

코팅원지 및 바인더가 코팅지의 인쇄적성에 미치는 영향

이용규 · 황석우

강원대학교 산림과학대학 제지공학과, 춘천 200-701

(1997년 12월 10일 받음, 1997년 12월 22일 최종수정본 받음)

Effect of Base Paper and Binder on the Printability of Coated Paper

Yong Kyu Lee, Seok Woo Hwang

Dept. of Paper Science & Engineering, Kangwon National University, Chunchon
200-701

(Received 10 December 1997, in final form 22 December 1997)

Abstract

This research was carried out to investigate the effect of base paper and latex binder on printability and optical properties of coated paper. Especially, it examined the effect of the pH of base paper surface and functional groups of latices on the interactions between coating color components and on the structure of coated layer.

It was found that the behavior of coating color containing amphoteric latex depends on the pH in the boundary region between coating color and base paper. Thus, the coating color formulated with amphoteric latex formed bulky coating layer by inducing stronger interaction between paper surface and coating components than the coating color with anionic latex.

The coated paper with amphoteric latex showed better optical properties (i.e. gloss and opacity) and printability (i.e. ink receptivity, wet ink receptivity, and ink set off) than the conventional anionic latex in the acidic and alkaline paper. However, dry pick strength of the coated paper was less decreased. This result indicated that amphoteric latex could also be applied practically to the alkaline paper.

1. 서 론

코팅을 하는 목적은 종이의 표면 특성, 광학적 성질 및 인쇄적성을 개선시키는데 있다. 코팅지는 원지 위에 형성되는 코팅층의 구조에 따라 광학적인 성질 및 인쇄적성 등에 영향을 미치게 된다. 즉, 이러한 특성이 우수한 코팅지를 제조하기 위해서는 코팅층 표면의 평활성, 코팅층 내부의 공극율 향상 및 바인더 마이그레이션을 억제해야 한다. 코팅층 구조는 코팅액의 보수성, 부동화점 및 구성 성분간의 상호작용 등에 의해 영향을 받으며, 코팅원지의 물성, 코팅액과 원지와의 상호작용에 의해서도 큰 영향을 받는다¹⁾. 따라서 고품질의 코팅지를 생산하기 위해서는 코팅 소재의 개발과 아울러 코팅원지의 개발이 중요하다. 특히 원지의 지합은 코팅지의 품질에 큰 영향을 미친다고 알려져 있다.

일반적으로 원지는 코팅층의 지지체로서 코팅지 무게의 70%이상을 차지하며 사이징 처리방법에 따라 코팅층 구조 형성 및 최종 인쇄품질에 많은 영향을 미친다. 또한 원지는 초지조건에 따라 표면의 pH가 다르며 물과 접촉하였을때 일반적으로 음전하로 하전된다. 따라서 기존의 음이온성 라텍스를 배합한 코팅액을 원지에 도포하면 코팅과정에서 동일 전하를 나타내기 때문에 건조 공정 말기까지 바인더의 이동이 자유롭게 되어 코팅층내의 바인더 분포가 불균일하게 되어 코팅지의 품질에 악영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이러한 바인더 마이그레이션은 코팅층의 표면강도, 공극율, 잉크 흡수 특성을 떨어뜨리는 등 코팅지 품질을 저하시키는 원인이 되고 있다^{2,3)}. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 코팅액 구성성분간의 표면 전하를 제어하기 위한 연구와 완전 양이온성 코팅액 시스템으로 전환하여 코팅액 구성성분간 상호작용을 극대화하려는 연구가 진행되고 있다^{4~6)}. 이러한 연구의 일환으로 라텍스 입자의 표면전하를 제어할 수 있는 兩性 라텍스의 개발과 적용에 관한 연구가 진행되어 왔다^{7~10)}.

특히 코팅액의 콜로이드적인 상호작용을 컨트롤하여 코팅액의 유동특성 및 코팅지의 물성을 개선시키려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 따라 산성지에 兩性 라텍스를 배합한 코팅액을 도포하여 안료와 라텍스간의 상호작용 및 코팅액과 원지와의 상호작용을 유도함으로써 코팅지 물성을 개선시킬 수 있다는 연구 결과가 보고되고 있다¹¹⁾. 즉, 兩性 라텍스는 pH에 의해 입자 표면의 전하를 반전시킬 수 있는데 이러한 특성을 이용하면 코팅액의 유동특성 및 콜로이드적인 성질을 제어할 수 있다. 따라서 코팅과정에서 兩性 라텍스 입자는 안료 입자 및 원지표면의 섬유와 정전기적으로 결합하여 코팅층 표면으로의 바인더 마이그레이션 및 원지 내부로의 침투를 억제하여 부동화를 촉진시키고 원지 표면의 피복성을 개선시켜 코팅지의 물성을 개선시킨 연구가 보고되고 있다¹²⁾. 그러나 중성지에 대해서는 이와 같은 연구가 아직 이루어지지 않고 있어 중성 코팅 원지에 兩性 라텍스의 적용가능성에 대한 의문이 대두되고 있다.

따라서 본 논문에서는 코팅과정 및 건조과정에서 코팅원지의 표면 pH와 라텍스 이온

기가 코팅액 구성성분간의 상호작용 및 코팅액과 원지표면간의 상호작용에 미치는 영향을 검토하였으며, 兩性 라텍스와 음이온성 라텍스를 배합한 코팅액을 산성 및 중성 초지 조건으로 제조한 코팅원지에 각각 도포하여 인쇄용지로 사용되는 코팅지의 광학적인 성질 및 인쇄적성을 비교 평가하였다. 또한 중성 초지 조건으로 제조된 코팅 원지에 兩性 라텍스의 산업적인 적용 가능성을 검토하였다.

2. 실험

2.1 공시 펄프 및 기타 첨가제

실험실 초지는 공시 펄프로 GP사의 Hudson HW-BKP와 SW-BKP를 사용하였으며, 충전제로 탈크와 탄산칼슘(GCC)를 사용하였다. 내침 사이즈제로 산성초지의 경우 로진을 사용하였고, 중성 초지의 경우는 AKD를 사용하였다. 보류제로는 알럼과 양이온성 전분을 사용하였다.

