

技術ノート

ゲート着磁方法によるプラスチック金型内高速樹脂流動の可視化技術の確立

阿部 聡^{*1)} 清水 研一^{*2)} 横井秀俊^{*3)}

Establishment of a visualization method for Polymer melt flow magnetized at an injection mold's internal gate

Satoshi ABE, Kenichi SHIMIZU and Hidetoshi YOKOI

1. はじめに

プラスチック射出成形金型分野では製造コスト削減等のために、金型内部の樹脂流動等の挙動をシミュレーションする CAE 技術を用いた金型製造方法に変わりつつある。この金型内樹脂流動をシミュレーションする技術は、これまで2次元解析で行われてきたが、コンピュータの性能向上等から3次元解析も行われてきている。しかし、実際の金型内の樹脂流動を3次元的に検証するための方法には確立されたものがない。そこで、複雑な成形品でも可視化可能と思われるゲート着磁方法を用いて金型内の樹脂流動を可視化する方法を検討したので、この結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 ゲート着磁方法

ゲート着磁方法は、金型内に着磁装置を組み込み、磁粉を混ぜた樹脂を着磁する方法である。着磁装置を組み込んだ金型の概念図を図1に示す。着磁装置は樹脂がキャビティに流れ込むゲート近傍部に設置した。

着磁装置の概念図を図2に示す。着磁装置は着磁部位(ギャップ、以後ギャップと呼称する。)がランナを挟み込む形になっており、コイルに電流を流すとランナに磁場が発生し、ランナ内を通過する樹脂が磁化される構造になっている。着磁の際、電流をパルスでコイルに流すとギャップ間に発生する磁場もパルスとなる。この結果、キャビティ内に流入した磁粉入りの樹脂は磁化された部分と磁化されない部分とに別れ、磁化された部分を可視化して樹脂の流れを可視化しようとするものである。

2.2 成形品形状と可視化方法

実験に使用した成形品形状は図3に示すようなカップ型である。カップ底面の中心部にゲートを設定した。

成形したカップ形状を観察する位置で切断し、切断面を研磨機で段階的に研磨し、最終的にパフ仕上げで鏡面

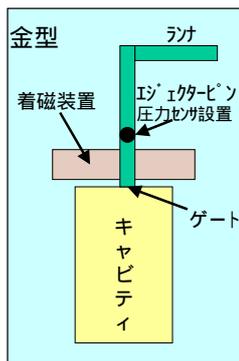


図1 金型の概念図

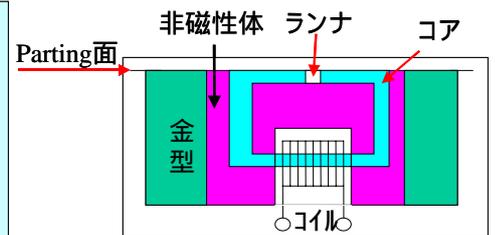


図2 金型の概念図

にした。そして、磁気検出液マグチェッカー S-6 (タイホー(工業株)磁気検出液)を研磨面につけ乾燥させ、着磁パターンを検出し可視化した。

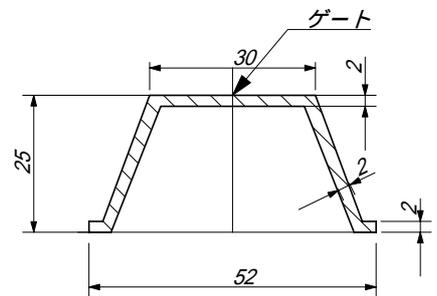


図3 成形品形状

2.3 成形条件と着磁条件

成形材料には、ポリプロピレン(出光石油化学株)を用い、これにストロンチウム・フェライト系の磁粉(鹿島電子材料工業、平均粒径 1.3 μm)を2軸の押出機(株日本製鋼所)で20wt%混練して実験に用いた。

射出成形実験では、直流電源による実験、及び正弦波を半波で流す実験とも住友重機械工業(株)製の射出成形機 ULTRA75(最大型締め力 750KN、スクリュー径 32mm)を、また交流をそのまま流す実験の際にはファナック(株)射出成形機 ROBOSHOT -100A(最大型締め力 1MN、スクリュー径 32mm)を用いた。両射出成形機とも樹脂温度 210、金型温度 50 で実験を行った。これ以外の主な成形条件と着磁条件を表1に示す。

*1)城南地域中小企業振興センター *2)材料技術グループ *3) 東京大学国際・産学共同研究センター

表1 成形条件と着磁条件

電源	射出速度 (mm/s)	着磁時間 (ms)	非着磁時間 (ms)
直流電源	7	5	50
	126	5	25
交流 50Hz	7	設定せず	設定せず
交流 100Hz	126	設定せず	設定せず
交流 50Hz	7	10	50
交流 100Hz	126	5	25

