

小径ドリルによる加工情報センシング技術に関する研究 (第2報)

- モータ負荷電流と切削抵抗の変化 -

機械金属部 小石川勝男 菊池 誠

1. 緒言

前報¹⁾において、小径ドリルの折損を検出するためにAEセンサによるAE信号の検出と直流モータのモータ電流の検出方法を組み合わせた試作加工機により、直径1.5mm以下の小径ドリルの折損検出を試みた。その結果、折損検出及び折損に至るまでの状態の検出も可能である結果を得た。

本研究は、加工条件の変化に対して、直流モータのモータ電流検出波形の特徴をみるために、切削動力計を用いて切削抵抗を測定した結果について報告する。

2. 実験装置及び実験方法

写真1に穴あけ加工に用いた試作装置を示す。また、表1は実験に用いた主な装置及び加工条件の内容を示す。

主軸の直流モータのモータ電流検出方法は著者²⁾らが開発した方法同様、電気回路に直流リアクトコイルを挿入してモータ電流を平滑する方法を採用した。そして、モータ駆動中におけるモータ電流値の検出は、0.1秒毎にサンプリングを行った。

また、モータ電流値の検出と同時にトルクとスラストの切削抵抗を測定するために圧電型切削動力計を使用した。測定は、0.1秒毎にサンプリングして、データレコーダに収録した。

モータ電流の特徴をみるために、この2つのデータを比較検討することにした。

3. 実験結果及び考察

3.1 折損に至るまでの切削抵抗の変化

図1は、ドリルの直径1.5mmのスラスト、

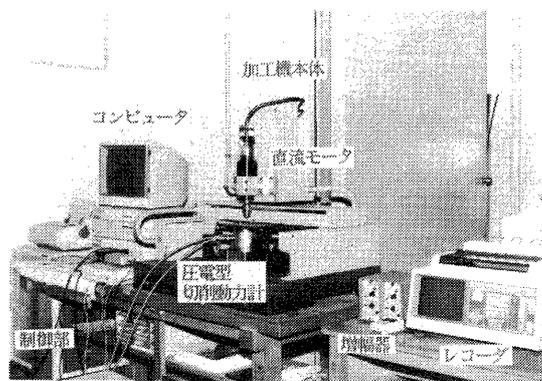


写真1 試作装置の外観写真

表1 実験に用いた主な装置及び加工条件内容

種別	内容
穴あけ加工機	駆動範囲 X軸500mm, Y軸300mm, Z軸250mm
主軸モータ	直流モータ110w
切削動力計	最高回転数3000rpm トルク測定範囲-10~10kgf・m スラスト測定範囲-500~500kgf・m
被削材	SUS304 (HB170)
ドリル	φ1.5 (SKH9) φ1.0 (SKH9) φ0.5 (SKH9)
加工条件	ドリル周速度 14m/min, 9.4m/min 4.7m/min ドリル送り速度 0.022mm/rev 0.012mm/rev 加工深さ 5mm 切削油剤 なし

トルクを表している。まず、ドリルが折れる1つ前では加工深さが深い部分において、スラストが増加する傾向がみられる。ドリルが折れたときのスラストは、と比べると約150%も大きくなり、折れている。また、トルクでは、折れる1つ前はトルクが増大がみられないが、ドリルが折れた(4)ではと比べると約240%も急激に増大していることがみられる。は、(4)を僅かに拡大したものである。折れる寸前(a)と折れたとき(b)のトルクを比べると折れるときには約200%も大きくなり、衝撃的に破壊が起こっていることが特徴的にみられる。

