

第5号様式

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	孫 穎
学位授与の要件	学位規則第4条第1項・2項該当		
<p>論 文 題 目</p> <p>高圧ガスを用いたポリマーの物理発泡過程の実験的検討とシミュレーション (Experimental and simulation study of the physical foaming process of polymers using high-pressure gases)</p>			
<p>論文審査担当者</p> <p>主 査 教 授 滝 島 繁 樹</p> <p>審査委員 教 授 塩 野 毅</p> <p>審査委員 教 授 矢 吹 彰 広</p> <p>審査委員 准教授 木 原 伸 一</p>			
<p>[論文審査の要旨]</p> <p>環境に優しい CO<sub>2</sub> や N<sub>2</sub> を発泡剤として用いた発泡では、従来困難であったマイクロセルラー発泡体の製造が可能となり、幅広い分野での応用が期待されている。発泡構造には、発泡過程における操作条件と樹脂/高圧ガス混合系の物性が大きく影響する。しかしながら、これに関する系統的な実験は十分になされておらず、また現在のシミュレーションモデルにはファッティングパラメータが含まれているため、発泡過程を推算するに至っていない。そこで本論文では複数のポリマー及び発泡ガスを用いたバッチ発泡実験と気泡核生成・成長連立シミュレーションを行うことにより、操作条件及びポリマー/ガス混合系の物性が発泡構造に及ぼす影響について詳細に検討することを研究目的としている。</p> <p>第1章では、本研究の研究背景、既往の研究及び本研究の目的について述べている。</p> <p>第2章では、可視化実験により発泡構造に対する操作条件とポリマー/ガス種の影響を検討している。3種のポリマー (LDPE, PP, PS) と2種のガス (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) からなる6種類の系に対してバッチ発泡実験を行い、気泡数密度と気泡径の経時変化に対する操作条件の影響を明らかにすると共に、ポリマー/ガス混合系の物性の観点から混合系と発泡構造の関係を説明した。</p> <p>第3章では、気泡核生成速度及び発泡開始圧力に対する操作条件および物性の影響を検討している。まず、飽和圧力と発泡開始圧力の差<math>\Delta P_{\text{threshold}}</math>に対する操作条件および混合系の種類の影響を明らかにすると共に、<math>\Delta P_{\text{threshold}}</math> がポリマー種ごとに飽和溶解時の界面張力の線形関数として表現できることを見出した。次に、均質核生成速度の理論式である</p>			

Blander-Katz 式を用いて実験値を相関することにより臨界気泡内圧力  $P_{G,cr}$  を決定し、 $P_{G,cr}$  と発泡開始圧力  $P_L^*$  の差はポリマー/ガス系の種類によらず界面張力と温度の関数として統一的に表現できることを明らかにした。さらに、これらにより気泡核生成速度の推算を可能とした。

第4章では、新たな核生成・成長の連立シミュレーションモデルを提案し、その計算結果と実験結果を併せて発泡過程に対する操作条件およびポリマー/ガス系の物性の影響を定量的に考察している。このモデルは Blander-Katz の均質核生成速度式と Barlow-Lenglois の気泡成長方程式を基本とし、発泡過程後半の気泡核生成速度の低下を表現するために、Shafi らが提案した **influence volume** の概念と申請者が発案した濃度境界層の重なる概念を新たに追加したものであり、第3章の成果を導入することにより推算可能なモデルとなっている。発泡ガスに  $CO_2$  を用いた LDPE、PP および PS のシミュレーションを行ったところ、定量的には実験結果との相違が見られるものの、発泡構造に対する操作条件の影響を定性的に表現した。また、濃度境界層の重なる概念は、発泡過程後半の気泡核生成速度の低下をより適切に表現した。さらに、実験では実施困難な物性値単独の影響や、広い範囲での減圧速度の影響をシミュレーションによって明らかにした。このシミュレーションモデルは、定量的には更なる改良が必要だと思われるものの、今後の発泡樹脂開発においておおいに役立つものと考えられる。

第5章では、本研究で得られた結果のまとめと今後の課題について述べている。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。