

低吸着性に優れたヒートシール用 ポリエステルフィルムの提案

株式会社ベルポリエステルプロダクツ 研究開発部 出蔵 剛

1. はじめに

プラスチックごみ、気候変動、諸外国の廃棄物輸入規制強化等への対応を契機として、国内におけるプラスチック資源循環を促進する重要性が高まっている¹⁾。

プラスチック樹脂材料を取り扱う当社周辺においても、2022年4月の「プラスチック資源循環促進法」施行を受け、ライフサイクル全体での資源循環達成を目指して、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、分別容易化の為のモノマテリアル化などの動きが進んでいる。

当社ベルポリエステルプロダクツは、前進のカネボウ合繊よりポリマーテクノロジー技術を継承し2005年10月に大和製罐のグループ会社として創立した、ポリエステル樹脂材料の専門メーカーである。

創業時より、企業理念を『私たちは未来を見つめポリマーテクノロジーを通じて、豊かで環境に優しい生活をささえます。』とし、小回りの利く生産方式での共重合ポリエステル樹脂材料の生産、販売を主業としてきた。市場へは「ベルペット®」の製品名で供給しており、化粧品・日用品容器包装を始め、建材、自動車、家電、医療用途など幅広い分野でお使いいただいている。

2. 共重合ポリエステル樹脂

「ベルペット®」について

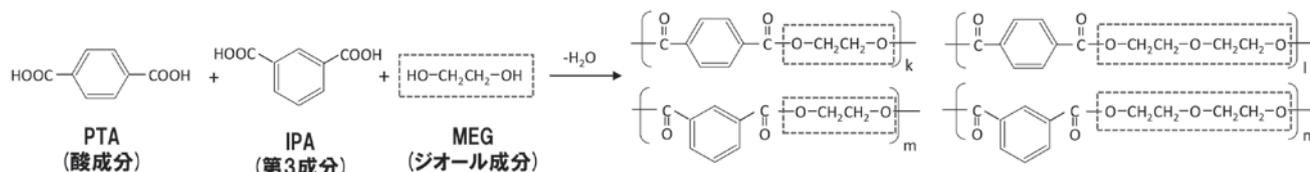
ポリエステル樹脂の最も基本となるPET（ポリエチレンテレフタレート）は、PTA（高純度テレフタル酸：酸成分）とMEG（モノエチレングリコール：ジオール成分）の2成分を主原料として合成される。主な用途は飲料用ボトルや食品容器向けシート・フィルム、衣料用繊維などに使用されている。

これに対し、PTAとMEGの他に第3成分、第4成分・・・と種々変性モノマーを使用して共重合反応させた共重合ポリエステル樹脂（第1図）は、結晶化の抑制や機械的物性の向上など、使用される用途に応じて物性を改質させた材料である。

酸成分あるいはジオール成分を種々組み合わせ、適切な反応条件を選択することで様々な特性を持つ共重合ポリエステル樹脂材料を得ることが出来る。

3. ポリエステルフィルム開発について

当社では、大和製罐が製造する金属缶容器用途への展開として、缶成形加工時の特殊かつ複雑な形状への絞り成形性を実現し、かつ内容物による缶内面腐食を防止する為、柔軟性、耐クラック性などの特長を有する金属板被覆用ポリエステルフィルムの開発を行ってきた²⁾（第2図）。また、



第1図 共重合ポリエステルの一例（酸成分変性の場合）



第2図 開発フィルムの適用例
(ボトル缶内外面フィルム)
画像提供：大和製罐

コンビニエンスストアや宅配給食などの弁当^{かんごう}嵌合容器を部分包装することでプラスチック使用量削減を狙ったポリエステルシュリンクフィルムの開発なども手掛けてきた³⁾ (第3図)。

これらのフィルム開発を礎として、当社が元来有する共重合技術を組み合わせ、特長有るフィルムの開発を進めており、特に最近では、積層袋などの最内面ヒートシール層などに用いられるフィルム(以下、シーラントフィルム)をターゲットとして市場への展開を行っている⁴⁾。