2.2 코팅안료 및 바인더

코팅용 안료는 입자경이 0.3 μ m인 No.1 클레이와 1 μ m인 No.2 클레이를 사용하였으며 0.67 μ m인 No.1 틴신칼슘 슬러리를 사용하였다. 코팅용 바인더로는 실험실에서 합성한 아크릴계 兩性 라텍스와 음이온성 라텍스를 사용하였고¹³⁾, 현재 제지업계에서 일반적으로 사용되고 있는 SB계 兩性 라텍스와 음이온성 라텍스를 사용하였다(Table 1).

Table 1. Physical properties of latices

Sample	Solid Content (%)	pH	Viscosity (cps,30rpm)	Particle size (A)	Tg (°C)	Isoelectric point (pH)
Acrylic amphoteric latex	49.1	8.73	25	1210	20	3.8
Acrylic anionic latex	50.5	7.70	33.1	1300	20.8	—
SB amphoteric latex	50	8.96	47.7	1820	19	3.5
SB anionic latex	50.1	7.9	51	1710	17	—

2.3 분산제, 윤활제, 내수화제 및 알칼리

무기 안료의 분산을 위해 폴리아크릴산 계통의 WY-117을 사용하였으며 윤활제로는 칼슘스테아레이트류의 Nopcote C-104를 사용하였고, 내수화제로는 암모늄지르코늄카보네이트형의 Insola를 사용하였다. 코팅액의 pH를 조절하기 위해서 알칼리로 NaOH(1N)를 사용하였다.

2.4 지료 조성

SW-BKP와 HW-BKP를 실험실용 벨리비터(valley beater)를 이용하여 Tappi standard T 200 om-85에 따라 각각 분리하여 고해하였다. 고해도는 Canadian Standard Freeness Tester로 각각 400ml(32°SR)로 조정된 후 침엽수 펄프와 활엽수 펄프의 비율을 2 : 8로 혼합하여 0.3% 농도로 희석한 후 각 첨가제를 이용하여 지료를 조성하였다. 지료 조성 조건은 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Furnish composition

Type Condition	Acid Furnish Composition	Alkaline Furnish Composition
Fiber	20/80 SW-BKP/HW-BKP	20/80 SW-BKP/HW-BKP
Freeness (CSF, mL)	400	400
Filler, %	15 % Talc	15 % CaCO ₃
Other additives	0.5 % Rosin size 2 % Alum	0.2 % Cationic starch 0.3 % AKD
Consistency	0.3 %	0.3 %
pH	4.5	8-9

본 실험에서는 산성지와 중성지 모두 충전제의 비율을 절건펄프대비 15part로 동일하게 하였다. 사이즈제는 산성초지의 경우 로진 사이즈제를 0.5part, 중성초지의 경우에는 AKD를 0.3part 사용하였다. 산성 초지의 경우는 알립을 절건 펄프대비 2part 정도 첨가하여 지료의 pH를 4.5로 조정된 후 초지하였고 중성지의 경우에는 pH를 8~9로 조정하

여 초지하였다.

2.5 수초지 제조

2.4항과 같이 준비한 지료를 가지고 William사의 Williams Standard Sheet Mould를 이용하여 $19.4 \times 19.9 \text{cm}^2 (\pm 1.0 \text{cm}^2)$ 의 종이를 제조하였다. 이때 수초지한 종이의 최종 평량은 70g/m^2 이었다. 수초지된 종이는 William사에서 제작한 Oil Hydraulic Press를 사용하여 압착하였는데, 프레스의 압력을 $1654 \text{kPa} (240 \text{psi})$ 로하여 6분간 압착시켰다. 압착시킨 종이는 동사의 건조기를 사용하여 가열 건조시켰는데 이때 하중을 준 상태에서 건조 온도는 $120^\circ\text{C} (240^\circ\text{F})$ 이상으로 10분간 건조시켰다

2.6 코팅원지의 칼렌더 처리

2.5항에서 얻은 원지를 TAPPI Standard T 402 om-88에 의거하여 온도 $23 \pm 1^\circ\text{C}$, 상대 습도 $50 \pm 2\%$ 의 항온항습 조건에서 24시간 조습처리한 후 실험실용 캘린더로 캘린더링 처리를 하였다. 이때 물의 선압은 200psi , 온도 70°C 로 1넵을 통과시켜 원지의 벌크(bulk)를 1.5에서 1.3으로 조정하였다.

2.7 종이의 물성 측정

실험실에서 초지한 코팅 원지는 다음의 시험법을 이용하여 물성을 측정하였다.

2.7.1 표면 pH 측정

종이의 표면 pH는 표면 pH 지시약을 사용하여 측정하였다.

2.7.2 백색도 및 불투명도

백색도는 Hunter 반사율계로 청색필터를 사용하여 측정하였고, 불투명도는 녹색필터를 사용하여 1매의 종이를 표준백판(R_1) 또는 표준흑판(R_2)으로 이면에 반히고 측정하였다.

2.7.3 평활도, 광택 및 투기도

평활도는 평활도 측정기(Bekk Type)를 사용하여 측정하였고, 백지 광택은 글로스미터($75^\circ - 75^\circ$)를 사용하여 측정하였다. 또한 투기도는 걸리덴소미터(Gurrley Densometer)를 사용하여 내통의 하강량을 100ml 로하여 측정하였다.

2.8 코팅액의 제조

클레이에 분산제를 안료 중량에 고휘분 대비 0.05part 첨가하여 고성능 분산기인 케디밀을 이용하여 20분간 분산시킨 후에 CaCO_3 슬러리를 클레이의 분산액 중에 첨가하여 재분산시켰다. 최종 코팅액의 배합 조건은 Table 3에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 코팅액의 배합은 모든 배합 조건을 동일하게 설정하고 단지 4종류의 바인더를 사용해서 pH를 8.5로 조절한 후 고휘분 함량을 55%로하여 A, B, C, D의 4가지 코팅액을 제조하였다.

