

研究ノート

ロータリ切削の加工特性

島津達哉^{*1}、河田圭一^{*1}、松浦 勇^{*1}、児玉英也^{*1}

Machining Characteristics of Rotary-cutting

Tatsuya SHIMAZU^{*1}, Keiichi KAWATA^{*1}, Isamu MATSUURA^{*1}
and Hideya KODAMA^{*1}Industrial Research Center^{*1}

ロータリ切削の加工特性を評価した。アルミニウム合金を対象とした立ち壁（平面）加工試験において、加工面の法線方向には切削抵抗がほとんど生じないことが分かった。このような加工特性から、薄肉形状加工への応用が期待でき、応用事例として5軸加工機において肉厚2mmの薄肉波形状の加工を行った。

1. はじめに

現在、5軸加工機や複合加工機を用いた機械加工では、従来ない「多軸加工」特有の加工方法による高能率化が試みられている。その中で、ロータリ切削は、円筒状の工具を回転させながら工具の端面部をすくい面として被削材を切削する加工方法である。このため摩耗や加工熱は工具の切れ刃全体に分散し、工具寿命の延長が見込めることから、耐熱合金など難削材の高能率加工の手段として期待されている。

当センターでは、複合加工機のミーリング軸を利用した駆動型ロータリ切削に関する研究において、工具のすくい面に微細なテクスチャを付与したロータリ切削工具を用いて、アルミニウム合金を対象としたロータリ切削試験を実施し、摩擦を大幅に低減できることを確認している¹⁾。

しかし、現状では、ロータリ切削は旋盤加工における荒加工で使用される程度で、用途としては極めて限定的である。そこで本研究では、ロータリ切削の加工特性を積極的に生かした新たな用途展開を検討するため、ロータリ切削の加工特性を調べた。

2. 実験方法

5軸加工機において、アルミニウム合金を対象とした立ち壁（平面）加工試験を行った（図1）。ロータリ切削工具の姿勢（工具進行方向の傾斜角 θ ）と工具回転数 S を変更して被削材の側面を平面加工した。その際、被削材に加わる切削抵抗を3分力動力計で計測し、ロータリ切削工具の進行方向（切削方向）に加わる力 f_z 、加工面の法線方向に加わる力 f_x 、ピッチ方向に加わる力 f_y として評価した。加工条件を表1に示す。切削油の供給

には極微量潤滑法（以下 MQL: Minimal Quantity of Lubricant）を用いた。本実験における MQL は、植物油を圧縮空気により工具端面（すくい面）に噴霧し、工具の遠心力によって工具刃先（加工点）へと供給する加工方法である。

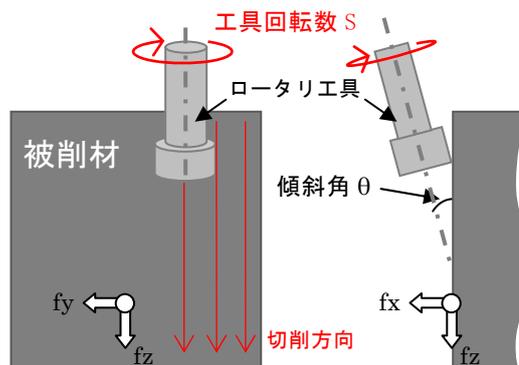


図1 立ち壁（平面）加工試験の概要

表1 ロータリ切削の加工条件

被削材	アルミニウム合金 (JIS A5052)
工具	材種:超硬合金 直径:25mm
工具回転数 S	64~6366min ⁻¹
傾斜角 θ	15°,0°
送り速度	5m/min
径方向切り込み	0.5mm
加工ピッチ	0.4mm
切削油剤	植物油:30mL/h (MQL)

