

金属接着用押出ラミネートPEの開発

四日市研究所 PO分野フィルムラミグループ 幸田 真吾
四日市研究所 PO分野モールドグループ 雪岡 聡

1. はじめに

揮発性有機化合物（VOC）の排出に関する規制強化が決定し、平成18年4月より施行される¹⁾。押出ラミネート成形では、PETフィルムやポリアミド（PA）フィルムなどの基材表面に塗布されるアンカーコート剤（AC剤）に含まれる酢酸エチルやトルエン、メタノールなどの有機溶剤が対象となるため、今後ラミネート設備改造の他、AC剤の水溶性化、AC剤不要技術の進展が予想される。当社においても、数年前にAC剤不要グレード（ベトロセンDLZ16など）を開発しており²⁾³⁾、市場展開を進めている。

押出ラミネート成形では、上記フィルムの他、アルミニウムに代表される金属箔や金属蒸着フィルムが基材として用いられている。上記グレードは、PETフィルムやポリアミドフィルムへの接着性に優れたものの、金属箔や金属蒸着フィルムへの接着性に乏しい。

一方、金属箔、金属蒸着フィルム基材に対し優れた接着性を示す材料として、エチレン・アクリル酸共重合体（EAA）やエチレン・メタクリル酸共重合体（EMAA）など、分子内にカルボキシル基あるいは酸無水物基を有するエチレン系重合体が知られている。しかしながら、このような材料は熱分解により生成する酸による押出機内の腐食、ゲル化しやすいことなどの問題があり、使用が限定されている。

本報では、当社が新たに開発した金属接着性に優れた押出ラミネート用ポリエチレンについて、その性能を紹介する。

2. 金属接着用ポリエチレンの概要

当社が開発した金属接着用ポリエチレンは、押出ラミネート成形において接着面となるポリエチレン表面を効果的に変性することにより接着性を向上させるというユニークな方法を採用している。そのため、PEの機械物性と押出ラミネート成形性に影響を及ぼす粘弾性を維持したまま、高い接着性を発現することができる。

今回開発したグレードは、押出ラミネート成形性に

優れた「05L04（試作名）」、ヒートシール性、ホットタック性に優れた「05L05（試作名）」の2種類である（表1）。

3. 接着性

[1] アルミニウム箔との接着性

金属接着用ポリエチレンは、EMAAやアイオノマーなどのカルボキシル基を有するエチレン系重合体、およびアンカーコート剤を塗布した場合と同様に、アルミニウム箔に対する接着性に優れている（表2）。

[2] ポリエチレンとの接着性

金属接着用ポリエチレンは、EAA、EMAAに比べ、ポリエチレンフィルムに対する接着性に優れる（表3）。金属箔、金属蒸着フィルムと直鎖状低密度ポリエチレン（LLDPE）フィルムとのサンドイッチラミネート成形に中間層としてEMAAやEAAを用いた場合、これらの樹脂とLLDPEフィルムの接着性が不十

表1 試作品の基本物性

	05L04	05L05
MFR (g / 10分)	8	9
密度 (kg / m ³)	919	910
分子構造	分岐状	直鎖状

表2 アルミニウム箔との接着強度

接着強度 (N/15mm)	
05L04	7.2
05L05	7.0
EMAA (酸含量5%)	6.0
アイオノマー	4.5
LDPE (AC剤塗布)	6.2

構成：アルミニウム箔（20μm）/ 評価樹脂（30μm）
成型温度：（05L04、05L05、LDPE）310
（EMAA、アイオノマー）290

表3 LLDPEフィルムとの接着強度

	接着強度 (N/15mm)
05L05	18
EMAA (酸含量5%)	12
アイオノマー	12

アルミニウム箔 (20 μm) / 評価樹脂 (30 μm) の評価樹脂面とPA / LLDPEフィルムのLLDPE面を以下に示す条件により接着させた後、その層間剥離強度を測定。
接着条件：温度140、時間0.2秒、圧力0.2MPa

分となり高いヒートシール強度が得られないことがあるのに対し、金属接着用ポリエチレンでは、アルミニウム箔 / 金属接着用ポリエチレン間および金属接着用ポリエチレン / LLDPEフィルム間共に高い接着性を発現することができるため、高いヒートシール強度が得られる。

[3] 他基材との接着性

金属接着用ポリエチレンは、金属箔や金属蒸着フィルムのみならず、PETフィルム、ポリビニルアルコール (PVA) フィルムなどの基材に対しても優れた接着性を示す (表4)。押出ラミネート成形に用いられる樹脂には、生産性の観点から、多様な基材と接着することが求められており、本金属接着用ポリエチレンは押出ラミネート成形に好適な材料であるといえる。

