

氏 名	ながおか つとむ 長 岡 猛
学位(専攻分野)	博 士 (学 術)
学 位 記 番 号	博 甲 第 3 8 7 号
学位授与の日付	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規程第 3 条第 3 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	サンドイッチ射出成形における材料流動挙動と成形品物性改善に関する研究 (主査)
審 査 委 員	教授 濱田泰以 教授 石原英昭 教授 木村照夫 助教授 横山敦士

論文内容の要旨

複合射出成形技術の一つであるサンドイッチ射出成形は、スキン材とコア材の組合せによって、成形品の物性を改善するのに有効な成形技術である。特に近年は、環境への配慮により、回収された廃棄プラスチックのマテリアルリサイクル技術として注目を浴びている。この技術は 1970 年代に開発され 30 年を経過するが、未だ大きく発展はしていない。その原因の一つにコア材がスキン材を突き破って表面に出るブレイクスルー現象がある。しかし、その要因など流動挙動について詳しく研究はされてこなかった。本論文は、このブレイクスルー現象に着目して、同現象の発生要因を明らかにし、次いでそれを制御する方法について検討し、さらにリサイクル材を使用しての製品に応用展開することを目的とした。

第 2 章ではサンドイッチ射出成形における樹脂流動の観察を行い、樹脂の充填過程が、一次射出領域、コア進展領域、コア拡大領域、ブレイクスルー領域の 4 領域より構成される事を明らかにした。第 3 章では、PC/ABS 樹脂を使用して、ABS を溶出させた空孔の観察を実施し、各領域における樹脂流動挙動を詳細に確認した。これによりコア材射出後のスキン材の構造形成およびコア進展領域とコア拡大領域の境界を明らかにすることができた。

第 4 章では、巨視的なコア拡大領域における流動先端に、熔融フィルムが存在し、それが伸張変形すると仮定し、伸張変形に影響を及ぼす各種要因について検討を行った。その結果、ブレイクスルー現象の発生メカニズムが明らかになり、流動先端部の熔融フィルムの延伸が本現象を支配しているとの結論を得、フィルムの延伸を示すパラメーターとしてメルトテンションを導入することにより定量的な理解が可能となった。

第 5 章では、スキン材のメルトテンションを変化させた実験を行い、コア拡大領域の流動長はスキン材のメルトテンションに影響を受けることを明らかにした。また低分子量の材料では熔融粘度の影響が大きく、高分子量の材料ではメルトテンションの影響が大きいことも明らかにした。スキン材とコア材のメルトテンションの比を用い、この比が 1 以上の樹脂組合せのとき、コア拡大領域での流動長を大きくする事を明らかにした。

第 6 章では、成形条件の成形品物性に及ぼす影響について検討した。成形条件、特にコア材の樹脂温度によって、成形品物性の改善が可能であることを把捉し、厚さ方向での強度、小角 X 線

回折、偏光顕微鏡による断面観察などミクロな観点からの考察を行った。

第7章では、容器包装リサイクル法による回収プラスチック、建築リサイクル法による回収木材、廃棄カセットテープをコア材に用いたサンドイッチ成形技術確立ならびに製品の実用化を図った。技術確立ならびに実用化に当たっては、前章までの知見を活用することができ、これにより3つの対象ともサンドイッチ成形技術が確立され、特に回収プラスチックを用いた場合には、物流パレットの実用製品化がなされた。

論文審査の結果の要旨

本論文では、熱可塑性樹脂のサンドイッチ射出成形における樹脂流動挙動の観察を行い、従来ブラックボックスといわれていた金型内でのスキン、コア材料の流動挙動をモルフォロジー観察により明らかにした。特に実用面での発展を阻害している現象である、ブレイクスルー現象の発生メカニズムを明らかにし、その現象の発生防止の要因を明確にした事は、本技術の展開に当たって工業的にも価値が大きく貢献するものである。また、この発生防止要因として、メルトテンション、熔融粘度などのパラメーターを用いて定量的な指針を与えたことは成形加工の面において意義は大きい。

加えて、同種樹脂を使用し、成形条件によりサンドイッチ成形品の物性改善が可能であることを明らかにし、X線回折、厚さ方向の強度測定、偏光顕微鏡による観察から考察しており、学術面および工業面で有用である。

また研究の成果をプラスチックのリサイクルに実用展開し、実製品成形に成功していることは、工業的に意義が非常に大きい。

本論文の内容は6報に報告されており。そのうち申請者を筆頭著者とするものは3報である。

1, D. Watanabe, U. S. Ishiaku, T. Nagaoka, K. Tomari, H. Hamada:

The Flow Behavior of Core Material and Breakthrough Phenomenon in Sandwich Injection Molding, Part 1: Dependence on Viscosity and Injection Speed of Skin/Core Materials, Int. Polymer Processing X VIII (2003) 4, p398-404

2, D. Watanabe U. S. Ishiaku, T. Nagaoka, K. Tomari, H. Hamada:

The Flow Behavior of Core Material and Breakthrough Phenomenon in Sandwich Injection Molding, Part 2, Influence of Mold Thickness and Core Cylinder Temperature, Int. Polymer Processing X VIII (2003) 4, p405-411

3, D. Watanabe, U. S. Ishiaku, T. Nagaoka, K. Tomari, H. Hamada:

Flow Behavior of Sandwich Injection Molding in Sequential and simultaneous Injection, Int. Polymer Processing X VIII (2003) 2, p199-203

4, 長岡猛、高島奨、U. S. Ishiaku, 濱田泰以、溝口真知子、泊清隆 「サンドイッチ成形の材料進展挙動におけるスキン材のメルトテンションの影響」 成形加工(投稿中)

5, T. Nagaoka, U. S. Ishiaku, K. Tomari, S. Takashima, H. Hamada, Effect of molding condition in the properties of PP/PP sandwich injection molding, Polymer Testing(投稿中)

6, 長岡猛、U. S. Ishiaku, 泊 清隆、濱田泰以「容器包装リサイクル材料のサンドイッチ成形における 物性の把握」、成形加工(投稿中)

以上の結果より、本論文の内容は十分な新規性と独自性があり、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。