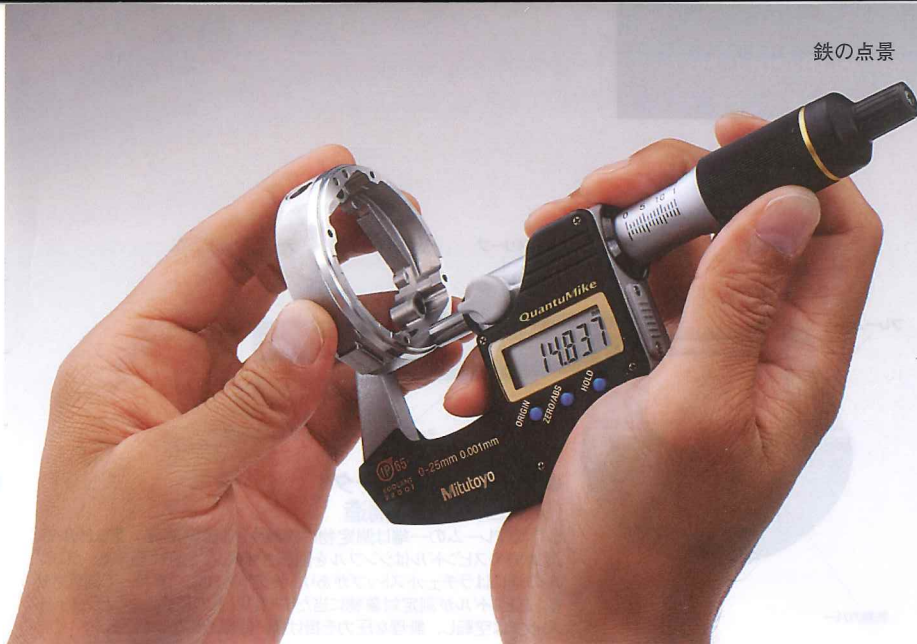


Steel Landscape

鉄の点景

精密なねじ機構を用いて、微小な長さをねじの回転角に置き換えて測定する用具がマイクロメータである。工業生産の現場で精度を担うハンドツールとして欠かせないマイクロメータの機構と技術、素材について紹介する。



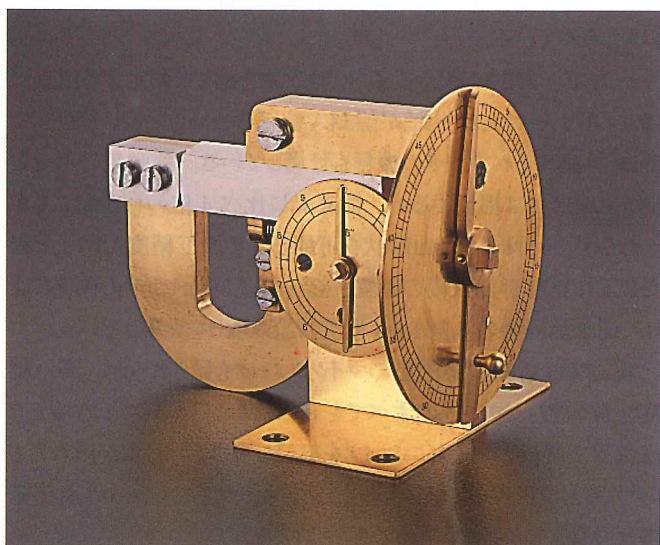
デジタル式マイクロメータによる測定

シムブル 1 回転でスピンドルが 2.0mm 移動する最新のデジタル式マイクロメータ（ミツトヨ、カンタマイク MDE-25MJ）。シムブル部全体がラチェット機構を持つため、写真のように片手での操作が容易になっている。フレーム根元の側面には、測定データ出力用の接続部がある（デジタル表示窓右、上下がねじ止めされたカバーの部分）。

マイクロメータ

■マイクロメータの歴史

、ねじを用いて物の長さを測定する仕組みは、17 世紀前半、イギリスの天文学者 W. ガスコインが初めて考案したと言われる。1772 年には、“蒸気機関の父” J. ワットが、ねじとピニオンラックを組み合わせた本格的な卓上マイクロメータを開発している。今日のような手持ち式のマイクロメータを発明したのはフランスの J. パーマー（パルメール）で、1848 年に特許を取得している。これは



●ジェームズ・ワットの卓上マイクロメータ（複製品）

ねじを利用した初めての本格的な測定器。蒸気機関の蒸気の漏れを最低限に抑えるため、精度の高い部品製作に必要だったことが開発の理由であったといわれる。

シムブルを 10 等分した目盛りしかもたず、作りも雑だったが、アメリカのブラウン&シャープ社がこれを改良、当時製品板厚の不安定さが問題であった金属板の二次加工業向けに「ポケット式板厚測定器」として 1868 年に商品化した。

大量生産は、同一寸法の部品を効率よく、精度高く作ることを前提とする。そのためマイクロメータは、ミシンの製造用など機械部品の精密加工に必須の測定具として普及していくこととなる。

日本でマイクロメータが使われ始めたのは明治末期と考えられている。当初は輸入品であり、限られた先進的な工場で使われているのみだったが、大正時代から国産化の試みが始まり、昭和初期には多くの企業が製造を開始した。

