

CFRP 加工用切削工具への DLC コーティング

DLC Coating on Cutting Tools for CFRP Processing

豊橋技科大¹, オーエスジーコーティングサービス², 伊藤光学³, オンワード技研⁴

○針谷 達¹, 出貝 敏¹, 谷本 壮¹, 須田 善行¹, 滝川 浩史¹,
権田 英修², 神谷 雅男³, 瀧 真⁴

Toyohashi Univ. Technol.¹, OSG Coat. Service Co., Ltd.²,

Itoh Opt. Ind. Co., Ltd.³, Onward Ceram. Coat. Co., Ltd.⁴

○Toru Harigai¹, Satoshi Degai¹, Tsuyoshi Tanimoto¹, Yoshiyuki Suda¹, Hirofumi Takikawa¹,
Hidenobu Gonda², Masao Kamiya³, Makoto Taki⁴

E-mail: harigai@ee.tut.ac.jp

1. はじめに

航空・宇宙産業を中心に、軽量化・低燃費化のために、炭素繊維強化プラスチック (CFRP) の使用機会が増加している。CFRP は難削材であるため、高い加工精度とその精度を維持可能な高い耐久性を持つ工具が必要とされている。CFRP 加工切削工具には、ダイヤコーティングが施されているが、ダイヤ上にさらにダイヤモンドライクカーボン (DLC) 膜をオーバーコートし、切削性能を向上させる報告がある¹⁾。本研究では、種々の DLC をダイヤコート切削工具へ成膜し、CFRP 切削性能に与える違いを評価した。

2. 実験方法

CFRP 加工専用のダイヤコーティングドリル (D-STAD) 上へ、T 字状フィルタードーク蒸着 (T-FAD) 装置²⁾を用いて DLC を成膜した。陰極をグラファイトとし、基板バイアス電圧および導入雰囲気ガスを変えることで DLC 膜の膜種を作り分けた。DLC 膜中に水素を含まず硬質な DLC 膜 (膜硬さ 60 GPa) は、基板バイアス電圧をパルス-100 V とし、導入ガス無しで成膜した。膜中に水素を 29 at.% 含有し、比較的軟質な DLC 膜 (20 GPa) は、基板バイアス電圧をパルス-100 V とし、雰囲気ガスとして C₂H₂ ガスを導入し、ガス流量 50 sccm、圧力 0.2 Pa で成膜した。DLC の膜厚は約 500 nm とした。DLC 成膜後の工具を用いて、厚さ 5 mm の CFRP 板材の切削試験を実施した。切削試験には、卓上 CNC フライス盤 (Prospec PSF-240-CNC) を使用した。

3. 結果と考察

Fig. 1 に、穴開け試験後の CFRP 板材を示す。どちらの DLC 膜を用いた場合でも、穴開け入口側では大きなバリは発生しなかったが、出口側ではバリの発生が確認できた。また、Z 軸の送り速度が最も遅い 100 mm/min において、バリの発生が無く、切り口が最もきれいな形状であるように見えた。

Fig. 2 は、出口側切り口における CFRP の剥離率を示す。剥離率は、以下の式に示すように、穴径に対する CFRP の剥離径から算出した³⁾。

$$F_D = (D_{max} - D_{nom})/D_{nom}$$

Table 1. Cutting holes of CFRP processed by DLC coated drills.

Rotation speed (rpm)		2000					
Z-axis feed speed (mm/min)		100	200	300	400	500	600
H-free DLC (60 GPa)	Entry side						
	Exit side						
DLC:H (20 GPa)	Entry side						
	Exit side						

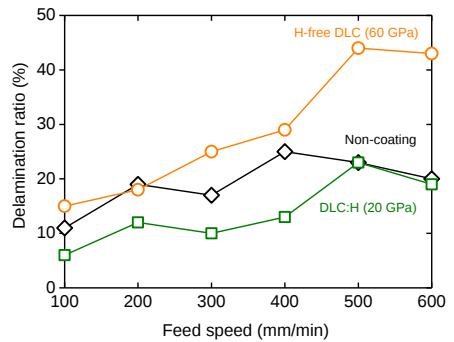


Fig. 2. Delamination ratio of CFRP around cutting hole.

ここで、 F_D は剥離率、 D_{max} は剥離箇所を含む円の直径、 D_{nom} は穴の直径をそれぞれ示す。Z 軸送り速度が遅い場合では、DLC 膜種やコーティングの有無による大きな差は見られなかった。送り速度の増加とともに、水素フリーで硬質な DLC をコーティングしたドリルの剥離率が増加した。一方で、水素を含み軟質な DLC 膜のドリルは、硬質な DLC 膜の場合ほど、剥離率は増加せず、速い送り速度においても低い剥離率を維持した。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金の支援を受けて行われた。

参考文献

1) H. Hanyu, *et al.*: Surf. Coat. Technol., **200** (2005) 1137.
2) H. Takikawa, *et al.*: Surf. Coat. Technol., **163** (2003) 368.
3) S. Gaugel, *et al.*: Compos. Struct., **155** (2016) 173.