Table 3. Coating color formulation

Color		Part
Pigment	No. 1 Clay	35
	No. 2 Clay	35
	CaCO_3 slurry	30
Latex	Acrylic amphoteric latex	15
	Acrylic anionic latex	
	SB amphoteric latex	
	SB anionic latex	
Dispersant		0.05
Insolubilizer		0.4
Lubricant		1.0
NaOH(10%)		0.13
Solid Content(%)		55

2.9 코팅액의 물성 측정

코팅액의 저전단 점도는 소형 샘플 어답터를 장착한 Brookfield형 점도계(No.34 spindle, 100rpm)로 측정하였고, 고전단 점도는 Hercules 타입의 고전단 점도계로 측정하였다. 코팅액의 pH는 pH 미터(Mettler Delta 340)를 사용하여 측정하였고, 보수성은 중량

측정법(AA-GWR)으로 측정하였다. 또한 코팅액 성분중의 안료와 바인더의 상호작용을 측정하기 위해서 원심분리기를 사용하여 각각의 코팅액 침강체적비를 계산하였다.

2.10 코팅지 제조 및 슈퍼 캘린더링 처리

2.8항의 4가지 코팅액을 원지(산성지, 중성지)에 실험실용 코팅로드(coating rod. No. 8)를 이용하여 코팅하였으며 코팅량은 편면에 $15 \pm 1 \text{g/m}^2$ 이 되도록 도포하였다. 코팅후 코팅지는 105°C의 열풍 순환식 건조기에서 30초간 건조시켰다. 건조된 코팅지는 Tappi standard T 402 om-88에 의거 온도 $23 \pm 1^\circ\text{C}$, 상대습도 $50 \pm 2\%$ 의 항온항습 조건에서 24시간 조습처리후 실험실용 슈퍼캘린더로 캘린더링 처리를 하였다. 이때 롤의 선압은 350 psi, 온도는 70°C였으며 2넙을 통과시켰다.

2.11 코팅지 분석

코팅지의 광학적인 성질은 2.7항의 2),3)과 같은 방법으로 측정하였고 코팅지의 인쇄적성은 RI II 인쇄적성 시험기를 이용하여 인쇄광택, 표면 강도, 잉크 수리성, 잉크 세트성 및 흡수 착색성 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 코팅원지의 물성

본 연구에서는 코팅원지의 표면 pH가 코팅층의 구조 형성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 산성 및 중성 초지조건으로 제조된 코팅원지에 각각 도포하여 코팅액과 원지표면간의 상호작용을 비교 검토함으로써 이들이 코팅지의 물성 및 인쇄적성에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다. 실험실 초지로 얻어진 코팅원지의 물성을 Table 4에 나타내었다.

Table 4. Physical properties of base papers

Properties	Acidic paper	Alkaline paper
Grammage (g/m ²)	70	70
Bulk(cm ³ /g)	1.314	1.257
Surface pH	3.9	5.8
Opacity	71.56	70.48
Brightness	82.54	84.19
Sheet gloss	14.1	18.1
Smoothness(sec)	58.8	80.7
Air permeability(sec)	14.6	22.4

Table 4에서 알 수 있듯이, 산성지와 중성지의 표면 pH는 각각의 초지조건에 따라 서로 다르게 나타났다. 일반적으로 중성지는 pH 8~9정도의 알칼리 영역에서 제조되는 관계로 표면 pH가 중성 이상일 것으로 예상되나 실험결과 중성지도 약산성을 나타내고 있었다. 이러한 원지의 표면 pH는 兩性 라텍스 입자 표면의 전하 변화를 유발함으로써 코팅액과 원지 표면간의 상호작용에 커다란 영향을 미칠 것으로 사료된다.

전반적으로 코팅원지의 광학적인 물성에는 별다른 차이가 발견되지 않았으나 중성지의 광택과 평활도가 산성지보다 우수하였고, 벌크와 투기도는 산성지가 더 우수하였다. 이는 산성지가 다공성의 부피가 큰 구조로 되어 있음을 알 수 있다.

3.2 라텍스 이온기가 코팅액의 물성에 미치는 영향

3.2.1 pH 변화에 따른 라텍스의 콜로이드적 계면 특성

Fig. 1은 pH 변화에 따른 라텍스 입자의 계면 동전위(electrophoretic mobility) 밀도 변화를 측정된 것이다. 음이온성 라텍스의 경우 전 pH 영역에서 음전하 밀도를 가지나 兩性 라텍스의 경우에는 알칼리 영역에서 중성쪽으로 이동할수록 음전하 밀도가 점차 감소하고 양전하의 밀도가 증가하면서 pH 4부근에서 전하의 반전이 일어났다. 즉, 알칼리 영역에서 兩性 라텍스는 입자표면의 카르복실기(-COOH)가 해리되어 -COO⁻가 되기 때문에 표면전하가 음전하로 변화되어 다른 음이온성 라텍스와 동일한 분산안정성을 가진다. 반면에 pH가 산성영역으로 이동하면서 불포화 아민기의 -NR₂가 -NR₂H⁺로 해리되어 양전하를 띠게 된다¹⁴⁾. 이와같이 兩性 라텍스 입자의 표면전하와 전하밀도를 pH에 의해서

제어할 수 있다는 특성을 이용하면 코팅액의 유동특성 및 바인더의 이동과 분산을 적절하게 제어함으로써 결국 코팅지 물성 및 인쇄품질에 커다란 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다.

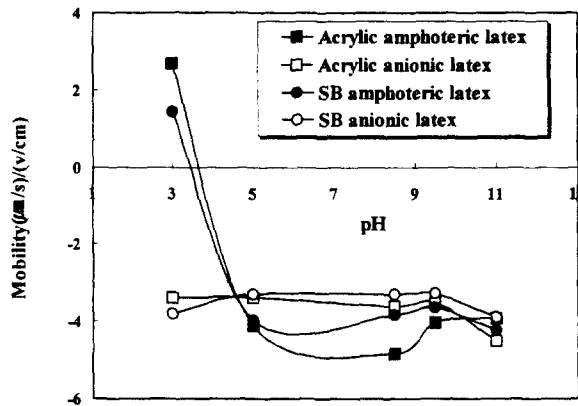


Fig. 1. Effect of pH on electrophoretic mobility of anionic and amphoteric latexes

