

도공지 노화에 관한 연구(Ⅲ)

- 도공지 노화방지를 위한 새로운 도공용 바인더 적용 -

신우슬, 김선경, 조병욱, 이용규[†]

강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과

Studies on the aging behavior of coated paper(Ⅲ)

-The application of new coating binder for anti-thermal aging -

U-Seul Sin, Sun-Kyung Kim, Byoung-Uk Cho and Yong-Kyu Lee[†]

Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest & Environmental Sciences,
Kangwon National University

ABSTRACT

This study was carried out in order to manufacture the high quality coated paper. High quality coated paper includes not only present state but also the state of the future. So in this study, acrylic-styrene emulsion which polymerized in laboratory was compared with SB(Styrene-butadiene) latex during thermal aging. The coated paper with three different formulations which controlled the dosage of acrylic-styrene emulsion were prepared. The coated paper were thermally aged at 105°C for 18days and the optical properties were measured. Brightness, whiteness and CIE L value were higher during thermal aging with increasing amount of acrylic-styrene emulsion. CIE a* value was higher and CIE b* value decreased with increasing amount of acrylic-styrene emulsion.

These results indicate that high quality coated paper which has anti-thermal aging property can be manufactured with acrylic-styrene emulsion.

Keywords : Thermal aging, Aging, Acrylic-emulsion, Acrylic-styrene, Yellowing

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

1. 서론

소비자들은 고품질의 종이를 원하는 경향을 보이고 있다. 좁은 의미의 고품질은 현재의 상태를 의미하지만 넓은 의미에서는 일정기간 후의 상태 즉, 상태의 지속성까지 포함한다.¹⁾ CMP(Coated Mechanical Paper)와 CWF(Coated Wood Free) 수요 영향 인자를 살펴보면 인쇄업계에서 도공지를 선호하며 고품질 도공지의 수요가 증가하고 있다는 것을 확인할 수 있다.²⁾ 이러한 소비자들의 경향에 따라 고품질 도공지를 연구 및 생산하는 것이 중요한 점이라 생각되어진다.

도공지는 다공성의 원지 위에 주성분인 안료와 바인더 그리고 부성분인 기타 첨가제들로 구성된 도공액을 도포한 종이다. 그 중 바인더는 천연 및 합성고분자 물질로서 안료와 안료 및 안료와 원지의 접착역할을 하고 있다. 도공용 바인더 중 SB(스틸렌-부타디엔)계열의 라텍스는 광택 및 접착력이 우수한 반면에 변색성이 상대적으로 낮다고 알려져 있다. 이러한 변색성을 가진 바인더를 사용함에 따라 주위 환경에 의해서 상태의 변화가 일어날 수 있다는 것이다.³⁾ 특히 노화에 따른 황변화(yellowing)는 이러한 변화 중 하나다. 이러한 한계점을 극복하기 위하여 도공용 바인더 중 내변색성을 가진 다른 계열의 라텍스가 개발되었으며 또한 노화방지를 위해서 여러 가지 처리기술들이 적용되고 있다.³⁻⁵⁾ 아크릴계 라텍스에서 아크릴-스틸렌 중합체는 비교적 쉽게 합성이 가능하고 열적 안정성을 가지고 있어 고온에 잘 견디는 특징이 있다고 알려져 있다.⁶⁾

본 연구는 실험실에서 중합시킨 아크릴 에멀전과 SB 라텍스의 첨가비율이 열화 시 도공지의 광학적 특성 및 색상변화에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 도공원지 및 안료

본 연구에 사용된 도공원지는 H사의 백상지를 사용 하였다. 도공용 안료는 GCC(Setacarb-K) 및 Clay(Hydragloss)를 사용하였으며 그 물성은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Properties of pigments

	GCC	Clay
Type	slurry	powder
Average particle size(μm)	1.1	3.8
Viscosity(cPs)	280	-
Solid content(%)	74.96	99.9

2.1.2 바인더 및 기타첨가제

도공용 바인더로 SB계열의 라텍스(Lutex 810, LG-chemical, Korea)와 실험실에서 중합시킨 아크릴계 에멀전을 사용하였으며 그 물성은 Table 2와 같다. 기타 첨가제로는 분산제(WY-117), 윤활제(LUB · REX-55), 내수화제(PRO · WET-400G), 증점제(WR-330N)를 사용하였다.

