

コーティング特性と巻き取りの関係性

はじめに

もし加工前の紙やフィルム、染色前の織物しか存在しない世界であればウェブ産業（※ここでは製紙メーカー、フィルムメーカーなど）は限定され、退屈なものになっていただろう。

そんな中、今日のコーティング・プリンティング技術は私たちに救いの手を伸ばしてきた。

現在アメリカには 1000 を超える工業用コーターや 5000 を超える工業用印刷機が存在し様々な製品を生産している。

そしてウェブの加工メーカー（※薄い基材に、コーティング、ラミネーティング、プリンティング等を行い新たな価値を生み出す業者）はコーティングやプリンティングにおいて付加価値を付けられると考えている（※コンバーティングと同義）。

しかしウェブを生産する現場はこれについて、潜在的なトラブル発生の原因と考えている。

コーティングは使用されるコーターやその時の企業の財務状況やエンドユーザー等を見据えてはデザインされる。しかし、生産に至る前にまずロール巻き取り試験を通過出来なければならない。

巻き取りでは2つのコーティング特性の影響を受ける。

1つはウェブの平滑度である。約 1%~10%の平滑度の変化が軟巻きやしわなどを引き起こす。もう一方はウェブ同士の摩擦係数が挙げられ、走行が可能な摩擦係数は約 0.1~1 になる。もし摩擦が小さ過ぎるとロールのテレスコープ現象（※ロールが筒状に変形した現象、fig2 参照）がロールサイズを制限する。逆に摩擦が大きいとブロッキング（外面同士が、密着してしまい"印刷加工"などがスムーズにでない事）又はロールの楕円が発生する事態になり巻き取り・巻き戻しの速度が制限される事に繋がる。

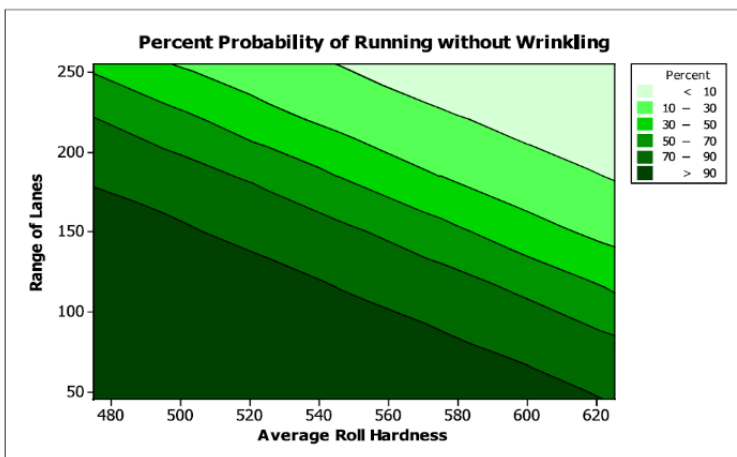


FIGURE 1. Using hardness variation to screen rolls (via Amy Thuer of Avery Dennison)

コーティング重量について

必要以上にコーティングを行った際に生じる余分なコーティング重量はコストが掛かるが何かとメリットがある事がある。したがってコーティング重量は機能と利益の兼ね合いで変化する事が多い。一方、ウェブの厚さは巻き取りの品質を保つ為に測定しなければならない要素であり、厚さのばらつきが巻き取りの問題になる。

しかし現場ではコーティング重量の変化によるウェブの厚みの変化がワインダーに多くの影響を及ぼす事を見落としがちである。

紙管抜けせず紙を生産出来ているのだろうか？

一世紀以上にわたり、製紙メーカーは紙を作る上で坪量と紙厚のプロファイル制御を3%以上に保つ事が出来れば巻き取りの失敗や客先からのクレームが発生する事を知っていた。一例として軟巻きやしわ欠陥を含んだロール紙管抜けの発生が挙げられ、それらは大きな経済的損失に繋がっていた。

