

바인더가 도공층 구조 및 도공지의 표면 강도에 미치는 영향^{*1}

이 용 규^{*2} · 황 석 우^{*2}

Effect of Binder on Coating Layer Structure and Surface Strength of Coated Paper^{*1}

Yong-Kyu Lee^{*2} and Seok-Woo Hwang^{*2}

ABSTRACT

This research was intended to evaluate the effect of carboxymethylcellulose(CMC) on the coating structure and surface strength of coated paper prepared with amphoteric latex based coating color. Printability and optical properties of coated papers were compared. The influence of the consolidation behavior of coating color on the coating structure and the surface strength of coated paper was investigated.

Compared with the conventional anionic latex, amphoteric latex formed bulkier, smoother and more porous coating layer, which in turn, restricted binder migration in the coating layers, and facilitated immobilization of coating colors. However, dry pick strength of coated paper was decreased. The addition of CMC to these systems had strongly influenced on the consolidation behavior and porosity in the dry state, through forming the network structure of coating layers by the interaction with amphoteric latex particles. Thus, printability and optical properties of coated papers were improved. Results indicated that amphoteric latex could be practically applied to the paper coating to improve printability and optical properties of coated papers.

1. 서론

최근 제지업계에서는 코터의 고속화 및 도공역의 고농도화가 진행됨에 따라 이들의 작업적성에 적합한 합성 바인더의 개발과 이용이 증가하고 있다. 또한 도공지의 경량화 추세에 따라 도공지의 광택, 불투명도 및 평활도와 같은 물성을 개선시

킬 수 있는 합성 바인더가 요구되고 있다. 아울러 인쇄의 고속화와 바인더의 사용량을 감소시키는 경향과 함께 도공지의 표면 강도가 크게 요구되고 있다. 특히 오프셋 인쇄의 경우 tack value(TV)가 높은 인쇄잉크를 사용하기 때문에 표면 강도가 요구됨과 동시에 축입물의 사용으로 인해 내수강도가 요구되고 있다.

인쇄용지로서 요구되는 도공지의 광학적 성질과

*1 본 연구는 한국과학재단 '96핵심전문연구비(과제번호:961-0608-078-2)에 의해 수행된 것임

*2 강원대학교 산림과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest Science, Kangwon National Univ.).

인쇄적성은 원지 표면에서 형성되는 도공층의 구조에 크게 영향을 받는다.¹⁾ 이러한 도공층의 구조는 도공층 표면과 내부에 형성되는 미세한 공극구조와 바인더의 불균일한 분포 구조에 의해서 발생한다. 즉, 도공층의 공극은 도공액이 건조되는 동안 안료 입자가 골격구조를 형성하고, 이어서 바인더가 안료 입자와의 접점을 중심으로 건조, 피막화되는 현상에 의해 자연적으로 형성된다. 이러한 도공층 구조에 영향을 미치는 인자 중에서 도공원지의 표면 특성과 도공액 구성 성분 중 바인더의 영향이 매우 큰 것으로 알려져 있다. 특히 바인더의 접착력은 도공층의 응집강도와 도공층과 원지간의 계면 접착력을 좌우하며, 도공층의 표면 강도에 커다란 영향을 미치고 있다.²⁾

바인더의 접착력은 라텍스의 유화중합시 여러 가지 인자들을 조절함으로써 개선되어 왔다. Patton³⁾은 라텍스의 공중합시 산도(acid level)를 증가시킴으로써 라텍스 자체의 극성(polarity)을 증대시켜 안료와 셀룰로오스 섬유와의 접착력을 강화시킬수 있다고 보고하였다. Branston²⁾은 라텍스의 입자경이 작을수록 도공액내에 첨가되는 전체 유효 라텍스 입자의 수가 증가하여 도공층 구조내에서의 spot welding 수를 배가시킴으로써 도공층의 강도를 높일 수 있다고 보고하고 있다. 또한 라텍스의 접착력은 공중합체의 gel 함량을 증가시키거나 유리전이온도(T_g)를 감소시킴으로써 증대된다. 그러나 라텍스의 입자경이 작을수록 접착력은 증가하나 도공층의 수축이 일어나 광택이 떨어지고 작은 라텍스 입자가 도공층의 공극을 메워버리기 때문에 다공성이 떨어져 잉크 수리성과 내블리스터링 같은 인쇄적성에 악영향을 미칠 수 있다. 따라서 도공층의 강도적 성질과 도공지의 인쇄품질을 동시에 개선시킬 수 있는 합성 바인더의 요구조건은 날로 증대되고 있다.

지금까지 살펴본 바와 같이 도공층의 강도적 성질과 제반 인쇄적성을 개선시키기 위한 노력은 주로 도공액을 구성하는 소재 중에서도 개량이나 개발의 가능성이 높은 합성 바인더에 많은 관심과 연구·개발이 활발히 진행되고 있다. 최근 들어 이러한 바인더 중에서도 兩性 라텍스는 기존의 음이온성 라텍스와는 달리 건조과정에서 도공액의 부동화를 촉진시켜 바인더 마이그레이션을 억제함으로써 부피가 크고 평활한 다공성의 도공층을 형성시켜 우수한 도공품질을 제공해 줄 수 있다는 연구 결과가 보고되고 있다.⁴⁻⁶⁾ 그러나 도공층

