

特集 金型産業に広がる自動化技術の最前線

解説 ⑦

金型製作における
「Cimatron」を用いた
機上測定自動化の実現

(株)セイロジャパン 戸村 信一*

金型製作において、金型パーツの寸法測定の高効率化は依然として解決の難しい課題である。多品種少量生産が基本である金型パーツは、従来の量産品向け測定手法の適用が困難である。こうした課題に対し、当社は加工機上で測定を行う「機上測定」の活用による自動化ソリューションを提案する。本アプローチは、金型製作の現場に新たな価値を提供する可能性を秘めている。

自動化の実例

最初に測定を自動化した事例を紹介する。図1は切削加工から機上測定、さらにワーク交換に至るまで、一連のサイクルを自動で行っている事例である。対象となる加工ワークは放電加工用の電極である。この自動化により大幅な効率化と無人化が実現されている。

*Shinichi Tomura : Cimatron 課
〒344-0065 埼玉県春日部市谷原 3-1-8
TEL(048)796-5681

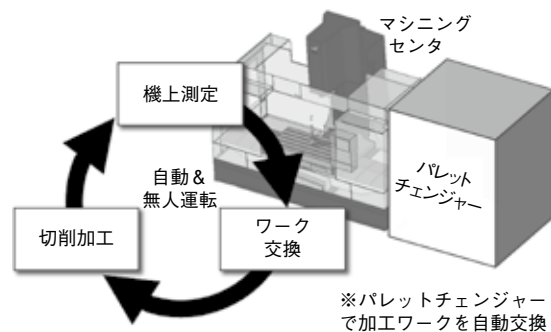


図1 機上測定による自動化の事例

複数の加工ワークをストックャーに準備し、必要なNCプログラムを設定すれば、以降は無人運転が可能である。加工ワークはパレットチェンジャーで自動的に機械に設置され、測定が完了すると次の加工ワークに自動で交換される。

機上測定とそのメリット

金型製作に限らず、加工工程における不良検知は迅速であることが望ましい。しかし、重い金型パーツを3次元測定機に移動して寸法を測定する作業は、時間を要する負担の大きい工程である。さらに、3次元測定機に載せられないサイズの金型パーツについては、測定自体が困難な場合が多い。

加工後の加工ワークが固定された状態のままで寸法測定が可能になれば、速やかに測定を行うことができる。この方法により、製造工程の手戻りを削減し、効率的な製造プロセスを実現することが可能である。

加工機に固定したままの加工ワークを測定する方法は「機上測定」と呼ばれている。加工時の芯（原点）出しに使用しているタッチプローブを測定機器として利用する場合、以下の2つのメリットがある。

1. 測定対象物の運搬作業を削減

測定対象物を加工機から取り外して測定機に運ぶ作業と、追加加工が必要になった際に加工機に戻す作業が不要となる。これにより、作業時間の短縮と負担の軽減が実現される。また、運搬時の事故発生を防止する効果も期待できる。

2. 芯（原点）出し作業を削減

3次元測定機で測定を行う場合、芯（原点）出し作業が必要となるが、タッチプローブを使用した機上測

定ではこの作業が不要である。加工したワークは機械テーブルから移動していないため、加工原点をそのまま測定原点として利用することが可能である。

これにより、測定時の芯（原点）出し作業にかかる時間を削減できる。さらに、追加加工が必要となった場合にも、加工用の芯（原点）出し作業を省略でき、全体の作業効率を大幅に向上させることができる。

機上測定の自動化によるさらなる効率化

機上での測定を自動化することで、測定時間をさらに短縮することが可能である（図2）。当社が提案するソリューションは、特定の加工機と測定機器に焦点を絞ることで、効率的かつ実現性の高い自動化を実現している。対象とする加工機と測定機器は以下のとおりである。

