

Tool Engineer & 震災からの復旧をモノづくりで支援する

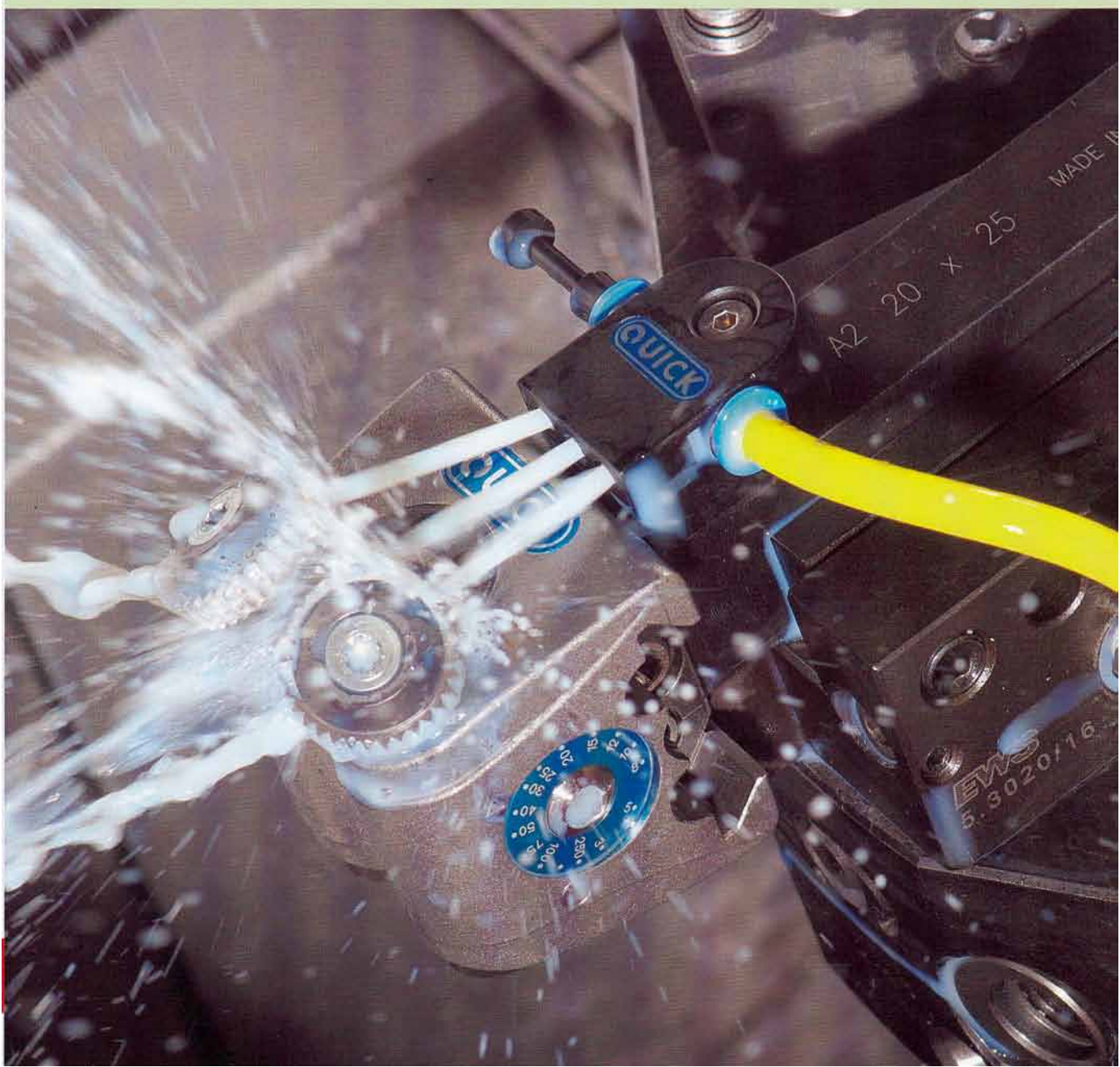
ツールエンジニア

2011
6

バリ処理技術とバリ取り工具ガイド

- 交差した穴に発生したバリの除去 ●電解バリ取り原理とその有効活用事例 ●超音波バリ取りの原理 ●高圧バリ取り洗浄
- セラミックス製ワークフィニッシャ/デバリングツール/研磨布工具/バリ取りホイール/スナップツール/研磨ベルト

