

【3-1705】 廃プラスチックの高付加価値化リサイクル技術創製および実用化研究 (H29～H31)

研究代表者 八尾 滋 (福岡大学)

1. 研究開発目的

先のプロジェクトにおいて我々は、廃棄プラスチックの分子量は高分子物理的に物性低下を示すレベルよりも十分に高く、ほとんど低下をしていないことを見出した。これは、廃棄プラスチックの物性低下原因が化学劣化ではなく、内部構造の変異などによる物理劣化であることを示している。また成形方法を最適化することで、バージン品と同等レベルまで物性再生が可能であることを見出した。さらに破壊に関する理論的な考察や、シンクロトロンを用いた詳細な解析を行った結果、この内部構造の変異は結晶ラメラ間の力の伝達を担っているタイモレキユール数の減少に由来しており、成形法を最適化することでこのタイモレキユールの数を増加することができ、それにより物性が再生できることを見出した。この知見をもとに、我々は廃棄プラスチックのペレタイズ条件の見直しもを行い、吐出口前に全く新規な装置要素である「溶融樹脂溜まり部」を設けたペレタイザーを新たに考案した。この新規ペレタイザーはストランドの吐出を非常に安定化するだけでなく、これにより作成されたペレットで成形された射出成形品は、従来のものよりも良好な物性値を示した。

本プロジェクトでは、上述したこれまでの研究を受け、良好なマテリアルリサイクルが適用できる廃棄プラスチックの量および種類の拡張を目指し、①物理劣化発現メカニズムの基礎的な解明、②上記溶融樹脂溜まり部を備えた実機を用いた廃棄プラスチックのマテリアルリサイクルの再ペレタイズおよび射出成形条件の最適化、ならびに③これら研究成果の普及を実用化、に関する研究を行うものである。具体的には、①ではバージン品を用い、熱および成形履歴（せん断履歴）がプラスチックの力学物性に与える影響を基礎的に解明し、物理劣化発現メカニズムを明らかにするとともに、理論的な物理再生メカニズムに関する知見の確立を目指すものである。②では、最適な溶融樹脂溜まりのスケールなどの樹脂特性依存性などを検討し、樹脂溜まりにおいて生じている現象を明らかにするとともに、射出成形条件依存性なども検討することで、応用範囲が広くかつ実務的な新規プラスチックマテリアル手法の確立を検討する。③では研究発表会や論文・専門誌への積極的な投稿による啓蒙活動と、具体的な製品化を目指した企業との共同研究の遂行を行うものである。

これら活動を通して、プラスチックのマテリアルリサイクルに対する認識の刷新を計るとともに、新たな学問領域としての研究開発を加速し、これを基盤とした環境保全行政に寄与することを目的としている。

2. 研究の進捗状況

先のプロジェクトにおいて我々は、マテリアルリサイクルされたプラスチックの力学物性が低下している原因が主鎖破断を伴う再生不可能な化学劣化が主要因ではなく、内部構造が成形時あるいは使用時のせん断・熱履歴により変異したための物理劣化が主要因であること、またこの物理劣化は成形の最適化により物理再生が可能であることを見出し、発表を行った。また二軸ペレタイザーに新たに樹脂溜まりという装置要素を加えることで、ペレット物性が向上することを見出した。

本プロジェクトにおいては、1) この物理劣化の発現メカニズムを基礎的に明らかにし、対策を検討するラボレベルでの基礎研究、2) 実機レベルで物性再生のためのペレタイズならびに成形加工条件を探索する適用基礎研究、さらに3) これら研究成果の普及と実用化を図るための講演会や企業との共同研究の推進の3テーマの研究を遂行することを目的として研究活動を行った。

本年度、1) の基礎研究では当初計画ではポリプロピレン (PP) のみを対象としていたが、一

部を前倒しし、ポリエチレン (PE)、さらにポリスチレン (PS) に対し、熱履歴あるいはせん断履歴の影響の評価を行った。その結果、PP や PE は 50°C~70°C 程度の温度においても、経時的に物性値が低下を示すことが明らかとなり、さらに熱履歴を受けたプラスチックを成形加工することにより、物性低下が著しくなることを見出した。また PP を用いた研究ではせん断履歴により、熱履歴以上の物性低下を示すこと、この場合も再成形で物性低下が進行すること、また成形条件を最適化することで物理再生ができるという、ほぼ前プロジェクトにおいてリサイクルプラスチックで見出されていた物性と同様の現象が生じることを見出している。一方で無定形高分子である PS においてもせん断履歴が再溶融しても残留し、せん断により物性向上が発現することも見出した。これら基礎研究はさらに実験条件を拡充し、より定量的な研究を遂行する予定である。また 2) の実機を用いた適用基礎研究においては、射出成形条件が物性に与える影響を評価し、成形時のせん断条件の選択が重要であることを見出した。さらに単軸のペレタイザーにおいても、樹脂溜まりが有効に機能することを見出した。3) の研究テーマに関しては、著作 1 編、論文 6 報、7 回の講演会・展示会の実施、20 回の学会発表を行った。特に 2 つの国際会議で 3 つのポスター賞を受賞している。また自動車会社をはじめとする多くの企業との共同研究も実施しており、情報交換も密に行った。

3. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

廃棄プラスチックの海洋汚染の課題などからプラスチックは循環的に利用できなければ、使用自体も制限すべきであるという動きが、ヨーロッパをはじめ、多くの国で検討・実施されている。一方で生分解性プラスチックに関しても、捨てるということが前提である使用、分解の時間スケールが不確定、そもそもの物性が非常に悪い、などの課題が山積している。

これらの状況が発生している原因の一つが、マテリアルリサイクルされたプラスチックの物性が、再使用に適さないほど悪化しており、またこの再生が不可能であるという固定概念にあると考えられる。

一方我々の研究は、成形法を最適化することで物性向上・再生が可能であるということを世界で初めて明らかにしたものであり、これまでの固定概念を根底から覆すものである。

当該研究を進めることにより

- ・プラスチックの成形あるいはリサイクル手法に関して新たな学術的取り組みが進展し、成形加工法に対する認識が変わり、より高性能な成形品、再生処理を施しても物性低下が起こりにくい成形手法などが見出される
- ・リサイクルに適した製品形態への移行が進展する
- ・商品価値の高いリサイクルプラスチックの生産が可能となり、企業の業務態系が大きく変化するとともに、リサイクルプラスチックを使用あるいは採用する企業が大きく増加する
- ・一般市民の認識が変わり、それによりプラスチックの回収・分別などの社会システムが変化し、プラスチックのマテリアルリサイクルがより効率的かつ高品質なものに変化するなどの効果を生み出すことができる画期的なものと考えられる。また国際的にも日本がプラスチックリサイクルを先導し、地球規模での環境保護、二酸化炭素削減に寄与できるものである。

4. 委員の指摘及び提言概要

プラスチックのリサイクルに対する政策の方向を考えるための材料になる研究であり、成果の利用も期待できる。研究は順調に進められているが、今後、リサイクル品の用途や原料の入手範囲、元々の用途範囲も示すことにより実用化に向けた研究を加速して欲しい。また、開発中の製造法を適用するための実廃プラスチックの物理精度を提示するとともに、物性が再生出来る「技術情報」を共有出来る社会システムの検討も期待したい。

5. 評点

総合評点：A