Table 2. Properties of Latices

Type	Solids content (%)	Particle Size (\AA)	Viscosity (cPs)
SB latex	50.00	1100	300
Acrylic-styrene emulsion	49.96	1100	620

2.2 실험방법

2.2.1 도공액의 제조

도공액의 고형분 농도를 65%로 조절하여 Table 3의 배합비로 제조하였다. Table 3은 바인더 첨가에 따른 배합비이다. A는 SB 라텍스만으로 제조된 도공지이며 B는 아크릴 에멀전과 SB 라텍스를 5:5 배합으로 제조된 도공지이다. C는 아크릴 에멀전만으로 제조되어진 도공지이다.

Table 3. coating color Formulations (unit:pph)

	A	B	C
GCC	70		
Clay	30		
Binder	10	5	-
	-	5	10
NaOH	0.12		
Dispersant	0.02		
Lubricant	0.10		
Insolubilizer	0.50		
Thickener	0.30		

2.2.2 도공지 제작

도공지는 실험실용 반자동 코터(K-control coater, RK print Coat Instrument Ltd, U.K)를 사용하여 제작하였으며 도공량을 편면 $18 \pm 2 \text{ g/m}^2$ 으로 조정하였다. 도공 후, 105°C 의 열풍 건조기(YJ-8600D, Yujin Electronics, KOREA)에서 30초간 건조하였다. 제조된 도공지는 조습처리($23 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 1\%$)를 한 후 슈퍼 캘린더(Supercalender, Beloit Corporation, U.S.A)를 사용하여 온도 70°C , 압력 400 psi에서 1회 통과시켰다.

2.2.3 도공지 열화 및 광학적 성질 측정

제조되어진 도공지는 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 로 조절된 열풍건조기에서 총 18일 동안 열화시켰다. 열화기간 18일 동안 2일 간격으로 도공지의 광학적 특성 변화를 측정하였다. Elepho 3300(Datacolor, International, U.S.A)를 사용하여 백색도, 백감도, 색상(CIE $L^*a^*b^*$) 값을 측정하였다. 백색도 및 백감도는 초기 값을 100으로 환산하여 그 변화량을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 라텍스 첨가량이 도공지의 광학적 성질에 미치는 영향

3.1.1 백색도, 백감도

Figs. 1과 2는 아크릴 에멀전의 첨가가 열화 시 도공지 백색도와 백색도 변화량에 미치는 영향을 보여준다. 열화가 진행됨에 따라 도공지의 백색도는 감소하였다. 열화기간 동안에 아크릴 에멀전을 첨가한 도공지(C)는 SB라텍스로 제작되어진 도공지(A)보다 높은 백색도 값을 가진다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 백색도의 변화량도 아크릴 에멀전이 SB라텍스 보다 작음을 확인할 수 있었다. 이는 아크릴 에멀전이 SB라텍스보다 열적으로 보다 안정하기 때문이라고 사료되어진다.⁶⁾

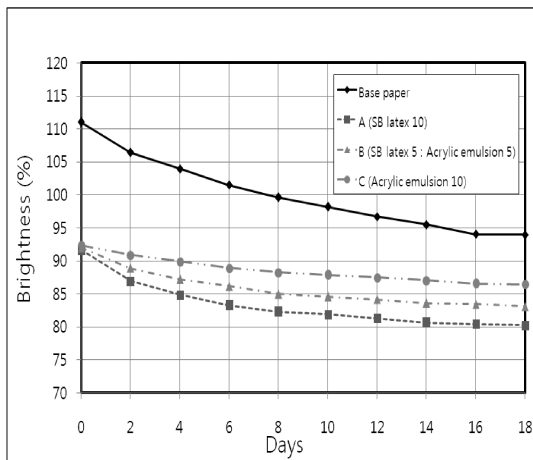


Fig. 1. Effect of dry heat aging on brightness of coated paper.

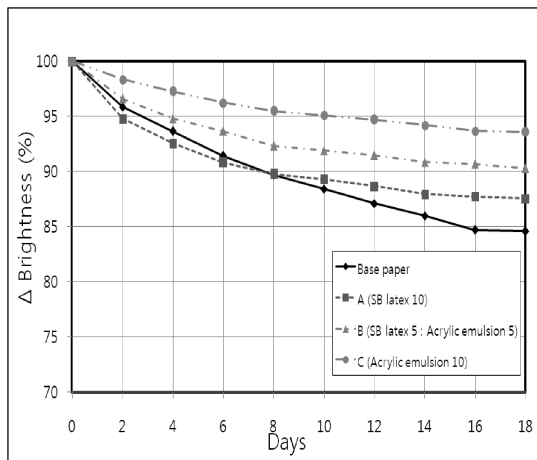


Fig. 2. Effect of dry heat aging on Δ brightness of coated paper.