紙厚を決める為の巻き取り張力の調整も行っていたのだが、研究室での測定データは信憑性が低い為、オンラインスキャナーで現場の巻き取り張力を測定していた。その後、紙ロールの硬度計が開発され、紙ロールやフィルムロールの品質判断の基準として巻き硬さが一般的になっていった。

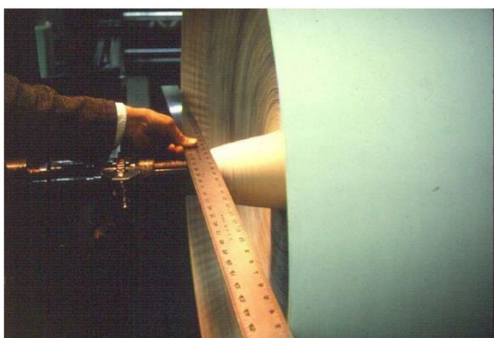


FIGURE 2. Type 1A telescoping

fig1 は出荷前の紙ロールの巻き硬さのばらつきを測定した図である。これは一体コーティング膜と何の関係があるのだろうか。

実はコーティング膜だけでなく、基材（粘土やラテックス、デンプンベース）やロールの層がプロファイルデータに影響を与えているのだが、ここで一番伝えたい事は、いずれもそれらが巻き取り不良になり兼ねない要因であるという事である。

フィルムより多く発生していた金属箔のトラブル

同様の問題がフィルムロール業界でも見られ大きな経済的損失になっていた。またこの時、薄い金属箔の生産においてコーティングの状態、基材や巻き取り張力が1%でも変化すると巻き取りに大きな影響を与える事が明らかになった。

巻き硬さのばらつきとコーティング厚の関係について

コーティング膜は全体の厚さの2、3%程だが、ちょっとした変化が巻き硬さなどに大きな影響を与え、スジ欠陥の発生に繋がりゲージバンド現象（ロールが部分的に凸凹する事）を引き起こしていた。

粘着層が滑りやすい時

コーティング膜はウェブ同士の摩擦係数を決定付け、もしウェブが滑りやすければ fig2 で見られる一般的なテレスコープ現象が発生するだろう。一例としてシリコン被覆剥離紙が挙げられる。ちなみに巻き取ったばかりのウェブの粘着層（粘着剤（硬化前）又は感圧接着剤）は粘着性よりも潤滑性がある為、非常に低摩擦状態である。この時全体的に様々なテレスコープを発生させ、コーティング剤や基材の種類によって更に状態を悪化させる可能性がある。

一方でウェブ間の摩擦係数がとても高いと巻き取りを困難にさせる。

一度巻き戻りが起きると再び同じ様に巻き取る事は出来ず、そのまま巻き取ると状態は悪化する。具体的に述べると、摩擦係数が 1.0 に近付くと、ウェブが高速での巻き取りが困難になる。実際にウェブブレイクを起こすようなロールの振動やウェブにかかる急激な巻き取り引張力を引き起こす可能性が高い。またウェブ間の摩擦係数が高いロールの多くはブロッキング（重なっている層同士がくっつく事）せず巻き取る為に摩擦調整剤を使用しなければならない。

また余談ではあるが、ウェブに一つの柄をプリントする事だけで厚みにばらつきをもたらすが、これまで数えきれない程品質の高いプリント加工を施したウェブが作られてきた。しかしそれらはブロッキングのリスクや印刷部分がしわになる事が非常に高いのである。

またロールフィルムや金属シートなどの滑りやすい製品は良い状態で巻き取りが出来、粘着テープの多くは高速で巻取りが出来なくても採算が取れる一方で、表面処理の方法次第で巻き取り時に経済的損失を伴うトラブルに繋がる場合がある。

結論

いつも新製品の開発時は後々の潜在的なトラブルに気が付かない事が多いが、まずは慎重にそれが巻き取り可能かどうかを確認する事がとても大切である。ロールはマスターロールワインダーとリワインダーを通して生産されるという事を理解しておくとその後の生産活動に活かせるだろう。