

精密測定高度化に関する研究 (1)

— 二次元座標顕微鏡の測定品質向上に向けて —

森田俊英*¹ 白石知久*² 宇野彰一*³ 島崎景正*³

Study on Improvement of Precision Measurement Quality

— Aiming at Improving Quality Measurement of Two Dimensional Measurement System —

MORITA Toshihide*¹, SHIRAISHI Tomohisa*², UNO Shoichi*³,
SHIMAZAKI Kagemasa*³

抄録

二次元座標顕微鏡の測定においては、測定者によりその測定値にばらつきが発生する。本研究では測定精度の安定化と向上を図るため、既存の二次元座標顕微鏡にCCDカメラと画像処理装置を付設し、真円度、直径測定が可能なシステムを構築した。従来の目視による真円度測定との比較評価を行った結果、本システムは測定のばらつき、かたよりとともに熟練者による測定とほぼ変わらない精度を持つことが分かった。

キーワード：二次元座標顕微鏡，画像処理，測定品質，真円度

1 はじめに

機械製造業においてはジャストインタイム方式の生産形式をはじめ、短納期での要求が高くなっている。加えて、各社がISO9000シリーズの認証を取得し、製品の検査に対する要求もシビアになってきている。

一方で、二次元座標測定顕微鏡では測定者が目視で測定を行うため、測定毎・測定者間のばらつきがあり各社毎に担当者を固定せざるを得ず、効率的な業務の遂行、ひいては「短納期で正確な測定」が必ずしも提供できていなかった。そこで本研究で測定者によらず一定な測定品質の確保を図るため、既存の二次元座標顕微鏡(CarlZeiss社製 ZKM01-250D 以下ZKM)とCCDカメラを組み合わせた画像処理装置を構築する。

2 システム内容

2.1 構成と概要

本システムの構成を図1に示す。既存のZKMと付属のワーク座標測定部に対し、CCDカメラ(東芝テリー(株)製 CS3950DiF:80万画素、白黒、256階調)、画像処理装置とモニタ、入力装置を接続しシステムを構成している。画像処理装置はWindows XPのパソコン上にて(株)テクノスコープ製「DCCL-P ActiveX Control」及びマイクロソフト社製「Visual Basic 6.0」で開発を行った^{1),2)}。

ZKMからCCDカメラで取り込んだ画像を処理し、任意の円周上から抽出した3点以上の座標から最小自乗法により真円度³⁾及び直径、中心座標を計算する。測定結果はcsv形式のファイル、処理した画像はBMPファイルとして保存が可能である。なお、円柱状部品を測定対象として想定した。

*¹ 電子情報技術部 (現 営繕工事事務所)

*² 電子情報技術部

*³ 生産技術部

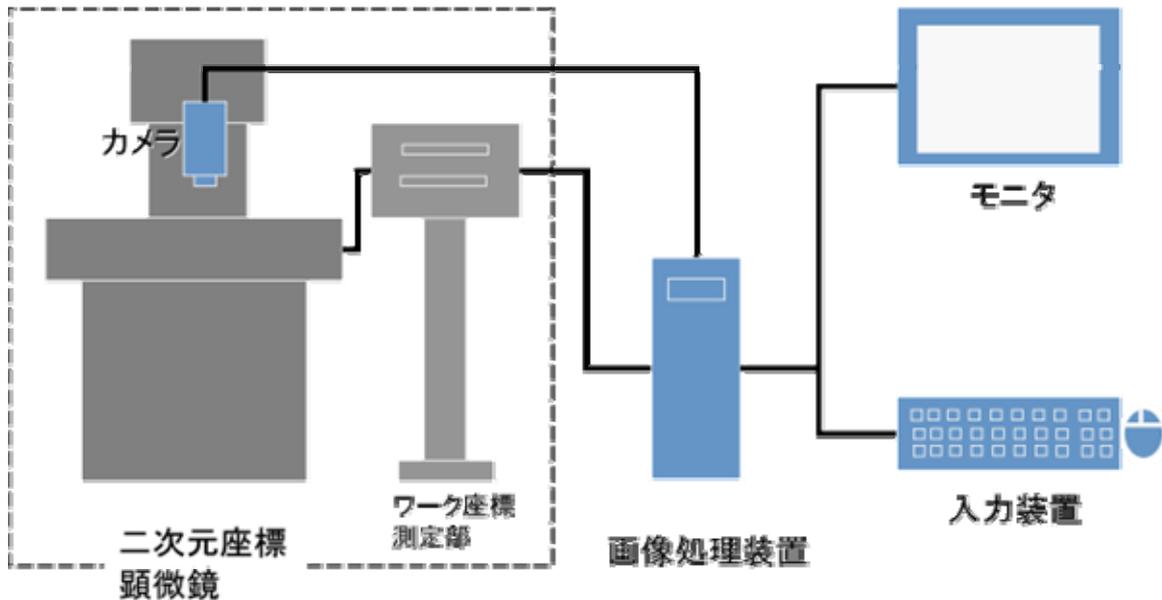


図1 本システムの構成

2.2 操作画面

本システムの操作画面を図2に示す。右上にカメラ画像、右下にカメラ画像を処理した画像、左上に真円度など測定結果が表示される。2値化レベルなど詳細設定は画面左下にて行う。

