

切削加工における工具摩耗の3次元測定技術

生産技術部 ○南 晃*

(*現 地域資源部)

1. はじめに

切削加工における工具摩耗の適正な測定・管理は生産現場において大きな課題である。これまで、当センターでにおいてCCDカメラと画像処理による工具摩耗測定技術に関する研究を行ってきた。CCDカメラによる2次元的な工具摩耗測定は加工現場でオンライン測定が可能であるが、切削工具刃先は3次元的な複雑な形状であり、工具摩耗を正確に測定するには3次元的に測定することが望ましい。しかし、3次元測定はオフラインで行う必要があり、工数がかかり実用的ではない。本研究では、全焦点3D表面形状測定装置（以下、3次元測定装置と言う）で工具摩耗量を測定し、CCDカメラで2次元的に測定した結果とを比較し、その関連について検討を行った。

2. 実験の内容

2.1 切削加工試験

切削長ごとの工具摩耗を測定するサンプルを作成するため、切削実験を行った。実験条件を表1に示す。切削工具は2刃ハイスエンドミルを使用し、被削材には合金工具鋼鋼材SKD11を用いた。10本のエンドミルを用意し、切削長を1m～10mまで1mずつ増加させ加工を行い、それぞれの切削長の摩耗状態を有する工具摩耗サンプルを作成した。

2.2 CCDカメラによる2次元的工具摩耗測定

工作機械上に設置し、CCDカメラと画像処理装置を基本とし、非接触で工具摩耗をオンライン計測するためのシステムを構築した。システムの主な構成を図1に示す。

加工前に未使用の工具刃先エッジ位置をシステムに記憶させ、加工後に摩耗により後退したエッジ位置を画像処理で抽出し、未使用時のエッジ位置との距離を工具摩耗として測定した。

2.3 3次元測定装置による3次元的工具摩耗測定

今回使用した3次元測定装置の写真を図2に示す。この装置を使用して工具刃先を3次元的に測定した。切削前の工具刃先形状をあらかじめ測定しておき、一定長加工後、同様に工具刃先形状を測定し、両者の体積の差分を工具摩耗量とした。

3. 実験の結果

3.1 2次元的工具摩耗測定結果

図3に例として未使用の工具刃先と10m切削したときの工具刃先を示す。工具刃先が摩耗していることが確認できる。

表1 切削加工条件

		被削材	SKD11
加工形態	加工方法	側面切削 ドライ加工	
	切削工具	種類	ハイスエンドミル
加工条件	送り速度	200mm/min	
	切り込み	縦	2mm
		横	0.5mm

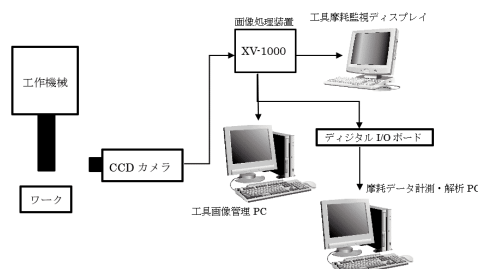


図1 工具摩耗測定システム



図2 3次元測定装置

切削前のエッジ位置と後退したエッジ位置間の距離を高さ方向ごとに測定した結果を図4に示す。切削長が長くなるほどエッジの後退量が大きくなり、CCDカメラによる撮影画像から工具摩耗量を測定可能であることが確認できた。また、未使用時のエッジと工具摩耗により後退したエッジは必ずしも平行ではないため、工具摩耗量は工具高さにより変化することがわかった。

