



工具折損を容易に検出する独自の 「工具認識システム」

要約

多くのマシニングセンターで、折損した工具を迅速かつ確実に検出することが求められる。折損した工具はスクラップや再加工の原因になり、放置されると、その後の工程に大きなコスト負担がのしかかる可能性があるからである。従来の「接触式」工具折損検出システムは弱点が多く、小型工具には適さないことが多々ある。

近年はレーザシステムの登場によって折損工具を非接触で検出できるようになり、小型化が進む工具を確実に計測できるようになってきた。しかし、非接触式工具折損検出システムにも、工具とクーラントや切り粉などの汚染物との区別ができないなどの弱点があり、費用がかさむことがある。レニショーの最新のレーザシステムではこれらの弱点を克服しており、超高速かつ高信頼性の工具折損検出を実現している。

既存の工具検出システム

現在、工具折損の検出には「接触式」システムが最も一般的に使用されている。接触式システムは、「ボタン」システムと「回転ワイヤ」システムの2タイプに大別される。ボタンシステムは、工具を「ボタン」に接触させてデバイスをトリガーすることで、その工具が存在し、折損していないことを確認する。

回転ワイヤシステムにはアクチュエータが備わっており、このアクチュエータが、工具と接触するまでワイヤを回転させる。ワイヤが工具に接触しなければ、工具折損として検出される。

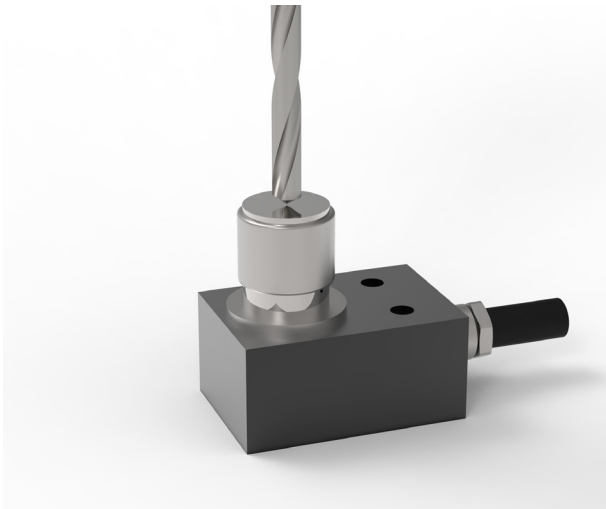


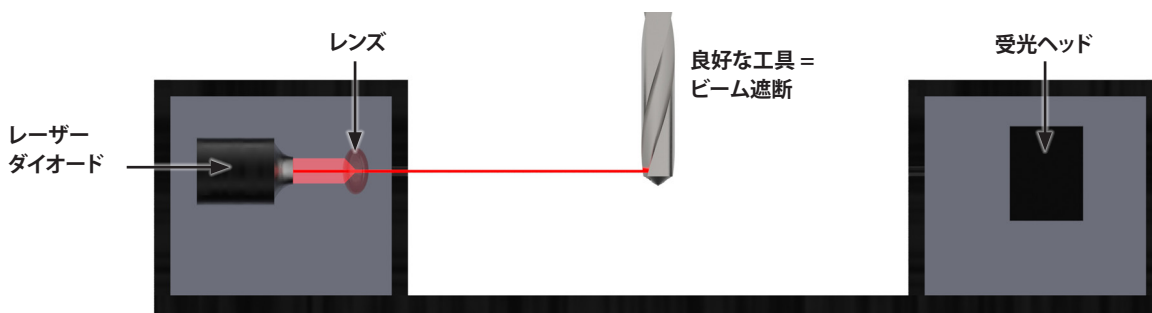
図1 ボタンシステムの例



図2 ワイヤシステムの例

従来の非接触式工具計測システムは、機械テーブルの上などに送光ヘッドと受光ヘッドを配置し、加工領域にビームを用意する。

レーザービームを工具が通過することで受光ヘッドの受光量が減り、トリガー信号が生成される。受光量が減らない場合、工具が想定されたとおりにビームを遮断していないため、工具折損と判定される。