表4 各種基材との接着強度

	接着強度 (N/15mm)
二軸延伸PETフィルム	剥離不可
PVAフィルム	剥離不可

構成：各種基材 / 05L04 (30 μm)
成形温度：310

[4] 押出ラミネート成形条件

金属接着用ポリエチレンの接着性は、従来のLDPE押出ラミネート成形の場合と同様に、成形速度や樹脂温度などの成形条件に依存する。一般に、成形速度が低く、樹脂温度が高いほど接着性に優れる (図1、図2)。また、オゾン処理などの表面処理は、高速成形時の接着性を改善する方法として効果があることを確認している。

[5] 耐内容物性

金属箔や金属蒸着フィルムを含む積層体は、ガスバ

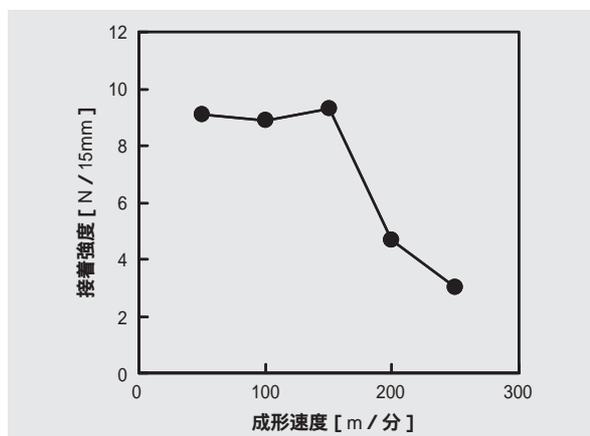


図1 成形速度とアルミニウム箔への接着強度

構成：アルミニウム箔 (20 μm) / 05L04 (20 μm) / LLDPEフィルム (50 μm)

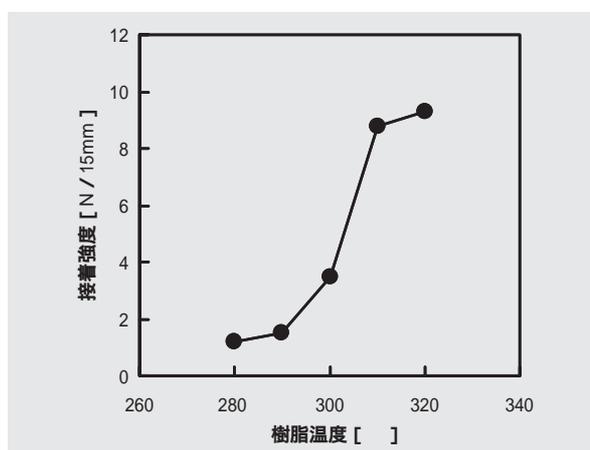


図2 樹脂温度とアルミニウム箔への接着強度

構成：アルミニウム箔 (20 μm) / 05L04 (20 μm) / LLDPEフィルム (50 μm)

リア性や遮光性に優れるため、様々な包装材料に用いられている。内容物により積層体の接着強度が低下することがある。このような内容物として、湿布薬、入浴剤、芳香剤、洗剤などが知られている。

金属接着用ポリエチレンを用いた積層体は、このような内容物による接着強度の低下がほとんどなく、包装材料として優れた性質を保持することができる (表5)。

4. その他の性質

[1] 機械物性

金属接着用ポリエチレンの機械物性は、一般グレード (LDPE：ペトロセン203、LLDPE：TZ420) と同等である (表6)。

表5 金属接着用ポリエチレンの耐内容物性

	接着強度 (N/15mm)	
	05L04	LDPE (AC剤塗布)
湿布薬	6.7	0.5
入浴剤	7.4	0.5
洗剤	6.9	2.0
未充填	7.2	6.5

構成：アルミニウム箔 (20 μm) / 05L04 (20 μm) / LLDPEフィルム (50 μm)
 上記積層体を用いた袋に各種内容物を充填し、40 雰囲気にて2日間放置した後、接着強度を測定。

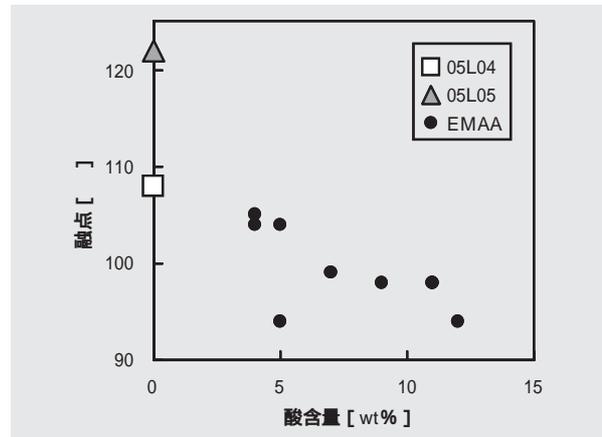


図3 金属接着用ポリエチレンの融点

[2] 耐熱性

EMAAやアイオノマーは、金属との接着性を向上させるために導入されるコモノマー（メタクリル酸）により結晶化度が下がり、融点が低下する。そのため、金属接着性と耐熱性を両立させることができない。

