

研究背景

溝加工は加工能率の向上が困難

要因

- ・半径方向の切り込み深さが最大
- ・外周刃と被加工物の接触面積が大きい

刃が拘束される
切りくず排出が困難

工具寿命が短い

研究目的

エンドミル加工中の切削抵抗を利用した、工具折損の早期予測と折損回避が可能なエンドミル加工機の開発

実験装置

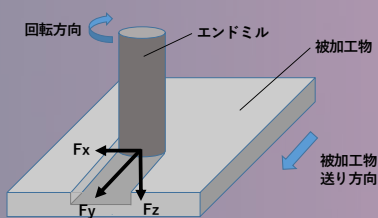
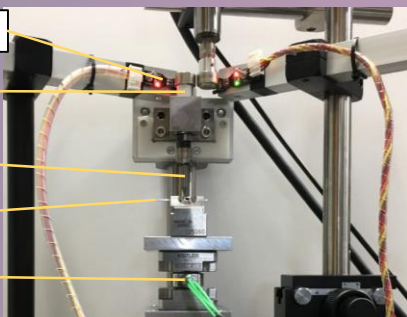
ホール素子モジュール

磁気歯車

エンドミル

被加工物

3成分フォースリンク

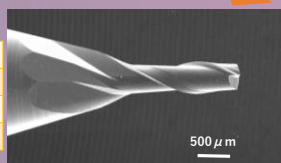


Fx: 主分力
Fy: 送り分力
Fz: 軸方向分力



<工具仕様>

切削工具	CSS 2005-0150
材質	超硬合金
外径[mm]	0.5
刃長[mm]	1.5

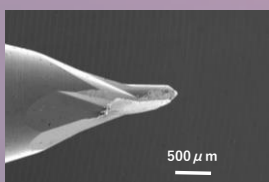


最大ねじれトルク

<加工条件>

被加工物	アルミニウム合金
厚さ[mm]	1
送り速度[mm/min]	120
主軸回転速度[min^{-1}]	5000
切削速度[m/min]	7.9
切削油	なし

<破断側面のSEM像>



超硬合金エンドミル: 1.8~3.13[N·cm]

高速度鋼ドリル: 1.9~3.4[N·cm]

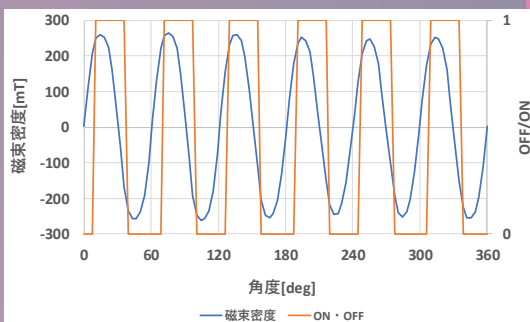
ねじれ折損

ねじれに対する強さに違いはない

磁気歯車とは

- ・S極とN極が交互に着磁
- ・磁力の噛み合いによる回転動力伝達

<磁束密度とON・OFFの関係>



従動軸

駆動軸

ホール素子モジュールにより信号を出力

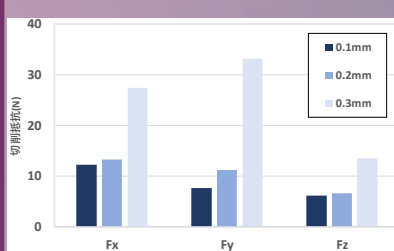


225[mT]を閾値にしたON・OFFの切り替え

磁気歯車の特性を利用した折損回避への応用

溝加工における切削抵抗

<加工条件>



被加工物	アルミニウム合金
厚さ[mm]	1
送り速度[mm/min]	30
走査距離[mm]	5
主軸回転速度[min^{-1}]	15000
Z軸方向切り込み深さ[mm]	0.1 0.2 0.3
切削油	なし

切り込み深さは3分力に影響

切削抵抗の増大が加工精度の悪化や工具の折損に

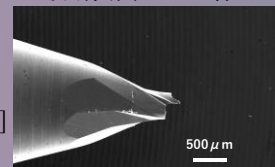
→切り込み深さ0.3[mm]の加工途中で折損

スラスト抵抗

超硬合金エンドミル: 267.4~271.5[N]

高速度鋼ドリル: 58~79[N]

<破断側面のSEM像>



曲げ折損

軸方向に対して約3.5倍の強度

考察

工具に過大な切削抵抗がかかる際に起こる磁気歯車のずれを利用することで加工を止め、折損を回避できると考えられる。

結論

- ・超硬合金エンドミルは高速度鋼ドリルと比べ、最大ねじれトルクに違いはほとんどないが、スラスト抵抗に対して約3.5倍の強度がある。
- ・溝加工においてZ軸方向の切り込み深さは切削抵抗に影響する。