3.2.2 pH의 변화에 따른 코팅액의 점도 변화

Fig. 2는 pH의 변화에 따른 코팅액의 점도 변화를 나타낸 것이다. 알칼리 영역에서는 4종류의 라텍스 모두 유사한 점도거동을 나타내고 있으나 중성 및 산성 영역으로 이동할수록 점도가 증가하는 경향을 나타내고 있다. 특히 兩性 라텍스를 배합한 코팅액은 pH 7.5를 기점으로 음이온성 라텍스를 배합한 코팅액보다 점도가 급격하게 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이러한 兩性 라텍스의 점도거동은 pH가 떨어지면서 라텍스 입자의 표면 전하가 아미노기의 해리로 인하여 서서히 양이온성을 띠게 됨에 따라 음전하를 띠는 안료 입자와 정전기적으로 강한 상호작용으로 안료간 결합을 증대시킨 결과로 볼 수 있다. 반면에 음이온성 라텍스는 pH가 떨어지면서 클레이 안료 입자의 모서리 부근이 양전하로 반전되면서 이 부근에 라텍스 입자가 달라붙어 점도를 서서히 증가시켰다고 할 수 있다. 그러나 동일한 pH 부근에서 음이온성 라텍스의 점도의 상승폭은 兩性 라텍스를 배합한 코팅액의 경우보다 낮았다.

따라서 兩性 라텍스를 배합한 코팅액은 pH 7~8 부근에서 아미노기의 해리가 시작되어 코팅액 구성성분간 상호작용을 증대시켜 부동화가 빠르고 벌크한 코팅층을 형성시킬 수 있을 것으로 사료된다¹⁵⁾.

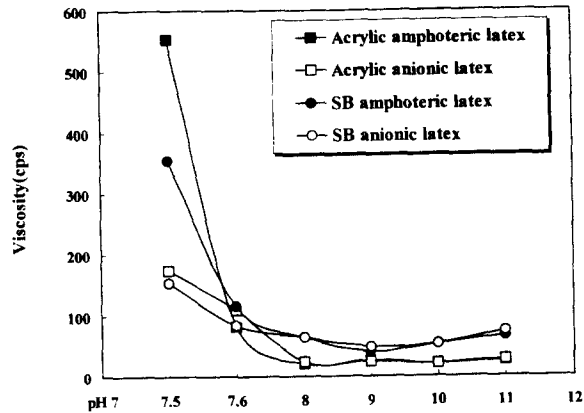


Fig. 2. Effect of pH on coating color viscosity containing different latices(55% solid, 34S,100rpm)

3.2.3 pH 변화에 따른 코팅액의 탈수량 변화

Fig. 3은 pH 변화에 따른 코팅액의 탈수량 변화를 측정된 것이다. 실험 결과 알칼리 영역에서는 4종류의 코팅액 모두 유사한 탈수량을 나타내고 있으나 중성 및 산성 영역으로 이동함에 따라 탈수량이 증가되는 경향을 나타내고 있다. 특히 兩性 라텍스를 배합한 코팅액의 탈수량이 음이온성 라텍스를 배합한 코팅액에 비해서 더 증가하였다. 이러한 탈수량의 변화는 안료 입자와 라텍스 입자간의 상호작용 및 안료간 결합형태에 의해서 지배를 받는다.

산성영역에서 兩性 라텍스를 배합한 코팅액의 탈수량이 높게 나타난 것은 라텍스 입자의 아미노기의 해리가 일어나 음전하 밀도가 감소되면서 음전하를 띠는 클레이 안료 입자 표면에 정전기적으로 결합하여 안료 입자 상호간 모서리-표면(edge-face) 결합 형태인 카아드하우스(card-house) 구조를 형성시킴으로서 많은 양의 물이 탈수되는 것을 알 수 있다. 반면 음이온성 라텍스의 경우 양전하로 하전된 클레이 입자의 모서리 부근에 달라붙어 모서리-모서리(edge-edge) 결합형태인 입체적 적층구조를 형성함으로써 그만큼 탈수량이 적어짐을 알 수 있다.

알칼리 영역에서 兩性 라텍스나 음이온성 라텍스의 탈수량이 적은 이유는 pH가 증가되면서 라텍스 입자의 카르복실기가 해리되어 코팅액내에 있는 물분자와 결합함으로써 탈수량이 적은 것으로 사료된다.

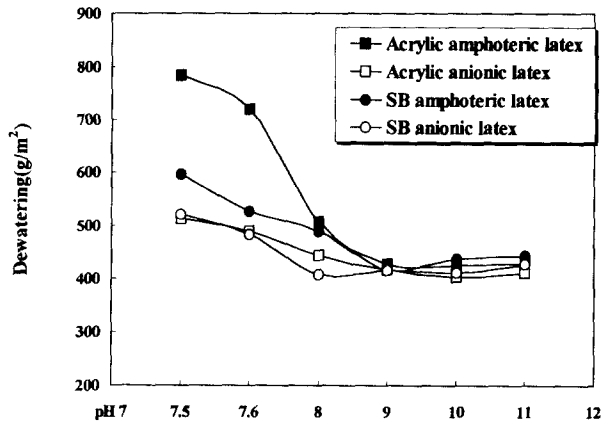


Fig. 3. Effect of pH on coating color dewatering containing different latices(55% solid, 2bar, 2min)

3.3 코팅원지와 라텍스의 종류에 따른 코팅지의 물성 평가

3.3.1 코팅지의 벌크 변화

Fig. 4는 兩性 라텍스와 음이온성 라텍스를 사용하여 제조한 코팅지의 벌크 변화를 나타낸 것이다. 산성지와 중성지 모두에서 兩性 라텍스를 사용한 코팅지가 음이온성 라텍스를 사용한 코팅지보다 비교적 두꺼운 코팅층을 형성한 것으로 나타났다. 이것은 원지 표면의 pH가 중성 이하 산성영역에서 兩性 라텍스 입자 표면의 아민기가 해리되어 음이온성의 안료와 원지표면에 흡착되어 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 부동화가 촉진되어 두꺼운 코팅층을 형성한 것으로 사료된다.

