

各種センサを利用した加工情報のセンシング技術

機械金属部 小石川 勝男 菊池 誠
小松崎 哲郎*

1. 緒 言

機械加工の分野では、高精度、高能率で経済性の高い無人加工技術が要求されている。この場合の問題は、工具の突発的破損事故の発生である。その対策は、素早い対応と状況に応じた適切な処置であり、対応の遅れは工作物や機械の損傷、火災など大きな被害へとつながる。

このような事故を防止するために、切削工具を常時監視するセンシング技術の確立が必要である。

今回は複数のセンサを利用して、工具の寿命管理が困難な直径2mm 以下の小径ドリルを対象とする穴あけ加工機の試作を試みた。

2. システムの設計思想

図1 はシステムの概念図である。センサは、カセンサ、加速度センサ、AE センサを採用した。今回のシステムは、センサの信号を各々の信号処理回路で常時、折損防止判定レベルと比較し、各々の結果の論理和からモータの送込みを制御するシステムとした。

2.1 スラストカの監視

スラストカは、送り用モータの軸に取り付けたカセンサで検出した。検出信号は、アンプで増幅されオフセット量を調整後コンパレータで折損防止判定レベルと比較される。

この場合、コンパレータの出力は、ピークホールド回路によって保持されるため信号が一度でもレベルを越えれば、加工は中止する。

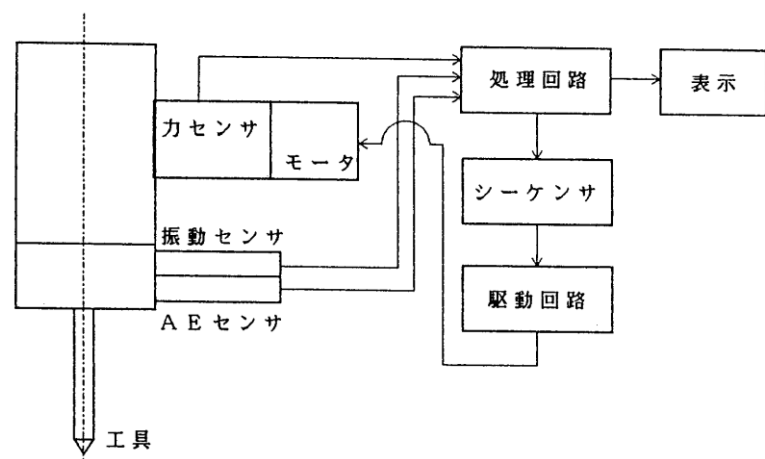


図1 システムの概要

2.2 振動加速度の監視

振動する加速度は、ドリルチャック上部に取り付けた加速度センサで検出した。検出信号は、ある特定の周波数信号に対応したバンドパスフィルタを通過後、絶対値積分回路を通り信号の大きさと出現頻度の情報に変換される。以後、カ信号と同様コンパレータで比較される。

2.3 AE 信号の監視

AE 信号は、ドリルチャック側面に取り付けたAE センサで検出した。AE 信号は周波の高い弾性波の信号で、主に機械雑音よりも高い周波数帯に情報が含まれている。そのため信号の300KHz 以下をカットするハイパスフィルタを通すと、計測に有害な機械雑音に影響されずに折損情報を採取することが可能である。AE 信号の処理は振動加速度信号と同様に行った。

