

ものづくりと センシング技術

第8回

株式会社メトロール

0.5μmの繰返し精度と 耐悪環境の接触式位置センサ

—高精度タッチセンサを工作機械から産業機械一般向けに展開—

株式会社メトロール 代表取締役社長
松橋 章氏株式会社メトロール 代表取締役専務
松橋 卓司氏

設立時より接触式の接点型センサにこだわりをもって開発を続け、それを組み入れた工作機械用位置決めセンサでは世界的にシェアを占めている株式会社メトロール 代表取締役社長 松橋 章 氏、代表取締役専務 松橋 卓司 氏に、タッチセンサの技術、工作機械以外の一般産業機械への展開について話を聞く。

インジケータ開発に当たっては、独自のタッチセンサを開発し内蔵させ、『MT-パルサー』と命名した製品を市販した。また、内蔵させた高精度タッチセンサは後に『MTタッチセンサ』の名で汎用位置センサとして多機種に進化させ現在に至っている。

この開発当時、スイス製の高精度接触式接点型センサが輸入されていたので、最初、インジケータへの内蔵が試みられた。しかし、先端子がサファイアであったため折れやすく、防水性もなく高価であることから独自の構造で開発・設計した。この時、位置、寸法の計測機能をもちマイクロメータの精度をもつ、新しいタイプの『位置センサ』のコンセプトが確立された。そのために、非接触式位置センサの流れが大きかった当時に、あえて接触式を選んだ。

位置センサの歴史

現在、商品化され市場に出ている位置センサは、民生用、生産財用を含め圧倒的に、『存在検知センサ』で占められており、文字通り物の存在すなわち、あるなしの判定、有無のカウントが目的である。センサの種類としては、接触式接点型のリミットスイッチ、マイクロスイッチと、それらのスイッチの内部構造を無くし電気的進化を目指した磁気センサ、光センサなどの非接触式無接点型センサがある。もっとも、歴史の古いマイクロスイッチ、リミットスイッチは自動化があまり進んでいなかった頃開発されたため、防水機能が不十分で悪環境に対応するものではなかった。1950年頃より自動化が進むと防塵、防水の必要が生まれ、使用頻度もあがっていったが、その悪環境に対応しきれず信頼を失うようになった。これらの位置センサは接点型であったため、『無接点化』が求められ、電気マイクロメータや非接触で無接点の磁気センサ、光センサが開発され主流となっていました。

「今でも、接点型は接点があるため寿命が短く、無接点型は接点がないため永久的だという考えが大きな流れとしてあります。しかし、当時の接点不良は防水性不良とAC100V以上の高電圧、高電流での使用が原因であり一概に接点が悪かったとは考えられません。その証拠に、今でも使用条件次第で広く使われています。ただし、当社の接点型とは大きな違いがあります」と松橋社長は語る。

メトロール位置センサの開発

メトロールは1976年に設立され、MEASURE(計測)とCONTOROL(制御)から社名がつけられている。設立当初より自動車メーカーからシグナルインジケータの共同開発の申し入れを受けた。当時のシグナルインジケータは、検査室で部品選別するときに合否判定を間違えないようにランプ表示するための製品であり、悪環境で使うものではなかった。それをNC研削盤に用いていたため、故障が多く、悪環境で使えるシグナルインジケータのニーズがあり開発を求められたのである。具体的には、クーラントや切粉などが飛散する悪環境下であっても、高い信頼性と、マイクロメータ台の精度をもち、なおかつ低価格というインジケータの開発であった。

創業の松橋社長は、もともと測定器メーカーの技術者で、電気マイクロメータや自動定寸装置などに携わっていた。



細型 高精度PT-タッチセンサ(PTシリーズ)

「品質工学的に考えても、位置、寸法の計測器はダイヤルゲージ、電気マイクロメータ、変位計などにみられるように接触式が主流です。大手機械メーカーでは、離れた物や接触不可能な場合を除けば接触式が優れていることが常識とされています」と松橋社長は語る。

接触式は、接触子を各種形状の物体に接触させるため、その形状は自由に選択できなければならない。そのため、同社では検出体の寸法、形状に合わせて、コンタクト形状を変えることができるようしている。

