

大型部品の製造における オンマシン計測技術

工作機械の特性を考慮した計測法で 製造工程の合理化に貢献

高効率化と複雑化が進むエネルギー機器の製造では、機能に応じて部品を精密に形造る技術が欠かせません。製造時の品質保証において寸法計測はもっとも重要な要素の一つですが、大型の工作機械では様々な環境変動の影響を受ける可能性があり、数m以上の部品寸法を自動計測で保証することは容易ではありません。

東芝は、製造工程の合理化のため、人手に頼ることが多かった計測作業の自動化を推進しています。特に高い精度が求められる蒸気タービンロータを対象に、加工現場で環境要因を補償するオンマシン計測法を開発し、今後幅広い部品の加工・計測システムへの展開を図っていきます。



技術的背景

様々なモノづくりを管理するうえで、近年計測技術の重要性がますます高まっています。なかでも長さの計測法は、長年にわたって技術の革新と蓄積がなされ、数十mの距離を光のものさしで正確に測ることができます。モノの寸法計測に目を向けると、日常生活においても身近な例が多く、定規や巻き尺などが思い浮かびます。更に高い精度で寸法を保証するためには、専用の機能と構造を持った計測器で様々なばらつきを考慮しながら計測する方法を考える必要があります。大型部品の場合はそれが更に顕著になるため、信頼できる計測システムが求められ

ています。

工業用部品の寸法計測においては、三次元座標測定機が幅広い用途に適用されています。しかし、部品を専用の機器へ載せ替える必要があり、部品の形状や大きさの制約から計測できない状況も出てきます。そこで、工作機械上で加工と計測を継ぎ目なく行える、オンマシン計測技術が求められています。しかし、工場環境での大型の工作機械を対象とした取組みは、非常に少ないのが現状です。近年研究の進展が顕著に見られる、工作機械の運動精度測定法の知見を活用することで、加工品質をオンマシンで保証できれば、製造工程の大幅な合理化が期待できます。ここでは、大型部品の計測技術に関する二つ

の取組みについて述べます。

大型の工作機械と部品の計測技術

東芝は、蒸気タービン発電機をはじめとする重電機器の設計と製造を行っています(図1)。設計段階において所望の機能に応じた寸法と、その精度の割当てが行われ、製造では様々な工作機械を用いて複雑な形状の部品が製作されます。

一般に工作機械は、直交3軸の座標指令によって工具と部品の相対位置関係を変化させて機械加工を行います。しかし、大型の工作機械では組立精度や熱などの影響を受けやすいため、実際は指令位置に対して誤差を持っており、これを空間誤差と呼びます。

