ノート

金属基複合材料の外径旋削加工

石川　淳*　菅野　明宏**

Turning of Metal Matrix Composites

ISHIKAWA Atsushi* and KANNO Akihiro**

1. 緒　　言

金属基複合材料（MMC）は，高い比強度と比剛性，耐摩耗性や低熱膨張などの優れた特性を有することから，航空宇宙・自動車・産業機械などへの適用が試みられている。しかし，母材金属材料に強化材としてセラミックスなどの硬い物質が分散しているため，切削加工においては，工具の損傷が激しい難削性を示すことからコスト高となり，普及の妨げとなっている。本報では，MMC の切削特性把握と加工の高能率化を目的として，強化材に SiC 粒子を 40%体積含有したアルミニウム合金基複合材料 MMC40 を対象に，焼結ダイヤモンド（PCD）工具による外径旋削試験を行い，切削速度やクーラント供給条件と工具摩耗の関係について調査した結果を報告する。

2. 旋削加工試験の仕様

図 1 に被削材とした MMC40 の金属組織写真を示す。基材のアルミニウム合金に平均粒径 25μm の SiC 粒子が分散している。

また旋削加工には，（株）滝澤鉄工所製 CNC 旋盤 TCN-213J を用いた。本装置には，最大吐出圧力 15MPa の高圧クーラントユニットが付属しており，クーラントは，図 2 に示す工具ホルダのノズルから，加工点に向けて供給される。

旋削加工試験は，表 1 に示す加工条件により，切削速度をパラメータとして工具摩耗の推移を通常圧クーラント供給において比較した。さらに加工能率向上の可能性調査のために，切削速度 V=350m/min において，高圧クーラント供給を援用して工具摩耗の推移を比較した。

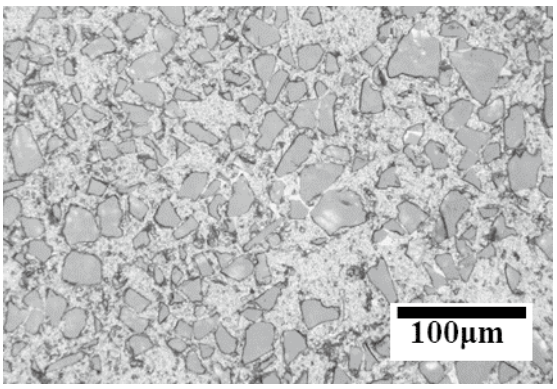


図 1　MMC40 の金属組織写真

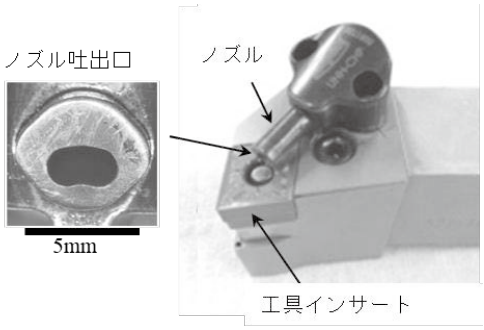


図 2　工具ホルダの外観

表 1　旋削加工条件

切削速度V（m/min）	20　100　200　300　350
送りf（mm/rev）	0.2
切込み量ap（mm）	0.5
工具インサート	CNMG120404-PCD
クーラント液	シンセティックタイプ水溶性
クーラント圧力(MPa)	通常　高圧：3　7　11
被削材	SiC-Al基複合材料MMC40 （直径49mm×長さ51mm）

*　中越技術支援センター
** 研究開発センター

3. 工具摩耗に対する切削速度の影響

工具寿命試験を行い，工具摩耗に対する切削速度の影響を調べた。寿命試験は，加工の進行に伴う工具の最大逃げ面摩耗幅 V_B を測定することにより行った。図 3 に切削距離 L と V_B の関係を試験により求めたグラフを示す。さらに図 3 をもとに L=600m における V_B を切削速度 V をパラメータにプロットしたグラフを図 4 に示す。図より V=200m/min の条件において，工具摩耗が小さいことがわかる。これについて考察すると [1]，加工面の観察などから MMC40 の切削においては工具 PCD が SiC 粒子と衝突し，破砕しながら加工が進むが，切削速度が高い条件では，加工時の切削温度が高くなり，これにより基材のアルミニウム合金の軟化が生じて，工具と SiC 粒子との衝突・擦過が軟化したアルミニウム合金に SiC が埋もれることで緩和され，結果的に工具の摩耗が抑制されるものと考える。図 5 に示す切削加工面の SEM 観察像からは，V=20m/min の加工面に対して V=200m/min，V=350m/min と高切削速度条件になるにつれて，基材アルミニウム合金に SiC 粒子が埋もれて，表面性状がなだらかになる傾向がみられる。さらに図 6 に示す加工面粗さの測定結果からも，数値的に確認される。一方，切削速度が高くな