図1でもわかるように、折損1つ手前の加工から折損時の加工への状態で急激な変化を裏付けている。

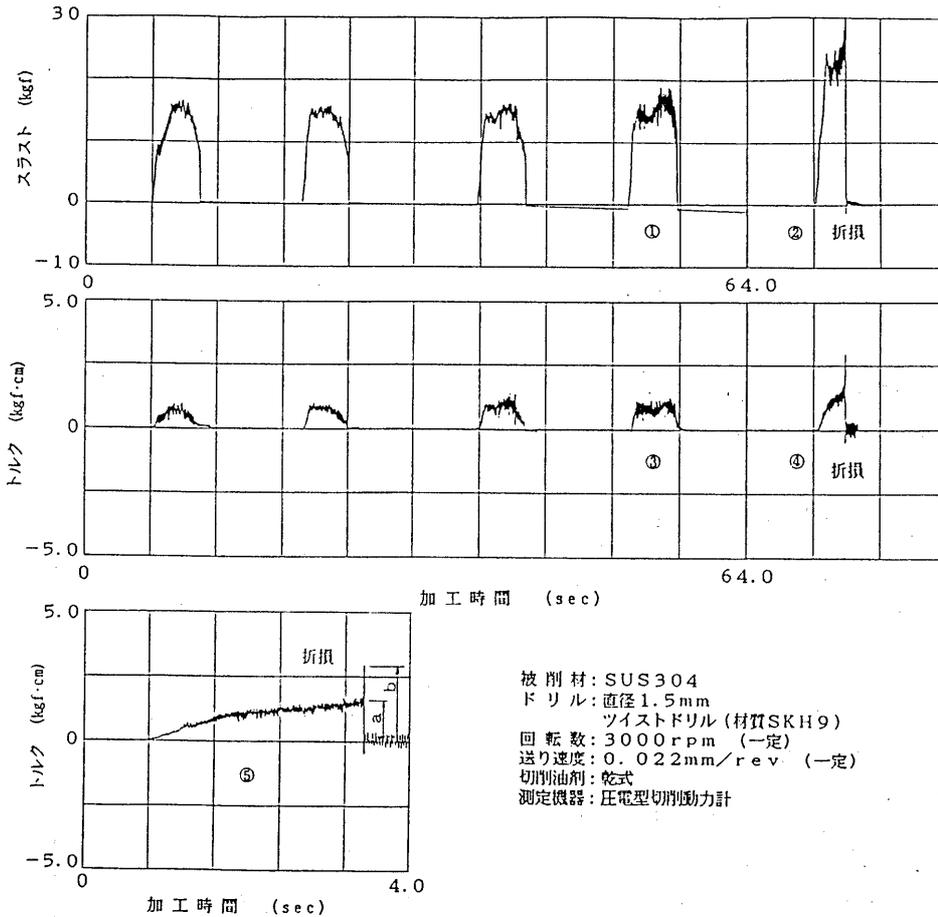


図1 切削抵抗 (1.5mmの場合)

3.2 モータ負荷電流と切削抵抗の関係

(1) 直径0.5 mmのドリルの場合

図2は、ドリル周速度4.7m/min, 送り速度0.012mm/revの加工条件のもとでの切削抵抗を示す。

被削材 S U S 304 用いた場合，加工深さは 0.5mm 程度のところで座屈により折損した。図 2 に示すモータ電流では，矢印で示す部分が僅かに検出できている。

(2) 直径 1.0 mm のドリルの場合

図 3(a) は，ドリル周速度 9.4m/min，送り速度 0.012mm/rev の加工条件のもとでの切削抵抗を示す。図中の矢印 A に折損したトルクの急激な変化がみられる。矢印 B は折損時のスラスト力で，矢印 C はドリルが折損した状態で送り込まれて，2 回目の折損を示している。

モータ電流値は，折損に至るまで徐々に増加しているが，矢印 A のような急激な変化はみられない。図 3(b) は，ドリル周速度 14m/min，送り速度 0.022mm/rev の加工条件のもとでの切削抵抗を示す。矢印 D に折損したトルクの急激な変化がみられる。スラスト力にも同様に急激な変化がみられる。

モータ電流値は，折損に至るまで徐々に増加しているが，矢印 D のような急激な変化はみられない。しかし，矢印 E の平坦部は折損以前の穴加工より増加していることが確認された。

