

다층 도공지에 관한 연구(Ⅱ)
- 프리코팅층의 바인더가 탑층에 미치는 영향 -

최기순, 신우슬, 김선경, 조병욱, 이용규[†]
강원대학교 제지공학과

Studies on the Multi-layered Coated Paper(Ⅱ)
-Effects of Binder in Pre-coated Layer on Properties of Top-coated
Layer -

Ki-Soon Choi, Woo-Seul Shin, Sun-Kyung Kim, Byoung-Uk Cho
and Yong-Kyu Lee[†]

Dept. of Paper Science & Engineering, Kangwon National University

ABSTRACT

This study was carried out in order to elucidate effects of types of binder used in pre-coated layer on optical properties and printability of top-coated layer. Coated papers with four different types of SB latex were prepared. Tg, particle size and gel contents of latices were of different. Optical properties and printability of coated paper including print mottle were evaluated.

It was confirmed that properties of pre-coated layer distinctively affected final properties of top-coated layer. Tg was found to be the most influencing factor on the print mottle of coated paper: the SB latex with lower Tg and higher particle size resulted in a superior print mottle.

These results indicate that final printability and properties of top-coated layer can be controlled by adjusting pre-coated layer.

Keyword : Multi-layered, mottle, Tg, pre-coated layer, SB latex

• 강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea).

[†] 주저자(Corresponding author): e-mail; yklee@kangwon.ac.kr

1. 서 론

다층도공은 상하의 도공액 배합을 서로 다르게 하여 원가를 절감하면서도 고품질의 상품을 얻을 수 있다. 또한 동일한 도공량 일 때도 2회로 나누어서 도공하기 때문에 바인더 마이그레이션이 적고, 잉크 착육이 균일하며 인쇄 mottle이 적어 인쇄 속도를 올릴 수 있는 장점을 가지고 있다. 하지만 다층도공 시 각 층의 도공조건을 적절히 고려하지 않으면 싱글도공지에 비해 인쇄모틀이 심해지는 단점이 있다.¹⁾

인쇄 mottle이란 도공지 인쇄 시 나타나는 인쇄결함 중 하나로서 인쇄면 상에서 잉크가 종이에 균일하게 인쇄되지 않고 작은 얼룩이 나타나는 것을 말한다.²⁾ 인쇄 mottle의 원인은 원지의 불균일성으로 인한 부위별 도공량의 변이와 바인더 마이그레이션에 의한 바인더의 불균일한 분포 때문이다.^{3,5)} 싱글도공에 비해 인쇄 mottle에 원인이 되는 바인더 마이그레이션이 적게 일어나고 프리층의 공극구조가 인쇄 mottle에 가장 많은 영향을 미치는데 이러한 프리층의 공극구조를 적절히 형성시키면 원지의 요철로 인한 불균일성을 보완시켜 인쇄 mottle을 줄일 수 있다. 이렇게 프리층의 조절로 인하여 인쇄결함인 인쇄 mottle을 줄일 뿐만 아니라 탑층의 최종 인쇄적성에도 영향을 미친다는 것이다. 프리층의 조절은 도공액의 주성분인 안료와 바인더의 조절을 통해 가능하다. 그 중 바인더는 도공액내 10~20 part 정도 첨가되지만 많은 영향을 끼친다고 알려져 있다.⁶⁾

이에 본 연구에서는 프리층에 Tg와 입자경, 겔함량이 다른 네 가지의 SB-latex를 적용하여 프리층과 탑층의 물성변화를 관찰하였으며 RI 및 Croda ink 인쇄를 통하여 인쇄 mottle을 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 도공원지

본 연구에 사용된 원지는 국내 H사에서 분양 받은 평량 75 g/m², 두께 100 μm의 백상지를 사용하였다.

2.1.2 안료

도공용 안료는 입자크기가 서로 다른 2종의 GCC 및 1종의 Clay를 사용하였으며 그 물성은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Properties of pigments

Pigments	%.<10 μ m	%.<25 μ m	%.<50 μ m	%.<75 μ m	%.<90 μ m	mean Particles diameter(d50%)
GCC1	1.020	1.501	2.267	3.781	6.108	2.267
GCC2	0.203	0.298	0.722	1.147	1.526	0.722
Clay1	0.144	0.203	0.293	0.586	2.090	0.293

2.1.3 바인더

도공용 바인더는 L사에서 분양받은 4종의 SB계열 라텍스를 사용하였고, 그 물성은 Table 2와 같다. L1과 L2 비교 시 입자경에 의한 변화를 확인할 수 있으며 L1과 L4 비교 시 Tg에 따른 변화, L3와 L4 비교 시 gel content에 의한 변화를 확인할 수 있다. 프리층에는 L1~L4 4가지 라텍스를 각각 적용하였으며 탑층에는 L1을 적용하였다.

