

# 種々リニアポリエチレンのチューブラー 2 軸延伸性と物性 Stretchability and Properties of Various Linear Low Density Polyethylenes for Biaxially Oriented Film (大倉工業(株)) (正) 阪内邦夫、(学) 上原英幹、 (金沢大工)(正) 山田敏郎、(出光石油化学(株))(正) 金井俊孝

This paper deals with the stretchability of various linear low density polyethylenes and the material properties of that for double bubble tubular film (DBTF). Stretchability and properties of linear low density polyethylene(LLDPE) blends for biaxially oriented film was investigated in the previous report. The relationship among stretchability, film density and the composition distribution was explored. In this report several different densities and melt flow indices(MI) of LLDPE were examined. In this time, HDPE component and the stretching temperature range index(STRI) was introduced. We found out new relationship which is able to applied for other many LLDPEs. Furthermore, the relationship between the laboratory tenter stretched film(LTSF) and the double bubble tubular film(DBTF) was investigated.  
Key words: stretchability, LLDPE, tubular film, byaxial oriented film

## 1. 緒言

チューブラー法により製造されるポリプロピレン(PP)の2軸延伸フィルムは日用品、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とコストパフォーマンスが優れていることが挙げられる。しかし、近年商品のディスプレイ効果を高めるために、より優れたシュリンク性能を有するリニアポリエチレン(LLDPE)のシュリンクフィルムが要求されるようになってきている。

しかし、LLDPEはPPに比べ延伸成形安定領域が狭く、延伸性の良好な原料の選定が非常に難しい。また、PPは単一の原料のみでも延伸性は非常に良いが、LLDPEは単一の原料のみでは延伸性の良好な樹脂の選定が難しい。前回の研究報告において、我々は密度の異なる3つのLLDPEをブレンドすることによる延伸性の改善効果についての検討を行い、密度と組成分布と延伸性との相関関係を明らかにすることができた。

そこで、今回の研究報告では密度およびMIが異なる種々のLLDPEに関して延伸性と原料物性の相関性、及び2軸延伸フィルムの物性について研究を行ったのでその結果について報告する。

## 2. 実験装置の概略

### 2-1. チューブラー 2 軸延伸装置

チューブラー 2 軸延伸装置は Figure 1 に示しており、前回の報告<sup>3)</sup>に用いたものと同じ装置を使用している。装置の構成は原反製膜装置、延伸装置、巻取装置の3段階で構成されている。予熱装置 延伸装置にてガラス転移点よりも高い温度<sup>3)</sup>の文献はどこにあるのか

Kunio SAKAUCHI\*, Hideki UEHARA, Toshiro YAMADA and Toshitaka KANAI  
Technological 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](mailto:k-sakauchi@okr-ind.co.jp)

に加熱され2軸延伸された後、冷却された空気により冷却される。

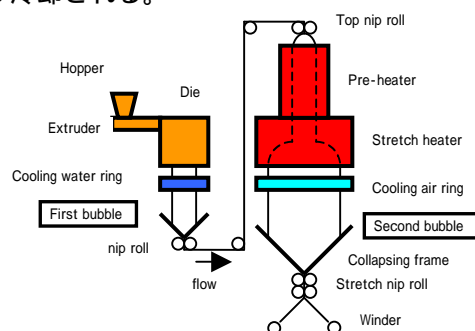


Figure 1. チューブラー 2 軸延伸装置の概略図。

### 2-2. 実験用テーター 2 軸延伸装置

正方形のフィルムを一定時間加熱した後、同時2軸延伸し延伸開始から終了までの延伸荷重を測定し延伸応力を算出した。

## 3. 実験原料

Table 1 には前回の研究報告で使用した LLDPE の LL-A, B, C と、今回の研究で新たに検討した LL-D ~ H の原料物性をまとめてある。

Table 1. LLDPE フィルムの物質物性

Sample	Density (g/cm <sup>3</sup> )	MI (g/10min)	M <sub>w</sub> (× 10 <sup>3</sup> )	M <sub>n</sub> (× 10 <sup>3</sup> )	M <sub>w</sub> /M <sub>n</sub>	(weight%)	
						*1 Gra.	*2 HD <sup>2</sup>
LL-A	0.915	1.0	120	38	3.17	3.19	22.9
LL-B	0.902	1.0	96	49	1.96	6.60	0
LL-C	0.935	2.5	86	33	2.61	8.43	62.4
LL-D	0.903	1.2	103	41	2.51	2.45	8.0
LL-E	0.913	1.3	100	33	3.06	2.92	15.8
LL-F	0.913	1.3	99	36	2.77	2.95	11.0
LL-G	0.916	2.0	90	34	2.69	3.30	18.7
LL-H	0.922	0.9	111	33	3.34	3.75	31.0

\*1 Gradient of the Region 40-70% TREF

\*2 HDPE component

## 4. 実験方法の概略

### 4.2 実験用テーター 2 軸延伸装置

実験用テーター 2 軸延伸装置の延伸用フィルムはチューブラー 2 軸延伸装置の原反製膜装置で作成した。サンプル[95(mm)角, 300(μm)]をクリップでチャックし、延伸倍率 MD / TD=5 / 5、延伸スピード=30(mm/sec)、予熱時間=2[min]の設定で

