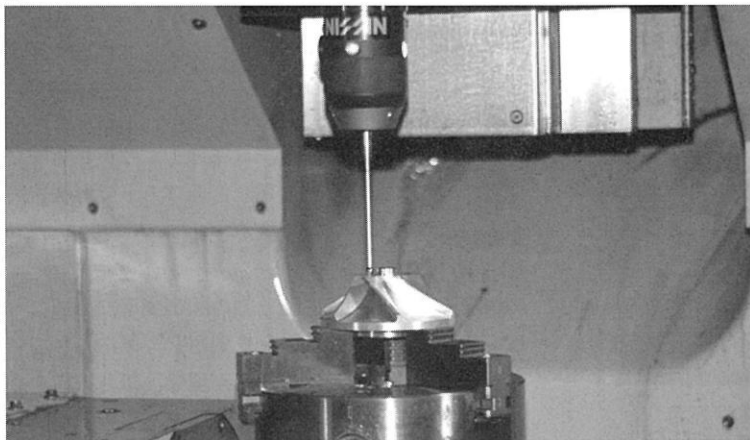


# 測定器をとりまく現状, 問題点およびその対策

## 加工位置測定と工具長測定



日新産業 福久 宣夫

一人前のMC（マシニングセンタ）オペレータとして認められるためには、

- ①図面が読めること、
- ②プログラムが作成できること、
- ③ツーリングの選択・加工が正確にできること、

が必須条件である。とくに③の条件をクリアできている人というのは少ない。なぜならMCは、刃物やツーリング、心出し、切削条件、工具長測定や机上測定など、さまざまなポイントをすべて熟知しなければ使いこなすことができないからだ。しかし、実際の現場では、自己流で誤った操作をしていたり、操作年数の浅い加工者の場合は、加工ノウハウがMCに備わっているため、メーカーの技術指導を受けてマニュアルどおりの仕事しかできていないのが現状である。

切削加工の早さに関心が集まる傾向にあるが、最も重要なことは、不良品を出さないことである。MCの技術進歩がいちじるしいため、切削速度は以前より増している。後はそのMCをいかにうまく使って加工の精度を上げていくかである。MCの空間精度は3次元測定機をしのぐものがあり、この能力をしっかりと生かしていく必要がある。

現場の加工者のなかには、下記に述べる問題を問題として意識していない部分も多くあり、原因不明の不良品発生に悩んでおられるかたもいると考え、以下にその問題の一つひとつ答えていく。

### ⑤ タッチプローブを使った加工位置測定

#### (1) 心出しについて

①問題点……心出しでは、安価な回転式のロータリセンタがよく使われている。心出し精度は $\pm 2 \mu\text{m}$ との記載があるが、何を測定してもこの精度が出るとするのは誤解である。この精度が出るのはゲージブロックのようなものを測るときである。

一般的な基準面 Ro1.6 や Ro3.2 では摩擦抵抗の違いで心出しが不正確な場合が多い。測定子（スタイラス）がワークに沿って滑りだすタイミングを見る際には、加工者によって個人差があるためばらつきがあり、ワークの摩擦抵抗の違いで大きな誤差が出ている。そのため、ロータリセンタを使ってできる簡単な仕事で高収益を上げることはむずかしい。

②解決および対策……当社のタッチプローブ「ポイントファインダー」シリーズ(写真1)は、心出しをはじめ、これ1台で基準位置測定、内径・外径、高さ、深さ、角度の測定など、さまざまな加工位置で測定することが可能になる。

従来不可能だった狭い溝幅や角度も測定可能であるため、仕事の幅も広がる。繰返し精度（スタイラスがワークに触れて傾いても、ワークから離せばもとに戻る精度）も、外部接点方式のものに長さ40mmのスタイラスを取り付けた場合は $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 、長さ80mmのスタイラスを取り付けた場合でも $\pm 1$



