

新たな真直度測定法とその応用に関する研究

A Study on New Method for the Straightness and Its Application

戸 沢 幸 一*・佐 藤 壽 芳*・大 堀 真 敬*・駒 崎 正 洋*

Koichi TOZAWA, Hisayoshi SATO, Masanori O-HORI and Masahiro KOMAZAKI

1. 諸 言

NC 工作機械の普及にともない、一層の高性能化が望まれる工作機械において、案内面の真直度計測の容易化をはかることは重要な課題であり、これによって案内面上の工具台等の駆動精度を高めうることも期待される。従来の真直度測定法としては、テストバー・鋼線を基準直線とする方法、オートコロメータによる方法等があるが、前者では基準直線の設定に準備と熟練を要し、後者では能率が悪い。動的・高精度な測定という観点からはいずれも適当でないと思われる。またこれらの問題点を克服した最近のレーザ測長器は、光学系の設定、種々の雑音の影響の定量化が難しく、さらに、独立光学座標系を基準にしているため、工作物の軸心との位置関係が必ずしも明確でない等の問題点も同時に持っている。

本研究では、旋盤を対象に工具台の直真精度に代表される案内面の真直度と、これが被削材の真直度や円筒度等の加工精度に及ぼす影響との関連について解析することを試みた。このため、案内面と工作物の両真直度を同時に測定しうる並列に変位計を用いた測定方式を開発した。これによって、案内面の真直度が被削材の真直度に転移する特性を明らかにした。また工作物表面を軸心に対する座標として表示し、円筒度を3次元的に表示しうることを示した。実験には、心間距離・ベッド上のふり

がそれぞれ 585 mm, 450 mm の A, 640 mm, 435 mm の B の 2 つの旋盤を用いた。

2. 測定原理

2 つの変位計を並列に配置し、変位計間の距離だけ順に移動するという全く独自の方法により、案内面の真直度とその工作物への転移を同時に測定することを実現した。本測定原理を図 1 によって示す。変位計をとりつけた工具台を順次移動し K 番目の位置における工作物、案内面の真直度をそれぞれ Y_K, X_K 、その時の 2 つの変位計の読みを V_{KA}, V_{KB} 、対象面と変位計との距離を

$$F_A(V_{KA}), F_B(V_{KB}) \text{ とすると,}$$

$$F_A(V_{KA}) - F_A(V_{0A}) = Y_K - X_K \quad (1)$$

$$F_B(V_{KB}) - F_B(V_{0B}) = Y_{K+1} - Y_1 - X_K \quad (2)$$

$$\therefore X_K = F_A(V_{1A}) - F_A(V_{KA}) + F_B(V_{(K-1)B}) - F_B(V_{0B}) + X_{K-1} + X_1 \quad (3)$$

$$Y_K = X_K + F_A(V_{KA}) - F_A(V_{0A}) \quad (4)$$

したがって、あらかじめ対象面の材質、および変位計との距離に適應する感度曲線を予備実験において作成しておけば、対象面、案内面両者の相対的な距離が分離され、各々の真直度が求められる。

3. 測定結果

図 2 は本方法によって旋盤 B についてアルミ薄板を対

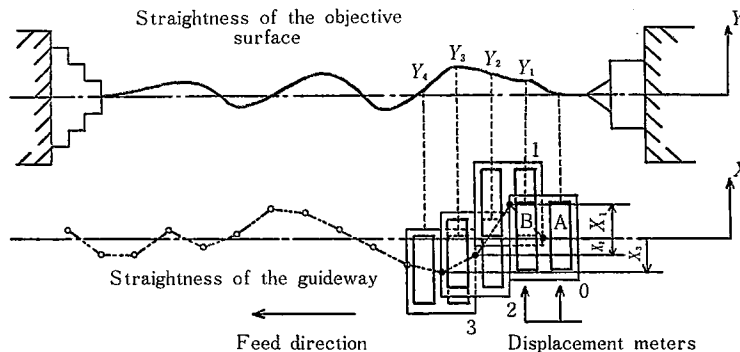


図 1. 新しい測定法の原理図

* 東京大学生産技術研究所 第 2 部

研究速報

象に測定をおこなった結果である。工具台と対象面の真直度を分離して求めうることを、繰り返しに対してよく一致する結果が得られることが示されている。図3はこの旋盤で50φの真鍮を切削した部材を対象に、互いに180°回転した断面について測定した結果である。機械の真直度は傾斜分の違いはあるが、図2の結果と形、大きさとも同程度の結果がえられている。またこの結果は機械の

