

# 切削工具を長寿命化する電界砥粒制御・均一刃先研磨加工の研究

愛知工業大学 工学部 機械学科 教授  
田中 浩

## 1. テーマ設定の背景

切削工具は素形材に形状や機能を付加するために必須であり、Society5.0の世の中でもモノづくりの主役のひとつとなる。しかしながら、工具は摩耗し、今後は環境・資源面も含めて更なる工具の長寿命化が必要である。本研究では低コストで生産ライン展開への壁が小さい工具摩耗低減方法を提案する。

## 2. 素形材分野との関連性

本技術は素形材の表面調整や形状・機能を付加する加工に必須な切削工具の刃先摩耗低減技術に関する。素形材の切削加工ラインの生産性向上、また被加工材(製品)の加工品質向上に寄与できる。

## 3. 研究開発の成果

筆者らは、工具刃先表面に存在するミクロレベルの微細キズや研削痕を除去することで刃先摩耗起点が減少し摩耗が低減すると考え、刃先を均一・平滑、高効率に研磨する電界砥粒制御を用いた加工法、装置を開発した。

図1は本開発技術をcBN工具(被削材:焼入鋼)に適用した結果である。切削前に工具刃先を研磨加工することで、逃げ面摩耗量を最大で1/2に低減できることを確認できた。

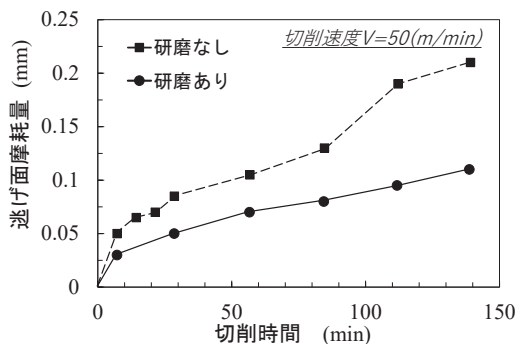


図1 研究成果事例 (cBN工具/被削材SUJ2)

## 3.1 電界砥粒制御・均一刃先研磨加工技術

本研究では2つの技術、一つは電界砥粒制御技術、もう一つは、NC制御による均一研磨技術を用いている。

### ①電界砥粒制御研磨技術

絶縁液であるシリコンオイル中にダイヤモンドの砥粒を分散させ、この流体に交流電界を加えると、与える印加周波数に共振して流体中を砥粒が運動し、引き付けられる。刃先を遊離砥粒で研磨するが、研磨パッド回転時に遠心力で砥粒が散逸する問題点があった。電界砥粒制御技術を適用することで砥粒を集めることが可能になり、砥粒が刃先から散逸する悪影響を抑制し、研磨効率を約20%向上させることができた(図2)。

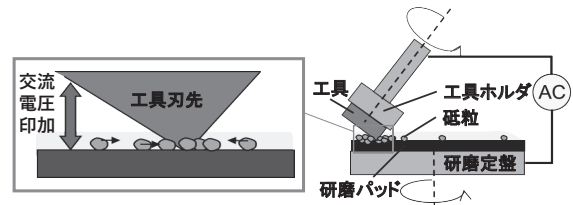


図2 電界砥粒制御研磨技術の模式図

### ②NC制御による均一研磨技術

工具刃先は3次元形状であり、刃先表面を均一に研磨するためには刃先部分を回転させると共に、常に刃先を均一の量で研磨パッドに沈み込ませる必要がある。今回、NC制御により、工具 $\theta$ 回転時にホルダ回転とZ軸移動とを同時作動させ、工具刃先沈み込み量一定の研磨を行うことができた(図3)。

