

角度計の線形誤差の自律的校正

大阪電通大 ○宇田豊、島田尚一、精密測定研 清野慧

要旨

差動レーザオートコリメーション法で用いる角度計は限界まで校正する必要がある。既に提案されている変位計の線形誤差の自律的校正を利用して、特別な高精度の角度基準を用いず角度計の線形誤差を自律的に校正装置について述べる。

1. 研究の背景と目的

差動レーザオートコリメーション法 (DLAC法) による形状測定の限界を決める重要な要因の一つに、角度計の検出精度がある。本研究は、高精度な角度基準を用いず、角度計線形誤差を限界まで自律的に校正するシステムを提案し、基礎確認実験を行ったので報告する。

2. 変位計線形誤差の自律校正

変位計線形誤差を自律的に校正するシステムについては既に有効な手段であることが確認されている。¹⁾ 図1に提案されている校正用システムの概略図を示す。レバーは弾性切欠き部を支点とした片持ちはり構造である。マイクロメータヘッドによりレバーを傾斜させることができ、それぞれの変位計が検出する変位は n 倍に比例した関係となる。

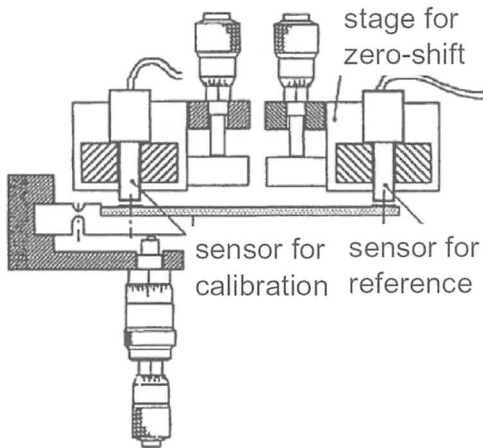


図1 変位計直線誤差自律校正システム概略図

両変位計出力を最小にして校正を開始する。

- Step(1) 基準側変位計Aの出力が最大になるまで校正
- Step(2) 変位計Aが取り付けられているステージを出力が最小になるまで移動

- Step(3) 被校正側変位計B出力が最大になるまでStep(1), Step(2)を n 回繰り返し、データを収集

図2に、変位計AとBの出力特性の一例を示す。両出力には未知の線形誤差が存在している。線形誤差 E_{A0} を持つ変位計Aの出力特性を直線としてStep(1)~(3)で得られたデータにより変位計Bを校正する。得られる変位計Bの校正カーブと真の校正カーブとの差は、 E_{A0}/n となる。

次に、変位計Aを被校正側、変位計Bを基準側に変更して上記校正を再度行いデータ収集する。既に得られた変位計Bの校正カーブを正しいとして、変位計Aを校正する。得られた変位計Aの校正カーブは、真の校正カーブからの差が E_{A0} から $E_{A0} (1/n)^2$ に低減される。校正システムを使って収集した2回のデータを用いて繰り返し校正を行うことにより、線形誤差からのずれ量を限りなく小さくした校正カーブを得ることができる。

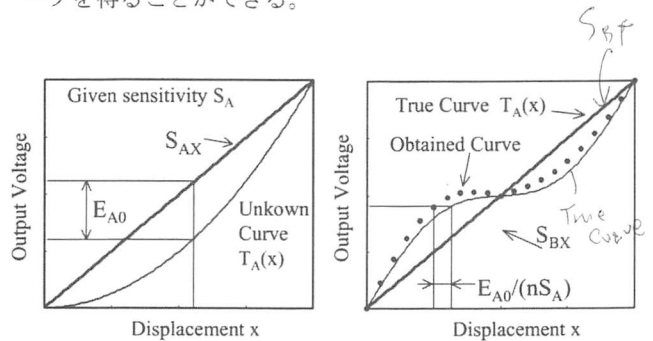


図2 変位計AとBの出力特性

3. 角度計の線形誤差の自律校正システム

提案された変位計線形誤差自律校正システムは、被校正側変位計出力の全範囲で、基準側の変位と被校正側の変位の比が一定である。このことは、角度計においても、基準側の角度変化と被校正側の角度変化の比が一定になる機構を開発すれば、変位計と同じ手法で角度計線形誤差校正シ