製造会社によってなされている性能試験の結果とも一致している。

図4は旋盤Aにより切削した工作物を測定した結果によるもので、案内面の真直度が良好であり、別にレーザー干渉計による測定結果とも近い値であることが示されている。これは工作物の真直度に転写され、直流分を別にすれば良い真直度の保たれていることがわかる。図5は

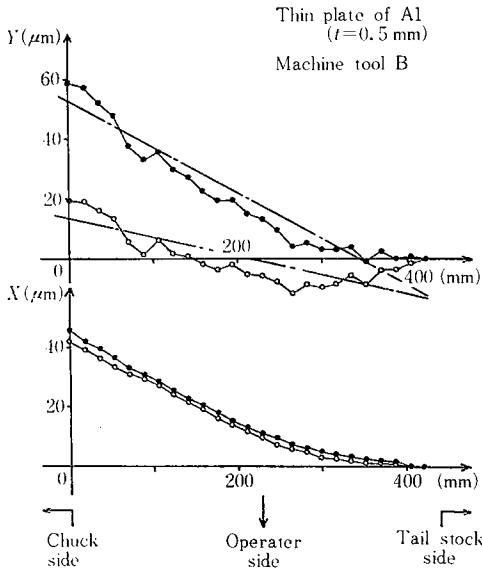


図2. アルミ薄板を用いた時の真直度

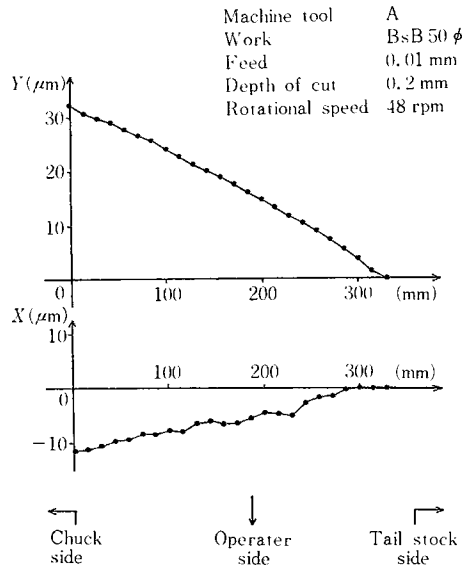


図4. 真鍮丸棒を用いた時の真直度

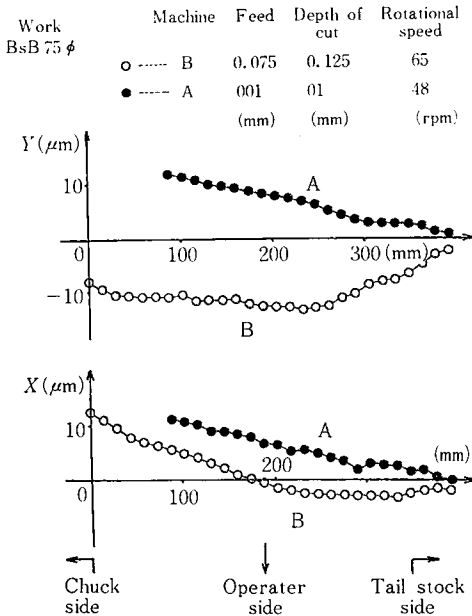


図3. 真鍮丸棒を用いた時の真直度

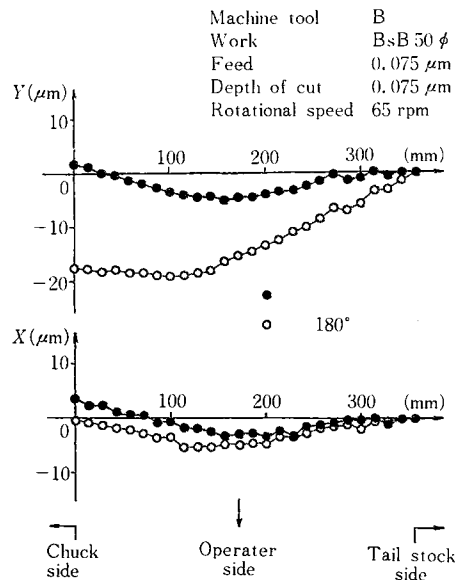


図5. 真鍮丸棒を用いた時の真直度

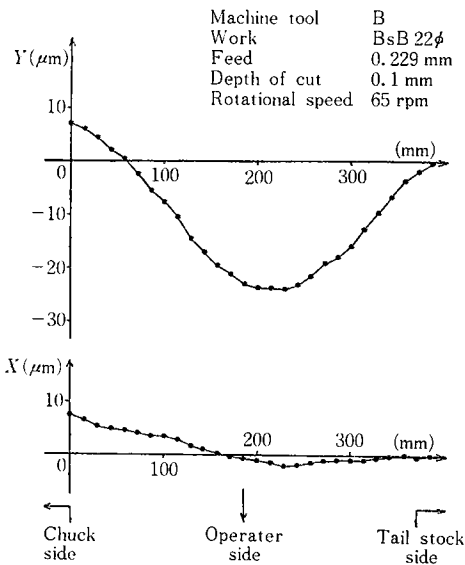


図6. 直径の細い真鍮丸棒を用いた時の真直度

2つの旋盤について直径70mmの材料を用い測定した結果であり、それぞれの案内面の真直度がそのまま工作物に転写されていることが示されている。

