

라텍스의 혼합비율이 도공지 품질에 미치는 영향

강 태 근 · 박 규 재 · 이 용 규[†]

Effect of Mixing Ratio of Amphoteric and Anionic Latices on Print Quality of Coated Papers

Tae-geun Kang, Kyu-jae Park and Yong-kyu Lee[†]

ABSTRACT

The binder plays important roles in determining the quality of pigment coating. In addition to its primary role of binding the pigment to the base paper, the binder performs several other important functions. The binder, also referred to as the adhesive, is the dominant in the aqueous phase of the formulation. Thus it plays a major role in determining viscosity, rheology, water release, and setting time for the coating. Latices based on styrene-butadiene dominate the market for synthetic paper coating binders. Consumption is high and is expected to increase further due to the present tendency toward high-solids coating.

The purpose of this study is understanding the impact of various parameters of latex(i.e. Tg, Particle size) affecting printabilities and optical properties of the coated papers, as well as providing basic information on the use of amphoteric latex for improving print qualities of coated papers.

Recently, amphoteric latices, Which are cationic at low pH's but turn anionic at high pH's, have attracted interests of paper scientists and engineers. Therefore we investigated the effect of the Tg(glass transition temperature) and particle size of amphoteric latex on the coating qualities. We also studied the effect of mixing ratios(Amphoteric/Anionic) of latex on the coating qualities.

Our results showed that Tg and particle size of amphoteric latex have to be controlled for optimizing coated paper qualities. The formulation consisting of 10 parts of amphoteric latex and 5 parts of anionic latex gave best results in ink receptivity, smoothness, air permeability, opacity and sheet gloss. If the results hold for the industrial paper coatings, the amount of expensive amphoteric latex can be reduced while achieving best available printing quality.

1. 서 론

종이 도공은 안료 및 바인더 등과 같은 도공액 구성성분의 선택과 배합기술이 중요하며, 이들 중

• 강원대학교 산림과학대학 제지공학과 (Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest Science, Kangwon National University).

† 주 저자 (corresponding author): e-mail: yklee@cc.kangwon.ac.kr

바인더는 안료와 안료를 결합시키고, 도공층을 도공원지에 결합시켜 주는 역할을 한다.^{1,3)}

1950년 이전까지는 도공용 바인더로 타피오카 전분과 옥수수 전분, 특히 산화 전분을 비롯하여 각종 변성 전분을 사용하여 왔다. 최근에 도공용 바인더로 합성 바인더인 라텍스가 사용되고 있는데 라텍스는 전분보다 작업 적성이 우수하고, 상대적으로 수축이 덜 일어나 보다 평활한 도공면을 얻을 수 있고 접착력과 팽택이 우수하다. 특히 도공지의 표면강도가 전분보다 우수하고, 작업성이 향상되기 때문에 천연 바인더의 양을 줄이고 합성 바인더의 양을 늘리는 추세에 있다.²⁾

합성바인더의 개발 초기에는 주로 스틸렌과 부타디엔을 주 모노머로 사용한 SB계 라텍스가 주로 사용되었으나, 최근 들어 합성기술의 발달과 소비자의 요구에 따라 다양한 기능을 갖춘 도공용 라텍스가 개발되고 있다.

최근 인쇄설비의 고속화, 인쇄물의 천연색화에 따라 도공용 라텍스의 기능이 더욱 강화되고 있으며, 새로운 인쇄환경에 적응하기 위한 도공지의 개발이 시급한 실정이다. 특히, 고속화에 따른 도공지의 기계적 성질 및 표면 특성의 개선이 요구되고 있다. 그러나 현재 생산되는 대부분의 인쇄용 도공지의 경우, 음이온성 도공 시스템을 적용하는 관계로 도공 직후 도공층 표면 및 원지 내부로 바인더의 이동이 심하게 일어나 도공지의 표면강도가 크게 떨어지고, 인쇄시 인쇄 모듈의 주된 원인이 되고 있다.

