印刷モトルに関する一考察*

—ダブル塗工におけるアンダー塗工層の影響について—

日本エイアンドエル株式会社 ラテックス研究所 河 野 務

A Study of Print Mottle

—Effect of Under Coated Layer on Double Coated Paper—

Tsutomu Kouno

Latex Research Center, Nippon A&L INC

The relationship between print mottle of double coated paper and characteristic of under coated layer were studied.

In this study on laboratory works, the influences of fiber coverage, surface roughness and water absorption rate of under coated layer on print mottle were considered with introducing the concept of critical fiber coverage (CFC).

Print mottle of double coated paper was influenced by fiber coverage and water absorption rate of under coated layer.

This behavior is explained by the differences of water absorption rate between coated and uncoated part of base paper, whereas water absorption rate of under coated layer itself was influential over CFC.

分類：Y₈ 印刷，S₁ 紙の性質一般

1. はじめに

日本において多色オフセット印刷は多色印刷の主流であり、その高速化と高精細化が進められている¹⁾。多色オフセット印刷において特に問題となるのは印刷物における見た目の印刷濃度ムラ、いわゆる印刷モトルである。印刷モトルは一般に基紙の不均一性によって生じる塗工層の構造や表面バインダー分布の不均一性がもたらす印刷時のインク転移ムラや逆トラッピングムラ、塗工紙の不透明度ムラが原因になると言われている。その対策として基紙の地合、塗料面（塗料固形

分など）、乾燥工程などの工夫で不均一なバインダーマイグレーションを抑えることが提案されている²⁻⁴⁾。

一方、近年の塗工方式はアンダー塗工層の上にトップ塗工層を設けるダブル塗工が増える傾向にある。ダブル塗工紙でも印刷モトルの問題はあるが一般的に印刷モトルは塗工紙表面の問題と考えられるため、アンダー塗工層に着目してダブル塗工紙の印刷モトルを解析しようという試みはほとんどなかった。しかし、アンダー塗工層の特性はトップ塗工層に影響すると考えられる。故にダブル塗工紙の印刷モトルもアンダー塗工層の影響を受けると考え本検討を行った。

本検討は、ダブル塗工紙の印刷モトルに対するアンダー塗工層の影響に着目し、繊維被覆率、表面粗さ、

*平成 13 年度年次大会講演（講演 No. B 3）

図 1 水の移動概念図（ブレード塗工）

水浸透性の観点から考察を行なったものである。

2. バインダーマイグレーションの概念

一般に塗工紙の印刷で生じる不均一なインキ転移やインキセットは、不均一なバインダーマイグレーションによる塗工層の不均一性が原因であると考えられている。バインダーマイグレーションとは、塗料中の水分移動に伴ってバインダーが塗工層 Z 方向に移動する現象である。水分の移動は、基紙への浸透および蒸発が考えられる。バインダー成分には、ラテックス、澱粉、カゼインなどが用いられ、一般的な塗料配合では、顔料に対して重量で 1 割以上、容積では 2 割以上使用されるため他の添加剤に比べ塗工紙品質に大きな影響を与える。

ブレード塗工における不均一なバインダーマイグレーションは、基紙の凹凸、不均一な水浸透性により概

念的に図 1 のような水の移動に伴って生じると考えられる。実際の基紙は、凹凸および不均一な水浸透性をともに有しており、両者の複合で考える必要がある。

3. 実験

3.1 原紙

原紙は表 1 に示した表面粗さの違う 2 種類を使用した。原紙 A は表面粗さが大きく、原紙 B は相対的に

表 1 原紙

原紙 No.	坪量 (g/m ²)	表面粗さ Ra (μm)
A	315	4.42
B	310	2.88

表面粗さが小さいものである。

3.2 アンダー及びトップ塗料配合

アンダー及びトップ塗料配合は表2に示したものを
用いた。アンダー塗料配合は、ラテックス種を変更し
た2種類を用い、トップ塗料配合は澱粉併用系の1種
類を使用した。

3.3 アンダー及びトップ塗工乾燥条件

市販のラボコーター MLC-100 L を用い、表3に示
す塗工乾燥条件にてアンダー塗工紙を作成し、それに
トップ塗工しダブル塗工紙を作成した。

3.4 評価および分析方法

1) ダブル塗工紙の印刷モトル評価

印刷モトルの評価は、RI印刷機での2色重ね印刷
を行いムラの状態を同一原紙内で目視にて相対評価し
た。印刷モトルの評価は数値が高いほど良好であるこ
とを示す。

2) アンダー塗工紙の分析

アンダー塗工紙を以下の分析にかけて、塗工層の原
紙被覆率、表面粗さ、水浸透性について確認した。

(1) アンダー塗工層の繊維被覆率

アンダー塗工層の繊維被覆率は、走査型電子顕微鏡
(S-2250 N; 日立製作所製 20 kV) の表面反射電子
像を用い、画像処理にて繊維露出部と繊維被覆部分と
に区分し繊維被覆部分の割合を求めたものである。

