

研究ノート

加速度センサを用いたフラットドリル加工の工具の振れ評価

児玉英也^{*1}、河田圭一^{*1}、加藤良典^{*1}、石川和昌^{*2}、斎藤昭雄^{*1}、島津達哉^{*1}

Evaluation of Tool Run-out in Flat Drilling Using an Acceleration Sensor

Hideya KODAMA^{*1}, Keiichi KAWATA^{*1}, Yoshinori KATO^{*1}, Kazumasa ISHIKAWA^{*2}, Akio SAITO^{*1} and Tatsuya SHIMADZU^{*1}

Industrial Research Center^{*1*2}

フラットドリルによる穴加工について、形状精度悪化の要因である工具の振れを加工中の加速度から評価することが可能であるか確認した。治具側に設置した加速度センサで加工中の加速度波形を測定して、周波数解析をした結果、工具の振れに起因する切削抵抗の変化と工具回転周波数のスペクトルの変化には相関があることが分かり、加工中の加速度から工具の振れの状態を確認できることが分かった。

1. はじめに

近年、製造業の現場では製造工程の DX(デジタル・トランスマーション)化が進められており、切削加工の現場においても、設備故障の予知や予防、加工中の異常状態の検知など、センサによる状態監視技術のニーズは高まっている。本研究では加速度センサによる加工状態の監視技術として、フラットドリル加工における工具の振れを、加工中の加速度から評価することが可能であるか確認した。なお、工具の振れとは、加工機の主軸を回転軸としてフラットドリルを回転したときの、ドリル先端側の外周の変位量を指す。

2. 実験方法

加工試験の様子を図 1 に示す。加工機はマシニングセンタ(オークマ(株)、MU-400VA)を使用した。フラットドリルを切削動力計(Kistler、9123C1211)に取付け、切削動力計を加工機の主軸に取付けた。主軸を手で回したときの工具の振れを測定して、振れが $2\mu\text{m}$ であることを確認した。被削材はバイスで固定して、バイス側面にマグネットを介して加速度センサ((株)小野測器、NP-3572)を取付けた。加工条件を表 1、条件 1~3 の模式図を図 2 に示す。直径 3mm のフラットドリルで被削材 S50C の平面を条件 1~3 で加工した。条件 1 は送り速度 150mm/min で加工、条件 2 は送り速度 50mm/min で加工、条件 3 は先端角 90° のリーディングドリルで深さ 1mm まで加工した後に、送り速度 150mm/min で加工した。各条件について加工中の切削抵抗と加速度を測定した。加工後は穴の直径を測定顕微鏡((株)ミツトヨ、MF-B3017D)で測定した。

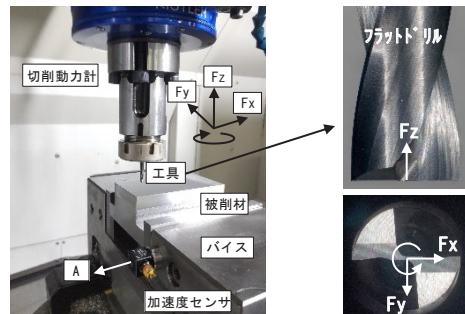


図 1 加工試験の様子

表 1 加工条件

被削材	炭素鋼 S50C
工具	フラットドリル、工具径 3mm、
回転数	3000min^{-1}
送り速度	150mm/min (条件 1、3)、50mm/min (条件 2)
加工深さ	2mm
切削油	なし(ドライ)

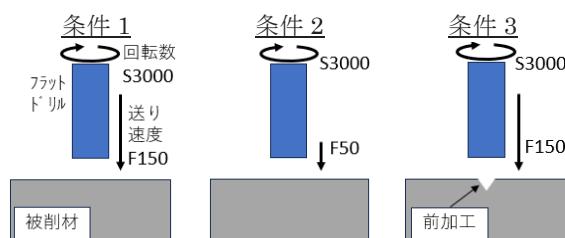


図 2 条件 1~3 の模式図

3. 実験結果及び考察

図 3 に条件 1~3 の切削抵抗 F_x 、 F_y の波形を示す。加工中の切削抵抗の平均値から F_x 、 F_y の合力を計算すると、条件 1 は 119.1N、条件 2 は 48.4N、条件 3 は

*1 産業技術センター 自動車・機械技術室 *2 産業技術センター 自動車・機械技術室 (現総合技術支援・人材育成室)

0.4N となった。加工後の穴の直径は、条件 1 が 3.36mm、条件 2 が 3.08mm、条件 3 が 3.00mm となった。フラットドリルに振れがなく理想的な加工ができる場合、ドリルの 2 刃にかかる切削抵抗は等しく、加工中の F_x 、 F_y の合力は 0N となり、穴の直径は工具径と同じになる。一方で工具に振れがある場合、ドリルの 2 刃にかかる切削抵抗に差が生じて、振れが大きいと加工中の F_x 、 F_y の合力や穴の直径は大きくなると考えられる。条件 1~3 の切削抵抗や穴の直径の結果から、加工中の工具の振れは小さい順に、条件 3、条件 2、条件 1 であると考えられる。さらに、条件 3 のように前加工をすることで、切削抵抗や穴の直径に大幅な改善がみられることから、本実験条件では、加工開始時の工具底刃中心付近の加工が、工具の振れの発生に大きく影響していると推察される。