최근에 pH의 변화에 따라 라텍스 입자 표면의 전하가 변화되는 兩性라텍스를 이용해 안료입자와 원지 표면의 섬유에 정전기적으로 강한 결합을 유도함으로써 인쇄 품질을 향상시키려는 연구가 있다.⁴⁻⁹⁾

따라서 본 연구에서는 兩性라텍스의 유리전이온도(Tg)와 입자경이 도공지의 물성 및 인쇄 적성에 미치는 영향을 살펴 보고 또한, 兩性라텍스와 음이온성 라텍스의 혼합비를 달리한 도공액을 조제하여 이들이 도공지의 품질 특성에 미치는 영향

을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료

2.1.1 도공안료 및 바인더

도공용 안료로써 No.1 등급의 탄산칼슘(Hydrocarb-90)과 No.1 등급(α -gloss)의 카울린 클레이를 사용하였다. 바인더로는 아크릴계 음이온성 라텍스와 兩性라텍스를 사용하였다(Table 1).

2.1.2 분산제, 윤활제, 내수화제 및 pH조절제

무기안료의 분산을 위해 분산제(WY-117)를 사용하였으며 윤활제로는 calcium stearate류의 55% Nopcote C-104를 사용하였고, 내수화제로는 ammonium zirconium carbonate형의 30% Insola를 사용하였다. 도공액의 pH를 조절하기 위해서 10% NaOH와 3% HCl을 사용하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1. 도공액의 제조

제조한 도공액의 혼합비율은 Table 2와 같다.

2.2.2 원지의 물성 측정

원지는 TAPPI Standard에 의거하여 Size 도, 백색도, 불투명도, 평활도, 팽택, 투기도 등을 측정하였다.

Table 1. Properties of paper coating latices

Sample	Solids content(%)	pH	Viscosity (cPs, 30rpm)	Particle size(Å)	Tg (°C)	Isoelectric point
Acrylic amphoteric latex	49.1	8.73	25	1210	20	3.8
Acrylic anionic latex	50.5	7.70	33.1	1300	20.8	-

Table 2. Coating color formulation

Coating formulation					Mixing ratio (Parts)	
Clay (No.1 Clay)					70	
Calcium Carbonate					30	
Dispersant					0.3	
Latex	Tg (°C)	13	20	41	15	
	Particle size (Å)	1100	1300	1600		
	Mixing ratios (Amphoteric : Anionic)	15:0	10:5	5:10		
CMC					0.2	
Insolubilizer					0.4	
Lubricant					1.0	
Total solids content (%)					55±0.5	

2.2.3 도공액의 물성 측정

도공액의 저전단 점도는 Brookfield형 점도계 (No.18 spindle, 100 rpm)로 측정하였다. 도공액의 pH는 pH meter(Mettler Delta 340)를 사용하여 측정하였고, 보수성은 중량 측정법 (AA-GWR)으로 측정하였다.

2.2.4 도공지 제조 및 칼렌더 처리

각각의 배합조건에 따라 제조한 도공액을 중성 원지에 편면 $15 \pm 1 \text{g/m}^2$ 의 도공량으로 도포한 후, 105°C 에서 30초간 열풍 건조시켰다. 건조된 도공지는 roll의 선압을 350psi, 온도 70°C 로 하여 2nip을 통과시켜 칼렌더 처리하였다.

2.2.5 도공지의 분석

도공지의 광학적인 성질은 2.2.2항의 방법으로 측정하였고 도공지의 인쇄적성은 RI-II 인쇄적성 시험기를 이용하여 인쇄 광택, 표면 강도, 잉크 수리성 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 兩性 라텍스의 유리전이온도가 도공지의 품질에 미치는 영향