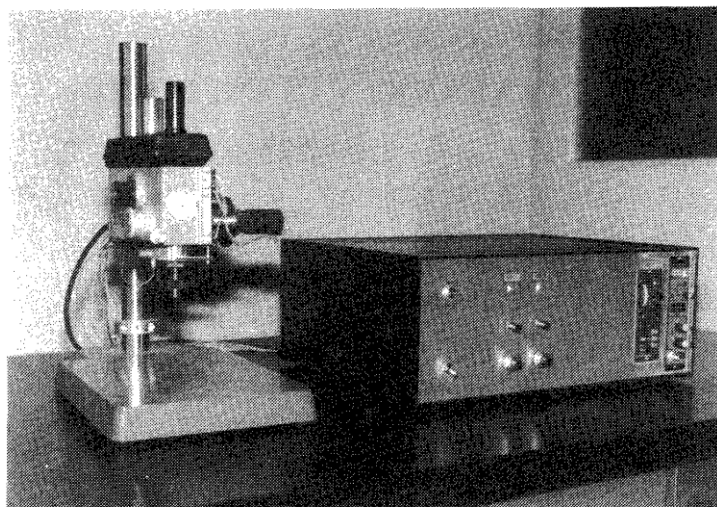


写真1 製作した小径穴加工機

2.4 装置の構成

写真1 は、製作した装置全体の外観写真である。試作した装置は、その働きからいくつかの部分に分割できる。主となる穴加工機は、小径穴加工専用機を改造したもので、市販の加工機に振動加速度センサ、リミットスイッチ、ドリル送り用アクチュエータ、歪ゲージを利用したスラストカセンサ等が付加されている。他にはシーケンサ、モータを駆動する駆動制御回路などの全体を制御する部分、センサから得た情報を処理する信号処理回路部、及び九振動加速度等の物理量を電気信号に変換する回路に分けられる。

3. 加工実験

実験では、表1 の加工条件下で加工中の、スラストカ信号、振動加速度信号、AE 信号を観察した。図2 に、スラストカ信号の時間的推移を示す。図2 からは、スラストカ信号が、穴あけ個数の増加と関係して、わずかに増大することが理解できる。図3 に、振動加速度信号の時間的推移と、その波形の周波数に関するパワースペクトル分布を示す。図3からは、折損直前の振動加速度信号が、1~2KHz の範囲で増加することが理解できる。図4 に、AE 信号の時間的推移と、その波形の周波数に関するパワースペクトル分布を示す。図4 からは、折損前のAE 信号が800KHz 付近で増加することが理解できる。

表1 加工条件

被削材	SUS304
ドリル	ルーマ型ドリル
ドリル直径	0.5 mm
主軸回転数	6000 rpm
主軸送り速度	0.2 mm/sec
加工深さ	1.0 mm
油剤	なし