本稿では、現在開発中のポリエステルシーラントフィルムの概要・特長、および用途例を紹介し、今後期待する市場用途展開について述べる。

第1表 フィルムラインナップ

物性項目	単位	試験法	SL2C1 (標準タイプ)	SL2C2 (高シール強度)	LS2G1 (低温シール)	SLE15 (耐衝撃タイプ)	SI2C2 (低吸着タイプ)	
厚さ	μm	—	30	50	30	50	30	
ヘイズ	%	JIS K7136	5	5	9	8	4	
最大点 応力	MD	MPa	JIS	60	60	250<	60	80
	TD		K7127 ¹⁾	60	60	80	50	80
破断 伸度	MD	%	JIS	200<	200<	70	200<	200<
	TD		K7127 ¹⁾	200<	200<	500<	200<	200<
ヒートシール強度 150℃×2sec. (詳細別掲)	N/15 mm	自社法 ²⁾	15	24	10	25	18	
低吸着性 (詳細別掲)	—	自社法 ³⁾	あり	あり	あり	なし	あり	
落袋試験(液体包装)	回	自社法 ⁴⁾	1-2	1-2	1-2	20≦	1-2	
期待用途			軽包装	軽包装 液体包装 (小容量)	軽包装	液体包装 (中容量)	軽包装	

1) 試験速度：50mm/min.

2) 試験速度：100mm/min.

3) 詳細別掲

4) 水100mL充填パウチを1m高さより落下
(構成：BO-PET#12//シーラント)



第3図 開発フィルムの適用例
(嵌合部分包装用シュリンクフィルム)
画像提供：大和製罐
(カラー図表をHPに掲載 C078)

4. 当社ポリエステル シーラントフィルムの概要、特長

開発中のポリエステルシーラントフィルムは、当社が強みとする共重合ポリエステル樹脂「ベルベット[®]」をベースに設計しており、下記特長を有している。

- ・共重合技術による結晶性制御、原材料レベルからの処方改質により、より高いヒートシール強度の実現
- ・ポリエステル素材特有の、薬効・香気成分低吸着性能の発揮

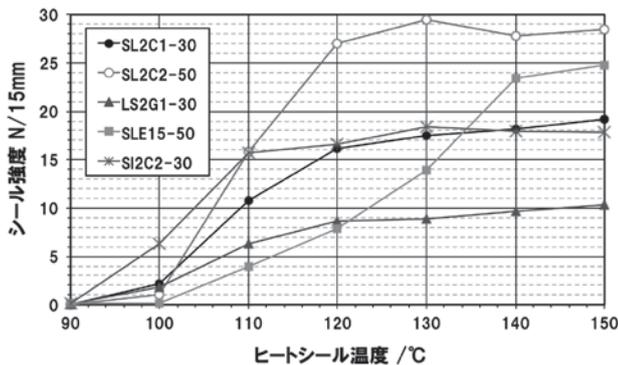
当社フィルム開発品の主なラインナップを、各機械物性と共に第1表に示す。

用途に応じてお選びいただけるよう、高シール強度、耐衝撃性、(薬効・香気成分の)低吸着性などの特長を持ったラインナップを用意しており、機能について、以降各項で紹介する。

4-1 ヒートシール性

第4図に、当社シーラントフィルムのシール面同士を重ね合わせ、ヒートシールバーにて(片側)加熱圧着した際の温度と強度の関係(ヒートシールカーブ)を示す。

重量物包装用途で広く使用されているLLDPEなどのシール



※シーラントフィルム単層でのT字剥離強度(シール時間;2sec.)
(一般 LLDPE フィルムは、シール開始温度、強度ともポリエ
ステル系フィルムとは大きく異なる為、当図では割愛)

第4図 各シーラントフィルムのヒートシールカーブ
(カラー図表をHPに掲載 C079)

