

## ●エージング工程の不要なラミネート用ポリエチレン

四日市研究所 テクニカルサポート G  
四日市研究所 フィルム・ラミ G

西尾 省治  
逸見 隆史  
幸田 真吾

### 1. はじめに

食品や雑貨などの包装に使用されるフィルムは、ヒートシール性と剛性、気体バリア性、印刷適性などの性能を併せ持たせるためにポリエチレン (PE) と他の材料 (PET、ナイロンなど) を接着剤で貼り合わせたラミネートフィルムが用いられることが多い。

ラミネートフィルムは、基材 (PET、ナイロンなど) の片面にコーターによって接着剤を塗布し、その上に溶解した PE 樹脂を貼り合わせる押出ラミネート法 (図 1) や製膜済みの PE フィルムを貼り合わせるドライラミネート法 (図 2) などにより製造される。この接着剤には、多くの場合、ポリウレタン系の接着剤が使用される。ポリウレタン系接着剤では、十分な接着強度を得るためにラミネート加工後に 30 ~ 40℃ の加熱下で 24 ~ 72 時間静置するエージング工程を設けて接着剤を硬化させることが一般的である。

しかし、エージングを行うことにより、ラミネート製品の短納期化が制約される、エージングを行うための恒温設備 (エージング室) の維持管理費用が必要なためコストアップとなる、エージング室に収容可能なラミネート製品の数量により生産量が制限される、などの問題があり、エージング工程の省略もしくは時間

短縮が可能な技術の確立が望まれていた。

エージング時間の短縮については、これまで主に接着剤側からのアプローチが試みられてきた。例えば、接着剤の硬化速度を速めるために硬化促進化合物 (触媒) を塗布前の接着剤に添加する方法があるが、同時に接着剤の粘度が塗工中に短時間で上昇してしまい安定したコーティング膜が得られないという問題があり、硬化時間短縮効果と接着剤の安定性との両立が困難であった。

我々は、ポリウレタン系接着剤と接触する PE の側からこの問題を解決することに成功した。その技術について、本報で紹介する。

### 2. エージング不要ポリエチレン

#### [1] 作用機構

我々は、PE に接着剤硬化を促進する化合物を配合して基材と貼り合わせた後に当該化合物を PE / 接着剤界面に移行させることにより接着剤を短時間で硬化させる新たな方法を見出し、PE に接着剤硬化促進物質を配合した「エージング不要 PE」を開発した。図 3 にその作用機構の模式図を示す。

この方法によれば、従来の製造設備および接着剤を使用したままで、接着剤の安定性を低下させることなく、エージング工程の省略もしくは短縮が可能となる。

#### [2] 押出ラミネートでの性能

##### (1) 硬化促進効果

エージング不要 PE を用いて成形した押出ラミネートフィルムを常温 (23℃) および 40℃ で保管した場合の、ラミネート後経過時間とヒートシール強度の関係を図 4 に示す。なお、本報ではヒートシール強度を接着剤硬化の程度の指標として使用する。接着剤の硬化が不十分な場合には、基材 / PE 層間の剥離強度の低下と連動してヒートシール強度も低下するためである。