Fig. 1과 2는 도공지의 평활도와 잉크 수리성

을 나타낸 것이다. 라텍스의 Tg가 낮을수록 보다 평활한 도공면을 얻을 수 있었다. 이는 Tg가 낮을수록 성막성이 빠르고 도공층이 유연하게 되어 칼렌더 처리 효과가 양호하게 나타난 것으로 사료된다. 그러나 Tg가 너무 낮으면 도공층의 점착성이 증대되어 칼렌더 물을 오염시키거나 도공층의 표면 강도를 저하시키는 것으로 알려져 있다. Fig. 2에서는 Tg 20°C 를 사용한 도공지의 잉크 수리성이 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 라텍스의 Tg가 성막의 형성속도와 이에 따른 필름의 점막성에 영향을 미친 결과로서, 성막 형성속도에 따른 도공층 내부의 공극구조 및 필름의 성막성에 따른 도공층 표면의 공극구조 등이 복합적으로 영향을 받은 결과로 사료된다. 본 실험에서는 Tg가 20°C 전후인 라텍스를 사용한 경우가 잉크수리성에 있어 가장 우수한 것으로 볼때, 잉크 수리성은 라텍스의 Tg가 너무 낮거나 높은 것은 피하는 것이 바람직하며 이에 대한 정확한 평가는 Tg가 도공층 공극의 크기 및 분포에 미치는 영향에 대해 좀 더 심도있는 연구가 필요하다고 사료된다.

Fig. 3과 Fig. 4는 도공지의 표면강도와 인쇄 광택에 대한 결과를 나타내고 있다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 유리전이온도가 낮을수록 표면강도가 증가하는 경향을 나타냈다. 이것은 라텍스 합성시 첨가된 Soft monomer의 비율이 Hard monomer보다 많아 고분자의 점착성이 우수하여 표면 강도를 증가시킨 것으로 사료된다. 또한 인쇄 광택은 유리전이온도가 20°C 를 전후로 향상되는 것으로 나타났다.

도공지의 인쇄 광택의 경우, Tg가 20°C 이상인 라텍스를 사용한 도공지의 인쇄 광택이 우수한 결

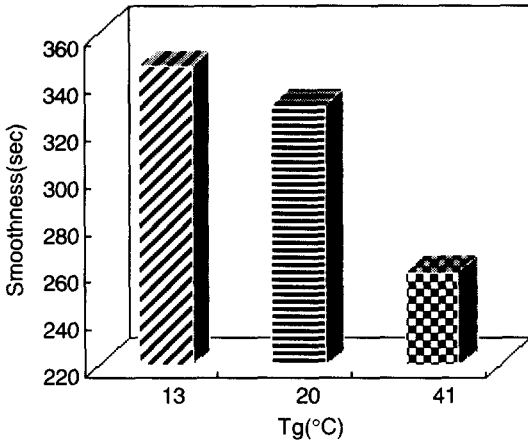


Fig. 1 Smoothness of coated papers.

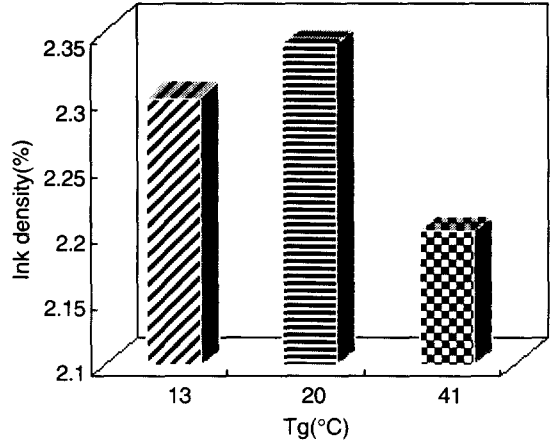


Fig. 2 Ink receptivity of coated papers.

