

# PET 樹脂成形品の結晶化度が線膨張係数に与える影響

## Effect of Crystallinity on Coefficient of Linear Expansion of PET

(金沢工大・院) (学)今井 浩司 (金沢工大)伊藤 彰宏  
(金沢工大)(正)瀬戸 雅宏(金沢工大)(正)山部 昌

Key Words: crystallinity, coefficient of linear expansion, density, molecular orientation,

### 1. 緒言

樹脂成形品の収縮によるそり変形は、成形品各部の線膨張係数に大きく影響される。非晶性材料では線膨張係数は分子鎖の配向に影響されるが、結晶性材料では分子鎖の配向だけでなく結晶化度にも影響すると考えられる。筆者らは非晶性材料の線膨張係数を分子配向度から予測できることを明らかにしてきた<sup>1)</sup>。しかし結晶性材料では結晶化度と線膨張係数の関係について十分な検討は行われていない。

そこで、本研究では結晶性材料の線膨張係数に与える影響を明らかにするため、結晶化度と線膨張係数について比較し、結晶化度が線膨張係数に与える影響について検討した。

### 2. 供試材料および成形方法

供試材料は結晶性材料である PET を用いた。成形には型締力 80t の射出成形機(東洋機械金属: Ti-80B)を使用した。成形品の形状を図1に示す。

### 3. 分子配向度の影響

#### 3.1 分子配向度の測定方法

PET 成形品の線膨張係数に与える分子配向の影響を検討するため、図1に示すように成形品の中央部分から 35mm × 35mm の試験片を切り出し、さらに板厚の半分を 5 層に分割して、1層あたり 0.2mm になるように試験片を調整し、分子配向度を測定した。分子配向度の測定には高精度型分子配向計(王子計測機器製: MOA-3012A)を用いた。この分子配向計はマイクロ波を用いて測定しているため、試験片の厚み分布によって測定結果が異なる。よって試験片の厚み分布をなくすため研磨機を使用して、厚み分布が平均厚みの 10% 以内になるように心がけた。

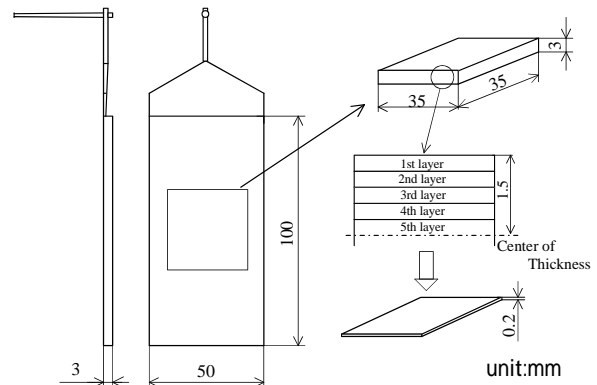


Fig 1 Size of Injection Molded and specimen for Molecular orientation

#### 3.2 分子配向度測定結果

成形品板厚方向の分子配向度分布を図2に示す。縦軸は分子配向の強さを表しており、1.0 が無配向状態である。測定の結果、PET 射出成形品では、分子の配向はみられなかった。

同様に、成形品各層の線膨張係数の異方性を検討した結果、各層とも線膨張係数に異方性は確認されなかった。分子配向および線膨張係数に分布がみられなかったため、次に結晶化度と線膨張係数の関係について検討した。

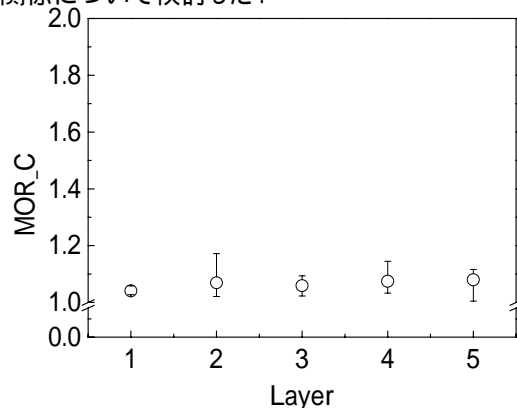


Fig2 Relation between Layer Molecular Orientation

### 4. 結晶化度の影響

#### 4.1 結晶化度測定方法

結晶化度と線膨張係数の関係を検討するため、平板の板厚方向の結晶化度分布を測定した。結晶化度は、密度勾配管(柴山科学製)を用いて、硝酸

Koji IMAI\*, and Akihiro ITOU, and Masahiro SETO and Masashi YAMABE

Department of Material Design Engineering  
Kanazawa Institute of Technology

\* 3-1 Yastukaho, Mattou, 924-0838, Japan,

Tel: 076-274-9258, Fax: 076-274-9251

E-mail: k-imai@venus.kanazawa-it.ac.jp

カルシウム - 水系勾配液にて密度を測定し,<sup>2)</sup>算出した。その結果, 図3に示すように結晶化度に分布がみられなかったため, 恒温槽を 100 ~ 150 の 10 間隔で設定し, それぞれの温度で試験片を1時間保管して結晶化度を制御して検討した。図4に恒温層の設定温度と結晶化度の関係を示す。

