

氏名	のうど けんご <b>納土 賢悟</b>
学位(専攻分野)	博 士 ( 学術 )
学位記番号	博甲第 571 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 先端ファイブロ科学専攻
学位論文題目	<b>射出圧縮成形における成形品内部構造と物性に関する研究</b>
審査委員	(主査)教授 濱田泰以 教授 木村照夫 教授 喜多泰夫 出光興産株式会社主任研究員 野村 学 住友化学株式会社主席部員 北山威夫

### 論文内容の要旨

私達の身の回りにおいてプラスチック製品は数多く存在し、様々な所で活用されている。近年、さらなる製品の差別化をもたらすためにプラスチック成形品の機能の多様化が求められ、小型軽量化、薄肉化、高強度化、高精度化などの研究や開発が盛んに行われている。そのような中、成形機の機能の進化、成形加工技術や型技術の進歩によって登場したのが、射出圧縮成形技術である。射出圧縮成形は、ヒケ、ソリなどの成形不良に有効とされ、また、成形品表面の転写性が向上するとも言われている。そのため、今まで成形が難しいとされてきた大型薄物成形品や、レンズ、光ディスク、導光板などの光学部品に利用されることが多い。しかし、射出圧縮成形に関する研究報告の数は少なく、またその内容は射出圧縮成形に関する技法を個々に解説したものがほとんどであり、射出圧縮成形における材料の流動特性や成形品の内部構造、さらに物性に関して評価した研究例はほとんどない。そこで、従来の射出成形と射出圧縮成形における成形品の内部構造、物性の相違を検証し把握することは重要であると考える。

本論文は、7 章で構成されている。第 2 章ではポリカーボネート(PC)/アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン共重合体(ABS)材を用いて射出圧縮成形を行っており、その内部構造は圧縮量が増えるほどスキン層、コア層ともに均一な内部構造になることを示した。第 3 章では射出圧縮成形品のウェルドライン部分について検証し、そのウェルドラインの溝の深さは射出成形品に比べ、浅くなることを明らかにした。

第 4 章ではガラス纖維強化プラスチックを用いて、射出圧縮成形を行い、圧縮速度を低下させることで金型内への樹脂の充填量を増やすことが可能となることを示した。さらに射出成形品内部におけるガラス纖維の分散状態は、射出成形品と比較して均質になることを示し、射出圧縮成形品の破壊強度は向上することを明らかにした。

第 5 章では、ガラス纖維強化プラスチックを用いてガラス纖維の状態と成形品のウェルドライン部分の状態を検証した。その内部構造は、射出成形品では、樹脂の合流部分でガラス纖維が流動に沿って存在しているのに対し、射出圧縮成形品ではウェルドラインの境界をまたいで分散して存在していることを示した。また、ウェルドライン部分の引張強度において、圧縮移行時間が長く、圧縮量が増すほど、強度が増すことを明らかにした。

さらに、第6章では、射出圧縮成形の応用例として、テキスタイルインサート成形を行った。一般的な射出成形では、テキスタイルを貼り付けた金型内の狭い空間に樹脂が流動するため、その圧力によってテキスタイルが移動し、良好な成形品を得られないが、射出圧縮成形では、あらかじめ金型を開いて樹脂を射出するため、樹脂流動圧力によるテキスタイルの移動が少なく高品位な成形品が得られることを示した。

以上のことから、今まで、不明な点が多く、詳細に把握されていなかった射出圧縮成形による成形品の内部構造と物性は、射出成形品と全く異なることを明らかにした。これらの研究成果を一般的な製品に応用することにより、様々な成形不良を改善でき、新たな製品開発の一助になると考える。

## 論文審査の結果の要旨

本論文では、射出圧縮成形品と射出成形品の内部構造および物性に関して、比較および検討している。この分野でのこの種の研究はあまり行われておらず、貴重な資料と言えよう。その結果、射出圧縮成形で作製したガラス纖維強化プラスチックの内部構造では、射出成形品の内部構造と異なり、成形時の圧縮圧力が纖維の配向および力学的特性に影響を与えることを本論文で初めて明らかにした。

本研究では、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて成形品の内部構造を詳細に観察し、今までにはなかった多くの有用な知見を得ている。さらに、作製した試験片に対して力学試験を行い、成形時の圧縮動作における圧縮量が成形品の内部構造へ影響を及ぼしていることを示している。

X線コンピューター断層撮影(CT)装置を用いてガラス纖維強化プラスチックの纖維配向を検討し、その結果、ウェルド部分のガラス纖維の配向において明確な可視化に成功し、圧縮動作による纖維配向の変化と力学物性との関係を明らかにしている。また、射出圧縮成形法の応用の一つとしてテキスタイルインサート成形に適用し、効率的に成形できることを示している。さらに射出圧縮成形では従来の射出成形よりも高品位かつウェルド強度の高いテキスタイルインサート成形品が得られることを示しており、これらの研究成果は工業的に意義深い。

本論文の内容は次の4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4報である。

- (1) 納土賢悟, 小滝雅也, 濱田泰以「射出成形と射出圧縮成形における成形品内部構造の相違」成形加工学会誌, Vol.19, No.12, pp.782-786 (2007).
- (2) Kengo Nodo, Yew Wei Leong, Kazushi Yamada, Hiroyuki Hamada; Morphology and Mechanical Properties in Weld Line of Injection Compression Moldings, SPE-ANTEC Technical Paper 2010 (Accepted).
- (3) Kengo Nodo, Yew Wei Leong, Hiroyuki Hamada; Effect of Knitted and Woven Textile Structures on the Mechanical Performance of Poly(lactic acid) Textile Insert Injection-Compression Moldings, Journal of Applied Polymer Science (投稿中).

- (4) 納土賢悟, Leong Yew Wei, 山田和志, 濱田泰以「射出圧縮成形における成形品ウェルドラインの評価」成形加工学会誌(投稿中)
- (5) 納土賢悟, Leong Yew Wei, 山田和志, 野村学, 濱田泰以「射出プレス成形によるガラス纖維強化プラスチック成形品の纖維配向と物性」成形加工学会誌(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。