

CFRPの穴加工における工具形状の影響

機械科 大澤洋文

材料科 是永宗祐* 植松俊明 伊藤芳典 長津義之

Effects of tool shape on machinability for CFRP drilling

Hirofumi OOSAWA, Sosuke KORENAGA, Toshiaki UEMATSU, Yoshinori ITOH
and Yoshiyuki NAGATSU

Keywords : CFRP, drilling, tool shape.

キーワード：CFRP、工具形状、穴加工。

1 はじめに

炭素繊維強化樹脂（以下、CFRP）は、軽量かつ高強度の優れた材料特性を有するため、航空機産業をはじめ様々な分野での利用が拡大している。特に自動車産業では、車体の軽量化が燃費の向上につながることから、各種車体部品への適用が検討されている。CFRPで部品を作製するには、トリミング加工や穴加工が必要となるが、それらを切削加工で行う場合、工具寿命が短くなることや繊維の切り残し、層間剥離等による加工品質の低下が課題となっている。

本研究では、CFRPに対して種々の工具を用いて穴加工を行い、工具形状と加工品質の関係を調査した。

抗の最大値で評価した。また、加工品質の評価は、加工した穴の出口側で繊維が切断されずに残るアンカットファイバーの発生の状況の観察と図3に示す加工影響幅の測定で行った。

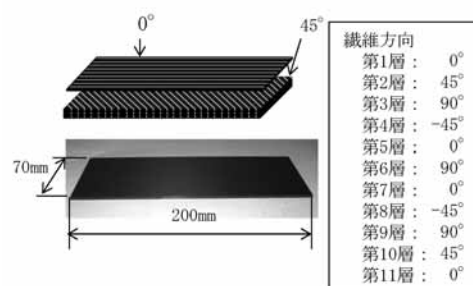


図1 被削材

2 方法

被削材は、図1に示すように積層した板厚2mmの疑似等方性CFRP板（マトリクス：エポキシ）を用いた。

実験装置の概要を図2に示す。加工機は立形マシニングセンタEV-450T（エンシュウ㈱製）を用い、表1に示す条件で、形状の異なる5種類の工具を用いて穴加工を行った。加工中の切削挙動は、スラスト抵

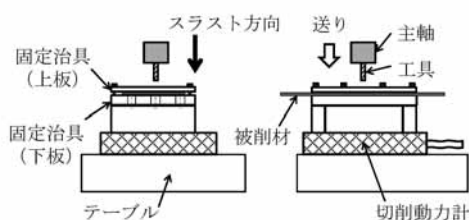


図2 加工試験方法（左：側面、右：正面）

表1 切削条件

	工具A	工具B	工具C	工具D	工具E	下穴加工
工具形状						
	ツイストドリル	トリプルアングルドリル	ボールエンドミル	電着ルーター	スクエアエンドミル	ツイストドリル
工具径 (mm)	φ6	φ6.375	φ6	φ6	φ6	φ4
切削速度 (m/min)	60					
送り (mm/rev)	0.05	0.05	0.05	0.01	0.05	0.05
加工機	立形マシニングセンタEV-450T（エンシュウ㈱）					
雰囲気	ドライ					
下穴加工	なし	なし	なし	あり	なし	—