現代の名工列伝/モノづくりベンチャーの挑戦/炭素繊維複合材/生産ラインを支えるセンサ・スイッチ/焼きばめツールホルダ/工作機械主軸向け高速アンギュラ玉軸受/リーマの再研削/われら町工場人/CAD_CAMをマスターしてよい仕事をしよう!! **新連載**



生産ラインを支えるセンサ・スイッチ

— 合理的な選択法を考える —



ツールプリセッタ

メトロール 松橋 章

最近50年余りの間の工作機械を中心とした生産ラインの発展は目覚しく、それらは機能、品質、効率などあらゆる面にわたっている。それに伴って、黒子役ながらセンサ、スイッチの出番が広がり、種類も増え機能も向上した。

その理由のひとつはNC機械の登場でリニアスケール、ロータリスケールが装着されたので、スイッチの検知信号によって計測、位置決めなどが可能になった。もうひとつはシーケンス制御において、スイッチの検知信号により容易にプログラム化できるようになったからである。

この間、センサ・スイッチに求められる機能、精度は、耐環境の変化に伴い進化している。各機種の特色を理解し、適材適所に使い分けすべきとよくいわれている。しかし、そこにはいままでの長い経験、前例、なじみのブランド、社内規格といった制約があり容易とはいえない。

ここでは、発想を変え、各機種の生い立ちから現時点でのニーズを客観的に考察し、合理的な選択法を提言したい。

選択対象のスイッチは表1の3タイプとする。

表1 選択対象スイッチ

マイクロ(リミット)スイッチ	→ 接触式・接点型	存在検知 センサ
近接スイッチ(磁界・光電)	→ 非接触式・無接点型	
高精度タッチスイッチ	→ 接触式・接点型	

マイクロスイッチ、リミットスイッチ (接触式・接点型)

最も古い歴史を持つスイッチで、それは人間が触覚で有無を確認したり、数えたりした行為を、無人化し、信号に置き換えた。電源を商用のAC100Vとしたので接点の電蝕、溶着を防ぐためのスナッチアクションというユニークなメカ機構が用いられているのが特色である。

しかし、この機構があるので精度は限定され、応差が大きい。生産の自動化が進み、クーラントや切りくずがかかる悪環境下では信号不良が続出した。その原因は保護構造の不備と強電圧電源による短寿命によると見られる「接点不良」と扱われたので接点に対する不信心が今日に及んでいる。

近接スイッチ (非接触式・無接点型)

近接スイッチは、接触不可の検出体に適したスイッチとして、非接触式スイッチが開発された。

これは原理的に媒体として光や磁界を使い、無接点で出力することから「接点不良」対策には、打って付けのものとしてではやされ、「非接触式・無接点型」を理想と考える技術者が多くなった。

しかし、接点はないので「接点不良」はないが、ノイズや回路劣化による信号不良は起こる。光や磁界

の変化を電流量に変換し、アンプで電子増幅するのでドリフトは避けられず、頻繁に調整する必要がある。マイクロスイッチとともに「存在検知センサ」(日本電気制御機器工業会)と総称され、精度は数値で保証されていない。

高精度タッチスイッチ

(接触式・接点型)

当社は創業時(1976年)、トヨタ自動車と、悪環境に強く信頼性の高いシグナルインジケータを共同開発した。そのとき、試作に輸入品の接触式・接点型の高精度タッチスイッチを用いた。