Table 2. Properties of latices

	Tg	Gel content	Particle size	pH
L1	-7~-3	70~80	1050~1250	7.5~8.5
L2	-7~-3	78~88	750~950	7.5~8.5
L3	18~28	45~55	1150~1350	7.5~8.5
L4	17~27	75~85	1100~1300	6.5~7.5

2.2 실험방법

2.2.1 도공액의 제조

도공액의 고형분 농도를 65%로 제조하였다. 프리코팅층은 Table 3과 같이 제조하였

으며, 탑코팅층은 Table 4의 배합비로 도공액을 제조하였다.

Table 3. Formulations of pre-coating (TSC: 65%)

	A	B	C	D
GCC 1	100			
L1	10	20	-	-
L2	-	10	20	-
L3	-	-	10	-
L4	-	-	-	10
Rheology Modifiers	0.10			
Lubricant	0.50			
Insolubilizer	0.30			

Table 4. Formulation of top-coating (TSC: 65%)

	Top
GCC 3	70
Clay 1	30
SB-latex	12
NaOH	0.12
Dispersant	0.02
Rheology Modifiers	0.10
Lubricant	0.50
Insolubilizer	0.30

2.2.2 도공지 제작

도공지는 실험실용 반자동 코터(K-control coater, RK print Coat Instrument Ltd, U.K)를 사용하여 제작하였다. pre-coating 도공량을 편면 9 ± 2 으로 하였다. 도공 후, $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 의 열풍 건조기(YJ-8600D, Yujin Electronics, KOREA)에서 30초간 건조하였다. 제조된 프리 도공지를 다시 편면 $9\pm 2\text{ g/m}^2$ 으로 top-coating 하였다. 그 후, 슈퍼 캘린

더(Supercalender, Beloit Corporation, U.S.A.)를 사용하여 온도 70 °C, 압력 300 psi에서 도공지가 steel면으로 향하게 한 후 1회 통과시켰다.

2.2.3 도공지 물성 측정

Pre-coating을 실시한 도공지와 그 위에 top-coating까지 처리한 도공지의 거칠음도(PPS, L&W, Sweden), 광택도(Gloss meter, Model T480A, Technidyne corp, U.S.A.), 두께, 백색도, 백감도 그리고 불투명도(Elrepho 3300, Datacolor, International, U.S.A.) 값을 측정하였다.

2.2.4 도공지의 인쇄 mottle 평가

도공지의 인쇄 mottle을 평가하기 위하여 Croda ink test 및 RI(RI-II, KRK, Japan) 인쇄 test를 실시하였다. Croda ink test는 3분 및 5분으로 측정하였으며 RI 인쇄 test의 경우는 Magenta 잉크 인쇄 후 Cyan 잉크를 trapping하였다. 인쇄 후 잉크농도 측정기(D196, GRETAG)를 이용하여 여러번 측정 후, 측정 값의 표준편차를 구하여 도공지의 인쇄 mottle을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 도공액 물성

도공액 물성은 Table 5와 같다.

Table 5. Properties of coating color

	Formulation	WRV(g/m ²)	Viscosity(cPs)	pH
Pre	L1	112.00	250	13.44
	L2	99.63	260	12.77
	L3	97.50	290	12.44
	L4	101.00	320	12.19
Top	T	124.63	1100	11.97

3.2 도공지 물성

Figs. 1과 2는 도공지의 백지광택 및 거칠음도 결과를 보여주고 있다. Tg가 낮은 라텍스(L1)가 높은 백지광택 및 낮은 거칠음도 값을 나타내었다 (L4와 L1비교). 또한 같은 배합의 탑층을 도포하였음에도 불구하고 탑층에서 서로 다른 물성을 보여주었는데, 이는 프리층의 백지광택 및 거칠음도가 탑층의 물성에 영향을 미쳤기 때문이라고 판단된다.

