



Title	炭素繊維強化プラスチック（CFRP）の切削に関する研究
Author(s)	野村, 昌孝
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39131
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	の 野 昌 孝
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 6 8 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 2 月 21 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科 機械工学専攻
学 位 論 文 名	炭素繊維強化プラスチック (CFRP) の切削に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 花崎 伸作 教 授 城野 政弘 教 授 北川 浩 教 授 三宅 裕 教 授 水谷 幸夫 教 授 世古口言彦 教 授 井川 直哉 教 授 岩田 一明

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、複合材料の中でも広く使用されている炭素繊維強化プラスチック (CFRP) について、複合材料に特有の難削性という観点から旋削、低速二次元切削および有限要素法を用いた数値解析を行い、切削時における工具摩耗機構ならびに切削機構の検討を行ったものである。論文は以下の7章から成っている。

第1章は緒論で、研究の目的と意義、および関係する過去の研究と問題点について述べている。

第2章では、解析に使用する材料特性データの取得と繊維の破壊様式を把握する目的から CFRP の機械的特性を調べるための実験を行い、炭素繊維の破壊特性に考察を加えるとともに、材料強度特性値を求めている。

第3章では、広範囲にわたる切削速度域での CFRP パイプ材の一定切削速度での端面切削を行い、工具摩耗に及ぼす種々の切削条件の影響を調べ、繊維切り取り長さの影響が大きいことを明らかにしている。

また、力学モデルを用いて CFRP、GFRP 切削時の工具摩耗の切削条件に対する依存性について比較、検討を行い、両材料の切削時の工具摩耗は同じメカニズムで進行し、摩耗特性の違いは材料特性に基づくことを明らかにしている。

第4章では、CFRP 切削時の切削機構を明らかにするために、低速二次元切削をフライス盤および走査型電子顕微鏡内微小切削装置を用いて行い、切削状態のその場観察ならびに切削面の観察をもとに CFRP 一方向材の切削機構に考察を加え、様々な繊維方向における繊維とマトリクスの破壊挙動を中心に切削機構を明らかにしている。

第5章では、第4章までに行った実験結果をもとに工具食いつき時の繊維の破壊挙動を考察するために、Hertz の接触理論を適用した簡潔なモデルによる二次元有限要素法を用いて CFRP の応力状態の解析を行い、繊維軸に垂直な面内のせん断破壊が支配的であることを明らかにしている。

第6章では、接触問題を正確に扱うために、ペナルティ関数法に基づく接触問題の解析手法を大変形大ひずみ有限要素法に組み込み、通常工具と同程度の刃先丸味を持つ状態での繊維の破壊様式を検討し、繊維は工具の進行とともに接触領域で繊維軸に垂直な面内の破断を生じ、切削仕上げ面に見られる短い繊維の切りくずとなり得ることを示している。

第7章では、本研究で得られた結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

繊維強化プラスチックは繊維とマトリクス双方の長所を兼ね備え、それらの組み合わせにより目的に応じた強度特性を持たせることができる優れた材料である。特に、CFRP の場合炭素繊維の密度が小さく、強度が大きいため、これを機械部品として用いることにより本体の軽量化がはかる。CFRP はこのように優れた材料であるが、その優れた材料特性のためにこれを切削する場合工具摩耗が激しく、また良好な切削面が得にくい非常に難削な材料である。

本研究は複合材料に特有な難削性という観点から CFRP 切削時における工具摩耗機構ならびに切削機構の研究をまとめたものであり、その主な成果を要約すれば次の通りである。

- (1) CFRP を切削した場合の工具摩耗の切削条件に対する依存性を実験的に求め、GFRP を切削した場合のそれとは大きく異なることを明確にするとともに、この違いは両材料の材料特性値の違いによって生じるもので、工具摩耗は同じメカニズムで進行することを明らかにしている。
- (2) 走査型電子顕微鏡内微小切削装置およびフライス盤を用い、様々な繊維方向の試料に対して二次元切削を行い、詳細な切削状態のその場観察ならびに切削面の観察をもとに繊維とマトリクスの破壊挙動を検討し、切削機構を明らかにしている。
- (3) 切削時の繊維破壊の観察結果を説明するため、切削工具の刃先の丸みを考慮し、刃先丸み部と繊維との接触部に Hertz の接触理論を適用した二次元有限要素法による工具食いつき時の応力解析を行い、繊維軸に垂直な面内のせん断破壊が支配的であることを明らかにしている。
- (4) 様々な切削条件における繊維の破壊挙動を明らかにするため、接触問題の解析手法を大変形大ひずみ有限要素法に組み込むことにより応力解析し、繊維は工具の進行とともに刃先丸み部との接触領域で繊維軸に垂直な面内でせん断破壊し、切削仕上げ面に見られる短い繊維の切りくずとなり得ることを明らかにしている。

以上のように、本論文は優れた材料特性をもち難削な CFRP を切削する際に生ずる工具摩耗の発生状況と発生の機構ならびに CFRP を構成している繊維とマトリクスの破壊挙動を中心に切削機構について多くの有益な知見を得ております、切削工学上貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。