次に信号発信部の構造であるが、先に述べたようにマイクロスイッチで接点型が信用を失い無接点型が主流になっていたが、同社ではあえて接点型を採用した。

「私たちは、低電圧、低電流の定格内で使用し、過渡電流が流れなければ接点寿命は1,000万回以上保証されていることを検証していたのです。また、以前と違い、機械の中にも低電圧、低電流が常用化されており、その点も有利になっていました。

さらに、接点型における防水性の問題がありました。センサを生産財として使用する場合、水、油、クーラントなど悪環境で使うケースに対しては、信頼性、長寿命を得るために保護構造の強化を必要条件としました」と、松橋社長は接点型を採用した理由を話してくれた。

なぜセンサ精度が必要か

位置、寸法の検出において「精度は必要ないので低価格のマイクロスイッチで十分」とか「精度の保証値はなくても非接触の方がよい」ということが聞かれるが、センサ、スイッチの選択が装着機器の可(べき)動率、生産効率を左右するという。検出体の寸法公差がラフであっても合否の境目付近では良品が不良品と判断されたり、不良品が良品と判定される領域が存在する。それによって、機械の場合停止信号が出てチョコ停が起こるが、センサの位置を再調整することによって直ってしまうこともある。これは、ばらつきが大きく動作点の分布カーブが公差からみ出る確率の結果で再発するもので、動作点位置の繰り返し精度の問題である。この誤信号は、たとえば、ノギスで測るところを曲尺で測って判定しているようなもので組み立て作業者の熟練でカバーできるものではない。

松橋社長は「品質工学の立場からいえば、必要公差の1/10の精度の計測器を使用して工程の中で品質を保証すべきだとされています。高価な機械の可動率は経営上の問題であり、MTBF(平均故障期間)やMTTR(平均修理時間)の改善は機械を使用するエンドユーザーさん側のメリットですから、このことは機械、装置メーカーさんの設計の方にご理解いただきたいことです」と語る。

精度とともに大事なこととして、動作点の位置の問題がある。接触式接点型位置センサにおける動作までの動

きのことだ。接触子がどれだけ押し込まれた位置で信号が出るか、その寸法のことをプリトラベルという。同社の位置センサは、接触端子がほとんど動かない位置で信号を出すもの、一定の寸法を押し込まれて信号を出すものなど、機種別にカタログに明示されている。動作点の位置が、接触端子の先端やケースの端面からどれだけの寸法であるかが決まるので、CADで設計する場合にも、取り付け位置を図示することができる。そのため、組み立て作業者は、無調整またはわずかな調整で組み立てができる、熟練者でなくとも公差の中から動作点の分布がはみ出ないように位置決めすることができる。「当社の位置センサは、動作点の繰り返し精度がレンジ(R)で明示されており、所要公差内に入っているれば誤信号の確率は0になります」と松橋社長は接触式接点型の利点を話す。

接触式と非接触式の比較

マイクロスイッチ、リミットスイッチは、AC100Vを使用するので、接点保護のため内部にスナップアクション機構が必要となり、そのため信号点の繰り返し精度は保証されていない。また、量産化のため定型化されており、検出体に接触子を直接当たらないときは仲介機構を必要とするため、小型化が妨げられ、コストアップ、精度低下を招くことがある。AC100Vが使用でき低価格なので、民生用には強みをもつ。

磁気センサと光センサの場合は、非接触と無接点の組み合わせが現状である。位置、寸法計測における磁気センサ、光センサは、非接触のため検出体をスポット面でとらえた磁束、光束の平均物理量を電気量に変換し、アンプで増幅して、しきい値で信号に変換する。スポット面でとらえるため、物体の曲面、凸面、棱線などを実寸法としてとらえることはできない。検知体に接触子をもつプランジャやレバーを当て、後端に非接触センサを設けている例もあるが、コスト、精度、メンテナンスなどを考慮して設計する必要があるだろう。