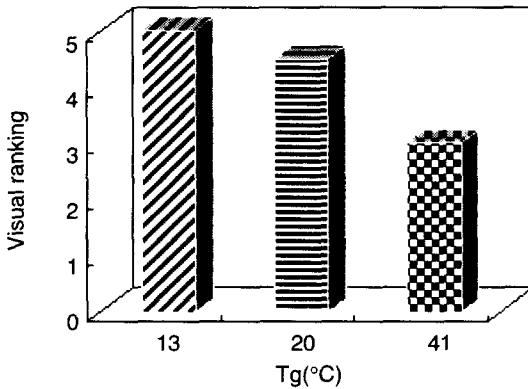


Fig. 3 Dry-pick strength of coated papers.

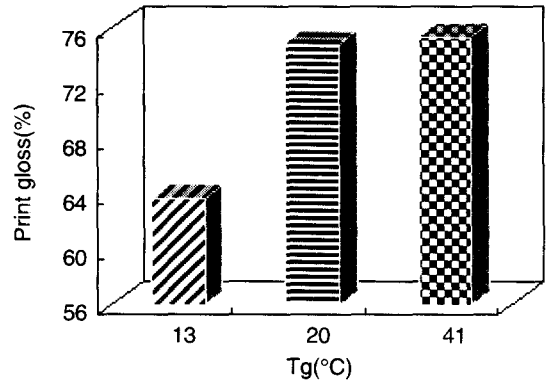


Fig. 4 Print gloss of coated papers.

과를 나타내었다. 이는 라텍스 중합시 hard monomer의 첨가비율을 증가시켜 Tg를 비교적 높게 조절한 라텍스가 도공지의 인쇄 광택 발현에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

3.2 兩性 라텍스의 입자경이 도공지의 품질에 미치는 영향

Fig. 5와 Fig. 6은 라텍스의 입자경에 따른 도공지의 평활도와 잉크 수리성을 나타낸 것으로써 입자경이 클수록 평활도가 우수했다. 이것은 입자경이 작은 라텍스는 입자경이 큰 라텍스보다 도공층 표면으로 이동하기 쉬우며 또한 입자가 작으면 건조 공정 후 단위 면적당 라텍스 입자의 갯

수가 증가하여 도공층 표면이 수축되기 때문인 것으로 사료된다. Fig. 6의 잉크 수리성은 입자경이 큰 라텍스를 사용한 도공지가 우수했다. 이것은 입자경이 작은 라텍스를 사용한 도공지보다 도공층 표면에 라텍스의 양이 적고 공극의 양이 많기 때문이라 사료된다.

Fig. 7과 Fig. 8은 도공지의 표면강도와 인쇄 광택을 나타낸 것이다. Fig. 7에서 알 수 있듯이 입자경이 작을수록 표면강도가 우수하게 나타났다. 이것은 입자 크기가 작을수록 안료와 결합하는 라텍스 전체 표면적을 증가시켜 접착강도가 증가된 것으로 사료된다.

또한, 입자경이 작은 라텍스를 사용한 도공지의 인쇄광택이 우수하게 나타났다. 입자경이 작을수록 치밀한 공극 구조를 형성하고 잉크 보유성이

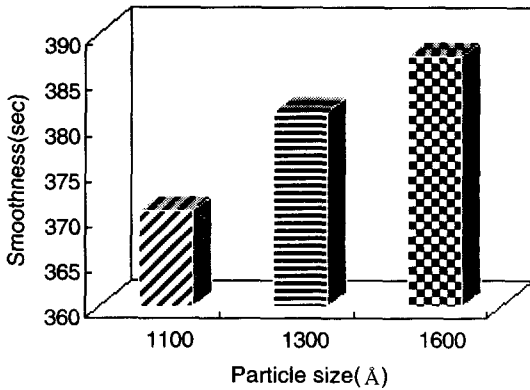


Fig. 5 Smoothness of coated papers.

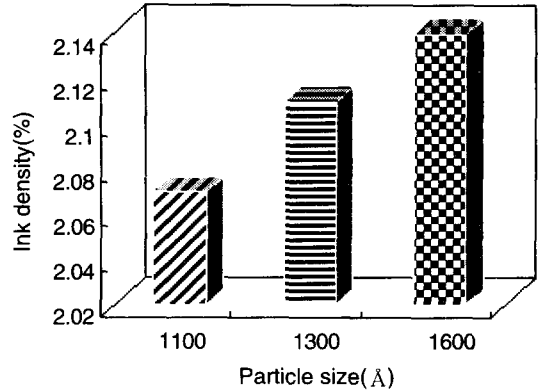


Fig. 6 Ink receptivity of coated papers.

