電界砥粒制御技術を用いた研磨によるスローアウェイ工具の長寿命化検討

田中 浩^{a,*}, 藤谷 恭輔^a, 谷口 智洋^b, 川瀬 恵嗣^b, 赤上 陽一^c

^a 鶴岡工業高等専門学校 機械工学科(〒 997-8511 山形県鶴岡市井岡字沢田 104)

^b 株小林機械製作所(〒 510-0947 三重県四日市市八王子町 2435)

^c 秋田県産業技術センター(〒 010-1623 秋田県秋田市新屋町字砂奴寄 4-11)

Study on Extension of Cutting Tool-Life by Polishing on a Cutting Edge using Controlled Abrasives under AC Field

Hiroshi TANAKA^{a,*}, Kyoussuke FUJIYA^a, Tomohiro TANIGUCHI^b, Yoshitsugu KAWASE^b and Youichi AKAGAMI^c

^a Tsuruoka National College of Technology(104, Sawada, Ioka, Tsuruoka-shi, Yamagata 997-8511)

^b Kobayashi Machine Mfg Co. Ltd.(2435, Hachioji-cho, Yokkaichi-shi, Mie 510-0947)

^c Akita Industrial Technology Center(4-11, Sanuki, Araya-machi, Akita-shi, Akita 010-1623)

Keywords : Abrasives, AC Field, Cutting Edge, Tool-Life, Polishing

1. 緒 言

昨今、機械加工においても環境に配慮したものづくりが提唱され、ドライ加工や工具のリサイクル化などの取り組みが進められている。加えて、昨今の希少金属問題も重なり、特に切削工具の長寿命化や切削工具用レアメタル使用量低減については緊急課題と言える¹⁾。

現在、著者らは、電界砥粒制御技術を適用した研磨加工法により、工具の長寿命化を高効率に実現する方法を検討中である。

通常の遊離砥粒研磨法は、試料に加工圧を与え、試料と研磨上盤を相対運動させることで砥粒が転動し、研磨が発現し、高品位な仕上がりが得られる。しかしながら、研磨定盤の回転による遠心力によって砥粒が散逸してしまい研磨効率が低くなるという問題点がある。

電界砥粒制御技術は、例えば、絶縁オイルであるシリコンオイル中にダイヤモンドなどの砥粒を分散させ、この流体に交流電界を加えると、砥粒が印加周波数に共振して流体中を運動する性質を利用したものである。この挙動を遊離砥粒研磨に応用すると被加工面の電界強度が高いところに砥粒を集めることが可能になる²⁾。

そこで、電界砥粒制御技術を遊離砥粒研磨法に導入することで、砥粒が試料から散逸してしまう悪影響の抑制が見込まれる。すなわち、加工面の仕上げ品位は良好であるが、効率が低いと言われる遊離砥粒研磨の高効率化が可能となる³⁾。

従来エンドミル工具に電界砥粒制御技術を適用し、刃先の仕上げ面が良好になったという報告がある⁴⁾。そこで、著者

らは、現在、輸送機産業などに多用され、長寿命化が望まれている交換工具方式のスローアウェイ工具(以下 TA 工具)に着目した。

本研究では、TA 工具刃先に電界砥粒制御技術を適用して研磨加工することにより、工具の寿命を延ばすことができないか検討した。そして、旋削実験により工具の摩耗量を定量的に評価でき、工具の長寿命化の可能性を示す結果が得られたので報告する。

2. 実験方法

2. 1 電界砥粒制御技術を用いた工具刃先研磨装置

図 1 に製作した研磨装置を示す。研磨定盤と TA 工具ホルダ間に交流電圧を印加し研磨する。TA 工具ホルダは、NC 制御機構を有する駆動軸に絶縁され、つながっており、X、Z 軸、および C 軸同時駆動が可能である。TA 工具は、研磨したい刃先部分を下向きにして、ホルダに固定される。下向き取り付けられた刃先は、研磨パッドにわずかに埋没する状

Fig. 1 Polish apparatus using controlled abrasives under AC field.