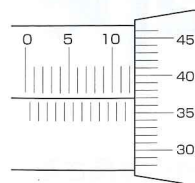
戦後の復興期から高度成長期にかけて、「MADE IN JAPAN」の工業製品は世界で高い信頼を得た。これは国産マイクロメータの普及と改良が進んだ時期とも符合し、自国で高性能なマイクロメータを開発・生産し得たことが、日本の製造業の発展を支えた要因のひとつであったとも考えられる。

現在ではマイクロメータを超える精度の計測器も多いが、簡便で低コストなハンドツールでありながら 0.001mm まで測れるマイクロメータは、主に機械部品の生産、管理に関わる現場で他の何にも替え難い地位を確立している。国内のマイクロメータのユーザーでは自動車関連産業が大きな割合を占めるが、これは日本の機械産業の中で自動車関連の規模が大きいためで、自動車のみならず、電機、産業機械などさまざまな分野で使用されている。



●外側マイクロメータ (アナログ式)の構造

U字のフレームの一端は測定物に接触させる固定部分／アンビルで、反対側のスピンドルはシンプルを回転させることで前後動する。シンプルの端にはラチェットストップがあり、測定時にはここを持って回転させる。スピンドルが測定対象物に当たり一定以上の圧力となるとラチェットストップは空転し、無理な圧力を掛けない仕組みになっている。



●マイクロメータの読み取り方

スリーブには横方向の基準線を挟んで0.5mmの移動量を示す目盛り、シンプルには1周を50等分した0.01mmの移動量を示す目盛りがあり、この組み合わせで数値を読む。図の状態、スリーブの目盛り12mm + シンプルの目盛り0.37mmで、12.37mmを示す。最小目盛りは0.01mmだが、目盛りのずれから目測で0.001mm単位の計測が可能である。

■マイクロメータの仕組みと素材

最も一般的な、測定対象物を挟み込む「外側マイクロメータ」の構造と各部名称を上図に示す。

マイクロメータの測定範囲は一般に最小で0～25mm、対象物の大きさに合わせフレーム形状を変えることで、25mm刻みで測定範囲を選択できるようになっているのが普通である。

外側マイクロメータのアンビルおよびスピンドル先端部形状は、測定対象に合わせてさまざまな形状のものがある。また対象を挟み込むのではなく、穴の内径を測定する「内側マイクロメータ」、基準面からの深さを測る「デプスマイクロメータ」、自動測定機器や精密送り装置に組み込む「マイクロメータヘッド」ではU字フレーム構造をもたないものもある。

マイクロメータの材料としては、フレームには主にダクタイル鋳鉄や機械構造用炭素鋼、スピンドルには硬く磨耗しにくい高炭素クロム軸受鋼などが用いられる。特にスピンドルは、磨耗、経年変化を防ぐために、残留オーステナイトを安定化させるサブゼロ処理を挟む熱処理を行い、ねじ切りも精度向上のため研削によって加工を行う。被測定物を挟む測定面には摩耗の少ない超硬合金チップが用いられる。また、測定器を手にとって測定する場合には、使用時にユーザーの体温に影響されないよう、フレームに樹脂製防熱素材のカバーが装着されているものもある。

■マイクロメータの進化と発展

欧米の製品をなんとか国産化するところから始まった日本のマイクロメータだが、高度成長期にその性能は大きく向上し、世界で優秀性が認められ、輸出製品としても地位を確立した。

機構・機能面では、日本が得意とするエレクトロニクス技術を活用し、数値の読み取りにユーザーの熟練を要しないデジタル表示式が登場した。当初はメカ式の数字表示機を付けただけだったが、シンプルの回転を電気信号で読み取るロータリーエンコーダと組み合わせることで、より正確に測定値を表示することが可能となった。また、生産現場のFA化によるデータのコンピュータ管理が進んで



●スピンドル

一般的な0.5mmピッチのマイクロメータ用スピンドル(下)と、0.1mmピッチのファインピッチマイクロメータヘッド用スピンドル(上)。技術の向上により、従来より微細なピッチや、逆に大きなピッチでも精度の高いねじ加工が可能になっている。

いることに対応して、デジタル式マイクロメータは測定値の出力機能も備えるようになった。ただしその一方で、現在でもアナログ式マイクロメータはスタンダードな機種として広く用いられている。

素材および加工法の進化としては、温度変化に影響されにくい耐環境性に優れた素材、スピンドルねじ部の熱処理や研削加工、超硬合金チップの導入などを挙げることができる。特にスピンドルのねじ精度はマイクロメータの性能の鍵であり、加工技術の向上が続けられている。一般的なマイクロメータのねじリード（ねじの1回転でスピンドルが移動する長さ）は0.5mmだが、マイクロメータヘッド用には、その1/5の精密動作が可能な0.1mmピッチのものも作られている。

一方で、大きさが異なる多くの対象物を素早く測定する用途には、ねじリードが大きいほうが望ましい。このためシンプル1回転で2mm移動するハイリードの機種も登場している。移動量の増大と測定の詳細さは相反するが、従来品に比べ4倍の移動量にもかかわらず、特殊なねじ山形状を可能にする加工精度の向上と新たな工作精度評価技術の確立、高分解能回転センサの開発により、従来品同様の0.001mm単位の読み取りを実現している。

現在では新興工業国製のマイクロメータも見られるが、高い精度、信頼性、操作性のすべてを兼ね備えた日本製マイクロメータは世界で評価され、高いシェアを維持している。日本が優れたものづくり力で世界をリードして行くためにも、マイクロメータの進化発展は今後も欠かせないものであると言える。

〔取材・文＝川畑英毅〕

取材協力・画像提供＝株式会社ミツトヨ