

# CFRP 加工における切りくず吸引システムの吸塵・冷却効果について

竹内芳美、(中部大学)、小田陽平、藤嶋 誠 (DMG 森精機)

近年、航空機部材として注目されている CFRP の切削加工はクーラントを用いると切削粉との分別、廃棄が問題となり、環境に悪影響を及ぼす。一方、ドライ加工では大量に発生する粉塵が人体に悪影響を及ぼす。加えて、切削温度が高くなり工具寿命が短くなる。そこで、本研究ではこれらの問題を解決するべく切りくず吸引システムの開発を行った。このシステムにより、ドライ加工において粉塵吸引が可能となった。さらに、冷却効果により工具寿命延長が期待できる結果となった。

## 1. はじめに

近年、CFRP を始めとする複合材料が着目されている。複合材料は高強度、高弾性率、低比重などの特徴により航空機、自動車産業からスポーツ用品まで多くの分野で利用されている。とりわけ、航空機においては多くの部品で採用が拡大している。ボーイング社の最新旅客機「B787」は構造材の約半分が複合材料で占められている<sup>1)</sup>。

一方、複合材料は先に述べた高強度、高弾性率等の特徴をもつため、機械加工が非常に困難である。バリ、デラミネーション等による加工面品位の低下が問題となり、これらを解決すべく多くの研究、製品開発が行われている<sup>2)</sup>。また、高切削温度による工具寿命低下を抑制するため、切削油を用いた加工が行われる。しかし、切削粉と切削油の分別、廃棄が課題となり、環境に悪影響を及ぼす。一方、ドライ加工では発生する粉塵が機械および人体に悪影響を及ぼすことが大きな問題となる。

そこで、著者らは複合材加工中の粉塵を吸引する、切りくず吸引システムを開発した。このシステムにおける粉塵の吸引を加工状態から定性的に評価した。また、吸引の冷却効果による工具温度の変化を測定し、定量的に評価した。

## 2. 実験装置および実験条件

図 1 は切りくず吸引システムの概要を示す。加工中に発生した粉塵をマシニングセンタ主軸内を通して、外部の吸塵装置に取り出すシステムである。本研究では航空機部品において代表的である CFRP の(a)面加工、(b)穴あけ加工、(c)外径トリム加工を対象とした。図 2(a)は面加工用フェイスミルの断面図を示す。フェイスミル中心から粉塵を吸引する内部吸引タイプを採用した。また、粉塵吸引効率と切削熱の放熱効果をも高めるヒートシンクカバーを設置した。図 2(b)は穴加工用のドリルの断面図を示す。効率的に粉塵を吸引できるようドリル中心に吸塵孔を設け、内部吸引タイプを採用した。また、バリ、デラミネーションを抑

