

잉크젯 코팅칼라 및 잉크젯 용지의 물성 향상을 위한 바인더 시스템 개선연구

A study of binder system for improvement of inkjet coating color and paper

이학래¹⁾, 이상길¹⁾, 윤혜정²⁾, 한장선³⁾, 오원덕³⁾, 최호열³⁾, 이대호³⁾

1) 서울대학교 제지과학연구소, 2) 서울대학교 제지공학연구소, 3) LG화학연구소

1. 서론

잉크젯 인쇄를 통해 선명한 화상을 얻기 위해서는 인쇄용지 표면에 다량의 잉크를 흡수할 수 있는 도공구조를 가지고 있어야 하며 다량의 잉크 염료를 표면에 잘 흡착시켜 높은 색농도를 발현시킬 수 있어야 한다. 일반적으로 잉크젯 코팅의 도공 안료로는 실리카가 사용된다. 실리카는 나노미터 단위의 미세한 단위 입자들이 결합하여 마이크로 단위의 이차 입자를 형성하기 때문에 매우 높은 비표면적을 가지며 미세한 공극구조로 인해 흡수 능력이 다른 안료에 비해 탁월한 특성이 있다. 폴리비닐알콜과 폴리비닐아세테이트가 일반적으로 사용되고 있다. 폴리비닐알콜의 경우 접착강도가 매우 우수하고 수용성 바인더이기 때문에 실리카와 같은 비표면적이 매우 넓고 고도의 접착력이 요구되는 도공안료에 적합한 성질을 가지고 있기 때문이며, 수용성 염료를 사용하는 잉크젯 잉크와의 상용성도 우수하기 때문이다. 폴리비닐 아세테이트의 경우 폴리비닐알콜과 상용성이 매우 우수하고 도공액의 유변학적 특성을 개선시켜주는 장점을 가지고 있다. 하지만 수용성 바인더인 폴리비닐알코올은 코팅칼라의 점도를 극도로 상승시킴으로써 도공 작업성을 악화시키고 건조에너지 상승 및 품질 악화에 지대한 영향을 미치고 있으며, 폴리비닐아세테이트는 제품의 불균일성과 잉크젯 바인더로서의 기능성 부족이 문제점으로 지적되고 있다. 따라서 본 연구에서는 잉크젯 용지의 코팅액 조성분 중 핵심적인 바인더로 사용되고 있는 폴리비닐아세테이트를 라텍스로 대체하기 위한 연구를 통하여 그 가능성을 타진하고, 잉크젯용지의 제조에 활용될 수 있는 새로운 라텍스의 품질특성을 확립함으로써 기존 라텍스의 활용범위를 확대코자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

2.1.1 도공원지

원지특성은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Properties of base paper

<i>Grammage, g/m²</i>	<i>Thickness, μm</i>	<i>Opacity, %</i>	<i>Gloss, %</i>	<i>Brightness, %</i>
94	108	89.9	7.9	88

2.1.2 도공안료

안료로서 겔 타입의 실리카를 사용하였으며 그 특성은 Table 2와 같다.

Table 2. Properties of silica for ink jet coating

<i>Pigment</i>	<i>Mean particle size, μm</i>	<i>Brightness, %</i>
Silica	7	98

2.1.3 바인더

Table 3에는 잉크젯 코팅에 사용되는 바인더인 폴리비닐알코올과 폴리비닐아세테이트의 입도와 Tg, 표면전하를 조절한 SA라텍스와 SB라텍스의 특성을 나타내었다.

