

はじめに

ラミネーティング（ラミネーション、積層）は、ある基材に同種または異種の基材をラミネートする（貼り合わせする）ことによって、基材そのものが持つ特徴を活かすと同時に、欠点を補ったり、新たな機能を付け加える加工方法と定義されている。

ここでラミネーティングの位置づけは、コンバーティング加工技術の中の一つであり、一連のモノづくりの流れの一工程に過ぎない。個々の固有技術の集まりから製品が作られて行く。

モノづくりをしている生産現場では、工程が多くなるとこれにつれて不具合、ロスの増加を抱えている現場が多く見受けられる。

原材料を投入して目的に合う具体的な製品を作り上げる、これは各工程全てに言えることで、それぞれの工程で共有するルールを確実に守り、作り上げて行くのである。当然、再現性が求められ、それには生産・製造技術、生産技能、経験とコツ（ノウ・ハウ）の蓄積が要求される。即ち「生産技術」と「良いモノが作れる方法・やり方」が確立され、この知見に詳しい人材の教育が図られていれば、良いモノづくりと活動が可能になる。

コンバーティング加工と称されるコーティング・印刷・ラミネーティング・リワインディングおよびスリッティングは、ロール原反から製品原反ロールへ連続生産（ロール to ロール）が行われていることから、各工程共に生産スタートから良い品質を作り込むことが大事で、不具合、生産ロス・ムダ、製品トラブルを低減させることが重要なポイントになっている。

- ・ 努力している割には、生産性、歩留が思うように向上しない。
- ・ 同じようなトラブル・不良がたびたび再発する。
- ・ 不良やトラブルを解決したいと思っても、忘れたころに発生する。

これらは原因究明が正しい記録、正しい究明作業の基に最後まで行われず、曖昧な状態で終わるために、このような事態に陥るのである。

不具合の無い、ロスの少ない最終製品を得るためには、各工程共に生産スタート時から良品を作り込めば良いことになる。そのためには、

- ① 生産技術、製造技術および加工技術の仕組みと加工条件を、具体的に明確にして取り組む
- ② 決められたことを、決められた通り行い、立ち上がりをスムーズに行える力をつける
- ③ 当たり前のことを、当たり前に行い（三現主義、PDCA、不具合品を入れない・作らない・出さない）、事実と生の記録から、正しい技術の確立を図る
- ④ 作業技術の暗黙知から形式知化を進める
- ⑤ 現場作業者の製品良否判断能力を高める
- ⑥ 現場での作業、試作、試験および技術試験の成文化と共有化を図り、技術の蓄積を高める

などが挙げられる。

ここでモノづくりの技術・技能は、次の二つに分けられる。固有技術（各工程の加工能力と技能・コツ）と管理技術（生産効率・能率を上げる技術）である。技術を中心とする固有技術を先ず重きに置き、次に管理技術に進めることのできる体制が構築されると、良いものを、安く、早く作り上げることができ、モノづくりの安定した現場が生まれてくる。

本書ではコンバーターから見た主なラミネーティング方法、特にノンソルベント・ドライ・押出・共押出ラミネーティングを中心に、図をもとにやさしく述べ、スリッティングについても触れていく。また、そこに生じる主なトラブル及び対策についても解説する。

ここでの対策はいずれの機種および原材料全てに当てはまるとは考えていないが、実務から見た事例として参考にしていただければ幸いである。

本書の刊行にあたり、企画から完成まで様々な面でご協力、ご支援をいただいた株式会社R&D支援センター 石塚智也氏に心から謝意を表します。

2015 年 4 月

松本 宏一

第1章 ラミネート加工方法の種類と加工工程

ラミネーティングは、「ある基材に同種または異種の基材をラミネートする（貼り合わせる）ことによって、基材そのものが持つ特徴を活かすと同時に欠点を補たり、新たな機能を付け加える加工法」と定義できる。¹⁾

例えば、基材である各種フィルム、紙、アルミニウム箔などを何層かに積み重ねることをいう。

- ①熱可塑性樹脂材料を基材表面に塗工あるいは含浸させて、または基材と基材の間に接着性樹脂フィルムを挿入させて、熱によって貼り合わせる方法
- ②基材と基材との間に接着剤を塗工させて貼り合わせる方法
- ③熱溶融樹脂を介して基材と基材を貼り合わせる方法などがある。

①の熱により張り合わされるサーマルラミネーション。②の接着剤を使用して貼り合わされるホットメルト、ノンソルベント、ウエット、ドライラミネーション。③の熱溶融樹脂で貼り合わされる押出、共押出ラミネーションが代表的である。

本稿では、それぞれの加工方法の概要とそこで生じる加工上でのポイントとトラブル、および貼り合わせた製品に生じる問題点を挙げ、その主な対策を概説する。

1) サーマルラミネーション (thermal lamination)