それは接点定格が低電圧、低電流(DC24V)で接点を傷めず、長寿命であり、スナップアクションがないので、動作点の繰返し精度は0.001mmであった。性能は十分であったが、使い勝手に不満があったので独自の機構に改造した。

このことから、高精度接触式タッチスイッチは後述のツールセッタのように応用製品が市場で先行し、汎用スイッチとしては広く知られていなく、ほかのスイッチと同じように選択されるまでには位置付けされていないのが実情である。

(1) 接触式の意義についての考察

NCやPLC制御、計測の対象は、主にハードな検知体の「機械量」である。それは位置、寸法で、長さの単位(mm, μm など)で測られる。生産現場で日常使用される検査具はノギス、マイクロメータ、デジタルゲージなどがほとんど接触式である。

高精度タッチスイッチの場合、検知体に接触する接触子の変位(量)は内部の可動接点の変位とダイレクトに精度よく対応し変換誤差が入らない。アンプがないのでドリフトを生じず、頻繁に調整の必要がない。

(2) 特徴

- ①繰返し精度が良い(0.5~5 μm 各種)。
- ②アンプがないのでドリフトがなく、頻繁な調整の必要がない。
- ③応差がないので、微小寸法の変動がダイレクトに検知できる。拡大、逃がし機構不要。
- ④接触子を検出体に直接当てられるようにできるので仲介アクチュエータが省ける。
- ⑤外部環境や検出体の材質、形状などの影響を受けにくい。

写真1は当社高精度スイッチPT型で、接触型のプランジャ式としては世界で最も細い。

[主な仕様]

外形： $\phi 5\text{mm}$ またはM5 $\times 0.5\text{mm}$

繰返し精度1 μm 、または3 μm

定格：DC24V20mA

防水型：IP67



写真1 メトロールPT型スイッチ

刃先センサ

(CNC旋盤用)

1981年昌運工作所(当時)から相談を受け、当社の高精度スイッチの応用に気付き試作したのが最初である。翌年の工作機械見本市(大阪)で初公開された。

1984年日立精機(当時)が標準装備して発売し、ヒットしたのがきっかけで、国内外の主要メーカーに採用され、H-4A型は現在まで最も普及した(図1)。

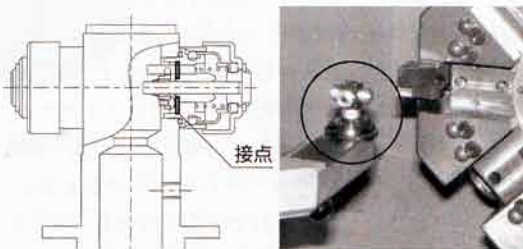


図1 刃先センサ H-4A

使用バイトに合わせ、4方向にスイッチを配し、直動させたので、接触子面の基準面に対する平面度、直角度がよい、4信号出せば方向判別も可能である。

本器がない場合は、刃物台に工具を取付け・試削り・計測・NCへの入力、という工程を繰返す必要があったが、本機の出現で、この作業を熟練者でなくても容易に短時間にできるようになった。

ツールプリセッタ

(マシニングセンタ用)

旋盤の場合と同様に、接触式接点型の高精度スイッチを内蔵させ、接触子は直動するのが特徴である。ドリルのほかカッタにも適用できるよう、接触子は太径のものができ($\phi 60\text{mm}$ 以上も可)、かつ基準面

に対する平行，直角度がよい（カット写真）。

また，超硬接触子のラップ仕上げ，TiC硬化も可能である。また，接触子は傾かないので低接触力にすることにより1mm以下の細いドリルにも対応できる。さらに，オーバラン警報信号，スローダウン信号を設けることができる。

世界的に有名なR社（英国）製のツールプリセッタは，もとは3次元測定器用として使用されているものの，球状接触子をさいころ状に変えたもので，接触子は揺動式である。なお，発信部は接触式・接点型である。

多くの場合テーブル上に設置され，クーラント，切りくずが激しくかかる最も悪環境下で使用される場合が多い。温度差による内部結露によるトラブルを防ぐため内部に窒素を封入することも行なわれている。

チョコ停は

減らせる!!