強度には及ばないものの、シール条件の調整により、従来のポリエステル材料(約10N/15mm前後)では得ることが難しかった高いヒートシール強度(約25-30N/15mm)を得ることが可能で、用途が広がることが期待される。

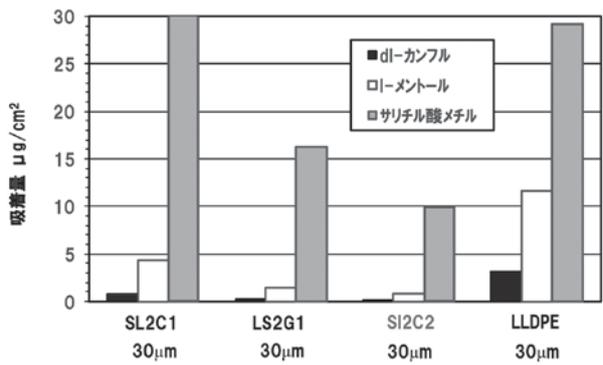
4-2 内容物成分低吸着性

一般的に、シーラントフィルムは包装体を形成する際に被包装物に(直接)接触する材料として使用される為、シーラントフィルムの一方の面(主にヒートシール側)は、被包装物中の成分が吸着しにくいことが望まれる。

ポリオレフィン系材料は、例えば dl-カンフル、l-メントール、サリチル酸メチル等の医薬品に含まれる薬効成分、およびリモネン等の食品に含まれる香料成分を吸着しやすい。その為、医薬品および食品と直接接触するフィルムとしてポリオレフィン系材料を用いると、医薬品の効能低下や、食品の香りおよび味覚に影響を及ぼす場合がある。

製品によっては、包装体に吸着されることを前提として、薬効・香り成分を予め過剰に添加する事例も有るものの、希少疾患向けの高価な薬効成分などでは、そのような対策もままならない課題である。

以前はポリアクリロニトリル(PAN)系材料、最近では環状オレフィン(COC)材料が医薬品包装用途向けシーラントフィルムとして使用されているが、包材コストアップが懸念されると共に、ヒートシール層として使用した際に十分なヒート



パップ剤の支持体面と
フィルムのヒートシール面が接触



<試験方法>

- ・フィルムヒートシール面を市販パップ剤に接触させて保管。
- ・23°C × 2W 保管後、フィルムへの薬効成分吸着量を測定。

第5図 各シーラントフィルムの薬効成分吸着特性
(カラー図表をHPに掲載 C080)

シール強度が得られない場合がある。

そこで、高いヒートシール強度を示すと共に、薬効・香料成分等に対して低吸着性の実現が可能なポリエステルシーラントフィルムおよび包装体が求められるとの観点から、開発を行っている。

第5図に当社シーラントフィルムと、ポリオレフィン系シーラント(LLDPE)フィルムとの薬効成分吸着特性の比較を示す。本稿では各種医薬品にも数多く使用され、また各種フィルム材料の吸着性を比較する指標として広く用いられている、dl-カンフル、l-メントール、サリチル酸メチルを用いて横並び評価を行った結果を紹介する。

当社シーラントフィルムは、LLDPEと比較して薬効成分の吸着量は低く抑えられており、被包装物成分の包装体への吸着、移行の抑制が期待出来る。特に、筆者らは今回、共重合による材料処方レベルから設計改質することで、従来のポリエステル系シーラントフィルムでは吸着抑制が難しかった「サリチル酸メチル」についても、吸着量を抑制出来る構成を見出し、「SI仕様」として提案を開始した。

4-3 耐衝撃性

ポリエステル材料をシーラントフィルムとして使用する上でこれまで課題であった、衝撃強度が劣る性質(硬いが故に脆く、破袋しやすい)は、柔軟性を有するポリエステルエラストマーとのブ