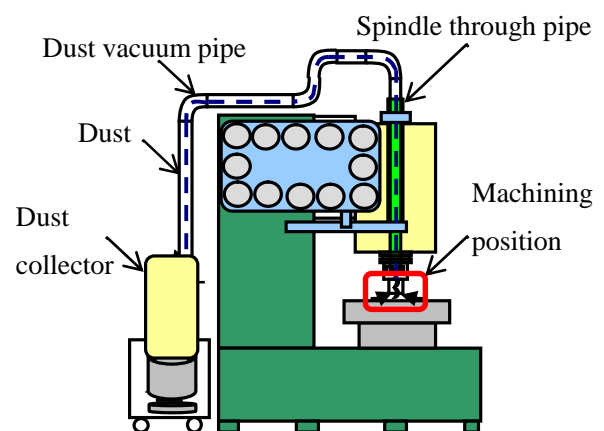


Fig.1 Overview of chip vacuum system

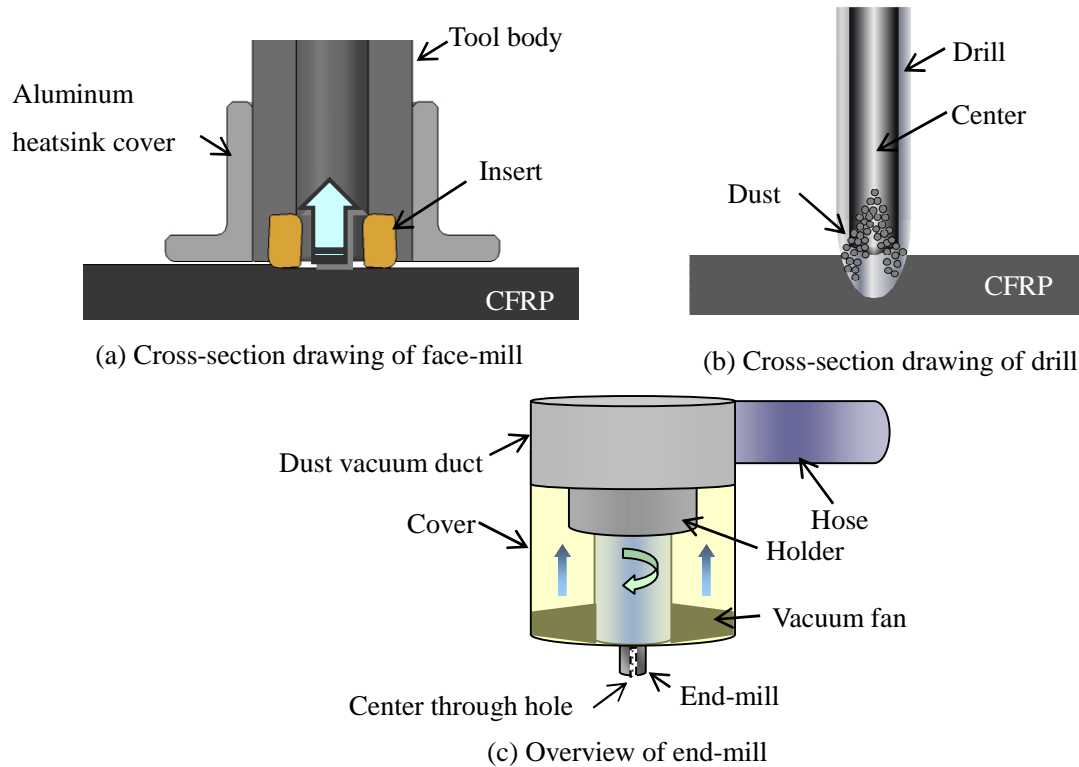


Fig.2 Overview of tools

Table1 Cutting conditions

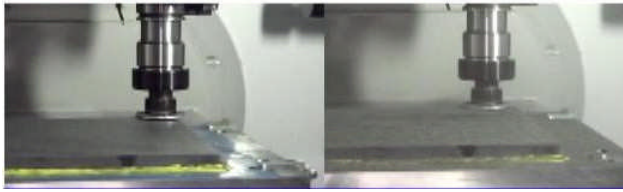
Tool	Face-mill	Drill	End-mill
Tool diameter [mm]	25	10	10
Spindle speed [ $\text{min}^{-1}$ ]	3000	500	5000
		4500	
Feed speed [mm/min]	7000	150	1000
		900	
Axial depth of cut [mm]	0.5	44	44
Radial depth of cut [mm]	20		2

制するために、刃先を円にしたものを用いた<sup>3)</sup>。図2(c)は外径トリム用エンドミルとホルダの概略を示す。主軸上に吸引ファンを設置し、粉塵を巻き上げる機構にした。また、外部カバーを取り付け、吸塵面積を拡大した外部吸引タイプを採用した。各加工の切削条件を表1に示す。穴あけ加工においては、深さ16mm(工具先端から吸塵孔までの距離)までは主軸回転数、送り速度を低く設定した。また、工具温度はサーモグラフィを用いて測定した。