구조 자체가 bulky하기 때문에 도공지의 표면강도를 떨어뜨릴 수 있는 단점이 있어 인쇄시 인쇄압력에 충분히 견딜 수 있는 강도적 성질이 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 兩性 라텍스를 사용함으로써 나타나는 도공지의 표면강도 저하 현상을 보완하기 위하여 兩性 라텍스와 증점제간의 상호작용을 통한 도공층의 공고화가 도공층의 강도적 성질에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다. 또한 라텍스의 입자경과 유리전이온도(T_g)가 유사한 2종류의 SB계(兩性, 음이온성) 라텍스를 사용해서 제조된 도공액과 여기에 CMC의 첨가유무에 따른 2종류의 도공액을 제조하여 각각 산성원지 및 중성원지에 도공한 후 이들의 광학적인 성질과 인쇄적성을 비교함으로써 점차 수요가 증가되고 있는 중성 원지를 이용한 도공지에 兩性 라텍스의 산업적인 적용가능성을 검토하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 도공원지

도공원지로는 공장에서 제조된 84g/m²의 산성지와 70g/m²의 중성지를 사용하였다.

2.1.2 도공안료 및 바인더

도공용 안료로는 1급 클레이, 2급 클레이 2종류와 탄산칼슘 슬러리를 사용하였다(Table 1). 도공용 바인더로는 현재 제지업계에서 일반적으로 사용되고 있는 SB계 兩性 라텍스와 음이온성 라텍스를 사용하였고(Table 2), 증점제로 중합도 220~250, 분자량이 4~5만인 CMC를 사용하였다.

2.1.3 분산제, 윤활제, 내수화제 및 알칼리

무기 안료의 분산을 위해 polyacrylic acid 계통의 WY-117을 사용하였으며, 윤활제로는 calcium stearate류의 Nopcote C-104를 사용하였다. 내수화제로는 ammonium zirconium carbonate형의 Insola(AZC-8000)를 사용하였다. 도공액의 pH를 조절하기 위해서 NaOH

Table 1. Properties of paper coating pigments

Pigments	Solids content(%)	pH	Viscosity(cPs)*	Mean particle size(μ m)
Calcium Carbonate	30	9.35	180	0.67
No. 1 Clay	50	6.30	15.2	0.3
No. 2 Clay	50	6.18	12.4	1

*Brookfield viscometer, 30rpm.

Table 2. Properties of paper coating binders

Binders	Solids content (%)	pH	Viscosity (cPs, 30rpm)	Particle size (\AA)	Tg($^{\circ}$ C)	Isoelectric point
SB amphoteric latex	50.0	8.96	47.7	1820	19	pH 3.5
SB anionic latex	50.1	7.90	51.0	1710	17	-

(1N)를 사용하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 종이의 물성 측정

도공 원지는 다음의 시험법을 이용하여 물성을 측정하였다.

(가) 표면 pH 측정

종이의 표면 pH는 지표면 pH 지시약을 사용하여 측정하였다.

(나) 백색도 및 불투명도

백색도는 Hunter 반사율계로 청색필터를 사용하여 측정하였고, 불투명도는 녹색필터를 사용하여 1매의 종이에 표준백판(R_1) 또는 표준흑판(R_2)을 이면에 받히고 측정하였다.

(다) 평활도 및 광택

평활도는 Smoothness Tester(Bekk Type)를 사용하여 측정하였고, 백지 광택은 Gloss meter($75^{\circ} \sim 75^{\circ}$)를 사용하여 측정하였다.

(라) 투기도 및 두께

투기도는 Gurley Densometer를 사용하여 내통의 하강량을 100mL로 하여 측정하였다. 두께는 Thickness tester를 사용하여 측정하였다.

2.2.2 도공액의 제조

클레이에 분산제를 안료 중량에 고흡분 대비

0.05pph 첨가하여 고속 분산기(Kady mill)를 이용하여 20분간 분산시킨 후에 CaCO_3 슬러리를 클레이의 분산액 중에 첨가하여 재분산시켰다. 최종 도공액의 배합 조건은 Table 3에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 도공액의 배합은 모든 배합 조건을 동일하게 설정하고 단지 2종류의 라텍스와 CMC의 첨가유무에 따라서 pH를 8.5로 조절한 후 전체 고흡분 농도를 55%로 하여 4종류의 도공액을 제조하였다.

2.2.3 도공액의 물성 측정

도공액의 저전단 점도는 소형 샘플 어답터를 부착한 Brookfield형 점도계(100rpm)로 측정하였고, 고전단 점도는 Hercules 타입의 고전단 점도계로 측정하였다. 도공액의 pH는 pH meter를 사용하여 측정하였고, 보수성은 중량 측정법(A-GWR)으로 측정하였다.

2.2.4 도공지 제조 및 슈퍼캘린더링 처리

2.2.3항의 4가지 도공액을 원지(산성지, 중성지)에 각각 실험실용 bar(No. 8)를 이용하여 도공량을 $15 \pm 1 \text{g/m}^2$ 으로 편면도공하였다. 도공 후 도공지를 105 $^{\circ}$ C의 열풍 순환식 건조기에서 30초간 건조시켰다. 건조된 도공지는 TAPPI standard T 402 om-88에 의거 온도 $23 \pm 1^{\circ}$ C, 상대습도 $50 \pm 2\%$ 의 항온항습 조건에서 24시간 조습처리 후 실험실용 슈퍼캘린더로 캘린더링 처리를

Table 3. Coating color formulation

Color		Color A ^{*1}	Color B ^{*2}	Color C ^{*1}	Color D ^{*2}
Pigment	No. 1 Clay	35	35	35	35
	No. 2 Clay	35	35	35	35
	Calcium Carbonate	30	30	30	30
Binder	SB amphoteric latex	15	-	15	-
	SB anionic latex	-	15	-	15
Thickener	CMC	-	-	0.4	0.4
Dispersant	0.05	0.05	0.05	0.05	
Insolubilizer	0.4	0.4	0.4	0.4	
Lubricant	1.0	1.0	1.0	1.0	
Solids Content(%)	55				

*1. SB amphoteric latex. *2. SB anionic latex.