機械・設備のユーザーにとって可動率，MTBF（平均故障間隔）の向上は大きな問題で，なかでもチョコ停は厄介ものと思われている。

チョコ停という言葉から類推するとスイッチが原因の場合，それは誤信号（良品を不良品とする第1種過誤）によると思われる。図2で示すように，スイッチには動作点に固有のばらつき（ヒストグラム）があり，とくに近接スイッチの場合は検出体や環境による動作点のばらつき，それにドリフトもある。マスタ合わせをランプ点灯で行なう場合も，この分布内をばらつくので，許容公差とヒストグラムとの関係によって，ある確立で誤信号が出るのは避けら

れない。

この誤信号を防ぐためには，

①許容公差に対し精度（動作点のばらつき）のよいスイッチを選ぶ。

精度を数値で保証した接触式が有力，

②高精度接触式は動作点が「見える化」されていり図面に指示できるので偏りの少ない信号設定ができる。非接触式の場合は，動作点は見えないので信号点の設定作業はすべて作業者の手に委ねられる，

③偏りの少ない信号設定のためには微調整機構，ずれを起こさないロック手段（例，割締め），

などの工夫が必要である。

* * *

センサ・スイッチ類はもともと電気系企業で開発商品化された電気部品で電気技術者の手中にあり，長年にわたり選択の範囲も「存在検知センサ」に留まり，機種，メーカーを決めれば，あとは現場で作業者が現物合わせでさばいてくれた。

約40年位前からNC工作機械，3次元測定器に接触式スイッチを内蔵した応用製品が普及し，最近ようやく汎用の高精度タッチスイッチ単体が選択の仲間入りをした。

今後は，スイッチのニーズが生じたときおよび，見直しの際には，機械設計の面からは精度・接触子形状・応差・接触力・取付け寸法の指示・保護構造など，電気回路設計の面からはノイズによる接点不良（炭化物付着）アンプ素子の破壊の防止・チャタリングの取扱いについて機械技術者と電気技術者が協力して合理的な選択をされることを提言する。

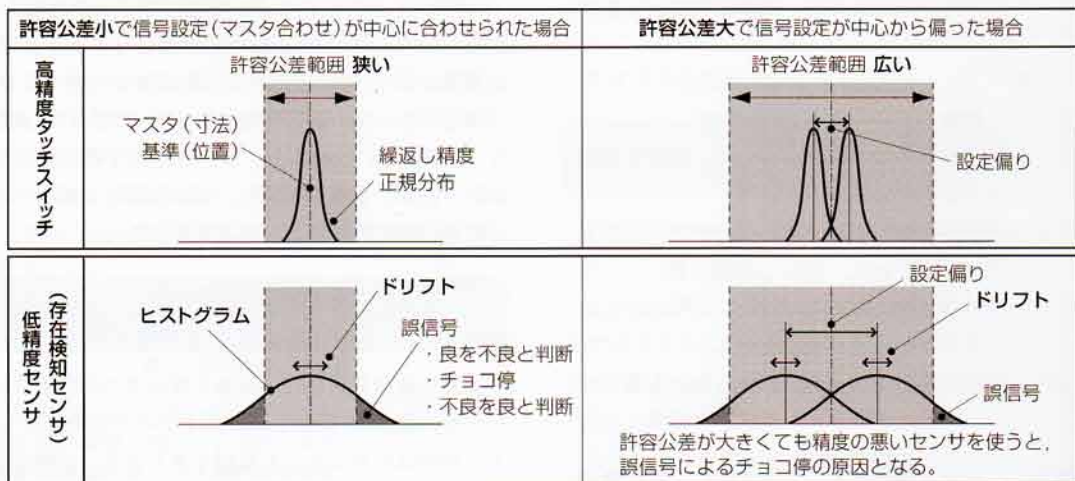


図2 「チョコ停」図