

# 改質ポリカーボネートの伸長レオロジーが 発泡成形性に及ぼす影響

## The effect of elongational rheology of modified polycarbonate for foam processability

(山形大学) ○磯貝敏行、(正) 杉本昌隆、(正) 小山清人  
(三菱樹脂 (株)) (賛) 根本友幸、(正) 高木潤

In previous research we found that the strain hardening of polycarbonate was enhanced by a reactive agent. In this research, we investigated the effect of elongational rheology on foaming processability. The strain hardening affected cell structure: decreasing average cell diameter from 12 to 2.9  $\mu\text{m}$  and increasing number of cell hundredfold by adding reactive agent of 0.3wt%.

Keywords :polycarbonate;uniaxial elongational viscosity;carbon dioxide; foam processability

### 1 緒言

これまでの研究で弱いひずみ硬化性しか持たないポリカーボネート(PC)系に対して反応系添加剤(鎖延長剤)を加え強いひずみ硬化性が発現することがわかった。<sup>[1]</sup> 発泡成形において伸長粘度のひずみ硬化性は過度な気泡成長を抑制するといわれている。本研究はPCの伸長レオロジー変化がバッチ式発泡の成形性に及ぼす影響を調査した。

### 2 実験

#### 2.1 試料

熔融法で製造されたベースPC(MFR=3.2g/10min)に対し鎖延長剤 (Mn<3,000)を熔融混練することにより反応させる。この鎖延長剤は反応性官能基を4個以上含んでおり、ひとつの鎖延長剤に複数のPCが結合することができる。熔融混練はラボプラストミル(東洋精機社製)で行った。混練前にPCを十分乾燥させ、温度260°Cで5分間PCを熔融させた後、鎖延長剤を0.3wt%添加し回転数50rpmで5分間混練した。

#### 2.2 一軸伸長粘度測定

一軸伸長粘度測定は伸長粘度測定装置ARES-EVF(TA Instruments社製)を用い評価を行った。伸長粘度測定は、窒素雰囲気下でひずみ速度0.1~1.0s<sup>-1</sup>、温度は210°Cで行った。

#### 2.3 発泡実験

オートクレーブ中にて温度40°C、圧力10MPaで8時間CO<sub>2</sub>を含浸させた後に急減圧し、121°Cに保持したオイルバスに30秒浸漬後、水で急冷させ構造を固定した。CO<sub>2</sub>含浸量は試料の重量を電子天秤で測定することで評価した。

### 3 結果・考察

#### 3.1 一軸伸長粘度測定結果

図1に未処理PC(PC00)、鎖延長剤0.3wt%添加PC(PC03)の一軸伸長粘度結果を示す。PC03では伸長粘度が伸長時間とともに増加するひずみ硬化性が見られる。

#### 3.2 発泡実験結果

図2に発泡体断面のSEM観察画像を、表1にSEM画像解析結果を示す。PC03でPC00に比べ気泡の微細化、気泡数密度の増加が見られた。気泡径の減少は鎖延長剤添加によるレオロジー変化によるものとする。気泡数も増加しており合一などの気泡成長に影響していると考えられる。

Toshiyuki ISOGAI\*, Masataka SUGIMOTO\* and Kiyohito KOYAMA\*

\*Dept of Polymer Science and Engineering  
Yamagata University, Yonezawa 992-8510, JAPAN