エージング不要 PE を使用した場合、40℃ 保管 (従来のエージング条件) における硬化時間が通常の LDPE と比較して大幅に短縮する。さらに、エージン

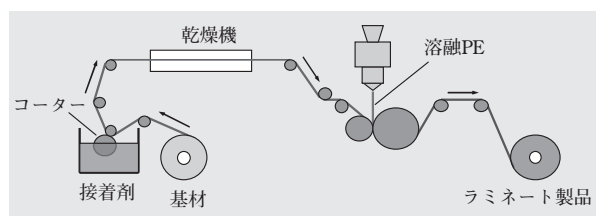


図 1 押出ラミネート成形機の模式図

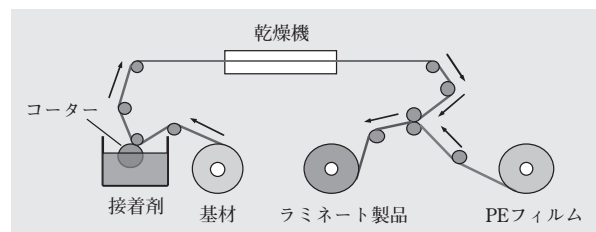


図 2 ドライラミネート成形機の模式図

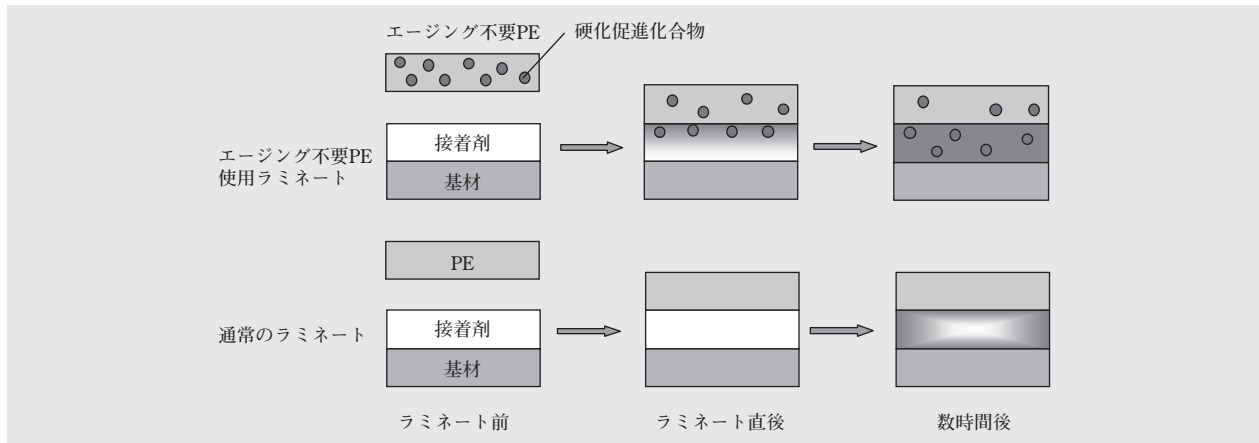


図3 エージング不要PEの作用機構

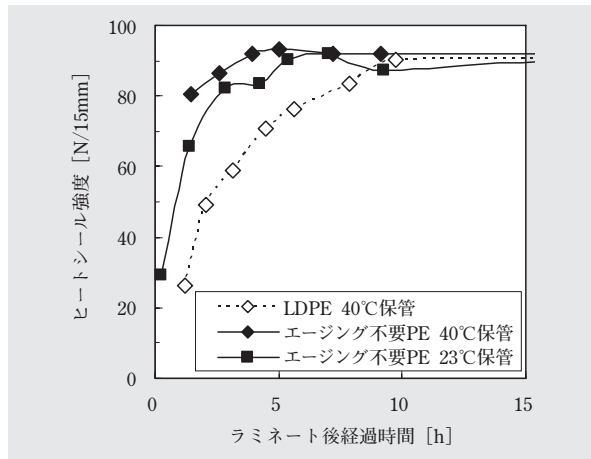


図4 ラミネート後経過時間とヒートシール強度の関係 (23℃保管)

試料構成：ナイロン $25\mu\text{m}$ ／接着剤／PE $20\mu\text{m}$ ／LLDPE $50\mu\text{m}$   
 試料成形温度：340℃  
 接着剤：芳香族系ポリウレタン接着剤

グを行わずに常温（23℃）で保管した場合も通常のLDPEを使用して40℃で保管した場合よりも硬化時間が短くなる。よって、エージング不要PEを使用することで、エージング工程を省略もしくは大幅に短縮することが可能である。

## (2) 接着剤の種類による影響

市販されているラミネート用接着剤はメーカーやグレードによって原料の組成や配合比率が異なるため、その硬化の挙動も異なる。組成の異なる市販押出ラミネート用接着剤3銘柄（表1）について、エージング不要PEの効果を評価した。

エージング不要PEはいずれの接着剤に対しても、常温（23℃）での硬化時間が通常のLDPEを使用して40℃で保管した場合の硬化時間よりも短くなる。よってエージング不要PEの使用により、接着剤の銘柄によらずエージング工程を省略もしくは大幅に短縮することができる（表2）。

## (3) 低温保管の影響

一般に、低温環境下では接着剤の硬化反応速度が遅

表1 評価に使用した押出ラミネート用接着剤

	組成	
	主剤	硬化剤
AC1	ポリエステル系	芳香族系
AC2	ポリエステル系	脂肪族系
AC3	ポリエステル系	芳香族系+脂肪族系

表2 各接着剤の硬化時間

接着剤	PE	硬化時間 [h]	
		23℃保管	40℃保管
AC1 (芳香族系)	LDPE	96	23
	エージング不要PE	14	4
AC2 (脂肪族系)	LDPE	>96	90
	エージング不要PE	39	7
AC3 (芳香族系+脂肪族系)	LDPE	21	8
	エージング不要PE	6	4