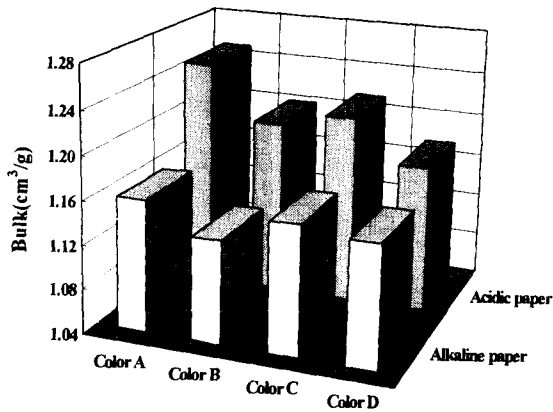


Fig. 4. Bulk of coated papers

3.3.2 코팅지의 평활도

Fig. 5는 코팅지의 평활도를 나타낸 것이다. 평활도는 종이표면의 구조적인 특성을 나타내는 것으로서 종이 자체의 촉감이나 시각적인 평가와 관계된다. 또한 빛의 반사특성을 통해 광택에 영향을 미치며 인쇄시 잉크를 받아들여 망점의 재현성에 영향을 미치게 된다. 그림에서 알 수 있듯이 두 종류의 코팅 원지에서 兩性 라텍스를 사용한 코팅지의 평활도가 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 우수하였다. 이것은 兩性 라텍스를 배합한 코팅액이 표면 pH가 산성인 코팅원지의 영향을 받아 양이온성 관능기가 셀룰로오스 섬유 및 안료와 강하게 상호작용하여 필터 케이크층을 형성함으로써 조기에 부동화된 결과로 사료된다. 따라서 兩性 라텍스를 사용한 코팅지가 음이온성 라텍스를 사용한 코팅지보다 바인더의 원지내부로의 침투를 억제시켜 부피가 크고 평활한 코팅층을 형성하였다. 반면에 음이온성 라텍스를 사용한 코팅지의 경우에는 코팅시 원지내부로의 코팅액의 침투, 바인더 마이그레이션의 발생 및 건조시 원지표면의 거칠기에 따라 코팅층이 형성됨으로서 코팅지의 피복율을 떨어뜨려 불균일한 코팅층 표면을 형성하여 평활도를 저하시켰다고 볼 수 있다.

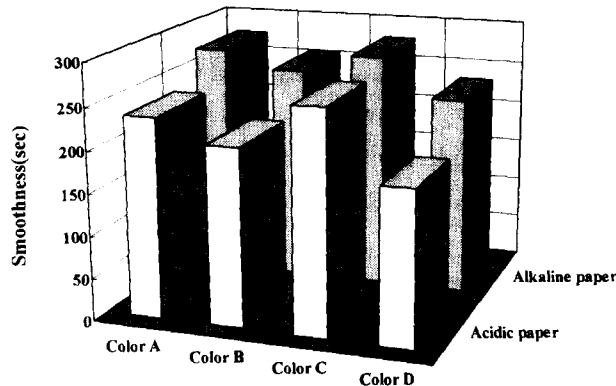


Fig. 5. Smoothness of coated papers

3.3.3 코팅지의 백지광택

평활도 측정 결과와 마찬가지로 광택도의 측정결과에서도 평활도가 우수한 코팅지의 백지광택이 더 우수하였다(Fig. 6). 이는 兩性 라텍스를 사용한 코팅액이 음이온성 라텍스를 사용한 코팅액에 비해서 원지표면에서 빠르게 부동화되고 고착화되기 때문에 원지표면의 피복율이 향상되어 코팅지의 광택정도가 높게 나타난 것으로 사료된다.

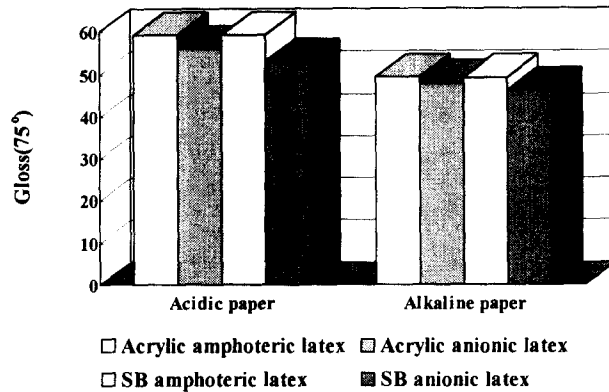


Fig. 6 Sheet gloss of coated papers

3.3.4 코팅지의 투기도

코팅층에는 원지에 비해서 0.1μ 전후의 미세한 지름을 갖는 관상으로 된 수많은 공극 구조가 존재하고 있다. 이러한 코팅지의 투기성은 웨브 오프셋 운전 인쇄시에 매우 중요한 내블리스터성(blister resistance)과 깊은 관계가 있다. 따라서 투기도의 측정을 통해 코팅층의 공극구조를 간접적으로 살펴볼 수 있다.

Fig. 7에서 볼 수 있듯이 兩性 라텍스를 사용한 코팅지의 경우 투기도가 우수한 것을 알 수 있다. 또한 중성지보다 산성지의 투기도가 우수하게 나타난 것은 코팅시 원지표면의 pH의 영향으로 표면 pH가 서로 다른 산성지와 중성지에서 라텍스와 원지간의 반응성의 차이로 인하여 상대적으로 pH가 낮은 산성지에서 원지표면 및 안료와 강한 상호작용으로 부동화가 빠르게 일어나 다공성의 공극구조를 형성시킨 결과에 기인하는 것으로 사료된다. 이외에 코팅원지의 투기도에 의한 차이도 고려해 볼 수 있다. 그러나 중성지에서도 兩性 라텍스를 사용한 코팅지가 음이온성 라텍스를 사용한 경우에 비해서 투기도가 우수함을 알 수 있다. 한편 아크릴계 라텍스와 SB계 라텍스간에 투기도가 차이가 나는 이유는 코팅층의 표면 및 내부의 공극구조에 영향을 미치는 라텍스 자체의 경도, 유리전이 온도 및 필름형성성의 차이로 볼 수 있다. 아크릴계 라텍스는 라텍스 자체가 하이드로모노머(hard monomer)인 동시에 이들이 코팅후 건조과정에서 SB계 라텍스와는 다른 형태의 필름을 형성한다는 것을 보여주고 있다. 즉, 아크릴계 라텍스는 건조후 상호내부 확산형태의 필름을 형성하여 결합간 자체의 공극성을 갖게 되는 반면에 SB계 라텍스는 라텍스 입자간 내부 가교결합 형태를 띠기 때문에 코팅층의 표면 및 내부 공극 구조가 떨어짐을 알 수 있다¹⁶⁾.