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

\*E-mail:isogai@ckpss.yz.yamagata-u.ac.jp

Tomoyuki NEMOTO\*\* and Jun TAKAGI\*\*

\*\*Mitsubishi Plastics Inc

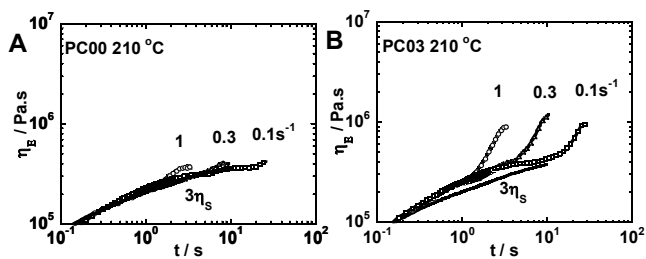


Fig.1 Uniaxial elongational viscosity at 210°C

A: Base resin ,B: chain extender 0.3wt%

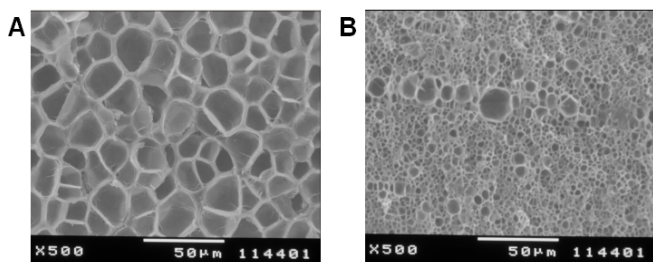


Fig.2 SEM images of polycarbonate foams.

A:Base resin , B:chain extender 0.3wt%

Table.1 Result of SEM image analysis

sample name	Specific gravity	foam		
		Specific gravity	cell diameter (μm)	number of cell (cell/cm <sup>3</sup> )
PC00	1.2	0.41	12	7.4 × 10 <sup>11</sup>
PC03	1.2	0.48	2.9	4.7 × 10 <sup>13</sup>

含浸後の電子天秤による重量測定よりPC 00、PC03 はともにCO<sub>2</sub>が9wt%含浸していることがわかった。これより式(1)に示すChow式を用いて実質Tgを算出した。Chow式は元来ポリマー・溶媒系で想定されていたがポリマー・ガス系でも適応できるとされている。

[2]

$$\ln\left(\frac{T_g}{T_{g0}}\right) = \beta[(1-\theta)\ln(1-\theta) + \theta\ln(\theta)] \quad (1)$$

$$\theta = \frac{M_p}{2M_{CO_2}} \frac{w}{1-w} \quad \beta = \frac{2R}{M_p \Delta C_p}$$

Tg:実質Tg T<sub>g0</sub>:常圧下でのTg R:気体定数

M<sub>p</sub>:ポリマーの繰り返し単位の分子量

M<sub>CO<sub>2</sub></sub>:CO<sub>2</sub>の分子量 w:ガスの重量分率

ΔC<sub>p</sub>: Tg前後における比熱差

図3にT<sub>g0</sub>=423K(148°C) M<sub>p</sub>=254g/mol、M<sub>CO<sub>2</sub></sub>=44g/mol ΔC<sub>p</sub>=0.254 J/g K<sup>[3]</sup>におけるChow式でのCO<sub>2</sub>含浸濃度に対する実質Tgの計算値を示す。電子天秤で得られた含浸量w=9wt%の時、実質Tgの計算値は86°Cである。

発表時には改質前後の気泡構造の発泡温度依存性に関して報告する。

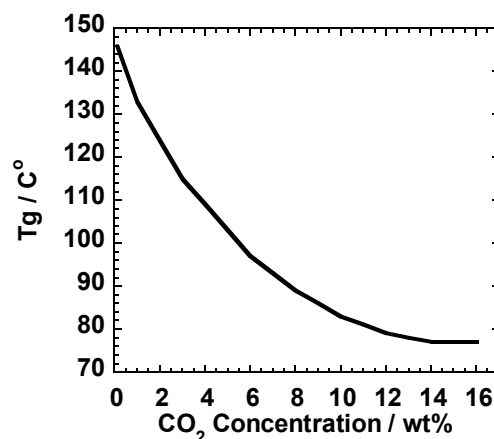


Fig.3 Calculation of effective Tg as a function of CO<sub>2</sub> concentration by Chow equation

#### 4. まとめ

- ・鎖延長剤0.3wt%添加によりひずみ硬化性が強化された。
- ・伸長レオロジー変化により気泡の微細化、気泡数の増加が見られた。
- ・Chow式により実質Tgの予測値は86°Cであることがわかった。

#### 5. 参考文献

- [1]磯貝敏行 杉本昌隆 小山清人 根本友幸 日本レオロジー学会 第37年会講演予稿集, 18, (2010)
- [2]T.S.Chow, *Macromolecules*, 13, 362 (1980)
- [3]V.B.F.Mathot, *Polymer*, 25, 579 (1984)