1. 加工機：自動工具交換対応のミーリング加工機

当社のソリューションは、一般にマシニングセンタ（MC）と呼ばれる加工機に限定している。MCは自動工具交換機能を備えており、機上測定の自動化および無人化を実現するうえで不可欠な機能である。

2. 測定機器：タッチプローブ（メーカーオプション）

自動測定は、機械メーカーのオプションとして提供されているタッチプローブを対象としている。ただし自動工具交換に対応できないタッチプローブは対象外である。また、インターネットショップで購入可能なタッチプローブは手動測定用であり、自動測定には適さないため対象外とする。機械メーカーのオプションで購入されたタッチプローブは、タッチプローブの制御を機械側で行う仕様となっており、自動測定を実現するための重要な要素となっている（図3）。

3次元形状の測定に必要なもの

金型パーツには、自由曲面や傾斜面などの3次元形状を含むものが少なくない。このような金型パーツを自動で測定するためには以下の要素が必要である。

1. 測定対象の3次元モデルデータ

3次元形状の測定を行うには、測定対象となる加工ワークの3次元モデルデータが必要である。さらに3次元モデルの原点と加工原点を一致させておく必要がある。これは、タッチプローブが加工原点を基準に

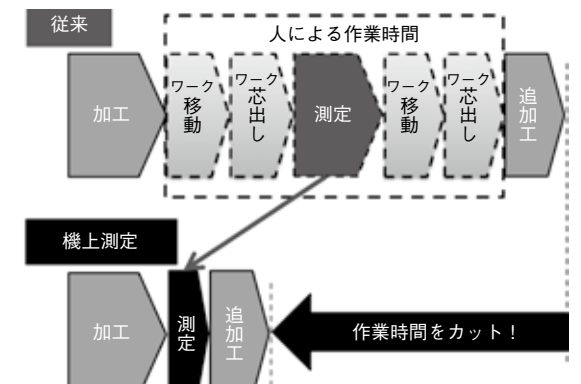


図2 従来の測定方法と機上測定との作業時間の比較

移動するためである。

測定したい面上の点（＝測定位置）に、タッチプローブの先端球を正確に接触させるには、その点の「座標」と接触面の「面直（法線）方向」の単位ベクトルが必要となる。このデータは、実際の接触位置と目標位置との差分を取得する際にも必要である（図4、図5）。

2. 3次元形状に対応した点測定機能

3次元形状の測定を行うには、3次元形状測定に対応した点測定機能が必要である。しかし、機械メーカーがオプションとして提供している測定ソフトウェアの多くは、自由曲面や勾配面への対応が限られており、主に径測定や幅測定など、側面が垂直な形状を対象としている。点測定機能についても同様の制約が存在する。

3次元形状の測定では、面直方向の扱いが求められるほか、校正（キャリブレーションとも呼ばれる）に

- ・タッチプローブからの信号を受信して軸移動が自動停止
- ・定期的に校正（キャリブレーション）を実施
- ・機械購入時にタッチプローブもセットで購入
- ✓ 配線などが必要なため、メーカーオプションに該当

