型内ランナー切替装置による段差部流動樹脂挙動の可視化解析

(第24巻第6号掲載)

金 藤 芳 典*・横 井 秀 俊*

射出成形において、厚さ方向に段差を有するキャビティでは、段差部側および段差部対向側に不均一な転写によるフローマークが生成することが知られており、こうした外観不良はフローフロントの挙動と密接な関係があることが明らかにされている。特に、薄肉部から厚肉部へと板厚が変化する段差部において外観不良は顕著となり、ガラスインサート可視化金型やゲート着磁法を用いた段差部樹脂流動挙動の可視化解析が行われてきた。薄肉部から厚肉部へと変化する段差部では、片側からの湧き出し挙動となる非対称なファウンテンフロー挙動が可視化観察されており、この非対称流動によって段差部にフローマークが生成することが明らかにされている。

筆者らは、ランナー流動中の樹脂をゲート直前で瞬時に切り替えることが可能な型内ランナー切替装置を開発し、キャビティ内への流動樹脂に高精度な着色マーキングを行う新たな可視化手法を提案した。これまで、同手法を用い、非強化樹脂のフローフロント表層の薄膜状滞留現象、フロント近傍のコア層縮小流形成現象、フィラー強化樹脂でのジグザグファウンテンフロー現象、矩形キャビティの両側面に沿う特異な端面流れ現象を明らかにした。

本研究では、薄肉部領域から厚肉部領域へと変化する段差キャビティにおいて、段差部の非対称ファウンテンフロー挙動に着目し、GPPSにおけるフロント近傍の内部樹脂挙動を可視化解析するとともにフローマーク生成との相関を解析した。

具体的には、型内ランナー切替装置により透明樹脂→着色樹脂→透明樹脂と切り替えることで、パルス状にキャビティ内へ流入した着色樹脂が、フローフロントに到達後、成形品最外層へ展開するまでの流動挙動を断面観察により解析した。着色樹脂が段差部直前の薄肉部領域でフローフロントへ到達するように切替タイミングを調整し、着色樹脂の後に充填される透明樹脂の射出量を徐々に増加させて、流動長の異なるショートショットサンプルを作成した。各サンプルの外観・断面観察により、段差部における内部樹

脂流動挙動、可動側段差部表面のフローマーク領域に分布する樹脂の流動履歴を詳細に解析した。

各条件より得られた着色マーキング成形サンプルにおいて、段差角部から下流側へと続く底面側では、フローマークの生成領域に対応して着色樹脂が分布している様子が観察された。また、段差角部から下流側に展開するフローマーク生成領域では、その表面はざらついた粗い表面性状であること、流動方向に沿って多数の擦り傷状の細い筋が重畳していることが確認された。

各成形条件における可視化実験から、段差部に生成するフローマーク領域と段差部における内部樹脂流動挙動との相関を解析し、以下の主要な結論を得た。

- 1) 段差部から下流側の成形品面において、ざらついたフローマーク生成領域に対応し、表層部の着色樹脂層厚さが不均一に変動する様子が観察された。これは、薄肉部におけるスキン層近傍の高粘度樹脂が、段差角部からの非対称湧き出し流動によって急激に伸長され、フローフロント最外層に露出し、さらに底面部に展開する過程で不均一に分断されつつ流動したものと考察された。
- 2) 同フローマーク生成領域は、厚肉部の板厚を4, 5, 7.5 mmと増大するのに伴って、角部から6.6, 8.9, 15.2 mmの範囲へと拡大する様子が観察され、段差側底面部へのフローフロント接地位置が、厚肉部厚さによって下流側へと遷移することに起因するものと考察された。
- 3) 以上を総合して、段差部における樹脂流動モデルを提示した。薄肉部スキン層近傍を流動する低温・高粘度樹脂が、段差角部からの非対称な湧き出し挙動により、フローフロント最外層に急激な伸長を伴って露出し、段差側底面部に部分的に分布することでフローマーク領域を形成する。また、底面部に接地直後のフロントは、金型表面との接触圧力が低いいため、非対称な湧き出し挙動を保ちつつ、金型表面上で伸長され滑りながら移動する流動挙動となる。
- 4) 段差角部の対向面となる平坦面側では、段差部側の非対称な湧き出し挙動により、段差部を通過したフローフロント内部に滞留樹脂領域が形成されることが確認された。薄肉部スキン層近傍の流動樹脂は、同滞留領域の影響で厚肉部の板厚中心側へ大きく迂回し、再度フロント近傍に到達し、ファウンテンフロー挙動により金型表面側へと折り返す様子が観察された。また滞留樹脂の展開領域に対応して淡いフローマークの生成が確認された。

* 東京大学 生産技術研究所

* Kanetoh, Yoshinori

* Yokoi, Hidetoshi