

電界砥粒制御技術を用いた工具刃先研磨—電界の砥粒集中効果—

[研究代表者] 田中 浩 (工学部機械学科)

[共同研究者] 長屋 圭 (工学研究科生産・建設工学専攻)

研究成果の概要

著者らは、工具刃先表面を平滑に研磨することで、切削時の刃先摩耗量が低減する効果を把握した。刃先表面の研磨を行う際には、電界砥粒制御技術を用いて研磨時の砥粒の散逸を防止し研磨効率を向上させている。さらに電界砥粒制御により刃先を研磨すると、切削時間が長くなっても刃先の摩耗量が少ない傾向となることがわかった。そこで今回、電界砥粒制御により研磨を行う際、電圧を印加した時の刃先への研磨砥粒の集中度合いを把握し、電界による刃先への砥粒集中効果が刃先の摩耗量低減にどのように影響しているかを検討した。調査の結果、刃先が侵入しなくても刃先近傍に砥粒が集まることが確認された。このことは、実際に電界砥粒制御により刃先研磨を行うと、研磨パッドに侵入している刃先近傍にも砥粒が集まっていると考えられる。この電界による砥粒集中効果により、刃先に砥粒が繰り返し当たることで、刃先表面の安定化が図れていると考察を行った。

研究分野：生産加工，表面処理

キーワード：切削工具、長寿命化、研磨、電界砥粒制御

1. 研究開始当初の背景

SDGs の目標にも掲げられているように、モノをつくる責任も今後は考えていかななくてはならない。我々が取り組んでいる切削加工の分野においては、刃先を摩耗させない長寿命化技術の開発が必要とされている。本研究室では、刃先の表面処理、具体的には刃先表面研磨効果など、刃先を表面改質することで、切削時の刃先摩耗量が低減する効果のメカニズムを明らかにし、刃先の摩耗低減方法を提案、実用化することを目標に研究を進めている。

2. 研究の目的

著者らは、刃先表面の研磨を行う際に、電界砥粒制御技術を用いて研磨時の砥粒の散逸を防止し、研磨効率を向上させている。電界砥粒制御とは、工具と刃先の間に研磨剤（ダイヤモンド砥粒とシリコンオイルの混合剤）を介して、4 kV 程度の交流電圧を数 Hz～数 10Hz の周波数で印加すると工具の刃先に砥粒が集中させて、散逸しないようにコントロールが可能となる技術である。さらに電界砥粒制御により刃先を研磨すると、切削時間が長くなっても刃先の摩耗量が少ない傾向となることがわかった⁽¹⁾。そこ

で今回、電界砥粒制御により研磨を行う際、電圧を印加した時の刃先への研磨砥粒の集中度合いを観察、定量化し、電界の砥粒集中効果が刃先の摩耗量低減にどのように影響しているかを検討したので報告する。

3. 研究の方法

砥粒の刃先集中状況の観察するために実験を行った。工具刃先と研磨パッド間に交流電圧を印加した時の砥粒の集中状況を、刃先が研磨パッドへ侵入する量を変えて調査した。特に、刃先と研磨パッドが侵入せず離れている時の状況も把握した。これは、高電圧の交流電圧が印加されるため、刃先とパッドが離れていても砥粒集中が起こるのではないかと考えたからである。砥粒の集中度合いは研磨パッドの残存した砥粒の集中幅により評価した (図 1)。

用いた工具は c BN (BN250-TNGA160408, 住友電工ハードメタル) とした。3 角形の工具であり、刃先の 3 角錐形状が研磨パッドに侵入するような状態となる。

