

# 小径穴加工システムの開発

機械システム課 杉森博 藤井弘之 中央研究所 藤城敏史

若い研究者を育てる会 手嶋成市

## 1. はじめに

最近、携帯電話やモバイル機器等に象徴されるように製品の小型化、高機能化が進んできており、それに伴い“微細なものづくり技術”が求められている。穴加工においてもこの傾向が見られ、ウォータージェットノズル、燃料噴射ノズル、プリント基板など様々な部品に高精度な小径穴をあける技術が必要とされている。

小径穴の加工方法には、非接触加工で難切削材料の加工が容易な放電加工や、放電加工に比べて工具寸法どおりの穴加工が可能で、穴形状精度、穴内壁面粗さの良好な小径ドリルによる穴加工がある。このうち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、穴位置精度などの問題が依然残っている。

そこで、こうした小径穴加工時のトラブルを軽減するために、ドリル加工中の切削力（スラスト荷重）をモニターしながら、その荷重をドリルの送り速度の制御に反映させる小径穴加工システムの開発を行った。

## 2. システムの構成

システムは、小径ドリルを高速回転（1,000～40,000rpm）させる高速スピンドル、これを試料の深さ方向に移動させる送り機構、送り機構の位置を検出するリニアゲージ、試料をスピンドルの送りと直角の2方向に移動させる試料移動用ステージで構成されている。送り機構は、ステッピングモータを駆動源としたボールネジを用いた移動テーブルで、切削加工中にロードセルで検出したスラスト方向の切削力に応じ、送り速度を制御している。制御は、すべてパソコン制御によって行っており、ロードセルからの信号に応じて、ステッピングモータに直接パルス列を送ってフィードバック制御を行う方式を採用した。また、スピンドルには送り方向に低周波の微振動を加え、切り粉の分断効果をねらった。振動付加機構は、圧電素子を動力源としている。

一般的な穴加工（定速送り加工）の場合、同じ加工条件（回転数、送り速度、加工雰囲気など）で加

工しても工具の状態（摩耗状態）によって切削力が違う。そこで、適正な穴加工を行うには工具の状態に応じた最適な加工条件（送り速度など）によって切削する必要がある。こうした加工を実現するため、このシステムでは設定荷重（目標値）を徐々に増加させる荷重制御方式によって加工することとした。加工は、既定の最低加工速度（設定加工速度）より遅くならないよう、設定荷重を変化させて行っている。

## 3. システムの評価

まず、振動付加の効果を実験的に調べた。実験は、試料に厚さ1mmのステンレス鋼板（SUS304）を用い、工具に超硬合金製のφ0.3mmのルーマ型ドリルを用い、ドライの切削雰囲気中で加工した。また、スピンドルの回転数は8,900rpmに固定し、ドリルを一定速度（0.9μm/rev）で送って加工実験を行った。上記条件のもとで、振動付加による切削中のスラスト荷重への影響を調べたところ、付加振動の周波数60Hzにおいて、振幅の増加とともにスラスト荷重が減少する傾向が見られた。また、振動を付加することで工具の長寿命化の効果が確認できた。

振動付加による良好な効果が認められたので、振動を加えながら荷重制御による穴加工実験を行った。荷重制御において、重要な条件である設定加工速度による加工への影響を加工後の穴位置偏差、加工後のドリルの様子によって検討した。その結果、設定加工速度を0.47mm/minとすると100穴加工時の穴の位置精度、工具の状態（摩耗状況）は、設定加工速度2.4mm/minに比べて良好であることがわかった。

## 4. おわりに

小径穴加工を行う新たな加工システムを開発した。システムには、送りに振動を付加する機能と加工中の切削力に応じて送り速度を制御する機能を有しており、これら2つの機能によってドリルの寿命や加工後の穴位置精度に良い影響を及ぼした。

<詳細は平成15年度「若研」研究論文集を参照>