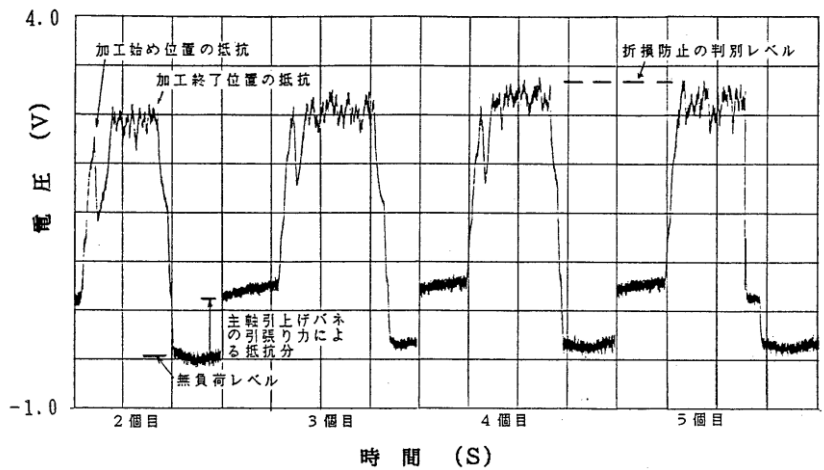


図2 カセンサによるスラスト力の時間的変化

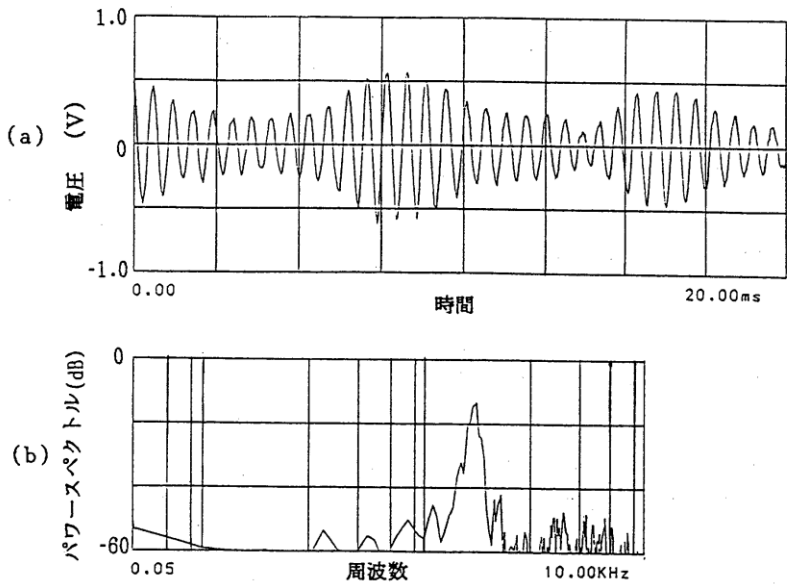


図3 振動加速度の時間的推移 (a) と周波数分析結果 (b)

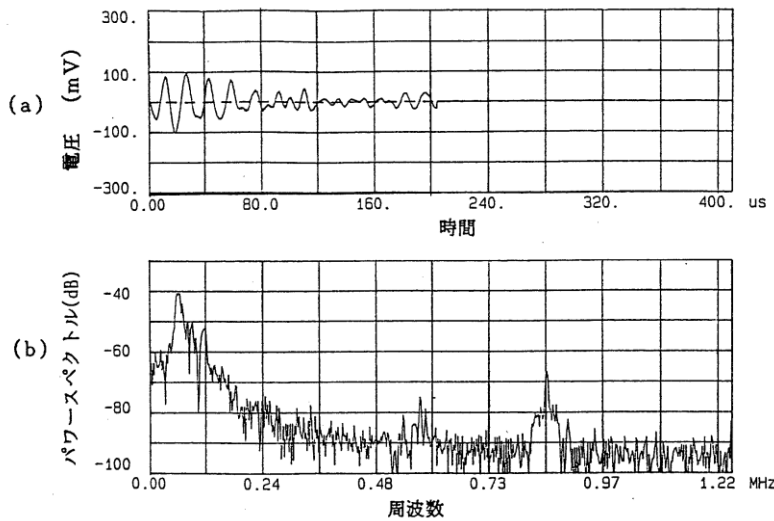


図4 AE信号の時間的推移 (a) と周波数分析結果 (b)

4. 期待される効果

今回の試作によって生産現場で期待される効果を次に記す。

- ① 高精度，品質のばらつきの少ない製品が生産可能である。
- ② 加工工程の自動化により生産コストが低減できる。

5. 結 言

今回の試作では，ドリル破損について次の原因が問題となった。

- A. 直径に比べて過大な送り量が原因となるドリルの座屈現象の発生
- B. 切り屑詰まりによるトルクの増大
- C. 切れ刃の摩耗によるスラストカの増大
- D. 被削材の不均一性による切削力の変化

これら複数の原因に対して，今回の試作では，センサを複合的に組み合わせることによって対処することを提案した。この際，重要なことは複数のセンサをどのようなに組み合わせるべきか，データを集積し詳細に分析することである。

今後の課題は，試作した加工機を加工現場で使用し小径穴加工の自動化を実施することである。

尚，本研究は財団法人茨城県中小企業振興公社，工業技術振興基金新製品・新技術開発助成事業の助成金を（株）三友製作所が受け，平成元年度技術パイオニア養成事業ORT 事業研修生研修にて実施したものである。

参考文献

- 1) 小石川，菊池：「小径ドリルの折損検出について（第1 報）」1988 年度精密工学会秋季大会
学術講演会講演論文集
- 2) 小石川，菊池：「小径ドリルの折損検出について（第2 報）」1989 年度精密工学会春季大会
学術講演会講演論文集