

チューブラー 2 軸延伸法の原反冷却水温度のフィルム特性への影響
Influence to the film characteristics of cooling-water temperature on primary film
in double bubble tubular method

(大倉工業(株)) (学) 阪内邦夫、(正) 上原英幹、
(出光興産(株)) 小幡 寛、武部 智明、(正) 金井俊孝、
(金沢大工)(正) 山田敏郎

Stretchability, thickness uniformity and physical properties of random-polypropylene(r-PP) for double bubble tubular film are investigated under the various conditions changing cooling water temperature. Conventionally primary film(cooling water process passage, position A in Figure 1) cooled by chilled water, but the influence of cooling water temperature on the stretchability and film physical properties is not reported.

From our experimental results, it is found that crystallinity, superstructure and stretchability of primary film and stretched film(tertiary film, position C in Figure 1) on double bubble tubular process were influenced by cooling water temperature of primary film production process, but the influence is adjustable by preset temperature of pre-heating process. It is found that thickness uniformity of primary film or tertiary film on double bubble tubular process aren't influenced by cooling-water temperature of primary film production process. Also the physical properties of stretched film are scarcely influenced by cooling water temperature. Considering to this investigation, it is not necessary for the double bubble tubular process to cool the primary film beyond excess.

1. 緒言

チューブラー 2 軸延伸法により製造されるポリオレフィン(PP、PE)のシュリンクフィルムは日用品、食品等のシュリンク包装に広く用いられている。その汎用性の理由としては製造安定性・コストパフォーマンス・優れた収縮特性などが挙げられる。そのため、チューブラー 2 軸延伸技術に関する研究は数多く行なわれている¹⁻³。

従来より、このチューブラー 2 軸延伸法は原反の冷却水温度を低くし結晶化度を下げることにより、延伸性が良好になるとされてきた。実際の生産現場においても、15~20 の間で管理されている。しかし、原反の冷却水温度が高くなった場合、延伸性・厚み精度・延伸フィルム物性がどのような影響を受けるかについては詳細な報告がされていない。

今回の研究報告では、原反の冷却水温度を変化(15~52)させた場合に、延伸性・厚み精度・機械物性がどのような影響を受けるかについて調査した。また、フィルム特性である密度・ヘイズ・結晶融解エネルギー・結晶化度・高次構造等と原反冷却水温度の相関関係についても解析したので、その結果を報告する。

2. 実験装置の概略

今回の研究に用いたチューブラー 2 軸延伸装置を Figure 1 に示す。装置の構成は原反製膜装置、

Kunio SAKAUCHI^{*}, Hideki UEHARA, Toshiro YAMADA and Toshitaka KANAI

Technology Development Dept.

Plastics Division

OKURA Industrial Co., Ltd.

^{*}1515, Nakatsu-cho, Marugame, Kagawa, JAPAN

763-8508

Tel: 0877-56-1125, Fax: 0877-56-1234

E-mail: k-sakauchi@okr-ind.co.jp

延伸装置、巻取装置の 3 段階で構成されている。原反製膜装置にて冷却固化されたフィルムは、予熱工程にて過熱された後、圧縮空気により縦横方向に同時 2 軸延伸された後、冷却エアリングで冷却され、両サイドをカットされた後ロール状に巻き取られる。

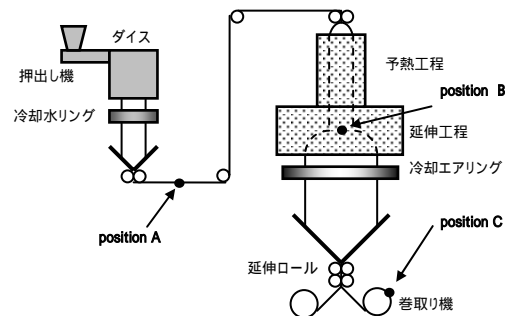


Figure 1. チューブラー 2 軸延伸装置の概略図。

3. 実験試料

試料	r-PP
密度(g/cm ³)	0.91
MI (g/10min)	3.5
融点()	132
エチレン含量(%)	5.0
重量平均分子量(-) * ¹	315,000
数平均分子量(-) * ²	86,000
分子量分布(-) * ³	3.66

4. 実験方法の概略

吐出量(46kg/h)、原反フィルム速度 4.8(m/min)、延伸倍率は MD×TD=5×5 で行なった。

原反の冷却水温度を 15、25、35、52()と変化させ、Figure 1 中の position A(水冷却工程通過後のフィルム)、B(予熱工程終了点のフィルム、延伸開始点のフィルム)、C(延伸フィルム)の位置に