サーマルラミネーションは、熱ラミネーションともいわれる。この方法は、ラミネートしたい基材を加熱ロールで圧着してラミネート（積層、貼り合わせ）し、冷却させて巻き取る方法である。

- ①基材フィルム自体に熱溶着する基材を使用して熱で貼り合わせる
- ②熱接着性タイプの樹脂を基材に塗工あるいは含浸させた基材を使用して熱で貼り合わせる
- ③基材層間に接着性樹脂を挟みながら加熱圧着する

等の方法がある。これらは各基材との相溶性（親和性）、塗工・含浸樹脂、接着性樹脂フィルムとの相溶性が接着力に大きく影響を与え、この層間で接着の良否が決まる。

2) ホットメルトラミネーション (hot melt lamination)

ホットメルトラミネーションは、ワックスラミネーションともいわれる。基材に熱で溶かしたワックス状の接着剤を塗工し、他の基材を貼り合わせた後、瞬間に冷却させて、接着剤を固化させて、貼り合わせて巻き取る方法である。

3) ノンソルベントラミネーション (non-solvent lamination)

ノンソルベントラミネーションは、溶剤を全く含有しない接着剤を 80~100℃で加熱し、粘度を下げ

た状態で基材に塗工し、乾燥工程を通らず、もう一方の基材と加熱ロールで圧着し、巻き取る方法である。

接着剤はドライラミネーション用接着剤と同じ熱硬化型反応機構で促進されるが、接着剤の保温加熱による低粘度の加工性を持たすために、接着剤の分子量は低く設計されている。基材への濡れ、接着剤自体の凝集力不足から、接着強度の優れる製品は得られにくい。

4) ウエットラミネーション (wet lamination)

ウエットラミネーションは、基材に水性または水分散（エマルジョン）型の接着剤を基材に塗工し、水を含んだ状態でもう一方の基材（多孔質材料：紙、不織布、布）と貼り合わせられた後、乾燥し、巻き取る方法である。接着剤は澱粉類、ポリビニルアルコール類などによる水性タイプ、ポリ酢酸ビニル、EVAなどのエマルジョンタイプが使用されるので、強い接着力は期待できず、耐水性も劣る。多孔質材料の層間強度、接着剤の凝集力の大きさが接着強度に大きく影響する。

5) ドライラミネーション (dry lamination)

ドライラミネーションは、有機溶剤に溶かした接着剤を基材に塗工し、乾燥炉で溶剤を蒸発乾燥（ドライ）させ、その後もう一方の基材と加熱ロールで圧着、貼り合わせる方法である。3) のノンソルベントタイプと同じ熱硬化型反応接着剤が使用されるので、反応促進状態、基材との接着力、接着剤との

表 1-1 ラミネート用接着剤（ウエット、ホットメルト、溶剤系、無溶剤系）

接着剤	成 分	使用される代表的な構成	主な用途
ウエット・接着剤	(水溶性) でん粉、カゼイン、PVA、他 (エマルジョン) PVAC、EVA、他	Al箔 / 接着剤 / 紙 紙: 上質紙、薄葉紙、グラシン紙 他	たばこ、チューインガム、 ビスケット、 バター、マーガリン、 ラベル・シール、石鹼、他
ホットメルト・接着剤	天然ワックス、合成ワックス、EVA、 EMA、EMMA、 粘着付与剤、可塑剤、 酸化防止剤、滑剤、	Al箔 / 接着剤 / 基材 基材: 防湿セロハン、紙、OPP 他	チューインガム、 キャンデー、チョコレート、 スナック菓子、石鹼、他
ソルベント・接着剤 (溶剤系・ドライラミネート)	(一液反応型) ポリエーテル・ポリイソシアネート ポリエステル・ポリイソシアネート (二液反応型) ポリエステル・ポリオール ポリエーテル・ポリオール	OPP / 接着剤 / CPP PET / 接着剤 / LDPE 又は L・LDPE ONY / 接着剤 / EVA 又は L・LDPE PET / 接着剤 / Al / 接着剤 / CPP	菓子、キャンデー、 液体スープ、ジャム、 冷凍食品、 レトルト食品、他
ノンソルベント・接着剤 (無溶剤系ラミネート)	(一液反応型) ポリエステル・ポリイソシアネート (二液反応型) ポリエステル・ポリオール ポリエーテル・ポリオール	OPP / 接着剤 / CPP OPP / 接着剤 / アルミ蒸着 CPP ONY / 接着剤 / L・LDPE 他	アイスクリーム、 スナック菓子、 米袋、氷袋、他

PVA: ポリビニルアルコール PVAC: ポリ酢酸ビニル EVA: エチレン・酢酸ビニル共重合体
EMA: エチレン・メチルアクリレート共重合体 EMMA: エチレン・メチルメタアクリレート共重合体