

Improvement of hole quality in drilling of CFRTP material using step twist drill tool

一段付きドリルによる熱可塑性CFRPの穴あけ加工における穴品位の向上

山下順広* 廣崎憲一** 高野昌宏* 多加充彦** 木水貢** 奥村航**

緒言

軽量で比強度が高いなどの理由から利用が進んでいるCFRP(炭素繊維に樹脂を含浸させた複合材料)は、含浸させる樹脂の種類により熱硬化性CFRPと熱可塑性CFRPの2つに大別される。熱硬化性CFRP(CFRTS)は、既に航空機などに使用されており、熱可塑性CFRP(CFRTP)はプレス加工による短時間成形技術の開発が行われるなど自動車部品への適用研究が進められている。CFRPの実用化が進む中、部材の組立てにおいてねじ止めやリベット締めのための穴あけ加工が必要とされている。

そこで本研究では、熱可塑性CFRPの穴あけ加工で生じやすい穴出口側における繊維の切れ残り(バリ)の生成メカニズムについて検討した。さらに、加工用ドリルとしてバリ発生を抑制に有効と考えられる段付きドリルを提案し、その切削特性について確認を行った。

熱可塑性CFRPの切削特性

工具にダイヤモンドコートされた直径5mmの一般的な形状のツイストドリル(図1(a))を、被削材には板厚3mmの熱可塑性CFRP(炭素繊維:3K, 綾織, 樹脂:PA66)を用い、穴あけ加工した際の穴出口側における繊維の切れ残り状態を調べるためマシニングセンタにより加工実験を行った。切削速度80m/min, 送り速度0.04mm/revの加工条件下における穴の状態を図1(b)に示す。同図に見られるように、ドリルの進行方向に沿って繊維の切れ残り(以下、バリと示す)が発生した。バリの生成過程を確認するため、高速度カメラを用いた観察を行った。ドリルが被削材を貫通する直前の画像を図2に示す。本画像から被削材が軟化し押し伸ばされている様子が確認された。



(a) ドリル形状 (b) 被削材(穴出口側)

図1 ツイストドリルによる加工



図2 高速度カメラによる観察画像

段付きドリルによる加工

高速度カメラによりバリの生成過程を観察したところ、ツイストドリルによる加工では、ドリルに押されて被削材が変形しバリが発生していることがわかった。そのため、

*機械金属部 **企画指導部

被削材の変形を抑えるにはドリルの進行方向の力を小さくすることが有効と考えられる。そこで、段付きドリルにより切削抵抗を分散させることを考案し、その効果について検証した。

図3(a)に示すようなダイヤモンドコートされた小径部2mm、大径部5mmの段付きドリルを用い加工した際の穴出口側の状態を図3(b)に示す。その結果、大きなバリは見られず、ツイストドリルによる加工よりも大幅にバリの発生を抑えられることがわかった。

バリの発生が抑制された要因としては、最大切削抵抗の低減と切削加工時の穴縁部における被削材温度の低下が考えられる。そこで、切削抵抗の測定を切削動力計を用いて行った。ツイストドリルおよび段付きドリルによる切削加工時のスラスト荷重(ドリル進行方向の力)の変化を図4に示す。段付きドリルでは、ツイストドリルに比べ最大スラスト荷重が約1/3に低減されていることがわかる。また、被削材の穴出口側に熱画像計測装置を設置し切削時の温度測定を行った。ドリル加工中の熱画像の例を図5(a)に、加工穴縁部の最大温度のグラフを図5(b)に示す。最大温度は、ツイストドリルよりも段付きドリルの方が10℃ほど低く、被削材への熱影響抑制に有効であることがわかる。

結言

- (1) 熱可塑性CFRPの穴あけ加工におけるツイストドリルを用いた加工では、加工熱で軟化した被削材が押し伸ばされ、穴の出口側に大きなバリを発生する。
- (2) 段付きドリルによる加工では、最大切削抵抗はツイストドリルに比べ約1/3となり、切削加工時の穴縁部における被削材温度も低下した。
- (3) 熱可塑性CFRPの穴あけ加工に段付きドリルを用いることは、バリ発生抑制に対して有効である。

論文投稿

The 15th International Conference on Precision Engineering (2014), p. 188-191



(a) ドリル形状 (b) 被削材(穴出口側)

図3 段付きドリルによる加工

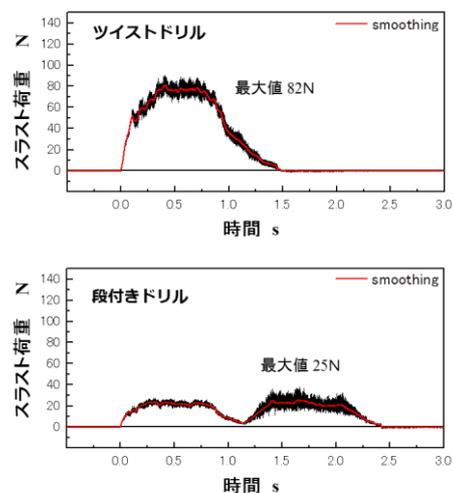
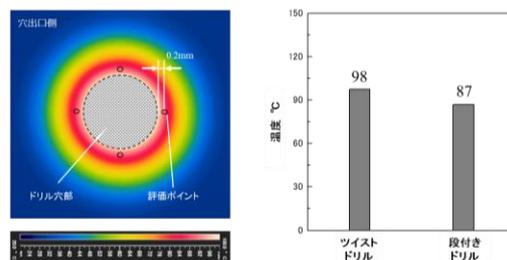


図4 切削抵抗の比較



(a) 熱画像の例 (b) 温度の比較

図5 穴縁部における加工時温度の比較