Figs. 3과 4는 아크릴 에멀전의 첨가가 열화 시 도공지 백감도와 백감도 변화량에 미치는 영향을 보여준다. 열화가 진행됨에 따라 도공지의 백감도는 대체적으로 백색도와 같은 경향으로 감소하였다. 열화기간 동안에 아크릴 에멀전을 첨가한 도공지가 SB라텍스로 제작되어진 도공지보다 높은 백감도 값을 가지는 것을 확인할 수 있었다. 또한 변화량도 아크릴 에멀전이 SB라텍스보다 낮다는 것을 확인할 수 있었다.

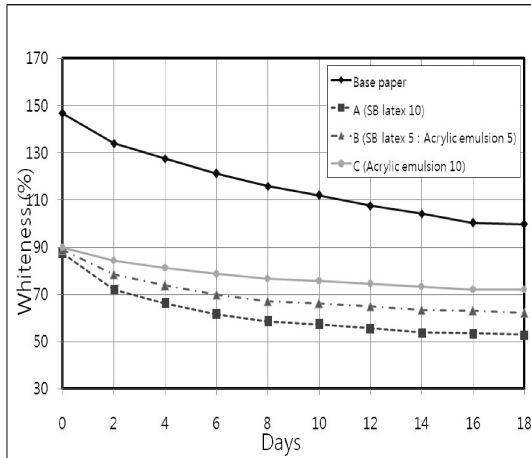


Fig. 3. Effect of dry heat aging on whiteness of coated paper.

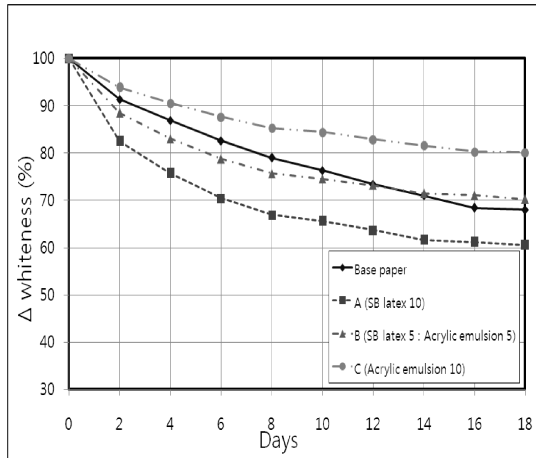


Fig. 4. Effect of dry heat aging on Δ whiteness of coated paper.

3.1.2 색상(CIE $L^*a^*b^*$)

Fig. 5는 아크릴계 라텍스의 첨가가 열화 시 도공지의 명도 값에 미치는 영향을 보여준다. 백색도와 백감도와 같이 열화기간에 따른 감소 경향이 일정하지 않았지만 아크릴 에멀전을 첨가할수록 도공지는 높은 명도 값을 갖는다는 것을 확인 할 수 있었다.

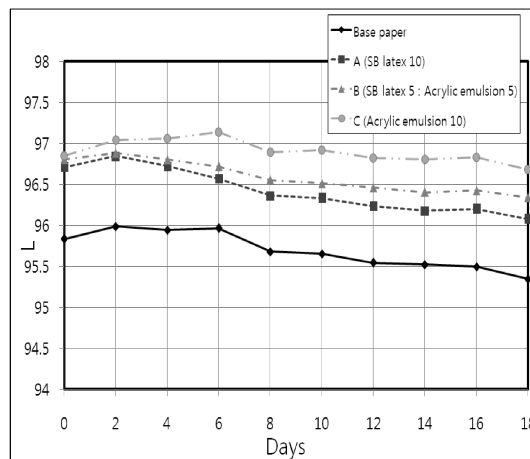


Fig. 5. Effect of dry heat aging on CIE L value of coated paper.