磁気センサ、光センサは、検知物の材質(金属、プラスチックなど)、大きさ、表面の粗さ、色、反射率などの条件によって動作点が変化する。また、アンプがあるため電源電圧、室温、明るさなどの外部環境によっても動作点が変わるために、動作点が数値的に特定できないため精度の保証がされていない。そのため、センサの設定は作業者が機械上で現物合わせをして位置決めをしなくてはならない。「無接点型は、接点がないので接点不良は起こりませんが、過渡電流による故障、外乱による偶発的誤信号、防水不良やコード破損による信号不良などが起こることは接点型と変わりません。接点型は低電圧、低電流で使用すれば接点寿命は1,000万回ですので、故障に関しては無接点型と実用上大差がないと考えられます」と松橋

社長は語る。

汎用位置センサとしての変遷

当初商品化された高精度の『MT-タッチセンサ』は、繰り返し精度0.5μm、ストローク3mm、外径M10であった。その後、小型化されたM8が作られ、長ストローク型(6mm、10mm)やプランジャ軸受に直動ベアリングを用いた摺動体用が作られた。さらに、精度1μm、外径M5の世界トップレベルの細型PT型が発売された。

MT-タッチセンサより安価で細いタッチセンサの要望に応えて、繰り返し精度5μmで低価格の『CS-タッチセンサ』を市場に提供した。外径はM5、M6で、防塵防水型、摺動体用とシリーズ化された。

ストッパボルトなどの機械要素にセンサを内蔵させたシリーズとして、センサ付ボールプランジャ、センサ付スプリングプランジャ、センサ付空压式ショックアブソーバなども開発、機械の小型化、コストダウンに貢献している。

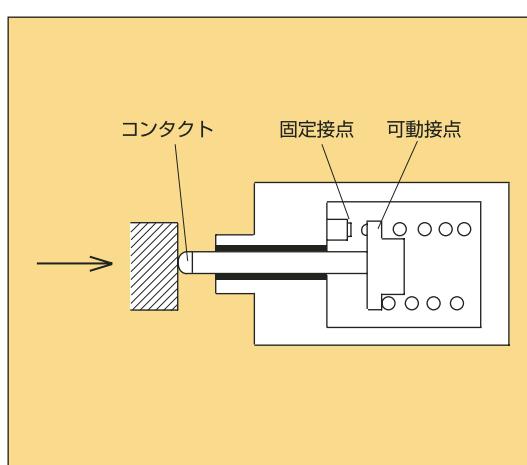
センサ付ストッパボルトは、発信部がカートリッジ式になっているため、コードの断線など故障のときでもストッパーの取り外しや位置決めのやり直しをすることなく取り替えができるため、MTTRの短縮、メンテナンス、コスト低減に役立つ製品である。センサ付ストッパボルトのミニ型(Φ8×8)は、ロボットの指先などに取り付けることが可能だ。

特殊用途として、耐熱型(150°C、200°C)も用意されている。また、ユーザーのニーズとして新しく求められているものに、低接触力のタッチセンサがある。接点型センサでは一番苦手なところだが、限りなく0に近い低接触力で検出体に傷をつけないものということで、発信部は無接点としている。ただし、無接点型の欠点である温度ドリフト、応差は避けられない。

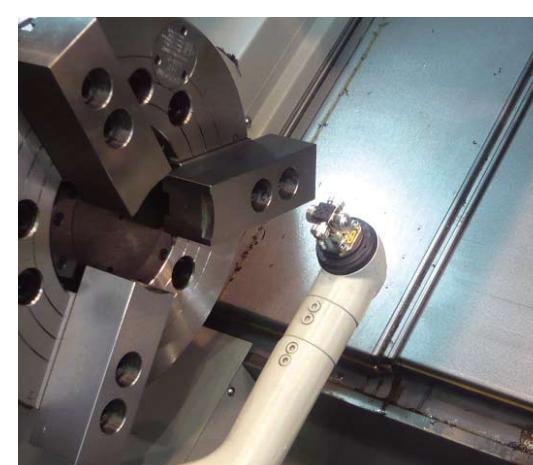
タッチセンサを使った工作機械用センサ

同社の位置決めセンサの精度が高いことを実証するのに、工作機械に採用されていることが挙げられる。工作機械はメーカーにとっても、それを使う自動車などの製造メーカーにとっても精度が優先となる。

