京都工芸繊維大学

氏　　名	てぃてぃたなさーん　すみす THITITHANASARN SMITH
学位(専攻分野)	博　士（学術）
学位記番号	博甲第　651　号
学位授与の日付	平成 24 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科　先端ﾌｧｲﾌﾞﾛ科学専攻
学位論文題目	Development of Thermal Resistance in Natural Fiber Reinforced Engineering Thermoplastic Composites （天然繊維強化エンジニアリングプラスチックス複合材料の耐熱特性向上に関する研究）
審査委員	(主査)教授　濵田泰以 教授　西村寛之 教授　小原仁実 Rajamangala 大学 Dean of Faculty of Engineering　Sommai　PIVSA-ART Ahmadu Bello University Department of Textile Science and Technology Professor　Umaru Semo ISHIAKU

論文内容の要旨

近年の環境問題やエネルギー資源枯渇問題などの観点から、プラスチック製品の長期使用や製品中に含まれるプラスチックを生分解性ポリマーに置換していく技術の開発が切望されている。さらに、これら製品の使用後に生じる廃棄プラスチックスを埋め立て処分や焼却処分することは好ましくなく、むしろリユースまたはリサイクルすることが望ましいが、リサイクル率が低いのが現状である。また、天然繊維製品はリサイクルされるケースが少なく、多くの場合において廃棄処分されてきた。一般的に、合成プラスチックと天然プラスチック(天然繊維等)とは接着性が悪く、そのまま複合材料として用いることは困難である。しかしながら、天然繊維等に表面処理を施し、相溶性および界面接着性を向上させることによりプラスチック/天然繊維複合材料を創製することが可能となれば、プラスチック廃棄問題のみならず、プラスチックの減容化ならびに新規機能性材料の開発が期待される。しかし、天然繊維の熱分解温度は約 200℃と汎用プラスチックスと同程度であり、エンジニアリングプラスチックの融点よりも極めて低く、一般的な複合材料成形法を用いることは困難であった。

本研究では、リサイクル Jute 繊維に表面処理を施すことにより、熱分解温度を向上させ Jute 繊維/エンジニアリングプラスチックス成形品の創製について詳細に検討し、さらにエンジニアリングプラスチックスおよび表面処理剤の種類の違いによる熱分解特性および力学物性を検討している。

第 1 章では、緒言として本論文の背景および位置づけを述べ、本研究に至った経緯を述べており、第 2 章では、Jute 繊維およびエンジニアリングプラスチックスの物性および熱物性など本論文との関連、必要性について述べている。第 3 章では、複合材料のマトリックス樹脂として PLA を用い、強化繊維として Jute 繊維を用い、その表面処理が Jute 繊維の耐熱性および複合材料の力学物性に与える影響について検討している。その結果、Shellac 樹脂で処理した Jute 繊維は PLA と高い界面接着性を示したが耐熱特性の向上は見られず、エポキシ樹脂で処理した場合に耐熱性が向上することを明らかにしている。第 4 章では、マトリックス樹脂として非晶性ポリマーの一つであるポリカーボネート(PC)を用い、不飽和ポリエステル(UP)およびエポキシ樹脂で表面処理し、耐熱特性および力学特性に及ぼす影響について検討している。その結果、いずれの表面処理方法においても耐熱特性は向上するが、力学物性は僅かに低下する傾向を示すことを明らかにしている。第 5 章では、マトリックス樹脂として PC を用い、Jute 繊維の表面処理剤として UP、エポキシ、フレキシブルエポキシ(FE)を用いて表面処理剤の濃度依存性の効果について検討している。その結果、Jute 繊維の表面処理剤の濃度は 1～5 wt%が最適であることを示している。第 6 章では、半結晶性ポリマーであるナイロン 6 (PA6)をマトリックス樹脂として用い、Jute 繊維の表面処理剤として FE を用い、耐熱特性および力学特性について検討している。その結果、FE 処理を施すことにより Jute 繊維の耐熱特性が向上することを示し、さらに FE の硬化剤添加量を 20 wt%まで増加させることにより、力学特性も向上することを示している。第 7 章では、マトリックス

