

オンマシン測定を2つのエタロン社製品で改善



写真 1.エタロン社外観(ドイツ ブラウンシュヴァイク市)

エタロン社とオンマシン測定に貢献する2つの製品

エタロン社は2004年にドイツ国立計量標準機関PTBからスピノフしたDr.Schwenke(現CEO)が中心になり設立された。2006年、空間補正システム、レーザートレーサを発表し、これまで100台以上の納入実績があるが、日本国内では2010年から本格的に販売が開始された。工作機械メーカーだけでなくユーザーにもその利用は広がっている。同社は2013年に、新商品の絶対測長干渉計システム、アブソリュートマルチラインをリリースした。両製品のオンマシン測定の可能性を記述したい。

1.アブソリュートマルチライン による機械変位の特定と機械のセルフ校正

1.1 新しい可能性を切り開く絶対測長干渉計システム

チャンネル数を最大200まで増設し、0.2m~20mまでの距離を不確かさ0.5 μ m/mで測定する画期的な商品である。測定時間は約1秒、その後の演算処理時間約20秒でリフレクタとレーザー発振源のコリメータの距離を測定する。コリメータはテレコムファイバに接続され、テレコムファイバからアブソリュートマルチライン本体までは数キロに渡る長さで利用することができる。リアルタ

イム測定には対応できないが、リフレクタとコリメータ間が一時的に遮断されても、測定時に障害物がなければ測定ができる絶対測長干渉計であるのが特長である。この革新的な仕様は、これまで測定が困難とされていた用途への発展性を持ち合わせている。



写真2. 絶対測長干渉計システム アブソリュートマルチライン



写真3. 手前：リフレクタ、奥：コリメータ

1.2 アプリケーションー機械の変異の特定ー

アブソリュートマルチライン本体から延びるテレコムファイバーの先にコリメータがある。測定をしたい距離の一方にコリメータ、もう片方にリフレクタを固定する。一度設置したコリメータやリフレクタはその状態を維持し、測定が必要なときにテレコムファイバを本体ユニットに接続する。従来の自動追従型の絶対干渉計では、1 mあたりの不確かさは数十 μm であり、一般的なレーザー干渉計は絶対距離の測定が不可能で、レーザーが遮断されるアプリケーションでは使用しづらい。アブソリュートマルチラインはレーザーが遮断されても、 $0.5\ \mu\text{m/m}$ の優れた不確かさで測定が可能で、さらに20mまでの領域まで対応し、測定用ラインを必要なだけ増やすことができる。結果、環境温度による工作機械の熱変位や、稼働時の熱変位、テーブル位置により生じるコラムの倒れ、ワーク搭載時のテーブルの変異などの工作機械の姿勢変化を測定する。

