

マイクロセルラー発泡射出成形の発泡構造制御因子と物性

Control factors of foam structure and properties in microcellular injection molding

(出光石油化学) 川東宏至、合田宏史、(正)金井俊孝

Based on a well-known foaming mechanism, we have investigated the foaming control factors in microcellular injection molding method, in terms of a material design and a forming condition, and this report describes the physical properties of the samples prepared on various processing condition. By optimization of a material design, a processing condition and a molding design, microcellular injection molding technology has potentialities of forming a homogeneous and microcell-structure, which is expected several excellent physical properties.

Key Words: microcellular injection molding / polycarbonate / foam structure /

1. 緒言

近年、超臨界流体 (SCF) を発泡剤とする成形加工技術 (バッチ、押出、射出) が注目を集めている。周知の通り、この技術は SCF を発泡剤としているので、成形体内部に微細な発泡セル (数 ~ 50 μm) を形成させることができる。その長所としては、物性面では軽量性、比弾性率の維持のみならず、断熱性、遮音性、誘電特性、等の機能付与が期待できる。また、成形面では流動性の向上、寸法精度の向上が期待できる。さらに実用上のメリットとしては、環境にやさしい発泡剤 (炭酸ガス、窒素ガス) が使用可能、成形~組み立て~品質管理~物流 (輸送) の全工程に係わるトータルコストの削減、製品使用時の省エネルギー化、従来の化学発泡に観られた残存発泡剤による製品劣化が極めて少ない等が挙げられる。短所としては、発泡体特有の表面外観に難があり、発泡構造制御のための成形条件幅が狭く、高度な制御技術が求められることなどが挙げられる。

そこで、我々は最大限にマイクロセルラー発泡体の長所を引き出すべく、易発泡制御性の材料と成形加工技術の確立を目的に改良検討を開始した。

本報告では、周知の SCF による発泡メカニズム¹⁾に基づき、材料面、成形条件面の観点から超臨界発泡射出成形法における発泡制御因子について把握し、得られた成形品の物性を評価した結果について述べる。今回は、初期の検討結果を中心に紹介する。

2. 実験

本報告における実験では、超臨界発泡射出成形機として(株)日本製鋼所社殿の協力を得て M u c e l l (180トン) を用いた。また、成形材料としてはポリプロピレン (PP) 系材料の他、これよりも比較的易発泡性を有するポリカーボネート (PC) 系材料を中心に検討を行った。

材料面の因子では、SCF のガス種 (炭酸、窒素) の影響、ベース樹脂のデザイン、ベース樹脂に核剤を配合した場合やベース樹脂の溶融張力の影響等を把握した。また、成形面での因子の検討としては、PP 系では成形温度 200、PC 系では成形温度 290 ~ 320 に設定し、樹脂の可塑化過程で SCF を 15 MPa の圧力にて注入、溶解後、射出成形を行った。射出速度、金型動作等種々の射出圧力条件を変えた場合 (型内圧力制御) の影響を把握した。得られた成形体の発泡構造の観察では、走査型電子顕微鏡、SEM 及び X 線 CT マイクロスキャナー (東陽テクニカ=スカイスキャン社製)、レーザー顕微鏡 (キーエンス社) を用いた。物性については、常法により軽量化率 (発泡前後の重量比)、相対密度 (発泡前後の密度比)、相対弾性率 (発泡前後の弾性率比) 等を評価した。

3. 結果及び考察

1) 発泡剤ガス種の影響

SCF のガス種としては、PP、PC 共に炭酸よりも窒素の方が発泡性に優れている。射出成形法においては、溶解過程では成形温度下における樹脂への SCF の溶解性が支配的に関与しているものと考えられ²⁾、脱圧時の樹脂と SCF の相分離現象及び、溶解過程 射出冷却固化過程におけるヘンリー定数の圧力依存

Hiroshi KAWATO*, Hirofumi GODA, Toshitaka KANAI
Idemitsu Petrochemical Co., Ltd. Plastics Technical Center
*1-1 Anegasaki-kaigan, ichihara, Chiba, 299-0193, Japan
Tel : 0436-60-1840, Fax : 0436-60-1125,
E-mail: hiroshi.kawato@ipc.idemitsu.co.jp

性のみならず温度依存性の変化を考慮する必要があり、今後の詳細な検討が望まれる。

2) 配合核剤及びベース樹脂の溶融張力の影響

ベース樹脂への核剤の配合により、発泡セルの数密度の向上、セル径の微細化が観察された (Fig 1、2)。さらには、ベース樹脂の溶融張力を向上させることで発泡セルの合一化が抑制され、さらにセル径が微細化することが判明した。破泡・合一化による発泡セル径の粗大化及びセル密度の低下を抑制するには溶解させたSCFを如何に発泡のための消費に寄与させるかが重要であると考えられる。