*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 切削抵抗

工具の傾斜角を $\theta=15^\circ$ 、 0° として、それぞれ立ち壁（平面）加工試験を行ったときの、工具回転数と切削抵抗の関係を図2に示す。

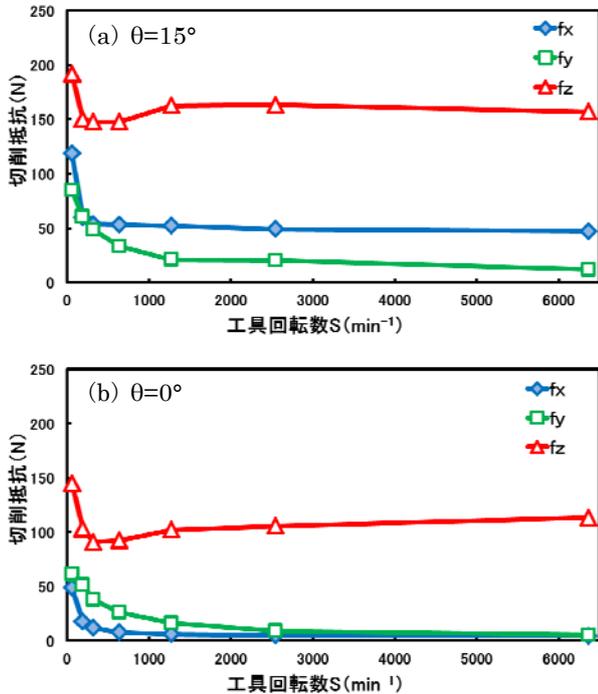


図2 工具回転数と切削抵抗の関係

$\theta=15^\circ$ 、 0° ともに、 $0\sim 1000\text{min}^{-1}$ までは、工具回転数 S の増加に伴い切削抵抗は低下したが、 1000min^{-1} 以上では切削抵抗は低下せず、ほぼ一定であった。また、各工具回転数において、 f_z が f_x や f_y と比較して大きな値となり、工具回転数の上昇とともにより支配的になることが分かった。特に、 $\theta=0^\circ$ では、 $S>2000\text{min}^{-1}$ において、 f_z が切削抵抗全体の9割以上を占めていることが分かった。また、 $\theta=0^\circ$ では、 $\theta=15^\circ$ と比較して全体的に切削抵抗の値は約 $2/3$ に低下した。

3.2 5軸加工機による薄肉波形状の加工

立ち壁（平面）加工試験の結果から、ロータリ切削では、工具の進行方向（切削方向）に生じる切削抵抗が支

配的であり、特に $\theta=0^\circ$ では、加工面の法線方向には切削抵抗がほとんど生じないことが分かった。

このような加工特性から、薄肉形状加工への応用が期待できる。そこで、5軸加工機において図3に示す肉厚2mmの薄肉波形状の加工を行った。

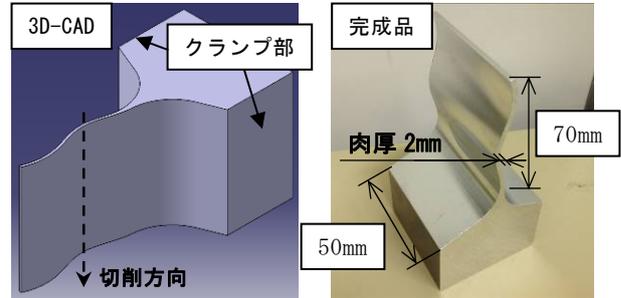


図3 薄肉波形状の加工（肉厚2mm）

高さ約50mm、幅約70mmの薄肉波形状の加工では、クランプ位置から最も離れた先端部近傍の仕上げ面に、ワークの剛性不足による若干の「びびり目」が確認されたものの、ワークが工具に食い込み薄肉部全体が歪むことはなく、良好な薄肉波形状の加工ができた。

4. 結び

アルミニウム合金を対象とした立ち壁（平面）加工試験により、ロータリ切削では、切削抵抗は工具の進行方向（切削方向）に加わる力が支配的であり、加工面の法線方向にはほとんど生じないことが分かった。このような加工特性から薄肉形状加工への応用が期待でき、5軸加工機において、ロータリ切削による薄肉波形状の加工を行った。

今後、薄肉形状の加工において、エンドミルやボールエンドミル等を用いた既存の加工法に対するロータリ切削の優位性を、加工能率や加工精度の観点から検討する必要がある。

文献

- 1) 河田, 山田, 石川: 愛知県産業技術研究所報告, 10, 14 (2011)