

# 工作機械の精度検査のための新しい測定器と ISO 規格

## 1. はじめに

直進3軸に加え、工具・ワークの姿勢を制御するための回転軸を複数持つ、5軸制御加工機や旋盤形の複合加工機(本稿では多軸加工機と総称する)は、日本の多くの工作機械メーカーにとって主力機種に成長した。金型加工などに用いられることも一般的になりつつあり、多軸加工機の総合的な運動精度の向上に対する要求は本格的になりつつある。

精度を高めるためには、まずそれを正確に計測することが必要である。し

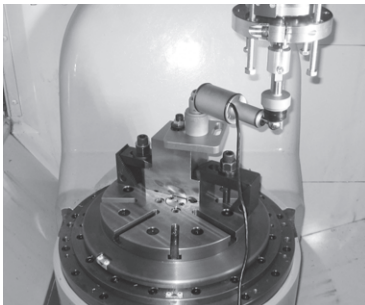


図1 ボールバー測定器 (ハイデンハイン社)



図2 試作した R-test 測定器

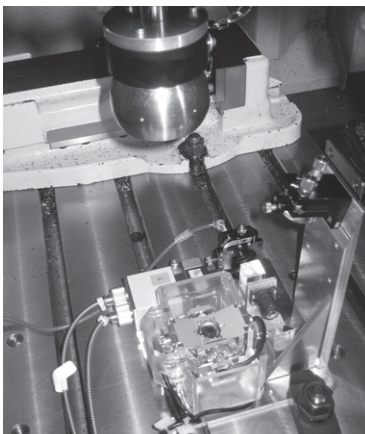


図3 レーザトラッカ

かし、マシニングセンタの精度検査に関する現行の ISO 規格 (ISO10791 シリーズ) には、日本の工作機械メーカーの多くが得意とするテーブル旋回形の5軸マシニングセンタに対する規定がほとんどない。それらを充実させることを主な目的として、(社)日本工作機械工業会・マシニングセンタ分科会(主査:堤正臣教授(東京農工大学))のメンバは、ISO 規格の改訂作業を約5年にわたって先導してきた。この規格の担当である ISO の専門委員会(TC39/SC2)では、井原之敏教授(大阪工業大学)がワーキング・グループ(WG3)のコンビナを担っている。

本稿では、これらの ISO 規格の改定案に含まれている、工作機械の運動精度の新しい計測法を紹介したい。

## 2. ボールバー測定

ボールバー測定器自体は、工作機械メーカーに広く普及している。二つの基準球を伸縮可能なバーでつなぎ、その伸縮量を内蔵のエンコーダで測定する仕組みである。基準球の一つをテーブル上に固定し、もう一つを主軸に取り付けて、円弧補間運動をさせ、輪郭運動誤差を計測するのが一般的な使い方である。

われわれは、このボールバー測定を多軸加工機の運動精度の計測に用いる方法を、ISO 10791-6 の改定案に提案してきた。たとえば回転軸を回転させたときの、半径・接線・軸方向の運動誤差を、回転軸と直進軸との同期運動を用いて計測する(図1)。また、5軸制御加工機の加工精度のテストとして普及している、円錐盤の加工試験を模したボールバー試験も議論している。2011年2月現在、ISO 10791-6 の改定案は CD (委員会草案) の段階である。

## 3. R-test 測定

図2は著者らが試作した R-test 装置である。主軸に取り付けた基準球と、テーブル側の3本の変位センサから成る。変位センサはおおむね球の中心を向くようにセットされており、三つのセンサの変位を幾何学的に演算し、球の XYZ 方向の変位に変換することができる。センサの測定範囲の制約から、主軸とテーブルは相対変位が生じないように指令を与え、同期運転すること

が前提となる。

ISO 10791-6 の改定案に提案してきたボールバー測定は、この測定器を用いても行うことができる。ただし、3方向の誤差を同時に測定できるため、測定の実効率が高く、自動化に適していることが最大の長所である。IBS Precision 社(オランダ)がこの測定器を商品化し、日本でも販売を始めている。

## 4. レーザトラッカ

工作機械の精度検査は、基本的に各軸ごとの位置決め誤差、真直度、直角度などを計測することを基礎としている。一方、三次元測定器の精度検査の規格には、プローブの三次元空間上での位置を直接測定する、「空間精度」の考え方が含まれている。空間精度の重要性は、最近になって工作機械の分野でも認識されつつある。ISO 規格でも、たとえば空間精度の定義が ISO 230-1 規格の改定案に追加されることが議論されている。

ただし、空間精度を直接計測することは容易ではない。それを目的とした新しい計測器の一つがレーザトラッカである。レーザトラッカとは、レーザ干渉計に対して、測定対象を自動的に追尾する機構を組み込んだ装置である。ターゲットまでの距離を測定し、三辺測量の原理でターゲット位置を算出する計測システムが、最近になり市販化された(ETALON 社(ドイツ))。図3は、矢野((独)産業技術総合研究所)らが開発し、著者らが試験してきたレーザトラッカである。

レーザトラッカを用いた測定が ISO 規格化されるわけではないが、空間誤差の補正に関する規格など、関連する規格案は幾つか新規提案されている。

## 5. おわりに

工作機械は日本のメーカーが高い国際競争力を持っている分野であり、国際標準化にも積極的な貢献が求められている。同時に、新しい計測技術を積極的に研究し、普及させることは、国際競争力を維持するために必要不可欠なことであろうと考えている。

(原稿受付 2011年2月28日)

[茨木創一 京都大学]