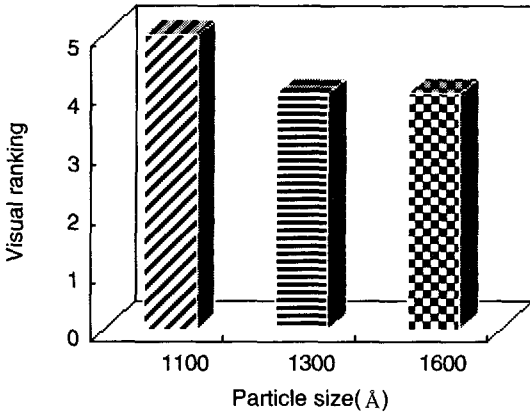


Fig. 7 Dry-pick strength of coated papers.

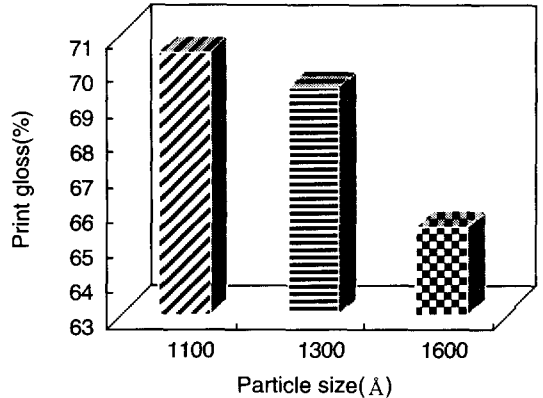


Fig. 8 Print gloss of coated papers.

증가하기 때문에 도공지의 인쇄광택이 증가한 것으로 사료된다(Fig. 8).

3.3 兩性 및 음이온성 라텍스의 혼합비율이 도공지의 품질에 미치는 영향

Fig. 9는 라텍스 혼합비율이 도공액의 점도 거동에 미치는 영향을 나타낸 것으로 兩性라텍스만 사용한 것과 양성 및 음이온성 라텍스를 각각 10 part 대 5 part씩 혼합한 도공액이 다른 두 도공액에 비해 점도가 높게 나타났다. 이것은 兩性라텍스 입자가 자체 이온기 변화에 따른 안료 입자와의 상호작용 외에 안료와 음이온성 라텍스간의 가교결합을 증대하여 이온적인 상호작용을 한 결과로 사료된다. Fig. 10에서는 兩性라텍스 10

part와 음이온성 라텍스 5 part로 배합한 것이 가장 우수한 평활도를 나타내었다. 이는 兩性라텍스와 안료 및 기타 첨가제와의 상호작용의 차이에 기인한 결과로 분석되며 兩性라텍스만 사용하는 경우보다는 소량의 음이온성 라텍스를 혼합하여 사용하는 것이 평활한 도공층 구조 형성에 도움이 되는 것으로 판단된다.

Fig. 11, 12, 13, 14는 라텍스 혼합비율에 따른 도공지의 잉크 수리성, 표면강도, 인쇄광택, 불투명도를 나타낸 것이다. Fig. 11에서 알 수 있듯이 보다 다공성 구조를 갖는 兩性라텍스 10 part와 음이온성 라텍스 5part를 배합하여 제조한 도공지의 잉크 수리성이 가장 우수하게 나타난 반면 Fig. 13의 인쇄광택은 다소 떨어졌다. Fig. 12에서 알 수 있듯이 표면강도의 경우 음이온성