おけるフィルムをサンプリングし、各種物性を測定した。なお、position B,C のフィルムサンプルを得る条件として、延伸フィルムの加工条件である延伸応力が、各原反冷却水温度条件において一定となるように、予熱工程のヒーター設定温度を変化させている。延伸応力は延伸ロールに取り付けたトルク測定計器から算出した。

5. 結果および考察

5-1. 冷却水温度と密度の相関関係

原反の冷却水温度を変化させた場合の各 position における密度の変化を測定した結果を Figure 2 に示す。これより A では冷却水温度が高くなるに伴い、徐冷により密度が高くなっている。同じ延伸応力となるように調整された予熱工程を通過した B の位置では結晶化が進行し密度が一定となっている。しかし、延伸されたフィルムの C の位置では、延伸加工されることで、結晶が崩れ大きく密度が低下しているものの、その密度は一定しており、原反冷却水温度が異なっても延伸フィルムへの影響は、無いことが明らかとなった。

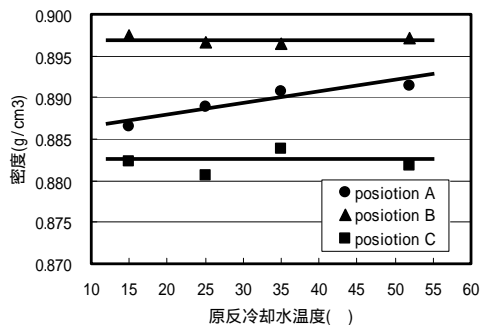


Figure 2. 原反冷却水温度と各加工工程における密度変化の相関関係

5-1. 冷却水温度と球晶サイズとの相関関係

原反冷却水温度と各位置におけるフィルムの球晶サイズとの相関関係を Figure 3 に示す。

A では徐冷効果により球晶サイズが大きくなっているが、予熱工程通過により B では球晶サイズがわずかに大きくなったものの、上述の

冷却水温度(°C)	15	25	35	52
Position A				
球晶サイズ (μm)	0.81	1.01	1.39	1.81
Position B				
球晶サイズ (μm)	0.85	1.04	1.44	1.97
Position C				
球晶サイズ (μm)	-	-	-	-

Figure 3. 原反冷却水温度と各加工工程における球晶サイズとの相関関係

B の密度の傾向と異なり球晶サイズは同じでないことが明らかとなった。これは、微結晶の結晶化が進んで密度が増加したためである。延伸フィルムでは延伸力により球晶が崩れ球晶が消失している。これらの考察に関しては別途 X 線解析による解析を行っている。

5-2. 原反冷却水温度と厚み精度

原反冷却水温度による原反フィルムと延伸フィルムの厚み精度の測定結果を Figure 3 に示す。この結果より、冷却水温度はフィルム厚み精度に影響を及ぼさないことが明らかとなった。

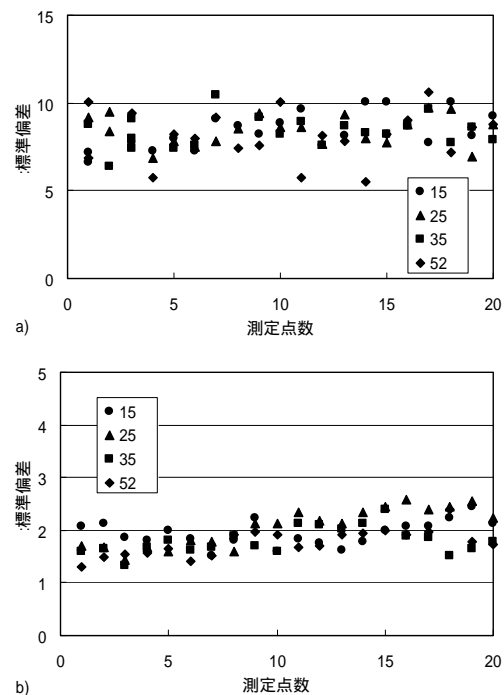


Figure 4. 原反冷却水温度厚み精度の関係
a) 原反 position A、b) 延伸 position B

6. 結言

チューブラー 2 軸延伸法では、原反の結晶化度を抑制する必要はないことが明らかとなった。理由は、予熱工程を通過することで、延伸開始点までに、さらに結晶化が進行するためである。また、加熱温度の調整された予熱工程を通過し、同じ延伸応力で延伸されたフィルムには、一部のフィルム物性を除き、冷却水温度の影響は殆どないことが明らかとなった。

参考文献

1. Uehara, H., Sakauchi, K., Kanai, T., Yamada, T.: Intern. Polym. Process. 2, p.155 (2004)
2. Rhee, S., White, J. L.: Intern. Polym. Process. 3, p.272 (2001)
3. Kanai, T., Campbell, G.A. (Eds.): Film Processing 7.2., Hanser Publishers, Munich (1999)