

炭素繊維複合材料の切削加工技術の開発

加工技術課 清水孝晃 川堰宣隆

1. 諸言

軽量で高い弾性率と強度を有する炭素繊維複合材料（CFRP）は、自動車や航空機、機械部品等への適用が模索されており、金属材料に置き換わり大幅な適用が見込まれている。しかしながら、CFRP は難加工性材料の一つであり、工具摩耗や仕上げ面の粗さ、切削加工に伴う材料の相間剥離といった課題が多く、その技術的な解決が求められている。中部地域では産業技術連携推進会議 東海・北陸地域部会機械金属分科会の下部組織として炭素繊維複合材料機械加工技術研究会が設立され、(独)産業技術総合研究所サステナブルマテリアル研究部門が中心となり会員間の情報交換やラウンドロビン加工テストを実施し加工技術の開発に取り組んでいる。当センターもその会員として活動しており、本研究はその一環として CFRP 板に穴明けを行ったものである。

2. 実験方法

2.1 使用材料

被削材は 100mm×100mm×t5mm の CFRP 板であり強化繊維として T700（東レ）が用いられているものである。切削工具は CFRP 用ドリル D-STAD.2510（オーエスジー）を用いた。

2.2 試験および測定方法

穴明け方法は、工具を被削材底面より 9mm の位置まで連続送りし、その位置で 0.5s 間保持し復帰点へ復帰させた。切削条件は工具回転数 3000rpm、送り 0.05mm/rev とした。加工機は 3 軸 CNC 制御フライス盤を用い、これにワーク貫通後の工具刃先を逃がすための下穴として $\phi 7$ 、深さ 9.5mm の穴をあけた治具を取り付け、これに被削材を 4 点でクランプした。

加工後の穴の状態、穴径、切削動力（スラスト力）、工具摩耗量を測定し、工具の切削能力を評価した。穴径の測定は測定顕微鏡、工具摩耗はデジタルマイクロスコープ、切削動力は 3 分力計を用いた。

3. 実験結果および考察

Fig.1 に加工した穴の表面から観察した状態を示す。1 穴目よりバリ（繊維の切残し）が認められ 100 穴目以降顕著となる。また、穴周辺の欠けも 1 穴目より認められる。Fig.2 に穴径の変化を示す。1 穴目と 945 穴目を比較すると、表面において 0.1mm 程度小さくなっている。なお、穴数が多くなるに従いバリの影響で測定が困難となり誤差

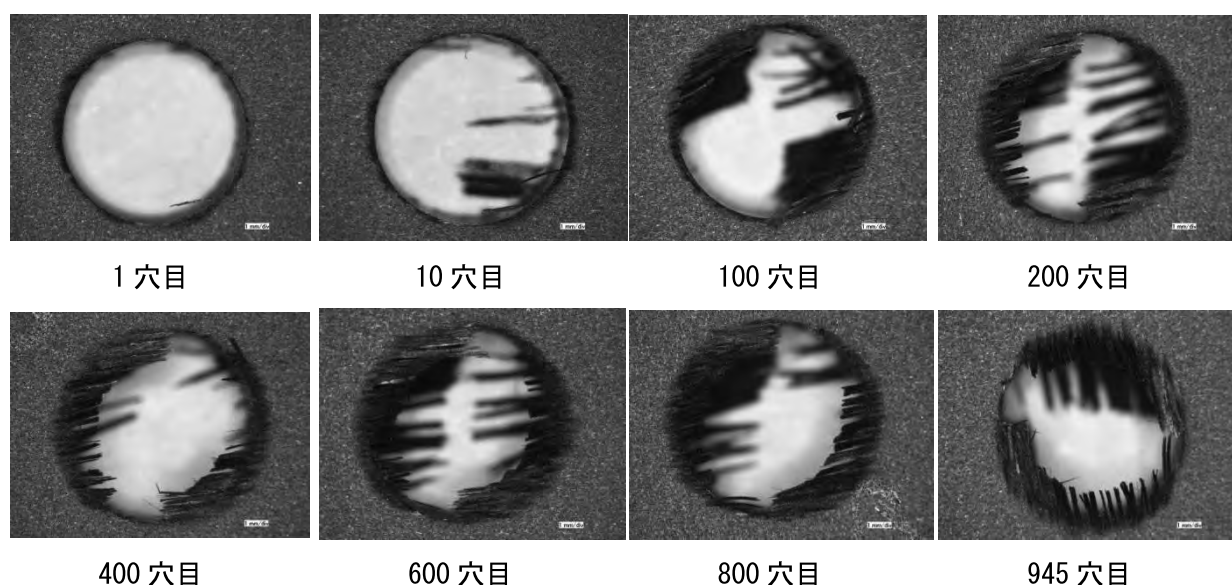


Fig.1 Changes of hole face.