Table 3. Characteristics of ink jet binder and modified latex

<i>Binder</i>	<i>PVOH</i>	<i>PVAc</i>	<i>SB-A</i>	<i>SB-B</i>	<i>SB-C</i>
<i>Particle size, μm</i>	N/A	935	Small	Small	Midium
<i>Tg, $^{\circ}\text{C}$</i>	48.2	-12.3	Low	High	Midium
<i>Charge density, $\mu\text{eq/g}$</i>	(-) 43.0	(-) 10.6	High	High	Midium

<i>Binder</i>	<i>SA-1</i>	<i>SA-2</i>	<i>SA-3</i>	<i>SA-4</i>	<i>SA-5</i>	<i>SA-6</i>
<i>Particle size, μm</i>	Midium	Low	Midium	Large	Midium	Large
<i>Tg, $^{\circ}\text{C}$</i>	Low	Low	Midium	Midium	High	High
<i>Charge density, $\mu\text{eq/g}$</i>	Midium	Midium	Midium	Low	Midium	Low

2.1.4 양이온성 고분자

양이온성 고분자로 poly-DADMAC을 사용하였다. 양이온성 고분자의 특성은 Table 4에 나타내었다.

Table 4. Properties of cationic polymer

<i>Cationic polymer</i>	<i>Charge density, meq/g</i>	<i>Solid content, %</i>	<i>Viscosity, cPs</i>
Poly-DADMAC	(+) 6.8	35	30

2.1.5 잉크젯 프린터 및 잉크

잉크젯 도공지의 인쇄품질을 평가하기 위해 HP deskjet 5550과 EPSON stylus 830을 이용하여 인쇄하였다.

2.2 도공액의 제조

폴리비닐알콜은 10% 농도로 90℃ 이상에서 30분 이상 호화한 뒤 25℃로 냉각하여 사용하였다. 증류수에 pH 조절을 위해 1N의 NaOH를 첨가한 뒤 실리카 안료를 투입하고 2000 rpm 이상에서 30분 이상 분산시킨 후 폴리비닐알콜, 폴리비닐아세테이트 혹은 라텍스를 혼합하고 poly-DADMAC을 첨가하였다.

2.3 도공지의 제조

제조된 도공액을 도공원지 위에 film coater PI-1210을 이용하여 편면 픽업량이 8~9 g/m²가 되도록 조절하여 도공을 하였다. 도공 후 열풍 건조기를 이용하여 105℃에서 3분간 건조하였다.

2.4 도공지의 인쇄특성 평가

제조된 도공지의 특성을 평가하기 위해 백색도, 불투명도, 광택도, 평활도를 평가하였다. 잉크젯 도공지의 인쇄품질을 평가하기 위해 색농도, 불리딩, 망점면적, 망점의 원형도를 측정하였다. 도공층의 표면 강도는 RI tester 와 IGT tester를 사용하여 dry-pick을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 도공액 특성

Table 5의 결과를 보면 라텍스의 입도가 증가할수록 그리고 라텍스 입자의 전하밀도가 감소할수록 점도와 보수도는 감소하였다. Table 6의 결과를 보면 동일한 Tg를 가지는 라텍스의 경우 입도 크기가 작은 라텍스의 점도가 증가하였고 보수도는 악화되었다. 동일한 입도 크기를 가지는 라텍스의 경우 Tg가 낮은 라텍스가 점도가 증가하였고 보수도는 악화되었다. 도공액의 특성은 Tg가 중간이상일 때, 입도가 중간이상일 때 특성이 양호하였다. 또한 전하밀도가 감소할 경우 도공액의 특성이 양호하였다. 그러나 도공액의 특성이 양호하다는 것이 도공지의 물성까지 양호하다는 것을 의미하지는 않는다.

Table 5. Characteristics of coating color & SB latex

	Coating color		Binder		
	Low shear viscosity, cPs	WRV, g/g	Particle size, nm	Tg, °C	Charge density, µeq/g
SB-A	1166	1213	Small	Low	High
SB-B	186	906	Small	High	High
SB-C	49	81	Midium	Midium	Midium

Table 6. Characteristics of coating color & SA latex

	Coating color		Binder		
	Low shear viscosity, cPs	WRV, g/g	Particle size, nm	Tg, °C	Charge density, µeq/g
SA-1	131	200	Midium	Low	Midium
SA-2	331	1231	Small	Low	Midium
SA-3	54	91	Midium	Midium	Midium
SA-4	53	133	Large	Midium	Low
SA-5	58	89	Midium	High	Midium
SA-6	45	129	Large	High	Low

