

小径穴あけ加工における油剤のキャビテーション効果(第1報)

— 工作液超音波振動法に関する研究 —

Effect of Cavitation of Cutting Fluid in Micro Drilling (1st Report)

-Researches on Applying Ultrasonic Vibration on Machining Fluid-

小川 仁*, 升田雅博**, 大山 啓** 鴻上裕史***

Hitoshi Ogawa, Masahiro Masuda, Akira Oyama and Yuji Kogami

掲載雑誌名：精密工学会誌 Vol.72, No.5, 626-630(2006)

最近のものづくりにおいては携帯電話に代表されるように、コンパクトかつ多機能化が進み、部品の小型化と同時に加工の微細化技術が必要になってきた。微細加工は多岐にわたるものの、中でも小径ドリルを用いた穴あけ加工が非常に多い。この場合の最大の問題は、切りくず絡まりによる工具折損および加工能率が低いことである。本研究では切りくずの排出性によるトラブルを少なくするために、超音波振動を穴あけ加工に応用し、工具折損対策を図るとともに、加工能率の向上を目指す。

超音波振動援用加工法は、加工面粗さの向上や硬脆材料の加工などに威力を発揮することが報告されている。しかし、これまでの方法は工具や工作物を直接振動させるために、大掛かりな装置を必要としてきた。本方式は、工具と工作物を切削油剤の中に浸し、油剤に超音波振動を付与して加工穴内にキャビテーションを発生させて切りくずの排出性を高めるものである。キャビテーションを利用する方法は、ホーニング加工に応用された例がある。これは、超音波振動でなく、流体の流れの中に絞り部を設けて、その後方に発生するキャビテーションを利用する方式であり、表面粗さの改善に効果がある。しかし、この場合も吸引装置などの大掛かりな装置を必要とするし、加工対象が限られる。ここに提案する超音波振動を利用する方式は、切りくずの排出性以外にも、油剤の浸透能力の向上から潤滑や冷却作用が期待できる。さらに、浸漬加工のために油剤の使用は極めて少なく、廃油処理のコストも削減できる長所も持つ。本論文では、比較的加工の難しいオーステ

ナイト系ステンレス鋼 SUS304 に、直径 0.2mm の穴あけを行う加工において、本方式が工具寿命の延長、加工品位の向上などに優れた方法であることを示す。また、キャビテーションの発生の様子や冷却効果について触れる。

SUS304 の穴あけにおいて、慣用加工ではチゼル部に構成刃先のような切りくずの一部が堆積するとともに、逃げ面に微細な切りくずの付着が観察される。チゼル部での切りくずの凝着は、穴あけ回数の増加とともに逃げ面上で成長する。また、反対側のチゼル部にも凝着が起こり、これらは工作物と摩擦した痕跡を残す。逃げ面に付着している切りくずの小片も穴あけ回数の増加とともに激しくなる。さらに、チゼル部や切れ刃部ではコーティング層の剥離が生じ、切れ刃の欠けや摩耗も著しくなっている。一方、超音波振動援用加工ではチゼル部での切りくずの凝着は全く見られず、逃げ面への付着も極めて少ない。また、切れ刃の摩耗や欠けは慣用加工に比べ小さい。この結果、折損までの工具寿命は、超音波振動援用加工では長寿命であることが確認できた。

さらに、工作物に熱電対を埋設し、各種冷却法に対する温度降下を計測した結果、超音波振動援用法では注油方式に匹敵する高い冷却効果を示すことが確認できた。特に、小径穴加工では、穴が小さいことより、加工点に切削油剤が十分に供給されない。キャビテーションは穴あけサイクルにおいて、工具が引き上げられると同時に穴底部で発生することより、慣用加工に比べ潤滑効果も優れると推測できる。

*電子機械課, **徳島大学, ***徳島大学大学院