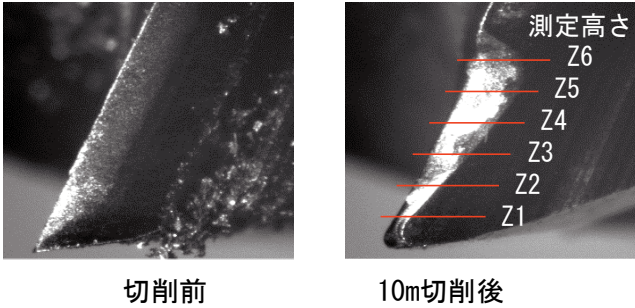


図3 CCDカメラによる撮影画像の例

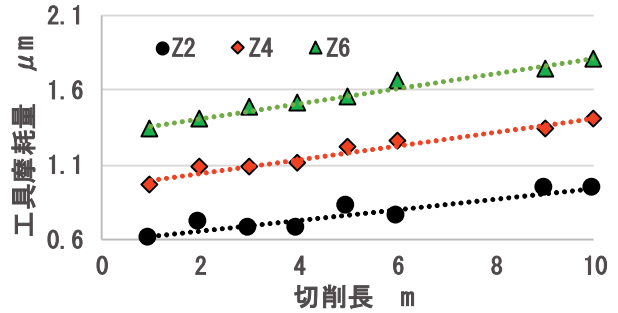


図4 CCDカメラによる工具摩耗測定結果 (測定高さZ2, Z4, Z6を例示)

3. 2 3次元的工具摩耗測定結果

図5に未使用時および加工後の工具刃先形状を重ねたものおよび工具摩耗部分を抽出した図を示す。この差分の体積を算出することで切削長ごとの工具摩耗を測定した。測定結果を図6に示す。切削長の増加とともに工具摩耗量も増加している。

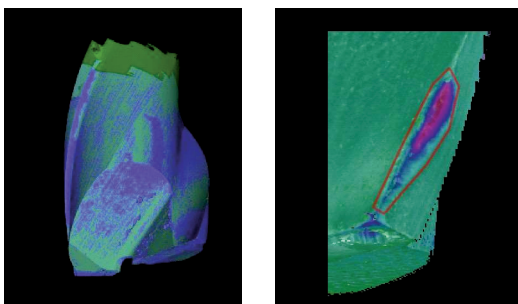


図5 3次元測定装置による刃先形状

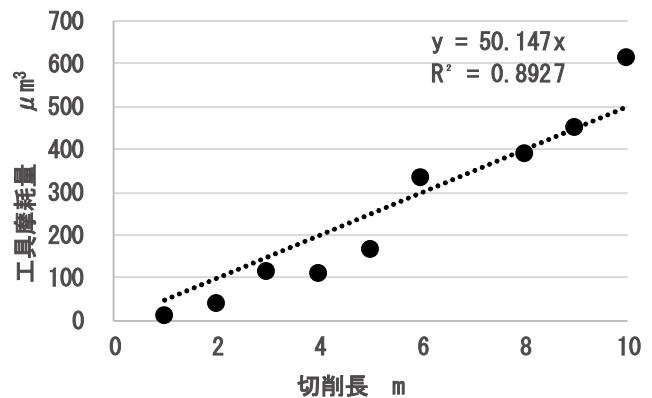


図6 3次元測定装置による工具摩耗測定結果

4. おわりに

加工前と加工後のエッジ位置の後退量を測定した結果と、工具摩耗部分の体積変化を測定した結果を図7に示す。

両者間には強い関連性が認められたが、その関係が単純な係数換算等で表されるような関係ではないことがわかった。

このことは、両者の間に存在する強い相関関係を明らかにすることができれば、エッジ後退量から工具摩耗による体積変化の推測が可能となり、工具摩耗測定の高高度化を図ることが期待できる。

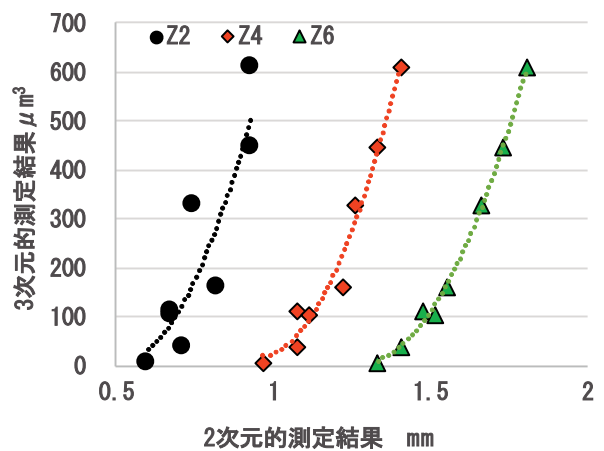


図7 2次元測定と3次元測定の関係 (測定高さZ2, Z4, Z6を例示)