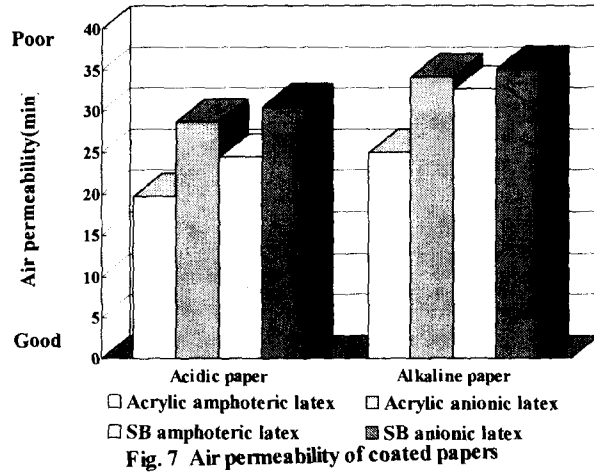


Fig. 7 Air permeability of coated papers

3.4 코팅원지 및 라텍스의 종류에 따른 코팅지의 인쇄적성 평가

3.4.1 코팅지의 잉크 수용성

Fig. 8은 코팅지의 잉크 수용성(ink receptivity)을 측정한 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 두종류의 코팅원지에서 兩性 라텍스를 사용한 코팅지의 잉크수용성이 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 더 우수하였다. 이는 兩性 라텍스를 사용한 코팅지의 코팅층 구조가 음이온성 라텍스의 경우보다 공극이나 부피가 크기 때문에 전이된 인쇄잉크의 수리량이 많은 것을 알 수 있다. 즉, 兩性 라텍스를 배합한 코팅액이 표면 pH가 산성인 코팅원지의 영향으로 코팅직후 안료 및 원지 표면과 강한 상호작용으로 빠르게 부동화되어 다공성의 공극구조를 형성한 결과이다. 따라서 코팅층 표면이 다공성 구조로 고착화되어 인쇄잉크의 흡수공간이 많아져 인쇄잉크의 전이가 빠르게 일어났다고 할 수 있다¹⁷⁾. 반면에 음이온성 라텍스를 사용한 코팅지의 코팅층 구조는 코팅원지 및 안료와 동일한 전하를 가지고 있기 때문에 코팅직후 수분 및 바인더의 이동이 증가되어 코팅층의 구조가 치밀화되어 인쇄잉크의 흡수공간이 적어 전이가 늦다고 할 수 있다.

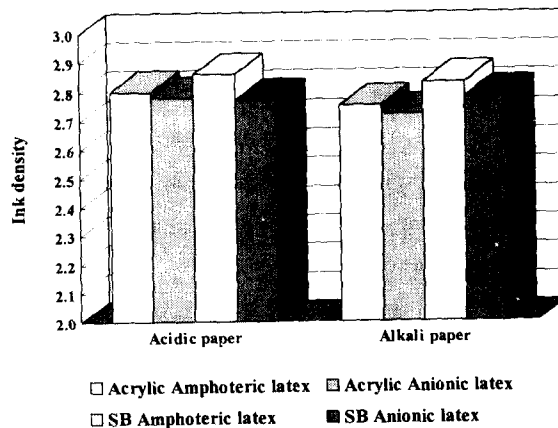


Fig. 8. Ink receptivity of coated papers

3.4.2 코팅지의 흡수 착색성

Fig. 9는 코팅지의 흡수 착색성(wet ink receptivity)을 평가한 결과이다. 흡수 착색성은 축입물을 사용한 후에 인쇄된 인쇄면을 살펴봄으로써 코팅층 표면의 평활성과 표면과 내부의 공극구조 및 그 분포를 간접적으로 확인해 볼 수 있는 방법으로 공극이 많고 평활해야 축입물의 흡수가 빠르고 뒤이은 인쇄잉크가 우수하게 안착한다고 할 수 있다. 측정결과 兩性 라텍스를 사용한 코팅지의 잉크 착색성이 우수하였다. 이는 앞서 투기도의 경우에서 살펴보았듯이 兩性 라텍스를 사용한 코팅지가 표면이 평활하고 균일한 다공성의 코팅층을 형성함으로써 축입물의 흡수가 빠르고 인쇄후 잉크 착색성이 우수하다는 것을 알 수 있다. 특히, 아크릴계 라텍스를 사용한 코팅지가 SB계 라텍스를 사용한 코팅지에 비해서 흡수 착색성이 높게 나타난 것은 아크릴계 라텍스 자체가 갖는 모노머의 특성과 합성된 폴리머의 성질상 친유성인 동시에 잉크의 vehicle 성분과 친화성이 크기 때문인 것으로 사료된다.

반면에 음이온성 라텍스를 사용한 코팅지의 경우에는 흡수 착색성이 떨어지는 것을 알 수 있는데, 이는 코팅층 표면과 내부의 공극구조 및 공극 분포가 매우 불균일하다는 것을 의미하며 그결과 축입물의 흡수가 느리고 잉크의 전이가 불량하다는 것을 알 수 있다.

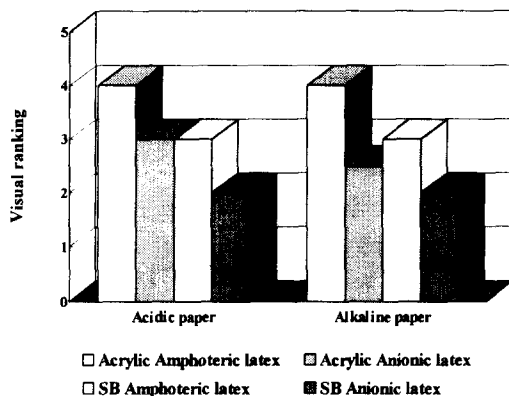


Fig. 9. Wet-ink receptivity of coated papers

3.4.3 코팅지의 잉크 세트성

Fig. 10에 나타내는 바와 같이 兩性 라텍스를 사용한 코팅지의 잉크 세트성이 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 우수하였다. 이는 兩性 라텍스를 배합한 코팅지가 인쇄후에 인쇄잉크의 뒷묻음 현상이 적다는 것을 의미한다. 즉, 兩性 라텍스를 사용한 코팅지는 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 코팅층 표면 및 내부에 미세한 공극이 많은 다공성의 코팅층을 형성함으로써 인쇄잉크중의 유동성분인 비히클의 침투가 빠르게 일어나 인쇄잉크의 뒷묻음 현상이 적다는 것을 의미한다. 반면에 음이온성 라텍스를 사용한 코팅

지의 경우에는 코팅층이 치밀하여 잉크의 전이가 느리게 일어나 잉크 세트성이 떨어짐을 알 수 있다.

