

高充填 PP の発泡成形性とレオロジー挙動の関係

Relation between foaming and rheological behavior of filled PP

(山形大院) ○本間一輝, (正) Sathish K. Sukumaran (正) 杉本昌隆
(積水化学工業 (株)) (賛) 加藤聖, (賛) 小林重久

We investigated the relation between foaming and rheological behavior of filled PP.

Keywords: foaming, polypropylene, BN, filler

1. 緒言

近年、熱伝導性高分子材料についての注目度が高まっている。電子機器の発達に伴い、発生する熱量が増大している一方、機器自体は小さくなり放熱性の問題がクローズアップされている。そのため、様々な熱伝導性高分子材料が開発され利用されている¹⁾。

高分子の熱伝導率は金属やセラミックに比べ一般的に非常に低いことが知られている。そのため高熱伝導性フィラーを複合することによって、高分子材料を高熱伝導化することが行われている¹⁾。

窒化ホウ素 (boron nitride, BN) は、高分子材料と高充填でブレンドすることにより、熱伝導率の向上が期待される。過去に、ポリエチレン (PE) と窒化ホウ素 (BN) をブレンドした系で、熱伝導率の向上が報告されている³⁾。

本研究では、熱伝導性発泡体という新規材料についての検討を行う。通常 CPU の冷却装置には熱伝導率の高い金属が使用されており、その金属に熱伝導性発泡体が取って代わることにより、安価かつ軽量でさらに緩衝材としての役割を果たす材料を得ることができる。しかし、フィラーを高充填で高分子材料にブレンドした系

での発泡成形性について未だよく知られていないため、導入として高充填 PP の発泡成形性、レオロジー挙動の関係についてのメカニズムの解明に務めた。

2. 実験

2-1. サンプル

冷却材料として使用するため、汎用プラスチックの中で最も耐熱性があるポリプロピレン (PP) を使用した。

PP (E200GP(MFR=2g/10min、プライムポリマー製)、MFX3(MFR=3g/10min、日本ポリプロ製)、EX4000(MFR=6g/10min、日本ポリプロ製)) と BN (平均粒度 3.0 μ m、密度 2.1g/cm³、MARUKA 製) を用いた。PP と BN (20、30、40wt%) (9.5、14、19vol%) を 2 軸押出機で温度 200 $^{\circ}$ C、回転数 100rpm で 10 分間混練した。発泡用サンプルはプレス成形機にて直径 20mm、暑さ 1mm のディスク状に作成した。

2-2. 発泡実験

発泡実験はオートクレーブを用いた。発泡温度は 130 $^{\circ}$ C~152 $^{\circ}$ C、CO₂ 発泡は圧力 15MPa で 3 時間含浸させた後、急減圧することにより発泡体を作成した。得られた発泡体は凍結破断し、断面を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察した。気泡径、気泡数密度は SEM 画像より測定した。発泡倍率は発泡前後の比重差により算出した後、PP の体積分率を考慮し算出した。

3. 実験結果および考察

Fig.1 に一軸伸長粘度測定結果を示す。図中の

Kazuki Honma¹, and Sathish K. Sukumaran¹,
Masataka Sugimoto^{1*}, Katou Takashi², and
Shigehisa Kobayashi²