写真1 ポイントファインダー

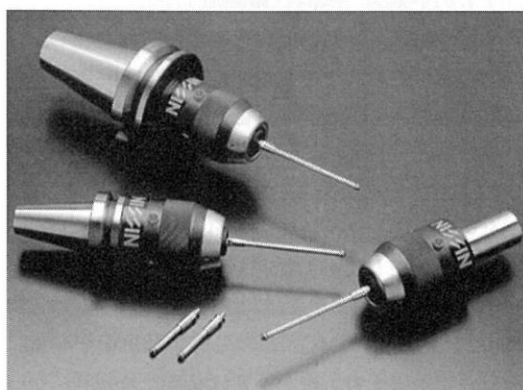


写真2 センタリングゲージ スウィングタイプ

$\mu\text{m}$ を保証しているため、従来の2倍の長さのスタイラスの使用が可能となり、深い溝の測定もできるようになった(内部接点方式は長さ29mmのスタイラスで $\pm 0.5\mu\text{m}$ )。

さらに高精度な「センタリングゲージ・スウィングタイプ」も用意している(写真2)。本器は長さ100mmのスタイラスを標準装備し、繰返し精度も $\pm 0.25\mu\text{m}$ と世界トップレベルの精度である。150mmのスタイラスを付けても $\pm 0.5\mu\text{m}$ の繰返し精度を保証している。

## (2)残留磁気について

①問題点……テーブルにマグネット応用機器を何気なく置いた経験は誰にでもある。MCは年を追うごとに精度が出なくなり、それは寿命として片付けられていた。

しかし、その多くはテーブルが磁気を帯びたためにワークやそれに触れるスタイラスにも残留磁気が発生してしまい、正確な測定が不可能になっている場合が多い。マグネットスタンドを使わずに作業することもできず、対応策としてテーブルを脱磁しても、離れた瞬間にもとに戻ってしまい効果がない。



写真3 非磁性スタイラス

②解決および対策……磁力の影響を受けない現場環境で加工するのが不可能な場合、解決策として非磁性のスタイラスを使うという方法がある。

当社の「非磁性スタイラス」(写真3)は、独自の技術で製造しており(特許登録番号：第4072282)<sup>1)</sup>、スタイラス球の材質はタングステンカーバイトの結合材にニッケルを使った「超硬」である。他社製品カタログでもその表記があるものを見かけるが、通常の超硬工具(チップ、エンドミル)は、タングステンカーバイトの結合材にコバルト(価格がニッケルの1/1000で安価)を使っており、磁石にくっついてしまうため、超硬でも非磁性であるとは限らない。

また、台所のシンクに使われるステンレス(SUS304)は非磁性であるが、硬度が200 HV以下と純鉄よりやわらかく、傷がつきやすい、また、焼きを入れると磁性を帯びるため、測定器には不向きである。精度で悩んでいる加工者のかたには1度、現在使っているタッチプローブのスタイラスが磁石に付くものでないかどうか試してほしい。残留磁気が原因だった場合は、「非磁性スタイラス」でその問題が解決できる。

## (3)スタイラスの振れ

①問題点……スタイラスを交換すると振れが変わってしまう。精度調整をしたい。スタイラスが振れていると正確な心出しができない。

②解決および対策……スタイラスの振れがあっても構わない。主軸に振れがあり、ミーリングチャックも振れている。しかし、ポイントファインダーを主軸に付けて回すと、スタイラス球はきれいな円運動を描く。

主軸定位置(オリエンテーションの位置)で心出しをしてCRTの表示を0にし、180度回転させて、再びLEDが発光した位置の値を1/2にしたものが振れである。繰返し精度のよいものはこの値が変わらない。

この値を補正值に加えれば0.001の測定が可能である。振れが大きくてもないのと同じである。

#### (4)加工環境に関して

①問題点……苛酷な加工環境では、測定器をATCに入れっぱなしにして使用すると切削液がかかったり、見えない粉塵が舞っていたりする。それらが測定器の故障の原因になってしまい耐久年数を縮めてしまっている。その結果、短いサイクルで測定器を買い換えが必要となり、コストが掛かってしまう。

②解決および対策……当社のポイントファインダーの防塵・防水対策を施したWP・WPIシリーズは、IEC（国際電気標準会議）規格のIP67を満たし、深さ1mの水のなかに30分間浸漬しても内部に水が入らない構造になっている。そのため、切削液がセンサ内部に入り込まず、壊れにくい。

