加工最適化機能を有するCFRP(CFRTP)高精度加工システムの開発

１．目的

自動車産業においては，地球温暖化問題への対応が強く求められる中，エンジン効率向上や電気エネルギーの移行等様々な技術開発が行われている．中でも車体の軽量化は共通的に燃費改善に大きく寄与するため，自動車部材には既存の鋼に代わる新素材として炭素繊維強化プラスチック(CFRP，CFRTP)の応用が進められている．

CFRP(CFRTP)は，成形品毎で積層構造や配列が異なる不均一素材であり，本特性は機械加工においてデラミネーションの発生や炭素繊維の剥離や脱落を発生させる要因となる．この欠陥は製品強度を低下させるものであり，加工欠陥を皆無としその面性状を飛躍的に向上させる加工技術の確立が切望されている．

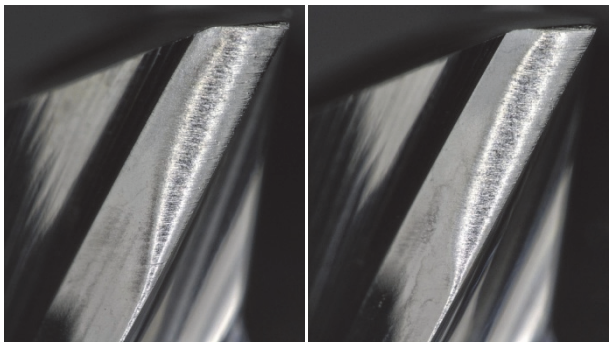
本研究開発では，CFRP(CFRTP)の素材特性や機械加工における課題について，CFRP(CFRTP)の加工特性データベースを作成し，これに基づき最適加工条件を速やかに選定できるシステムの開発を行う．また，熱により軟化する特性をもつCFRTPについては，機械加工時の加工熱がその被削性を低下させる要因となるため，冷却に液体窒素及び液化炭酸を用いた強制冷却法等を取り入れることにより，樹脂の軟化を防ぎその高精度加工を実現する．

２．CFRP(CFRP)加工特性データベースの開発

CFRPおよびCFRTPの切削加工特性および研削加工特性について被削材の種類や加工条件の変化に伴う切削抵抗や加工面性状を測定し，同素材の切削加工特性について評価した．特に，穴あけ加工とフライス加工について重点を置き，穴出入口部のバリや断面の加工面性状などを研削加工及び切削加工の面から調査した．また，蓄積した加工結果に基づき加工データベースを作成し，これは，XML 型データベースを用い，検索したい加工法や材料などのキーワードを入力することで，Webブラウザ上で加工事例を簡便に検索できるものとなった．

３．CFRP加工専用CAMの開発

加工特性データベースから得られた知見に基づき，穴加工およびポケット加工が行えるCFRP専用CAMの開発を行った．同CAMにはCFRPの積層構造を入力することで，切削抵抗を低減させる加工パスを出力することができ，図１に示すように通常の工作機械に付随するマクロ機能による加工パスに比べて工具摩耗を抑制できることが確認できた．

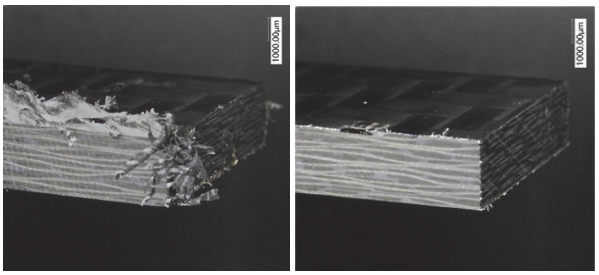


マクロ機能　　専用CAM

図１．ポケット加工後の工具摩耗

４．強制冷却法を用いたCFRTPの切削加工

液体窒素浸漬法および液化炭酸噴霧法を用いたCFRTPの切削加工について取組んだ．エンドミルによる側面切削において冷却方法を変化させた場合の加工面の状態を図２に示す．加工熱によりマトリックス樹脂が軟化するCFRTPでは，乾式加工及び湿式加工では樹脂バリが顕著である．しかし，強制冷却法を用いることで樹脂の軟化が抑制でき樹脂バリを大幅に低減できた．また，加工面も向上することが確認できた．



乾式加工　　強制冷却法

図２．冷却方法の違いによる加工面の状態

５．まとめ

難削材料であるCFRP(CFRTP)について，その加工特性を評価するとともに，得られたデータを簡便に検索できるデータベースを作成した．また，本データベースに基づき最適加工条件を選定できる専用CAMを開発した．さらに，CFRPに対して，より加工熱の影響を受けるCFRTPについて，強制冷却法を提案し，高精度な加工が行えるようになった．

機械技術担当　小川　仁，日開野　輔，平岡　忠志