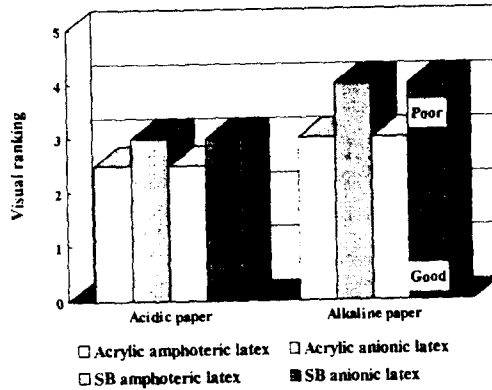


Fig. 10. Ink set-off of coated papers

3.4.4 코팅지의 인쇄광택

일반적으로 잉크의 세팅속도가 빠를수록 인쇄광택이 저하되는 경향이 있으나, 본 실험 결과에서는 Fig. 11에서 알 수 있듯이 백지광택이 우수한 코팅지가 인쇄광택 역시 우수함을 나타내고 있다. 따라서 인쇄광택에 현저한 영향을 미치는 인자는 종이의 광택이라 할 수 있으며 인쇄광택의 약 80%는 백지광택에 의해서 영향을 받는다고 할 수 있다. 또한 전이된 인쇄잉크의 분포도 역시 중요한 영향을 미친다고 할 수 있다. 즉, 전이된 잉크의 양이 많고 균일한 코팅지가 인쇄광택이 높은 반면에 전이된 잉크의 양이 적고 불균일하면 코팅지의 광택이 측정부위별로 불균일하고 그 값이 낮음을 알 수 있다. 다른 한편으로는 코팅층 표면의 평활성의 차이로 볼 수 있는데, 兩性 라텍스를 사용한 코팅지가 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 코팅층 표면이 더 평활하여 잉크 수용성 및 잉크 보유율(ink holdout)이 우수한 결과로 광택이 증가하였다고 할 수 있다. 따라서 코팅지의 광택, 평활성, 다공성의 코팅층 구조 및 인쇄잉크의 균일한 흡수 및 코팅층 표면에서의 보유율이 인쇄광택의 발현 정도를 알 수 있는 중요한 인자라 할 수 있다.

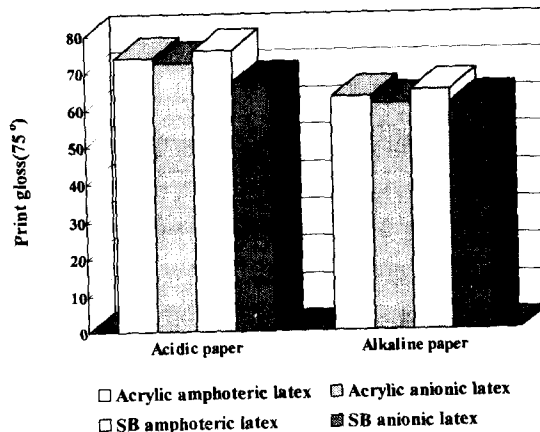


Fig. 11. Print gloss of coated papers

3.4.5 코팅지의 표면 강도

Fig. 12, 13은 코팅지의 표면강도를 나타낸 결과이다. 그림 12에서 알 수 있듯이 兩性 라텍스를 사용한 코팅지는 음이온성 라텍스를 사용한 코팅지에 비해서 건식 뜯김(dry pick) 강도가 다소 떨어짐을 알 수 있다. 이는 兩性 라텍스를 사용한 코팅지가 더 부피가 크고 다공성의 코팅층 구조를 갖고 있어 인쇄시 강한 인압, 높은 인쇄잉크의 끈기(tack value), 빠른 인쇄속도 등에 코팅층 구조가 파괴되거나 코팅층이 섬유와 함께 뜯기는 현상이 나타나고 있다. 반면에 음이온성 라텍스를 사용한 코팅지는 코팅층 구조가 치밀한 구조로 되어 있어 다소 높은 뜯김(pick) 강도를 나타내고 있다.

또한 兩性 라텍스를 사용한 코팅지의 습식 뜯김(wet pick) 강도는 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 다소 높거나 유사한 뜯김 강도를 나타내고 있다(Fig.13). 라텍스의 종류 별에 따라서는 아크릴계 라텍스가 SB계 라텍스보다 뜯김 강도가 떨어지는 것으로 나타났는데, 이는 아크릴계 라텍스가 하이드 모노머를 가지며 SB계 라텍스에 비해서 부타디엔의 함량이 적기 때문에 바인더의 접착력이 상대적으로 떨어진다고 사료된다.