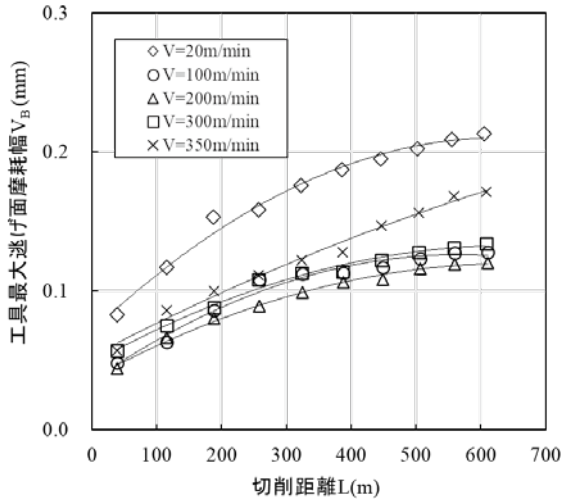


図 3　工具寿命試験の結果

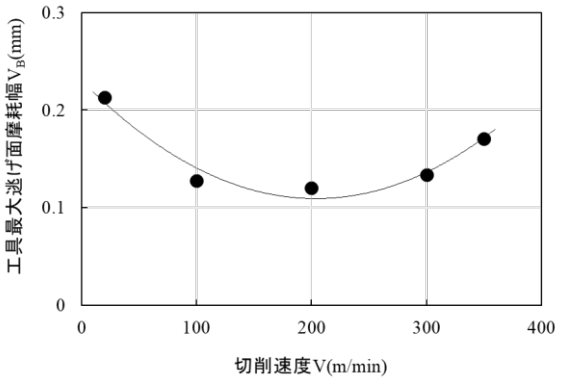


図 4　切削速度による逃げ面摩耗量の比較
（切削距離 L=600m）

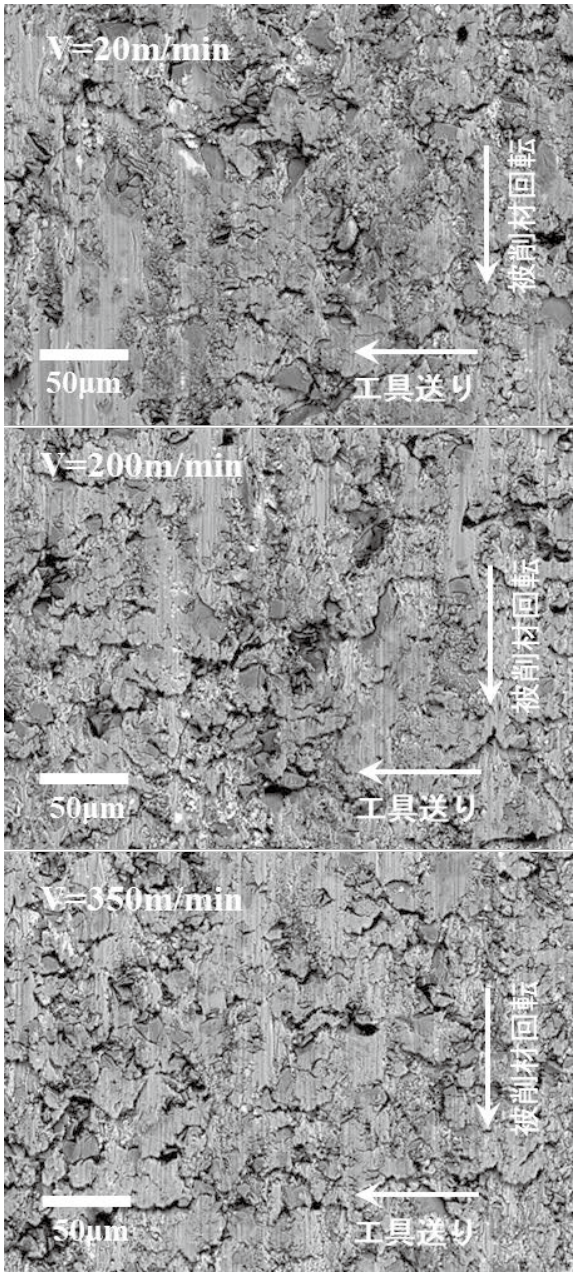
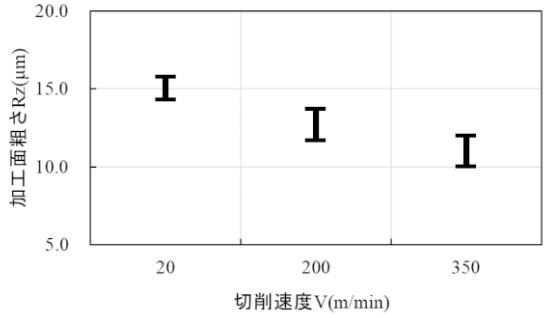
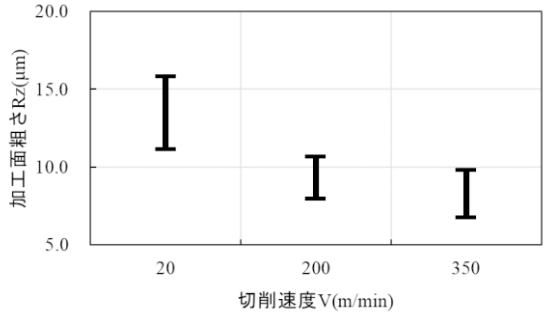


