

5軸マシニングセンタの工作精度試験方法の検討

工学部 機械工学科 精密工学研究室

学生L(B4) 学生M(B4) (指導教員 井原 之敏教授)

研究目的

近年, ISO規格に5軸マシニングセンタ用の精度評価法として, ボールバーによる測定が盛り込まれることになった. しかし, この方法は5軸同時制御による円運動を用いた補間精度検査法であり, 工作精度検査法はまだ確立されていない. そこで本研究では, ISO規格に工作精度検査法として現在提案されている, 5軸同時制御による直線運動を用いた四角すい台加工についての加工条件および評価方法の検討を行う. その際, 5軸制御機能である工具先端点制御, 工具姿勢制御, ワーク設置誤差補正を用いてNCプログラムの簡略化, 短縮を図る.

研究の流れ

現在, 提案中のISO規格を参照に, 加工条件, 寸法を決定し, NCプログラムを作成

工具先端点制御
工具姿勢制御
ワーク設置誤差補正
を使用

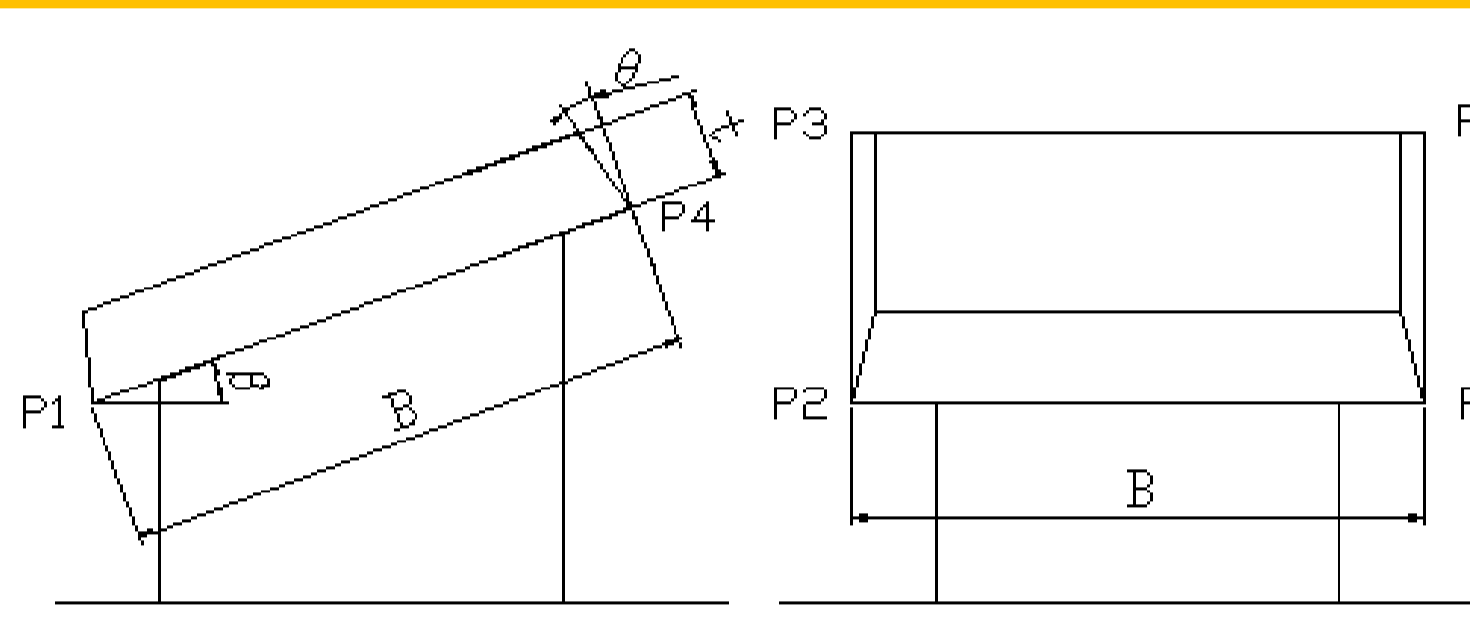
5軸同時制御により四角すい台を加工

電気マイクロメータで測定

加工表面の輪郭形状から真直度, 直角度, 平行度を求め, それらからNC機能による精度の比較および加工条件の検討を行う

提案中の規格

ISO/CD 10791-7 M4
5軸同時制御による直線運動を用いた四角すい台加工



寸法

$\theta=15^\circ$... 四角すいの半頂角
 $B=63\text{mm}$... 底辺の長さ
 $t=20\text{mm}$... 高さ
 $\beta=20^\circ$... テーブルに対する傾き

