

Title	耐摩耗工具用超硬合金の切削に関する研究
Author(s)	許, 盛中
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/23457
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	許 盛 中
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 22329 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	耐摩耗工具用超硬合金の切削に関する研究
論文審査委員	(主査) 准教授 藤原 順介 (副査) 教授 竹内 芳美 教授 高谷 裕浩

論文内容の要旨

本研究では超硬合金の基本的な切削機構を明らかにし、その精密切削の可能性を深めることを目的として、超硬合金の旋削実験を行い、工具摩耗機構および切削抵抗特性などを調べた。以下に本研究で得られた結果の要旨を示す。

(1)多結晶ダイヤモンド焼結体(PCD)工具を用いて超硬合金の旋削を行い、その基本的な切削機構を調べた。その結果、工具摩耗は切削初期段階で大きく進行し、切削距離の増加に伴い、その形状が刃先に水平な摩耗形態から山型の摩耗へと移行することが分かった。切削抵抗は3分力のうちで背分力が最も大きく、次いで主分力、送り分力の順で大きくなった。また切削抵抗は切削速度に対する依存性はなく、送り速度に対して依存性が確認された。

(2)PCD 工具、cBN 工具、PcBN 工具を用いて超硬合金の切削を行い、それぞれの工具材種が示す切削性について調べた。その結果、工具摩耗幅の観点からは PcBN 工具が最も優れるという結果を得たが、刃先の後退が著しいことから、今回用いた工具材種の中では、PCD 工具が最も超硬合金の切削には適しているということが分かった。また PCD 工具には工具摩耗面に付着物が多く発生するが、EPMA 元素定性分析より、この付着物は被削材である超硬合金であることが確認された。また、ダイヤモンド粒径が異なる2種類の PCD 工具について旋削実験を行い、工具構成粒子の粒径が切削性に与える影響を調べた。その結果、粒径の大きい PCD 工具の工具摩耗幅および切削抵抗は、粒径の小さい工具の半分程度に減少した。

(3)組成の異なる超硬合金素材の切削を行い、被削材の機械的性質および材料組織などが切削性に与える影響について調べた。その結果、被削材硬度の高い超硬合金ほど工具寿命が長くなった。各被削材における切削抵抗は、工具寿命が短い工具ほど大きくなった。すべての被削材において、背分力が非常に大きな増加傾向を示し、3分力中で最も大きな値となった。このことが工具の背分力方向への逃げ面摩耗を生じやすくすることになったと考えられた。

(4)刃先近傍付近での破壊現象、切りくずの生成過程などの詳細な観察を行うために、微視的な切削現象を直接的に観察できる SEM 内微小切削を行った。その結果、WC 粒子の破碎および工具刃先との直接衝突が確認され、WC 粒子の一部が工具を強く擦過することが工具摩耗の原因の一つであり、工具形状の比較では、すくい面からの拘束によりせん断面形成時のき裂に違いがあることが分かった。

(5)乾式切削、湿式切削およびミスト切削を適用し、超硬合金の切削に対して切削油剤が与える影響について調べた。その結果、湿式切削およびミスト切削において、切削温度の上昇が低く抑えられ、切り取り厚さ大の部分で切削油剤の潤滑作用による逃げ面摩耗の抑制が確認された。また切削後の工具摩耗面は逃げ角負形状であり、切り取り厚さが大きい程その角度が大となった。湿式、ミスト切削の切り取り厚さが小の部分では、潤滑効果でこの角度が乾式切削の場合より小さくなり、摩耗幅が大きくなっていることが分かった。

論文審査の結果の要旨

本論文は超合金の基本的な切削機構を明らかにし、その精密切削の可能性を探ることを目的として、超合金の旋削実験を行い、工具摩耗機構および切削抵抗特性などを調べている。主な成果は以下の通りである。

(1)多結晶ダイヤモンド焼結体(PCD) 工具を用いて超合金の旋削を行い、切削機構を調べると、切削抵抗は3分力のうち背分力が最も大きく、次いで主分力、送り分力の順で大きくなる。また切削抵抗は切削速度に対する依存性はなく、送り速度に対して依存性がある。

(2)PCD 工具、cBN 工具、PcBN 工具を用いて超合金の切削を行い、それぞれの工具材種に対する切削性について調べると、工具摩耗幅の観点からは PcBN 工具が最も優れているが、刃先の後退が著しいことから、PCD 工具が最も超合金の切削には適している。また PCD 工具の工具摩耗面には、付着物が多く発生するが、EPMA 元素定性分析より、この付着物は被削材である超合金である。また、ダイヤモンド粒径が異なる2種類の PCD 工具で旋削実験を行うと、粒径の大きい PCD 工具の工具摩耗幅および切削抵抗は、粒径の小さい工具の半分程度に減少している。

(3)組成の異なる超合金素材の切削を行い、被削材の機械的性質および材料組織の違いが切削性に与える影響について調べている。その結果、被削材硬度の高い超合金ほど工具寿命が長くなっている。切削抵抗は工具寿命が短い工具ほど大きく、すべての被削材において背分力が非常に大きな増加傾向を示し、3分力中で最も大きな値となる。このことが工具の背分力方向への逃げ面摩耗を生じやすくする。

(4)刃先近傍付近での破壊現象、切りくずの生成過程などを詳細に観察するため、SEM 内微小切削を行っている。その結果、WC 粒子の破碎および工具刃先との直接衝突が確認され、WC 粒子の一部が工具を強く擦過することが工具摩耗の原因の一つであり、工具形状の比較では、すくい面からの拘束によりせん断面形成時のき裂に違いが生じる。

(5)乾式切削、湿式切削およびミスト切削を適用し、超合金の切削に対して切削油剤が与える影響について調べている。その結果、湿式切削およびミスト切削において、切削温度の上昇が低く抑えられ、切り取り厚さ大の部分で、切削油剤の潤滑作用により逃げ面摩耗が抑制される。また切削後の工具摩耗面は逃げ角負形状であり、切り取り厚さが大きい程その角度が大となる。湿式、ミスト切削の切り取り厚さが小の部分では、潤滑効果でこの角度が乾式切削の場合より小さくなり、摩耗幅が大きくなっている。

以上のように、本論文は耐摩耗工具用超合金の切削に関する現象を詳細に明らかにしたものであり、今後、ますます需要が増えると予想される超合金の高効率加工に寄与できると考えられ、工学的に意義があるものと考えられる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。