하였다. 캘린더링 조건은 nip압력을 70 kg/cm, 온도를 70℃로 하여 2회 통과시켰다.

2.2.5 도공지 분석

도공지의 광학적인 성질은 2.2.1항의 (다), (라)와 같은 방법으로 측정하였고, 도공지의 인쇄적성은 RI-Ⅲ 인쇄적성 시험기를 이용하여 인쇄광택, 표면 강도, 잉크 수리성, 잉크 세트성 및 잉크 착색성 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 도공원지의 물성 비교

도공원지의 물성 측정 결과를 Table 4에 나타

Table 4. Physical properties of base papers

Properties	Acid paper	Alkaline paper
Grammage(g/m ²)	84.0	70.0
Thickness(μm)	105.0	91.0
Surface pH	4.9	6.1
Internal bond strength(ft-lb×10 ³ /in ²)	164.9	239.4
Opacity(%)	73.5	70.3
Brightness(%)	82.2	84.7
Sheet gloss(%)	8.3	6.7
Smoothness(sec)	23.3	18.1
Air permeability(sec)	20.7	27.5

내었다. 표에서 알 수 있듯이 산성지와 중성지간의 표면 pH는 각각의 초지조건에 따라 서로 다를 수 있다.

도공원지의 표면 pH 측정 결과, 산성지는 4.9, 중성지는 6.1을 나타내었다. 이러한 원지의 표면 pH는 도공액과 원지표면의 계면에서 형성되는 도공액의 콜로이드적인 계면특성에 변화를 주어 도공층의 공고화 과정에 커다란 영향을 미칠 수 있다고 사료된다.

3.2 pH의 변화에 따른 도공액의 점도 및 탈수량의 변화

Fig. 1은 pH의 변화에 따른 도공액의 점도를 나타낸 것이다. 알칼리 영역에서는 2종류의 라텍스 모두 유사한 점도거동을 나타내고 있으나 중성 및 산성 영역으로 이동할수록 점도가 증가하는 경향을 나타내고 있다. 특히 兩性 라텍스를 배합한 도공액은 pH 7.5를 기점으로 음이온성 라텍스를 배합한 도공액보다 점도가 급격하게 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이러한 도공액의 점도 경향은 안료입자 상호간 결합형태 및 라텍스 입자 표면의 전하 밀도가 변화됨으로서 나타나는 현상으로 사료된다. 즉, 兩性 라텍스를 배합한 도공액은 pH가 중성 및 산성영역으로 이동할수록 라텍스 입자 표면의 아미노기가 해리되어 서서히 양이온성을 띠게 됨에 따라 음전하를 띠는 안료 입자와 정전기적인 상호작용으로 안료간 결합을 증대시켜 도공액의 점도가 상승하였다. 반면에 음이온성 라텍스를 배합한 경우는 pH가 떨어지면서 클레이

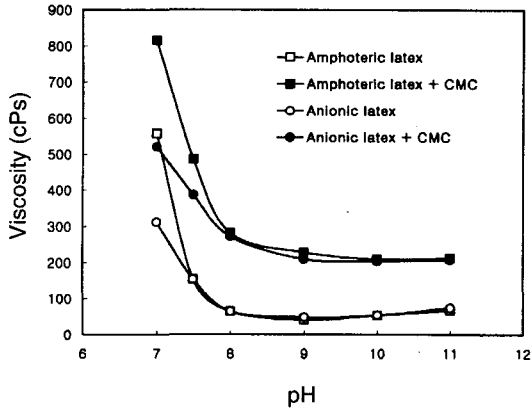


Fig. 1. Effect of pH on coating color viscosity(55% Solids, 34S, 100rpm).

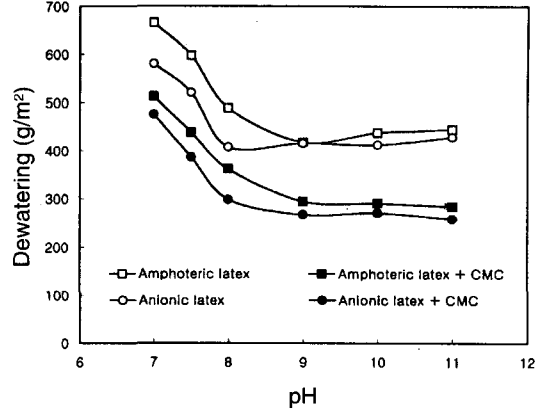


Fig. 2 Effect of pH on coating color dewatering(55% Solids, 2bar, 2min).

안료 입자의 모서리 부근의 전하가 양전하로 반전되어 클레이 입자간의 결합형태가 card-house 구조로 응집되어 점도가 서서히 증가하였다. 그러나 pH 7.5 이하에서 음이온성 라텍스의 점도 상승폭은 兩性 라텍스를 배합한 도공액의 경우보다 낮았다.