ステムができることになる。

図3に自由端に集中応力が加わる片持ちばりの変形を示す。傾き dy/dx と変位 y を次式に示す。

$$\frac{dy}{dx} = \frac{W}{EI} \left(lx - \frac{x^2}{2} \right) \quad y = \frac{W}{EI} \left(\frac{lx^2}{2} - \frac{x^3}{6} \right)$$

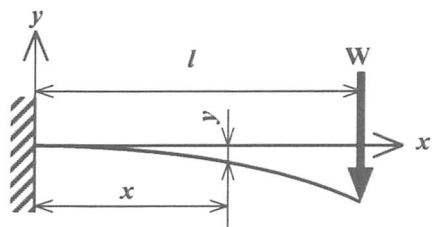


図3 集中応力時の片持ちばりの傾きとたわみ

これらの式は、支点からの距離 x が決まれば、傾きもたわみも集中加重 W に比例することを示している。図4に角度計線形誤差自律校正システムの概略図を示す。集中加重の代わりにマイクロメータで押す機構になっている。角度計の検出面にはミラーを用い、ミラーの平面度を維持するための補強ブロックに取り付けている。これにより、支点からの角度計取り付け誤差の影響を受けない。また、片持ちばりを水平面内でたわますことにより重力の影響を受け難くなっている。図5は計算により傾きの計算を行って結果を示す。

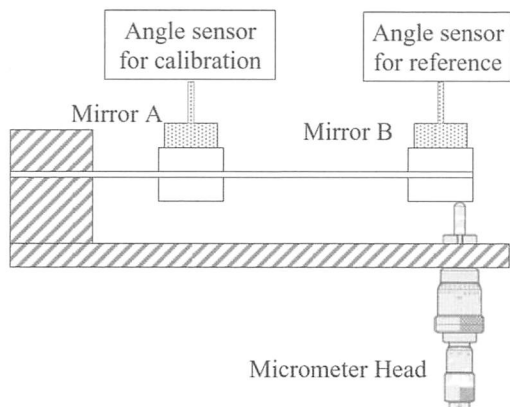


図4 角度計線形誤差自律校正システム概略図

4. 基礎確認実験

光電式オートコリメータ (NIKON 6B) により、試作した校正システムの評価を行った。オートコリメータ1台を使つての評価のため、マイクロメータによるたわみの再現性

を確認した後、基準側ミラーと被校正側ミラーの傾き測定を別々に行い、得られた測定結果を図6に示す。実験結果より、両ミラーの傾きの比が一定であることを確認した。

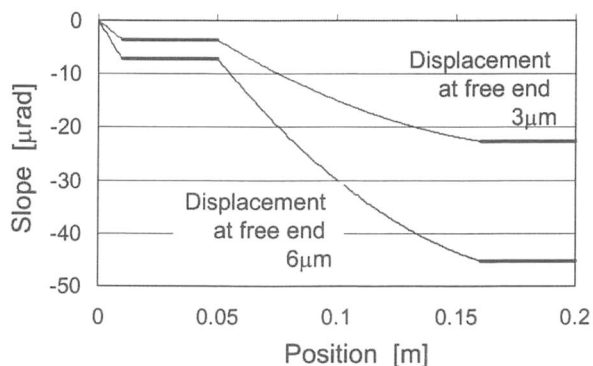


図5 片持ちばりの傾き計算結果

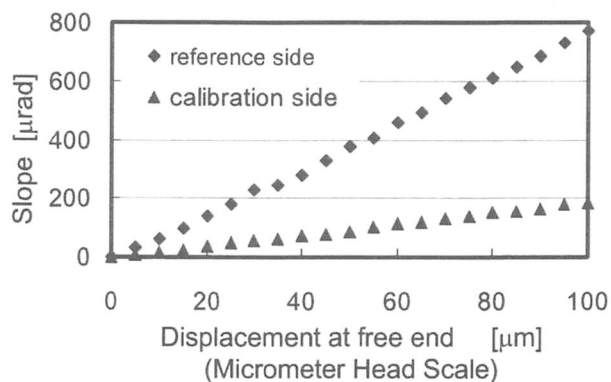


図6 校正システムの傾き測定結果

5. まとめ

片持ちばりのたわみ角が固定端からの距離に比例することを利用し、角度計線形誤差の自律校正システムを考案し、基礎実験により自律校正可能であることを確認した。

参考文献

- 1) 清野：精密工学会誌,59-12(1993),2043