

研究ノート

ロータリ切削工具を用いたインコネル 718 の切削加工

河田圭一*1、児玉英也*1

Cutting of Inconel718 with Rotary Cutting Tool

Keiichi KAWATA*1 and Hideya KODAMA*1

Industrial Research Center*1

ニッケル基耐熱合金などの難削材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、本研究ではインコネル 718 を対象とした切削加工の高能率・高寿命化を目標に、セラミック製の駆動式ロータリ工具を用いた加工実験を実施した。その結果、①MQL、OoW、水溶性の順に摩擦係数は大きくなる、②切削速度が速くなるにつれて摩擦係数は大きくなる、③速度比を大きくすると摩擦係数も増加し、速度比が 0.4 よりも大きいと工具が欠けて加工ができないことが分かった。

1. はじめに

ロータリ切削工具による加工は、円形状の刃を回転させることにより、工具全周の切れ刃を利用した切削が行えるため、摩耗や加工熱を切れ刃全体に分散することが可能となり、難削材の加工に利用されている。ロータリ切削工具は、排出される切りくずとの摩擦を利用して工具を回転させる従動式と、モータなどにより強制的に回転させる駆動式に分けられる。これまで、アルミニウム合金を対象として、駆動式ロータリ切削工具のすくい面上に微細なテクスチャを施し、切りくずとの摩擦を低減する研究を行ってきた¹⁾。一方、ニッケル基耐熱合金などの難削材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、本研究ではインコネル 718 を対象とした切削加工の高能率・高寿命化を目標に、セラミック製の駆動式ロータリ工具を用いた加工実験を実施した。本年度は、加工に用いる油剤や切削速度などの加工条件が摩擦や工具損傷に与える影響について調べた結果を報告する。

2. 実験方法

実験は、**図 1**に示すような複合加工機を用いて行った。回転式切削動力計により加工中の切削抵抗を測定し、すくい面に働く、垂直方向および水平方向の切削抵抗を求めることで、摩擦係数を算出した。それぞれの加工条件における切削抵抗と摩擦係数の値は、被削材の端面から 40mm を加工したときの平均値とした。加工条件を**表 1**に示す。切削工具の材種にはチタニウムをベースとしたサイアロンを用いた。すくい面は工具研削盤を用いて丸棒から形成した。工具には逃げ角を設けていないので、

加工点を被削材中心から 12° 上方へ加工点をずらすことにより、工具の逃げ面が被削材と干渉しないようにした。油剤には、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)、エマルジョンタイプの水溶性切削油剤の 3 種類を用いた。

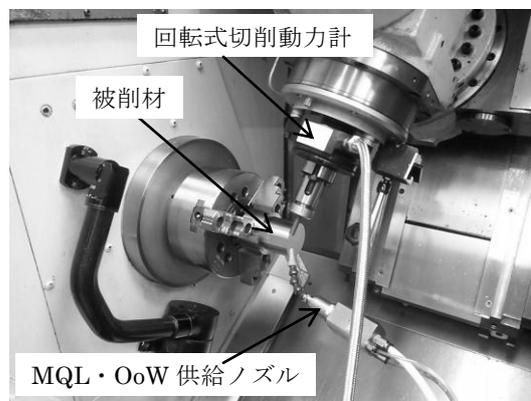


図 1 加工実験の様子

表 1 加工条件

被削材	インコネル 718
工具	材種：サイアロン φ10mm すくい角：3° 逃げ角：0°
切削速度	150～300m/min
工具傾斜角	10 度
切込み	0.3mm
送り	0.6mm/rev
工具周速	15～60m/min
切削油剤	MQL(植物油 50mL/h) OoW(植物油 50mL/h、水 20mL/min) 水溶性(20 倍希釈、吐出量 12L/min)

*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

切削速度 150m/min、工具回転速度 30m/min の加工条件における各切削油剤の切削抵抗の測定結果を図 2 に示す。水平方向の力は MQL、OoW、水溶性の順に小さかった。一方、垂直方向の力は MQL、OoW、水溶性の順に大きかった。この結果を用いて、摩擦係数を算出した結果を図 3 に示す。その結果、摩擦係数は MQL、OoW、水溶性の順に小さいことが分かった。加工後のすくい面の様子をマイクロスコープにより観察した結果を図 4 に示す。どの油剤においても刃先のチップングが観察された。しかし、水分量が多く冷却効果の大きい油剤ほどチップングは多く、刃先形状が大きく変化した。このことが、摩擦を大きくした原因の一つと考えられる。

