

審査の結果の要旨

氏名 韋 浩文

環境・エネルギー問題の解決のために炭素繊維強化プラスチック（CFRP）を自動車に適用する研究が行われて久しく、一部の量産車にも採用されるようになり、そのリサイクルの必要性が増してきている。ところが、現状の技術では、リサイクル前の CFRP の数分の 1 の性能のリサイクル CFRP しか製造できておらず、自動車が必要となるクローズドリサイクルのためには高性能なリサイクル CFRP を製造する新しい技術が必要である。本論文は、不連続繊維から CFRP 中間基材を製造する手法の特性と繊維強化の力学的メカニズムの両面からリサイクル CFRP の高性能化を検討したものである。

第 1 章では、複合材料のリサイクルならびに不連続繊維による繊維強化理論に関する世界の研究開発動向と実用化に向けた現在の課題についてまとめ、本研究で対象とした樹脂、基材製造方法、分析理論の位置づけと新規性を整理している。具体的には、リサイクル炭素繊維の劣化度合いはリサイクル CFRP に影響を及ぼさないこと、熱硬化性樹脂は不連続繊維との相性が悪いこと、繊維の必要長さや直線性を確保した不連続炭素繊維マットを得る手法として抄紙法とカードウェブ法を採用すること、従来の複合則等ではこの新しい繊維形態の複合材料の特性が十分に説明できないことなどを具体的に示している。

第 2 章では、航空機の廃材では異なる種類の炭素繊維が混ざること、またテニスラケットなどの民生品ではガラス繊維が混入することを想定して、抄紙法によりそれらの影響度合いを明らかにしている。その結果、混入の割合がわかれば、得られるリサイクル CFRP の性能が精度良く予測可能であり、また物性のバラツキが極めて小さく、工業的に十分に利用可能であることが示されている。

第 3 章では、第 2 章の実験結果を用いて従来からある繊維強化理論を拡張し、より性能の高いリサイクル CFRP を設計するための指針を考察している。具体的には、抄紙法とカードウェブ法で作成されたリサイクル CFRP の特性評価を行い、繊維が数センチメートル以上と長い場合はカードウェブ法により強い異方性を持つ CFRP を作ることを推奨している。特に、不連続繊維による CFRP の弱点は炭素繊維含有率がリサイクル前の CFRP の半分程度までにしかできないことであったが、多くの構造部材で面内の特定方向の性能が優先されることから、異方性リサイクル CFRP によりリサイクル前の CFRP と同等の性能を持つ部材が製造で

きることが示されており、工業的に有益な情報となっている。

第4章では、第3章で使用した材料についての繊維配向分布（FOD）を計測して、抄紙法では繊維の直線性が十分であるが、カードウェブ法では繊維の直線性を向上させかつ目的に応じた適度な異方性を実現させることが重要となることなど、リサイクル炭素繊維の性能を活かし切り、かつ実用上有用な基材を製造するための新たな知見が示されている。

第5章では、以上の結果を総括し、リサイクルCFRPの実用化に際しての本論文の寄与とさらなる課題などが整理されている。

以上、本研究で開発された手法により高性能なリサイクルCFRPの設計と製造の指針が明らかにされており、工学的寄与の非常に高い結果が得られていると言える。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。