実験条件は、印加電圧は 1.2, 2.5, および 4kV, 印加周波数 8Hz, 電圧印加時間 60 秒とした。

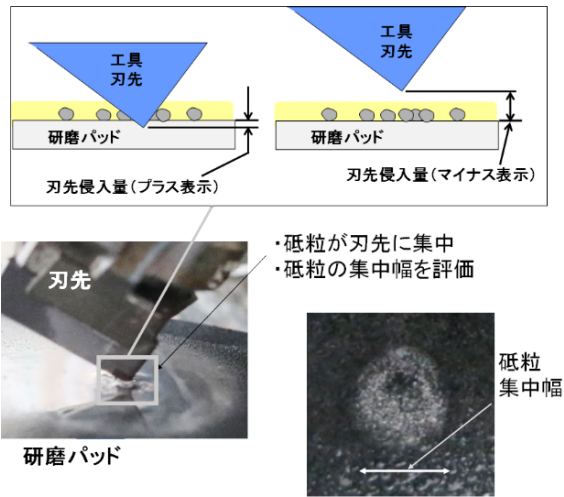


図1 刃先への砥粒集中状況の評価方法

4. 研究成果

図2に印加電圧を変えた時の刃先侵入量に対する砥粒集中幅を示す。また、図3は4kVの電圧を印加した時の刃先への砥粒集中状況を示す写真である。刃先を実際に研磨する場合は、刃先を研磨パッドに50~100μm侵入させて行う。今回、刃先を侵入させない状況でも刃先に砥粒が集中することを確認できた。また、刃先と研磨パッドが500μm離れていても、印加電圧が1.2kV以上であれば砥粒が集中すること、印加電圧4kVでは刃先と研磨パッドが1mm離れていても砥粒が集中することを確認できた。

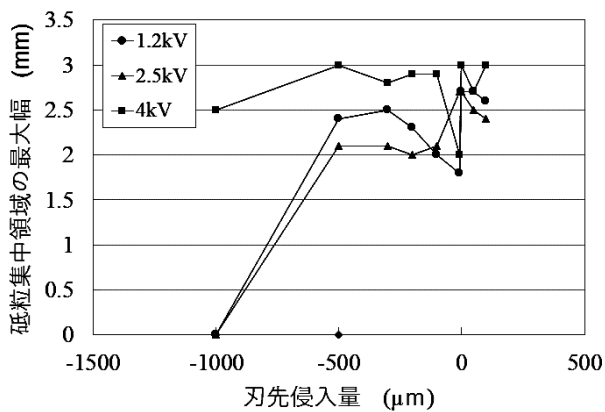


図2 刃先侵入量による砥粒集中幅の変化

今回の調査により、刃先が侵入しなくても刃先近傍に砥粒が集まることが確認された。このことは、実際に電界砥粒制御により刃先研磨を行うと、研磨パッドに侵入している刃先近傍の研磨パッドから離れている部分にも砥粒が集まっていると考えられる。逆に、電圧をかけていない

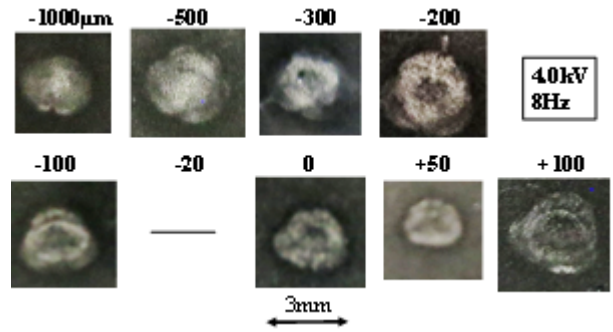


図3 印加電圧4kV時の砥粒集中状況

場合は、侵入した刃先部分のみが研磨されているということになる。図4は、今回の結果から、電界砥粒制御により刃先を研磨すると切削時間が長くなっても刃先の摩耗量が少ない傾向となる理由の考察図である。刃先と研磨パッド間に電圧印加しながら研磨を行うと、まず、第1の作用として砥粒が刃先に集まることから、砥粒不足が解消され研磨の高効率化が行える。そして、第2の作用として、刃先が侵入していない部分にも砥粒が引き付けられ刃先に当たる作用があると考えられる。この第2の作用が繰り返されることで刃先表面の安定化が図られると思われる。今後は本考察の検証を表面分析・解析を駆使して行う予定である。

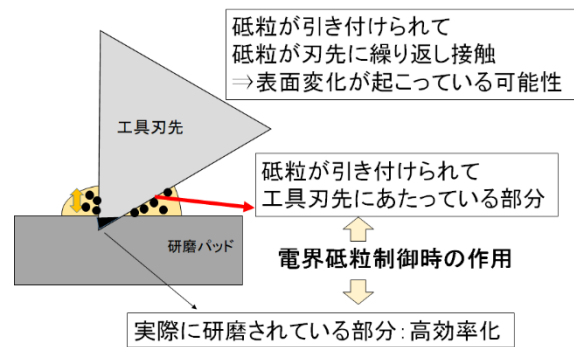


図4 電界砥粒研磨による刃先研磨時の考察図

5. 本研究に関する発表

- (1) K. Nagaya, H. Tanaka, Y. Kawase and Y. Akagami, "Effect of AC Electric Field Polishing with Abrasives on cBN and Cermet Cutting Tool Wear", The 10th IIAE International Conference on Industrial Application Engineering (ICIAE2022), Matue and Online, March26-30, 2022
- (2) 田中 浩, 長屋 圭, "切削工具の長寿命化技術-刃先摩耗低減技術の研究動向-" 表面技術, 73(2022) p.74-77.