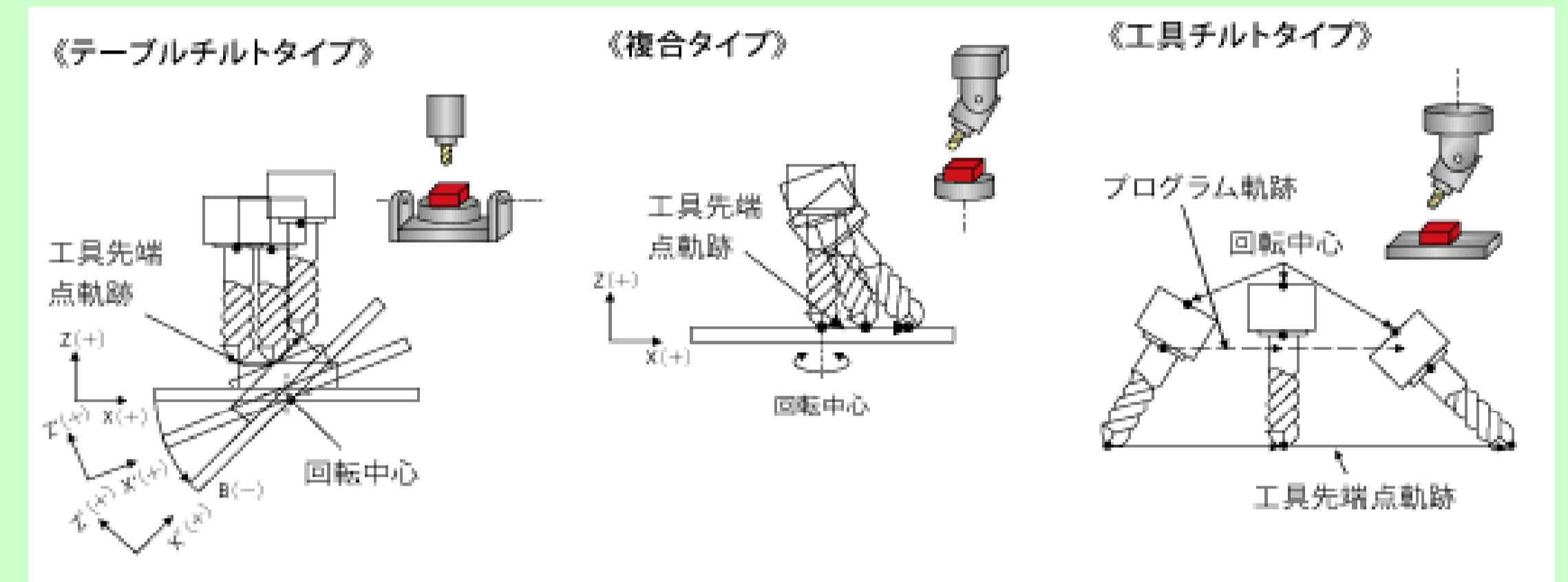
加工条件

主軸回転速度 5000rpm
指令送り速度 1000mm/m
切り込み 0.1mm

5軸制御機能について

工具先端点制

工具先端点制御とは, 工具位置を回転軸の動作に追従するよう, 自動的に制御する機能.



工具姿勢制御

始点・終点を指定するだけで工具姿勢が自動で制御され, 傾斜面を切削することができる機能.

ワーク設置誤差補正

ずれて設置されたワークに対し, 真っ直ぐ設置したワークのNCプログラムで加工を行うことが可能となる機能.

なお, 本研究においてNCプログラムは以下の2種類を作成した. どちらも工具先端点制御を使用する.

- A. CLを微小線分に分割し, 指令する方法
- B. 工具姿勢制御, ワーク設置誤差補正を使用する方法

測定結果・考察

NCプログラムAとNCプログラムBの測定結果はほとんど同じとなった. 下の左図から辺P1-P2の誤差が他の辺に比べ, 大きいことが分かる. この誤差の要因として以下のことが考えられた.

