

# ポリプロピレン延伸フィルムの微細表面凹凸制御

## Surface roughness control for stretched polypropylene film

(金沢大院) ○ (学) 瀧能功介, (正) 山田敏郎

(出光興産株) (正) 金井俊孝, (株プライムポリマー) (正) 田村聡

PP film surface roughness is usually controlled by adding additives in order to give slippery properties and prevent from blocking. But when PP film is used for industrial usages, using many additives is sometimes undesirable, because film characteristics are reduced by using many additives. In the previous study, it was reported that PP stretched film with a crater-like surface structure had been obtained by selecting appropriate condition from non-stretched sheet containing  $\beta$  crystals. But it is not clear how the crater is formed. In this study, it is considered that the structure of non-stretched sheet is closely related to this crater structure of stretched film. As a result, a crater-like structure was clearly observed on PP film surface after stretching. It was found that chill roll temperature influenced the crater-like structure after stretching. Furthermore, it was found that the crater-like structure could be controlled by this factor.

Keywords; polypropylene, crater-like structure, raw fabric structure

### 1. 緒言

ポリプロピレン(以下PP)フィルムは延伸後の表面にすべり性や剥離性を向上させる網目状の構造(以下クレーター構造)が観察されることがあるとこれまでの研究で報告されている。さらにこのクレーター構造は、AB 剤やスリップ剤などの添加剤を入れずにフィルムを巻き取る際やフィルムのリリース性が要求される工業用途にも有用であることが確認されている。しかしこのクレーター構造の形成メカニズムは现阶段でははっきりとした解明がされておらず、添加剤を使用してフィルム表面にスリップ性を付与しているのが現状である。しかし添加剤を使用した場合には、延伸後のフィルム中でのボイドの発生や、接着性の損失という懸念がある。そこで本研究では、クレーター構造の制御を目的とし、クレーター構造形成メカニズムの解明と生成しやすい条件の探索を表面観察や高次構造解析により検討した。

### 2. 実験

#### 2.1 測定試料

本研究では株式会社プライムポリマーより提供されたアイソタクチックポリプロピレン(iPP)を使用した。実験には成形条件であるチルロール温度の異なるPPを使用し、厚みはすべて300 $\mu$ mに統一した。サンプル名と物性を Table 1 に示す。

Kousuke TAKINO, Toshiro YAMADA\*:  
Graduate School of Natural Science & Technology  
Kanazawa Univ.,  
Toshitaka KANAI: Idemitsu Kosan Co., Ltd  
Satoshi TAMURA: Prime Polymer Co., Ltd  
\*Kakuma-machi, Knazawa, Isikawa, JAPAN 〒920-1192  
Tel: 076-234-4802, Fax: 076-264-6257  
E-mail: [tyamada@t.kanazawa-u.ac.jp](mailto:tyamada@t.kanazawa-u.ac.jp)

実際のフィルム製造現場においてはチルロール温度10~30 $^{\circ}$ Cが一般的だが、今回は原反の構造を大きく変化させるために80 $^{\circ}$ Cという高温に設定している。

Table 1 Molecular characteristic of PP samples

	Samples	A80	A30
Base sheet	Resin[-]		A
	MFR[g/10min]		3
	mmmm[mol%]		96
Raw fabric	Chill roll temperature[ $^{\circ}$ C]	80	30
	Tm[ $^{\circ}$ C]	166.5	164.2
	Crystallinity[%]	94.86	88.04
	Spherulites size[ $\mu$ m]	62	30

#### 2.2 測定と観察

原反を延伸温度159 $^{\circ}$ C、ひずみ速度141%/sでブルックナー社製テーブルテンターにて二軸延伸(MD/TD=5 $\times$ 7)し、レーザー顕微鏡(LSM)や走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて延伸後の表面観察を行った。そして延伸後の反チルロール面側のみに形成されたクレーターの径(サイズ)や壁の高さを測定した。また Fig.1 に示したように形成過程である一軸延伸後に着目し、一軸延伸におけるクレーター構造前駆体の形成を表面構造や延伸性、光散乱像から考察した。

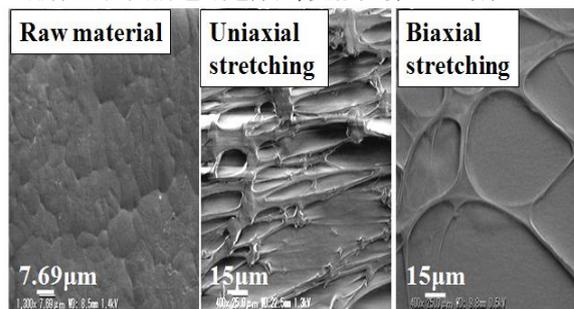


Fig.1 State of the crater-like structure (SEM photos)

### 3. 結果及び考察(チルロール温度による影響)

両者ともにチルロール面側にクレーターは形成されず、反チルロール面側からのみに形状の異なるクレーターの形成が見られた。Fig.2 にチルロール温度の高いA80とチルロール温度の低いA30のテンター二軸延伸後の反チルロール面側の LSM 観察写真を示す。A80 と A30 では形成されたクレーターの径や数に差が生じていることが分かる。Fig.3 に形成されたクレーター径と壁の高さのチルロール温度による変化を示す。チルロール温度が高くなるにつれて径と壁の高さは大きくなる傾向が見られ、値のばらつきも大きくなっていることが分かる。またクレーターの数はA30の方がA80よりも多く形成されている。延伸後の表面凹凸に関しては、A80の方がより凹凸があり、A30は表面がほぼ平滑であると言える。これらは成形条件であるチルロール温度の違いにより原反の結晶構造に違いがでているためであると考えられる。

