

## レーザー変位計を利用した工具損耗の測定\*

若槻 正明\*\*、堀田 昌宏\*\*  
飯村 崇\*\*、野川 健\*\*\*

著者らは、加工システムの稼働中の不良の低減を図るため、近年安価となり取り扱いが容易である非接触式のレーザー変位計に着目し、これにより常時加工工具の状態を監視し工具の損耗を自動で検知するシステムの開発を行った。この結果、通常の変位置測定に受光量測定を加味することで、工具損耗の検知が可能であることを確認した。

キーワード：測定、工具損耗、レーザー変位計、

## Measurement of Tool Failure Using a Laser Sensor

WAKATUKI Masaaki, HOTTA Masahiro, IIMURA Takashi  
and NOGAWA Takeshi

In order to reduce defective works on machine, we try to make a system which always keeps monitoring the state of tool and detecting tool wearing. Main component of the system is a laser distance meter which is obtained at low cost and easy to handle. We confirmed that it was possible to detect the tool wearing by measuring the distance added with the measurement of the total amount of scattered light.

key words : measurement, tool failure, laser sensor

### 1 緒 言

無人加工を行う際、システムの稼働中に不良が発生するとその数が膨大な量となる可能性がある。一方、加工を行う際、初期調整を行った後の加工不良の多くは加工工具の摩耗や損傷により発生する場合が大半である。したがって、加工工具の摩耗と損傷をいち早く検知できれば、大半の不良を防止できると考えられる。

このことから、著者らは、加工中の不良の低減を図るため、加工工具の状態を常時監視し工具の損耗を自動で検知するシステムの開発を行うことを目的に、近年安価となり取り扱いが容易である非接触式のレーザー変位計に着目し、これを利用して工具の損耗を検知することが可能か検討した。この結果、通常の使用方法である変位置のみの測定では、面の状態などの影響も受け損耗部の検知は困難であるが、受光量測定を加味し、未使用状態の工具とを比較することで損耗の検知が可能であることを

を確認した。

### 2 実験装置および実験方法

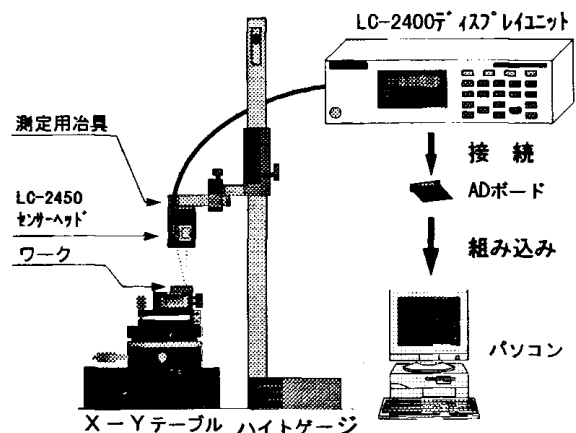


図1 実験装置の概容

\* コンピュータ利用による生産技術のシステム化  
\*\* 電子機械属部  
\*\*\* (有)小林精機

表1 使用したレーザー変位計の仕様

ディスプレイユニット	LC-2400	
測定範囲	±8mm	
作動距離	50mm	
光源	半導体レーザー	
	波長	670nm
	出力	最大1.9mW 平均950μW
	クラス	クラス2
ヘッドタイプ	拡散反射タイプ	
分解能	0.5μm	
最小スポット径	45×20μm	
アナログ出力	変位出力 ±10V	
	受光量出力 0~5V	

数種類の異なる仕様のレーザー変位計による予備実験から、本報では最小スポット径が45×20μm、測定範囲が±8mm、拡散反射タイプのKEYENCE社製のLC-2450を用いた。表1にこのLC-2450の仕様を示す。

実験は図1に示すようにセンサーヘッドをハイトゲージに、被測定物を傾斜機能付きのX-Yテーブル上にそれぞれ固定し、テーブルの移動により高さ方向の変位量の測定を行った。また、この測定データはセンサーからのアナログ出力をA/Dボードを介してパソコンに取り込み処理を行った。まず、レーザー変位計の特性を調べるため、被測定物の面の影響、形状による影響について

