

小径穴仕上げ加工

企画情報課 杉森博 中央研究所 川堰宣隆 機械電子研究所 上野実
富山県工業技術センター 谷野克巳 若い研究者を育てる会 田中精密工業(株) 高岡利尚

1. はじめに

線引きダイスや化繊紡糸ノズル、燃料噴射ノズル、ウォータージェットノズルなど、各種流体が流れる部位で用いられる部品は、穴内面の状態や穴への流入部分の形状が、その性能に大きな影響を与える。これらの部品にあげられている小径穴には、細径化、深穴化、高品位化など様々な要求があり、各種加工方法によって対応されている。小径穴の加工は、主にドリルによる機械加工と放電加工によって行われている。このうち放電加工面は梨地状の面を呈している。このため、放電加工後には研磨加工などの後加工を行い、穴内面を平滑にする必要がある。穴内面の研磨方法には、ホーニング加工や磁気研磨、化学研磨、電解研磨などがあるが、穴が小径になるに従って、これら従来の加工方法では難しくなってくる。

本研究では、油に砥粒を懸濁させた研磨液を小径穴内部に流しながら強力超音波を付加させることで、小径穴のエッジ仕上げ・穴内面の研磨を行う方法を考案し、その性能評価を行った。

2. 実験装置及び実験方法

油にアルミナ砥粒(WA)を懸濁させた研磨液(スラリー)を、被研磨試料が内部に保持されている加工室へ小型ポンプによって送液している。被研磨試料には放電加工によって直径0.1mmの小径穴があげられており、加工室に流入した研磨液はこの小径穴を通過して加工室から流出するよう密閉されている。加工室内部には被研磨試料に対向するように超音波振動ホーンが配置されており、穴の軸方向に研磨液中で超音波振動を作用させている。研磨液はこの超音波振動を受けながら、試料の小径穴内部を流動している。

3. 実験結果

まず、超音波付加の有無による穴内部での研磨液の挙動の変化を調べた。試料には厚み1mmの亚克力板に $\phi 0.3\text{mm}$ の穴をドリル加工によってあげたものを用いた。穴内部での流体の流れを可視化するため、油に

桃の種の粉末(平均粒径 $88\mu\text{m}$)を混入した流体を用い、この流体の穴内部での流れの様子をハイスピードビデオ(フォトン製FASTCAM-APX RS250K)によって50,000fpsの条件で観察した。超音波を付加しない場合は、穴内部の流体は乱れなく流れ(流速:約5m/s)いていたが、超音波を付加すると流速が増し(流速:50m/sをこえる)、超音波のキャビテーションによって発生した気泡が穴内部に流れ込み、流れも乱れた状態(乱流)になった。粉末の挙動は確認できなかったが、穴内部の液体は乱流状態になっており、これによって粉末が穴内壁面に激しく擦過することが推測できる。

次に、実際に油に砥粒を混ぜて実験を行った。種々の実験条件で研磨した。使用した油は、粘度が高すぎると研磨能率が下がり、粘度が低い方が能率が上がるものと思われた。しかし、あまり粘度が低いと砥粒の沈降が激しくなり、逆に能率が下がった。実験に使用した油のなかでは、粘度が $80\text{mPa}\cdot\text{s}$ のオリーブ油が最も良好であった。砥粒の大きさについては、大きすぎると穴内部で詰まって研磨できなくなり、小さくなると能率が下がった。実験を行ったなかでは、被研磨試料の穴の直径の約1/5の砥粒径であるWA#800が最も良好な結果となった。各種実験条件を検討したところそのなかで最適な加工条件で研磨を行ったところ、10分で初期粗さ $Ra0.3\mu\text{m}$ の穴内面を $0.1\mu\text{m}$ に仕上げることができた。

4. まとめ

放電加工であけた小径穴のエッジ仕上げと穴内面の研磨を、超音波を用いた新たな研磨方法によっておこなった。ハイスピードカメラによる穴内面の可視化によって超音波付加によって穴内部では乱流になっていることを確認した。放電加工であけた直径0.1mmの小径穴(初期粗さ $Ra0.3\mu\text{m}$)に本研磨法を適用すると約10分程度で $Ra0.1\mu\text{m}$ 以下に表面粗さを低減することができた。

<詳細は平成18年度「若研」研究論文集を参照>