

## 小径ドリル加工機の開発

富山工技セ 杉森 博, 藤井弘之  
 日本電産(株) 水室直樹, 金沢大工 神谷好承

### 1. はじめに

ウォータージェットノズル, 燃料噴射ノズル, プリント基板等様々な分野で高精度な小径穴加工が必要とされている。一般に, 小径穴は放電加工によってあけられるケースが多いが, 最近の工具性能の向上, 工作機械の高速化に伴って徐々にドリルによる加工に置き換わってきている。しかし, 小径ドリルによる穴加工は工具剛性不足によるドリル折損や切り屑処理の問題, 穴精度の問題等が残されている。

本研究では, ドリルによる小径穴加工のトラブル軽減のため, 加工中の切削力(スラスト力)をモニターしながらその荷重をドリルの送り制御に反映する小径ドリル加工機について検討した。

### 2. 加工機の構成

装置の主軸には高速回転(1,000~40,000rpm)が可能なブラシレスモータを用いており, これをステッピングモータを駆動源とした移動テーブルによって深さ方向に送る構造となっている。主軸は, 移動テーブルに平行ばねで支持されており, 切削加工中のスラスト荷重に対して剛性を低くしている。加工中の切削力は, 主軸の受けるスラスト力をロードセルによって検出して測定される。図1に, 本システムの制御系の構成を示す。切削加工中のスラスト荷重信号は, A/D変換されてパソコン(PC)に取り込まれる。取り込まれたスラスト荷重値と設定荷重(目標値)の偏差は, PC内でV-F変換されパルス列に変換される。PCから出力されたパルス列は, ステッピングモータ用ドライバに送られ, 主軸を移動させている。

図2に, 本システムの加工プロセスを示す。小径ドリルによる穴加工では工具剛性の問題によって材料への食いつき時に振れまわりを生じ, 穴の曲がりが発生しやすくなる。このため, ドリル先端が試料に接触したとき, 規定の荷重に到達するまでゆっくりと移動させ, 規定値に到達したら試料表面に後退する動作(ポンチング動作)を付加した。ポンチング動作後の加工は, すべて荷重制御によって行っており, 送り速度を抑えるために設定荷重(目標値)を徐々に増加させている。すなわち加工中に切削力が設定荷重を越えたと設定荷重を一定量(F)増加させる。これを繰り返して行って, 切削力が最大設定荷重(F<sub>max</sub>)に到達し, 所定の時間を経過すると工具寿命と見なし, 加工を終了する。

### 3. 加工実験および結果

開発した加工機の評価を行うため, 実際に穴加工を行った。試料には厚さ1mmのステンレス鋼板(SUS304)を用い, 工具は超硬合金製(株)サイトウ製作所製ADR-0030)の0.3mmのドリルを用いた。加工は乾式で行い, 主軸の回転は8,000rpmに固定した。同じ装置を使い, 定速送り加工(0.47μm/rev)の場合と本システムによるものを比較した。図3に, 加工後の穴の顕微鏡写真を示す。1列目は1~4穴目, 2列目は21~24穴目, 3列目は41~44穴目の状態である。図3より, 荷重制御による加工の方が穴位置偏差の少ないのがわかる。定量的に評価するため, 図4に加工穴数と穴位置偏差の関係を示す。いずれの場合も加工穴数が増えるにつれて穴位置偏差が徐々に増加しているのがわかる。定速送り加工の方が荷重制御による加工に比べ, 少ない加工穴数のうちから穴位置偏差が大きくなり始める傾向が見られた。また, 工具寿命は荷重制御による加工の方が長くなる傾向にあった。

### 4. まとめ

小径ドリルによる穴加工を行うため, 新たに荷重制御型のドリリングシステムを開発し, その性能評価を行った。その結果, 同じ加工装

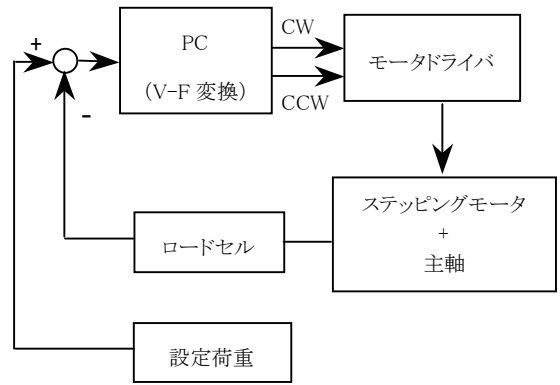


図1 制御系の構成

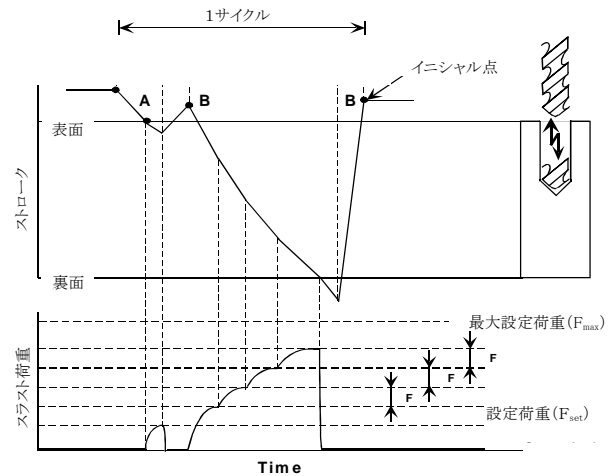
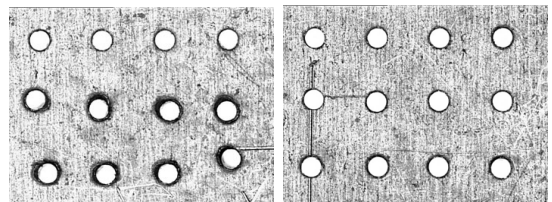


図2 加工プロセス



(a) 定速送り加工 (b) 荷重制御による加工

図3 加工後の穴の顕微鏡写真

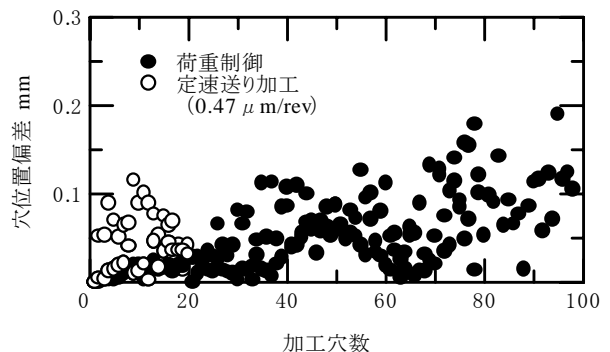


図4 加工穴数と穴位置偏差の関係

置を用いた場合, 従来の加工方法(定速送り加工)に比べて穴位置偏差の改善, 工具の長寿命化に効果が認められた。

### 参考文献

1) 張, 神谷, 関, 足津: 精密工学会誌, 65, 4 (1999) 559.