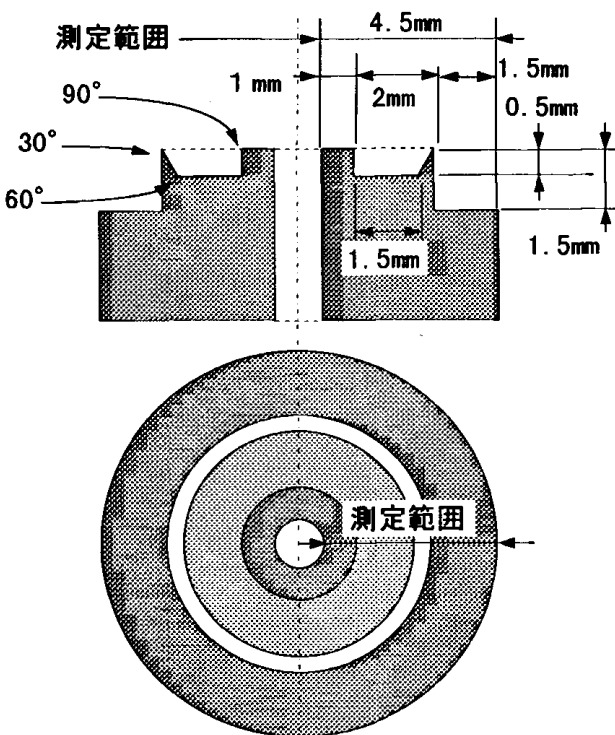


図2 輪郭形状測定用のワーク

測定実験を行った。被測定物の反射面の違いによる測定値へ及ぼす影響については、黒染め塗装した金属、機械加工した金属(SUS)および白紙の3種類のワークを準備し、これを傾斜角0度の場合と、反射面を少し傾けた傾斜角5度について測定を行った。

つづいて、図2に示すような90度のコーナーエッジと30度のシャープエッジを持つワークの輪郭形状測定を行い、これらのエッジ部が測定結果へどのように影響するか調べた。この測定では、高さ方向の変位量と受光量の2つの方法による測定を行った。その後、これらの結果をもとにチップ(スローアウェイバイトチップ)の摩耗面の測定を行った。チップの摩耗にはすくい面摩耗と逃げ面摩耗があるが、すくい面の摩耗、すなわちクレータ摩耗は加工面への精度(加工寸法や加工面粗さ)には直接の関係はなく、精度に最も関係する摩耗は逃げ面の刃先部摩耗であることから、実験では逃げ面側からの測

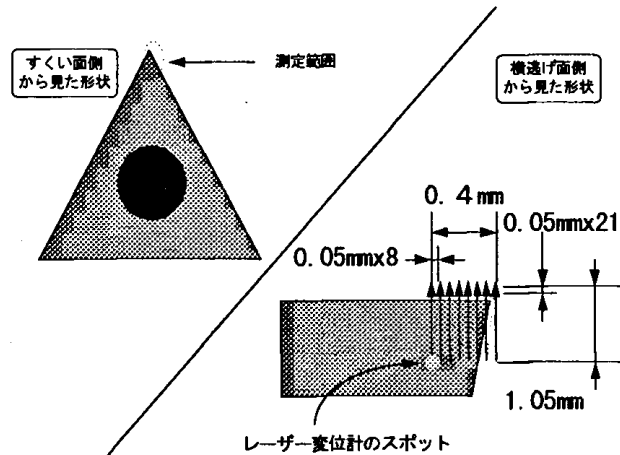


図3 チップの測定範囲

定を行った。被測定物であるチップには(株)小林精機で使用頻度の高いTN60チップ(材質サーメット, 端面加工用)を用いた。チップの測定範囲を図3に示す。測定は逃げ面側から切り刃に対して直角方向に0.05mmピッチ×21箇所測定を行い、それを水平方向に0.05mmピッチ×8回スキャンすることにより、全体で168箇所について測定した。また、このチップの摩耗測定では未使用のチップと摩耗したチップについて、前述した輪郭形状測定と同様、高さ方向の変位量測定と受光量測定の2種類の測定を行い、未使用と摩耗したチップの比較を行った。

## 2 実験結果ならびに考察

### 2.1 測定面による影響

図4に黒染め、SUSおよび白紙の3種類の平面につ

いて、測定ワークの傾斜角度を0度とした場合について、図5に測定ワークの傾斜角度を5度とした場合の高さ方向の変位量の測定結果を示す。この結果から、いずれの場合も金属面を有するSUSが黒染めや白紙のワークより高い値を示す傾向があり、金属光沢が測定値に影響することが分かる。しかし、これらの差は0.01mmより小さく、目標検知精度によっては影響はないと考えることができる。

