

輪郭制御による工作機械の性能向上への取り組み

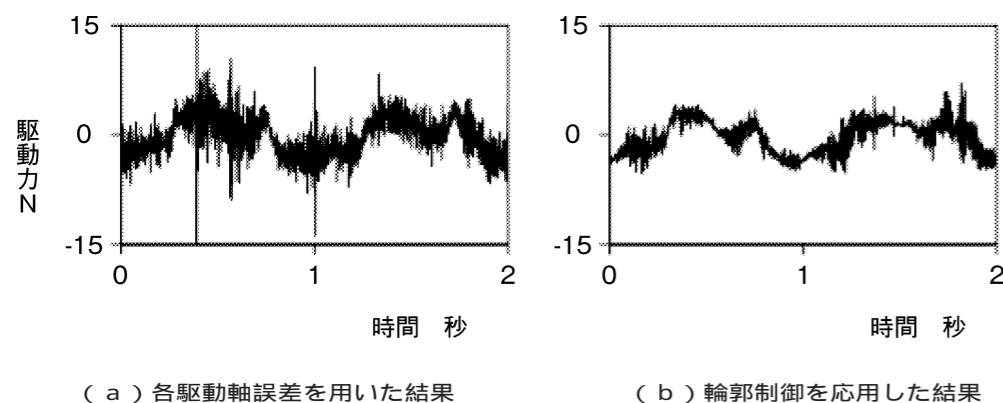


図3 X軸駆動力の比較

図1はX・Yテーブル(2軸駆動系)の輪郭制御における追従誤差を表したものであり、各座標軸は駆動軸の方向に一致しているとする。テーブル基準位置の目標輪郭軌道は図1のように与えられるが、この軌道は数値

図2は5軸の工作機械の構成の一例を示すものであり、装置の複雑化に伴う加工精度の低下など、航空機部品や金型加工が可能なこと、また従来複数回のチャッキングが必要であった場合でも、ワンチャックで加工を行うことが可能になるように加工精度を向上させるなどの利点を有する。

5軸工作機械の輪郭制御

輪郭制御

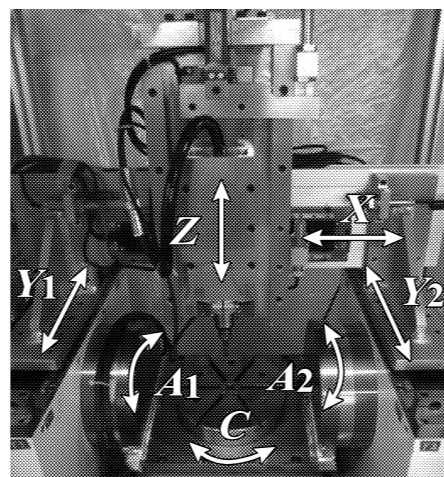


図2 5軸工作機械

中に工具と工作物の相対姿勢を変化できることから、複雑な輪郭形状を伴う加工精度の低下などの問題がある。近年ではコンピュータ利用製造(CAM)ソフトウェアが充実してきたことから、多くの分野に利用されるようになりつつある。図1を用いて説明した目標輪郭軌道に対する法

工作機械では一般的に複数の駆動軸を同時制御して加工が行われるため、構成部品の形状精度や組立精度とともに、駆動軸の高精度な運動制御が要求される。この運動制御の方式は位置決め制御(PTT Point to Point Control)と輪郭制御に大別される。PTP制御では動作終了時の位置に正確に移動することが目的であり、途中の経路は任意である。一方、輪郭制御では指定された軌道に正確に追従することが求められる。それぞれ非加工時、加工時の動作に一般に用いられる。

工作機械の輪郭制御

工作機械では工作物を高精度で所望の形状に加工することが要求され、機械の動作が目標となる輪郭軌道に追従するよう複数の駆動軸を同時制御する必要があるが、このために有効な輪郭制御法について概説する。段取り替え数低減など多くの利点を有する5軸工作機械のための輪郭制御法も近年研究が進められている。また世界中の工場で昼夜を問わず利用されている工作機械においても、一層の省エネルギー化が期待されているが、輪郭制御法がこのために有効であることを述べ、5軸工作機械への応用例を紹介する。

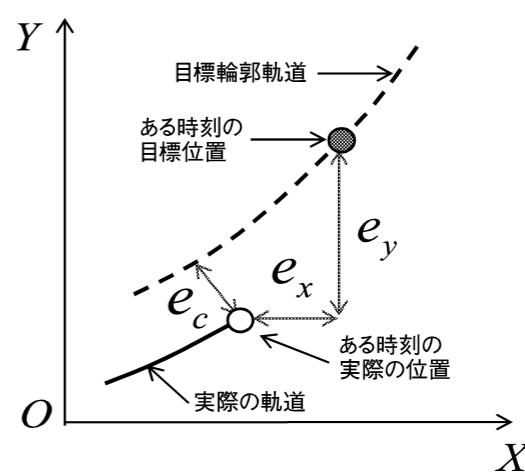


図1 追従誤差の定義

最小計測単位の10倍程度であることが一般的である。加工精度向上の点からは前述の誤差 e_x , e_y ではなく、図1の目標輪郭軌道に対する法線方向誤差成分(e_c)を低減することが重要であるため、 e_x , e_y の計測値から e_c をリアルタイムで推定し、この値を各駆動軸の駆動力に反映させる制御方式が1970年代に提案され、現在でも研究が行われている。この制御方式を応用することで、駆動軸の輪郭運動精度が大きく改善された研究報告も多くなっている。

輪郭制御による省エネルギー化

わが国の工作機械の世界シェアは依然として高く昼夜を問わず利用されることもあるため、高速・高精度化のみならず省エネルギー化も重要な課題である。特に制御ソフトウェアの更新により省エネルギー化を達成できれば、稼働中の工作機械にも実装できる可能性があり有用と考える。このような目的から筆者らの研究グループは輪郭制御法を省エネルギー

れず音や熱の発生をもた

ら。輪郭制御法では接

線方向成分 e_t のための

制御ゲインを小さく設

定できるため、このよう

な機械の動作に反映され

ない高周波信号を抑制し

て、省エネルギー化が期

待できる。

おわりに

輪郭制御法は70年代に提案されたものであるが、高精度動作のみならず省エネルギー化の利点を有し、地球環境・資源エネルギー問題への貢献が期待できると考える。ただし、現在の高度に洗練されたNC制御装置への実装、性能検証のためには、多くの技術者の方々の協力が必要であり、このようなことが可能なオープンシステムの提供を期待させていただく。

マシニングセンター

SUGINO

内燃機部品の「機械加工から精密洗浄まで」連係対応

例えば、シリンダヘッドなどの製造工程ロスが節減できます。

#30 マシニングセンター Self-Center™ H15-LX

- 類まれなる高剛性 … #30ながら#40クラスの剛性
- 必要十分な加工エリア … 4気筒シリンダヘッドに対応したロングストローク
- 省エネ & 省スペース … 消費電力・設置面積を低減したエコマシン
- 高速マシニング加工 … 高剛性ボディと軽量な移動体のコンビネーション

CNCタレット形 水中洗浄機 Jet Clean Center™ U-Jet

- 確実バリ除去 … CNC制御により深穴内もピンポイントでバリ取り、さらに6種類ノズルと最適パス制御で高効率・多用途対応
- 徹底切りくず除去 … ウォータージャケット部などの残留切りくずも隅々まで除去
- 効果的キャビテーション … 最適制御された強力水中衝撃波動で威力洗浄