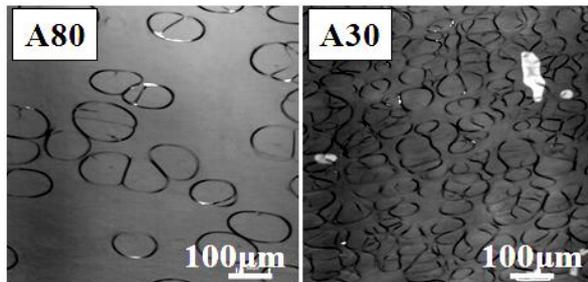


Fig.2 LSM photos of crater stretched by table tenter (stretching temperature 159°C, stretching rate 141%/s)

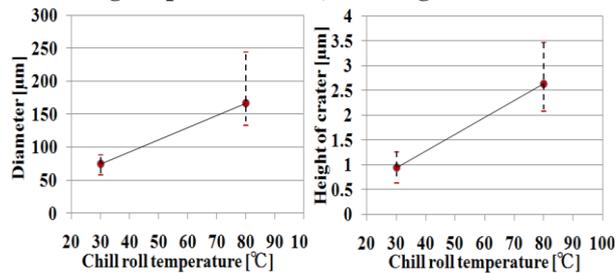


Fig.3 Relation of diameter and height of crater

次にクレーター構造形成過程である一軸延伸に着目した。Fig.4 にオプトレオメーター軸延伸における各延伸倍率の SEM 観察写真を示す。オプトレオメーターとは光弾性変調器を用いた複屈折測定系に一軸延伸機を組み合わせたものである。また本実験では光散乱測定系を独自に設置している。原反には凹凸が見られ球晶と呼ばれる構造の存在が確認できる。延伸倍率2倍にて原反の構造に変化が見られ始め、クレーター構造前駆体が見られた。また原反の構造は延伸温度によって融け方に違いがあると思われる。Fig.5 に横軸に延伸倍率[-]、縦軸に公称応力[MPa]をとった曲線を示す。チルロール温度の高いA80はチルロール温度の低いA30よりも高い降伏応力を延伸倍率1.5倍付近にて示す。またA80は降伏後の応力の低下も顕著になっており、延伸後半の応力が立ち上がらない。これはチルロール温度が高いことによ

って樹脂の冷却速度が緩やかになり、球晶の成長が進んだためであると考えられる。また Table 1 に示されているように結晶化度にも差が見られることから、A30の方が延伸性に優れていると言える。Fig.6 に延伸による光散乱像の変化を示す。原反には球晶の存在を示すクローバー状の散乱像が見られ、ともに延伸倍率2倍から変形しており、球晶が崩壊している様子が見られる。さらにクレーター形成に関して延伸による表面凹凸の変化を観察した結果、延伸応力が降伏値を過ぎた後にクレーターの深さを表わす表面粗度の低下が見られた。したがって、延伸応力が降伏値を過ぎた後に、球晶の崩壊が見られ、表面構造や表面粗度にも変化が見られ始めたということより一軸延伸後のクレーター構造前駆体の形成は原反の結晶構造に何らかの関係があると推察した。

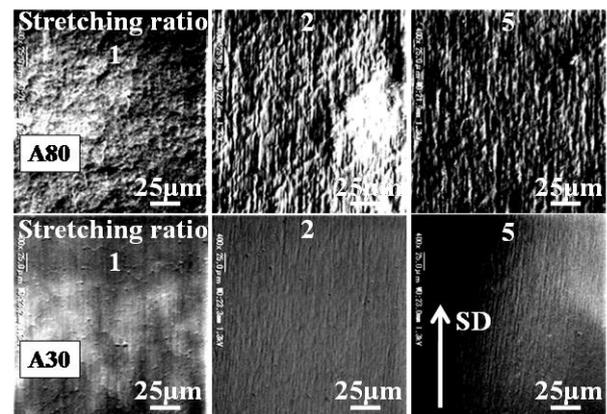


Fig.4 SEM photos in stretching ratio (A80 and A30)

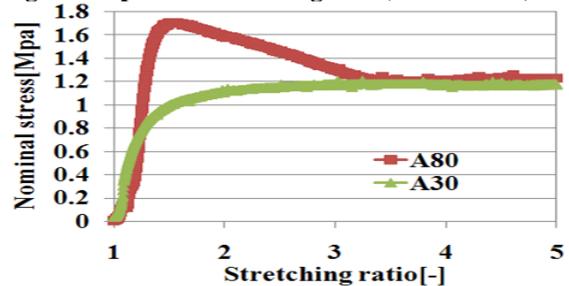


Fig.5 Comparison of the stress-stretching ratio curve

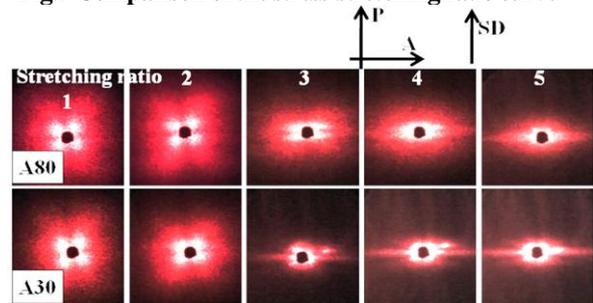


Fig.6 Change of light scattering by stretching

### 4. 結論

原反の結晶構造の変化とクレーター構造の形成過程に関連性があることを推察した。

#### 参考文献

1)技術情報協会：フィルム製膜・延伸の最適化とトラブル対策, 238~249(2007)