同時2軸延伸評価を行った。延伸可能温度範囲は2 間隔で測定し、各々の延伸温度における延伸荷重を測定し各サンプルで相対的な比較を行った。

#### 4.1 チューブラー2軸延伸装置

延伸倍率は MD×TD=5×5 で行い予熱工程と延伸工程の設定温度を変化させて延伸バブルが安定な状態にある延伸応力範囲をそれぞれのサンプルで測定した。バブルの延伸応力は延伸ニップ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

前回報告した LLDPE ブレンドによる延伸性改善効果の研究において、LTSF と DBTF のどちらにおいても[フィルム密度]-[TREF 積分の 40-70%成分の傾き]-[延伸応力範囲]の間に延伸性の相関関係が見られた。そこで LLDPE の延伸性をより詳細に評価するためより広範な密度、MI の異なるものを選定し延伸性の評価を行った。しかし、評価する LLDPE の密度範囲を広げた場合、延伸温度の変化と応力の変化が密度によって異なるため、延伸性の評価をより正確に行うにあたり延伸応力を温度の指数に変換させ評価を行った。

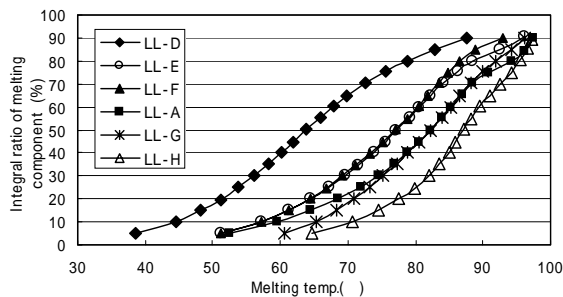


Figure 2. TREF における溶出温度と溶出積分量の関係

そこで今回の研究では LTSF の各延伸温度における延伸応力のデータを用いて式(1)のように定義して得られた延伸応力の指標(MPa/ )と DBTF の延伸安定応力範囲( max- min)より式(2)のように定義した延伸温度範囲の指標(STRI)を用いて新たな相関関係を見出した。式(1)における指標とは一定温度間隔の延伸応力差を示している。式(2)における指標はチューブラー2軸延伸法における延伸範囲を示しています。得られた指標を用いて[フィルム密度]-[TREF 積分の 40-70%成分の傾き]-[STRI]の相関関係を表すと Figure 3 のようになる。また、[高密度成分量]-[TREF 積分の 40-70%成分の傾き]-[STRI]の関係を表すと Figure 4 のようになる。どちらも円の大きさは延伸性の良さを示しており、これらより今回新たに DBTF の安定性に重要な要因が明らかとなった。

・延伸応力の温度依存性

$$\text{MPa} = \frac{\text{max} - \text{min}}{\text{interval}} \dots \text{eq.1}$$

・チューブラー2軸延伸における延伸温度範囲の指標

$$\text{STRI}(\text{ }) = \frac{\text{Stretching stress range(MPa)}}{\text{Increment of stretching stress(MPa/ )}} \dots \text{eq.2}$$

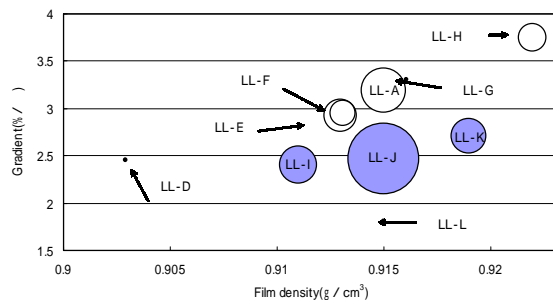


Figure 3. [フィルム密度]-[TREF 積分の傾き]-[DBTF 延伸温度範囲の指標]の相関関係

LL-I : LL-A(70%)+LL-B(30%), LL-J : LL-A(70%)+LL-B(15%)+LL-C(15%), LL-K : LL-A(70%)+LL-C(30%), LL-L : LL-A(40%)+LL-B(30%)+LL-C(30%)

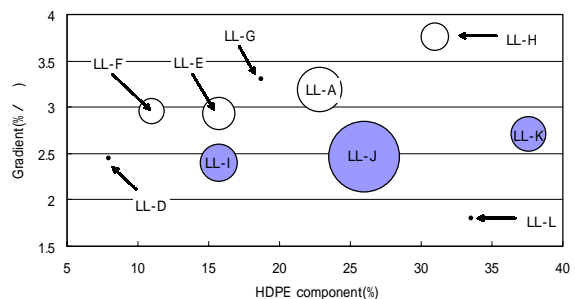


Figure 4. [高密度成分]-[TREF 積分の傾き]-[DBTF 延伸温度範囲の指標]の相関関係

LL-I : LL-A(70%)+LL-B(30%), LL-J : LL-A(70%)+LL-B(15%)+LL-C(15%), LL-K : LL-A(70%)+LL-C(30%), LL-L : LL-A(40%)+LL-B(30%)+LL-C(30%) 上と同じ意味は不要

### 6. 結言

今回の研究結果により、DBTF における LLDPE の延伸性を良好にするためには以下の条件が必要であることが明らかとなった。

TREF での 40-70(%)溶融成分の積分の傾きが 2.0-3.0(%) の範囲にある。

密度が 0.915(g/cm³)付近にある。

TREF における 92( )以上の高密度溶融成分割合が全溶融成分の 25(%)に近い領域にある。

MI が 0.5-1.5(g/10min)の範囲にある。

#### 参考文献

- 1) 阪内、上原、山田、金井：成形加工'02,145(2002)
- 2) 阪内、上原、山田、金井：成形加工'03,131(2003)