

超音波振動複合による切削・放電加工に関する研究（Ⅲ）

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、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。

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るとともにドリル周速の保持を図った。

本研究では、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。

2. 実験方法

実験に用いた工具は(TiAlN)コーテッド超微粒子超硬合金ドリル（三菱マテリアル製）である。切削油剤は10倍の濃度に希釈したエマルジョンタイプの水溶性で、深さ0.5mmの止まり穴を加工した。表1に示すように加工条件のうち送り速度とステップ送り量を変化して、キャビテーション援用加工による穴あけ加工時のスラスト力について調査した。

3. 実験結果

3.1 送り速度およびステップ送り量とスラスト力

図1は、キャビテーション援用加工時の送りに対するスラスト力を示す。加工深さ0.5mm、ステップ送り量0.01mmの条件を用いたため、50分割したスラスト力の波形が確認できる。スラスト力は、送りによって顕著な違いが見られず、本工具では1.2N～1.5Nの範囲を変動している。加工深さに対しては工具先端が0.4mm以降では若干増加する。穴が深くなれば切りくずの排出性が悪くなるのでそれに影響されたと考えられる。次に、ステップ送り量について、送り速度50mm/minでステップ送り量を変化させた場合、ステップ送り量0.01mmでのスラスト力は1.5～1.7Nであるが、0.02mm、0.03mmの場合には2Nを超える。切りくずを長くすることはスラスト力の増加をもたら

す。ステップ送り量の変化では、加工時間はステップ送り量と反比例の関係にある。

3.2 加工条件と工具寿命

キャビテーション援用加工においてステップ送り量と送り速度を変化させた場合の折損までの穴あけ回数を表2に示す。ちなみに、慣用加工では数穴で工具折損する。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。次に、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。

Table 1 Drilling conditions used in the experiments

Workpiece	SUS304	
Nominal spindle revolution	min ⁻¹	50000
Drilling speed	m/min	15.7
Feed speed	mm/min	50, 100, 150, 200
(Feed)	mm/rev	(0.001, 0.002, 0.003, 0.004)
Hole depth	mm	0.5 (Blind)
Step feed	mm	0.01, 0.02, 0.03
Coolant	Cavitation, Wet, Oil mist	

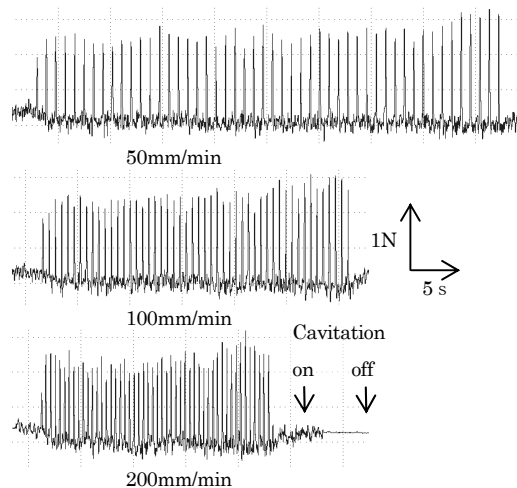


Fig. 1 Relationship between feed speed and thrust force
Hole depth:0.5mm, Step feed:0.01mm/step, G83 code

Table 2 Drilling numbers when varying step feed and feed speed

Hole depth	Step feed	Feed speed	Drilling numbers
mm	mm	mm/min	
0.5	0.01	50	337
		100	503
		200	1000→
	0.02	50	50
		200	199
		200	51