

氏 名	いわみ ひろゆき 石見 浩之
学位(専攻分野)	博 士 ( 学 術 )
学 位 記 番 号	博 甲 第 621 号
学 位 授 与 の 日 付	平成 23 年 9 月 26 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	射出成形品の表面不良に対する解決方法に関する研究
審 査 委 員	(主査)教授 濱田泰以 教授 西村寛之 客員教授 松本明博

### 論文内容の要旨

射出成形品の外観問題としてウエルド、フローマーク、ヒケ、ソリ等が現在もなお顕在化しており、環境面からの塗装レス志向と併せ根本対策が強く望まれている。これら問題点の発生原因は以下の 3 点に集約される。1) 固化層問題；充填時に発生し、転写不良やフローマークとなる。2) 収縮の不完全補償；固化時の収縮の補充が不十分。1)、2)を解決するために高圧を用いると、3) 高圧成形；ソリ、変形、クラック等の原因となる。

これら問題への対応策として各種の技術が開発されているが、いずれも難点がある。すなわち、上記の不良問題発生原因は樹脂の物性や長年変わらぬ基本成形プロセスに関わるため、従来技術の延長線上での解決は困難で、発想転換による取り組みが必要である。本論文では、充填時  $T_g$  以上に昇温する断熱型と、樹脂表裏面の不均衡冷却制御によって解決する方法の検討を行っている。その方法は具体的には、ぬれ断熱金型キャビティ面でのぬれ性発現をベースとした低圧条件下での、ぬれ転写と表面転写／裏面ヒケ機能による収縮補償法の確立である。

第 2 章および第 3 章では、樹脂冷却時の収縮補償問題として、従来の高圧収縮補償法に代わって、樹脂両面の温度差をもうける低圧下の収縮補償法を開発した。一般成形の不均衡冷却時に散見される成形品表面現象、つまり高温部にヒケが生じ低温部が良好に転写する現象に着眼し、その再現実験を通じて影響因子を特定、現象発現の要因がメルト両サイドの温度差に起因した凝集力差にあることを説明した。高温側から低温側へのメルト移行による収縮補償には積極的な温度差付与が必要である。本研究では、温度差形成手段を、型表面への粗度差付与から樹脂との親和性差付与、ぬれ性／撥水性処理へと意図的に転換し、キャビティ面にぬれ性断熱薄膜処理とコア型面に離型性断熱層を施したシステム低圧成形条件下での片面転写現象を顕著に発現することを見い出し、そのメカニズムを解明した。

第 4 章では、キャビティ面に積極的にぬれ性を導入した金型の製作に取り組んだ。この機能の発現には、型面温度を樹脂の  $T_g$  以上に昇温させることが必須条件である。充填メルトの熱量でこのような高度昇温が可能なぬれ断熱性キャビティ型に関して、その基本構成をシミュレーション手法等で検討・決定し、さらには実用的機械加工法による目標キャビティ型の製作にも成功した。このぬれキャビティ型と離型性機能を有する断熱コア型を組合せて、ぬれ断熱性システム金型を完成させた。本型では樹脂充填時キャビティ型面／樹脂メルトはぬれて付着するために、

固化層問題は発生せず微細転写が達成できる。コア側樹脂は収縮による型離れにより冷却が鈍化し、キャビティ側へ容易に移行し、その収縮を補いながら冷却固化し、結果としてヒケが発生することになる。

第5章ではぬれ断熱システム金型による成形品の物性評価を行い、成形品表面の改善だけでなく、製品性能や品質の向上にも有効に機能することを示した。例えば成形品表面の微細転写性、鏡面転写性の向上は勿論のこと、ポリプロピレン成形品の結晶化度に関しては、表面の結晶化度が大きく、それによる表面硬度の向上を確認した。

このように、個々の実験と検証に基づきぬれ断熱システム金型が開発され、各種表面不良の同時解決を可能とした。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、射出成形の未解決な外観問題を総合的、同時に解決することを目標にしている。一般成形に見られる高温部がひけ易い現象に着眼し、その再現実験から関連要因を特定し現象発現は樹脂両サイドの温度差に起因する凝集力差であることを説明付けた。両サイドの温度差発生手段を両型面への粗度差付与や温度差付与からぬれ性差付与へと転換し、キャビティ型面に薄膜ぬれ性処理とコア型面に離形性断熱処理を施すことにより顕著な片面転写現象が発現することを見だしている。この発見は著者によって初めてなされたものである。

次に固化層の問題を解決するため、キャビティ面での樹脂とのぬれ性発現に必須の型表面が樹脂の  $T_g$  温度以上に昇温するぬれ断熱型構造の基準構成を決定し、さらに実用的な機械加工による型工法も考案している。結果、充填時キャビティ型面は樹脂熱により直ちに  $T_g$  以上に昇温し、樹脂とのぬれ付着が発現し固化層問題は解消し精密ぬれ転写が行われる。またこのぬれ付着は冷却時の樹脂を引き付け片面転写機能を促す効果を有していることを見出した。これらの機能は樹脂熱により作動するため転写や収縮補償の高圧問題も同時に解消し、未解決の外観問題を同時解消した。市場での高外観品質の究極と思われる無塗装成形品は、経済的に有意であるため、この成形技術の工業的価値は大きい。

本論文の内容は次の4報に掲載されている。

1. PROPOSAL OF WET REGULATED INSULATION MOLD SYSTEM (WRI-MOLD)  
FOR HIGH-GRADE SURFACE QUALITY UNDER LOW INJECTION PRESSURE  
石見浩之, Yew Wei Leong, 濱田泰以  
SPE -ANTEC Technical Paper, pp.519-523 (2010)

2. 射出成形用低圧作動高機能金型—その機能と成形効果  
石見浩之  
成形加工学会誌 Vol.9 No2, pp.123-127 (1977)

3. 低压射出成形品における表面品質へのキャビティ/コア温度差および粗度差の影響  
石見浩之, Yew Wei Leong, 濱田泰以

4. 射出成形における表面転写/裏面ヒケ現象のメカニズム解明と実用可能性の探求  
石見浩之, 福岡正義, 齊藤卓志, Yew Wei Leong, 濱田泰以  
成形加工学会誌 (印刷中)

以上の結果より、本論文の内容は十分な新規性と独創性、更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。