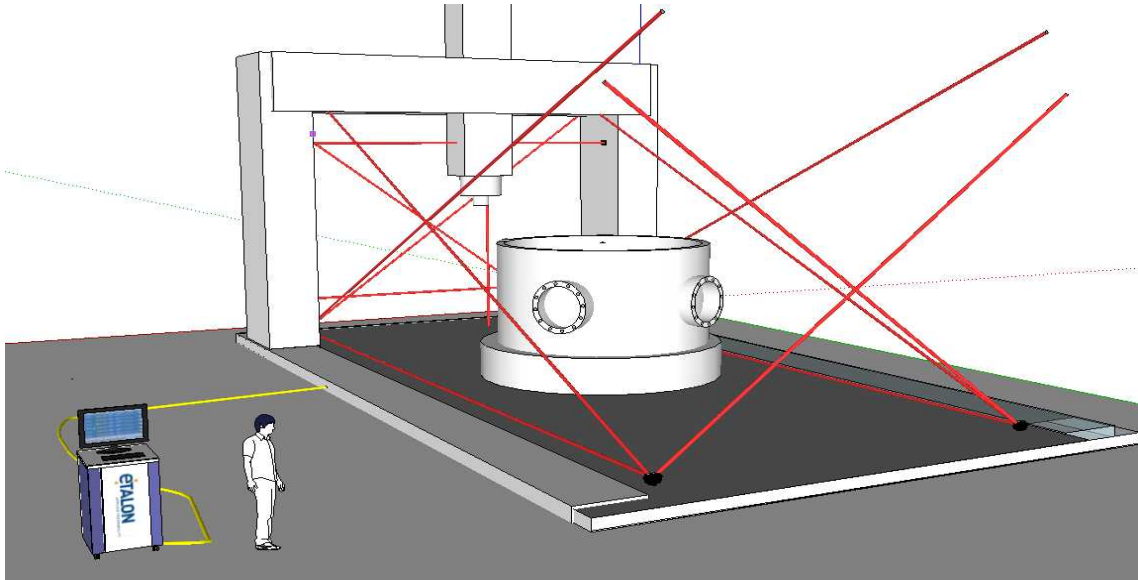


写真 4. 熱変位、姿勢変異の測定

1.3 アプリケーションーオンマシン測定前の工作機械の校正ー

小型ワークであれば、工作機械で加工したワークを測定室に持って行き、三次元測定機で測定するという運用が容易である。大型ワークの場合、ハンドリングが困難であるため、一般的な方法として、レーザートラッカーで機上測定をする。または別室の測定室までクレーンで移動させ、三次元測定機を使う。これらの方法では人が介在したり、ワーク温度を測定環境に馴染ませる時間のロスが生まれる。自動化と運用のし易さから、工作機械に測定プローブを搭載し、加工後に工作機械でオンマシン測定を行なう需要は高い。ただし、加工で利用した機械座標を測定でも再び利用することは、測定結果の信頼性に疑問符がつくことが指摘されている。工作機械によるオンマシン測定を客観的に評価するためにアブソリュートマルチラインの可能性について触れておきたい。コリメ

ータを各軸に平行、2軸、3軸対角線に配置し、リフレクタをツールチェンジャーに保管しておく。工具主軸にリフレクタを搭載し、レーザー線上を通る測定パスを事前に用意する。工作機械の加工終了後、工具主軸にリフレクタをクランプし、リフレクタがレーザー線上を移動することで、位置決めと直角度の測定が行なわれ、機械の位置決め精度の確認、必要に応じて追加補正ができる。

1.4 アプリケーションー三次元測定機の短時間セルフ校正の可能性ー

現状の三次元測定機の校正は年一回などの周期で実施されることが多いが、校正時に三次元測定機に許容されない誤差が発覚した場合、その誤差がいつから発生していたのかを特定することは難しく、規定公差内でワークが加工されていることの証明が不確実になる由々しき問題となる。アブソリュートマルチラインでは重要なワークの測定前や、毎シフトの開始時などの任意のタイミングで三次元測定機のプローブにリフレクタをクランプさせ、リフレクタがレーザー線上を自動移動することで、位置決めと直角度の測定が可能である。

