure 4: Roundness of Turned Brass Cylinder

ワーク材質	C3604	SUS303	S45C	SUS304	TAB6500
バイト材質	単結晶ダイヤモンド	SKH	SKH	SKH	SKH
バイト刃先R, mm	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
バイトすくい角, °	0°	5°	5°	5°	5°
切り込み深さ, μm	10.0	10.0	1.0	1.0	2.0
送り速度, μm/rev	5.0	5.0	3.3	3.3	2.0
切削液	なし	油	油	油	なし
表面粗さ Ra, μm	0.03	0.13	0.46	0.26	0.55
表面粗さ Ry, μm	0.20	1.90	3.96	2.74	4.56
真円度 P-V, μm	0.19	0.50	1.33	1.37	5.13

Table 1: Test Turning Results for Various Materials

参考文献

- 1) T. Kitahara, et al., *Microfactory and Microlathe*, International Workshop on Microfactories (1998) pp.1-8.
- 2) 岡崎, 北原: NCマイクロ旋盤の開発と評価, 精密工学会誌, 67,11(2001)1878
- 3) H. Nakamura, T. Matsuo, K. Matsuzaki, K. Uemura, T. Kabashima, YASKAWA Electric Corporation, *Development of Micro Servo Actuators*, 2nd International Workshop on Microfactories P.133