

# 輪郭制御による工作機械の性能向上への取り組み

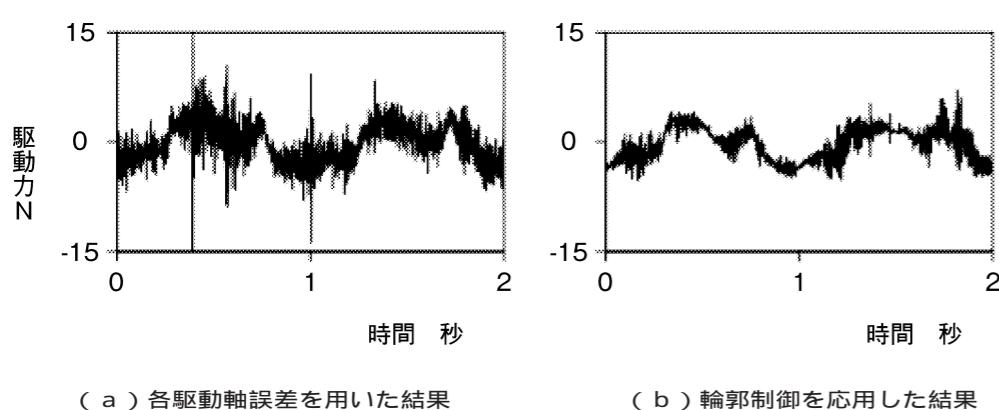


図3 X軸駆動力の比較

工作機械では一般的に複数の駆動軸を同時に制御して加工が行われる。このため、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性能が要求される。

運動制御の方は位置決め制御(PTP)とPoint-to-Point制御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。それ故非加工時、加工時の動作に一般に用いられる。

## 5軸工作機械の輪郭制御

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。テープ基準位置の目標輪郭道は図1のように与えられ、この軌道は数値化している。

図2は5軸の工作機械の構成の一例を示すものである。ただし図の構成はA-X軸とA-Z軸、Y1-Y2軸とY-Z軸はそれぞれ二つのモーターの同期を取りながら駆動される。5軸工作機械は図のよう

に回転軸を有し、加工

## 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を省エネルギー化するため前述の制御器ゲインを大きくするこ

とに応用することを試みている。このために、図1のe-X、e-Yに関する成分e-Tの大きさはある程度許容されるため制御器ゲインを小さく設定して、誤差e-X、e-Yを抑制する一般的な方法では測定ノイズなどによって駆動方向成分(e-X、e-Y)を変換した場合に追従誤差は一

度小さくなるが、計測ノイズなどによって駆動方向成分(e-X、e-Y)を変換した場合に追従誤差は一

## おわりに

度小さくなるが、計測ノイズなどによって駆動方向成分(e-X、e-Y)を変換した場合に追従誤差は一

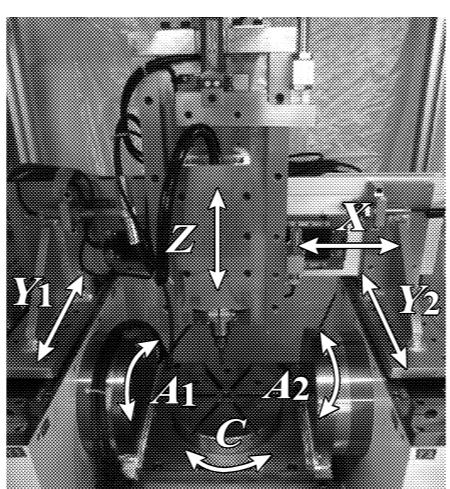


図2 5軸工作機械

工作機械では一般的に複数の駆動軸を同時に制御して加工が行われる。このため、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性能が要求される。このため、効率的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事例を紹介する。

## 工作機械の輪郭制御

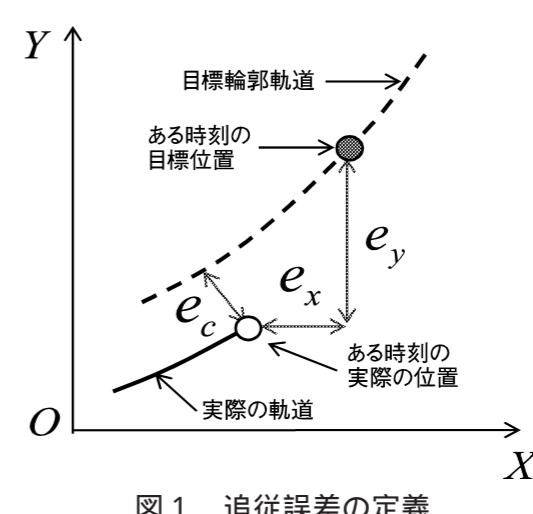


図1 追従誤差の定義

豊橋技術科学大学  
機械工学系 准教授  
内山 直樹

内山 直樹

最小計測単位の10倍

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

軌道に対する法線方向

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e-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によって

精度は動作速度やサンプ

ル時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動

の場合は回転モータに

取り付けられたロータリ

リング時間によると、

誤差が抑

制される方向に動作す

る。このe-X、e-Yの計

測に関して、各駆動軸に

取り付けられたリニア

スイッチや送りねじ駆動