이러한 점도 경향은 라텍스에 CMC를 사용한 도공액에서도 유사한 경향을 나타내고 있으며 CMC를 첨가함으로써 도공액 구성성분간의 상호작용이 증대되어 도공액의 점도가 증가한 경향을 볼 수 있다.

Fig. 2는 pH 변화에 따른 도공액의 탈수량 변화를 나타낸 것이다. 알칼리 영역에서는 라텍스의 종류에 관계없이 유사한 탈수량을 나타내고 있으나 중성 및 산성 영역으로 이동함에 따라 탈수량이 증가되는 경향을 나타내고 있다. 특히 兩性 라텍스를 배합한 도공액의 탈수량이 음이온성 라텍스를 배합한 도공액에 비해서 크게 증가하였다. 이러한 경향은 CMC를 사용한 도공액에서도 유사한 경향을 나타내었으나 전체적으로 탈수량이 감소된 경향을 나타내었다. 이를 통해 도공액의 탈수량은 안료 입자와 라텍스 입자간의 상호작용, 안료간 결합형태 및 수용성 바인더의 존재유무에 따라서 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다.

즉, 산성영역에서 兩性 라텍스를 배합한 도공액의 탈수량이 크게 증가한 것은 클레이 안료입자의 모서리 부근이 양전하로 하전됨에 따라 안료 입자 상호간 card-house 구조의 형성과 라텍스 입자의 아미노기의 해리로 인한 양전하 밀도가 증가됨

으로서 습윤 도공층 구조가 보다 bulky해져 많은 양의 물이 탈수되었다고 사료된다. 음이온성 라텍스를 배합한 경우에는 양전하로 하전된 클레이 입자의 모서리 부근에 달라붙어 edge-edge의 결합 형태가 적층적으로 쌓이게 되면서 탈수량이 감소한 것으로 사료된다. 반면, 알칼리 영역에서는 兩性 라텍스나 음이온성 라텍스의 탈수량이 비슷하였는데 이는 pH가 증가되면서 라텍스 입자의 카르복실기가 해리되어 물분자를 둘러싸고 있기 때문에 탈수량이 적어지는 것으로 사료된다.

또한 CMC를 사용하게 되면, CMC의 친수성 관능기가 물분자와 수소결합을 통해 탈수량이 적어져 보수성이 개선됨을 알 수 있었다.

따라서 도공액의 점도 및 탈수량의 측정결과로부터 兩性 라텍스를 배합한 도공액은 pH 7~8 부근에서 라텍스 입자 표면의 아미노기가 해리되어 안료 및 도공성분과 강한 상호작용을 유발한다고 할 수 있으며, 兩性 라텍스에 CMC를 첨가하면, 라텍스와 CMC간의 network 구조를 형성하여 도공액 구성성분간 상호작용을 증대시켜 부동화가 빠르고 bulky한 도공층 형성을 기대해 볼 수 있다.

3.3 도공지의 물성 평가

3.3.1 도공지의 평활도

Fig. 3은 도공지의 평활도를 나타낸 것이다.

평활도는 도공지 표면의 구조적인 특성을 나타내는 것으로서 종이 자체의 촉감이나 시각적인 평가와 관계된다. 또한 도공지 표면의 빛의 반사 정도에 따라 광택에 영향을 미치며 인쇄시 잉크를 받아들이며 망점의 재현성에 영향을 미치는 인자로 작용한다. 그림에서 볼 수 있듯이 두 종류의 도공원지에서 兩性 라텍스를 사용한 도공지의 평활도가 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 우수하였다. 특히 CMC를 첨가한 경우 CMC를 첨가하지 않은 경우보다 도공지의 평활도가 더욱 개선된 것을 알 수 있었다. 이것은 兩性 라텍스와 CMC를 배합한 도공액이 표면 pH가 산성인 도공원지의 영향을 받아 라텍스 입자의 양이온성 관능기가 CMC와의 상호작용으로 network 구조를 형성하여 셀룰로오스 섬유, 안료 및 물분자와 강하게 상호작용하여 card house 구조의 필터케이크층을 형성함으로써 부동화가 촉진된 결과로 사료된다. 따라서 兩性 라텍스를 사용한 도공지가 음이온성 라텍스를 사용한 도공지보다 바인더의 원지내부 및 도공층 표면으로의 침투를 억제시켜 부피가 크고 평활한 도공층을 형성하였다. 반면에 음이온성 라텍스를 사용한 도공지의 경우에는 도공시 원지내부로의 도공액의 침투, 바인더 마이그레이션의 발생 및 건조시 원지표면의 거칠기에 따라 도공층이 형성됨으로서 도공지의 피복율을 떨어뜨려 불균일한 도공층 표면을 형성하여 평활도를 저하시켰다고 사료된다.

3.3.2 도공지의 백지광택

Fig. 4에서 보는 바와 같이 兩性 라텍스를 사용한 도공지가 음이온성 라텍스를 사용한 경우에 비해서 백지광택이 더 우수하게 나타났다. 이는 兩性 라텍스를 사용한 도공액이 음이온성 라텍스를 사용한 도공액에 비해서 원지표면에서 빠르게 부동화되고 고착화되기 때문에 원지표면의 피복율이 향상되어 도공지의 광택이 우수하였다. 그러나 CMC를 첨가한 도공지의 경우에는 광택이 떨어지는 것을 볼 수 있었는데, 이는 CMC를 첨가한 후 CMC와 물분자간의 수소결합 형태가 도공액이 건조되는 동안 CMC등이 건조열에 의해 수축되고 물분자의 증발에 의한 보다 많은 공극을 형성함으로써 정반사율 보다 난반사율이 높아져 나타난 결과로 사료된다.