同社の位置決めセンサは、まず、CNC旋盤用刃先センサとして使われた。刃先をコンタクトに当てて押すと、繰り返し精度の良いタッチ信号がCNC、PCに出力され、自動書き込みされる。これにより、従来のように試し削り、計測、計算、NCへの入力という工程を繰り返す必要がなくなり、ツールセットの熟練が不要となり、セットミスによる機械損傷の心配がなくなった。また、バイトの折損の検知、磨耗量の補正もできる。



タッチセンサ原理図



CNC旋盤用刃先センサ



CNCマシニングセンタ用工具長セッタ

1981年に開発された『HA形』は、タッチセンサが最多で5方向に配置され、それぞれが直動するので、特に4方向型はベストセラーとして現在多くの企業に採用されている。

次にCNCマシニングセンタ用刃先センサで、工具長セッタは、同社のMTタッチセンサを組み込んだツールプリセッタである。マシニングセンタ、フライス盤、中ぐり盤、ボール盤などのCNC工作機械に装着して、ドリル、エンドミル、カッタなどの刃先の精密位置決め検出、磨耗・折損検知、カッタ径計測に使われる。クーラント、切粉などかかる悪条件下でも耐久性が良い防塵・防水構造になっており、コンタクト面は直動ペアリングで直進するため小径ドリルや、コンタクト面を大きくすることにより大径エンドミル、カッタにも使用ができる。

マシニングセンタのツールセッタに、他社が作っている非接触式のレーザ式センサがある。レーザ式の特徴は、刃物の回転を止めないで測ることができることである。

しかし、価格が高いことと、透過光の面積で測るために刃先の先端を測ることができないこと、刃が変わったときのセッティングに時間がかかることなどのデメリットがある。

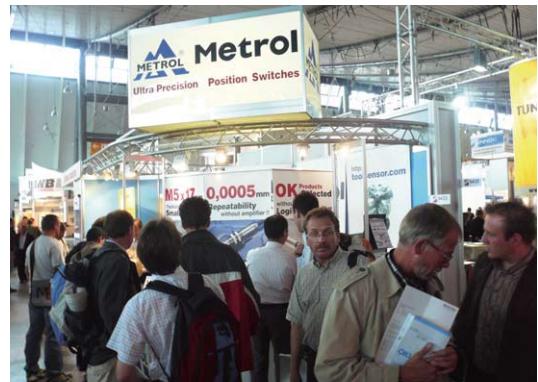
今後の展開

国内産業界にも浸透してきているタッチセンサだが、

さらに今後は海外への展開を図る。海外の展示会も、最初は工作機械関係が多かったが、最近はFA関係の展示会を中心に出展しているという。現在の売上は海外が40%であり、60カ国以上の国とインターネット取引をしている。「日本で一人困っている人がいれば、世界には十人同じことで困っていると考えられます。そのような方々にインターネットを通じて、製品を提供していきたい」と松橋専務は語る。

高精度タッチセンサのユーザーは、業界また製品によってニーズが違う。同社はユーザーの満足を目指し、細かい仕様変更、コード一本の長さから対応してきた。「信頼性を上げるために、クレームがおこらないようにしなければならず、そのための追求に終わりはありません。不具合を出さないものを作り続けるのは、メーカーとしては大変なことなのですが、ものの有無、位置決めなどセンサは用途によって使い分けなければならないと思っています。