¹Graduate School of Science and Engineering,
Yamagata University,

²SEKISUI CHEMICAL CO., LTD

*4-3-16 Jounan, Yonezawa, Yamagata,
992-8510 Japan

*TEL: 0238-26-3058, FAX: 0238-26-3411

*E-mail: sugimoto@yz.yamagata-u.ac.jp

実線は動的粘弾性測定から計算された線形の伸長粘度曲線である。

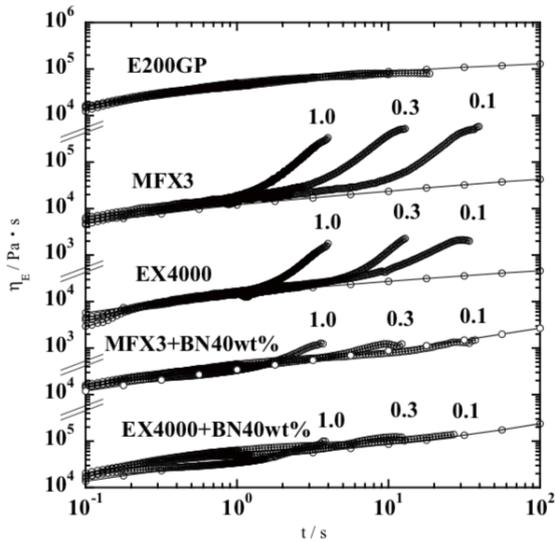


Fig.1 Uniaxial elongational viscosity of PP at 170°C

一般的な直鎖型の PP (E200GP) では線形挙動を示しますが、分岐構造を持つ PP (MFX3、EX4000) では、ある点から粘度が急激に増加するいわゆるひずみ硬化性が発現した。BN を 40wt% 添加した系では、その単体に比べてひずみ硬化性が弱まることがわかった。過去に talc を 20vol% 添加した系でも同様なことが報告されており、それらは BKZ モデルを用いて考察されている³⁾。

Fig.2 に、(a)E200GP、(b)MFX3、(c)EX4000 (d)MFX3/BN40wt%、(e)EX4000/40wt% の各発泡体断面の SEM 画像を示す。

発泡倍率はそれぞれ(a)2.4、(b)13、(c)18、(d)5.7、(e)5.4 倍となった。分岐構造を持つ PP では直鎖型の PP に比べ高倍率で発泡した。分岐構造を持つ PP に BN を 40wt% 添加した系ではその単体に比べ発泡倍率が低下した。平均気泡径はそれぞれ(a)17、(b)61、(c)18、(d)46、(e)47 μm となった。分岐構造を持つ PP に BN を 40wt% 添加した系ではその単体に比べ気泡径が減少した。これらの結果から BN の添加に伴い PP の弾性的性質の変化による影響と、BN の存在が気泡成長を抑制している可能性がある。

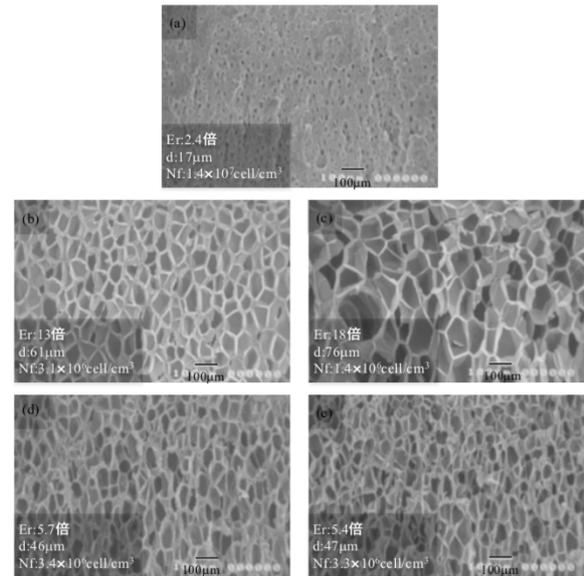


Fig.2 SEM images of foams for (a)E200GP at 150°C (b)MFX3 at 145 °C (c)EX4000 at 152 °C (d)MFX3/BN40wt% at 145 °C and (e)EX4000/BN40wt% at 152°C with CO₂

4. 結言

- ・一軸伸長粘度測定結果より、BN を高充填で添加した系ではその単体に比べひずみ硬化性が弱まることがわかった。
- ・発泡実験の結果より、BN を高充填で添加した系ではその単体に比べ発泡倍率が低下したが、気泡径サイズは微細化した。

5. 参考文献

- 1) 上利泰幸: 日本接着学会誌, **43**, 8 (2007)
- 2) X. Zhang, L Shen, H Wu, S Guo, *Composites Science and Technology* **89**, (2013)
- 3) T. Takahashi, J. Takimoto, and K. Koyama, *Polymer Composites* **20**, 3 (1999)