

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高速紡糸複合繊維の圧縮成形による全熱可塑性樹脂繊維強化複合材料の作製
Title(English)	Fabrication of All-thermoplastic Fiber-reinforced Composites through Compression Molding of High-speed Spun Bicomponent Fibers
著者(和文)	ZhangYuanJing
Author(English)	YuanJing Zhang
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9931号, 授与年月日:2015年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:鞠谷 雄士,扇澤 敏明,森川 淳子,浅井 茂雄,塩谷 正俊
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9931号, Conferred date:2015/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	張 媛婧	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	鞠谷 雄士	教授	塩谷 正俊	准教授
	審査員	扇沢 敏明	教授		
		森川 淳子	教授		
浅井 茂雄		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は”Fabrication of All-thermoplastic Fiber-reinforced Composites through Compression Molding of High-speed Spun Bicomponent Fibers (高速紡糸複合繊維の圧縮成形による全熱可塑性樹脂繊維強化複合材料の作製)”と題し、英文で書かれ、5章からなっている。

第1章 “General Introduction (緒論)”では、高速紡糸により作製した芯成分の繊維構造が発達した芯鞘型複合繊維の圧縮成形により、強化繊維のマトリクス樹脂中への含浸性の課題を回避して全熱可塑性樹脂繊維強化複合材料を製造しようとする本研究の目的と意義について述べている。

第2章 “Analysis on Fiber Spinning Behavior in Spunbonding Process (スパンボンドプロセスにおける紡糸挙動の解析)”では、2次元ランダムに繊維が配向した繊維強化複合材料の基材となるウェブ形成のためのスパンボンド法溶融紡糸における、紡糸条件と繊維形成挙動の関係について検討している。エアージェクタ(Aej)によるpoly(ethylene terephthalate) (PET)繊維の引き取りにおいて、供給空気圧を増加すると引取速度は高くなるが、Aejの位置を紡糸ノズルに近づけることによっても引取速度は増加することを示し、さらに両者の関係には屈曲点が生じることを見出している。一方、この屈曲点に対応する引取速度は、紡糸過程に配向結晶化が始まる速度に対応していることから、屈曲が生じる原因を明らかにするため、Aejにより繊維に加えられる空気摩擦力の解析などに基づいて、配向結晶化の影響を考慮したスパンボンド法溶融紡糸過程の数値解析を行っている。その結果、紡糸ノズル-Aej間距離の減少に対する引取速度の変化の関係に生じる屈曲点を再現することに成功し、その発生が、結晶化による紡糸線固化温度の上昇に伴う付加的な空気抗力の増加に起因したものであると結論づけている。

第3章 “Fabrication of Fiber-Reinforced Composites Utilizing Sheath-Core Bicomponent Fibers (芯鞘型複合繊維を利用した繊維強化複合材料の作製)”では、芯/鞘がPET/poly(butylene terephthalate) (PBT)および熱可塑性液晶ポリマー(TLCP)/PETの2種類の複合繊維につき、通常の巻取機を用いた高速紡糸法による繊維束およびエアージェクターを用いたスパンボンド法によるウェブの作製を行い、それらの圧縮成形により繊維強化複合材料を得ている。紡糸挙動に関しては、個々の樹脂の単成分紡糸に比べ、複合紡糸では芯成分の分子配向と結晶化が促進され鞘成分の繊維構造形成が抑制されることを示し、これが圧縮成形の条件を満足する樹脂の組み合わせで本質的に起こる現象であることを示すとともに、作製した繊維の圧縮成形温度はPET/PBT系については両者の融点の中間の温度、TLCP/PET系については鞘成分のPETが非晶状態であることから、PETの融点より低い230度が最適であることを見出している。さらに、最適な圧縮成形条件では芯成分のもつ結晶が高度に配向した構造を維持しつつ複合材料の成形が可能であることを示し、得られた繊維強化複合材料が十分に高い力学特性を有することを明らかにするとともに、ランダム繊維配向の複合材料について、理論解析による引張弾性率の予測値が実験結果とよく一致することを示している。

第4章 “Fabrication of Single-Polymer Fiber-Reinforced Composites (単一ポリマーからなる繊維強化複合材料の作製)”では、単一の熱可塑性樹脂からなる繊維強化複合材料を、高速紡糸により得た芯/鞘が高分子量PET(HMPET)/低分子量PET(LMPET)からなる複合繊維の圧縮成形により作製できることを示している。具体的には、HMPET/LMPET複合繊維の高速紡糸において、紡糸速度が3 km/minを超えるとHMPET成分が配向結晶化するのに対し、LMPET成分は非晶であり紡糸速度の増大とともに分子配向が低下することから、このような条件下で得た繊維をPETのガラス転移点以上、融点以下の温度である180度で圧縮成形することにより、単一の熱可塑性樹脂からなる繊維強化複合材料の作製が可能であることを示すとともに、このようにして得た複合材料が十分に高い力学特性を有することを明らかにしている。また、本研究で得た複合材料が、共重合などによる樹脂の改質を行わない純粋のPETのみから構成された単一熱可塑性樹脂繊維強化複合材料であり、リサイクル性の観点から極めて優れた材料であると述べている。

第5章 “General Conclusion (結言)”では、本研究で得られた成果を総括するとともに、今後の展望について述べている。

以上これを要するに本論文は、芯鞘型複合繊維の高速溶融紡糸における成分間の運動力学的な相互作用を利用して繊維構造が十分に発達した芯成分を有する複合繊維の作製が可能であることを利用した、全熱可塑性樹脂繊維強化複合材料、さらには単一の熱可塑性樹脂からなる繊維強化複合材料の成形に関し、樹脂の選択、繊維構造制御、圧縮成形条件などに関する基本指針を明らかにしたものであり、工学上、工業上貢献するところが極めて大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。