

マシニングセンタの機上位置補正装置の開発

精密・電子技術部門

円筒形状のワークを高精度加工するには、マシニングセンタの機上にてワークの偏心率を計測し、位置補正する工程が必要となります。この工程を自動化し、計測精度の向上と位置補正の高速化を目的とした機上位置補正装置を開発しました。開発した装置により、ワークの偏心率を短時間で $10\ \mu\text{m}$ 以内に位置補正できることを確認しました。

開発の経緯

マシニングセンタで円筒形状のワークを高精度加工する場合、テーブルに固定されたワークの中心軸とマシニングセンタの主軸のズレ(偏心率)が、加工精度に大きく影響します。そのため、ワークをテーブルに固定したまま機上計測し、位置補正をする必要があります。今回の開発では偏心率を $10\ \mu\text{m}$ 以内に補正することを目標としました。

また、マシニングセンタにはワークの偏心率を補正するタッチプローブ式の計測ツールが標準機能として用意されていますが、計測作業に1分以上かかるため、工程の時間短縮が求められます。したがって、計測時間は30秒を目標としました。

さらに、工程の自動化のためには、NCプログラム運転中にワークの位置補正を行う必要があるため、検出部はマシニングセンタの自動工具交換装置(ATC)のツールボックスに収納し、計測時には自動で主軸に装着する必要があります。

これらの各目標を満たす機上位置補正装置を開発することで、位置補正の高精度化と高速化が見込まれます。

機上での偏心率計測方法

位置補正は真円度測定の方法により行います。

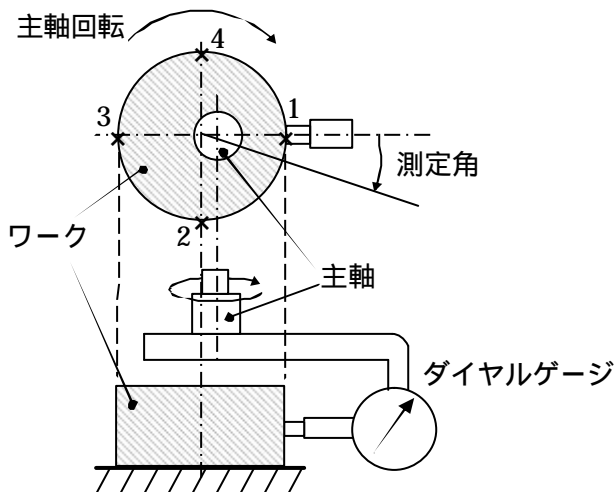


図1 検出器回転式による偏心率測定

機上での計測例としては図1のように検出器となるダイヤルゲージをマシニングセンタの主軸に取り付け、主軸を手で回転させ検出器の値を測定角約 90° 毎に4点取得します。取得した値をマシニングセンタへ入力し、偏心率をキャンセルする方向へテーブルを移動することにより位置補正を行います。

装置概要

位置補正工程を自動化するために、ワークの偏心率を計測する変位検出部、計測結果をワイヤレス送信し、ワークの偏心率を計算してマシニングセンタへ補正量として送信する制御部、さらに通信回路からのデータをマシニングセンタが受信可能にするインターフェースを開発しました。図2に変位検出部を、図3に全体の構成図を示します。

センサの詳細

ワークの偏心率を検出するセンサの内部は図4のような構造になっています。センサ先端のガラス棒は厚さ 0.3mm の銅板に接着されています。計測中はワークにガラス棒が接触することにより