3.2 도공지 특성

Table 7은 폴리비닐아세테이트와 개선된 라텍스를 이용하여 제조된 도공지의 광학적 성질을 측정된 결과이다. 백색도의 경우 거의 변화가 없었고 불투명도는 라텍스를 사용하였을 경우 약간 증가하였으며 광택도와 평활도는 거의 차이가 없었다. Table 8은 잉크젯 용지에 인쇄 후 인쇄면의 색농도를 측정된 결과이다. EPSON 프린터로 인쇄한 경우나 HP 프린터로 인쇄한 경우 폴리비닐아세테이트를 바인더로 사용한 경우와 라텍스를 바인더로 사용한 경우 색농도는 거의 차이가 없었다.

Table 9는 water fastness 결과를 나타내었다. 라텍스를 바인더로 사용하였을

경우 폴리비닐아세테이트를 바인더로 사용한 경우와 유사한 값을 나타내었다.

Table 7. Optical properties of ink jet coated papers prepared with modified latex

	Brightness, %	Opacity, %	Gloss, %	Roughness, μm
PVAc	89.68	92.90	4.8	2.69
SB-A	89.99	93.25	4.5	2.59
SB-B	89.67	92.92	4.5	2.78
SB-C	89.58	93.25	4.4	2.74
SA-1	89.47	92.83	4.8	2.53
SA-2	89.65	93.27	5.3	2.60
SA-3	89.87	93.46	5.3	2.79
SA-4	89.89	93.29	6.1	2.94
SA-5	89.75	93.53	5.8	2.46
SA-6	89.73	93.79	5.1	2.72

Table 8. Ink density of ink jet coated papers prepared with modified latex (EPSON & HP)

	Black	Cyan	Magenta	Yellow		Black	Cyan	Magenta	Yellow
PVAc	1.82	0.66	1.09	0.68	PVAc	1.42	0.81	0.87	1.08
SB-A	1.66	0.67	1.02	0.65	SB-A	1.36	0.77	0.82	1.04
SB-B	1.68	0.67	1.04	0.67	SB-B	1.35	0.78	0.84	1.05
SB-C	1.73	0.66	1.00	0.63	SB-C	1.42	0.84	0.88	1.01
SA-1	1.86	0.67	1.06	0.67	SA-1	1.39	0.75	0.78	1.01
SA-2	1.71	0.68	1.00	0.64	SA-2	1.42	0.79	0.85	1.07
SA-3	1.72	0.69	1.01	0.62	SA-3	1.42	0.76	0.81	1.02
SA-4	1.61	0.68	1.00	0.66	SA-4	1.46	0.76	0.81	1.03
SA-5	1.63	0.67	0.97	0.64	SA-5	1.40	0.75	0.80	1.02
SA-6	1.70	0.68	0.97	0.66	SA-6	1.46	0.75	0.80	0.99

Table 9. Water fastness of inkjet coated paper papers prepared with modified latex (HP)

Water fastness, %	EPSON-black	HP-yellow
PVAc	98	95
SB-A	98	94
SB-B	97	91
SB-C	94	97
SA-1	93	95
SA-2	91	97
SA-3	91	91
SA-4	91	91
SA-5	90	92
SA-6	90	93

Fig. 1과 Table 10은 EPSON 프린터와 HP 프린터로 인쇄한 도공지의 인쇄면에서의 블리딩을 나타낸 결과이다. Tg가 높을수록 블리딩이 향상하는 경향을 보였다. 그러나 동일한 Tg일지라도 라텍스 입자의 크기가 커지게 되면 오히려 블리딩은 악화되는 경향을 보였다.

