

超音波振動複合による切削・放電加工に関する研究（Ⅱ）

1. 目的

小径ドリルを用いた微細穴の加工における問題は、剛性不足や難切りくず排出による工具折損である。本研究では超音波振動で発生するキャビテーションを用いて、切りくず排出を促し、工具折損の防止を図るとともに、加工能率の増大を目指す。本方式は、工作物を切削液中に浸漬させ、油剤に超音波振動を付与し、油剤の浸透による潤滑・冷却作用の向上とキャビテーションによる切りくずの排出性を高めるものである。

これまでの研究から超音波振動を援用しながら加工を行えば工具寿命の延長が実現したが、一般的な穴あけ加工(慣用加工と呼ぶ)との違いが明らかにはされていなかった。そこでキャビテーションの発生とその挙動、油剤の浸透性能、冷却性能を確認するとともに、超音波振動援用加工で工具寿命、切りくずの採取、切削抵抗の測定などを行い、慣用加工と比較検討した。特に、難削材であるオーステナイト系ステンレス鋼 SUS304 に直径 0.2mm の穴あけについて調査した。

2. 実験方法

SUS304 に直径 0.2mm、深さ 1.0mm の止まり穴をあける。工具にはメーカーの異なる 5 種類の (TiAl)N 系コーティング超硬ドリルを使用した。工具諸元を表 1 に示す。工作機械はマシニングセンター(大隈豊和製 MD-45VA)を使用し、加工は固定サイクル G83 コードを用いて実験を行った。表 2 に示す加工条件のもと、超音波振動の有無による穴あけ性状、加工回数毎の切削抵抗の測定を行った。

Table 1 Tool geometry

| | ToolA | ToolB | ToolC | ToolD | ToolE |
|-----------------|-------|---------|-----------|-------|-------|
| Tool makers | OSG | Smitomo | Mitubishi | Ryoko | Ryoko |
| Helix angle deg | 25 | 35 | 30 | 30 | 30 |
| Point angle deg | 140 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| Flute length mm | 1.5 | 2.3 | 2.5 | 3.5 | 1.2 |

Table 2 Drilling condition

| Workpiece | SUS304, Acryl |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Spindle revolution min ⁻¹ | 10000, 20000, 25000, 49000 |
| Drilling speed m/min | 6.28, 12.6, 15.7, 30.4 |
| Feed mm/rev | 0.001, 0.002, 0.004, 0.005 |
| Step feed mm/step | 0.025, 0.05, 0.1 |
| Depth mm | 0.5, 1.0, 2.0 |
| Coolant | emulsion |
| Ultrasonic frequency kHz | 28, 48 |

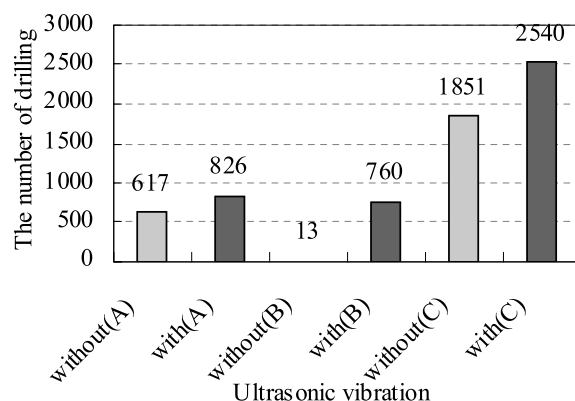


Fig.1 Effect of ultrasonic vibration on the number of drilling

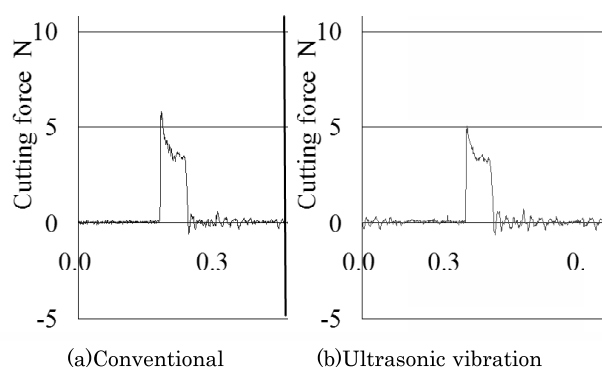


Fig.2 Cutting force

3. 実験結果

3.1 超音波振動有無による工具折損と穴あけ

工具 A を使用して超音波振動の有無で加工を行い、加工後の工具、切りくず、加工穴を比較した。Tool A, B, C における工具折損までの比較を図 1 に示す。すべての工具において寿命の延長が認められる。しかし、工具形状によって寿命の長短が分かれたが、これは切りくず形状の違いが影響している。

3.2 切削抵抗

超音波振動の有無が切削抵抗(スラスト力)に及ぼす影響について調査した。図 2 に 30 穴目加工時の 1 ステップの切削抵抗を示している。ドリル先端の喰い付き時にスラスト力の上昇が見られる。この喰い付き時のスラスト力に差が生じ、超音波振動を付与した場合で切削抵抗が低く、ピークから下がる時はあまり乱れが無いのに対し、慣用加工では一度切削抵抗が上昇する傾向が見られた。原因として、加工穴底部に滞留した切りくずにより切削抵抗が上昇し、ステップ加工の工具を引き上げる際に工具に巻きついた切りくずが切削抵抗を上昇させたと考えられる。