図2 変位検出部

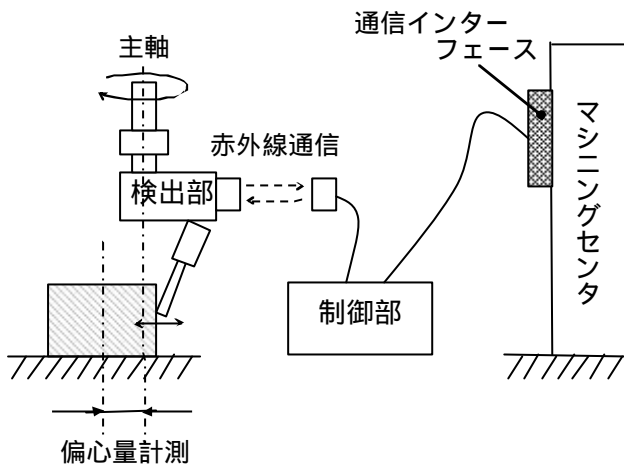


図3 装置の全体構成図

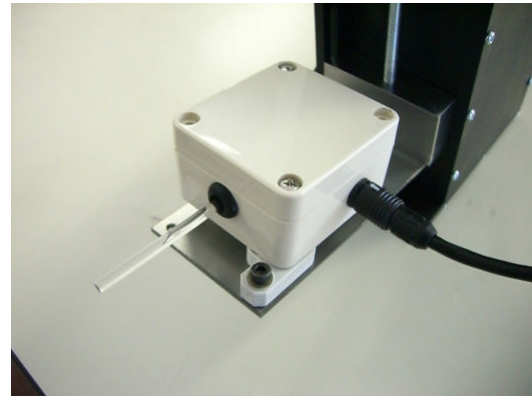


図5 センサ外観

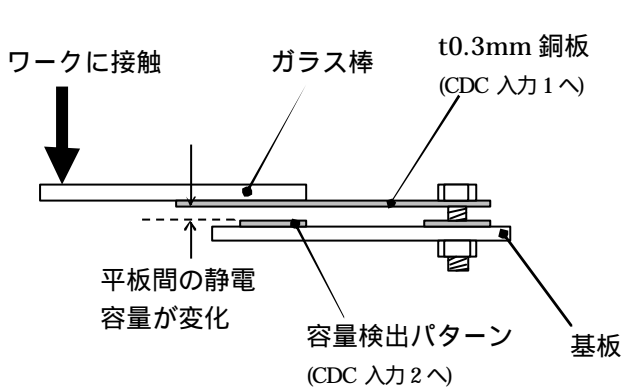


図4 センサの構造

銅板が湾曲し、銅板と回路基板上に配置された容量検出パターンとの距離が変化します。その2つの平板間の距離変化を、静電容量の変化として静電容量デジタルコンバータ(CDC)が検出します。CDCは小型・安価・高精度のアナログデバイゼス社の24bit型コンバータAD7746を使用しました。

計測実験

開発した機上寸法補正装置の計測精度を確認するために、マシニングセンタのテーブルを移動した時にセンサがどのような値を示すかを実験しました。ワークの偏心率をあらかじめ $0\mu\text{m}$ とした初期位置から、テーブルをX軸方向へ $10\mu\text{m}$ ステップで移動させてワーク位置を強制的に偏心率させた時、センサが検出した偏心率は図6のようになりました。

実験の結果より、ワークの偏心率が大きいほどセンサの検出値は誤差が大きくなる傾向がありますが、ワークの偏心率が $30\mu\text{m}$ 以内においては計測精度は $3\mu\text{m}$ 以内であることが分かりました。また、計測を複数回繰り返すことにより測定誤差は小さくなるものと考えられます。

このことから、目標のワーク偏心率を $10\mu\text{m}$ 以内に位置補正できることを確認しました。

: テーブル位置
: センサ検出値

(0,0)	(10,0)	(20,0)	(30,0)
○1	○2	●3	○4
(0,-1)	(9,-1)	(19,0)	(27,0)

図6 センサ精度確認テスト

まとめ

マシニングセンタでの精密加工で必要となる、心出し工程を自動化する機上位置補正装置を開発しました。主な結果は次のとおりです。

- (1) マシニングセンタの機上にてワークの偏心率を計測する変位検出部と、変位検出部で得られた結果から偏心率を計算し、マシニングセンタに送出する制御部のハードウェアおよびソフトウェアを開発しました。
- (2) 開発した装置でワークの偏心率を計測した結果、ワークの偏心率を $10\mu\text{m}$ 以内に位置補正できることが分かりました。
- (3) 位置補正工程を自動化により20秒程度に短縮することにより、位置補正の高速化が実現できました。

今後は装置の耐油性能を高めるなどの修正を施し、実際に加工現場で使用する予定です。

ご不明な点については、下記の連絡先まで遠慮なくお問い合わせ下さい

参考文献：長洲慶典，“マシニングセンタの機上寸法補正装置の開発”，長野県工業技術総合センター研究報告 No.3，2008，P73-76

長野県工業技術総合センター
精密・電子技術部門 加工部 長洲慶典
TEL：0266-23-4000 FAX：0266-23-9081
E-mail：seimitsushiken@pref.nagano.jp