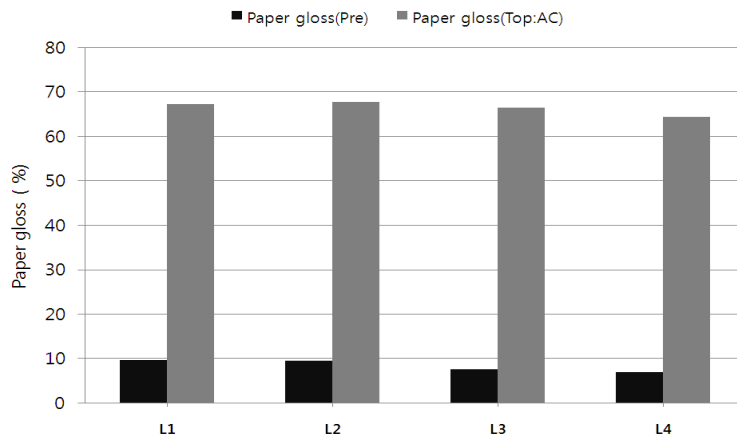


Fig. 1. Paper gloss of coated paper.

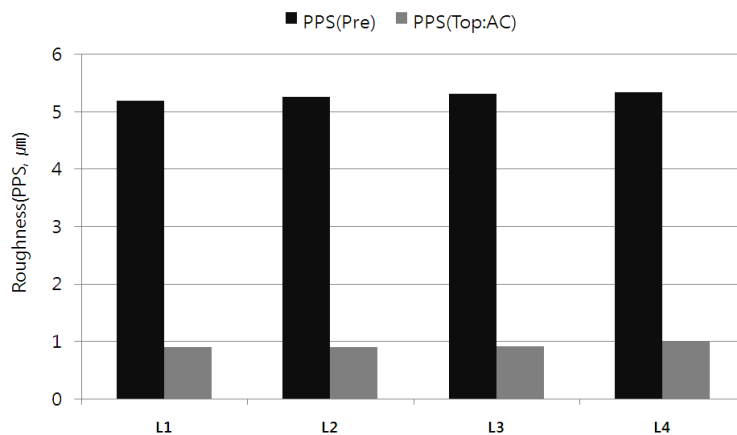


Fig. 2. Roughness of coated paper.

Figs. 3, 4 그리고 5는 도공지의 백색도, 백감도 및 불투명도 결과를 보여주고 있다. 백지광택과 거칠음도의 결과와 같이 일반적으로 프리층의 물성이 탑층에 영향을 주는 것으로 확인되었다.

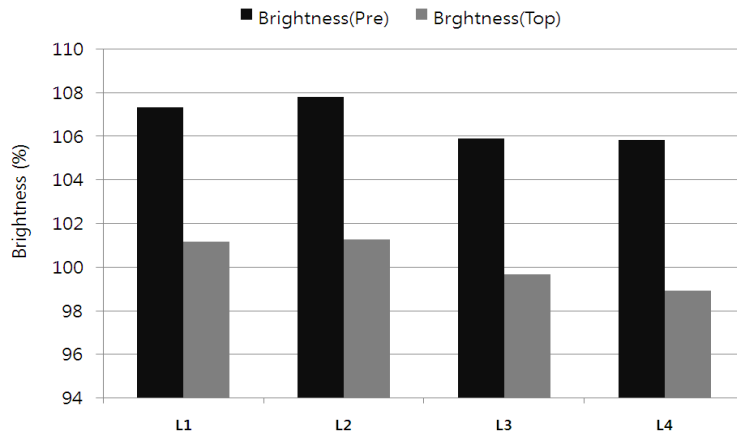


Fig. 3. Brightness of coated paper.

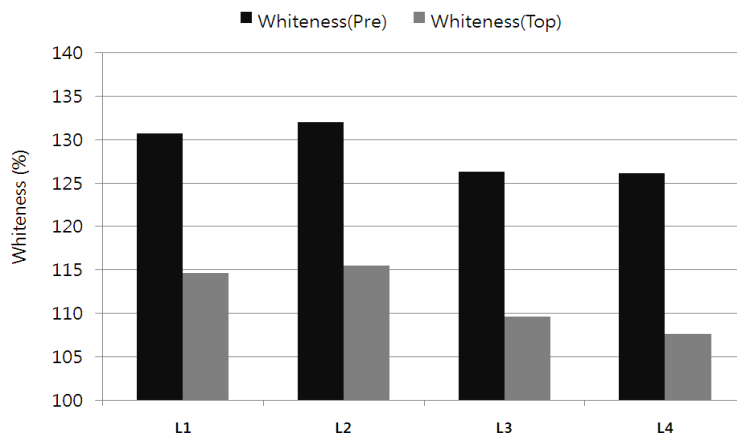


Fig. 4. Whiteness of coated paper.