Fig. 6은 아크릴 에멀전 첨가가 열화 시 도공지의 색상 a^* (green-red) 및 b^* (blue-yellow) 값의 변화에 미치는 영향을 나타내고 있다. 아크릴 에멀전의 첨가량이 증가할수록(C) 높은 a^* 값을 가지며 낮은 b^* 값을 가진다는 것을 확인할 수 있었다. 특히 b^* 값은 황변화(yellowing) 현상과 관련되어지는데 아크릴 에멀전의 첨가비율이 증가할수록 낮은 b^* 값을 나타내었다. 이는 SB 라텍스 대신에 아크릴 에멀전을 사용하여 열화에 따른 도공지의 황변화를 감소시킬 수 있다는 것을 의미한다. a^* 값은 초기에 감소하다가 일정기간 후부터 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 도공지 및 도공원지 모두에서 같은 경향을 나타내었다.

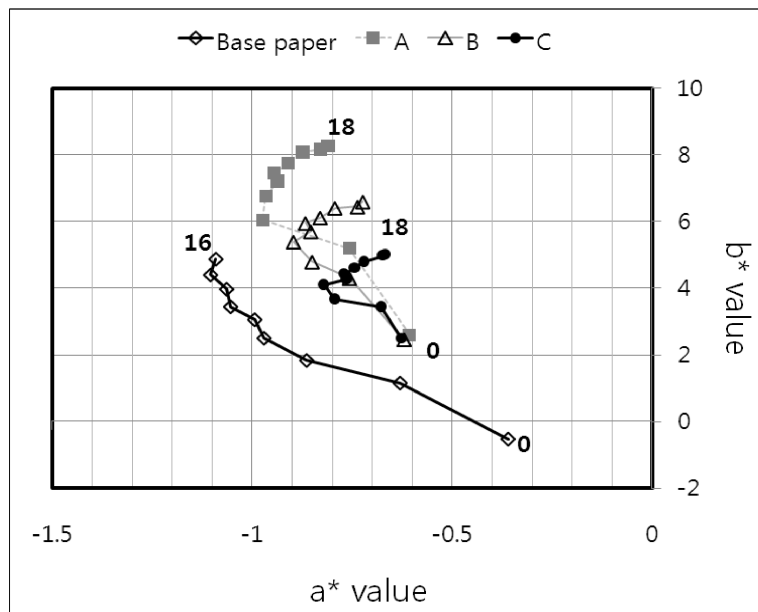


Fig. 6. Effect of dry heat aging on CIE a^* and b^* value.

4. 결론

본 연구에서는 열화기간 동안에 아크릴 에멀전이 도공지의 광학적 특성에 미치는 영

향을 평가하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 아크릴 에멀전의 첨가비율을 증가시키면 열화 시 도공지의 백색도 및 백감도 감소를 저하시킬 수 있음을 확인하였다.
2. 아크릴 에멀전의 첨가비율을 증가시키면 열화 시 도공지의 L 값, a^* 값이 SB라텍스만을 사용한 경우보다 높았다. 특히 a^* 값은 열화 시 감소하다가 증가하는 경향을 나타내었다.
3. 열화 시 도공지의 b^* 값은 아크릴 에멀전의 첨가량이 증가함에 따라 낮아짐을 확인하였다. 이는 아크릴 에멀전을 사용하여 도공지의 황변화 경향을 감소시킬 수 있음을 의미한다.

이 결과로부터 아크릴 에멀전은 SB 라텍스보다 열적안정성이 우수하다는 것을 확인하였지만 그 기작 및 반응에 대한 자세한 연구가 필요하다. 그리하면 현재 품질 및 일정기간 후의 품질이 우수한 고품질의 도공지를 생산할 수 있을 것이라 사료되어진다.

인용문헌

1. Joseph J. Fay, Chris F., Antioxidant, UV Stabilizers & other Functional Polymer Additives for Hot melt Application, PLACE Conference & GLOBAL HOT MELT Symposium, 2003
2. Evans, M. A., White, D.E. and Peter, G.F., Trends in digital printing paper, Paper360° pp. 10-12, May 2007
3. V. Maily, J. F. Nest, J. M. Serra Tosio and J. Silvy, Yellowing of coated papers under the action of heat, daylight radiation, and nitrogen oxide gas, TAPPI JOURNAL, May 1997, Vol. 80(5)
4. Theodore A. Del Donno, New acrylic chemistries -Formaldehyde free binders and high temperature non-yellowing binder, Nonwovens Conference, 1993
5. Ghosh, T., Cogswell, D., Cunningham, A., Raue, D, Inhibition of Brightness Reversion in

Coated Groundwood Sheets: Effect of Coatweight, Application Method and Coating Ingredients,
2002 Coating Conference Proceedings

6. C. A. Redfarm, A Guide to Plastics, Iliffe & Sons, Ltd., London, 1951, p. 42.