*) 現 沼津工業技術支援センター機械電子科

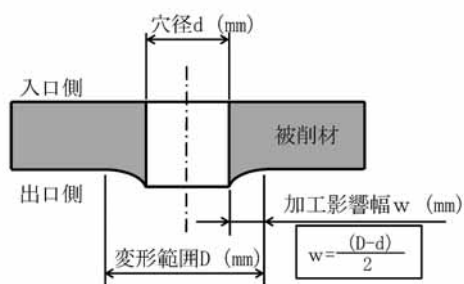


図3 加工影響幅

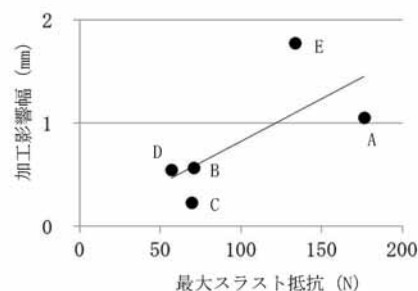


図6 最大スラスト抵抗と加工影響幅

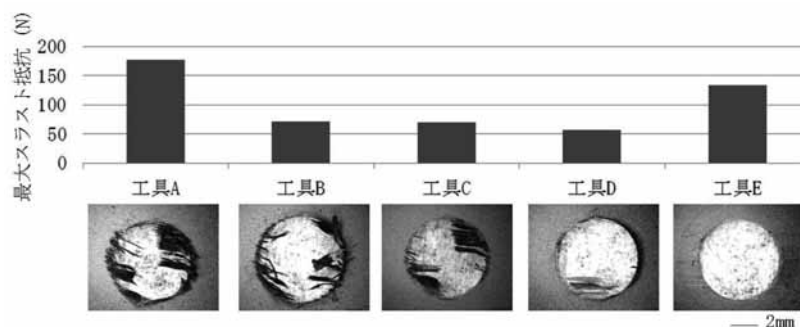


図4 最大スラスト抵抗と加工穴外観

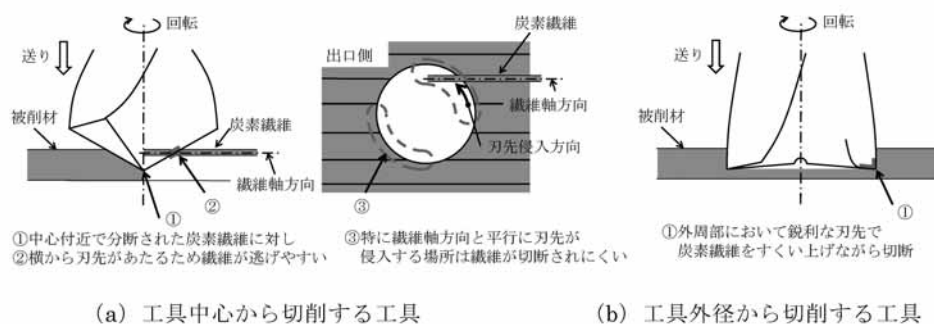


図5 加工モデル

3 結果および考察

工具ごとの最大スラスト抵抗と加工穴の状態を図4に示す。最大スラスト抵抗は、工具Aが約175Nと最も大きく、次いで工具Eが約135N、工具B、C、Dは55～70Nとほぼ同等だった。アンカットファイバーは、工具A、B、Cでは広い範囲で発生したものの、工具Dと工具Eでは大幅に抑制でき、アンカットファイバーの発生と、スラスト抵抗の大きさに関係は見られなかった（図4下図）。工具A、B、Cは、図5（a）に示すように工具の中心から穴を広げるように加工することで、刃先が炭素繊維の軸方向に平行に侵入するため、繊維が逃げてしまい切れずに残りやすい状態となったと考えられる。一方、工具Dは表面に電着されたダイヤモンド粒で炭素繊維を粉砕し、工具Eは図5（b）に示すように鋭利な刃先で穴の外周の炭素繊維を切断しながら加工するため、アンカットファイバーの発生を抑制できたと考えられる。

次に、最大スラスト抵抗と加工影響幅の関係を図6に示す。加工影響幅は、最大スラスト抵抗の増加とともに大きくなる傾向が見られた。これは、被削材の積層層間の接合力に対してスラスト抵抗が上回ると、層間剥離がおり、被削材の変形が大きくなるためであると考えられる。アンカットファイバーの発生がなかった工具Eでは加工した穴の加工影響幅が1.8mmと大きかった。そこで工具Eの加工前に、下穴加工を追加したところ、最大スラスト抵抗は約50N、加工影響幅は0.3mmと低減された。

4 まとめ

CFRPに対して、数種類の工具で穴加工を行い、加工した穴の品質を評価した。工具の形状を変えることでアンカットファイバーの発生を抑制でき、スラスト抵抗を小さくすることで層間剥離を低減できることが分かった。