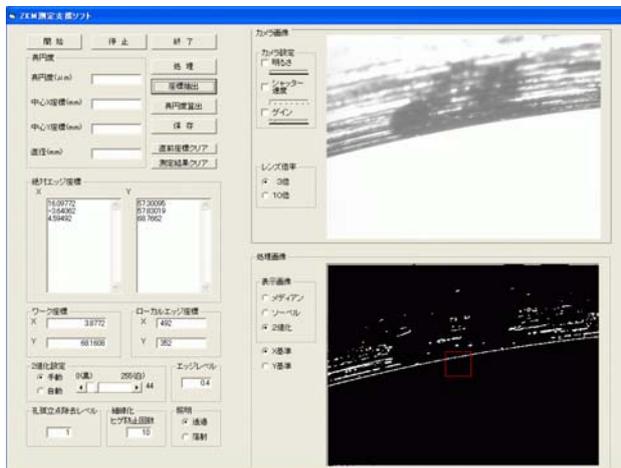


図2 本システム操作画面

2.3 画像処理

測定対象物円周上の座標を取得するには、まず円周のエッジ検出が必要である。これについてはメディアンフィルタにて雑音を除去した後、ソーベルフィルタ(エッジ強調)、2値化処理を適用した。落射光の場合、これに加えて孤立点除去、ヒゲ除去処理を適用した。なお測定点抽出の際、処理時間の短縮及びエッジ上ノイズ(測定物のキズなど)の影響を避けるため、操作者が処理画面上

でクリックした周辺の画像から抽出を行うこととした。このとき、クリック周辺画像内のエッジ通過方向を2値化画像から判別する。次にエッジと鈍角に交わるようなXまたはYの一定値を決定し、ソーベルフィルタ画像上でもう一方のXまたはYを変化させたときに最も値の大きい点を測定対象物の輪郭座標として抽出する。

2.4 測定フロー

本システムによる測定フローは次のとおりである。

- ① ワークを移動させ、測定対象物の任意の部分をカメラ画像部に表示させる。
- ② 画像の処理を行う。
- ③ 処理画像表示画面上で抽出したいエッジ付近をクリックし、座標抽出ボタンを押す。
ZKM から取得したワーク座標と画面内の座標から測定点の絶対座標が算出される。
- ④ ①～③を繰り返し、3点以上測定する。
- ⑤ 真円度測定ボタンを押す。真円度、直径、中心座標が表示される。
- ⑥ 保存ボタンを押すと測定データがCSV形式で保存される。

3 システムの評価

3.1 評価手法

本システムの測定品質を評価するため、通常の手動測定でのばらつきとの比較実験を行った。

リングゲージ（内径：14.00035mm）の真円度及び内径の測定を、測定経験3年以上の熟練者及び測定初心者によるZKM手動測定及び本システムでの測定によりそれぞれ5回行った。なお、測定点は8点、照明は緑色落射光とした。

3.2 有効性の評価・考察

各測定による真円度測定についてのばらつきを図3、内径測定についてのばらつきを図4に示す。ここで偶然誤差（ばらつき）は各測定値の標準偏差、系統誤差（かたより）はリングゲージの内径（14.00035mm）に対する偏差である。

真円度、直径共に初心者のデータと比較して、本システム、熟練者のデータは偶然誤差、系統誤差共に値が小さく、1ミクロン未満に収まっている。ばらつきについては熟練者よりも若干大きくなる傾向があるが、これは画素サイズ(約1.5 μ m相当)による精度の限界に起因するものと思われ、今後画素間補完により精度を向上させることが可能と考えられる。

既存のZKMにCCDカメラと画像処理装置を組み合わせ、真円度、直径測定が可能な2次元座標測定システムを構築した。本システムによれば、測定のばらつき、かたよりともに初心者の測定と比較し大幅に小さく、熟練者に近い計測を行うことが可能であることが分かった。今後、画素間補完による精度向上や、異なる条件(測定対象物、照明方向、照明色、照度)の下での検証を行っていく必要はあるが、本システムの測定品質は実用性を持ちうるものと考えられる。本システムを用いることによって、一定の測定品質が提供可能となり、測定業務の効率及びサービスの向上に結びつくと思われる。

参考文献

- 1) 酒井幸市：デジタル画像処理入門, CQ出版, (2004) 55
- 2) 中野健一：精密形状測定の実際, 海文堂, (1992) 62
- 3) 日本規格協会：JIS B0621(幾何偏差の定義及び表示), 日本規格協会, (1998) 4

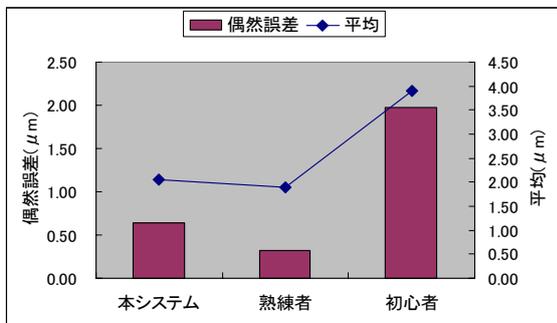


図3 真円度測定 のばらつき

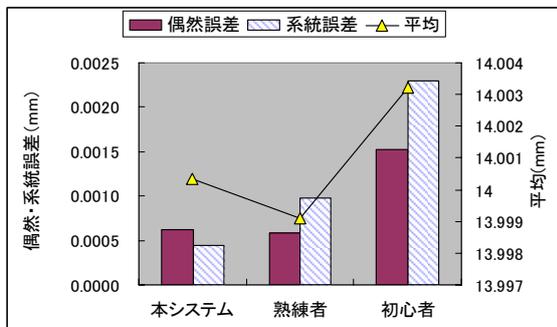


図4 直径測定 のばらつき

4 まとめ