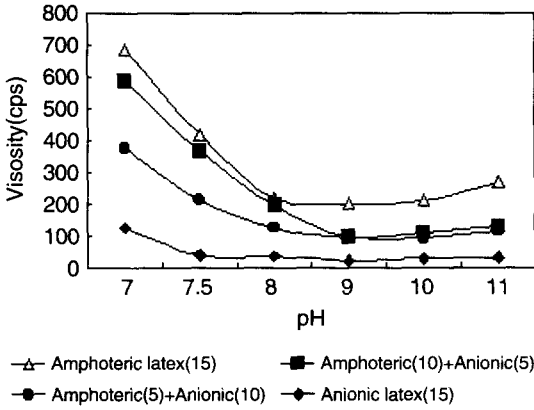


Fig. 9 Viscosity of coating colors.

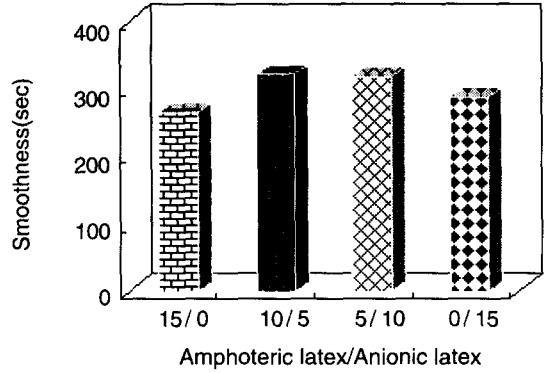


Fig. 10 Smoothness of coated papers.

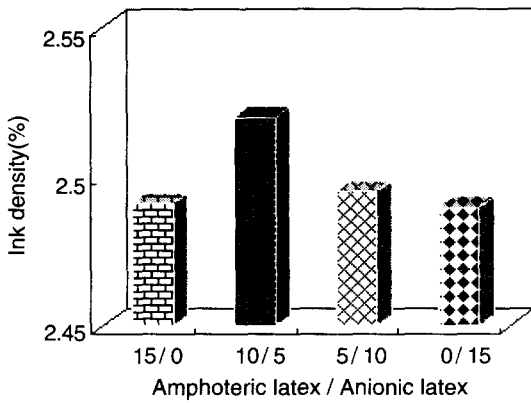


Fig. 11 Ink receptivity of coated papers.

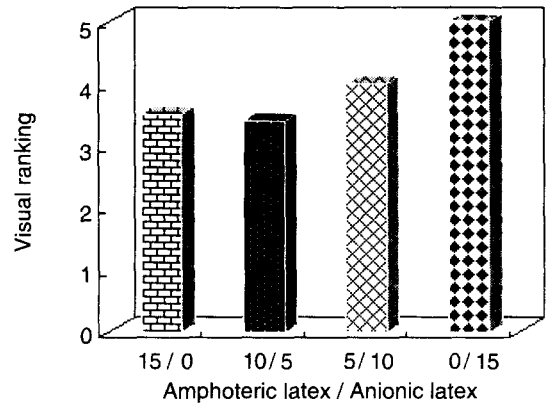


Fig. 12 Dry-pick strength of coated papers.

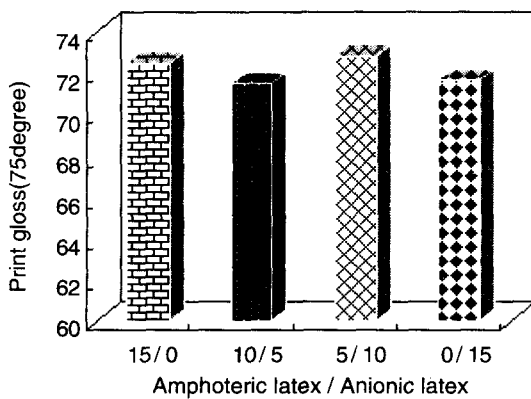


Fig. 13 Printing gloss of coated papers.