硬化時間：ヒートシール強度が70N / 15mmに達するまでの時間  
 試料構成：ナイロン $25\mu\text{m}$ ／接着剤／PE $20\mu\text{m}$ ／LLDPE $50\mu\text{m}$   
 試料成形温度：340℃

表3 押出ラミネート法とドライラミネート法の比較

	押出ラミネート	ドライラミネート
製膜時の樹脂温度	270-320℃	160-180℃
製膜からラミネートまでの時間	同時	1日-半年
ラミネート時の樹脂温度	250-300℃	常温-50℃
フィルム厚み	15-20 $\mu\text{m}$	30-150 $\mu\text{m}$
接着剤塗布温度	常温	常温-80℃
接着剤塗布量	0.1-0.5g/m <sup>2</sup>	1.0-5.0g/m <sup>2</sup>

くなり硬化までの時間が長くなる。エージング工程を省略した場合、ラミネートフィルムは温度管理をされていない環境で保管されることになり、特に冬季には気温が低い状態で保管されることが想定される。低温保管時のエージング不要 PE の効果を評価した結果を図5に示す。

エージング不要 PE は、ラミネート後に 5℃ の環境で保管しても、通常の LDPE をラミネート後に 40℃ で保管した場合と遜色ない接着剤硬化速度を有する。したがってエージング不要 PE を使用することで冬季でもエージング工程が省略できる可能性がある。なお、想定される低温保管条件での硬化促進効果を事前に十分確認した上で、使用することが望ましい。

#### (4) その他の効果

エージング不要 PE を使用してエージング工程を省略することにより、ラミネートフィルムの品質においてもメリットを生じる。

例えば、ラミネートフィルムのカールやラミネートフィルムロールの巻き締めによるシワは製袋等の二次加工におけるロスの要因であるが、これらはエージ

ング時の熱に由来するフィルムの収縮が主な原因である。エージングを行わずフィルムの収縮を抑制することで、ラミネート製品のロス低減が期待できる。

また、スリップ剤や帯電防止剤などフィルム表面へ移行して効果を発現する添加剤を配合する場合は、エージング後にこれらの添加剤の効果が消失してしまうことがあったが、これはエージングによって添加剤が接着剤層に移行してしまうことが原因と推定される。エージングの省略によって安定した添加剤効果の発現が期待できる。

#### [3] ドライラミネートでの性能

ドライラミネート法は製造方法の点で、押出ラミネート法よりもラミネート時の PE 温度が低い、接着剤の塗布量が多い、などの点が異なる(表3)。そのため、ドライラミネート法にエージング不要 PE を使用した場合、押出ラミネート法よりも硬化促進化合物の移動速度が低く接着剤に行き渡りにくいことから、硬化促進効果は若干小さくなる傾向がある。

したがって、ドライラミネート法でエージング不要 PE を使用する場合には、十分な予備検討を行うことが望ましい。

### 3. まとめ

本報で紹介したエージング不要 PE を使用してラミネートを行うことで、エージング工程の省略もしくは短縮が可能である。

エージング工程を省略した場合には、エージングにかかる設備費やユーティリティが不要となるためにコストダウンとなる。またエージングを行う場合でも、エージング時間の削減によってラミネート製品納期の短縮を図ることが可能となり、生産効率の向上が期待できる。

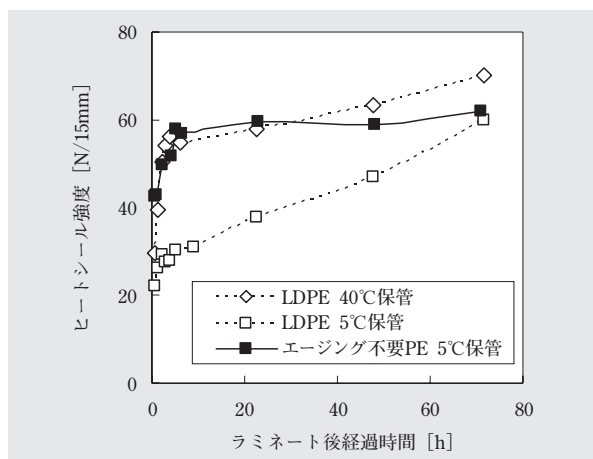


図5 ラミネート後経過時間とヒートシール強度の関係 (5℃保管)

試料構成：ナイロン15  $\mu\text{m}$  / 接着剤 / PE20  $\mu\text{m}$  / LLDPE50  $\mu\text{m}$   
 試料成形温度：340℃  
 接着剤：芳香族系ポリウレタン接着剤