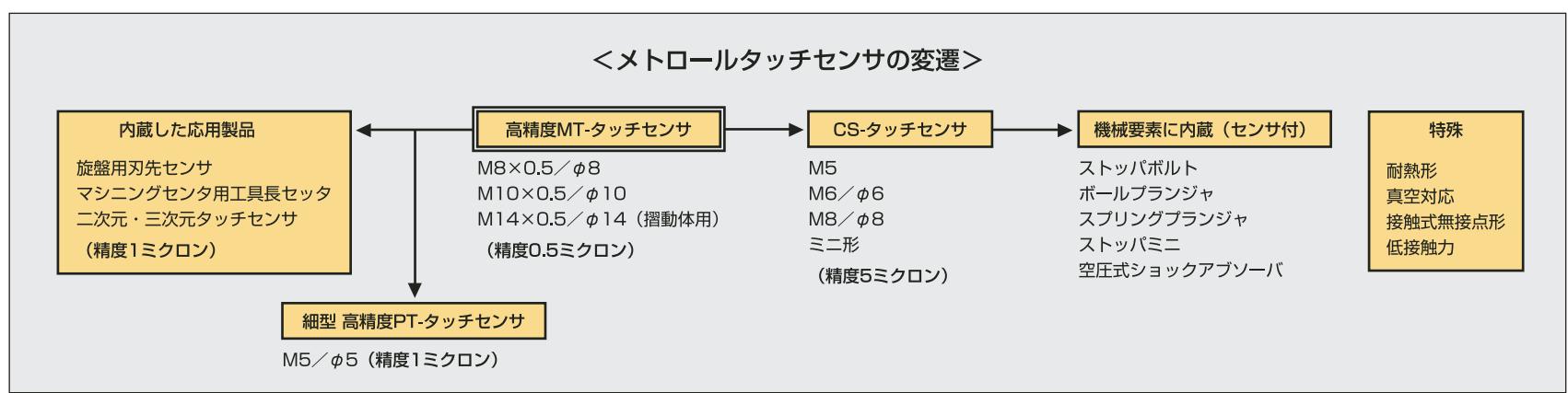
特に、位置決めは有無を測るのではなく、正確な位置、寸法を検知するものですから、精度の必要性を分かっていただきたいと思います」と、松橋社長は位置決めにおけるタッチセンサの重要性を話してくれた。なお、今年の9月には、高精度接触センサを開発したことで東京商工会議所から第6回『勇気ある経営大賞』優秀賞を受賞している。



ドイツ・シュトゥットガルト MOTEK2007



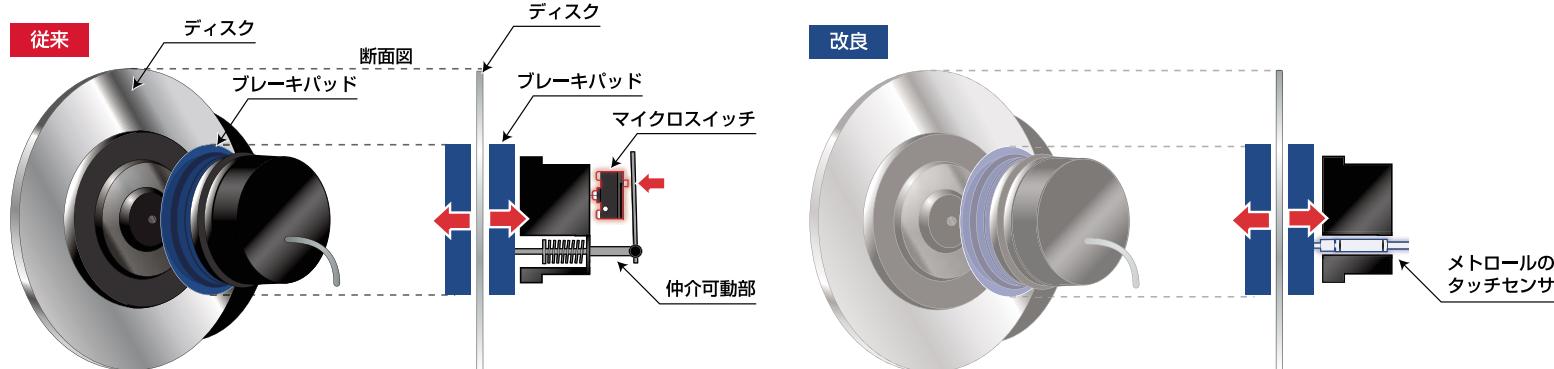
アメリカ・シカゴ IMTS2008



■ センサ活用事例 高性能タッチセンサ活用事例

ディスクブレーキにおける使用例

マイクロスイッチから切り替えることにより、介可動部をなくすことでディスクブレーキが大幅に小型化



企業プロフィール»»

株式会社メトロール

所在地：東京都立川市 URL:<http://www.metrol.co.jp>
事業内容：計測制御機器、省力化機器などの設計製作と販売