図6は被削材を細くし、直径22mmとして測定した結果である。案内面の真直度は上述の結果と同様とみてよいが、工作物のそれは非常に劣るものとなっている。すなわち、被削材の剛性が小さくなったため被削材がバイトから逃げ、中央部ほどその量が大きく、径が太くなっていることを推察しうる結果が得られている。図4等に共通の特徴として、案内面に関する測定結果が凹凸の顕著なものとなっているのに対し、工作物のそれは平滑化されていることがある。これは、等間隔で測定値を求めることと、(1)乃至(4)式の過程の処理とによっているものとみられる。

4. 工作物表面の3次元表示と案内面の真直度

3次元表示にあたり、本測定法の原理上案内面と工作物の母線の両真直度に、測定度に異なる共通な直流分を除去する必要がある。そこで、工作物両端の円の径および真円度を測定し、各母線の両端の軸心に対する座標を決定して直流分を補正した。なお、真円度測定は、工作物を取り付けた状態で渦電流型変位計を使い半径法により行った。また、表示には展開立体図と円筒表示を行い、その際隠線処理を実施した。図7および図8では旋盤Bにより旋削された工作物を30°おき12の母線に関して測定し、3次元表示を行った。テールストック側のふ

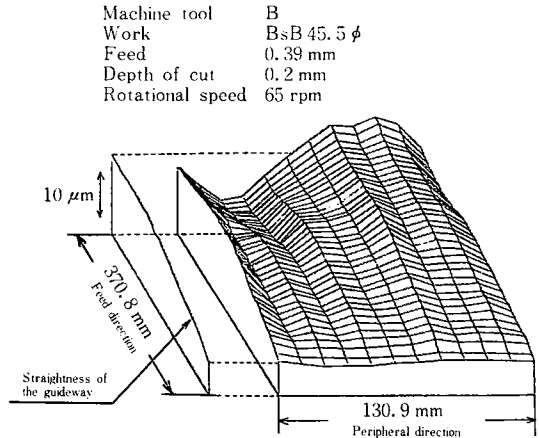
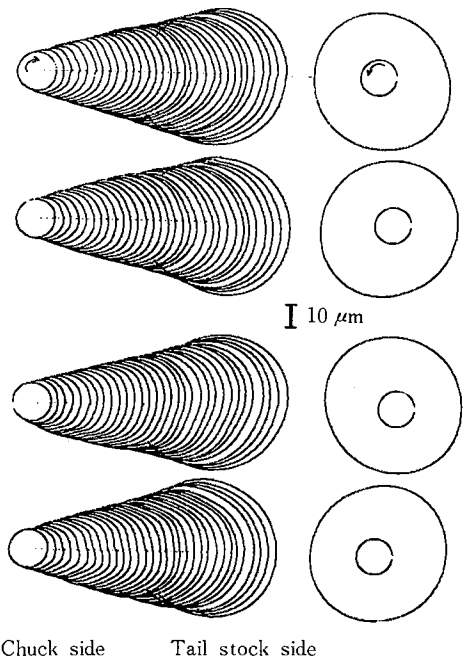