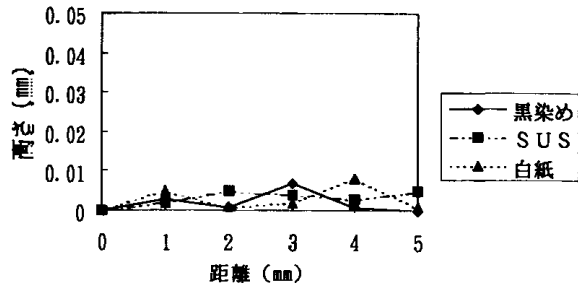


図4 平面測定結果（傾斜角0°）

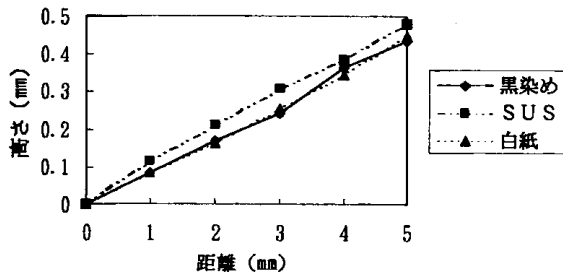


図5 平面測定結果（傾斜角5°）

## 2.2 輪郭形状測定

図6に変位量による輪郭形状測定の結果を示す。この図から分かるように、変位量の測定による方法では、被測定物輪郭とほぼ一致する結果が得られる。しかし、形状が不連続となるエッジ部分などでは、実形状からのズレが大きくなること分かる。これは、形状が不連続となるエッジ部などで、照射されたレーザースポットが2つの領域に分離され、それぞれの領域からの反射の影響によるものと思われる。また、平坦な部分において、実形状より高めの値となることが確認された。これは、前述のように金属光沢面による反射が強く現れる部分の影響であるものと思われる。

これに対し、図7の受光量による測定結果では、輪郭形状と一致しないことが分かる。また、平坦な面やエッジ部での反射光量が大きく、さらに、エッジ部などの形

状が不連続となる部分において、受光量の変局点があることが確認された。

このことから、変位量による測定結果に受光量による測

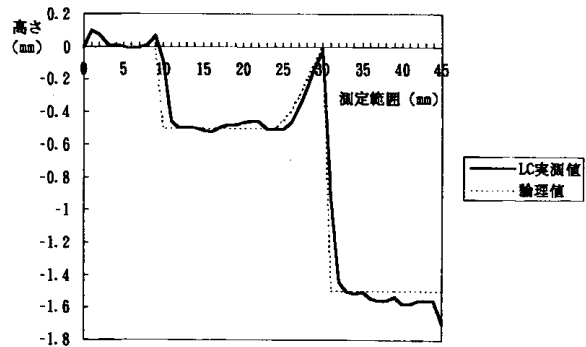


図6 輪郭形状測定結果（変位量）

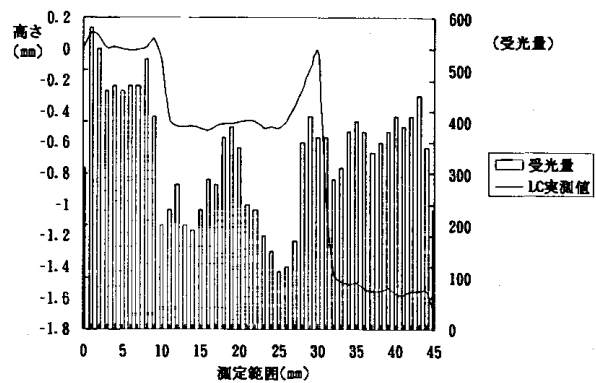


図7 輪郭形状測定結果（受光量）

定結果を加味することにより、より正確な形状を捕らえることが可能となる。

## 2.3 チップの測定実験

図8に未使用と摩耗したチップの測定結果の比較を示す。これより、同一の値をとる領域幅が未使用のチップに比べ、摩耗したチップでは広がっているのが確認できる。すなわち、主切れ刃と逃げ面の摩耗、加工によるチップ表面の形状変化を知ることができる。図9に摩耗したチップの先端部の写真を、図10に受光量による測定結果を示す。未使用のチップの受光量は徐々に変化しているのに対し、摩耗したチップの場合は受光量の高い部分と低い部分の変化が著しい。受光量の高い部分は切削に関与した部分であり、摩耗により光沢を帯びている部分である。また、その周りの受光量の少ない部分は焼けなどにより、黒ずんでしまった部分である。

