

2017年度砥粒加工学会学術講演会 (ABTEC 2017) に参加して

岩元志湧

Shiyu IWAMOTO

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

2017年8月30日から9月1日にかけて、福岡工業大学にて行われた「2017年度砥粒加工学会学術講演会 (ABTEC 2017)」に参加した。8月31日の「先進切削加工技術」のセッションで「高速回転スピンドルによるCFRPのマイクロドリル加工」というタイトルで発表した。

2. 研究内容

2.1 緒言

近年、自動車産業や航空機産業を中心にCFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics, 炭素繊維強化プラスチック) の使用量が増加傾向にある。CFRP部品の組立には、穴あけ加工などの2次加工が必要となるが、CFRPは難削材の一つであり、その加工技術の向上が求められている。特に、部材を接合するために膨大な数の穴あけ加工 ($\phi 6\text{ mm}$ 程度ないしそれ以上) が必要となり、穴品質、加工能率、工具寿命等に関する取り組みが活発に行われてきた。今後、製品の小型化や微細化に伴い、またCFRPの製品用途を拡大させるためには、直径1 mm以下のマイクロドリル加工技術が必要になると考えられる。しかしながら、CFRPの小径ドリル加工に関する研究報は少なく、マイクロドリル加工現象及び適正な加工条件設定法は、未だ明らかにされていない。そこで本研究では、加工条件因子として、切削速度と送り量が、加工特性に及ぼす影響について検討することにした。

2.2 実験方法

最高回転数 60000 min^{-1} の高速回転スピンドルを3軸制御立形マシニングセンタの主軸に取り付けて、加工実験を実施した。用いた工具は、プリント基板穴あけ用の超硬合金製ストレートドリルであり、工具径は 0.6 mm とした。加工試料として、上部当て板にアルミニウム板 (厚さ 0.2 mm) を、下部当て板にフェノール板 (厚さ 1.6 mm) を用い、それらの間にマトリクス樹脂をエポキシとしたPAN系炭素繊維平織布の積層基材 (8層) のCFRP基板 (厚さ 1.6 mm) を2枚挿入したものを加工深さ 4.0 mm で約100穴加工した。

切削速度 V を $38\sim 113\text{ m/min}$ と変化させて (送り量 f は $10\text{ }\mu\text{m/rev}$ で一定) 切削速度の影響を、送り量 f を $5\sim 30\text{ }\mu\text{m/rev}$ と変化させて (切削速度 V は 75 m/min で一定) 送り量の影響を調べた。1穴目と100穴目の切削抵抗 (スラスト力とトルク) を測定した。切削抵抗測定の一例を図1に示す。

ストレートドリルの場合のスラスト力 (図1(a)) は切削開始から工具が工作物から抜けるまでの平均値で評価した。図1(b)は、穴加工時に発生するトルクの例を示し、これを3つに区分したものを示す。①を切削トルク、②と③の和を摩擦トルクと定義して評価した。なお、各加工条件での穴加工終了後の工具を、工具先端側から軸方向に観察したときの最大逃げ面摩耗幅を工具摩耗幅として測定した。

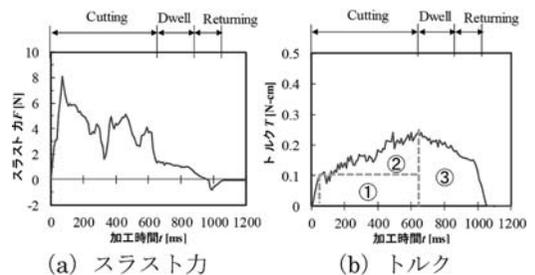


図1 切削抵抗測定結果の一例

2.3 実験結果及び考察

2.3.1 切削速度が加工特性に及ぼす影響

切削速度を変化させた場合の切削抵抗測定結果を図2に示す。切削速度によらず、100穴目のスラスト力は、1穴目に比べて2倍程度に大きくなることがわかる。しかし、切削速度が速くなると、切削トルクは小さくなる傾向にある。さらに、増加量は切削速度が速い方が小さいこともわかる。摩擦トルクも同様の傾向が確認できる。工具摩耗においては、いずれの工具においてもすり減り摩耗が進行していた。しかしながら、 $V=38\text{ m/min}$ の場合は、切れ刃が大きく摩耗し、刃先が鈍化していた。すなわち、高切削速度加工により、工具摩耗の進行が抑制されていることが確認できた。

2.3.2 送り量が加工特性に及ぼす影響

送り量を変化させた場合の切削抵抗測定結果を図3に示す。スラスト力は、送り量が大きいほど大きいことがわかる。トルクに関しては、送り量が大きいほど、切削トルクは小さくなる傾向にあり、その変化量も小さい。また、摩擦トルクも同様の傾向が確認できる。工具摩耗においては、切削速度の場合と同様に、すり減り摩耗が進行していた。しかしながら、 $f=5\text{ }\mu\text{m/rev}$ の場合は、切れ刃が大きく摩耗し刃先が鈍化していた。すなわち、高送り加工によっても工具摩耗の進行が抑制されていることが確認できた。

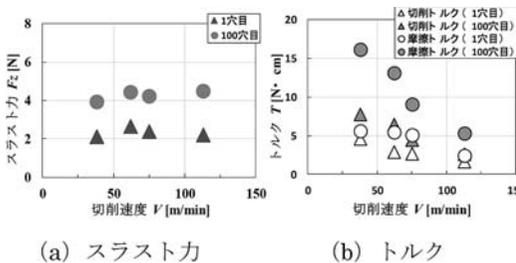


図2 切削速度が切削抵抗に及ぼす影響

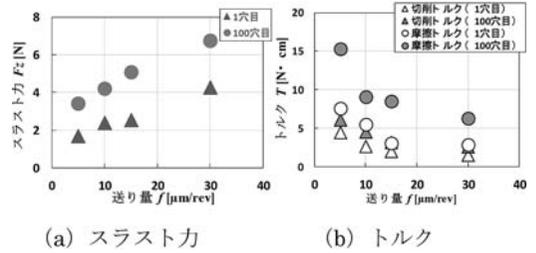


図3 送り量が切削抵抗に及ぼす影響

2.4 高速高送り加工の効果

上記の結果から、CFRP基板のマイクロドリル加工において、切削速度と送り量はともに高く設定することで摩耗幅を抑制できることが明らかとなった。また、工具の摩耗抑制効果においては、切削速度よりも送り量の影響が大きく、高送りで加工することで加工能率と工具摩耗抑制の両立ができることが期待された。そこで、 $V=113\text{ m/min}$ かつ $f=30\text{ }\mu\text{m/rev}$ の条件で加工実験を行い、 $V=75\text{ m/min}$, $f=30\text{ }\mu\text{m/rev}$ と比較したところ、切削抵抗と工具摩耗幅はほとんど同じであった。したがって、高速高送り条件の設定は、高能率加工かつ工具摩耗抑制に効果的であることが明らかになった。

3. 結言

CFRPのマイクロドリル加工について、加工条件因子として切削速度と送り量が加工特性に及ぼす影響について検討した結果、加工能率と工具摩耗の観点から、可能な限り高切削速度かつ高送り条件に設定することが望ましいことを示した。

4. おわりに

今回の学会発表では、加工を専門に研究されている方々の前で発表させていただくことができ、貴重な経験ができた。