また、見えない粉塵が混入するのを防ぐ性能も優れている。価格も低価格設定なので購入しやすく、上記の問題点を解決するため費用対効果の高い測定器である。

### ㊦ ツールプリセッターの問題点とその対策

次に工具長測定の間から検証する。MCが出はじめのころは、「Z軸のワーク原点の測定にはツールセッター、工具長測定にはツールプリセッター」と教えられた。しかしこのツールプリセッターにはいくつ問題点があり、それによって高精度な加工を妨げているのが現状だ。

#### (1)入力ミスが生じる危険性

ツールプリセッターで測定した工具長のデータを手入力していると、ツール番号を間違えたり、データの入力ミスは多々生じる。その結果、MCの暴走や衝突が後を絶たない。

従来の低速回転（8,000min<sup>-1</sup>以下）のMCは主軸にスチールベアリングを採用しているので、多少のことでは破損しないが、10,000min<sup>-1</sup>以上の高速主軸付のMCでは、衝撃によりセラミックベアリングが割れてしまう恐れがある。データの入力ミスで加工不良が出るだけでなく、MCの故障・修理にまで至った場合には多大な損害が出る。

#### (2)時間と手間、およびコストが掛かる

ツールプリセッターはMCを止めずに次の仕事に使う刃物を計測できる優れたものだといわれ、必需品とされてきた。しかし、実際にはMCを止めて段取りをしている加工者がほとんどであろう。入力する手間と時間も掛かる。

さらに、ツールプリセッターを購入するための初期投資として約300万円掛かるのに対し、加工精度が比例しないのも問題である（約100万円前後の簡易型はさらに測定精度が悪い）。1台では順番待ちが起りMCを遊ばせてしまう。プリセッターを増やしても、プリセッターによって±0.4mmの測定誤差が生じるため、毎回もとのプリセッターを使いたがり、結局作業効率が上がらない。

#### (3)正確性および精度について

①問題点……上記に挙げたツールプリセッターごとの測定誤差は混乱を招き、加工精度に悪影響を及ぼすものである。さらに精密加工では、Z軸制御がすべてであるといわれているのに、刃先を10~50倍に拡大した光学式で分解能不明で0.001mm表示のツールプリセッターのデータは正しいといえるのかは疑問である。

ツールプリセッターからMCにダイレクトにデータを入力するものも出ているが、加工精度までわからなくなってしまい、結果MCの性能まで落としてしまっている。また、10年ほど前から、金型加工向けに0.1μm指令のMCが出はじめ、仕上面が非常に滑らかで手磨きの工程が不要になるため便利になった。しかし0.1μmの精度で工具長を測定しなければ性能は発揮しない(図1)。

#### ②解決および対策

上記の問題すべてを「ツールセッター」1台で解決することが可能である。ツールセッターの最大のポイントはMCの機上に置いて工具長が測定できることだ。そのため、データを手入力する必要がなく、測定結果は直接オフセットに入るのでミスがなくなり、加えて測定時間も1/3に短縮できる(図2)。

ツールセッターで工具長を測る方法は三通りある。一つ目は、ツールプリセッターと同じ工具の突き

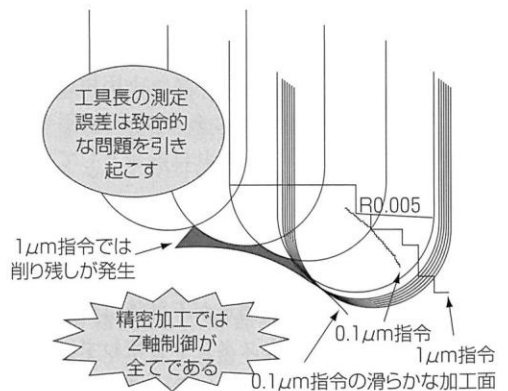


図1 工具長の測定誤差



写真4 ツールセッター

出し量を測って計算した値を手入力する方法，二つ目は機械原点から工具がツールセッターに当たったときの移動量を自動入力する方法，三つ目は1番(基準)の刃物の長さを0に設定して2番以降の刃物の長さの違いをオフセットに自動入力する方法である。

