2002-01-03

スピンドルスルーMQL機構の開発と切削加工による性能評価

80121101　市川貴之　指導教員 青山藤詞郎 教授

1. 緒論

穴加工では，主軸回転数によらず工具先端から切削液を供給する内部給油方式が望ましい．中でもスピンドルスルー型内部通液機構(主軸内部に管を通し,その管を通じて切削液を供給する機構)は,主軸回転時に発生する遠心力の影響を受けにくいため高速切削に適した機構である．しかし，環境問題に対応した切削液供給法として知られている，MQL 加工のスピンドルスルー型高速主軸への適応に関する研究報告は現在の所ほとんど見られない．これは，MQL として高速主軸に対応性の高いオイルミスト方式を用いても，回転経路での遠心力による高圧空気と切削液の分離現象が，加工に最低限必要な量の切削液吐出を困難なものとしている為である．昨年度までの研究で，開発された静止パイプ挿入機構(図 1)が一般的な加工に応用可能であることが示された．そこで，本研究では本機構の更なる改良を経て,MQL加工が難しいとされているアルミ材の本機構による加工の実現を目的とする．

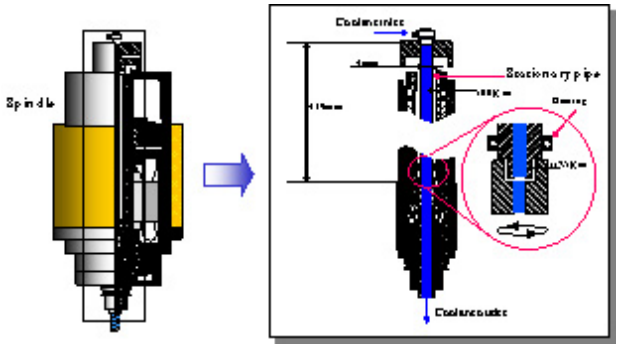

Fig.1 Stationary pipe insertion mechanism

2. 静圧軸受型回転継手の開発

静止パイプ挿入機構では,非回転の管(静止パイプ)と回転部のあいだの非接触部において,切削液であるオイルミストが漏れる問題が発生する.そこで,非接触部の改良を行った．(図2) これは静圧軸受である表面絞り円板形スラスト軸受の特性を利用したため,静圧軸受型回転継手と呼ぶこととする．これは高圧空気を供給することにより,非接触部の隙間を通る空気の静圧によって,静止パイプの先端に設置したシールパッド自身を支える設計になっている．

設計した静圧軸受型回転継手を図 3 に示す．また,実際に高速主軸内に組み込み,その際の空気流量を測定した．図 4 に供給圧力と空気流量の関係を示す．図 4 より供給圧力が高いとき,漏れ量は工具先端からの吐出量の1/2 程度に抑えられていることがわかる．これにより静圧軸受型回転継手の有効性が確認できる．供給圧力 0.3 付近で漏れ量が減少しているが,これはシールパッドと静止パイプを接触させている部分での静止摩擦が原因である．

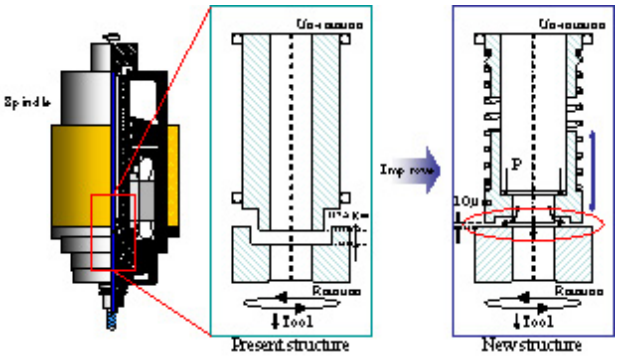

Fig.2 Hydrostatic bearing rotary joint

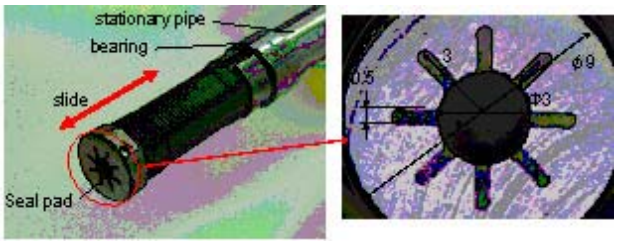

Fig.3 Manufactured rotary joint

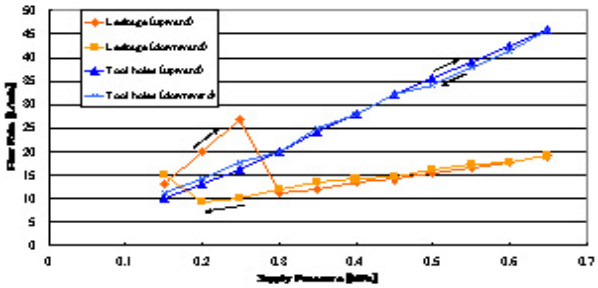

Fig.4 Relation between air flow rate and supply air pressure

3. 加工実験による評価

静止パイプ挿入機構及び静圧軸受型回転継手を実装した高速穴加工機を用いて実際に内部給油式MQL加工を行った．被削材にはセミドライ加工が難しいとされるアルミ材を用いた．切削液の供給量は約0.05ml/minで,これは湿式加工の約1/1600万にあたる.実験条件は,超硬工具,工具径 φ 3.3, 周速度100m/min, 送り0.1mm/rev, 穴深さL/D=3で行ったところ,1500穴以上の加工に耐え,工具には磨耗は見られるものの欠損等は確認されなかった．

4. 結論

(1) 静止パイプ挿入機構の問題点である非接触部における切削液の漏れ現象を改善するための機構として,静圧軸受型回転継手を開発した.これにより,非接触部における漏れ量は,工具先端から吐出される量の約1/2に抑えられることを確認した．

(2) 開発した機構を用いることにより,内部給油 MQL 加工による高速穴加工を実現した．