

研究ノート

セラミックロータリ工具を用いたインコネル 718 の高速切削加工

河田圭一*1、児玉英也*1

High Speed Cutting of Inconel 718 with Ceramic Rotary Cutting Tool

Keiichi KAWATA*1 and Hideya KODAMA*1

Industrial Research Center*1

インコネル 718 などのニッケル基耐熱合金を対象とした切削工程では、高能率・高寿命化を実現できる加工技術のニーズが非常に高い。そこで、本研究では切削加工の高能率・高寿命化を目標に、セラミックロータリ工具を用いた加工実験を実施し、工具寿命の検討を行った。その結果、①ドライ加工、MQL、OoW に比べ、ソリュブル系水溶性切削油剤を用いた場合に最も工具摩耗の進行が低減する、②工具のすくい角が -35° の場合、加工中に火花が発生するとともに、工具摩耗は大きくなることが分かった。

1. はじめに

航空機エンジン部品の材料として使用されているインコネル 718 などのニッケル基耐熱合金は、難削材として知られている。近年、航空機産業においても厳しい生産性の向上が求められており、工具の長寿命化や加工能率の向上が要望されている。そこで、これらの課題を解決するため、本研究ではこれまでロータリ切削工具による旋削加工を実施し、セラミック工具を用いた加工能率向上や長寿命化の可能性について検討してきた¹⁾。昨年度に引き続き、本年度においてもセラミックロータリ工具による旋削実験を実施し、切削油剤や工具形状が工具寿命に与える影響について調べた。

2. 実験方法

実験は、既報¹⁾同様、複合加工機（オークマ(株) MULTUS B300）を用いて行った。図 1 に加工模式図を示す。ロータリ切削工具による加工では、一般的な旋削加工と異なり、円筒形の工具を同時に回転させている。このため、非切削時間が生じ、工具が冷却され工具寿命の延長が期待できる。本実験で用いた加工条件を表 1 に示す。工具材種には窒化けい素系のセラミック SX9（日本特殊陶業(株)）を用いた。工具研削盤を用いて丸棒からすくい面を形成し、工具とした。工具には逃げ角を設けていないので、被削材中心から 15° 上方へ加工点をオフセットすることにより、工具の逃げ面が被削材と干渉しないようにした。工具のすくい角の影響を調べるため、図 2 に示すような 2 種類の工具を作製した。加工点をオフセットしているため、すくい角は -12° と -35° の負角となる。また、油剤の影響を調べるため、油剤を使用し

ないドライ加工、極微量潤滑法(Minimum Quantity Lubrication、以下 MQL)、油膜付き水滴法(Oil on Water droplet、以下 OoW)、ソリュブル系水溶性切削油剤の 4 種類を実施し、工具摩耗を比較した。

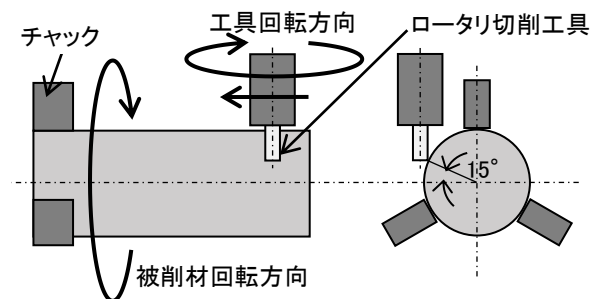


図 1 加工模式図

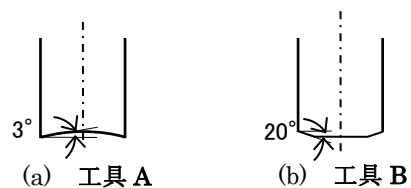


図 2 ロータリ工具断面

表 1 加工条件

被削材	インコネル 718(HRC45)
工具	材種: SX9(日本特殊陶業(株)) 形状: ϕ 10mm 円筒 すくい角: 3° 、 -20° 逃げ角: 0°
切削速度	300m/min
切込み	0.5mm
送り	0.4mm/rev
工具周速	5m/min
切削油剤	MQL(植物油 50mL/h) OoW(植物油 50mL/h、水 20mL/min) ソリュブル系水溶性(希釈濃度 6.5%)