樹脂としてナイロン 11 (PA11)を用い、表面処理剤には FE を用いている。さらに強化繊維として廃サトウキビから出る Bagasse 短繊維を用いて複合材料を成形し、力学物性および耐熱特性について検討している。その結果、Bagasse 繊維/PA11 複合材料は PA11 よりも高い弾性率を示し、さらに FE で Bagasse 繊維の表面処理を行うことにより、力学物性ならびに耐熱特性が向上することを明らかにしている。第 8 章では、この研究の実証成果をまとめ、さらにそれらの結論の意味するところを吟味している。

本研究においては、天然繊維/エンジニアリングプラスチックス複合材料成形品中における天然繊維の表面処理を施すことにより力学特性および耐熱性について力学試験および TGA 測定法を用いて詳細に検討し、その結果、天然繊維を表面処理することにより耐熱特性が向上することを示している。さらに、表面処理剤の量および表面処理剤に対する硬化剤の量を最適化させることにより、耐熱特性のみならず力学特性も向上させることが可能であることを示している。

論文審査の結果の要旨

本論文では、天然繊維/エンジニアリングプラスチックス複合材料成形品の力学特性および耐熱特性について、UP、FE およびエポキシ樹脂で天然繊維を表面処理することにより作製した成形品に対して、力学試験装置および SEM 観察、TGA 測定法を用いて評価しており、特に天然繊維である Jute 繊維および Bagasse 繊維を樹脂で表面処理することにより熱分解温度を 280℃と天然繊維の熱分解温度よりも約 80℃向上させることに成功し、エンジニアリングプラスチックスとの複合材料を成形し、物性を評価している点に特長がある。また、天然繊維の表面処理剤の量および硬化剤の量を最適化させることにより、複合材料の力学特性も向上させることが可能であることから、学術的にも工業的にも非常に高く評価できる。

これらの研究成果により、廃棄 Jute 繊維ならびに廃棄 Bagasse 繊維を有効かつ高機能な複合材料製品の材料として再利用することに成功したこと、およびエンジニアリングプラスチックスと天然繊維との複合材料創製の可能性を見出したことは、今後のプラスチック材料の減容化や高機能化材料の開発のみならず、リサイクル効率の向上にも大変意義があり、環境負荷軽減という観点からも評価できる。

本論文の内容は次の 5 報に報告されており，5 報すべて申請者を筆頭著者とするものである。

1. Smith Thitithanasarn, Yew Wei Leong and Hiroyuki Hamada, "EFFECT OF NATURAL FIBER SURFACE TREATMENT ON THE INTERFACIAL ADHESION AND MECHANICAL PERFORMANCE OF POLY (LACTIC ACID)-BASED TEXTILE INSERT MOLDINGS", *SPE-ANTEC Technical Papers*, 56, pp.228-232 (2010).

2. Smith Thitithanasarn, Yew Wei Leong, Kazushi Yamada, Hiroyuki Nishimura and Hiroyuki Hamada, "EFFECT OF NATURAL FIBER SURFACE TREATMENT ON THERMAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BAGASSE AND NYLON 11 COMPOSITES", *SPE-ANTEC Technical Papers*, 57, pp.537-540 (2011).

3. Smith Thitithanasarn, Kazushi Yamada, Hiroyuki Nishimura and Hiroyuki Hamada, "EFFECT OF FIBER SURFACE TREATMENT ON THERMAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF JUTE MAT REINFORCED POLYCABORNATE COMPOSITES", *SPE-ANTEC Technical Papers*, 58, 1260117, (2012).

4. Smith Thitithanasarn, Kazushi Yamada, Umaru S. Ishiaku, Hiroyuki Hamada, "Jute Fabric Reinforced Engineering Thermoplastic Sandwich Composites. I. The Effect of Molding Time", *Journal of Applied Polymer Science*, DOI: 10.1002/APP.37962, pp.1-8 (2012).

5. Smith Thitithanasarn, Kazushi Yamada, Umaru S. Ishiaku, and Hiroyuki Hamada, "The Effect of Curative Concentration on Thermal and Mechanical Properties of Flexible Epoxy Coated Jute Fabric

Reinforced Polyamide 6 Composites", *Open Journal of Composite Materials*, (Accepted).

以上の結果より、本論文の内容は十分な新規性と独創性、さらに工業的な意義があり、博士論文として優秀であると審査員全員が認めた。