従来のシステムの課題

従来のシステムは、接触式および非接触式ともに多くの利点があり、さまざまな場面で有効な選択肢となるものの、欠点も存在する。

接触式システムの問題として一般的なのは、物理的接触によって工具が損傷するリスクがあげられる。小型の工具だと、破損してしまったり、繊細な表面仕上げを損ねてしまったりしてしまう。そのリスクを避けるために、一定の直径以上の工具しか計測できなくなってしまう。さらに接触式では、工具の損傷を避けるために計測をゆっくり行わなければならないこともある。それにより、製造のサイクルタイムが延びてしまいかねない。また、加工領域内に取り付けられるのが通常のため、貴重なテーブルスペースを占有してしまう点も欠点としてあげられる。

テーブルスペースの占有が必ずしも問題になるというわけではないが、スペースが必要な場合には、別の措置をとる必要がある。非接触式システムもテーブル上に配置されることが多い。どちらのシステムでも、工具がチェックのためにテーブルの端に移動することでサイクルタイムが延びることがある（工具計測/折損チェックはテーブルの端で実施することが一般的）。

非接触式システムは物理的な接触がないことから、繊細な工具でも折損するリスクはないものの、いくつか独自の問題が存在する。例えば、レーザービームの遮断によって工具折損を検出するため、クーラントや切り粉によってビームが遮断されることでシステムがトリガーしてしまい、折損した工具が実際には無傷であると誤認識されてしまうおそれがある。

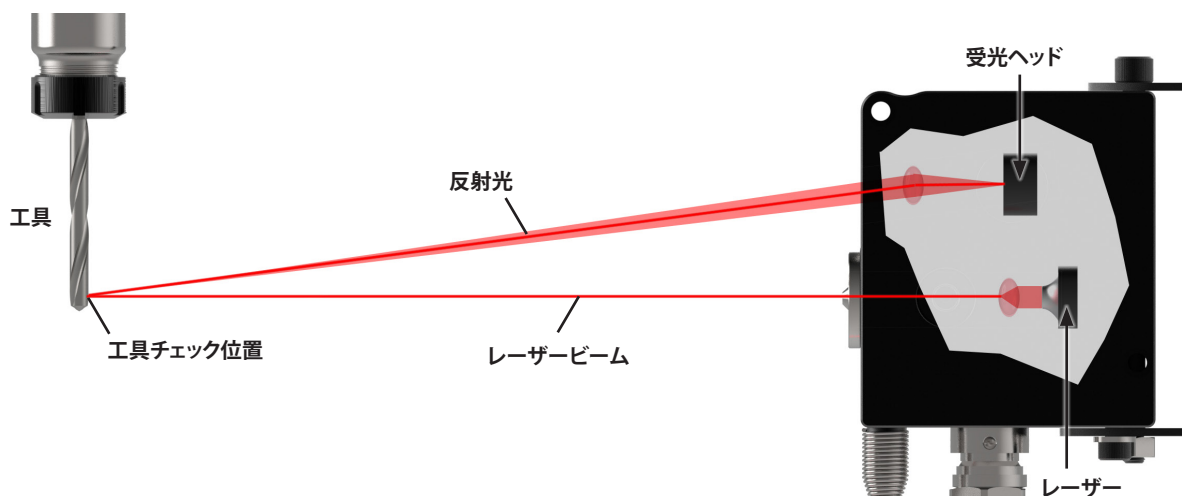
工具がビームに触れる時間を延ばして、クーラントを除去する時間を確保したり、検出前にエアブローで工具を清掃したりすることで、信頼性は高めることができる。

接触式システムも非接触式システムも、工具折損検出と工具計測の両方に対応できるものが多いが、工具折損検出専用のシステムは割高になることもある。

つまり、比較的安価で、高速かつ信頼性の高い工具折損検出を行える製品が支持される余地が市場に存在すると言える。

レニショーの対応: TRS2

TRS2 は、レニショーの片面設置型の工具折損検出装置です。レーザービームを使用するものの、ビームの遮断を工具折損検出の原理として採用しておらず、受光ヘッドに反射するビームを利用する（受光ヘッドは送光ヘッドと同じハウジング内に収容）。そして独自の工具認識技術によって工具の有無が判定され、存在していれば、工具が良好であるということになる。



メカニズム

TRS2 では工具認識技術 ToolWise™ の採用により、工具折損検出の信頼度を大きく高めており、工具の有無を迅速かつ正確に判定できる。

TRS2 の動作は以下のとおりである。まず、工具検出の実行箇所にクラス 2 レーザービームを照射する。その後、工具の先端にレーザービームが当たるように工具が配置される (通常は先端から 3mm の位置にレーザービームが当たる)。