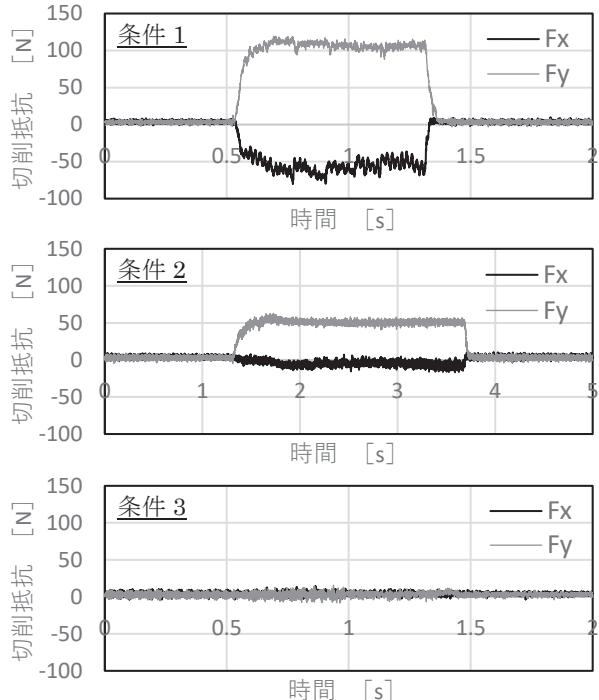


図 3 切削抵抗(F_x 、 F_y)

図 4 に条件 1~3 の加速度(A 方向)の時間波形を示す。条件 1 の加速度の振幅は約 1m/s^2 となった。条件 1 と比べると、条件 2 の振幅は 40%程度減少して、条件 3 の振幅は前加工部の加工深さ 0~1mm では同程度の振幅となり、加工深さ 1~2mm では 70%程度減少した。図 5 に加工中の加速度(A 方向)を周波数解析した結果を示す。工具の回転周波数である 50Hz のスペクトルに差異がみられ、小さい順に条件 3、条件 2、条件 1 となった。

図 6 に条件 1~3 の加工中の切削抵抗 F_x 、 F_y の合力と加速度を周波数解析したときの 50Hz のスペクトルの関係を示す。工具の振れに起因する切削抵抗の変化と加

速度の変化には相関が確認された。

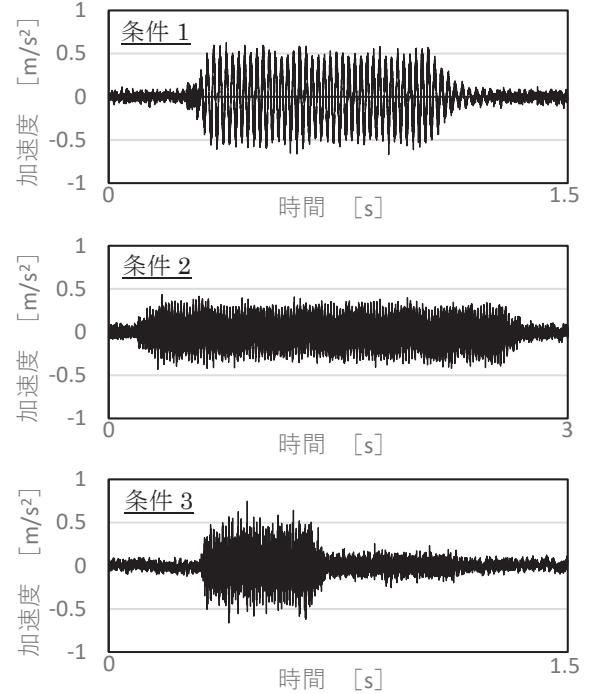


図 4 加速度(A 方向)

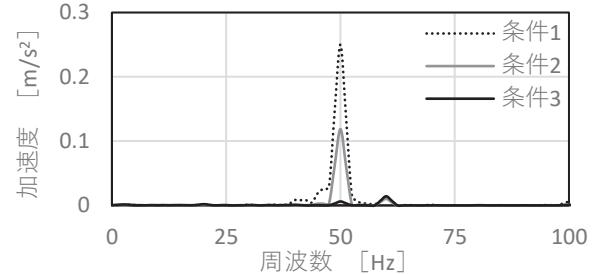


図 5 周波数解析

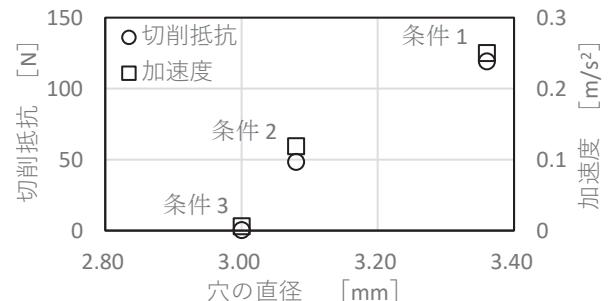


図 6 切削抵抗と加速度の関係

4. 結び

本実験条件では、加工中の加速度を評価することで、工具の振れの状態を確認できることが分かった。

付記

本研究は、「知の拠点あいち重点研究プロジェクトⅣ期」で行った研究の一部である。