

博士論文

プラスチック材料の高機能化のための配合技術と成形技術の研究

今村 信幸

要 旨

今日、資源循環型の社会形成が求められており、資源・エネルギー消費削減の観点から、使用済みプラスチック製品の回収・再利用は企業経営の上で重要な事業の一つである。近年のリサイクルおよび回収に関する法令およびリサイクル技術の向上により、プラスチックのリサイクル率は少しずつ向上しているものの、現在の廃棄物問題を解決するには至らず、更なるリサイクル技術の開発および向上が重要な課題である。また、化石資源消費の大幅削減、大量消費・大量廃棄の社会システムから脱却し、地球温暖化防止、循環社会形成等を目指すことや、温室効果ガス排出削減による「低炭素化社会」、環境に調和した「資源循環型社会」の実現に向けた取り組みが強く求められている。これらの社会を実現するために、リサイクル成形技術の開発やバイオプラスチックの普及が加速しており、ポリ乳酸に代表される生分解性プラスチックを用いた成形品の創製や、天然繊維とのグリーンコンポジット成形品として利用することは非常に重要であると考えられる。しかしながら、リサイクルプラスチック成形品およびグリーンコンポジット成形品に関する知見や製造技術においては十分とは言えず、これらの成形における相溶化剤の効果や力学特性および熱特性について詳細に検討することは学術的にも工業的にも意義がある。そこで、本論文ではリサイクル PET ボトルおよびリサイクル PP、バイオマスを利用したプラスチック成形品の創製および物性評価について検討を行った。

本論文は全 8 章で構成されており、各章は以下の通りである。

第 1 章では、緒論として一般的な廃棄物問題やリサイクル方法、プラスチック材料等に関する問題について述べた。

第 2 章では、HDPE フィルム/LLE フィルムブレンド成形品、および PET/PP/PE/PS ブレンド材料成形品に対する LLE の添加効果および力学特性について検討した。その結果、LLE は相溶化剤として、HDPE フィルムと容器のリサイクルコンパウンドの融着接合に有効であることを明らかにした。また、使用済み PET ボトルから出た廃棄キ

ヤップとシート混入品に、LLE を約 10 phr 添加することにより、破断伸びを増加させ、力学特性改善に効果があることを示した。

第 3 章では、相溶化技術を応用して廃ガス用ポリエチレン管と廃 PET ボトルの複合材料を作製し、力学物性等について検討した。その結果、相溶化剤添加複合材料の機械的特性は、新品の PP や ABS/PBT アロイと同等以上の値を示すこと明らかにした。

第 4 章では、相溶化技術を応用して PET/PP/PE/PS ブレンド材料に対してエポキシ系添加剤または LLPE 系添加剤を添加し、力学物性について検討した。その結果、相溶化剤として EGMA を用いることにより、PET/PE/PP/PS ブレンド射出成形品の衝撃特性を向上させることを明らかにした。

第 5 章では、バガス繊維と PLA の複合材料を試作して、各種機械的物性を評価した。その結果、PLA にバガス繊維を 20% および 30% 配合した場合、引張弾性率は増加する傾向を示した。一方、PLA/反応性可塑剤=90/10 のコンパウンド材料にバガス繊維を 20~30% 配合した場合、引張特性が増加することを示した。また、バガス繊維を複合化することにより耐熱性が向上することを見出した。

第 6 章では、PLA に PA11 や難燃剤を添加し、植物由来樹脂の含有量が 50% 以上となる PLA ブレンド成形品を創製し、機械的特性および難燃特性について検討した。その結果、PLA/PA11=100/50 ブレンドと比較して、PLA/PA11/相溶化剤=100/50/25 ブレンドでは、破断伸びおよび Izod 衝撃強度が増加することを明らかにした。また、2 種類の難燃剤を混練した PLA/PA11/相溶化剤/難燃剤=100/50/25/50 において、無機系の難燃剤 AP422 では、UL-94 規格で V-0 レベルを十分に期待できることがわかった。PLA/PA11/相溶化剤/難燃剤=100/50/25/50 の配合比率では植物由来樹脂の含有量が 67% であり、市販の PLA/PC/難燃剤の樹脂（植物由来樹脂の含有量が 30% 以下）と同等の機械的特性と難燃性を有することを見出した。

第 7 章では、相溶化剤を用いてリサイクル PP と天然繊維や木質粒子による複合材料の機械的特性を検討した。その結果、リサイクル PP の Izod 衝撃値は、天然繊維や木質粒子と相溶化剤を組み合わせることにより、飛躍的に向上することを明らかにした。これらリサイクル PP 複合材料は、今後、従来のタルクフィラー含有 PP 樹脂の代替として、自動車部品や家電・電子機器部品に適用できる可能性を見出した。

第 8 章では、本論文の総括として結論を述べた。