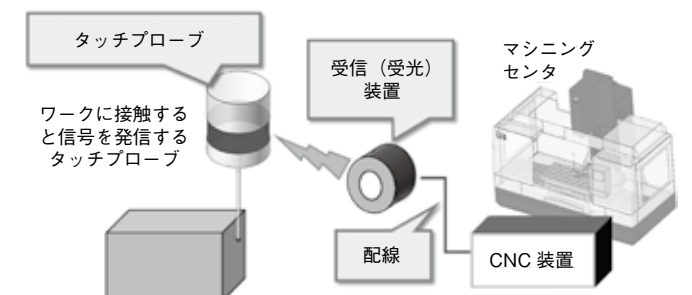


図3 自動測定が可能なタッチプローブと関連設備

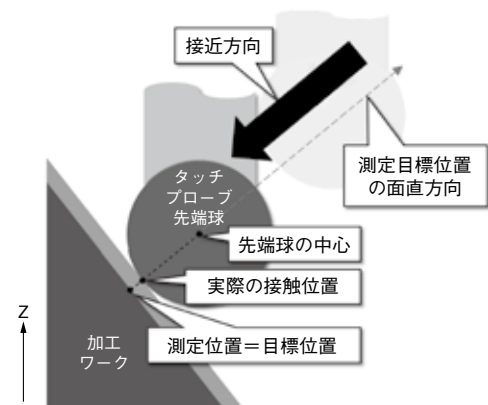


図4 測定目標とタッチプローブの位置

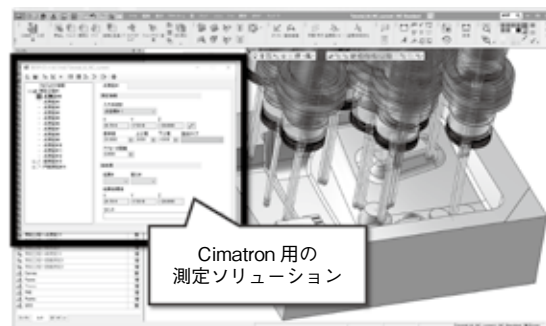


図6 測ラティス

による補正情報にも対応する必要がある。この補正情報は、測定精度に大きな影響を及ぼす重要な要素である。

さらに、多くのCAMソフトウェアは機械側に搭載された測定ソフトウェア（マクロなど）を活用する設計となっているため、測定内容は機械側の仕様に制限される。このため、柔軟で精密な3次元測定を実現するには、これらの課題を克服する取組みが求められる。

3. 測定用のNCプログラム

自動で機上測定するには、測定用のNCプログラムが必要である。このNCプログラムを効率的に生成するためには、何らかのアプリケーション・ソフトウェアを活用することが望ましい。一般的には、CAMソフトウェアを利用するケースが多いと考えられる。

しかし、3次元形状測定の可否は、CAMソフトウェアの機能仕様に加えて、加工機側の測定機能の仕様に大きく依存する。前述のように加工機側が提供す

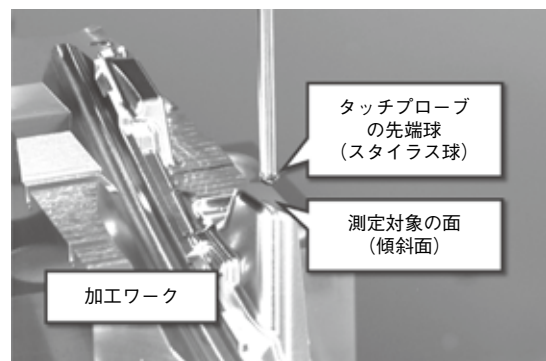


図5 タッチプローブによる測定

る測定機能が十分でない場合、3次元測定を実現するのは困難となる。

そこで当社は、測定用NCプログラム内に3次元形状に対応した点測定機能を埋め込み、校正による補正情報にも対応させた。さらに、このような測定用NCプログラムを生成するソフトウェアを自社で開発した。

「測ラティス」の概要と「Cimatron」との連携

このソフトウェアは当社が販売・サポートしている金型専用のCAD/CAMシステム「Cimatron（シマトロン）」と連携して動作する。名称は「測ラティス」であり、Cimatronのオプション扱いのため、単独では使用できない（図6）。

連携できるCimatronはCAM構成だけでなく、CAD系の構成にも対応している。これは、測ラティスが測定用NCプログラムを出力するためのポストプロセッサを搭載しており、Cimatronのポストプロセッサを使用しないためである。

ここでCimatronについて補足しておく。Cimatronは金型専用のCAD/CAMシステムであり、1つのシステムで金型設計から金型製作までを支援し、実際に生産性を70%アップした実績がある。開発元はイスラエルのCimatron社で、日本語化は当社が担当している。