* E-mail : htanaka@tsuruoka-nct.ac.jp

Fig. 2 SEM micrographs of the cutting edge after polishing

態で研磨される。また、TA 工具ホルダを回転させる機構により、刃先の端から中央までを研磨する。

2. 2 試料, 実験条件および評価方法

TA 工具は、CBN (住友電工ハードメタル製 TNMA160408-BN250)を用いた。はじめに、上記研磨装置にて工具刃先研磨を行った。電界条件は交流電圧 4 kV, 周波数 10 Hz, 研磨定盤回転数は 80 rpm, ダイヤモンド砥粒を含むシリコンオイルを研磨剤とした。研磨パッドはスエード製である。研磨剤は、研磨が始まる前に、工具刃先が研磨パッドに接触する部分にスポイトで滴下された。また、工具刃先の位置は、研磨パッド表面から 50 μm 埋没するように設定した。

次に、旋削評価実験を行った。旋削は HB 形昌運カズヌーブ切削機を用い、被削材は直径 80 mm の SUJ2 (HRC58 以上) 丸棒を用いた。切削速度は、50, 100, 150 m/min, 送り 0.1 mm/rev, 切込み 0.1 mm とした。旋削後、光学顕微鏡により写真を撮り、刃先の逃げ面摩耗量を評価した。逃げ面摩耗量とは、切削工具刃先が摩耗していく部分の一つである逃げ面部の摩耗量である。

3. 実験結果

3. 1 電界砥粒制御による研磨前, 後の工具刃先状況

研磨した後の CBN 工具刃先の SEM 観察結果を図 2 に示す。

研磨すると、刃先表面の研削痕が消えていることを確認できた。また、電界砥粒制御を用いた研磨の方が、同条件でも刃先の丸みが大きくなっており、高効率に表面が仕上がっていることを確認できた。

3. 2 切削時間と逃げ面摩耗量の関係

図 3 に、刃先研磨なし工具、および電界砥粒制御技術を用いた刃先研磨有工具にて旋削した場合の切削時間と逃げ面摩耗量の関係を示す。

切削速度 50, 100, 150 m/min のいずれの条件においても、電界砥粒制御技術を用いて刃先を研磨した工具の方が、逃げ面摩耗量を小さくすることを確認できた。特に切削速度が低

Fig. 3 Frank wear width of the cutting edge with or without polishing after turning experiment

Fig. 4 SEM micrographs of the cutting edge with or without polishing after turning experiment

い方で寿命向上度が大きい結果が得られ、切削速度 50 m/min の場合は、逃げ面摩耗量が半減する結果が得られた。

その理由の一つとして、切削速度が低い方が切削時のダメージが少なく、研磨した刃先の状態がより長く保たれるためと考えられる。今後、さらに考察解析を進めていく。

3. 3 工具刃先の摩耗状況観察結果

図 4 は、研磨なし工具と研磨有工具の刃先を SEM 観察した結果である。切削速度 50 m/min、147 min 切削した後の工具刃先状態は、研磨有工具、研磨なし工具で比べると、研磨有工具の方が、なめらかに摩耗が進んでいる傾向がみられた。以上の結果より工具寿命が向上する理由としては、工具刃先の研削痕除去や刃先先端の平滑化により、刃先にかかる摩耗圧力の分散・均一化、あるいは微細なクラックの存在による刃先の微細割れの低減が起きていると考えられる。

4. 結 言

TA 工具刃先を、電界砥粒制御技術を用いた研磨により加工し、工具の長寿命化の可能性を検討した。今回、切削速度を変えた場合の工具刃先の逃げ面摩耗量を評価したところ、工具寿命が向上する結果が得られた。今後は刃先研磨による摩耗量低減のメカニズムを検討していく。

(Received April 16, 2012 ; Accepted April 20, 2012)

文 献

- 1) http://www.nedo.go.jp/activities/EF_00123.html, 希少金属代替材料開発プロジェクト.
- 2) 赤上陽一, 浅利孝一, 藤田豊久, B. ジャヤデワン, 梅原徳次; 日本機械学会論文集(C編), **66**, 3168 (2000).
- 3) 赤上陽一, 高橋勇助, 松村 隆; 精密工学会学術講演会講演論文集, **2003S**, 402 (2003).
- 4) 赤上陽一, 加藤 勝; 精密工学会学術講演会講演論文集, **2005A**, 263 (2005).