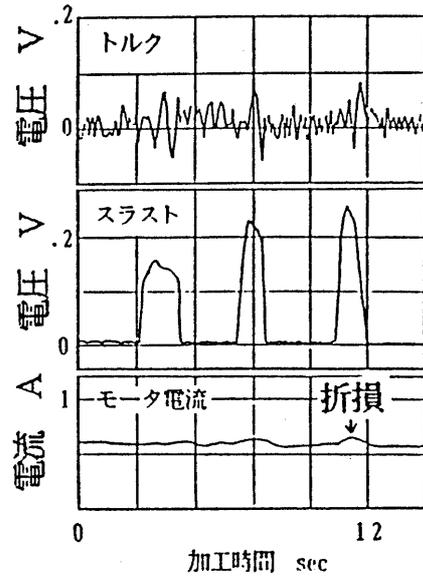
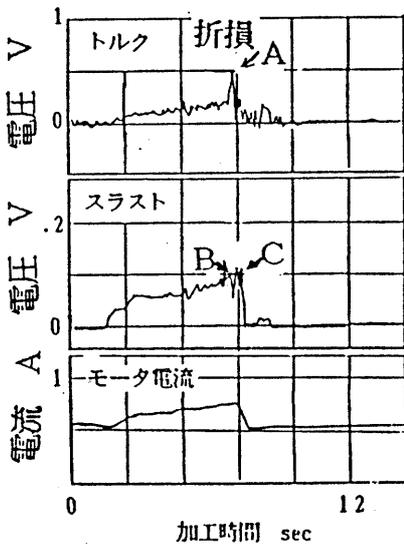
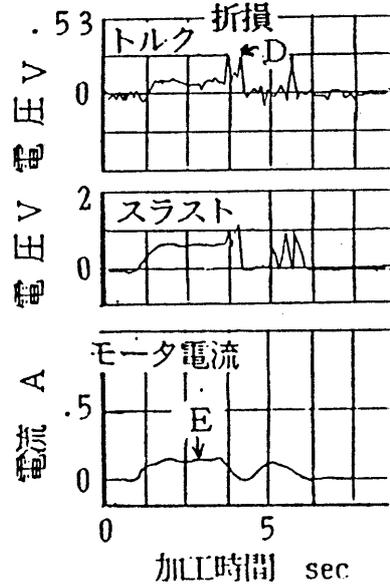


図 2 0.5mmの折損状況



1.0mmの折損状況(a)



1.0mmの折損状況(b)

図 3 折損状況

(3) 直径1.5mmのドリルの場合

図4(a)は、ドリル周速度14m/min, 送り速度0.012mm/revの加工条件のもとでの切削抵抗を示す。トルクは徐々に増加傾向を示し、矢印Fで折損している。この図ではトルク、スラストカとも急激な変化はみられなかった。モータ電流値は折損に至るまで徐々に増加して、折損している。

図4(b)は、ドリル周速度14m/min, 送り速度0.022mm/revの加工条件のもとでの切削抵抗を示す。矢印Gで折損しトルクの急激な変化がみられる。スラストカにも同様に急激な変化がみられる。モータ電流値は、折損に至るまで徐々に増加して、折損時には急激に増加している。