3.3.3 도공지의 인쇄광택

일반적으로 도공지의 인쇄광택은 주로 도공지 표면의 거칠기(roughness)와 도공층의 흡수성에 의해서 많은 영향을 받는다.⁷⁾ 즉, 인쇄 광택은 인쇄시 잉크가 도공층에 보다 많이 흡수됨에 따라서 감소하게 되는데, 이를 통해 인쇄잉크 중 유체성분의 침투정도를 알 수 있다⁸⁾. 따라서 잉크의 세팅속도가 빠를수록 인쇄광택이 저하되는 경향이 있으나, 본 실험에서는 Fig. 5에서 알 수 있듯이 백지광택이 우수한 도공지가 인쇄광택 또한 우수함을 알 수 있었다. CMC를 첨가한 도공지의 경

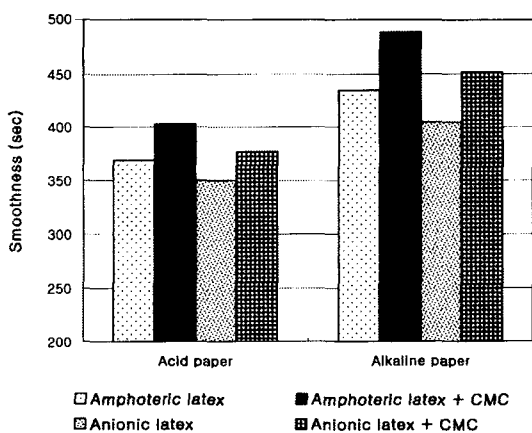


Fig. 3. Smoothness of coated papers.

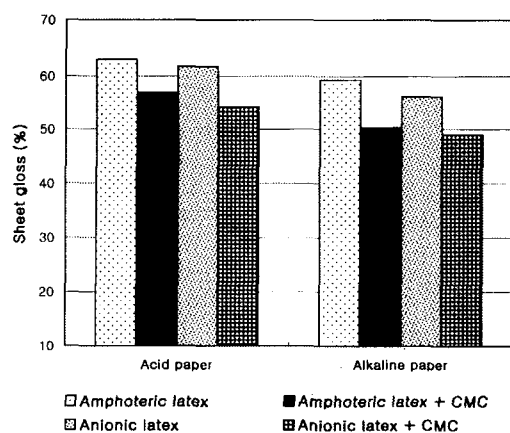


Fig. 4. Sheet gloss of coated papers.

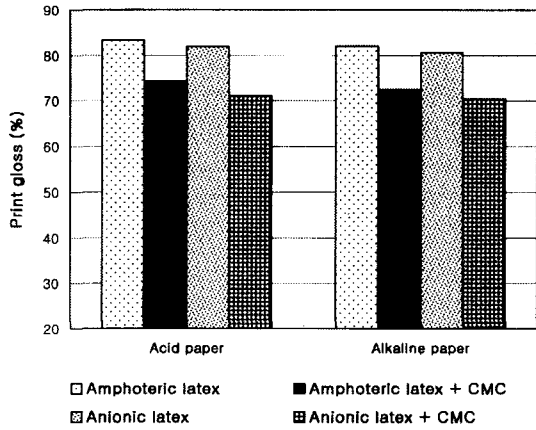


Fig. 5. Print gloss of coated papers.

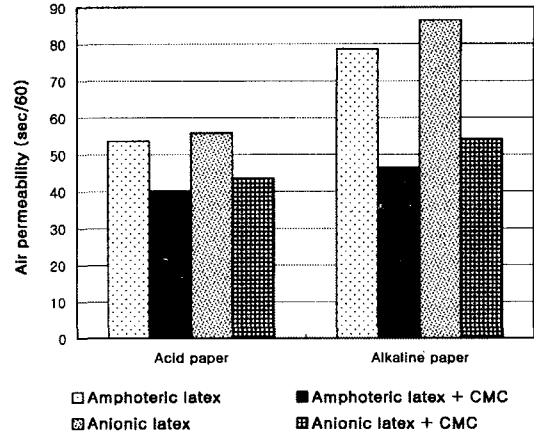


Fig. 6. Air permeability of coated papers.

우에는 미세공극이 증대되어 인쇄시 잉크세팅이 빨라져 잉크 피막면의 평활성이 저하되기 때문에 인쇄광택이 CMC를 사용하지 않은 경우에 비해서 다소 떨어짐을 알 수 있다. 따라서 인쇄광택에 현저한 영향을 미치는 인자는 도공지 자체의 백지광택이라 할 수 있으며, 전이된 인쇄잉크의 분포도 역시 중요한 영향을 미친다고 할 수 있다. 즉, 전이된 잉크의 양이 많고 균일한 도공지가 인쇄광택이 높은 반면에 전이된 잉크의 양이 적고 불균일하면 도공지의 광택이 측정 부위별로 불균일하고 그 값이 낮음을 알 수 있었다. 다른 한편으로는 도공층 표면의 평활성의 차이로 볼 수 있는데, 兩性 라텍스를 사용한 도공지가 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 도공층 표면이 더 평활하여 잉크 수리성 및 잉크의 보유율이 우수한 결과로 광택이 증가하였다고 할 수 있다.