ISO10360 であれば、約 15 分で位置決め、直角度の合計 6 つの要素の誤差特定をする。

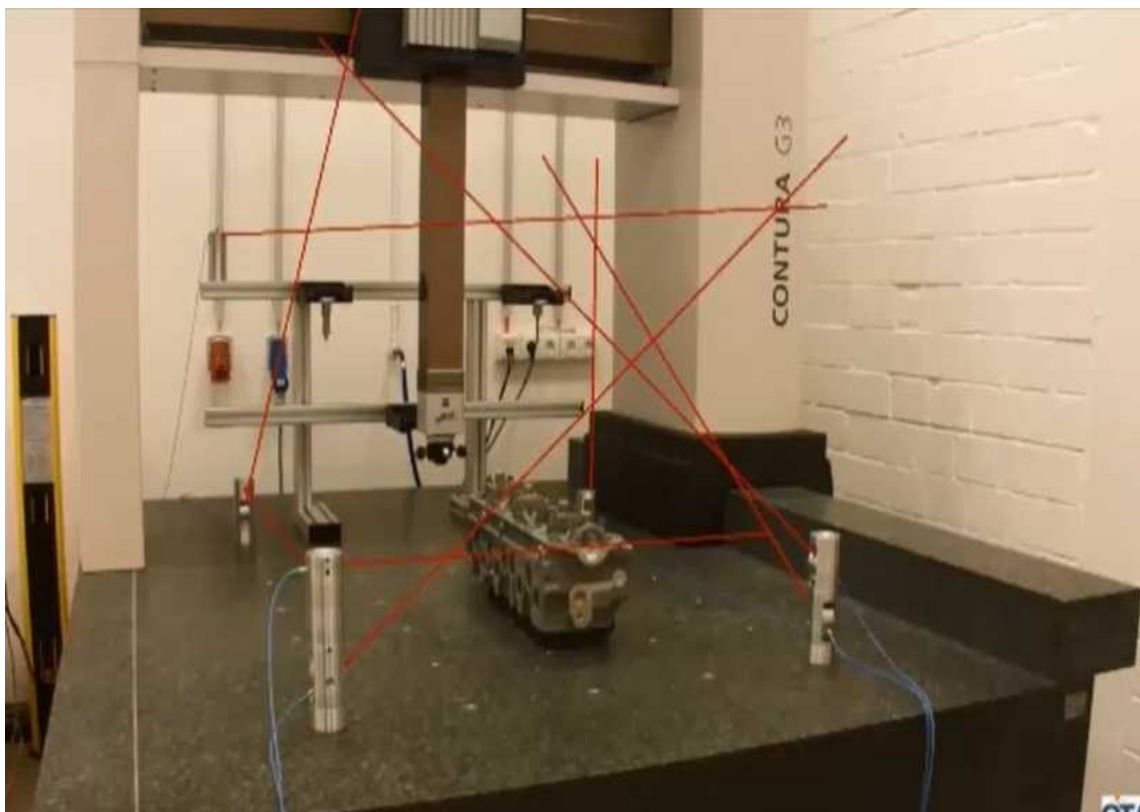


写真 5. 三次元測定機のセルフ校正

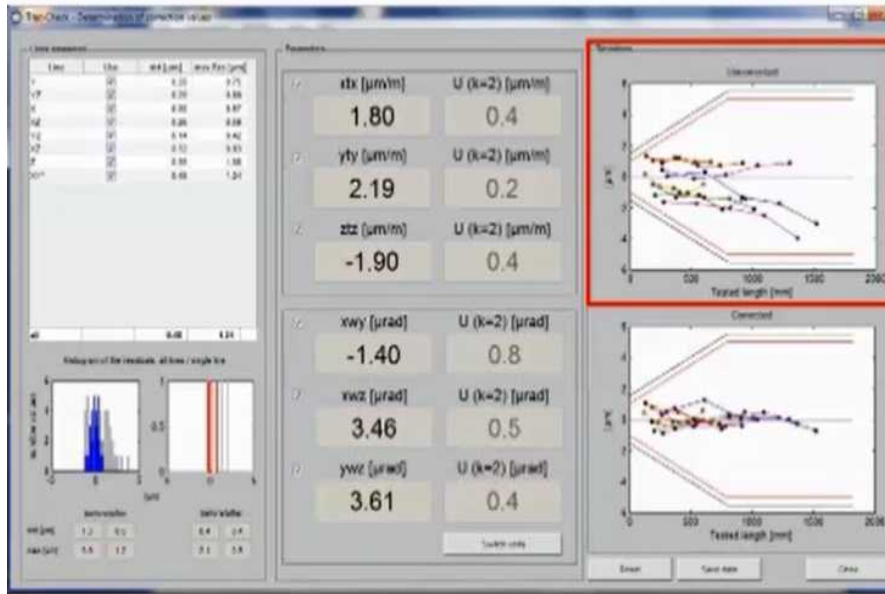


写真 6. 赤枠内セルフ校正の位置決め測定結果

2.三次元測定機の補正で採用されているレーザートレーサで工作機械も補正

簡単且つ短時間で空間誤差を測定し、補正できるのがレーザートレーサである。多くの三次元測定機の測定座標の基になっている同装置で工作機械の座標を改善することで、オンライン測定の信頼性を押し上げる可能性について記述したい。