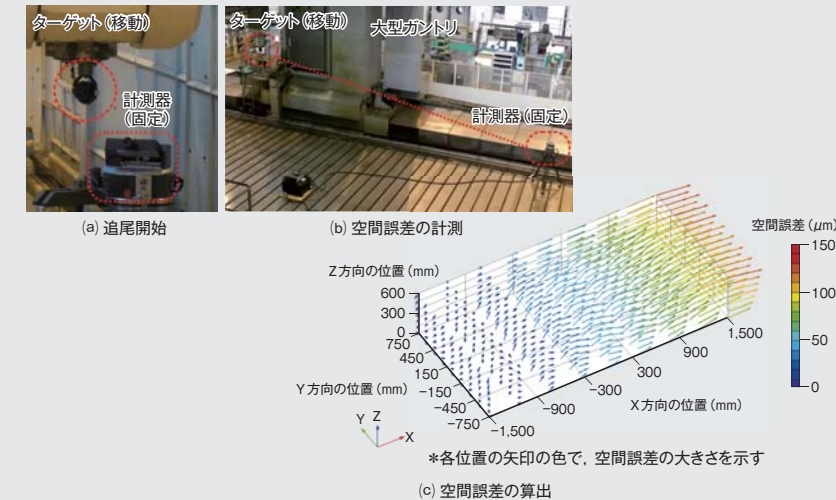


図2. 工作機械の空間補正システム — 算出した空間誤差の補正により、位置決め精度が向上します。

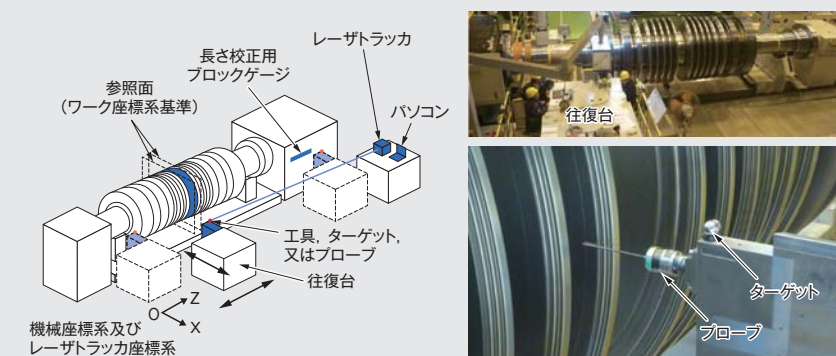


図3. 開発した蒸気タービンロータのオンマシン計測システム — 実際の工場環境で、大型部品の寸法を計測する仕組みを実証しました。

ターゲットを追尾して距離を計測し、空間誤差(再現性のある系統誤差)の分布を算出して補正する空間補正システムを導入し、大型の工作機械に対して精密な計測と校正を行う技術が実用段階にあります(図2)。空間誤差の分布を制御装置に反映させれば、加工精度が改善されることに加え、工作機械の主軸に工具の代わりに測定子(プローブ)を取り付けることにより、一定の精度で寸法を保証することができます。

工場環境に適した オンマシン計測システム

工作機械の空間誤差の情報は部品を搭載しない状態で取得するため、部品と工作機械ともに収縮や膨張の影響を

受ける工場環境では、厳密に寸法を保証することが難しいという問題がありました。例えば、一般的な鉄系材料では温度が20℃から10℃に変化すれば、1m当たり約0.1mm収縮します。しかし通常の工作機械には、その場で長さの絶対値を算出する仕組みが備わっていません。そのため、特に高い加工精度が要求される蒸気タービンロータ(全長が10mを超える大型部品で、寸法公差0.1mm以下の部位を持つ)などでは、部品寸法の効率的な自動計測が実現されていませんでした。

そこで環境順応性の高い計測システムの構築を目指し、大型旋盤のオンマシ

(注1) ターゲットを追尾して距離と角度を計測し、空間座標を算出する装置。

ン計測システムを開発しました(図3)。このシステムは、主にレーザトラッカ(注1)による測長系、プローブ、及び長さ校正用ブロックゲージから構成され、プローブが部品やブロックゲージの表面に接触した座標を測長系でリアルタイムに計測し校正することで、長さ計測の信頼性を確保しています。更に、空間補正システムなどの校正機器や大型マイクロメータなどの可搬型計測器との比較検証を加えることで、実用性を確保しています。今回開発したオンマシン計測技術は、今後幅広い大型部品の加工・計測システムに展開できると考えられます。

今後の展望

大型部品の計測は欧州で盛んに研究されており、EURAMET(欧州国立計量研究所連合)のプロジェクトでは「Large Volume and Long Range Dimensional metrology」として2020年までの課題とロードマップを提示し、環境要因による誤差の補正を主要な技術課題として挙げています。

産業分野の部品のトレンドとしては、船舶・風力発電用途の大型歯車の高精度計測などに対象が拡大しており、大型部品の機能と品質を合理的に保証することの波及効果もますます大きくなっていくと考えられます。当社においても高効率化と複雑化が進むエネルギー機器を製造するための基盤技術となる加工・計測技術の研究開発と応用展開を進めていきます。

上北 将広

生産技術統括部
生産技術センター
構造設計技術研究部研究主務