

無酸素銅精密切削におけるダイヤモンド工具寿命予測のための摩耗状態の把握

工学部 機械システム工学科 金枝 敏明 (金枝研究室)
 中山 貴史 (金枝研究室)
 鳥越 治木 (金枝研究室)
 株式会社アライドマテリアル

keywords : 精密切削、ダイヤモンド工具、無酸素銅、工具摩耗

1. 研究目的

ダイヤモンド工具は切れ刃稜の鋭利さおよび滑らかさなどの点で、cBN 工具や超硬合金工具よりも優れており、非球面レンズなどの光学分野やポリゴンミラー、コピー機のドラム、加速管用無酸素銅製セルといった超精密部分の切削工具材料として広く用いられている。しかし価格が高く、上記の超精密切削部品を経済的にするためには、工具寿命の延長が望まれる。

これまでの研究より、加工雰囲気を変えて窒素雰囲気にする事で工具-被削材間での酸化・還元反応が抑制され、工具摩耗が抑制されることが確認されている。そこで天然および合成ダイヤモンド工具を用いて Dry および窒素雰囲気下で切削実験を行い、工具摩耗の形態を比較検討した。

2. 実験方法

実験材料には真空中にて 500℃で2時間焼鈍した無酸素銅 (Cu99.996%) を用い、工具には天然単結晶と合成単結晶ダイヤモンド工具を使用した。実験装置には CNC 旋盤を用い、切込み量 $t_1=20\mu\text{m}$ 、送り量 $f=1\mu\text{m}/\text{rev}$ 、主軸回転数 $N=1500\text{rpm}$ の切削条件で端面切削を行った。

今回、窒素の及ぼす影響を調査するために、ノズルを通して切削部分周辺にそれらを吹き付け、切削部の酸素濃度を 13%以下にした。工具は切削距離 200km ごとに取り外し、KEYENCE 社製レーザー顕微鏡により工具刃先の摩耗状態を観察した。加工面の粗さ測定は、触針半径 $0.5\mu\text{m}$ の針を用い触針式粗さ計で実施し、実験終了時に工具刃先を SEM により観察した。なお、工具寿命の定義としては、加工面平均粗さ R_a が急激に上昇した時点とした。

3. 実験結果および考察

図 1 には、天然および合成工具の Dry、 N_2 雰囲気下での加工面平均粗さの切削距離による変化を示す。図 2 には、各工具のすくい面クレータ摩耗最大深さの切削距離による変化を示す。なお、Dry 雰囲気下での合成工具は 1600 km で寿命に至り、その他は寿命に至っていない。

- 1) ダイヤモンド工具は切削開始直後から鏡面が得られないならし切削距離があるが、合成工具では約 600km と長いのに対して、天然工具では 100km 未満と短い。
- 2) 図 2 より、クレータ摩耗最大深さは、 N_2 雰囲気により抑制できる。
- 3) クレータ摩耗最大深さはある程度切削距離が進むと進展しにくくなる。
- 4) 加工面平均粗さが上昇して工具寿命に至ってもクレータ摩耗の最大深さは増加せず、寿命とは対応しない。

4. 応用の可能性

より詳細な摩耗形態の把握と現在実施しているカソードルミネッセンスによるダイヤモンドの欠陥分布の調査により、寿命の長い工具の選定が可能となる。

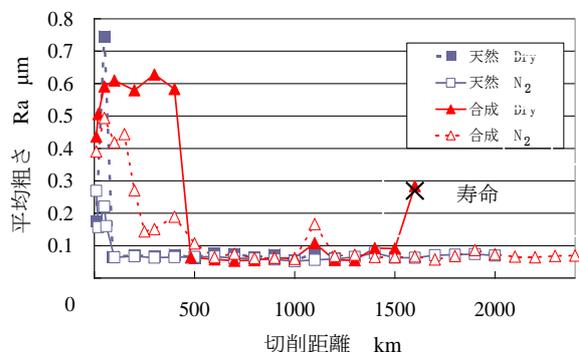


図 1 各種雰囲気の加工面平均粗さと切削距離の関係

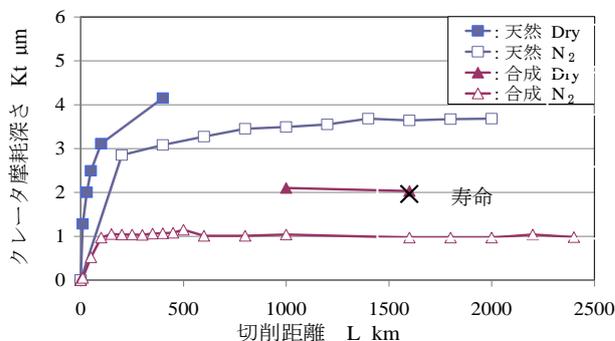


図 2 クレータ摩耗最大深さと切削距離の関係