Cimatronは分担&並行運用によってリードタイムを短縮できる特徴があり、各種金型設計構成やシンプルなCAD構成、CAM構成など、用途に応じた構成パッケージが用意されている。1人で設計と製造を担当する多能工運用向けにCAD/CAM構成も用意さ

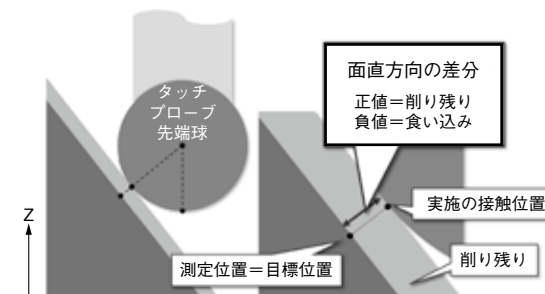


図7 3次元モデルとの差分値を測定

れている。さらに、Cimatronのビューア構成を活用することで、NCの工具軌跡を確認でき、加工現場で図面レスを実現している事例もある。

加工後の寸法測定の目的

切削加工後に寸法検査を行う目的は、加工パーツの品質と精度を確保し、設計仕様や要求された公差に適合しているかを確認することである。

切削加工した金型パーツはCAMソフトウェアで出力したNCプログラムで加工するため、理論上は寸法通りに加工される。しかし、実際には切削工具のたわみなどの要因によって削り残りの発生することがある。そのため、注意すべき箇所を重点的に測定するだけで十分な場合が多い。さらに、3次元モデルとの差分値を測定結果として得られれば、合否判定を迅速かつ簡単に行うことが可能となる。

測ラティスで生成した測定NCプログラムは、3次元モデルとの差分値を測定する。この差分値は、面直方向の距離を示しており、符号によって「削り残り」または「削り過ぎ」を容易に判別することができる。この差分値を利用して合否判定を自動化することも可能である（図7）。

機上測定による「差分」測定を推奨する理由

金型パーツの加工後の測定には、「寸法」測定の代わりに「差分」測定を推奨する。その理由は以下のとおりである。

1. 任意の箇所を測定できる

図面寸法に依存せず、タッチプローブが接触できる範囲であれば、任意の箇所を測定することができる

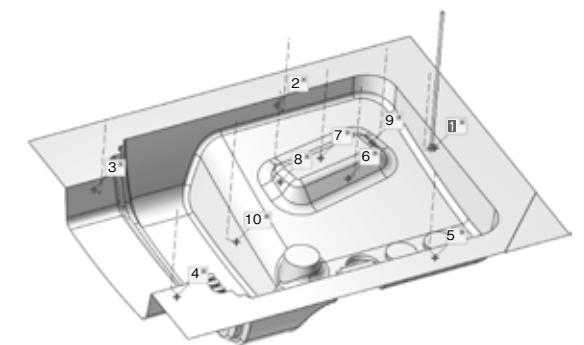


図8 任意の箇所を測定可能

（図8）。

2. 測定NCプログラムの作成が容易

距離測定の場合はタッチプローブを接触させる2カ所を指定する必要があるが、差分測定は1カ所ですむ。必要最小限の測定箇所を指定するだけで済むため、短時間で測定NCプログラムを作成できる。

3. 自動化に適している

測定後の処理を自動化するには、符号付きの差分値が有効である。しきい値よりも削り残っている場合、仕上げ加工プログラムを呼び出して自動で追加工させる方法も考えられる。

☆

Cimatronのオプションとして開発した機上測定ソリューション「測ラティス」は、Cimatronユーザーから寄せられた現場の要望に応じて誕生したものである。このソリューションは、「機上測定の自動化および無人化」を実現するための強力なツールとして、多くの期待に応えることができた。

測ラティスの測定NCプログラムは、加工機側の仕様に大きく依存するため、対応可能な加工機は限定される。しかし、測ラティスを通じて、測定工程における効率化と生産性向上を実現することで、金型製作の現場に新たな価値を提供できることを願っている。