*1 産業技術センター 自動車・機械技術室

3. 実験結果及び考察

3.1 油剤の影響

各油剤における工具逃げ面摩耗幅の変化を図3に示す。実験には工具Aを用いた。初期摩耗には油剤による大きな違いは見られなかった。しかし、切削距離が進むにつれ、ドライ加工、OoW および MQL では急激に摩耗が進行し、切削距離 150m 程度で加工不能となった。一方、水溶性油剤では切削距離に比例して摩耗が進行し、他の油剤に比べ摩耗の進行は緩やかであった。しかし、切削距離 450m 付近で工具の一部に比較的大きな欠損が生じたため加工を終了した。水溶性油剤以外で急激に摩耗が進行した原因を調べるため、切削距離 50m 付近のすくい面をマイクロスコープにより観察した。その結果を図4に示す。ドライ加工および OoW では水溶性油剤に比べ、刃先への被削材の凝着が多く見られ、このことが摩耗の進行を速めたと考えられる。また、MQL では刃先への凝着は比較的に見られなかったが、小さな刃先の欠損が観察され、摩耗が速く進行した一因と考えられる。

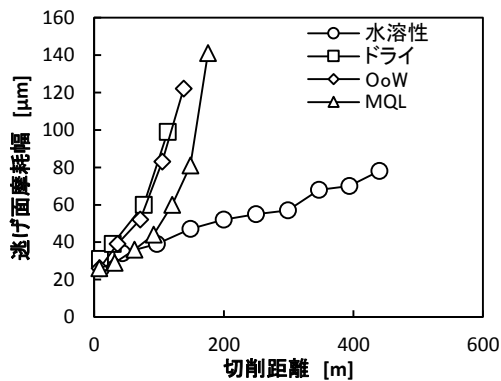


図3 各油剤の工具逃げ面摩耗

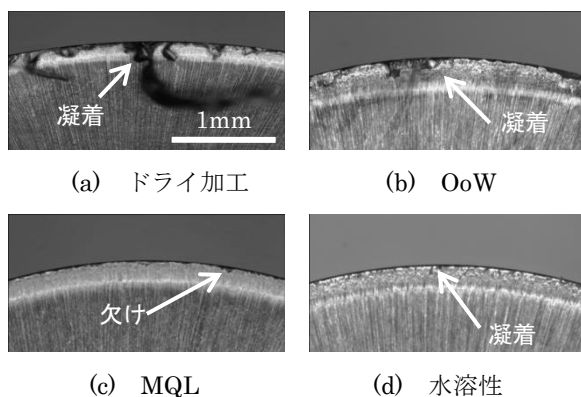


図4 すくい面の観察結果

3.2 すくい角の影響

すくい角が工具摩耗に及ぼす影響を調べた結果を図5に示す。油剤には水溶性油剤を用いた。工具Bでは工

具Aに比べ、逃げ面摩耗は大きくなった。加工中、工具Bでは加工点から火花が発生しており、非常に高温になっていることが予想される。このため摩耗の進行も速くなったと推測される。図6に示した各工具における切りくず形態を見ると、工具Bでは、細かく分断されるとともに楕円の切りくずになっており、正常な加工が行われていないと思われる。

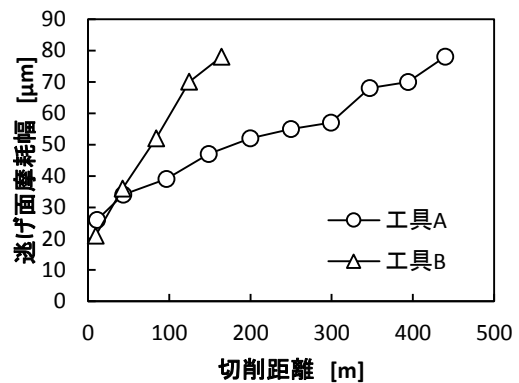
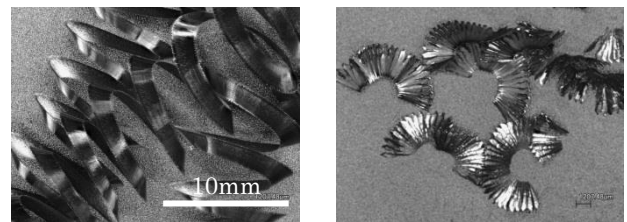


図5 切削速度の影響



(a) 工具A

(b) 工具B

図6 各工具における切りくず形態

4. 結び

セラミックロータリ工具を用いてインコネル718の切削実験を実施した結果、以下のことが分かった。

- (1) ドライ加工、MQL、OoW に比べ、ソリュブル系水溶性切削油剤を用いた場合に最も工具摩耗の進行が低減した。
- (2) 切削工具のすくい角が -35° の場合、加工点から火花が発生し、工具摩耗は大きくなった。

付記

本研究は、平成26年度「知の拠点あいち」重点研究プロジェクト「低環境負荷型次世代ナノ・マイクロ加工技術の開発」の研究成果の一部である。

文献

- 1) 河田, 児玉: あいち産業科学技術総合センター研究報告書, 3, 26(2014)