3. 結果と考察

3.1 直流電源による実験

直流電源使用時の成形品断面の様子を図4に示す。射出速度が低速の7mm/sでは、ゲート近傍からコーナ部、及びコーナ部以降にかけて樹脂流動パターンが明瞭に検出されている。この結果、金型に着磁回路組み込み、着磁回路に電流をパルスで流すと発生させる磁場がパルスとなり、樹脂の流動が可視化されることが確認された。しかし、着磁パターンを見ると着磁時間5ms、非着磁時間50msのパターンで着磁を行ったにもかかわらず、着磁領域が非着磁領域より広くなっている。また、スクリュ射出速度が高速の126mm/sで成形実験を行った結果では、個々の着磁領域が分離したパターンとなって観察されず、全体が一つの白っぽい帯状の分布となった。原因は、着磁回路に生じる自己誘導作用によると考える。自己誘導作用とは、コイル芯に電線が何重にも巻かれた回路で直流電流を流した場合、電源を切ってもこれまで通り電流を流そうとする現象である。今回の実験では、スイッチを5msで切っても回路内には5ms以上の時間電流が流れたため低速の7mm/sでは着磁領域が非着磁領域より広くなり、高速では個々の着磁領域が分離せず、全体が一つの帯状になってしまったと推測される。

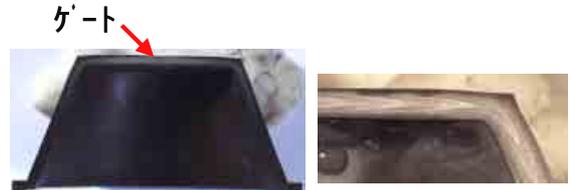
この自己誘導作用はコイルに巻かれた線が細いほど、また、巻き数が多いほど作用が長く続くため、着磁に必要な磁場が得られる範囲で出来るだけ線を太く巻き数を減らして成形実験を行った。また、コイルを2重化にして一方に電流をパルスの流すとき、もう一方に逆方向の電流を最初に流した電流が切れる瞬間に流れるように制御して成形実験を行ったが、顕著な効果は認められなかった。

3.2 交流電源による実験

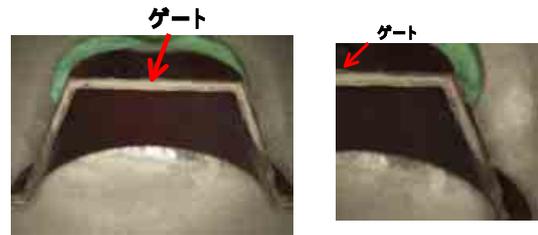
自己誘導作用を抑制させるために交流電流をそのまま回路に流して成形実験を行った。

スクリュ射出速度7mm/sで2kWの電源を用いて50Hzの交流電流で成形実験を行ったときは、成形断面で糸のようなパターンになってしまい、着磁領域と非着磁領域が分離されなかった。高速の126mm/sでは、交流電流を100Hzにして実験を行った。その結果、薄く着磁パターンが見ら

れた。そこで、電源の容量を2kWから4kWに上げ、かつ交流電流の正弦波を半波で流した実験を行った。この結果を図5に示す。この結果、スクリュ射出速度が7mm/sと低速の場合でも126mm/sの高速の場合でも明瞭に着磁領域、非着磁領域を識別でき、樹脂流動を可視化出来ることがわかった。

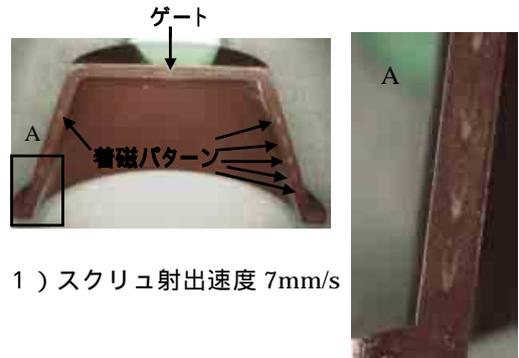


(1) スクリュ射出速度 7mm/s



(2) スクリュ射出速度 126mm/s

図4 直流電流による着磁パターン



(1) スクリュ射出速度 7mm/s



(2) スクリュ射出速度 126mm/s

図5 正弦波を半波で流したときの着磁パターン

4. まとめ

着磁回路に正弦波を半波で流すことで射出速度が低速から高速まで成形品内部の樹脂流動を可視化出来ることが分かった。

(原稿受付 平成16年8月12日)