表2 アンダー及びトップ塗料配合

アンダー塗料配合			トップ塗料配合	
	UI	UII		
2級カオリン	40	←	1級カオリン	70
重質炭カル	60	←	重質炭カル	30
澱粉	5	←	澱粉	4
ラテックス A	15	—	ラテックス C	15
ラテックス B	—	15		
固形分 (%)	60	60	固形分 (%)	64

ラテックス A Tg-8℃ ϕ 0.18 μ m ゲル 80%

ラテックス B Tg 2℃ ϕ 0.11 μ m ゲル 80%

ラテックス C Tg 9℃ ϕ 0.13 μ m ゲル 75%

表3 アンダーおよびトップ塗工乾燥条件

アンダー塗工		トップ塗工	
塗工機	MLC-100 L	塗工機	MLC-100 L
スピード	40 m/min	スピード	40 m/min
ワイヤーロッド		ブレード	0.5 mm, 30°
乾燥		乾燥	
熱風温度	200℃	熱風温度	200℃
風速	36 m/sec	風速	36 m/sec
炉内温度	130℃	炉内温度	130℃
乾燥時間	10 sec	乾燥時間	10 sec
インターバルタイム		インターバルタイム	
(塗工～乾燥)	0.15 sec	(塗工～乾燥)	0.15 sec

写真 1 色濃度と浸透量の関係

(2) 表面粗さ

表面形状解析装置 (SAS-2010; 明神工機製) で中心線平均表面粗さ R_a を測定した。

(3) 水浸透性

試料に青色染料の入った水溶液を塗布し、一定時間でふき取り、色の濃淡を目視にて相対評価した。写真 1 に示したように色濃度と水浸透量 (水浸透性) に一定の相関が認められる。

4. 結果および考察

4.1 繊維被覆臨界 (CFC; Critical Fiber Coverage)

塗工量

各原紙における CFC 塗工量は、横軸に塗工量を縦軸に繊維被覆率をとったグラフ (図 2) から繊維被覆率が 100% になる最低塗工量を求めた。アンダー塗料 UI を用いた場合の各原紙における CFC 塗工量は原紙 A 17 g/m^2 、原紙 B 11 g/m^2 であった。CFC 塗工量の違いは原紙の粗さに起因したものである。

4.2 アンダー塗工層の繊維被覆率とダブル塗工紙の印刷モトル評価との関係

ダブル塗工紙の印刷モトルは、アンダー塗工量が増えるに従い良好になる傾向を示した。印刷モトルの向上幅は図 3 に示したようにアンダー塗工量と直線的な

図 2 アンダー塗工量と繊維被覆率の関係 (UI)

図 3 アンダー塗工量と印刷モトルの関係 (UI)

図 4 繊維被覆率と印刷モトルの関係 (UI)

関係ではなく、各原紙ともに CFC 塗工量の付近から向上幅が小さくなった。図 4 は、繊維被覆率に対する印刷モトル評価の関係を示しているが一定の相関が認められた。

4.3 アンダー塗工紙の表面粗さとダブル塗工紙の印刷モトル評価との関係

図 5 は、各原紙におけるアンダー塗工量とアンダー塗工紙の表面粗さの関係を示している。同一原紙のアンダー塗工紙の表面粗さは、塗工量が多くなるに従い

図 5 アンダー塗工層と表面粗さの関係 (U I)

図 6 アンダー塗工層の表面粗さと印刷モトルの関係 (U I)

小さくなる傾向にある。図 6 はアンダー塗工紙の表面粗さと印刷モトルとの関係を示したものである。同一原紙においては表面粗さが小さくなるに従い印刷モトルが良好になる傾向を示している。しかし、原紙 B における CFC 塗工量未満である 7.2 g/m^2 の印刷モトルは原紙 A における CFC 塗工量以上である 19.2 g/m^2 の印刷モトルより、表面粗さが小さいにも関わらず劣る結果であった。