### 3. 実験結果

#### 3.1 面加工

図3は面加工中における吸引 on, off の機内写真を示す。図より、吸引を行うことで加工中に粉塵



(a) Vacuum on (b) Vacuum off  
Fig.3 Picture of machining area on face-milling

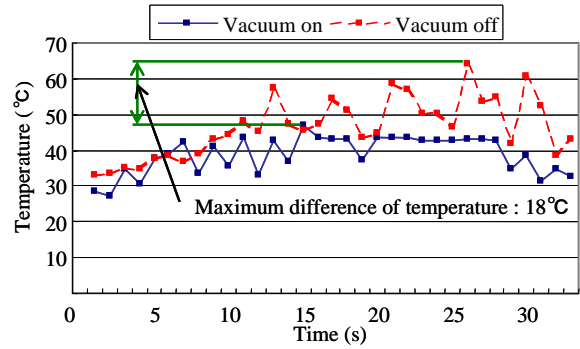


Fig.4 The difference of tool temperature on face-milling



(a) Vacuum on (b) Vacuum off  
Fig.5 Picture of machine area after drilling

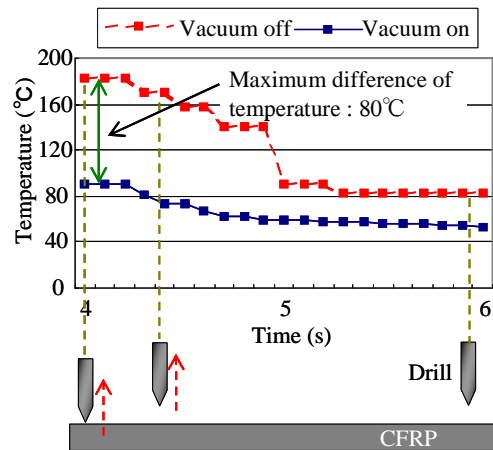


Fig.6 The difference of tool temperature after drilling

が浮遊していないことがわかる。なお、吸引率は約 90%であった。また、**図 4** は加工中の工具温度測定結果を示す。図より、吸引 off では加工が進むにつれ、工具温度が上昇している。一方、吸引 on ではほとんど温度上昇が見られない。吸引 on, off とでは最大で 18°C の温度差が生じた。

### 3.2 穴あけ加工

**図 5** は吸引 on, off における穴あけ加工後の機内写真を示す。図より、吸引 off ではワーク上に切削粉が堆積しているのに対し、吸引 on ではほとんど堆積していないことがわかる。また、**図 6** は加工後の工具温度測定結果を示す。吸引 off と比較して吸引 on では最大約 80°C、工具温度が低くなっている。

### 3.3 外形トリム加工

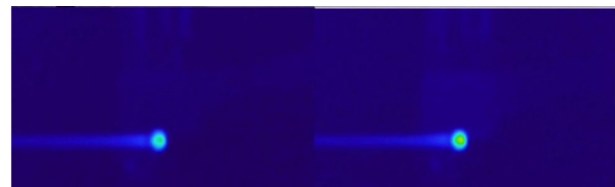
**図 7** は外径トリム加工中における吸引 on, off の機内写真を示す。図より、吸引を行うことで粉塵が浮遊していないことわかる。**図 8** は加工中のサーモグラフィ画面を示す。工具温度の大きな差は見られなかった。



(a) Vacuum on

(b) Vacuum off

Fig.7 Picture of machining area on end-milling



(a) Vacuum on

(b) Vacuum off

Fig.8 The result of temperature by thermograph

#### 4. おわりに

本研究では、CFRP 加工中に発生する粉塵を吸引する、切りくず吸引システムの開発を行った。その結果、以下の結論を得た。

1. 面加工，穴あけ加工，外形トリム加工中の粉塵を吸引できることが明らかとなった。
2. 吸引による冷却効果によって，面加工，穴あけ加工においては工具温度が低下することが明らかとなった。
3. 粉塵を吸引することにより，機械，人体への悪影響の低減，工具寿命の延長が期待できる。

#### 参考文献

- 1) The Boeing Company, JP Morgan Airline, Aerospace and Airfreight Conference, (2000) 30,
- 2) 例えば北森一範:高品位で長寿命を実現したCFRP用ドリル「クリスタルダイヤモンドドリル」, 機械と工具, 3 (2012) 69.
- 3) 斉藤学 : CFRP用長寿命ドリルの開発, 日本機械学会誌, Vol.114, No.1111 (2011) 444.