

マシニングセンタにおける円運動象限切替時の軌跡誤差に関する研究

指導 小林邦夫 教授 榎徹雄 教授 山崎大生 准教授
 堺英男 講師 中山野生 院生
 0511090 穂坂良人

1. 緒言

現在の工業製品は、生産性の向上や高精度化等の必要性がますます増加しており、工業製品を扱っている現場からのそのような要求が強く求められている。そのため加工を受け持つ工作機械には高速度化や高精度化といったより厳しい要求が求められている。

近年は金属加工や部品加工等の分野においてマシニングセンタが広く使用されている。しかしマシニングセンタにより、特に曲面の加工をする際、象限突起と呼ばれる軌跡が円の外側に突き出したり、段差を生じたりするような軌跡誤差¹⁾が生じることが知られている。象限突起は、Fig.1の丸で囲んだ位置(象限が切り換わる位置)で発生し、金型製品等の形状や精度に影響を及ぼす。

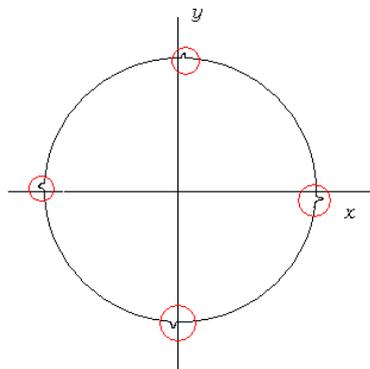


Fig.1 象限突起の概略図

そこで本研究では、マシニングセンタの1軸送り駆動機構の実験機を製作することを今年度の目的とする。

そして最終目的としては、円運動時に象限突起が生じることを実験的に確認した上で、送り駆動機構の運動をモデル化し、シミュレーションによる運動軌跡の計算結果と実験機による結果との整合性を比較検討することで、モデルの妥当性を検証する。

2. 象限突起の生成原理

象限突起は主に摩擦力変化、駆動機構の各要素の弾性

変形、ボールねじのバックラッシュの三つの原因で生じる。以下にそれぞれについて説明する。

2.1 摩擦力

曲面加工をする際、象限切替時にボールねじの運動方向が反転するために動摩擦から静止摩擦力に入れ替わる瞬間がある。このとき動摩擦係数と静止摩擦係数の大きさの違いにより、象限突起が生じる¹⁾。

2.2 弾性変形

ボールねじのねじれ等の弾性変形は、両軸端部における回転角のずれにより象限突起の原因となる。

2.3 バックラッシュ

ボールねじとナットの間にはバックラッシュがあり、ボールねじの回転方向が反転するときにナットへ動力が伝わらない時間が生じ、象限突起の原因となる。

3. 設計計算

3.1 記号

D_B : ボールねじ直径, D_C : カップリング外径, L : リード, L_B : ボールねじ全長, M : 直線運動部質量, M_C : カップリング質量, R : 歯車比, V_i : 早送り速度, μ : 摩擦係数, η_B : 機械効率, ρ_B : ボールねじ材質密度, V_t : 送り速度,

3.2 設計計算

設計の対象となる1軸送り機構の概略図をFig.2に示す。実験機の寸法条件としては、実験機の設置場所のスペースより、実験機の全長310[mm]以下とした。初めに送り駆動機構の構成要素の中でも骨格となるボールねじ、サーボモータから設計計算・選定を行ない²⁾³⁾⁴⁾、その後、軸受、継手、LMガイド等の必要部品を選定した。なお諸条件として早送り速度 $V_i=500$ [mm/sec]、直線運動部質量 $M=30$ [kg]、テーブル移動量を100[mm]前後とした。

3.2.1 ボールねじの設計計算

ボールねじ軸方向荷重 F_B 、ボールねじ回転速度 N_B 、最低内径 D はそれぞれ式(1)、(2)、(3)で表される。

$$F_B = \mu Mg \tag{1}$$