- ・送り速度の急激な変化
- ・機械のC軸の回転中心座標の設定誤差

そのため, 加工条件を一部変更して, 再び加工, 測定を行った.

条件変更点

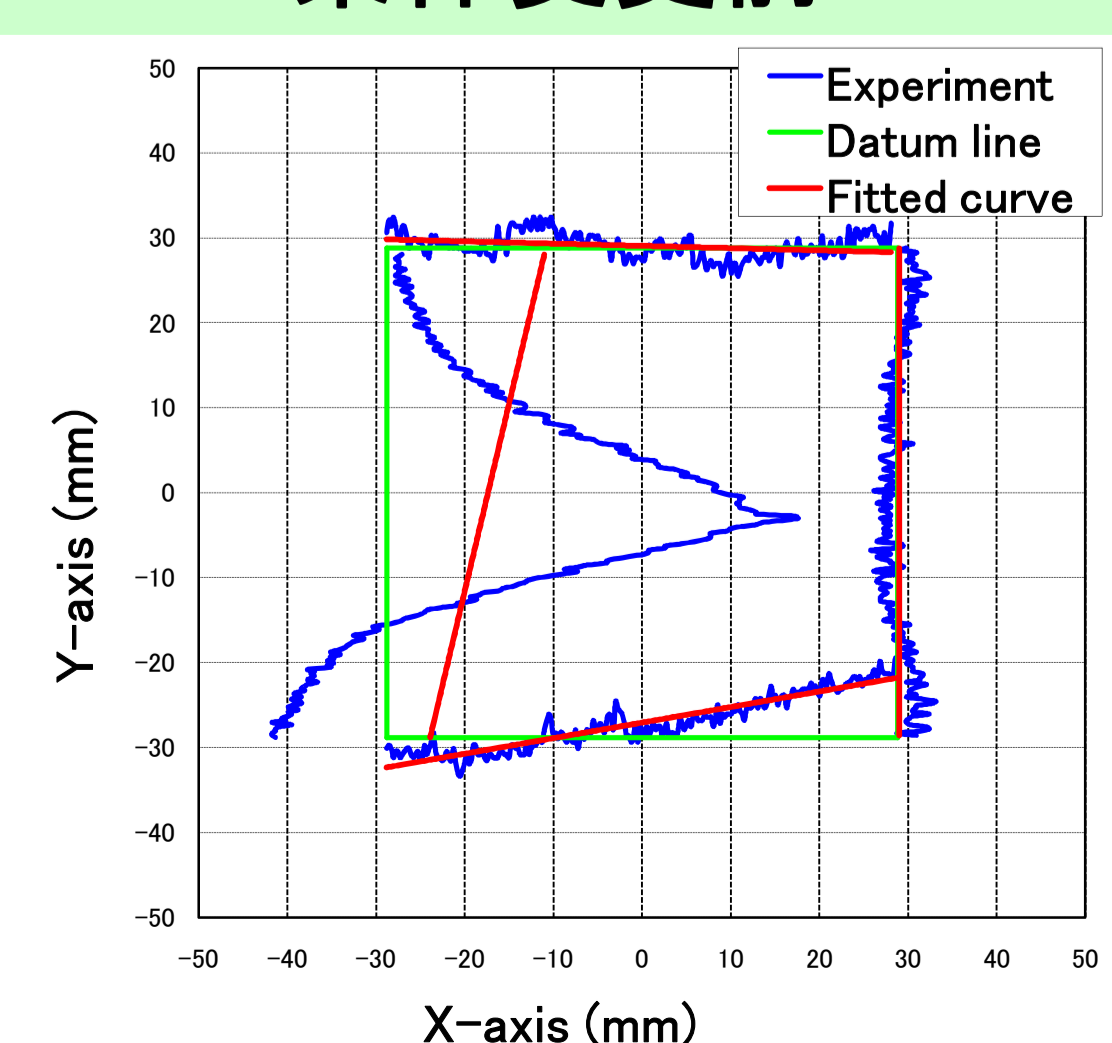
送り速度 1000mm/min⇒500mm/min
C軸回転中心座標の再設定
AI輪郭制御を使用

※AI輪郭制御とは, 送り速度が大きくなるにつれて増加する加減速の遅れを抑えることができ, 加工形状誤差を少なくできる機能である.