工具は 200rev/min、1000rev/min または 5000rev/min のいずれかで回転しており、レーザーが工具に反射して TRS2 の受光ヘッドに戻る。工具の回転により、反射するレーザービームの強度が変化し、反復パターンが形成される。この反復パターンが TRS2 内のマイクロコントローラによって認識されて出力リレーがトリガーされ、工具が良好であるとして加工サイクルが継続する。所定の時間内に工具が検出されなければ、ソフトウェアによって「工具折損」アラームが出力される。

複数の回転速度に対応しているため、多様な工具の検出が可能である。ガンドリルを 200rev/min で検出したり、サイクルタイム短縮のために他の工具は 5000rev/min で検出したりといったことができる。

確実な検出が行われるよう、設計面でも工夫が施されている。TRS2 は反射ビームを利用して工具を認識する。反射ビームの量は、工具のサイズ、表面仕上げ、工具形状、動作範囲、クーラントなど、さまざまな要因によって変動する。そのため、認識されるまでに時間がかかる工具の場合は、アラーム発生までの許容時間を任意で変更することができるようになっている。通常であれば TRS2 は 1 秒ほどで良好な工具を検知するが、反射ビームの強度が低い場合や、反復パターンが不明瞭な場合には、検出時間を長くしてもよい。すべての工具に対して検出時間を長くする必要はなく、状況に応じて使い分けられるようになっている。

TRS2 は、暗い色の小型工具でも検出できるように設計されており、自動パワー調整も内蔵している。反射ビームの強度が低い場合、このシステムによってレーザーの強度を調整し、検出できるように補正を行う。



理論上の極端なケースとして、設定した時間内に工具が認識されない場合には、工具折損アラームが出力され、フェールセーフの状態になる。

そのため長いサイクルタイムが必要になることはほとんどない。サイクルタイムが長くなってしまうような特定な状況であっても、その影響は措置を講じることで減じることができる。生産プロセス内での導入メリットを最大化するには、TRS2 の最適化が不可欠である。TRS2 は、取付けが容易かつ多様な設置が可能で、検出距離の調整が可能である。そのため、確実に工具を認識できる最適な取付け状態や位置を簡単に確立できる。TRS2 と工具を近づけて反射ビームの強度を上げたり、工具の位置を調整したりすることにより、検出の信頼性を高めることができる。例えば、工具によっては、クーラントが先端付近に集まる傾向があるため、工具の上部をチェックしたほうが良い結果が得られる可能性が高くなる。また、工具を高速で回転させたり、エアブローでクーラントを吹き飛ばしてからチェックしたりすることも効果が期待できる。TRS2 はリリース後、アップグレード (電子部品とファームウェアの更新) を行い、一般的な条件下での検出信頼性を向上している。

