

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏名 蔡 广斌

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（r-CFRP）しか再製できておらず、量産車で必要となるクローズドリサイクルのためには高性能な r-CFRP を再製する新しい技術が必要である。本論文は、CFRP から樹脂を除去して取り出されたリサイクル炭素繊維（r-CF）の特性を系統的に評価し、クローズドリサイクルのために必要となる樹脂除去条件等を検討した結果と、その過程で得られた工学的知見をまとめたものである。

第 1 章では、CFRP のリサイクルの必要性ならびにこれまでの世界の研究開発動向と、幅広い実用化に向けた現在の課題についてまとめ、特に、本論文で採用する過熱水蒸気法の理論的背景と限界について詳しく論じた上で、本研究の位置づけとアプローチの新規性を整理している。

第 2 章では、過熱水蒸気法の処理条件として温度と添加ガスを変化させて得た r-CF に対して重量・表面性状・強度のワイブル分布等がバージン CF のものからどのように変化するかを系統的に評価し、最も好ましい過熱水蒸気処理条件を明らかにしている。

第 3 章では、第 2 章の結果を踏まえて新たに 2 ステップ法を提案し、添加ガスとして N_2 を推奨し、得られた r-CF はその後の基材化時のハンドリングを可能とする 1%以上の弾性伸びを確保するだけでなく、バージン CF よりも強度のバラツキが小さくなることから、自動車の一次部材として利用可能な r-CRRP の構成素材としての必要条件が満たされていることを示している。また、この r-CF の特性の発現メカニズムは過熱水蒸気法による処理時に生じる欠陥の大きさと個数から説明できることが示され、CF の種類が変わった場合における過熱水蒸気法の適用限界が考察されている。

第 4 章では、以上で得た r-CF に対してマイクロドロップレット試験により樹脂との接着強度を精度良く推定する手法を考案し、リサイクル CFRP の製造に必要な臨界繊維長やトウ強度（バージン CF のカタログ値に相当するもの）等を明らかにして、クローズドリサイクルに必要な r-CF の基材化方針について考察している。

第 5 章では、以上の結果を総括し、CFRP のクローズドリサイクルにおい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、過熱水蒸気を用いた安価な（共同研究企業によりバージン CF の 1/30 のエネルギーで r-CF が取り出せることが実証されている）手法で自動車の一次構造部材に使用可能な高性能 r-CFRP が製造可能であることが本研究により明らかにされており、そのプロセスで解明された r-CF の強度発現メカニズムとあわせて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。