以上のことから、摩耗したチップの表面の変位量と受光量の2つの測定結果を未使用チップ表面の状態と比較することにより、チップの摩耗の測定が可能であること

が確認できた。

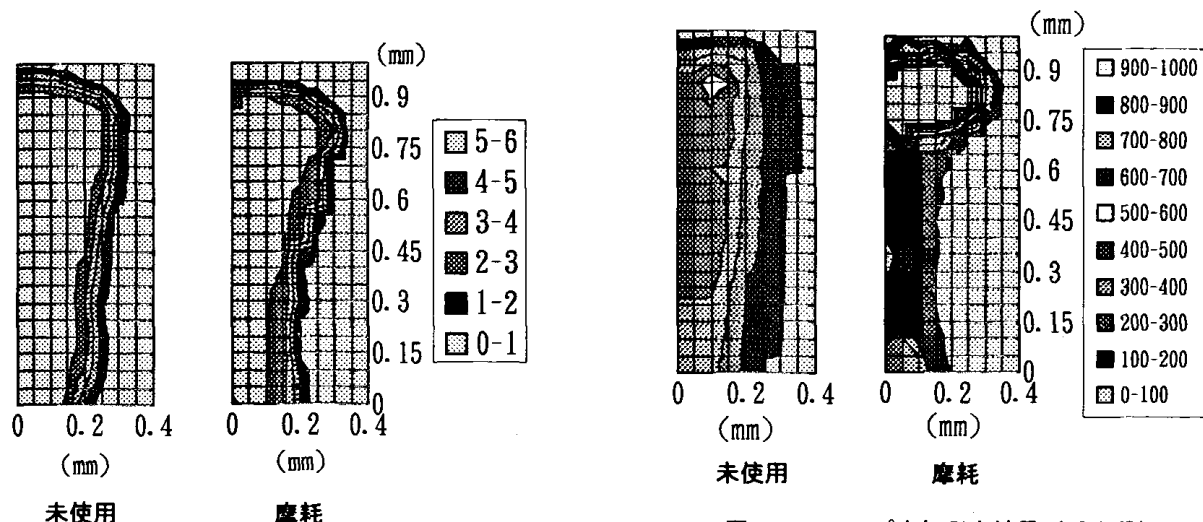


図8 チップ摩耗測定結果 (変位置)

図10 チップ摩耗測定結果 (受光量)

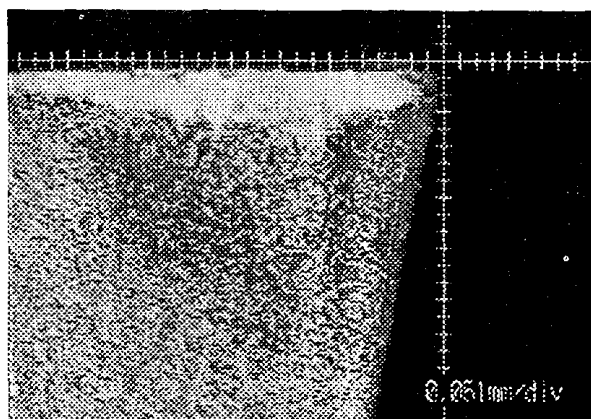


図9 チップ摩耗面

### 3 まとめ

本実験により、レーザー変位計によるチップの摩耗測定ができることが確認できた。摩耗測定 (変位置) では未使用の状態と摩耗した状態を比較することにより摩耗

を判別することが可能である。さらに、受光量測定を加味することにより明確に未使用チップと摩耗チップの判別ができ、摩耗部分を認識できることが分かった。また、この2種類の測定方法を組み合わせることにより、摩耗を高い精度で測定することが可能となる。しかし、実際に加工機械に設置した場合の不具合発生や、チップの摩耗進行状況の測定、チップの摩耗が被切削物へ与える影響の観察データなどが不足しており、今後これらのデータを蓄積し、レーザー変位計を利用した加工工具の監視システムの実用化を目指す。

なお、本研究は平成8年度技術パイオニア養成事業ORT事業で実施したものである。

### 文 献

- 安藤光：レーザー変位計のFA分野への活用、省力と自動化、11, 1988
- 杉田、上田、稲村：基礎切削加工学、共立出版
- 梅沢、菅野：超硬工具のカンドコロ、大河出版