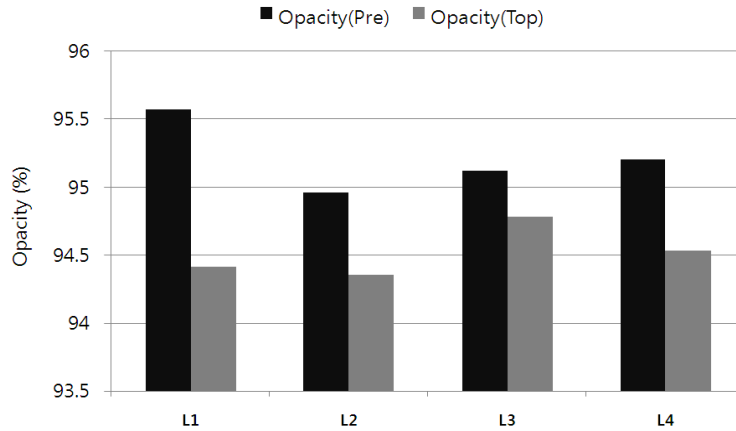


Fig. 5. Opacity of coated paper.

3.3 도공지의 인쇄 mottle 평가

3.3.1 RI test

Fig. 6은 RI test를 이용하여 trapping을 실시한 인쇄샘플의 잉크농도 측정값의 표준 편차를 보여주고 있다. RI test로 인쇄 모틀(mottle) 평가할 때 가혹한 인쇄환경(인쇄 속도를 느리게 함) 하에서 trapping 정도로 평가한다. 일반적으로 trapping한 샘플에서 인쇄 mottle이 많이 일어날수록 trapping이 불량하게 일어나며 이는 잉크농도 값의 차이가 발생한다는 것이다. Trapping 시, L1 샘플에서 인쇄 mottle이 가장 적게 발생하였다. 다시 말해 바인더 물성 중 Tg가 큰 영향을 미치며 Tg가 낮을수록 탑층에서의 인쇄 mottle이 적게 발생된다는 것이다. 이는 Tg가 낮을수록 프리층의 라텍스가 film 형성능력이 높기 때문에 top층의 바인더의 이동을 보다 억제시켰다고 사료되어진다. 라텍스의 입자경(L1, L2 비교) 및 겔함량(L3, L4 비교) 차이가 인쇄모틀에 미치는 영향은 보이지 않았다.

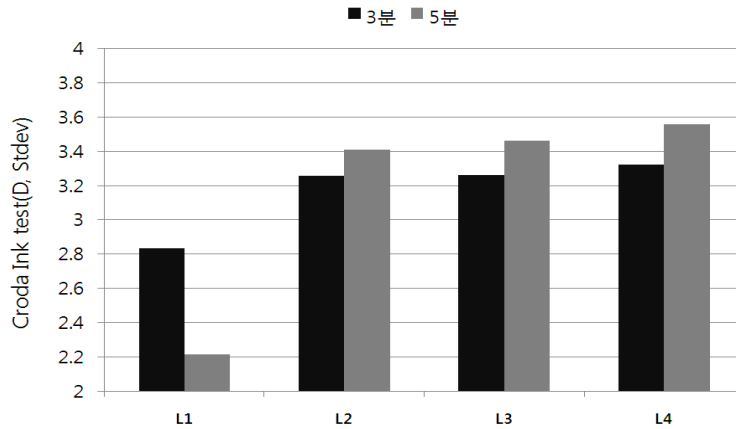


Fig. 6. Standard deviation result of RI print image.