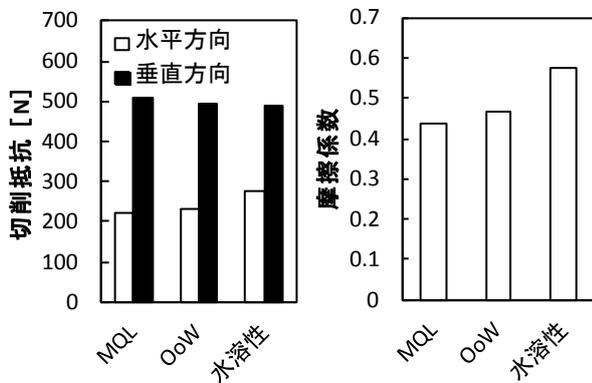
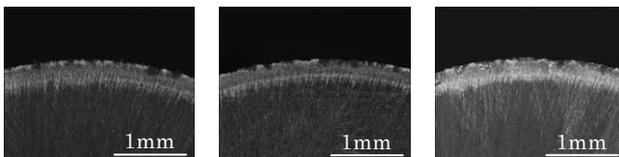


図 2 切削抵抗の比較

図 3 摩擦係数の比較



(a) MQL (b) OoW (c) 水溶性

図 4 加工後のすくい面の観察結果

3.2 切削速度の影響

速度比 (=工具周速 V_t /切削速度 V_w) を 0.2 一定として、切削速度を 150~300m/min に変化させたときの切削抵抗と摩擦係数の測定結果を図 5 に示す。油剤には MQL を用いた。切削速度の増加とともに摩擦係数は増加する傾向が見られた。加工後の刃先を観察すると、切削速度の増加とともにチップングが多く見られたことから、切削速度が速くなるにつれ、被削材の凝着量が多くなることが推測される。

3.3 速度比の影響

切削速度 150m/min 一定として工具回転速度の変更により速度比を変化させたときの切削抵抗と摩擦係数の測

定結果を図 6 に示す。油剤には MQL を用いた。摩擦係数は速度比とともに増加した。さらに、速度比が 0.4 よりも大きい条件では、加工の途中で工具が大きく欠けてしまい、加工を継続することができなかった。

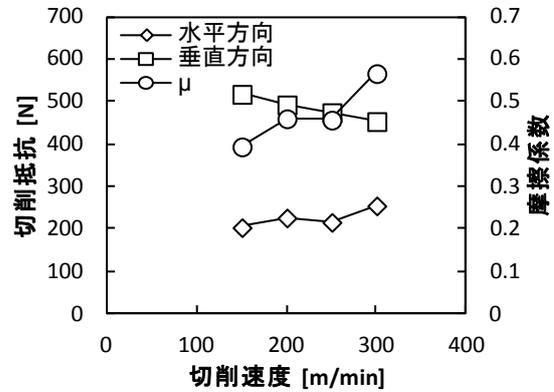


図 5 切削速度の影響

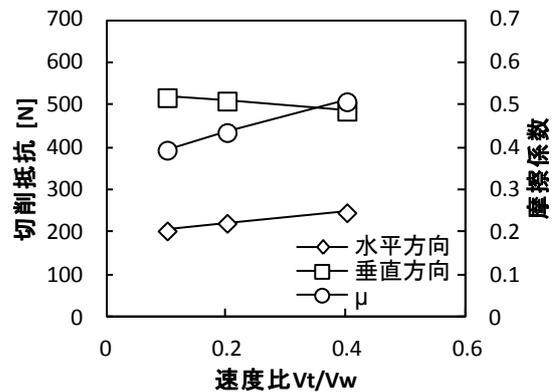


図 6 速度比の影響

4. 結び

駆動式ロータリ切削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) MQL、OoW、水溶性の順に摩擦係数は大きくなった。
- (2) 切削速度が速くなるにつれ摩擦係数は大きくなった。
- (3) 速度比を大きくすると摩擦係数も増加した。さらに速度比が 0.4 よりも大きいと工具が欠け、加工できなかった。

付記

本研究は、平成 25 年度「知の拠点」重点研究プロジェクト事業「低環境負荷型次世代ナノ・マイクロ加工技術の開発」において実施した。

文献

- 1) 河田, 糸魚川, 則久, 石川: 日本機械学会 2011 年度年次大会 DVD-ROM 論文集, 11(1)