

論文内容要旨 (和文)

平成11年度入学 大学院博士後期課程生体センシング機能工学専攻機能材料計測学講座

学生番号 99522414

氏名 亀田 隆夫



(英文の場合は、その和訳を()を付して併記すること。)

論文題目 射出成形品における成形収縮率の分布に及ぼす保圧条件の影響

射出成形は、金型を用いて短時間に製品を加工できることから広く利用されている。近年、射出成形部品は、その設計の自由度から機能性と意匠性を併せ持つ様なモジュール設計を行うようになってきている。この結果成形品の寸法精度に対する要求は、高まってきている。成形品の寸法精度に大きく影響する不具合現象として「ソリ変形」と呼ばれる不良がある。従来、ソリ変形の研究に対して製品設計に関する要求の強さから、成形品の形状に関する研究は多い。しかし、一度形状が決まってしまった場合においても、ソリ変形は起こる。また、ソリ変形量は、成形条件によって変化することも Jansen らによって報告されている。しかし、成形条件とソリ変形の現象に関する報告はあるものの、メカニズムに関する研究は、ほとんど行われていない。本研究では、ソリ変形は金型に彫り込まれた形状に対して少なくとも相似形でないために起こると考えられることから、金型寸法と成形品の寸法との差であり金型設計には重要な成形収縮率およびその分布に関する成形条件依存性に関する検討を行った。

成形収縮率と成形条件の関係を見るために、射出速度、樹脂温度、保圧圧力、冷却時間および金型温度に関して、成形条件と成形収縮率に関する検討を行った。その結果、成形収縮率は、保圧圧力の影響しか受けないことがわかった。また、成形収縮率は、流動方向に対してそれと直交する方が大きいという異方性をもつことがわかった。この成形収縮率の異方性もまた、保圧圧力の増加に伴って異方性が減少する傾向が他の成形条件に比べて顕著に見られた。

成形収縮率は、保圧圧力の影響が大きいことから、この影響は、樹脂と金型との体積膨張の違いによると考え、保圧圧力と成形品の体積分布の関係を、成形品の3次元的な寸法測定と状態量 (pVT) 変化から算出される体積変化を比較した。この結果、樹脂の体積変化は、成形品の板厚方向の収縮率に大きく寄与することがわかった。これは、成形品の冷却、および固化過程において、金型に接する面から冷却されることにより、成形品の構造上一番弱い板厚方向に大きく変形しやすいことから、溶融樹脂の冷却に伴う体積収縮の影響を大きく受けたと考えられる。

また、射出成形において溶融樹脂は、流動と金型からの冷却に伴う固化が進むことから大きな剪断応力を受け分子が配向すると考えられる。この流動に伴う分子配向によって成形収縮率がどのように異方性を持つかについて検討を行った。この結果、保圧圧力の増加に伴って成形収縮率の異方性は減少するが分子配向は増加する傾向があった。また、ABS 樹脂試料において保圧圧力が 60 [MPa] の時、成形品内の分子配向と成形収縮異方性の分布が小さくなることがわかった。

保圧圧力を変化させることで、成形品内の成形収縮異方性あるいは分子配向の分布は、変化すること

がわかった。そこで、保圧過程における射出成形機のプランジャー位置の時間変化を測定し、熔融樹脂の動きを測定することを試みた。保圧圧力が上昇するにつれ樹脂は、より多く成形品内に充填されることがわかった。また、保圧圧力が ABS および AS 樹脂において 60 [MPa] それぞれ 40 [MPa] よりも低いとき成形機が充填過程から保圧過程に切り替わった直後にプランジャーが押し戻される様な現象が見られた。また、これらの保圧圧力より高いとき、プランジャーは逆に押し込むような挙動を示した。この、プランジャーの動きが変わる保圧圧力は、成形品内の分子配向と成形収縮異方性の分布が小さくなる値と一致した。これは、充填完了直後に成形品に残る樹脂圧力と保圧圧力がバランスしたものと考えられ、保圧過程に変化する際に樹脂の動きが無いため、成形品のどの場所においても、ほぼ同じような剪断応力を受けた領域が均等に分布するため、異方性の分布に差が無くなったと思われる。

このことから、成形品の収縮異方性分布は、保圧圧力を変化させ、プランジャー位置コントロールパラメータ ; P_c が

$$P_c = L_{ts} / L_{vp} = 1$$

となるようにすることで収縮異方性分布の少ない成形品が得られるとわかった。ここで、 L_{vp} は保圧切り替え時プランジャー位置であり、 L_{ts} は、ゲートシール時プランジャー位置である。

論文内容要旨 (英文)

平成11年度入学 大学院博士後期課程生体センシング機能工学専攻機能材料計測学講座

学生番号 99522414

氏名 亀田 隆夫



論文題目 Influence on Packing Process Conditions for Distribution
of Molding shrinkage Ratio in Injection Molding Products