4.4 アンダー塗工紙の水浸透性と印刷モトルについて

写真 2 は、原紙およびアンダー塗工層 (U I) の水浸透性を示す。原紙はアンダー塗工層に比べかなり水浸透性が高く、アンダー塗工層の繊維被覆率が低いものは部分的な水浸透性のムラが認められた。写真 3 は、部分的な水浸透性のムラが認められたサンプルの水浸透性の高い場所と低い場所の表面反射電子像である。これは、水浸透性のムラがアンダー塗工層の繊維被覆状態に起因していることを示している。

表 4 は、アンダー塗料 U I と U II を用いたアンダー塗工紙の CFC 塗工量の前後でのダブル塗工紙の印刷

写真 2 原紙および塗工層の水浸透性

写真 3 水浸透性ムラの濃淡部 (A_U I CFC 未満)

モトル評価およびアンダー塗工層の水浸透性を記載したものである。アンダー塗工層の水浸透性は、水浸透性ムラの影響を避けるため CFC 塗工量以上のところで評価した。相対的に水浸透性の低い塗工層を形成する U II を用いた場合、CFC 塗工量未満では、U I を用いた場合より印刷モトルが劣り、逆に CFC 塗工量以上では、U I を用いた場合に比べ良好になった。

アンダー塗料 U II で認められたような CFC 塗工量の前後で印刷モトルが逆転した理由は、CFC 塗工量未満の場合に繊維とアンダー塗工層の水浸透性の差異が支配因子となり、一方、CFC 塗工量以上の場合に塗工層の厚さムラが支配因子になるという不均一な水浸透性の支配因子が異なるためであると考えられる。すなわち、繊維が露出している状態では水浸透性の高い塗工層を形成するアンダー塗料 (U I) の方が繊維との水浸透性の差異が小さくなりアンダー塗工紙の水

表 4 印刷モトルにおけるアンダー塗料の影響

アンダー塗料	塗工量 (g/m ²)	印刷モトル評価	アンダー塗工層 の水浸透性
U I	11.4	3	—
U II	11.7	2.5	—
U I	19.2	4.2	3 (高)
U II	19.0	4.5	2 (低)

A原紙（アンダー塗料U I, U II 共に CFC 塗工量約 17 g/m²）使用
印刷モトル評価:数値が高いほど良好

浸透ムラを小さくすることができる。一方、完全にアンダー塗工層で被覆された場合では塗工層の厚さムラによって繊維に水が到達する迄の時間に差異が生じ水浸透ムラにつながる。この水浸透ムラを防ぐには、逆にアンダー塗工層の水浸透性を抑えることが有効であり、比較的低い塗工層を形成するアンダー塗料（U II）が有利になると考えられる。

5. ま と め

ダブル塗工紙の印刷モトルにアンダー塗工層が影響することが判った。

- 1) アンダー塗工層の繊維被覆率はダブル塗工紙の印刷モトルに大きく影響し、CFC 塗工量以上ではアンダー塗工量を増やしても印刷モトルの向上幅が小さくなった。
- 2) 原紙が違う場合においてアンダー塗工紙の表面粗さがダブル塗工紙の印刷モトルと相関があるとはいえなかった。これは、アンダー塗工紙の表面粗さよりも繊維被覆率の影響が大きいことを示唆していると思われる。
- 3) アンダー塗工層の水浸透性も印刷モトルに影響した。CFC 塗工量以上とそれ未満では逆の傾向を示し、CFC 塗工量より低い場合では水浸透性

の高い方が、CFC 塗工量以上では低い方がむしろ良好になった。

- 4) 原紙の CFC 塗工量を見極めることは、印刷モトル改善効果とアンダー塗工量アップによる他品質低下とのバランス最適化を図る手段として有効だと考える。また、印刷モトルを改善する手段としてアンダー塗料設計を考えた場合、CFC 塗工量前後で設計を変える必要があることが示唆される。

参 考 文 献

- 1) 印刷と用紙：紙業タイムズ社
- 2) 西岡利恭，石川哲雄，内田明：紙パ技協誌 41 (3) 1987
- 3) T. Hirabayashi, H. Suzuki, and T. Hukui：Tappi Coating Conference：1995, 247～267
- 4) H. Miwata, Y. Hattori, T. Ishikawa, K. Yamazaki：TappiCoating Conference：1995, 231～246
- 5) H. Fujiwara, N. Fujisaki, I. Shimizu, I. Kano：Tappi Coating Conference：1989, 121～128
- 6) 山崎健一，石川哲雄，服部芳彦：紙パ技協誌 47 (4) 1993
- 7) 世見勝則，高木直輔：第 64 回紙パルプ研究発表会講演要旨集 64～67