3.3.4 도공지의 투기도

투기도가 양호할 경우 웹 오프셋 인쇄시 블리스터링 현상이 감소하는 것으로 알려져 있는데, Fig. 6에서 볼 수 있듯이 兩性 라텍스를 사용한 도공지의 경우 투기도가 양호한 것으로 보아 공극이 많고 bulky한 도공층이 형성된 것을 알 수 있었다. 특히, CMC를 첨가한 도공지의 경우에는 도공지의 투기도가 현저하게 개선되는 것을 알 수 있었다. 또한 중성원지보다 산성원지를 사용한 경우 투기도가 우수하게 나타난 것은 도공시 원지 표면의 pH의 영향으로 표면 pH가 서로 다른 산

성지와 중성지에서 라텍스와 도공원지간의 반응성의 차이로 인하여 상대적으로 pH가 낮은 산성지에서 원지표면 및 안료와 강한 상호작용으로 부동화가 빠르게 일어나 bulky한 다공성의 공극구조를 형성시켰기 때문이라고 사료된다. 이외에 도공원지의 투기도에 의한 차이도 고려해 볼 수 있다. 그러나 중성지에서도 兩性 라텍스를 사용한 도공지가 음이온성 라텍스를 사용한 경우에 비해서 투기도가 우수함을 알 수 있었다.

한편 CMC를 사용한 도공지의 경우에는 CMC와 라텍스 입자간의 상호작용으로 안료 및 물분자와 강하게 결합하고 있기 때문에 건조시 이러한 수분이 미세한 공극으로 치환되어 좀더 bulky한 다공성의 공극 구조를 형성시켰다고 분석된다.

3.4 도공원지 및 라텍스의 종류에 따른 도공지의 인쇄적성 평가

3.4.1 도공지의 잉크 수리성

Fig. 7은 도공지의 잉크 수리성을 측정한 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 두 종류의 도공원지에서 兩性 라텍스를 사용한 도공지의 잉크수리성이 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 더 우수하였다. 여기에 CMC를 첨가함으로써 전반적으로 잉크 수리성이 개선되었음을 알 수 있다. 특히, 兩性 라텍스와 CMC를 혼합 사용한 도공지의 잉크 수리성이 현저하게 개선된 점을 알 수 있는데,

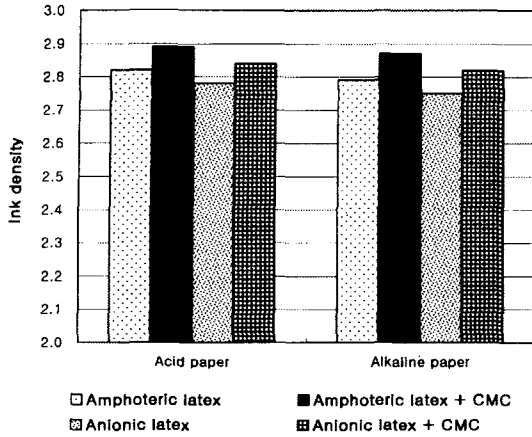


Fig. 7. Ink receptivity of coated papers.

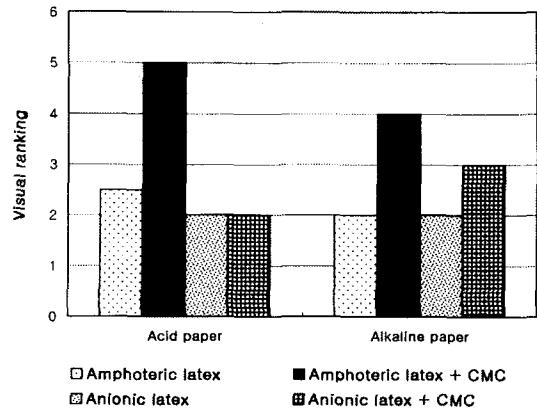


Fig. 8 Wet ink receptivity of coated papers (5:Good, 1:Poor).

이는 兩性 라텍스와 CMC간의 상호작용으로 다공성의 bulky한 도공층 구조를 형성하였기 때문에 인쇄시 인쇄잉크의 빠른 흡수와 전이가 일어나 인쇄잉크의 전이량이 음이온성 라텍스를 사용한 경우에 비해서 많아졌음을 알 수 있다. 반면에 음이온성 라텍스를 사용한 도공지의 도공층 구조는 도공원지 및 안료와 동일한 전하를 가지고 있기 때문에 도공 직후 수분 및 바인더의 이동이 증가되어 도공층의 구조가 치밀화되어 인쇄잉크의 흡수공간이 적어 인쇄잉크의 전이가 늦어진 것으로 사료된다.

3.4.2 도공지의 흡수 착육성

Fig. 8은 도공지의 흡수 착육성을 평가한 결과이다. 흡수 착육성은 축임물을 사용한 후에 인쇄된 인쇄면을 살펴봄으로써 도공층 표면의 평활성과 표면과 내부의 공극구조 및 그 분포를 간접적으로 확인해 볼 수 있는 방법으로 공극이 많고 평활한 도공지일수록 축임물의 흡수가 빠르고 뒤이은 인쇄잉크가 우수하게 안착한다고 할 수 있다. 측정결과 兩性 라텍스를 사용한 도공지가 음이온성 라텍스를 사용한 경우에 비해서 잉크 착육성이 우수하였다. 이는 앞서 도공지의 투기도의 경우에서 살펴보았듯이 兩性 라텍스를 사용한 도공지가 표면이 평활하고 균일한 다공성의 도공층 구조를 갖고 있기 때문에 축임물의 흡수가 빠르고 인쇄후 잉크의 착육성이 우수하다는 것을 알 수

있었다. 여기에 CMC를 첨가한 도공지의 경우 다공성 구조가 증대되어 축임물의 흡수가 빠르게 일어나 잉크 착육성의 현저한 개선효과를 볼 수 있었다.