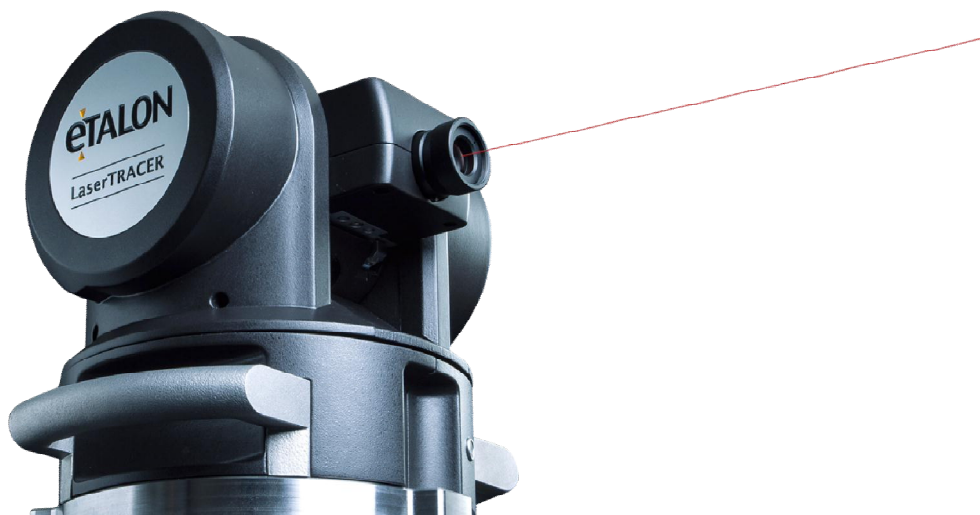


写真 7. 空間補正システム レーザートレーサ

2.1 工作機械ピッチ補正の問題

工作機械では一軸一直線のレーザー干渉計によるピッチ補正が標準的に採用されている。この線上付近を通る切削パスでこの補正は有効であるが、異なるZ位置における同じXY線上では、X軸の回転誤差を起因とした異なる誤差が生じてしまう。

