

ダイヤモンド工具の無酸素銅精密切削における工具損耗 -顕微FT-IRによる窒素不純物解析結果と損耗の関係-

工学部 機械システム工学科 金枝 敏明, 安藤 寛, 鳥越 治木 (金枝研究室)

(株)アライドマテリアル

Keywords: ダイヤモンド工具, 顕微 FT-IR, 窒素不純物, クレータ摩耗, チッピング

1. 実験目的

宝石として高い価値を有しているダイヤモンドは一方で、地球上に存在する物質の中でも最高の硬度を持ち、優れた熱伝導性を有している。そのため、切削工具材料としても利用されている。しかし単結晶ダイヤモンド工具は工具寿命の個体差が大きく、それが問題視されている。これは、ダイヤモンドに内在する窒素不純物が損耗特性を左右させるためだと考えられている。

そこで本研究では、合成ダイヤモンド工具 (Type IIa, Type Ib) の切削に関与する部分である刃先先端部の不純物解析を顕微FT-IRにより行い、切削実験より求めた工具損耗と不純物との関係について調査した。

2. 実験方法と結果

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 $N=1500\text{ rpm}$ で無酸素銅の穴付円板の端面切削を行った。工具はKEYENCE社製レーザー顕微鏡により定期的に工具刃先の状態を観察した。

合成単結晶ダイヤモンド工具Type IIa, Type Ibの刃先先端部をFT-IR分析を行った結果が図1である。ダイヤモンド工具は、 1400cm^{-1} から 1000cm^{-1} の赤外吸収スペクトルの領域に窒素不純物に関連する吸収を持つ。Type IIaにはピークが見られず、逆にType Ibには 1130cm^{-1} と 1344cm^{-1} にP1 センタと呼ばれるピークが見られる。これらのピークは共に窒素原子が単体で炭素原子と置換した構造によるものである。

このFT-IRの結果よりType IIaにはほとんど窒素が含まれておらず、Type IbはType IIaに比べ多くの窒素が含まれていることが分かる。

図2にクレータ摩耗体積の切削距離による推

移を示す。結果、Type Ibの方がType IIaより摩耗体積が多いことが分かる。

図1と図2から窒素不純物が多い程、クレータ摩耗体積が大きいことが分かる。ダイヤモンドは窒素不純物が多いほど、熱伝導率や強度が低くなることが分かっている。そのため熱が工具中に溜りやすくなり、ダイヤモンドと銅の酸化還元反応が促進されたと考えられる。

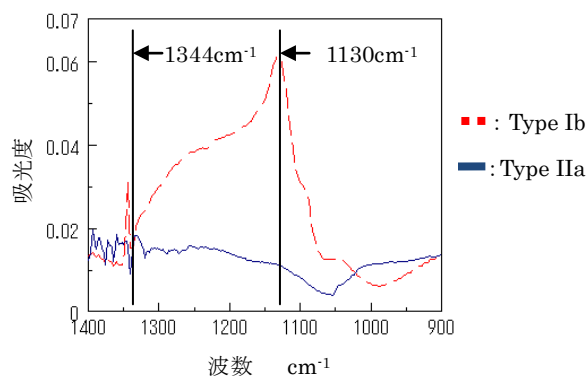


図1 ダイヤモンド工具刃先の吸光度

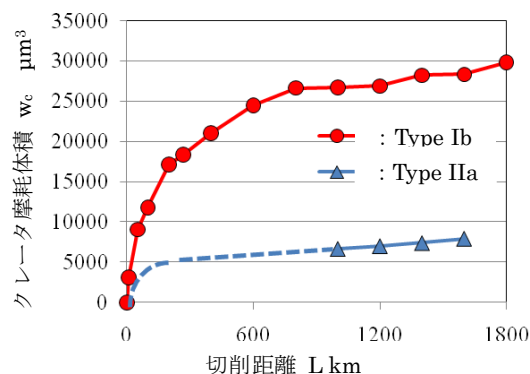


図2 クレータ摩耗体積の切削距離による推

3. 応用の可能性

ダイヤモンドの内部欠陥と損耗特性の関係を明らかにすることで、より高性能なダイヤモンド工具の選別ができるようになる。