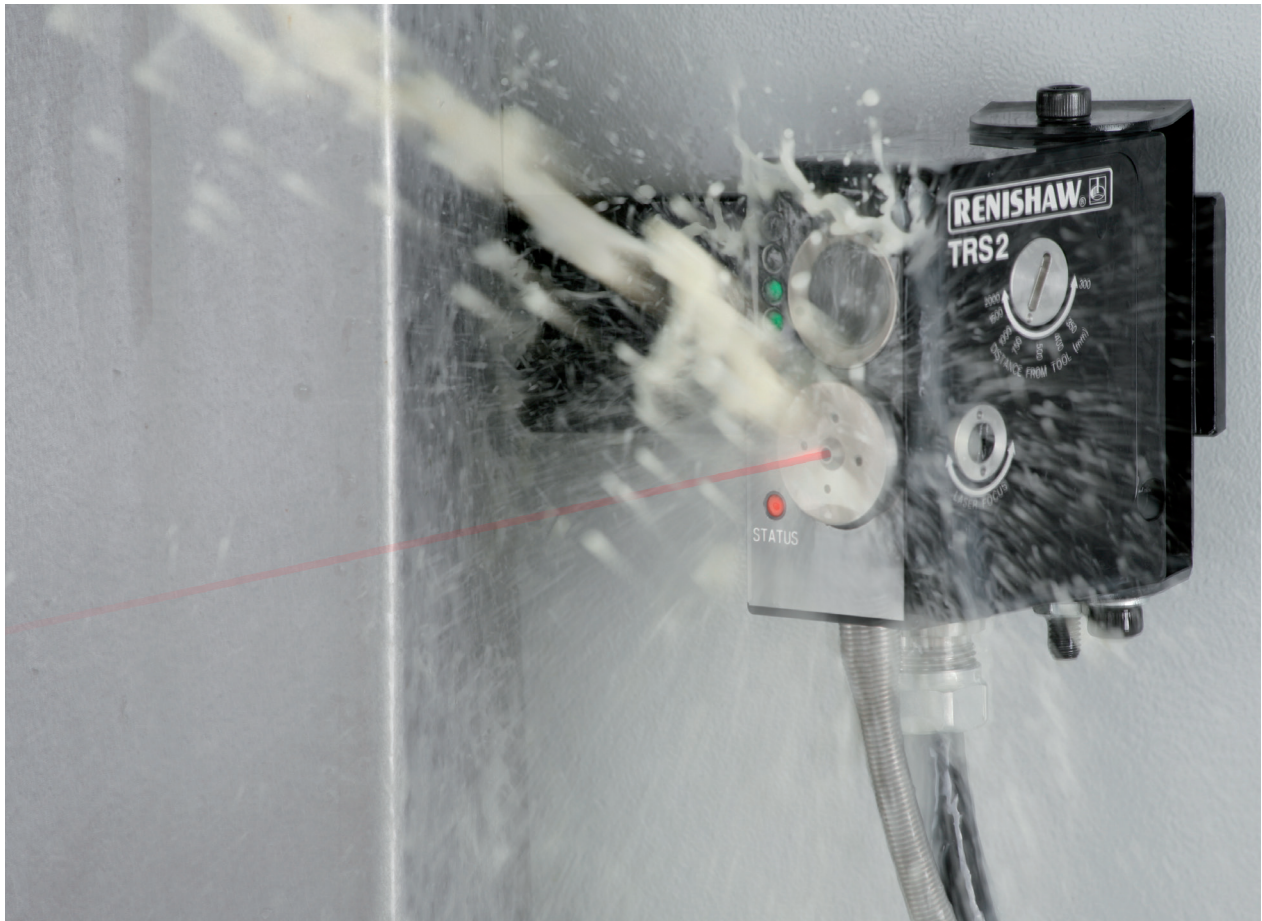
ソフトウェア側にはリトライロジックが組み込まれており、ユーザー側で調整/実装することができる。工具が既定の時間内で検出されない場合に、チェック位置や主軸回転数を調整することができるようになっている。工具の位置を連続的に変えることで、切り粉やクーラントがなく、ひいては反射率が高めのチェック位置を見つけるといったことも有効である。TRS2 は明確に定義された信号を検出したときにトリガーするため、反射率が高めのチェック位置を見つけておけば、トリガーするまで反応の悪い位置でチェックし続けてしまう時間を大幅に節約することができる。

TRS2 の利点

TRS2 は、他の工具検出システムを上回る多くの利点を有している。取り付けやすいコンパクトな単一ユニットであり、Mコードやキャリブレーションを必要としない。また、機械の加工エリア外に設置できるため、衝突のリスクがなく、テーブルスペースの節約にもつながる。さらにも、インターフェースも不要なことから、機械の制御盤での取付け時間とスペースも節約できる。

TRS2 の検出可能最大距離は 2m で、非接触式のため、直径 0.2mm の小さな工具でも折損のリスクなく安全に検出できる。また、速い送り速度に対応できるため、短いサイクルタイムで検出を完了できる。

構造面では可動部品がないシンプル設計のため、非常に堅牢で信頼性が高く、過酷な加工条件にも耐えられる。基幹部品であるレーザーに関連するコンポーネントは、レーザーの照射口から出るエアブローによる保護が施されており、IPX8 の防水防塵性能によってユニット内に汚染物質が侵入しないようになっている。TRS2 は、そのシンプルさゆえに、費用対効果の高い工具折損検出ソリューションと言える。



www.renishaw.com/machinetool

 #renishaw

 03-5366-5315

 japan@renishaw.com

© 2025 Renishaw plc. 無断転用禁止。RENISHAW® およびプローブシンボルは、Renishaw plc の登録商標です。レニショー製品の名称および呼称ならびに「apply innovation」マークは、Renishaw plc およびその子会社の商標です。その他のブランド名、製品名または会社名は、各々の所有者の商標です。Renishaw plc. イングランドおよびウェールズにおいて登録。会社登録番号: 1106260。登録事務所: New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK
本書作成にあたり細心の注意を払っておりますが、レニショーは、法律により認められる範囲で、いかなる保証、条件提示、表明、損害賠償も行いません。

パーツ No.: H-5650-2071-02-A