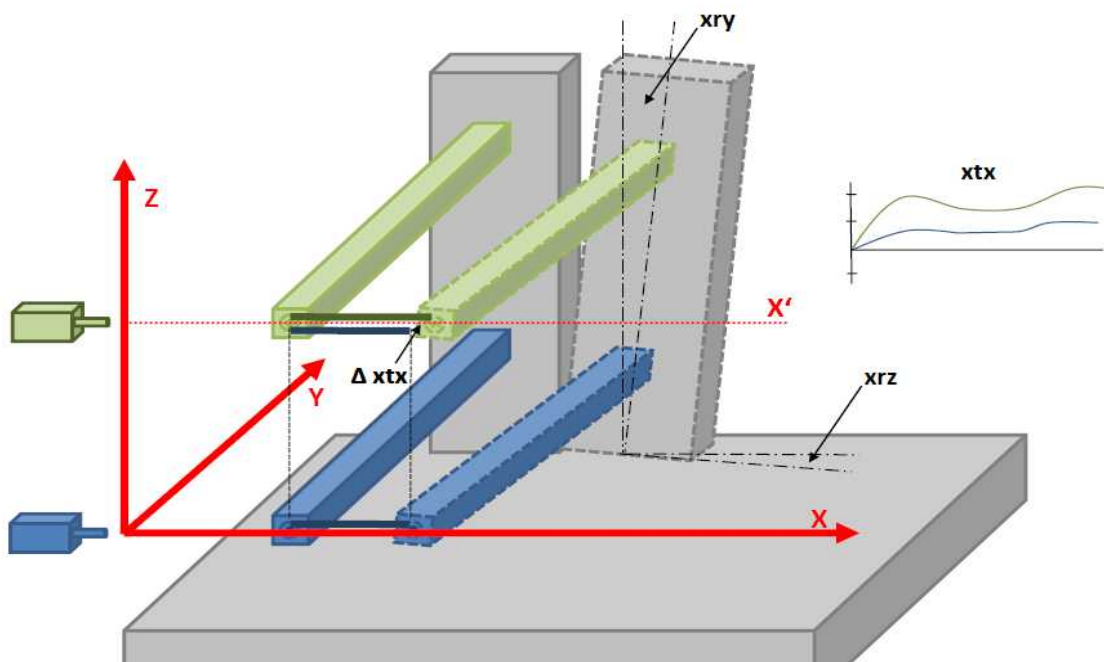


写真 8. ピッチ補正では補えない誤差

2.2 レーザートレーサによる座標の大幅な改善

工作機械と三次元測定機では補正の内容が異なる。部分的な補正にとどまる工作機械に対し、三次元測定機ではより多くの誤差を補正することで、全域的に優れた座標を実現している。写真 9.にみるマシニングセンタのピッチ補正前後では全域に残留する誤差に、精度の改善がほとんど見られない。一方、空間補正後には機械座標に残留する誤差が大きく改善されている。優れた機械座標のもとで加工されたワークの精度が向上し、オンマシン測定においてもその有効性が見込まれる。

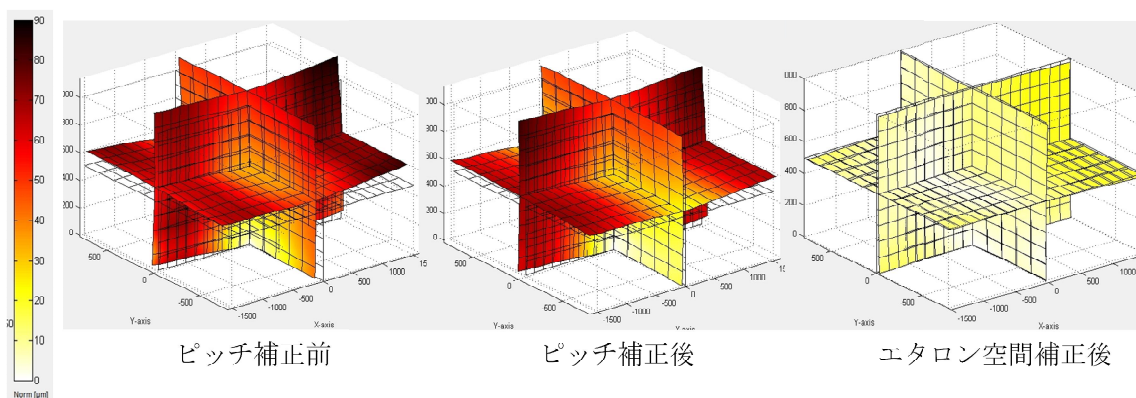


写真 9. 空間的な残留誤差を表示

2.3 三次元測定機と工作機械の座標を同じシステムで補正

エタロン社製レーザートレーサは、三次元測定機で採用されている空間補正を、工作機械にも普及させた革新的な装置である。世界的に知られるドイツ三次元測定機だけでなく、欧米の多くの三次元測定機にエタロンのレーザートレーサが標準的に採用されている。この補正を工作機械にも利用することで、三次元測定機と工作機械それぞれの座標差異の抑制に大きく寄与する可能性が高い。



写真 10. エタロンによる三次元測定機の空間補正

以上