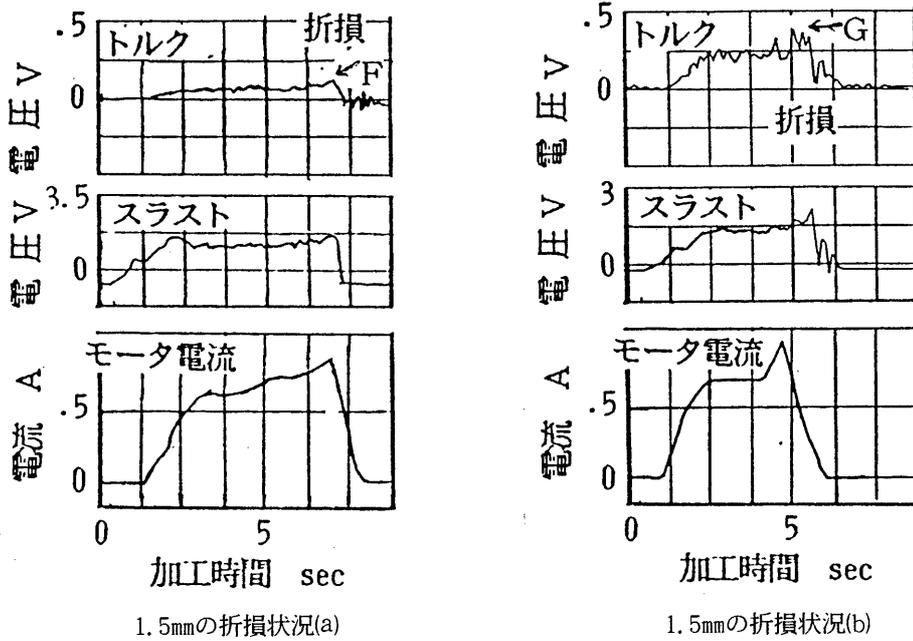


図4 折損状況

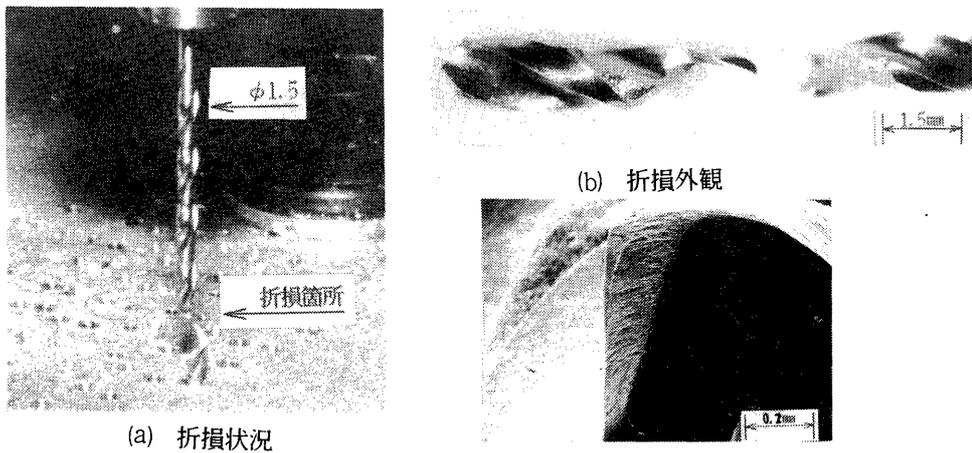


写真2 折損の外観写真

写真2(a), (b), (c)は、直径1.5mmで送り速度0.022mm/revのときの加工条件での折損の外観と刃先摩耗状態を示す。(a)では折損状況がみられる。(b)ではねじりによる破断が明瞭にみられる。(c)では切り刃部分の摩耗とコーナ摩耗がみられる。

4. 結 言

試作した加工装置でモータ電流の特徴を調べるために、切削抵抗と比較検討を行った結果、つぎのことがわかった。

(1) 直径0.5mmのドリルの場合

モータ電流のわずかに変化がみられた。座屈による折損が主であった。

(2) 直径1.0mmのドリルの場合

折損時において、送り速度の変化に対してスラスト力及びトルクの差はみられなかった。モータ電流では、切り屑などによる突発的な変化をとらえることができなかった。

(3) 直径1.5mmのドリルの場合

折損時において、送り速度の変化に対してスラスト力の差はみられない。トルクは送り速度が速くなるほど増大する。

折損時のモータ電流では、送り速度の変化の差はみられなかった。

また、ドリル直径が大きくなるとモータ電流、切削抵抗とも大きくなる。

なお、本報告は1989年度精密工学会春季大会で発表した。

参考文献

- 1) 小石川：小径ドリルにおける加工情報センシング技術に関する研究（第1報），茨城県工業技術センター研究報告第16号（1988）
- 2) 山羽，小石川：小径ドリルの折損検出法，機械論文C編（1988）