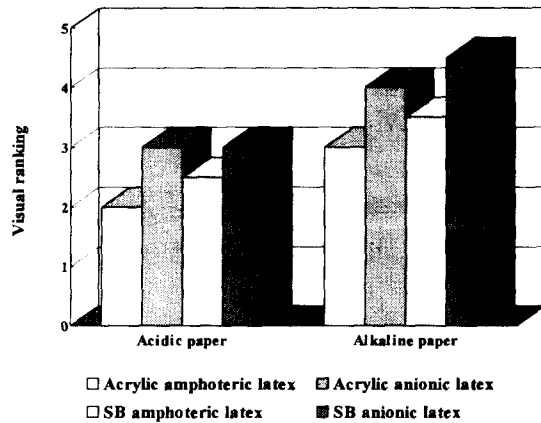


Fig. 12 Dry pick strength of coated papers

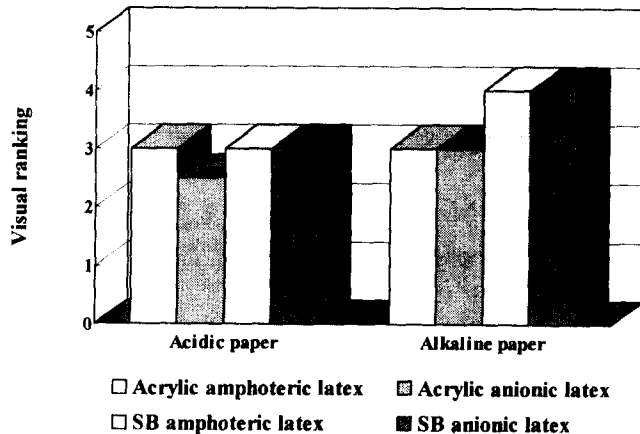


Fig. 13. Wet pick strength of coated papers

4. 결 론

본 실험에서는 兩性 라텍스를 사용한 코팅액을 원지의 표면 pH가 서로 다른 산성 및 중성 초지조건에서 제조된 코팅원지에 적용하여 음이온성 라텍스를 사용한 경우와 코팅지 물성 및 인쇄적성을 비교하였고, 또한 兩性 라텍스의 중성지에의 적용 가능성을 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 코팅원지의 표면 pH와 라텍스 표면의 관능기는 코팅액 구성성분간 상호작용 및 코팅층 형성에 커다란 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 兩性 라텍스를 배합한 경우 중성 부근에서 음전하밀도가 떨어지게 되어 pH 7~8부근에서 코팅액의 콜로이드적인 성질 및 계면 특성이 변화되는 것으로 나타났다. 그 결과 음이온성 라텍스에 비해서 두 종류의 코팅 원지에서 원지표면과 코팅성분과의 강한 상호작용을 유도함으로써 부피가 크고 평활하며 다공성의 코팅층 구조를 형성시킬 수 있었다.
- (2) 兩性 라텍스를 사용한 코팅지는 음이온성 라텍스를 사용한 경우보다 광택, 투기도, 평활도 등의 광학적인 물성과 잉크 수용성, 잉크 세트성 및 잉크착육성 등의 인쇄적성이 향상되었으나 코팅지의 표면강도는 다소 떨어지는 것으로 나타났다.
- (3) 이상의 결과를 종합하면, 兩性 라텍스는 산성지는 물론 중성지에서도 코팅지의 품질과 인쇄적성에 커다란 영향을 미침에 따라 兩性 라텍스의 산업적 적용 가능성이 기대된다.

참 고 문 헌

1. X. Hua, P.A. Tanguy, L. Ruonan and J.V. Wagner, Effect of basestock formation on paper coating. *J. Tappi*, 79(5):112(1996)
2. Y.K. Lee, F. Onabe and M. Usuda, Studies on Flow Properties of Coating Colors. VI; Prperties of coating color containing amphoteric latex. *J. Japan Tappi*, 46(8):75(1992)
3. Y.K. Lee, F. Onabe and M. Usuda, Studies on Flow Properties of Coating Colors. VII; Printability of amphoteric latex-based coated paper. *J. Japan Tappi*, 46(9):71(1992)
4. A. Von. Raven, G. Strittmatter and J. Weigl, Cationic coating colors-a new

- coating system. *Tappi J.*, 9,141(1988)
5. B. Alince, Cationic latex interaction with pulp fibers. II; Modification of sheet properties by styrene-butadiene latex with quaternized amino groups. *J. Applied Polymer Sci.* 23,549-560(1979)
 6. B. Alince, M. Inoue and A.A. Robertson, Cationic latex interaction with pulp fibers. I; Deposition of styrene-butadiene latex having quaternized amino groups. *J. Applied Polymer Sci.*23,539-548(1979)
 7. H. Kawaguchi, H. Hoshino and Y. Ohtsuka, Preparation of amphoteric latex by modification of styrene-acrylamide copolymer latex. *J. Applied Sci.*,26, 2015-2022 (1981)
 8. H. Kawaguchi, H. Amagasa, T. Hagiya, N. Kimura and Y. Ohtsuka, Interaction between proteins and latex particles having different surface structures. *Colloids and Surfaces*, 13, 295-311(1985)
 9. K. Kato, H. Kondo, K. Yokota, K. Esumi and K. Meguro, Synthesis and characterization of polystyrene latex with an amphoteric emulsifier. *J. Applied Polymer Sci.*, 33, 2657-2667(1987)
 10. I.H. Harding, T.W. Healy, 1985. Electrical double layer properties of amphoteric polymer latex colloids. *J. colloid and Interface Sci.*, 107(2) (1985)
 11. Y.K. Lee, Effect of amphoteric latex on coating structure and print quality. *J. Korea Tappi*, 27(2)(1995)
 12. S. Eisuke, M. Yukie, T. Kohji and N. Akira, Structural analysis of the coated layer with amphoteric latex binder. *J. Japan Tappi*,48(1) 197 (1994)
 13. Y.K. Lee, A study on the coating structure and printability of coated paper(I); Effect of ionic monomer on paper coating latex properties. *Korean Society of Wood Science & Technology*, 25(3):75(1997)
 14. A. Homola, R.O. James, Preparation and characterization of amphoteric polystyrene latices. *J. Colloid and Interface Sci.*,59(1)123(1977)
 15. R.D. Baukule, L. Mlynar, E.J. Sweeney and R.A. Gill, Clay-reactive acrylic latexes for water-resistant paper coatings. *Tappi J.*, 59(12)(1976)
 16. R.E. Branston, The performance of styrene/butadiene and acrylic latices in paper-coating applications. *TAPPI Coating Binders Short Course*, October 25-26(1994)
 17. P. Leopoutre, J.H. DeGrace and P.J. Mangin, Printability of coated papers; Influence of coating absorbency. *Tappi J.*, 62(5)33(1979)

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 '96핵심전문연구비(과제번호:961-0608-078-2)에 의해 수행된 결과로 이에 감사의 뜻을 표합니다. 또한 본 연구를 수행하는데 있어서 종이의 캘린더링 처리와 실험기자재 사용에 도움을 주신 (주)신호페이퍼 중앙연구소 관계자 여러분께 감사드리며, 본 논문의 실험에서부터 자료 및 논문 정리에 많은 도움을 준 제지공학과 대학원 박사과정 박규재군에게 감사드립니다.