金属接着用ポリエチレンは、融点がEMAAよりも高く耐熱性に優れており（図3）、新たな用途への使用が期待される。

[3] 押出ラミネート成形性

ポリエチレンの押出ラミネート成形性として、高速成形性の指標であるドロウダウン性と、ロス率の指標であるネックインが重要視される。図4に金属接着用ポリエチレン「05L04」のネックインを示すが、一般に用いられるLDPEと同等であり、ラミネート成形性に優れているといえる。

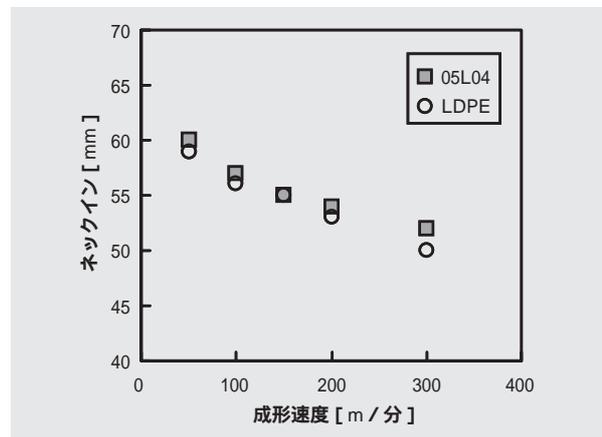


図4 金属接着用ポリエチレンのネックイン

[4] ヒートシール性、ホットタック性

金属接着用ポリエチレン「05L05」は、金属接着性に優れるEMAAやアイオノマーよりもヒートシール強

度が高いため、重量物の包装材料に適している。また、アイオノマーはホットタック性に優れる材料として知られているが、金属接着用ポリエチレン「05L05」のホットタック性はアイオノマーと同等であり、LDPEより優れている（図5、図6）。

表6 機械物性

項目	試験法	単位	開発グレード		一般グレード	
			05L04	05L05	203	TZ420
引張降伏応力	JIS K 6922-2	MPa	7	6	7	6
引張破壊応力	JIS K 6922-2	MPa	10	15	10	15
引張破壊呼びひずみ	JIS K 6922-2	%	90	650	90	650
引張弾性率	JIS K 6922-2	MPa	130	120	130	120
曲げ弾性率	JIS K 6922-2	MPa	120	110	120	110
デュロメータD硬さ	JIS K 7215		53	48	53	48
溶融温度 (DSC)	JIS K 6922-2		107	122	107	122

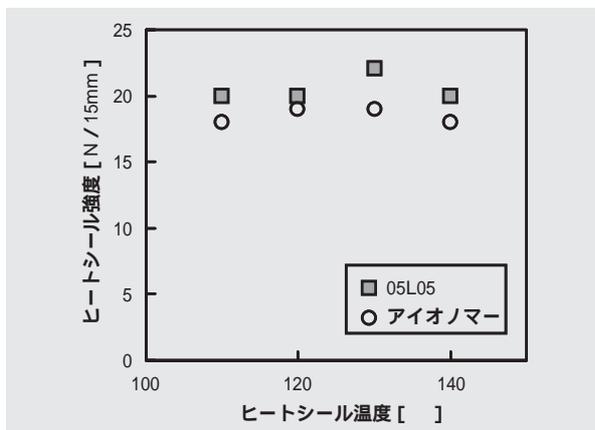


図5 ヒートシール強度

構成：アルミニウム箔（20 μ m）/ 評価樹脂（30 μ m）

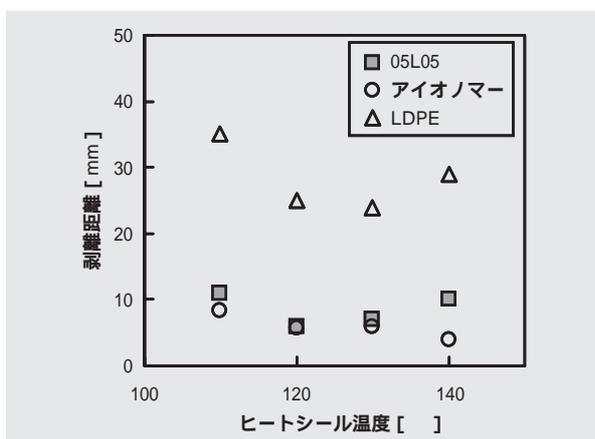


図6 ホットタック性（剥離距離法）

構成：アルミニウム箔（20 μ m）/ 評価樹脂（30 μ m）

5. まとめ

本報で紹介した金属接着用ポリエチレンは、有機溶剤を含む接着促進剤を使用しなくとも多様な基材に対する接着性に優れるとともに、耐熱性や機械物性に優れた新しい押出ラミネート用材料である。今後、様々な積層製品への展開を進め、環境負荷低減に貢献できることを期待している。

参考文献

- 1) 大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行期日を定める政令（平成17年5月27日政令第188号）
- 2) 幸田、東ソー研究・技術報告、46、33（2002）
- 3) 幸田、押出成形技術におけるトラブルとその予防・対策、255（2005）