



Control of Surface Property for the Polymer/Agricultural Waste Composite Using Vapor-Phase Assisted Surface Polymerization (VASP)

著者	Lee Hee-Sung
巻	24
発行年	2014-03-25
その他のタイトル	気相重合法による農業残渣と高分子複合材料の界面制御
学位授与番号	17104甲生工第214号
URL	http://hdl.handle.net/10228/5244

氏名	LEE, HEE-SUNG (韓国)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	生工博甲第214号		
学位授与の日付	平成26年3月25日		
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	CONTROL OF SURFACE PROPERTY FOR THE POLYMER / AGRICULTURAL WASTE COMPOSITE USING VAPOR-PHASE ASSISTED SURFACE POLYMERIZATION (VASP) (気相重合法による農業残渣と高分子複合材料の界面制御)		
論文審査委員会	委員長	教授	玉川 雅章
		教授	春山 哲也
		教授	石黒 博
		教授	花本 剛士
		教授	鳥井 正史

学位論文内容の要旨

繊維強化高分子複合材料は、建材、電子機器の筐体から自動車・航空機の材料に至るまで幅広い分野への適用が期待されている。繊維強化高分子複合材料には、炭素繊維やガラス繊維を混合することにより、高分子材料の力学的特性や耐熱性を改善する一方で、廃棄処理が困難なため環境負荷が大きいという欠点がある。そこで、従来利用されている繊維材料の代替として、植物由来の天然繊維とりわけ未利用で賦存量の大きい農業残渣を利用する研究が盛んに行われている。繊維強化高分子複合材料の物性向上には、高分子と繊維の界面での密着が必要である。植物由来の天然繊維を構成するセルロースは親水性であり、一般的に疎水性を示す汎用性高分子材料との相溶性が悪いために物性が低くなりやすい。そのため、植物繊維を利用した高分子複合材料を実用化するためには、界面制御による繊維と高分子との相溶性改善が必要となる。本研究では、農業残渣から得た植物繊維と高分子との相溶性改善のために、相溶化剤を用いる方法および気相重合法による表面改質により繊維強化高分子複合材料を作成し、その力学的特性や熱的物性を検証した結果について報告している。

本論文は、5章から構成されている。

1章は序論であり、研究の背景と目的が述べられている。

2章は、セルロース資源作物エリアンサスを利用した高分子複合材料の開発について述べられている。エリアンサスは、非可食性で生産性の高い植物であり、バイオ燃料の原料作物として期待されているが、繊維強化複合材料を目指した研究事例はこれまで報告されていない。ここでは、エリアンサスの繊維を粉砕・分級し、ポリプロピレンとの複合化を行っている。相溶化剤として無水マレイン酸変性ポリプロピレンを添加することにより、高分子と繊維の界面密着性を高め、力学的特性を大幅に

改善することに成功している。また、分級による繊維の表面積の違いが、力学的特性のみならず熱分解性に大きく影響しており、繊維のサイズを制御することにより、エリアンサスがポリプロピレンとの複合化における充填剤としての機能を良好に発現することが確認されている。

3章は、気相重合法により表面改質した麦わら繊維とポリ乳酸との複合材料化について述べられている。高分子と繊維の界面密着性を高める上で、前章で検討された相溶化剤の使用は一般的な手法であるが、高分子と繊維からなる数多くの組み合わせにおいて、最適な相溶化剤の種類や濃度を選定するための事前検討が必要となる。その手間を回避し、さらなる機能性を付与し得る表面改質手法として、気相重合法に着目している。気相重合法は、気化させたモノマーを重合に利用し、高次構造を制御した機能性薄膜を形成する新しい手法として注目されているが、ここでは農業残渣由来のセルロース繊維への表面開始重合による表面改質を試みている。モノマーとしてメタクリル酸メチルを用いた気相重合の結果、麦わらの表面はポリメタクリル酸メチルで被覆され、これを用いてポリ乳酸との熔融成形により複合材料を成形した。気相重合による表面改質を伴わない場合に比べ、複合材料の力学的特性（引張強度）が20–30%程度向上することから、気相重合による表面改質の有用性が示唆された。

4章では、気相流動重合法による表面改質手法の開発について述べられている。気相重合は、減圧下での回分操作のため、反応スケールが制限される。そこで著者は、噴霧したモノマーガスを反応容器に連続的に供給する循環式の気相流動重合法を開発した。気相流動重合においても、麦わらの表面にポリメタクリル酸メチルの重合を確認し、キャリアガスの循環速度やモノマー濃度といった反応因子により重合の制御と反応量のスケールアップが可能である。さらに、重合過程における成長末端のリビング性が示唆されるため、共重合化などによる機能性付与という拡張性にも優れている。

5章では、結論と今後の展望が示されている。

本論文は、農業残渣由来の植物繊維と高分子との複合材料について、物性向上の鍵となる界面の制御において、気相重合さらには気相流動重合という新たな手法による繊維表面の改質の有効性を示している。農業残渣を利用した高分子複合材料の実用化への可能性を大きく広げる研究である。

学位論文審査の結果の要旨

本論文に関し、調査委員から、繊維の長さや相溶化剤添加量の組み合わせと力学的特性の相関、気相重合法による繊維表面へのグラフト化の確認、気相流動重合における重合鎖成長のリビング性、操作因子の制御によるスケールアップ効果などについて質問がなされたが、いずれも著者から明確な回答が得られた。

また、公聴会においても、多数の出席者があり、気相重合を施した繊維を含むコンポジットの熱安定性向上の理由やバイオコンポジットのリサイクルについての質問がなされたが、いずれも著者の説明によって質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本

論文が博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。