

小径穴あけ加工における加工条件と工具寿命(第2報)

— 工作液超音波振動法に関する研究 —

Relation between Drilling Conditions and Tool Life in Micro Drilling (2st Report)

-Researches on Applying Ultrasonic Vibration on Machining Fluid-

小川 仁*, 升田雅博**, 溝渕 啓**

Hitoshi Ogawa, Masahiro Masuda, Akira Mizobuchi

掲載雑誌名：精密工学会誌 Vol.73, No.5, 578-582(2007)

直径が1 mm以下の小径ドリルを用いて鉄鋼材料を始めとする延性材料に高能率で穴あけ加工することを目的に、工作物と工具を切削液中に浸し、油剤に超音波振動を与えて加工穴内部にキャビテーションを発生させ、切りくずの排出性を高める加工法について提案した。加工穴底部で頻繁に生じるキャビテーション現象は、油剤の流動化を促し、切りくずの詰まりや凝着を抑制する。その結果、直径0.2mmのドリルによるステンレス鋼 SUS304 の穴あけ加工に対して、工具寿命が従来の加工法より30~40%延びた。さらに、冷却効果も十分にあることがわかった。

ところで、加工作業において、ドリルが小径になるほど、(1)工具の剛性低下、(2)工作機械主軸の振れの影響、(3)加工条件幅の縮小、(4)加工対象の縮小、(5)加工能率の低下などが現れる。本加工法は、これらのうち、剛性低下については切りくず排出性の向上により切削抵抗を下げることで、大きな利点といえるだけでなく、(3)~(5)についても一つの解決法となる。(2)の主軸の振れについては、超音波振動を付与するために悪化することがあっても改善することはない。従って、より小径のドリル加工に対してエアタービンスピンドルと組み合わせることによって、主軸の振れを極力抑えたとともにドリル周速の保持を計った。

本論文では、直径0.1mmの穴あけ加工を取り上げ、加工能率向上の観点から、本加工法における送り条件とスラスト力や工具寿命の関係について検討した。

ステップ送りサイクルによる穴あけについて送り速度を変化させた場合、工具食付き時急激なスラスト力の増加があり、その後減少する。この様子は慣用加工および超音波振動援用加工ともほとんど変わらない。しかし、食付き時、減少時ともに超音波振動援用加工法は慣用加工法の60~70%である。特に、食付き時のスラスト力が緩和されている。これは、切りくずの排出性の改善以外にチゼル部への切りくずの凝着がほとんどないことによると考えられる。超音波振動援用加工法では、送り速度によって顕著な違いは見られず、1.2N~1.5Nの範囲を変動する。また、ステップ送り量を変化させた場合、ステップ送り量の増加に伴い、スラスト力は増加する。

次に、加工条件による工具寿命を検討した結果、注油法およびオイルミスト法などの慣用加工では2穴以上の加工はできず、切りくずが穴内部で詰まることにより発生するねじり折損となる。一方、超音波振動援用加工法では同条件で254穴の加工が可能であり、折損防止に極めて優れている。なお、超音波振動援用加工では送り速度を大きくすると穴あけ個数は延び、送り速度200mm/min, 0.01mmの場合では1000穴加工しても折損しなかった。また、ステップ送り量の増加は逆に工具寿命を著しく減じる。高送り速度200mm/minと低ステップ送り量0.01mmで良い結果を得られた理由は、それぞれ切れ刃の丸みによる寸法効果の影響が緩和され、切りくず生成状態が安定したことと、不連続な切りくずをスムーズに排出させる条件であったためと考えられる。

*電子機械課, **徳島大学