반면에 음이온성 라텍스를 사용한 도공지의 경우에는 흡수 착육성이 떨어지는 것을 알 수 있는데, 이는 도공층 표면과 내부의 공극구조 및 공극 분포가 상대적으로 적다는 것을 의미하며 그결과 축임물의 흡수가 느리고 잉크의 전이가 불량하다는 것을 알 수 있다.

3.4.3 도공지의 잉크 세트성

Fig. 9는 도공지의 잉크 세트성을 나타낸 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 兩性 라텍스를 사용한 도공지의 잉크세트성이 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 우수하였다. 특히 兩性 라텍스에 CMC를 사용한 도공지의 경우 잉크 세트성이 현저하게 개선됨을 알 수 있다. 즉, 兩性 라텍스를 사용한 도공지는 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 도공층 표면 및 내부에 공극이 많은 다공성의 도공층을 형성함으로써 인쇄잉크중의 유동성분인 vehicle이 빠르게 침투되어 인쇄잉크의 세팅속도가 빠르기 때문에 인쇄잉크의 뒷묻음 현상이 적다는 것을 의미한다. 이러한 도공층의 공극 분포 및 인쇄잉크의 세팅속도는 CMC를 사용함으로써 극대화되었다고 사료된다. 반면에 음이온성 라텍스를 사용한 도공지의 경우에는 도공층이 치

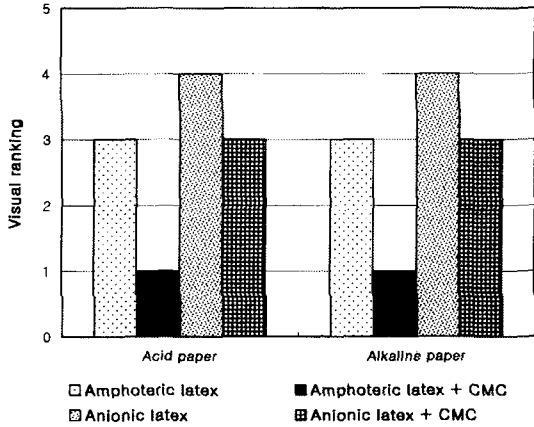


Fig. 9. Ink set off of coated papers(5:Bad 1: Good).

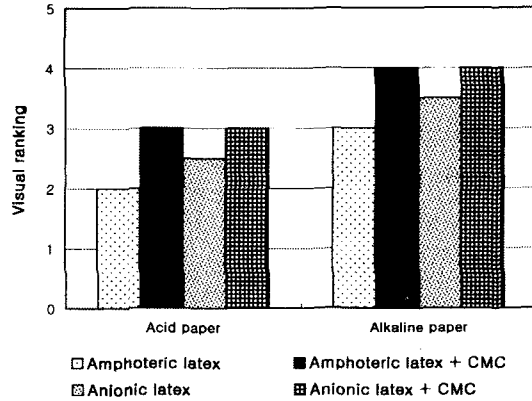


Fig. 10. Dry pick strength of coated papers (5:Good, 1:Poor).

밀하여 vehicle의 침투 및 잉크의 세팅속도가 느리게 일어나 세트성이 떨어짐을 알 수 있다.

3.4.4 도공지의 표면 강도

Fig. 10은 도공지의 표면강도로서 dry pick 강도를 나타낸 결과이다. 그림에서 알 수 있듯이 兩性 라텍스를 사용한 도공지는 음이온성 라텍스를 사용한 도공지에 비해서 dry pick 강도가 다소 떨어짐을 알 수 있다. 그러나 CMC를 혼합 사용함으로써 dry pick 강도가 음이온성 라텍스와 유사한 pick 강도를 나타내었다. 이는 兩性 라텍스 입자와 CMC가 network 구조를 형성하였을 뿐만 아니라 도공액의 보수성을 증대시켜 Binder migration을 억제함으로써 안료 및 원지 표면을 강하게 결착시킨 결과로 판단된다. 따라서 兩性 라텍스와 CMC를 사용하게 되면 도공지가 더 부피가 크고 다공성의 도공층 구조를 갖음은 물론 인쇄시 강한 인압, 높은 인쇄잉크의 TV, 빠른 인쇄속도 등에 도공층 구조가 파괴되거나 도공층이 섬유와 함께 뜯기는 현상을 감소시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다. 반면에 음이온성 라텍스를 사용한 도공지는 도공층 구조가 치밀한 구조로 되어 있어 다소 높은 pick 강도를 나타내었다.

