

氏 名	くにむね のりあき <b>国宗 範彰</b>
学位(専攻分野)	博 士 ( 学 術 )
学 位 記 番 号	博 甲 第 5 7 2 号
学位授与の日付	平成 22 年 3 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 先端ファイブ科学専攻
学 位 論 文 題 目	<b>環境対応型プラスチック射出成形品の成形と物性に関する研究</b>
審 査 委 員	(主査)教授 濱田泰以 教授 藤井善通 教授 喜多泰夫 神鋼テクノ株式会社理事 長岡 猛 大阪市立工業研究所加工技術研究部 プラスチック成形加工研究室長 泊 清隆

## 論文内容の要旨

経済や産業が発展し、生活が豊かになっていく一方で、生活ゴミや産業廃棄物等の処理問題、環境問題、さらに地球温暖化問題など様々な問題が生じている。生活廃プラスチックの中でも 1997 年に制定された容器リサイクル法により、年々回収ポリエチレンテレフタレート (PET) ボトルの量が増加している。しかしながら、回収 PET ボトルの再商品化にあたっては、分子量低下に伴う、衝撃強度やノッチ強度といった力学的特性の低下などの理由から、リサイクル成形品への用途は希少なのが現状である。それゆえ、使用後の PET ボトルを一般的な日用品や工業用途などにおいて利用しやすい製品へ作り替える効率的な技術、対費用効果を向上させる手法を確立することが急務である。

一方、近年、環境問題や地球温暖化問題の点からグリーンプラスチックが注目されている。その代表的なポリマーとしてポリ乳酸 (PLA) が挙げられるが、PLA は熔融粘度が高く樹脂流動性が悪いため、実際に PLA 成形品として製造されているものはごく一部である。それゆえ、この PLA 樹脂の新たな成形技術を開発することは、今後のグリーンプラスチックの発展や環境問題にとっても非常に重要なことであると言える。

本研究では、リサイクル PET (RPET) 射出成形品の物性に関する留意点を述べ、次いで、RPET に対する最適な添加剤の種類および量の依存性について検討している。さらに PLA 発泡成形による生分解性プラスチックの成形品についても検討している。

第 1 章では、論文の位置づけ、一般的な廃棄物の問題およびリサイクル方法、RPET に関する問題点について述べている。第 2 章では、耐衝撃性改質剤として、反応性ポリエチレン系改質剤 (Polyethylene-co-Glycidyl Methacrylate: EGMA) を添加した際の力学的特性の添加量依存性について検討している。その結果、EGMA の添加量が 13.5wt% の時にもっとも高い衝撃強度を示すことを明らかにした。第 3 章では、RPET の耐熱性を向上させるために、talc 粒子を添加し、熱物性への影響について検討している。本章では粒子径 2.5 および 5.0  $\mu\text{m}$  の 2 種類の異なる talc を添加しており、いずれの場合においても添加量の増加に伴い耐熱温度は高くなることが示され、さらに粒

子径の小さい方がより耐熱効果があることを示している。第 4 章では、RPET の耐熱性および力学的特性を向上させるために、ポリブチレンテレフタレート (PBT) またはアクリロニトリル・ブタジエン・スチレン (ABS) 共重合体とのブレンド成形品による物性向上について検討している。第 5 章では、PLA に超臨界性流体(Super Critical Fluid : SCF)を注入して射出成形する技術について検討している。SCF を注入すると PLA の粘度が低下するため、通常の樹脂に比べ、射出圧力は 60%に低下することが示され、結晶核剤を添加することにより、さらに 47%まで低下することを示している。第 6 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。

本論文においては、RPET 射出成形品に添加する EGMA 添加量の違いが力学的特性に大きく影響することを示している。さらに、RPET/EGMA と PBT または ABS と相溶化させることにより、耐熱性および力学的特性が向上することを示している。

### 論文審査の結果の要旨

本論文では、RPET 射出成形品の普及に必要な物性の改質技術、特に重要な衝撃強度の向上、耐熱性の向上について詳細に検討、評価している点に特長がある。RPET の衝撃強度および耐熱性の向上について詳細に検討し、定量的に結果が示されている。また異種ポリマーとのブレンド成形品を作製することにより、さらなる耐熱性および力学的特性の向上を示したことも評価できる。またグリーンプラスチックである PLA の発泡成形技術の開発研究では、PLA の問題である低流動性および脆さに対して、SCF および核剤を注入することにより流動性および耐衝撃性の改善が示された。さらに成形品の力学的特性を保ちながら軽量化に成功している点においても評価できる。

これらの研究成果により、今まで再利用に乏しかった PET ボトルのリサイクルにおける改質技術の開発および PLA 成形品の軽量化に成功したことは、工業的に大変意義があり、さらに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 6 報に報告されており、6 報すべて申請者を筆頭著者とするものである。

- (1) Noriaki Kunimune, Takahiro Kunimune, Shuhei Tamada, Supaphorn Thumsorn, Kazushi Yamada, Yew Wei Leong, Hiroyuki Hamada; Effectiveness of Talc As Reinforcement for Recycled-PET/E-GMA Blends, SPE-ANTEC Technical Papers(2010), (Accepted).
- (2) Noriaki Kunimune, Takahiro Kunimune, Shuhei Tamada, Kazushi Yamada, Yew Wei Leong, and Hiroyuki Hamada; Mechanical Performance and Fracture Characteristics of Injection Molded R-PET/E-GMA Blends, SPE-ANTEC Technical Papers (2010), (Accepted).
- (3) Noriaki Kunimune, Kazushi Yamada, Yew Wei Leong, Supaphorn Thumsorn, and Hiroyuki Hamada, "Influence of Reactive Processing of Recycled Poly(Ethylene Terephthalate) /Poly(ethylene-co-Glycidyl Methacrylate) blends, Journal of Applied Polymer Science, (Submitted)

- (4) Noriaki Kunimune, Yew Wei Leong, Supaphorn Thumsorn, Kazushi Yamada, Hiroyuki Hamada; Fracture Characteristics and Toughening of Talc-Filled Recycled Polyethylene Terephthalate, Polymer and Polymer Composites, (Submitted)
- (5) Noriaki Kunimune, Shuhei Tamada, Tsugio Nagasawa, Yuki Makata, Yew Wei Leong, Hiroyuki Hamada; Improvement of impact properties of recycled Poly(ethylene terephthalate) (PET) injection moldings, SPE-ANTEC Technical Papers, 55, pp.2145-2148 (2009).
- (6) Norikaki Kunimune, Takahiro Kunimune, Tsugio Nagasawa, Shuhei Tamada, Kazushi Yamada, Yew Wei Leong and Hiroyuki Hamada, Effectiveness of Supercritical Fluid For Foaming of Poly(Lactic Acid) During Injection Molding, SPE-ANTEC Technical Papers(2010), (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。