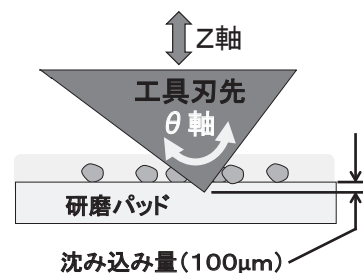


図3 NC制御均一研磨方法

上記①、②の技術による刃先研磨装置を図4に示す。工具ホルダは駆動軸に絶縁されて接続されており研磨定盤と工具ホルダ間に交流電圧を印加し研磨する。研磨時間は約2分である。図4の装置はフル仕様であるが、生産ラインに導入する場合は使用工具の形状に合わせて動作を単純化することで数10万程度の投資で導入が可能と考えられる。



図4 工具刃先研磨装置外観

図5はcBN工具刃先研磨前後のSEM観察結果である。研磨なしの刃先は研削痕や微小な傷が観察されたが、研磨した刃先には研削痕や微小傷が見られず、研磨により均一・平滑に加工されていることを確認できた。

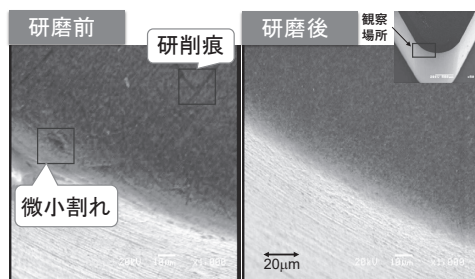


図5 刃先研磨前後のSEM観察像

図6は、切削実験後の刃先観察結果である。研磨なしで切削すると微細な欠損が見られたが、研磨した刃先では切削後も微細な欠損が見られず、均一に刃先摩耗が進んでいることを確認できた。

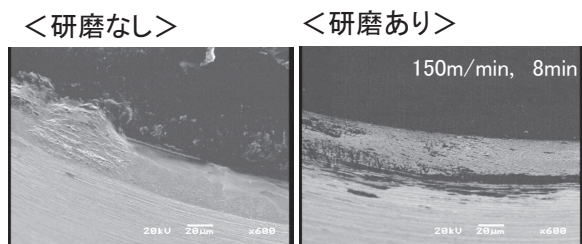


図6 切削実験後の刃先SEM観察像

### 3.2 刃先研磨時の交流電圧印加の影響

本研究では研磨加工の高効率化のために研磨時に交流電圧を印加しているが、電圧印加の砥粒集中効果だけでなく、刃先の表面状態にも影響を与えていると考えられる。図7は、交流電圧印加有、無で、同条件の研磨を行い、切削した後のcBN工具刃先の観察結果である。交流電圧を印加して研磨した工具刃先の方で均一に摩耗が進んでいると共に、刃先表面の凝着物も少ない状況が観察された。すなわち交流電圧を印加した工具刃先の方が、より摩耗し難い表面になっていることが推測される。

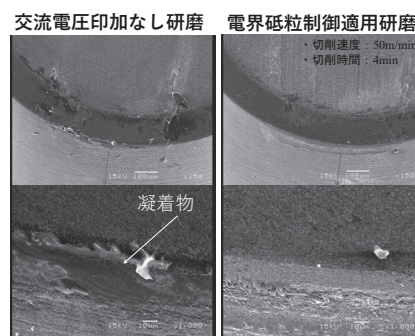


図7 交流電圧印加有無で研磨後、切削した刃先SEM像

### 4. 訴求点

今回開発した方法は、切削前に数分の研磨加工を行う工具の長寿命化手法であり、かつ研磨装置も数10万の初期投資で行える。工具材料・形状と被削材との組合せによる適正化は随時必要と考えるが、生産ラインへの導入への壁は低いこと、加えて、工具コスト、交換段取り頻度低減も見込まれ、波及効果大と考える。

### 参考文献

- 1) H. Tanaka, Y. Kawase and Y. Akagami, Novel polishing method of cutting edge using AC electric field for controlling flank wear, Key Engineering Materials, Vol. 767, pp. 268-274 (2018)
- 2) 田中浩, 川瀬恵嗣, 赤上陽一, 切削工具刃先の電界砥粒制御技術を用いた研磨加工とその効果, 砥粒加工学会誌, Vol.63, pp. 174-177 (2019)