3) 射出速度、金型動作の影響

射出速度を変えて発泡セル構造を比較したところ、射出速度が遅い場合には流動方向に対してゲート付近から流動末端側へ進むに伴い、成形体の発泡セルは大きくなる傾向が観られた。逆に、射出速度が速い場合には、発泡セルは小さくなる傾向が観られた (Fig. 3)。Fig. 3の断層写真は肉厚3mmt全体を示している。スキン層、コア層が存在し、肉厚及び

成形流動方向に発泡セル径の分布が観られる。発泡過程の樹脂粘度及び溶融張力、伸長粘度による発泡セル内圧力制御よりも樹脂圧力(射出圧力)の方が支配的であり、より均質かつセル密度の高い微細径の発泡セル構造を形成させるには、これに拮抗するだけの発泡セル内圧力が必要となると考えられる。

4) 物性

物性評価の代表例として、弾性率の相対密度依存性を Fig. 4 に示す。射出成形法による発泡体は多少の不均一な発泡セル構造であっても、相対密度0.8程度までは、相対弾性率がほぼ維持できることが示唆された。

4. 結言

超臨界流体(SCF)を発泡剤とする射出成形技術は、材料面、加工面、設計面の3要素技術からのアプローチによる最適化の余地を残しており、マイクロセルラー発泡体の潜在能力を十分に引き出すためには、樹脂マトリックスの性質にもよるが、より微細かつ均質な発泡セル構造の制御が望まれる。

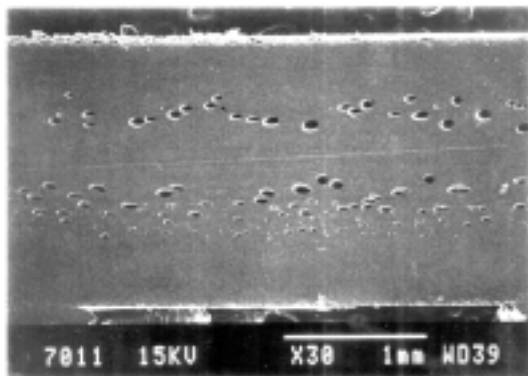


Fig.1 SEM micrograph of foamed general PC by SCF CO₂

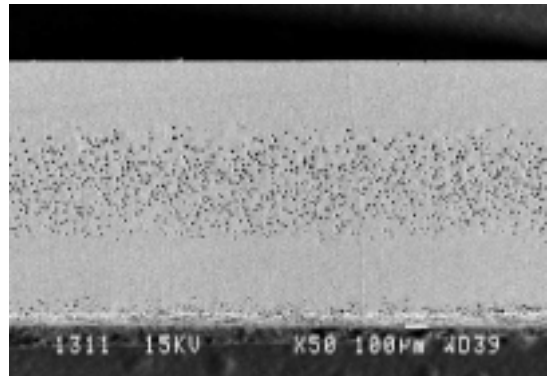


Fig.2 SEM micrograph of foamed PC material. The image shows the relationship between the relative modulus and the relative density of the SCF foamed body.

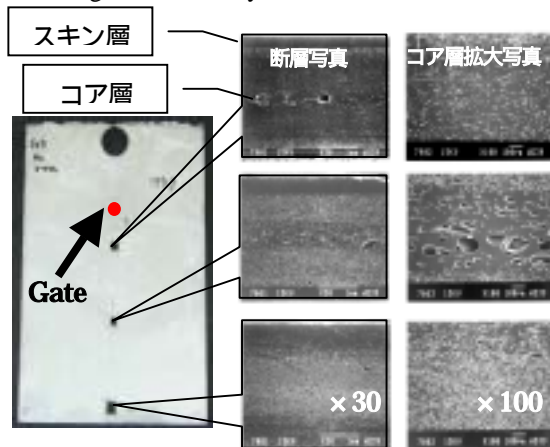


Fig. 3 Photographs of sample and SEM micrograph of foamed general PC by SCF CO₂

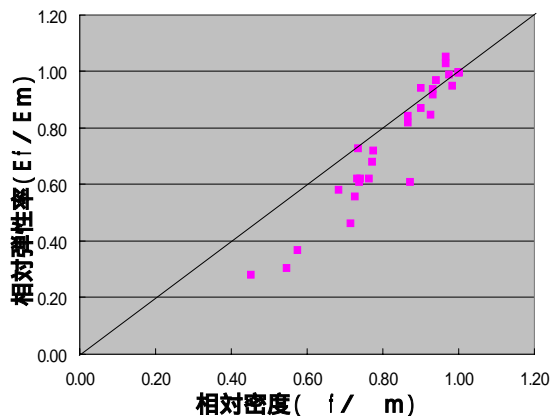


Fig.4 Plot of the relative modulus as a function of relative density

参考文献

- 1) 大嶋正裕：プラスチックエージ，p108 - 117，8月号，(1999)
- 2) 畑中真理子，斎藤拓：成形加工シンポジウム予稿集 '01，SEP.27～28，13 (2001)