#### 4.2 線膨張係数測定方法

線膨張係数測定には, TMA 装置(島津製作所 TMA-50)を使用し, 温度 30 ~ 70 で昇温, 降温を行い熱ひずみを測定した。

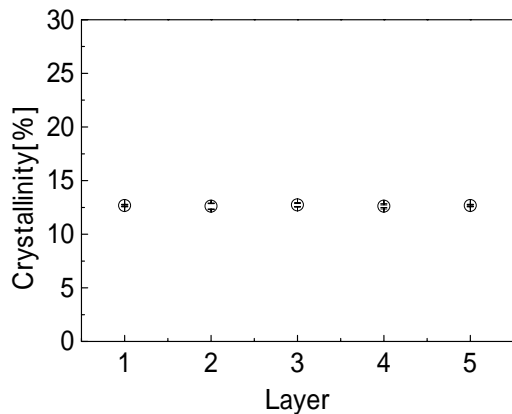


Fig3 Relation between Changes of dielectric constant and dielectric loss

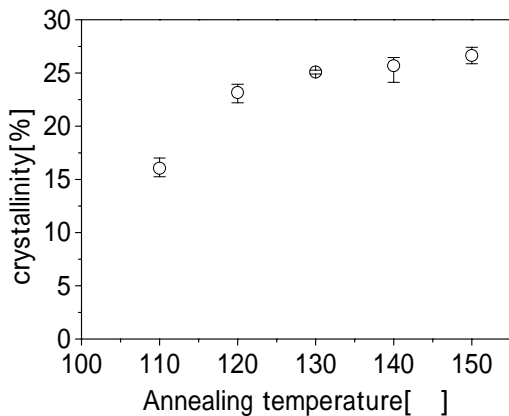


Fig4 Relation between Annealing temperature and Degree of Crystallinity

#### 4.3 結晶化度と線膨張係数

図5はアニーリングによって結晶化度を制御した時の結晶化度と線膨張係数の関係である。同図より, 線膨張係数は結晶化度が高い時には低く, 結晶化度が低くなると線膨張係数は大きくなっており, 結晶化度と線膨張係数には相関があることがわかる。これは, 密度が増加し結晶化度が高くなったことで線膨張係数に影響したと考えられる。

また, 永田ら<sup>3)</sup>は, 分子配向計を用いた誘電率お

よび誘電損率測定を行い, (2)式に示す複素誘電率

$$\text{誘電率誘電損率比} = \frac{\epsilon''}{(\epsilon' - 1)} \quad (2)$$

$\epsilon'$  = 誘電率

$\epsilon''$  = 誘電損率

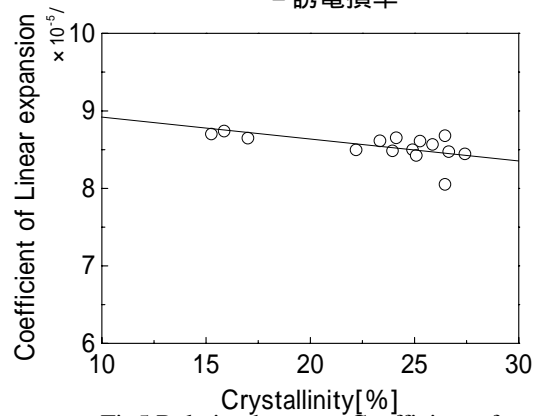


Fig5 Relation between Coefficient of Linear expansion and Crystallinity

の結果から, PET 成形品の結晶化度が予測できることを報告している。そこで, 複素誘電率と線膨張係数の関係について検討した。その結果を図6に示す。検討の結果, 複素誘電率と線膨張係数により相関関係が得られ, アニーリングによって結晶化制御した成形品の線膨張係数は複素誘電率により予測できることがわかった。

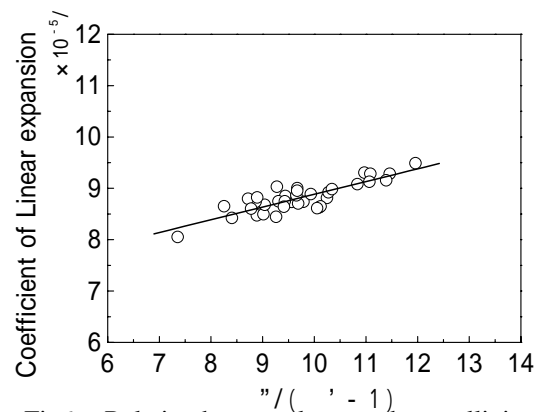


Fig6 Relation between layer and crystallinity

### 5. 結言

以上の検討により以下のことがわかった。

- ・結晶化度を制御した成形品では線膨張係数は複素誘電率により予測できることがわかった。
- ・線膨張係数と結晶化度には相関関係があり, 結晶化度から線膨張係数は予測可能であることがわかった。

#### 参考文献

- 1) 瀬戸, 山部: 成形加工, 13(12), 812(2001)
- 2) 小川: 高分子材料入門, 33 (1993)
- 3) 永田, 小山: 成形加工, 9(11), 897(1997)