

立壁切削加工におけるAEセンサを用いた工具欠損状態監視

担当部所 : 栃木県産業技術センター 機械電子技術部

背景

近年、航空業界では部品価格の低下に伴う部品製造コストの削減が大きな課題となっている。特に難削材の加工においては、工具コストの削減が重要視されている。また、工具欠損等による製品仕上げ面の不具合が発生した場合、再製作や手仕上げ工数追加にかかるコストが余分に発生する。そのため、製品に影響が出ない寿命直前まで工具を使用するため、工具状態監視を行う手法が求められている。

令和4年度の研究において、AEセンサを用いて1枚刃エンドミル側面加工における30 μ m以上の工具欠損を検知する手法を開発した。そこで本研究では、航空機部品に多く見られる立壁切削加工を想定し、同時切削刃数が複数の場合における工具欠損検知手法の開発を目指した。



形状:
Φ12 × t40

図 AEセンサ外観
(株)エヌエフ回路設計ブロック製
AE-900S-WB
※同社 HPから引用

研究目標と結果

研究目標

- 同時切削刃数が複数の加工において、工具欠損状態とAE波形との関係を明らかにし、工具欠損状態推定手法を開発する。

実施内容

① 同時切削刃数及び欠損状態がAE波形に及ぼす影響

超硬4枚刃スクエアエンドミルの新品工具及び欠損を模した傷を付けた工具を複数本用意し、各工具の切削時のAE波形を比較する切削試験を行った(表1、表2、図1、図2)。
その結果、被削材に対して工具の傷が接触する際にAE波形が変化し、工具の傷によるAE波形は急峻な波形であることが分かった。
そこで、図3の方法でカウント割合を算出したところ、工具の傷が大きくなればカウント割合も上昇する傾向にあることが確認できた(図4)。
これより、加工条件に合った最大平均差及びカウント割合のしきい値を定めることで工具欠損を検知できる可能性が示唆された。

表1 試験工具の傷の位置と大きさ

工具No	刃先先端からの位置[mm]	傷の長さ[mm]	傷の幅[mm]
1	なし	なし	なし
2	1.88~2.13	0.1	0.25
3	1.7~2.2	0.1	0.5
4	1.2~2.2	0.1	1.0
5	1.7~2.2	0.2	0.5
6	1.2~2.2	0.2	1.0

表2 切削条件

切削速度[m/min]	15
1刃送り[mm/Rev]	0.025
軸方向切込み[mm]	0.1
軸方向切込み[mm]	12, 16.316
切削油	WET
切削方向	ダウンカット

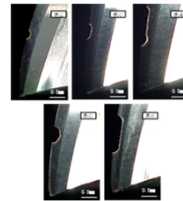


図1 試験工具刃先の顕微鏡写真

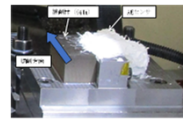


図2 切削試験設取り

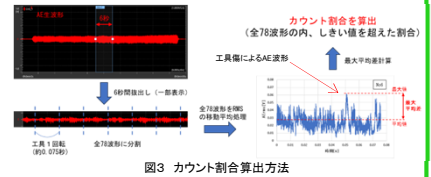


図3 カウント割合算出方法

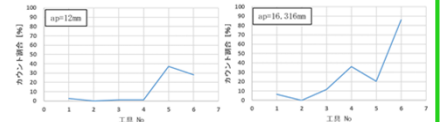


図4 各工具のカウント割合 (左: ap=12mm, 右: ap=16.316mm)

② 工具欠損状態推定手法の開発

図5に示すフローで、カウント割合による工具欠損判定システムを作成し、新品工具を用いて欠損検知判定が得られるまで加工を継続する実証試験を行った。
その結果、試験開始から終了までの全切削長において、カウント割合は切削長173mを境に上昇しており(図6)、開発システムにおいて、4刃すべてで欠損深さが0.06mm以上に達した切削長173mで欠損検知判定を示した(図7)。

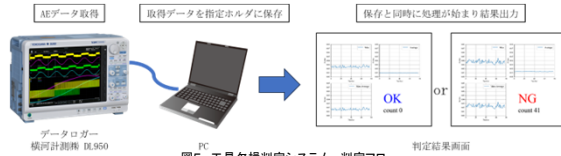


図5 工具欠損判定システム 判定フロー

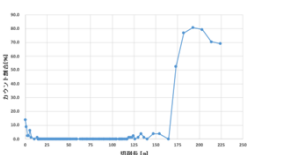


図6 切削長とカウント割合の関係

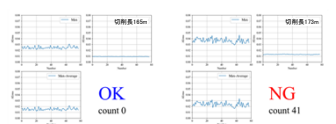
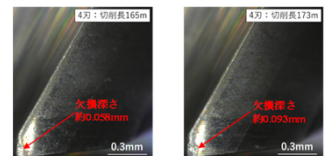


図7 欠損検知判定前後の工具刃先写真(上)と判定画面(下)

まとめ

- 同時切削刃数が複数の場合においても、工具欠損によって急峻なAE波形が発生する。
- AE波形の最大平均差から算出したカウント割合を用いて、しきい値判定を行うことで、同時切削刃数が複数の場合においても工具欠損状態が推定できる。
- 開発したシステムを用いて、4刃すべてで欠損深さが0.06mm以上になった際に工具欠損を検知できた。

ご来場の皆様へ

問い合わせ先: 栃木県産業技術センター 機械電子技術部 TEL 028(670)3396

- エンドミル加工において、AEセンサを用いて工具欠損検知を行うことで製品不具合の低減が期待できます。
- 加工中の工具欠損、工具折損でお困りの場合は、お気軽にお問い合わせください。