図 5　加工面の SEM 観察像



(a) 工具送り方向



(b) 被削材回転方向

図 6　切削速度による加工面粗さの比較

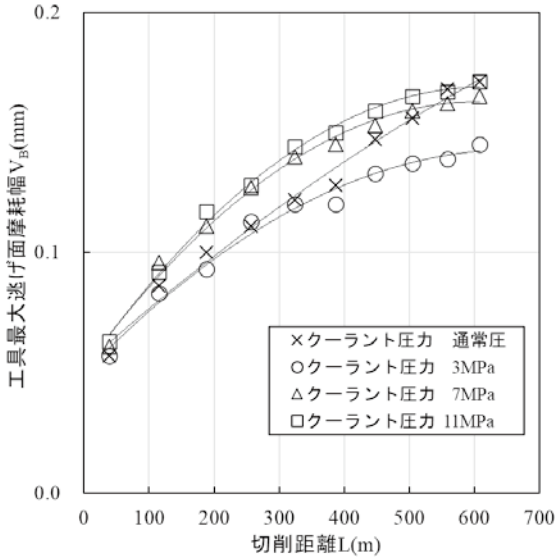


図 7　クーラント供給圧力による工具寿命の比較（V=350m/min）

りすぎると PCD の酸化による摩耗が生じることから，基材軟化の効果が相殺されることが想定できる。これらのことから工具摩耗の観点において，最適な切削速度が存在し，本試験においては *V*=200m/min が最適であったと考える。

4. 高圧クーラントの援用効果

加工コストを低減するには工具摩耗を抑制しつつ，切削速度を上げて加工能率を向上する必要がある。そこで，高切削速度条件において，加工領域への高圧クーラント供給を援用することにより，切削温度の低減効果による工具摩耗の抑制が可能となるか検証した。表 1 に示す加工条件において切削速度 *V*＝350m/min として，クーラント圧力をパラメータとして前節と同様に工具寿命試験を行った。

図 7 に切削距離 *L* と工具最大逃げ面摩耗幅 V_B の関係を測定したグラフを示す。クーラント通常圧供給では，工具摩耗が直線的に増加するのに対して，高圧クーラント供給では *L*=400m 以降の摩耗進行が若干緩やかになっている。また，7MPa ならびに 11MPa では，高圧クーラント供給が摩耗抑制に対しては逆効果であったが，3MPa では通常圧供給に対して，工具摩耗の推移が小さいことから，工具摩耗の抑制効果があったと判断する。クーラント供給圧力が高いほど加工部の冷却作用が大きいことから，*V*=350m/min の条件では，3MPa の高圧クーラント供給において，基材の軟化と工具の酸化抑制の均衡がとれたためと考える。

5. 結　　言

(1) 金属基複合材料 MMC40 の外径旋削加工において，工具摩耗の観点から，最適な切削速度域があることを示した。

(2) 高切削速度条件において，適度な高圧クーラント援用により，工具摩耗を抑制し，高能率化が図れることを示した。

参考文献

1) 顔　炳華，王　則象，“SiC 粒子強化アルミニウム合金基複合材料の被削性”，軽金属，Vol.43，No.4，1993，pp.187-192.