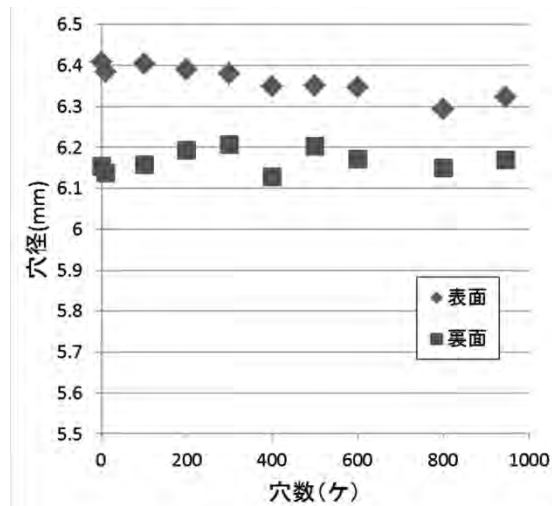


Fig.2 Changes of diameter at drilling holes.

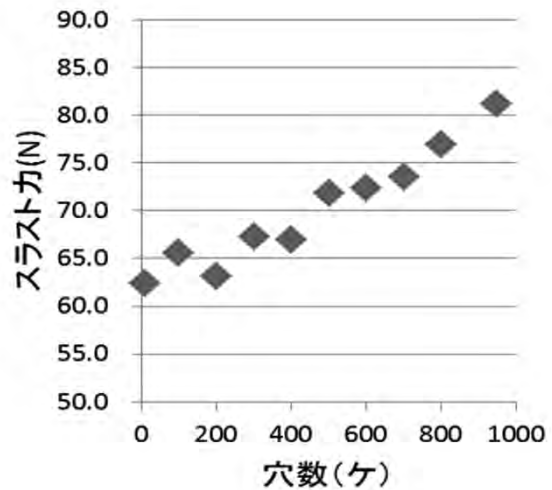


Fig.3 Changes of thrust force.

が大きくなっていると思われる。Fig.3 にスラスト力の変化を示す。穴数の増加とともにスラスト力は直線的に単調に大きくなる。Fig.4 に工具刃先の状態を示す。945 穴後の状態でも目視で確認できる摩耗や損傷は小さく逃げ面の摩耗量は 0.05mm と小さい。また、被削材の凝着は認められない。

これらのことから CFRP 切削における摩耗のメカニズムは金属切削と異なることがわかる。CFRP 切削には工具刃先の鋭利さが必要であり微小な摩耗であっても鋭利さが鈍りバリの発生や切削動力の増加が現れる。一方、逃げ面摩耗量の大きさ自体は 945 穴後でも 0.05mm と金属切削では一般的に問題とされない大きさでしかない。このため工具メーカーからは CFRP 用ドリルが複数販売されており、本実験においてもその中の一種を用いた。しかし、1 穴目よりバリの発生が認められその効果は十分とはいえない。

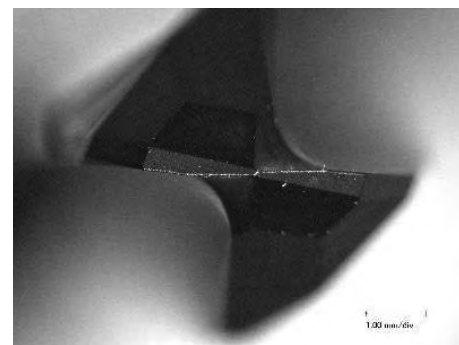


Fig.4 State of flank face after 945cuts.

4.結言

CFRP 用ドリルを用いて CFRP 板に穴明け加工を行ったところ 1 穴目よりバリが発生し良好な加工結果とはならなかった。バリの発生は穴数の増加とともに増大し、切削抵抗も単調に増大した。一方、ドリルの逃げ面摩耗量は小さかった。

キーワード：CFRP、ドリル、バリ、スラスト力、逃げ面摩耗

Drilling for carbon-fiber composite materials

Processing Technology Section; Takaaki SHIMIZU and Noritaka KAWASEKI

Drilling performance are verified using a special-drill that is developed to CFRP drilling at 3000rpm. The fibers that is uncut by drilling are showed at first hole. Number of fiber is increase with numbers of holes. Thrust force is increase with number of holes. Tool wear is small.