

論文内容要旨 (和文)

平成14年度入学 大学院博士後期課程

物質生産工学専攻 材料物理工学講座

学生番号 02522205

氏名 土屋 淳志



(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 充填材添加による微細発泡体作製に関する研究

本論文は、二酸化炭素を利用したバッチ発泡成形を用いて、ABS樹脂内に分散する無機充填材が発泡構造に与える影響について検討した。

第1章「序論」では従来発泡技術の歴史、超臨界発泡技術の特徴、それにより得られる微細発泡体の特徴について述べ、本研究に至った背景、動機、目的を述べた。

第2章「バッチ発泡における基本的な成形因子と発泡構造の相関性」ではバッチ発泡成形法における基礎的な成形因子と発泡構造について検討した。8種類の樹脂に対する物理発泡剤（窒素および二酸化炭素）の溶解による含浸特性を調べた。さらに、これらの発泡体を作製し簡易的に評価した。本論分で使用する物理発泡剤を二酸化炭素、樹脂をABSに決定した。さらにバッチ発泡における加熱条件と密度減少率との相関を調べ、最適な発泡条件を決定した。

第3章「添加する充填材の濃度と発泡構造との相関性」では、第2章で選定したABS樹脂に、形状の異なる二種類の充填材を溶融コンパウンドし、樹脂内に分散する充填材の濃度と発泡構造の相関性について検討した。その結果、充填材の添加により発泡構造は大きく変化した。ABS樹脂に繊維直径150nmの気相成長炭素繊維を添加した場合、発泡セル直径は減少した。かつ濃度の増加に対して発泡セル直径さらに減少し、発泡セル密度は増加した。一方、ABS樹脂に平均粒径1.8 μ mの炭酸カルシウムを添加した場合、発泡セル直径は増加した。かつ濃度の増加に対して発泡セル直径は増加し、発泡セル密度は減少した。二つの異なる充填材を添加することによって、異なる充填材の濃度依存性を確認できた。充填材が核剤として作用し発泡セルの形成が変化したためであり、これを充填材形状に分けて発泡核生成とセルの合一の観点から考察した。

第4章「添加する充填材の形状因子と発泡構造との相関性」では、第三章と同様な方法で樹脂に9種類の充填材をコンパウンドし、充填材のサイズ、形状、材質およびコンパウンド樹脂粘度と発泡構造との相関性を検討した。その結果、微細発泡構造は充填材の濃度よりも充填材サイズの影響を強く受けることがわかった。発泡体の平均セル直径およびセル密度は充填材の表面積よりも充填材のサイズ（繊維直径および粒径）に強い相関が認められた。サイズの小さい充填材を添加した方が、より微細かつ均一な発泡体を得ることができたが、あるサイズ領域より小さい充填材は発泡核として有効に作用しないことがわかった。コンパウンド樹脂の粘度、充填材材質の違いによる発泡構造の変化は認められなかった。

第5章「発泡メカニズム解明のための発泡セル形成の可視化」では、充填材含有樹脂の発泡メカニズ

ムを解明すべく、発泡セルの形成を簡易的な手法で観察した。その結果、炭素繊維、ガラス繊維などの繊維状充填材において、発泡セルは繊維の両末端から形成しやすいことを確認した。炭酸カルシウムなどの粒子状充填材において、粒子表面から複数の発泡セルが形成しやすいことを確認した。発泡セルは充填材表面に形成した後、充填材を包み込むように形成することがわかった。以上の観察結果を踏まえ、充填材含有樹脂における発泡メカニズムについて検討した。

第6章「総括」では、各章の結果および成果を総括し、微細発泡体に与える充填材の濃度、サイズ、形状、材質、表面処理の影響についてまとめた。さらに超臨界発泡技術に対する今後の展望について述べた。

(10pt 2,000字程度 2頁以内)

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

平成20年2月1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 石川 優

副査 高橋 幸司



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 物質工学生産 専攻

氏名 土屋 淳志

2. 論文題目 (外国語の場合は, その和訳を併記すること。)

充填材添加による微細発泡体作製に関する研究

3. 学位論文公聴会

開催日 平成20年1月28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20年1月22日 ~ 平成20年1月28日

最終試験 平成20年1月28日 ~ 平成20年1月28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	物質生産工学	氏名	土屋 淳志
学位論文の審査結果の要旨			
<p>微細発泡体（マイクロセルラープラスチック）は発泡セル直径が $10\mu\text{m}$ 以下の発泡体で、従来の発泡体と比較し非常に微細かつ均一な発泡構造を有することを特長とする。この発泡構造により従来発泡体のデメリットであった機械的特性を改善できることが報告され、近年、注目を浴びている。この微細発泡体を得る方法として、二酸化炭素や窒素を樹脂内に浸透させる新しい発泡成形が考案されている。</p> <p>本論文では上記の発泡成形法を用いて、充填材をコンパウンドした樹脂を発泡させ、添加した充填材と発泡構造との関係を明らかにし、発泡構造の制御方法を提案している。これまでに報告例が少ない充填材含有樹脂の発泡メカニズムを解明することを目的としている。</p> <p>第1章では、この研究の背景と目的を述べている。</p> <p>第2章では、発泡成形法における基礎的な成形因子と発泡構造について評価している。8種類の樹脂に対する物理発泡剤の溶解特性を調べ、発泡体を作製、評価することにより、研究で用いる樹脂を決定している。バッチ発泡条件と密度減少率との相関を調べ、発泡条件を決定している。この章では最適な物理発泡剤と樹脂の組合せ、発泡条件を導いている。</p> <p>第3章では、形状の異なる二種類の充填材をコンパウンドした ABS 樹脂をバッチ発泡させ、樹脂内に分散する充填材濃度と発泡構造の相関性について検討している。添加した充填材の形状（繊維状、粒子状）により、発泡構造変化は異なる濃度依存性を示すことを実験的に明らかにしている。充填材の形状やコンパウンド樹脂の粘度の影響により発泡セルの形成メカニズムが異なることを予測している。</p> <p>第4章では、9種類の充填材をコンパウンドした ABS 樹脂をバッチ発泡させ、充填材のサイズ、形状、材質およびコンパウンド樹脂粘度と発泡構造との相関性を検討している。微細発泡構造は充填材の濃度よりも充填材サイズの影響を強く受けるが、あるサイズ領域より小さい充填材は発泡核として有効に作用しないことを実験的に明らかにしている。古典核生成理論を用いて、充填材のサイズと発泡核の臨界半径との関係について考察し、上記の実験結果を裏付けている。</p> <p>第5章では、全く新しい手法で充填材含有樹脂の発泡セル形成の観察を試みている。充填材形状とセル形成部位を明らかにし、充填材含有樹脂における発泡メカニズムを提案し、第3章および第4章の実験結果を説明、立証している。</p> <p>第6章「総括」では、研究の総括として添加する充填材のサイズが微細発泡構造を制御するとの結論を導いている。さらに充填材形状を制御することによる新しい発泡構造体を提案している。</p> <p>これらの研究の成果は論文2報（内、英語論文1報）、国際学会1報によって報告されている。以上の通り、本論文は学術的、工学的に価値がある知見を多く含んでおり、博士論文として十分なものと認め、合格と判断する。</p>			
最終試験の結果の要旨			
<p>本学の規定に従い、口頭により本論文とそれに関連する分野に対して最終試験を行なった。本学位申請者は基礎的学力を有しており、未解決の課題に対しても独創的観点から実験を計画、実行し、学術的に考察することができる能力も有すると審査員一同が認めた。よって博士（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>			