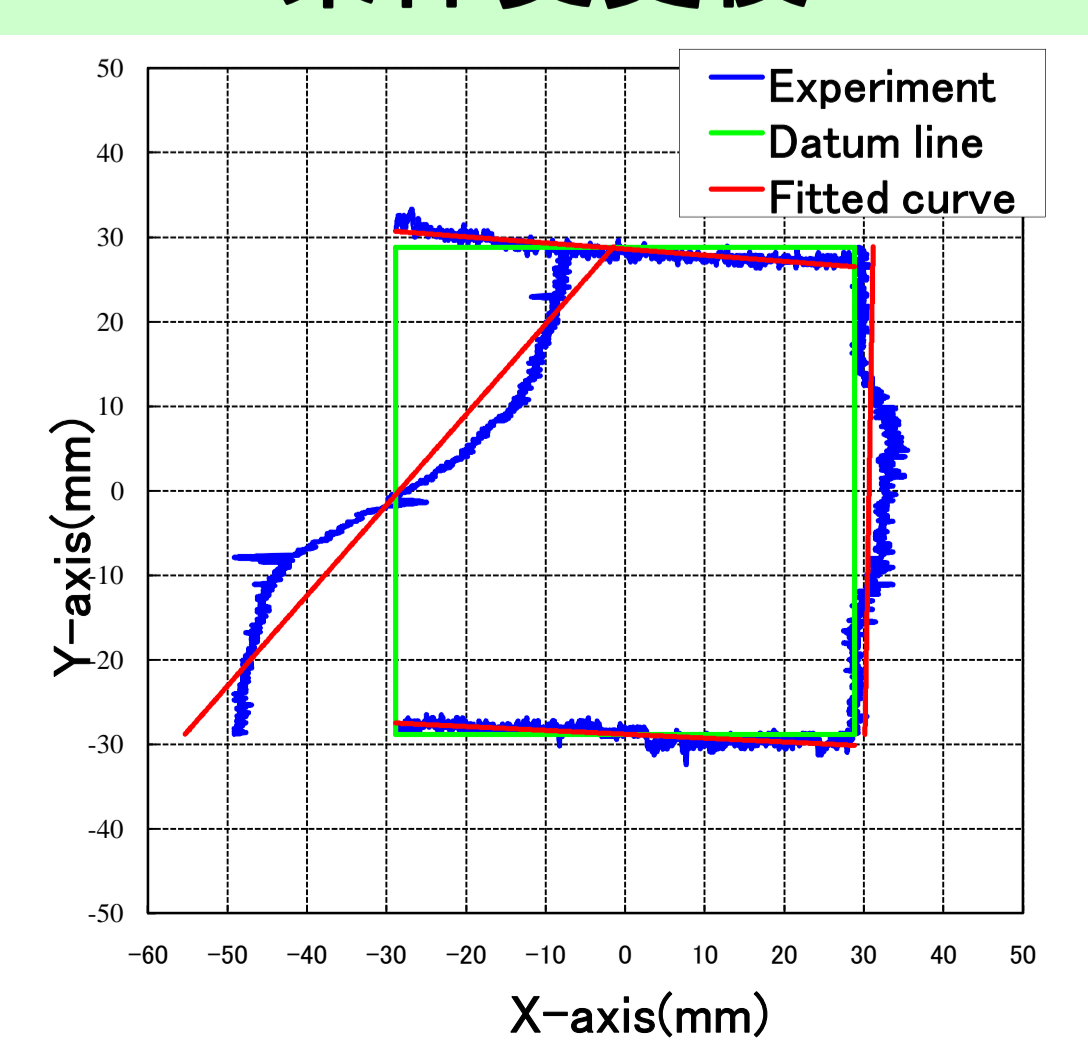
下の右図を見て分かるように, 辺P1-P2の輪郭形状が大きく変化している. これらの輪郭形状のグラフから真直度, 直角度, 平行度を求め, 条件の変更による形状誤差を比較した.