3.3.2 Croda ink test

Fig. 7은 인쇄 모틀 평가를 위해 실시한 Croda ink test 샘플의 잉크농도값의 표준편차 값을 나타내고 있다. Croda ink test 실험결과는 RI test와 유사한 경향을 나타내고 있었다. L1 라텍스를 프리층에 적용하였을 때 인쇄 모틀이 가장 적게 발생한 것을 확인할 수 있었으며 이는 바인더 물성 중 Tg가 큰 영향을 차지하며 프리층에 Tg가 낮은 바인더를 적용함에 따라 탑층의 인쇄 모틀이 적게 발생한다는 것이다. 반면 RI test에서는 확인되지 않았지만 입자경(L1, L2 비교)에 따른 인쇄 모틀 차이를 보여주었으며 입자경이 작을수록 인쇄 모틀이 많이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

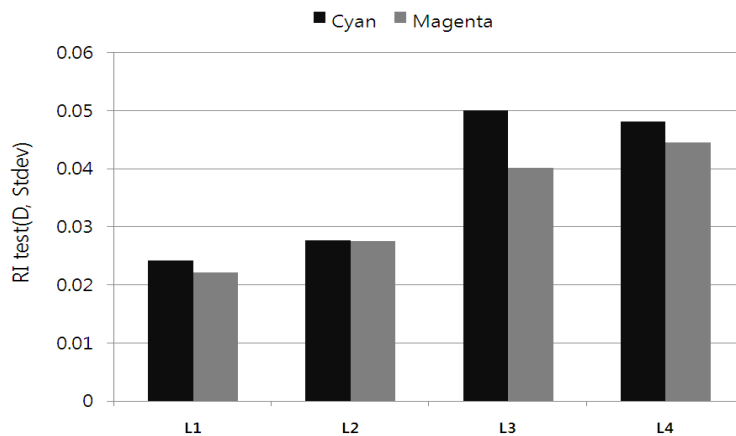


Fig. 7. Standard deviation result of Croda ink test image.

4. 결 론

본 연구에서는 물성이 서로 다른 4가지의 SB 라텍스를 프리층에 적용하여 프리층과 탑층의 물성변화를 관찰하였고 2가지 인쇄방법을 통하여 인쇄모틀을 평가하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 프리층의 물성이 탑층 물성에 영향을 미친다는 것을 확인하였다.
2. 바인더의 물성 중 Tg가 인쇄모틀에 가장 큰 영향을 미쳤으며 Tg가 낮을수록 인쇄모틀이 적게 발생하였다. 또한 바인더의 입자경도 인쇄모틀에 영향을 미치며 입자경이 작을수록 인쇄모틀이 많이 발생하였다.

연구 결과에 따르면 프리층의 물성은 탑층 물성에 영향을 미치게 된다는 것이다. 즉, 프리층의 물성을 조절하게 되면 탑층의 물성도 조절할 수 있으며 Tg가 낮으며 입자경이 큰 바인더를 프리층에 적용하였을 때 탑층에서의 인쇄 모틀을 최소화 시킬 수 있다는 것이다. 추가적으로 PEA를 통해 프리층의 흡수거동을 평가하여 바인더와 인쇄모틀의 상관관계 규명이 필요로 되어진다.

인용문헌

1. 임창국, 이학래, 도공층 공극구조가 더블코팅지의 인쇄모틀에 미치는 영향, 한국펄프·종이공학회, 한국펄프·종이공학회 2005년 춘계학술발표논문집 2005.4, pp. 138~146(9pages)
2. 유성중, 조병욱, 김용식, 이용규, 이세현, 고농도 도공과 원지의 흡수특성이 인쇄모틀에 미치는 영향, 한국펄프·종이공학회, 펄프·종이기술, 제39권 제2호 (통권 120호) 2007.6, pp. 17~24(8pages)
3. David Vidal, Cathy Ridgway, Grégoire Planet, Joachim Schoelkopf, Robert Roy, and François Bertrand, Effect of Particle Size Distribution and Packing Compression on Fluid Permeability: A Comparison of Experiments and Monte-Carlo/Lattice-Boltzmann Simulations, 2008 Advanced Coating Fundamentals Symposium

4. Lyons, A.V., Iyer, R.R., Use of Particle Packing Modeling with Lognormal Particle Size Distributions to Develop a Strategy to Improve Blade Coating Runnability, 2004 Coating and Graphic Arts Conference
5. Hiorns, T., Nesbitt, T., Particle Packing of Blocky and Platey Pigments - A Comparison of Computer Simulations and Experimental Results, 2003 Advanced Coating Fundamentals Symposium Proceedings
6. Study on Print Mottle Effect of Binder Migration and Latex Film Formability During Consolidation Process, 1993 Coating Conference Proceedings