図7. 真直度測定結果の3次元表示



Chuck side Tail stock side

図8. 図7の円筒座標表示とその回転

れ回りが大きいこと、工作物表面の真直度が母線によって若干異なること、軸心に対する母線の平行度の平均と案内面の平行度が類似し、切削中の熱変形が小さかったことなどの特徴が読みとれる。

5. 結論

新たに開発した真直度測定システムによって工作機械の真直度を測定し、これが加工物精度に及ぼす影響を明らかにすることを試みた。これにより以下に示す結論を

研究速報

えた。

(1) 本測定法により $1\mu\text{m}$ の精度で案内面の真直度が計測可能であることを示した。

(2) 2種の旋盤について旋盤案内面の真直度が異なり、またその影響が忠実に転移する様子を定量的に明らかにした。

(3) 3次元表示による工作物表面全体の形状と案内面の真直度とを対比させ、ふれ回り、案内面の真直度等の影響が加工精度に及ぼす割合に関して、視覚的に把握することを実現させた。

今後、変位計による測定法にマイコン、ロータリエンコーダ等を付加して自動化すれば、測定速度が向上され、NC工作機械の機能充実、加工精度の向上、工作機械の

性能向上に貢献しうるものと考えられる。

(1979年11月14日受理)

参考文献

- 1) 木村：レーザによる真直度の測定，昭和46年精機学会春季大会シンポジウム資料，6
- 2) 竹山，高田：独立座標系による案内方式の研究，モジュラ構造工作機械の機能向上とその評価方法に関する研究I，(1976)，157.
- 3) D. A. Harland，安井訳：レーザ干渉計による工作機械の総合精度検査，Proc. 10th Annual Meetings & Technical Conference, Numerical Control Society, (1973).

東京大学生産技術研究所報告刊行案内

第28巻 第2号(英文)

西川 精一・長田 和雄

Aging and Reversion Phenomena of Cu-Fe Alloy

Cu-Fe 合金の時効および復元現象

Cu-Fe 2元合金自体は実用合金材料としての用途は殆んど考えられない。しかしながら、本合金は弱い反磁性を示すCuを母体とした過飽和固溶体中より、最初は常磁性の γ -Fe粒子が析出し、これらは冷間加工ないし長時間時効することにより強磁性の α -Fe析出物に変態するという観点から興味深い合金系といえる。それ故従来の一般的手段の外に、磁気測定また最近ではメスバウアー測定による報告も多い。

本研究はCu-Fe合金の析出現象、特にその初期段階の状態、焼入れクラスターの形成とその復元の問題、初期析出物の復元加熱に伴う熱的安定性の問題、さらに焼入れクラスターおよび初期析出物に対する冷間加工の影響などについて検討し、これをまとめたものである。

第1章ではこれまでの数多くの研究を概説し、本研究の目的の位置づけがなされた。第2章では等温時効中の析出挙動について記述した。主な点として、本合金系の析出反応は急激で、迅速な焼入れ操作によっても焼入れ中のクラスターないし微小 γ -Fe粒子の形成は阻止できないこと、そのために低濃度合金では高温時効初期にこれらの復元による比抵抗増加のピークが観察されること、電顕観察結果から析出完了後の球状 γ -Fe粒子の成長は 10^3 則にのることなどがあげられる。

第3章ではstep-annealing中の析出過程が追求された。析出反応は低温領域と高温領域とに区分され、前者の析出の活性化エネルギーはFe含有量が少ない程小さいことを示し、その考察を行った。第4章では低濃度合金における比抵抗増加に対する焼入れ速度、溶体化温度、試料サイズの影響について検討し、それが焼入れクラスターの復元に起因することを確かめた。

第5章では本合金の復元現象について検討し、復元過程が1次反応式により記述しうることを示した。第6章では焼入れクラスターおよび初期析出物に強冷間加工を加えた場合異常に大きい比抵抗増加を伴うことを示し、その原因として転位との相互作用によりこれらは微細化されるのみならず再固溶する可能性のあることを示した。

(1980年3月上旬発行予定)