

# 超精密平行リンクテーブルの試作と性能評価

80122946 野田 義行

指導教員 青山 藤詞郎

## 1. 緒論

機械加工の分野において、高精度化は要求される課題の1つである。この要求を満たすために、工作機械の構成要素の性能向上させることや、加工時に発生する誤差を補正する方法がとられてきたが、工作機械の構造上、ジョイント部の角変位誤差や案内面に発生する誤差をなくするには限界がある。そこで、図1のように、工作機械のテーブル上に平行リンク微動テーブルを取り付けることによって、高精度の加工を実現する方法を提案する。

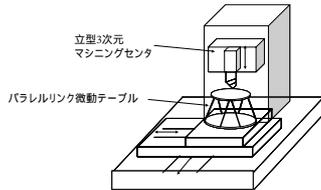


図1 3次元マシニングセンタに搭載した平行リンクテーブル

本研究では、高精度な加工を実現するために、平行リンク式の工作機械用6自由度微動テーブルを試作し、その制御、改良を行い、超精密平行リンクテーブルシステムの実現を目指し研究を行った。

## 2. 平行リンクテーブルの機構解析

平行リンクテーブルの位置、姿勢とそれぞれのバーの長さの関係を解析するために、図2のように座標を定義し、同次座標変換を用いて平行リンクテーブルの数学モデルを構築した。そして、数学モデルを用いて平行リンクテーブルの位置、姿勢の制御を行うための動作理論を求めた。

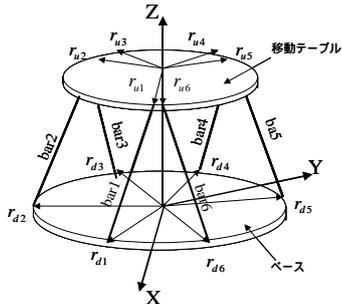


図2 座標系を定義した平行リンクテーブル

## 3. バーの伸び特性

図3のような平行リンクテーブルを試作した。平行リンクテーブルの位置、姿勢を制御するためには、テーブルを支えているバーの長さを制御することが必要である。そこで、平行リンクテーブルのバーの伸び特性を調べた。その際に試作した平行リンクテーブルの駆動系として用いている磁歪アクチュエータが内部のコイルの発熱により大きく熱膨張していることがわかった。そこで、熱膨張を小さくする方法を模索し、磁歪アクチュエータにアルミニウムのチューブを巻きつけ、チューブ内に冷却水を流すことによって、磁歪アクチュエータを冷却して熱膨張を小さくすることに成功した。そして、熱膨張を小さく出来たバーの長さの制

御をPI制御により実現した。また、バーの伸び量の検出機構の改良も行った。改良を行った平行リンクテーブルを図4に示した。

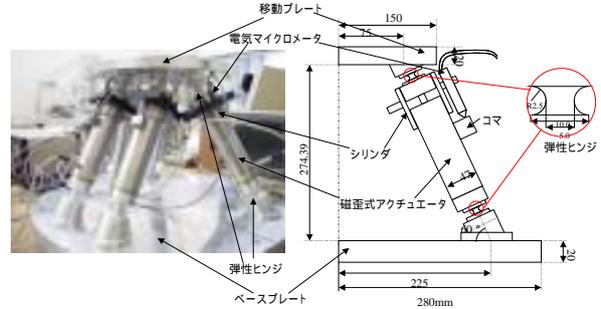


図3 試作した平行リンクテーブル

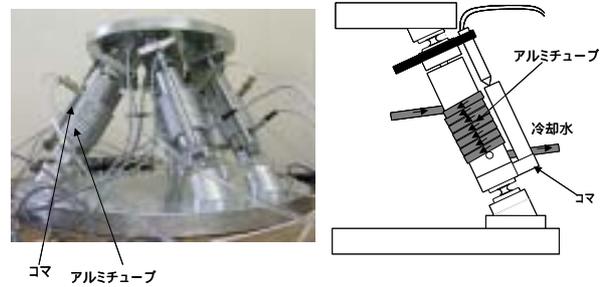


図4 改良した平行リンクテーブル

## 4. 平行リンクテーブルの性能評価

目標とするテーブルの位置・姿勢を実現するために必要なバーの長さを制御することによって実現しても、実際のテーブル位置・姿勢は目標となる位置・姿勢からいくらかのずれがあることがわかった。この誤差を小さくするための、補正移動を求め、その補正移動を平行リンクテーブルに施すことによる移動テーブルの位置、姿勢の直接の制御を行った。その際の平行リンクテーブルシステムを図5に示した。

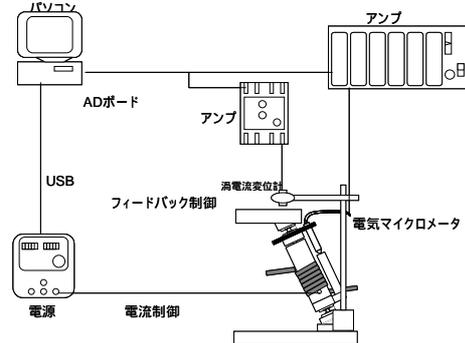


図5 平行リンクテーブルシステムの構成

## 5. 結論

テーブルのZ軸方向移動の動作範囲が9μmから15μm、X軸回りの回転の動作範囲が-0.005度から0.005度、Y軸回りの回転の動作範囲が-0.004度から0.004度であり、その精度はZ軸方向移動においては0.5μm、X軸回り、Y軸回りの回転の精度は0.0005度である平行リンクテーブルのテーブル位置・姿勢の制御を実現した。