

# CFRP の新規穴あけ加工技術 —傾斜機能砥石を用いたジャイロ式穴あけ加工—

## 1. はじめに

2011年11月1日にボーイング787型機が、羽田・広島間および羽田・岡山間で世界初就航した。機体構造の50%において、炭素繊維複合材(CFRP)が使用されるといった、画期的な次世代航空機である。また、主翼や接合部などの重要部品を含む機体構造の35%が日本で製造されたことでも話題となっている<sup>(1)</sup>。

ところで、CFRPを用いて構造体を製造する場合、CFRPに穴をあけ、ボルトやリベットなどの締結要素を用いて締結する方法が採られている。このため、航空機体などにCFRPを使用するときには、締結要素を通すための穴を多数あけることが必要になる。現在は、ドリルによって穴あけ加工が行われているが、炭素繊維が非常に硬いのでドリル摩耗が激しく、仮に摩耗した状態でドリルを使用すると、ケバや剥離が発生してしまう。安定した穴あけ品質を確保するためには、頻繁に工具の交換が必要であり<sup>(2)</sup>、これにより、加工コストを押し上げていた。

## 2. ジャイロ式穴あけ加工

この欠点を解決する新しい穴あけ加工法として、ジャイロ式砥石穴あけ加工法が提案されている<sup>(3)</sup>。ジャイロ式砥石穴あけ加工では、図1に示すように、砥石を縦と横に同時に回転させ、球軌道を描きながらCFRPを削って穴をあける。細かな削り粉を飛ばしながら加工し、ケバや剥離を発生させることなく穴あけが可能となる。

図2に開発したジャイロ式砥石穴あけ加工機の写真を示す。左側が電源部、右側が加工機本体である。この加工機的主要な性能は、自動送り速度範囲が5mm/min~50mm/min、可動範囲が40mm、耐付加荷重が15kg、砥石回転速度範囲が3000rpm~10000rpm、ジャイロ回転数は砥石回転数により一意的に決まり、砥石回転数の約3分の1である。現在、この加工機で加工穴径φ10mm、加工穴深さ10mmの加工が可能となっている。

しかし、この加工機にも問題点はある。通常の砥石加工では、砥石自身にモーメントを受けるような使われ方はしない。これに対し、ジャイロ式砥石穴あけ加工の場合、工具自体も回転させるので、必然的にモーメントを受けるようになる。したがって、通常のセラミックス製の砥石(ビトリファイド砥石)では強度が持たなくなるため、

メタルボンド砥石の開発が必要となる。ここで、硬い炭素繊維を有するCFRP加工のためには、ダイヤモンドを砥粒とする必要があり、それをリング形状の材料の外周部にのみ分散させる製造プロセスの開発が不可欠であった。

## 3. 遠心力混合粉末法により製造した傾斜機能砥石による加工

この製造プロセスとして、遠心力混合粉末法が採用されている。ダイヤモンドとメタル粉末からなる混合粉末に遠心力を印加し、さらに溶融メタルを注入することにより、リング形状の外周部にのみダイヤモンドが分散した材料を製造できる<sup>(4)</sup>。この製造法では、砥粒の分散を制御できるため、傾斜機能砥石の製造が可能となる。製造した傾斜機能砥石の写真を図3に示す。

図4は、遠心力混合粉末法により製造した傾斜機能砥石を用いて、ジャイロ式加工機によって穴あけを施したCFRPである。図のように、ケバや剥離が発生していない。このように、新規技術により、安価に高品質な穴あけ加工が提供できるようになった。現在、加工速度の向上を目指し、研究開発が進められている。

## 4. おわりに

東海地域では、「世界有数のものづくり拠点としての持続的発展」を戦略として、自動車・工作機械や航空機産業の裾野を支えている中堅・中小企業における部材・加工技術を、先進ナノテクノロジーの活用により底上げし、地域経済の活性化を促す「東海広域ナノテクものづくりクラスター」の形成をめざしている。本研究もその一環として行われた。ここに謝意を表す。

(原稿受付 2011年11月22日)

[渡辺義見, 佐藤 尚 名古屋工業大学, 植権英明 岐阜県機械材料研究所]

### ●文 献

- (1) 花田佳彦, B787開発における日本企業の貢献, 日本機械学会誌, 114-1116 (2011), 16-18.
- (2) 斎藤 学, CFRP用長寿命ドリルの開発—セルフ(オート)リグラインドダイヤモンドRドリル—, 日本機械学会誌, 114-1111 (2011), 28-29.
- (3) 竹腰久仁雄, 遠心鑄造砥石を用いたCFRPのジャイロ式穴あけ加工技術, 日本機械学会誌, 114-1111 (2011), 30-31.
- (4) 渡辺義見・三浦永理・佐藤 尚・竹腰久仁雄・横山久範, 遠心力混合粉末法を用いた傾斜機能砥石の製造とCFRP穴あけ加工への応用, 材料の科学と工学, 47-4 (2010), 157-162.

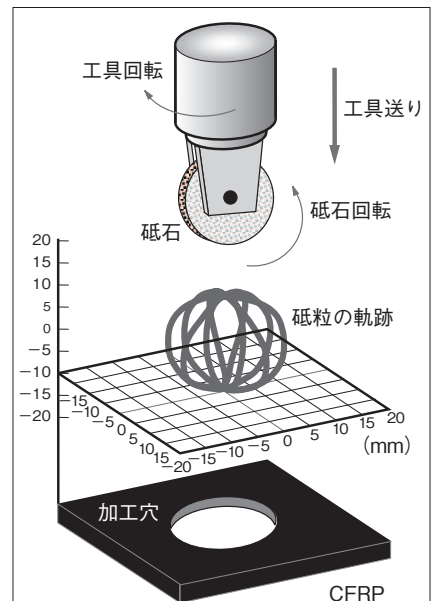


図1 ジャイロ式砥石穴あけ加工技術の模式図

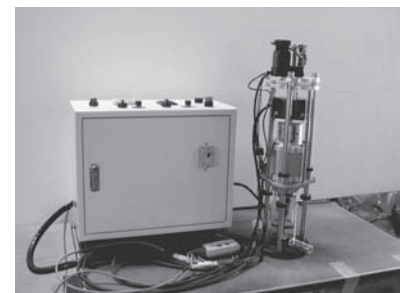


図2 開発したジャイロ式砥石穴あけ加工機

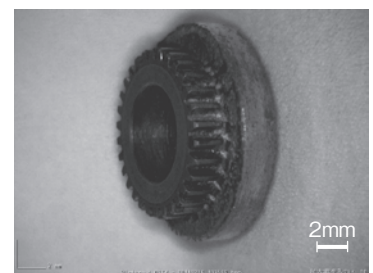


図3 遠心力混合粉末法により製造した傾斜機能砥石

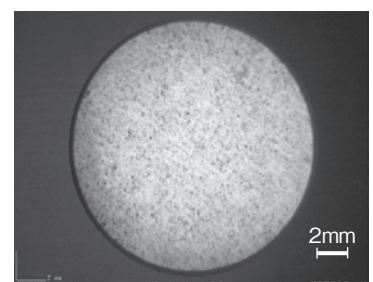


図4 傾斜機能砥石を用いてジャイロ式穴あけ加工を行ったCFRP