レンドによって破袋しにくい構成とすることが出来た。第6図に当社で行った落袋試験結果を示す。

外層に二軸延伸ポリエステルフィルムをラミネートしたシーラントフィルムで三方袋(90mm×170mm)を作製し、100mLの液体内容物(水)を充填・シールした後、1m高さからコンクリート床に落下させる試験を行った。当社シーラントフィルム(耐衝撃タイプ;SLE15)を使用した袋については、繰り返し落袋(最大20回実施)させても、シーラントフィルム起因の破袋は確認されず、100mL程度の中容量の液体包装として耐衝撃性を有するポリエステルシーラントとすることが出来た。

4-4 耐薬品性、安全衛生性

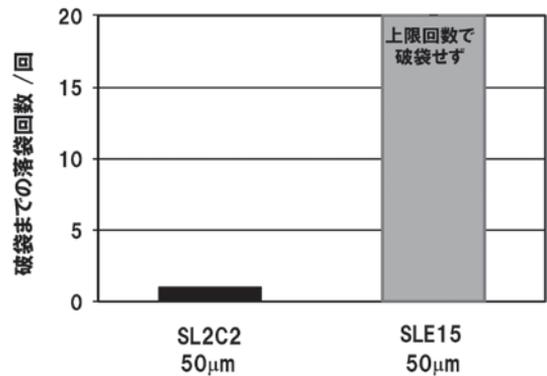
ポリエステル系樹脂材料は、脂性・酸性・アルカリ性に対する耐性が他素材に比べて高く⁵⁾、比較的耐薬品性に優れた素材とすることが出来るが、当社シーラントフィルムについても各種薬品に侵されにくい特性を有する。また、食品衛生に関する各種の規制にも適合、準拠していることを確認している。

(フィルム包装体としての安全衛生性は、他材ラミネート後の最終構成でのご確認をユーザー様にてお願いしたい)

5. 用途展開、および今後の展望

プラスチック資源循環促進法の基本原則(3R+Renewable)の点からも、消費包装材の再生(リサイクル)利用に向けたシステム整備が今後ますます活発となり、よりリサイクルしやすいよう「単一素材(モノマテリアル)」での包装設計が進んでいくものとみている。

当社シーラントフィルムの使用により、これまで述べてきた薬効・香気成分の吸着抑制はもとより、ガスバリアなどの機能を付与したポリエステルフィルムとのラミネートによる、「ポリエステルモノマテリアル」パッケージの実現が可能なることを期待している。



<試験方法>

- ・ラミネートフィルム(BO-PET#12/シーラント#50)で三方袋(90mm×170mm)を作製し、水100mLを充填、シール。
- ・1m高さからコンクリート床に落下させる試験を繰り返し(最大20回)、破袋した際の回数をカウント。

第6図 耐衝撃性(落袋試験)

特に医薬品包装分野における薬効成分の「吸着」課題の解決と、包装としての「密封性」確保の両立を目指し、市場の声をお聞きしながら、さらなるブラッシュアップをしていきたいと考えている。

最後に、当社シーラントフィルムに使用する原材料は、現段階では石油由来中心に検討を行っているが、原材料モノマーの一部をバイオ由来材料に切替え、植物度を高めることも可能であり、3R-Renewableとバイオ、両方をうまく組み合わせることで、未来のカーボンニュートラル社会実現に向け、当社の役割を果たしながら貢献していきたい。

本稿をきっかけに、様々な視点から新たな用途・要望・ご指摘を頂戴出来れば幸いである。

参考文献・出典

- 1) 「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」普及啓発ページ
<https://plastic-circulation.env.go.jp/about>
- 2) 勝間, コンバーテック, Vol.507, No.43, (2015).
- 3) 大和製罐ホームページ
<https://www.daiwa-can.co.jp/product/bellefine.html>
- 4) 出蔵, コンバーテック, Vol.612, No.52, (2024).
- 5) 勝間, バイオプラジャーナル, No.83, (2023).