Fig. 11은 도공지의 wet pick 강도를 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 兩性 라텍스를 사용한 도공지의 wet pick 강도는 음이온성 라텍스를 사용한 경우와 다소 높거나 유사한 pick 강도를 나타내고 있으나 CMC를 첨가함으로써 이

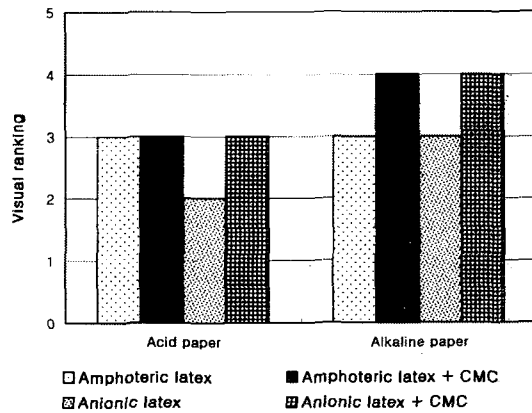


Fig. 11. Wet pick strength of coated papers (5:Good, 1:Poor).

온적인 결합을 유도하여 wet pick 강도가 향상된 결과를 보이고 있다.

3.4.5 라텍스 입자와 CMC간의 상호작용

도공층의 공고화(consolidation) 과정은 크게 3단계 과정을 거치면서 진행된다⁹⁾고 사료된다. 즉, 도공액의 점도 측정 결과에서 알 수 있듯이, 알칼리 영역에서는 안료, 라텍스 입자 및 CMC가 양호한 분산상태를 유지하고 있으나 pH가 산성영역으로 이동할수록 兩性 라텍스 입자의 아미노기가 해리되어 양전하 밀도가 증가하여 음전하를 띠는 CMC와 국부적인 응집을 발생시키게 된다(1

단계). 다음으로 라텍스 입자와 CMC간의 국부적인 응집체는 다른 응집체간의 network 구조를 형성하게 된다(2단계). 이러한 구조는 안료 입자들간의 상호작용을 증대시켜 card-house 구조의 3차원 network 구조를 형성하는 것으로 판단된다(3단계). 마지막으로 이러한 3차원 network 구조는 건조과정에서 안료와 안료간, 안료와 원지 표면간 접점을 강하게 결착 및 응집시켜 공고화되는 것으로 사료된다.

따라서 兩性 라텍스 자체만을 사용한 도공지에 비해서 兩性 라텍스와 CMC를 사용하게 되면, 도공성분간 상호작용을 극대화시켜 도공지의 pick 강도를 개선시킬 수 있다고 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 兩性 라텍스를 사용할 때 결점으로 나타나는 도공지의 표면강도 저하 현상과 도공지의 품질을 개선하기 위하여 SB계(兩性, 음이온성) 라텍스로 제조된 2종류의 도공액과 여기에 CMC의 첨가유무에 따른 2종류의 도공액을 제조하여 산성원지와 중성원지에 도공한 후 이들의 광학적인 성질과 인쇄적성을 비교함으로써 이들이 도공층 구조 및 도공지 물성에 미치는 영향을 살펴보았다. 또한 兩性 라텍스와 CMC간의 상호작용이 도공층 구조 및 도공지의 표면강도에 미치는 영향을 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

兩性 라텍스는 도공원지의 표면 pH 및 건조공정에서 휘발성 알칼리 물질의 증발로 인해 도공층의 pH가 저하되면서 라텍스 입자 표면의 관능기가 해리되어 안료와 안료간, 도공액과 원지 표면간 상호작용을 증대시키는 것으로 나타났다. 특히 兩性 라텍스 입자표면의 아미노기는 pH 7~8부근에서 해리가 시작되어 도공액의 콜로이드적인 성질 및 계면 특성을 변화시키는 것으로 나타났다. 그 결과 음이온성 라텍스에 비해서 산성원지와 중성원지 표면에서 부피가 크고 평활하며 다공

성의 도공층 구조를 형성시켰다.

兩性 라텍스와 CMC를 사용한 도공지는 라텍스만을 사용한 경우보다 도공지의 광택은 떨어지나, 투기도, 평활도 등의 물성과 잉크 수리성, 잉크 세트성 및 잉크착육성 등의 인쇄적성을 향상시켰다. 특히 도공지의 표면강도를 개선시키는 것으로 나타났는데, 이는 라텍스 입자와 CMC간의 정전기적인 상호작용으로 network 구조를 형성하여 안료와 안료간, 안료와 원지표면간 접점을 강하게 결착시킨 결과로 사료된다.

지금까지 살펴본 결과로 볼 때, 兩性 라텍스는 도공원지의 종류에 관계없이 도공지의 광학적 성질과 인쇄적성을 개선시킴에 따라 중성원지에도 적용 가능성을 시사하고 있다.

인용문헌

1. Hua, X., Tanguy, P.A., Ruonan, L. and Wagner J.V., Tappi J.79(5):112(1996).
2. Branston, R.E., "The performance of styrene/butadiene and acrylic latices in papercoating applications," Coating Binders Short Course, 1996.
3. Patton, T.C., Tappi J. 53(3):42(1970).
4. Yong-Kyu Lee, Kuga, S., Onabe, F. and Usuda, M., J. Japan Tappi, 46(2):72(1992).
5. Eisuke, S., Yukie, M., Kohji, T. and Akira, N., J. Japan Tappi, 48(1):197(1994).
6. Yong-Kyu Lee, J. Korea Tappi, 27(2), 1995.
7. Aspler, J.S., Lepoutre, P., "The Transfer and Setting of ink on Coated paper: A Review" in Symposium on Papercoating Fundamentals, 1991, p. 77.
8. Leopoutre, P., DeGrace, J.H., and Mangin, P.J., Tappi J., 62(5):33(1979).
9. Yamada, H., Ogawa, A., Matsuda, S. and Okajima, K., Proc. 33-A, p.152, 1996.