There are few reported the influence on the molding conditions for warpage of the injection molded parts. The mechanism of warpage for injection molded parts was studied from the relationships between molding shrinkage and conditions. The molding shrinkage was the most influential element on packing pressure in the molding conditions. It was compared that the measured shrinkage (relating the difference between the dimensions of the molded the resultant molded plastic parts) with calculations based on PVT measurements for the parts. With increasing packing pressure, the shrinkage was minimized in the normal direction (ND) more than in the melt direction (MD) and transverse direction (TD). The effects of packing pressure in the injection molding process on the shrinkage anisotropy at two positions in a molded part were investigated in AS and ABS resins. The shrinkage ratio and shrinkage anisotropy decreased as a function of packing pressure at both locations although at different rates. It was found that the shrinkage anisotropy at these positions was quite similar at around 60 or 40 MPa for ABS or AS parts respectively. It was also found that the screw head moved forward (backward) at pressure higher (lower) than 60 or 40 MPa. At a packing pressure of 60 MPa the screw head position was almost constant during packing process. The measured birefringence at two locations of the injection molded part were in good agreement with the respective shrinkage anisotropy values. Moreover, the packing pressure dependence seen in the shrinkage anisotropy was found to be similar for that of birefringence.

(12pt シングルスペース 300 語程度)

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

平成18年2月13日

理工学研究科長 殿

課程博士論文審査委員会

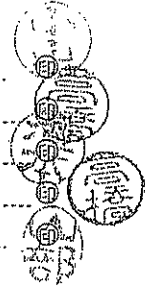
主査 小山 清人

副査 高橋 幸司

副査 瀧本 淳一

副査 高橋 辰宏

副査 山部 昌



学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

専攻名 生体センシング機能工学 専攻

氏名 亀田 隆夫

2. 論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

射出成形品における成形収縮率の分布に及ぼす保圧条件の影響

3. 学位論文公聴会

開催日 平成18年 2月 6日

場所 ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー3F 秦ホール

4. 審査年月日

論文審査 平成18年 2月 2日 ~ 平成18年 2月 6日

最終試験 平成18年 2月 7日 ~ 平成18年 2月 10日

5. 学位論文の審査及び最終試験の結果 (「合格」・「不合格」で記入すること。)

(1) 学位論文審査 合格

(2) 最終試験 合格

6. 学位論文の審査結果の要旨 (1,200字程度)

別紙のとおり

7. 最終試験の結果の要旨

別紙のとおり

別紙

専攻名	生体センシング機能工学	氏名	亀田 隆夫
学位論文の審査結果の要旨			
<p>プラスチック射出成形品は、近年、機能性と意匠性を併せ持つような製品が多く設計され、高い寸法精度が要求されている。しかし、成形品は金型から取り出された後、そりあるいは収縮変形が起こり十分な寸法精度が得られない場合が多い。これまで、プラスチック射出成形品のそり変形に対する研究は、製品設計のための材料あるいは形状に関するものが多かった。しかし、製品設計が完了し金型を用いて量産する段階において必要な、成形条件などのプロセスがどのようにそり変形に影響するかについては複雑であり系統的研究がなかった。</p> <p>本学位申請者は、そり変形が成形過程における溶融樹脂の配向により、金型から取り出された成形品が冷却に伴って体積収縮するとき異方性をもって収縮し、さらにその異方性が成形品内で分布することにより起こると考えた。このような成形収縮と呼ばれる見かけの収縮に対して成形プロセスの影響を研究し、その制御方法に関しての見解を示している。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 成形における成形機の設定条件と樹脂流動挙動は複雑に絡み合っているため、直交実験を用いた統計的な手法を用いて成形機の設定条件と成形収縮挙動に関する研究を行った。その結果、成形収縮挙動は、保圧圧力の影響が支配的であることを結論づけた。(第2章) 2. 保圧圧力を変化させることで、成形品内の成形収縮異方性やその分布を変化させることが可能であるということを実験的に示している。この要因として成形品の厚み方向の平均的な分子配向の成形品内分布が影響を与えていることを光学異方性の測定から示した。(第3章から第4章まで) 3. 異方性の分布は、保圧過程における樹脂の流動挙動に起因すると考え、高精度に樹脂の射出挙動を測定できる射出成形機を用いて測定を試みた。その結果、異方性の分布が少ない保圧圧力においては保圧過程で樹脂の動きがほとんど無いことを見いだした。(第5章) <p>樹脂を金型内に充填する際に発生する剪断流動により配向した領域を樹脂の逆流による配向の緩和や、流動による配向層の分布を無くすことが重要であることを示した。樹脂のpVT挙動と樹脂の冷却に伴う保圧過程初期の平均的な成形品の温度から、成形品内の収縮異方性の分布が少ない、つまり変形の少ない最適な保圧圧力を求める指針を示している。(第6章)</p> <p>本論文の成果は、国際学会(2回うち1回口頭発表)、国内学会2件の口頭発表により研究発表を行っている。また、学術雑誌へ2報掲載および特許3件として結果の公表についても十分満足できるものである。以上の通り、本論文は学術的、工学的に価値ある知見を多く含んでおり、よって博士論文として十分なものと認め、合格と判定した。</p>			
最終試験の結果の要旨			
<p>本学の規定に従い、最終試験を口頭により本論文及びそれに関連する分野に対して行った。本学位申請者は基礎的学力を有し、さらに未解決の研究課題についても独自の視点から実験計画を立案し、考察する問題解決力、洞察力を有すると審査委員一同が認めた。これより博士(工学)の学位授与に関する最終試験に合格であると判定した。</p>			