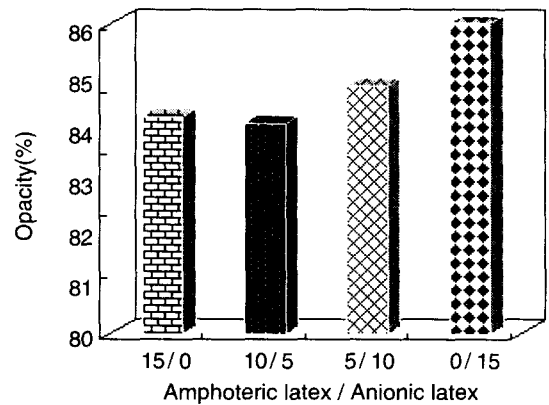


Fig. 14 Opacity of coated papers.

라텍스만을 사용한 도공지가 兩性라텍스 단독 또는 兩性 및 음이온성 라텍스를 배합한 도공지보다 다소 우수하였다. 이것은 건조시 부동화가 늦어져 치밀한 도공층 구조를 형성하였기 때문인 것으로 사료된다. 도공지의 불투명도에 있어서는 兩性라텍스 10 part와 음이온성 라텍스 5 part를 배합한 경우 근소한 차이지만 다소 우수하게 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 兩性라텍스의 유리전이온도와 입자경의 변화가 도공지의 물성에 미치는 영향을 살펴 보았으며 또한 兩性라텍스와 음이온성 라텍스의 혼합비율이 도공지의 물성에 미치는 영향을 살펴 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 20℃의 유리전이온도를 갖는 兩性라텍스를 사용한 도공지가 광학적 성질면에서는 평활도가 우수하였으며, 인쇄 적성면에서는 잉크 수리성, 인쇄 광택이 우수하게 나타났다. 따라서 사용하고 자 하는 인쇄용도에 따라 적절한 라텍스 유리전이 온도의 선정이 필요하다고 사료된다.

2) 兩性라텍스의 입자경이 클수록 보다 평활한 도공면을 얻었고 잉크 수리성 또한 우수하게 나타났다. 입자경이 작을수록 도공층 표면과 원지로의 침투가 용이해지고 도공액의 건조 후 수축이 더 일어나 평활도는 저하되었지만 접착 면적의 증가에 의한 표면 강도와 인쇄 광택은 우수하게 나타났다.

3) 兩性라텍스만 사용한 것과 兩性라텍스

10part에 음이온성 라텍스 5part를 혼합하여 사용한 도공액의 점도가 높게 나타났으며, 도공지의 인쇄 광택과 표면 강도는 다소 저하되었다. 그러나 도공액 구성 성분간의 강한 상호 작용으로 인해 도공액의 부동화가 촉진되어 벌키한 도공층이 형성되었고 또한 다공성의 공극구조를 형성함에 따라 내부에서의 산란되는 빛의 양이 많아져 불투명도, 잉크 수리성 및 평활도가 우수하게 나타났다.

인용문헌

1. Casey, J. P., *Pulp and Paper* IV, pp. 2077~2094 (1983).
2. John E. Richardson, Jr., "Binder use in paperboard coatings", TAPPI coating binders seminar pp. 9~10 (1988).
3. Sinclair, A.R., "Synthetic Binders in Paper Coating" TAPPI Monograph Series No. 37 p. 1 (1975).
4. Van Den Hul, H.J. and Vanderhoff, J.W., J. *Electroanalytical Chemistry and interfacial Electrochemistry*, pp. 161~182 (1972).
5. Yong-kyu Lee, Kuga, S., Onabe, F. and Usuda, M., *J. Japan Tappi*, 45(10): 66 (1991).
6. 이용규, 황석우, *한국인쇄학회지*, 15(2): 57 (1997).
7. 이용규, 박규재, *한국목재공학회지*, 25(4): 10 (1997).
8. 이용규, 황석우, *한국·펄프 종이기술*, 30(3): 77 (1998).
9. 이용규, *한국목재공학회지*, 25(3): 75 (1997).