NCプログラムA

条件変更前



条件変更後



真直度 (mm x 10⁻³)

辺	条件変更前	条件変更後
P1-P2	53.13	11.46
P2-P3	5.93	3.78
P3-P4	7.33	6.49
P4-P1	4.91	4.37

直角度 (90 ± x)°

点	条件変更前	条件変更後
P1	-0.023	-0.051
P2	+0.011	+0.049
P3	+0.002	+0.003
P4	+0.011	-0.002

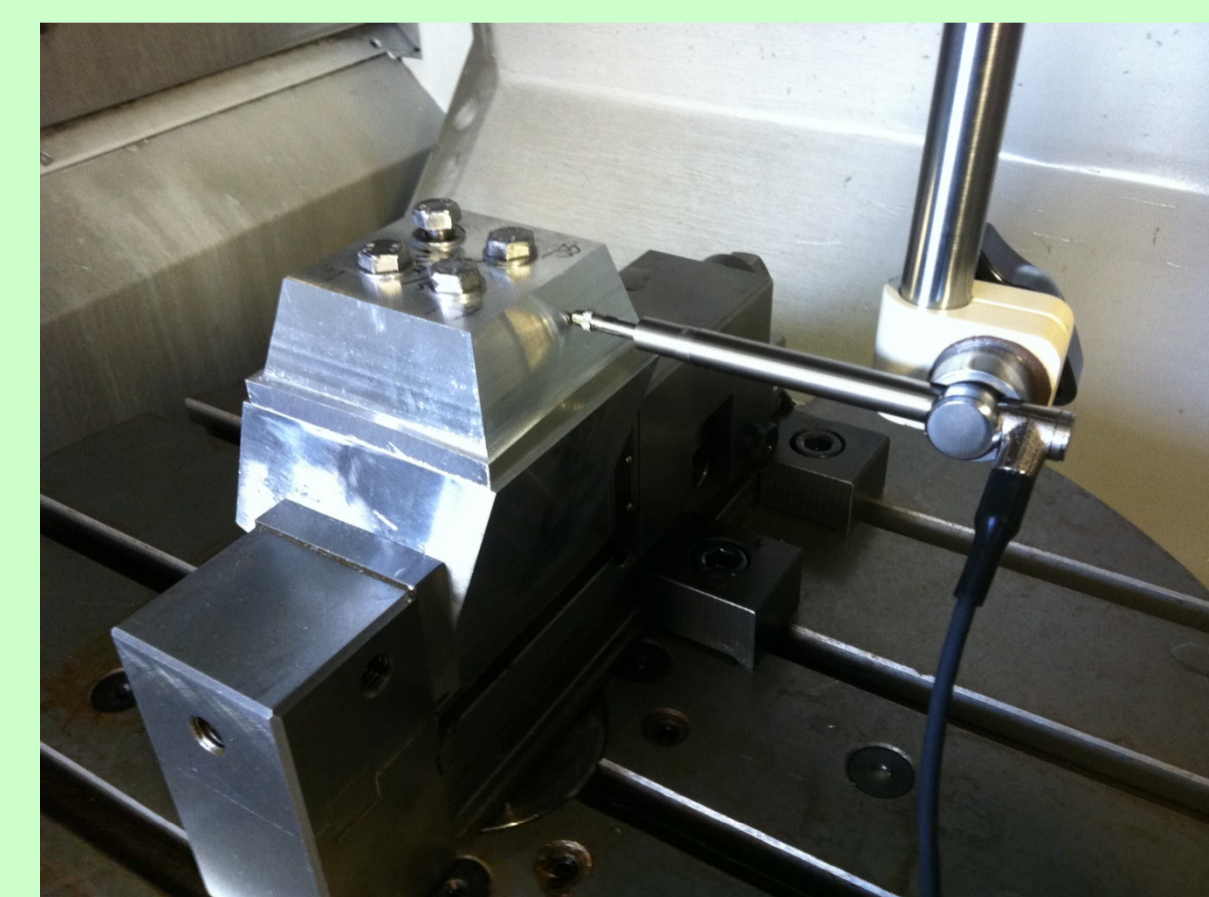
平行度 (x 10⁻³)°

辺	条件変更前	条件変更後
P1-P4:P2-P3	12.02	6.78
P3-P4:P1-P2	12.95	52.52

加工中の様子



測定時の様子



まとめ

工具先端点制御と工具姿勢制御を使用することにより, 四角すい台加工のNCプログラムを簡略して作成することが可能であった. また, 斜面の真直度, 直角度, 平行度は, 精度評価をする上で有効であるといえる. しかし, まだ誤差が大きすぎるため, 加工条件, 機械の設定などにまだ改善が必要である.