一つ目の方法は手入力で危険だが，後の二つの方法は混同しない限り簡単に自動入力ができるため，正確で安全である（この方法の詳細は当社のHP<sup>2)</sup>に掲載している）。このマクロを使った自動入力機能はファナックの11Mに始まり，18Mからはツールセッターの高さの入力補正もついているため，合わせての活用をすすめる。

さらにツールセッターは低価格であるため，コストの大幅削減につながる。また，当社の製品シリーズのうち，内部接点方式ならば刃具径φ0.03mmから対応することができるため，極小径のドリルを使った仕事にも対応でき，仕事の幅も広がり，0.1μm指令のMCにも対応しているため，MCの高精度を保ったまま仕事をする事が可能である(写真4)。

## ◎ そのほか加工現場での技術的な問題点

加工者のなかには，MCの主軸の振れや傾きを知

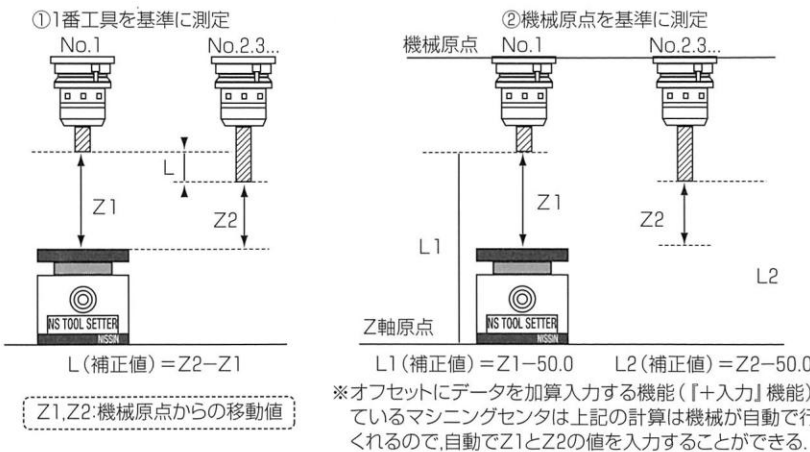


図2 ツールセッター測定方法

らずに使用している人が見受けられる。過去にMC操作でぶつけた経験のある人は，1度主軸を止めて，主軸内面に手を入れてみて打痕の有無の確認をすすめる。主軸のテーパ部分に打痕があると刃先が振れてしまい，加工に影響を与えてしまう。打痕には凹みの隣に必ず凸部ができている。これが刃先を傾けている原因である。凹みは直せないが，凸部を半月やすりで削り取り，振れをなくす必要がある。振れの確認には，テストバー(自作のストレートバーでも代用可能)を使って主軸端面より100mm離れた所を測定する。

また，刃物メーカーのカタログには切削条件の推奨値が掲載されているが，それがすべてだと考えてはいけない。ハイスや超硬工具ひとつをとっても，ノンコート，Vコート，ASコート，TiAlNコート，TiNコート，TSコート，ALCコート，DLCコートなどさまざまにコーティングされたものが出ていて，それぞれ摩擦係数が違うのに同じ切削条件を表示しているのは目安を示しているだけである。加えて，その工具を取り付けるMCの性能によって切削条件もさまざまであろうから，主軸の馬力や機械の剛性を自ら体験して，自社にあう切削条件を見つけるのも大切なポイントである。

\* \* \*

このように，現在加工者のかたがたが抱えている問題のなかには，事前に防げるものや，適切な方法をとれば解決するものがたくさんある。いま一度自分の現場環境を見直してほしいものである。当社も高精度の測定器を提供することによって，加工現場から加工不良をなくすよう協力を続けていきたいと思う。

1) 「非磁性スタイラス」は，先に述べたポイントファインダーシリーズおよびセンタリングゲージ・スウィングタイプすべての標準装備されている。当社製品以外に取り付けての使用は特許侵害にあたる場合がある。  
2) <http://www.nissinsan.jp/>