Table 10. Bleeding of inkjet coated papers prepared with modified latex

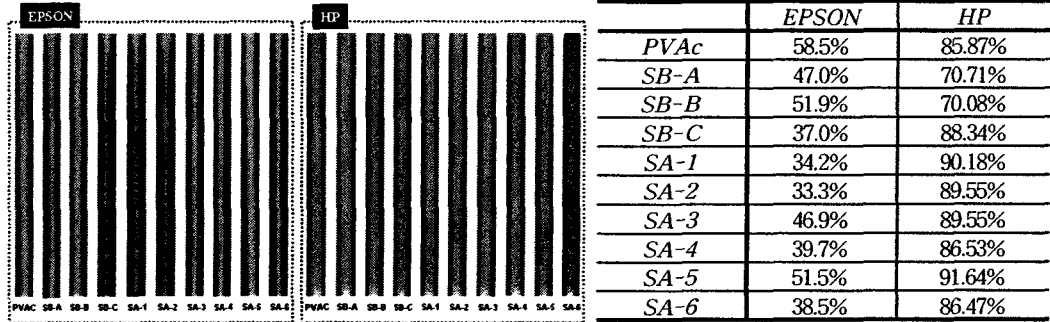
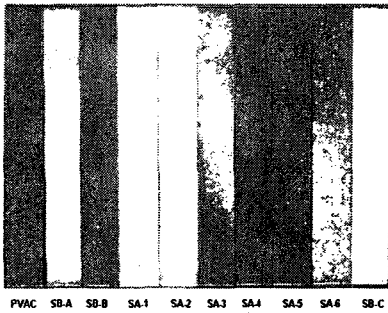


Fig. 10. Bleeding of ink jet coated papers prepared with modified latex.

Fig. 2와 Table 11에는 도공지의 표면강도를 나타내었다. SB라텍스의 경우 Tg가 20℃로 가장 높은 SB-B가 가장 우수한 표면강도를 나타내었다. SA라텍스의 경우 Tg가 증가함에 따라서 강도가 증가하는 양상을 보인다. Tg가 중간인 SA-4에서 가장 우수한 표면 강도를 보였다. 바인더 입도는 크기가 매우 작을 경우는 표면 강도가 매우 떨어졌고 Tg가 높을 때에는 입자 크기가 증가할 경우 오히려 강도가 저하되는 경향을 보였다.

Table 11. Picking strength of ink jet coated papers prepared with modified latex



IGT	Picking strength, cm/s
PVAc	160
SB-A	112
SB-B	165
SB-C	40
SA-1	23
SA-2	0
SA-3	150
SA-4	180
SA-5	152
SA-6	126

Fig. 2. Picking strength of ink jet coated papers prepared with modified latex. (RI)

Fig. 3은 인쇄된 부분의 망점의 면적과 원형도를 나타낸 그래프이다. SB라텍스의 경우 SB-A는 인쇄 망점의 면적은 폴리비닐아세테이트를 사용한 경우와 유사한

면적을 나타내었고 색농도 또한 거의 변화가 없었으나 블리딩이 심하고 망점의 원형도가 불량하기 때문에 선명한 화상을 얻는데는 한계를 가지고 있다. SB-B는 망점 면적이 다른 SB라텍스를 사용하였을 경우보다 좁고 원형도 또한 불량하며 블리딩도 악화되었다. SB-C는 색농도는 매우 우수하나 원형도가 불량하고 블리딩이 심각히 악화되었다. 모든 SB라텍스가 적합한 인쇄 물성을 나타내지 못하는데 이는 SB라텍스에 포함되어있는 계면활성제의 영향인 것으로 판단된다. 계면활성제는 양이온성 고분자와의 반응에는 영향하지 않으나 인쇄시 블리딩을 악화시킬 수 있다. SA라텍스의 경우 SA-2가 색농도가 가장 우수하였고 SA-3,4는 양호하며 SA-1,5,6은 색농도가 약간 감소하는 경향을 보였다. 블리딩 특성은 SA-3,5가 약간의 블리딩 악화가 발생하였고 SA-1,2,4,6은 블리딩이 심각하게 악화되었다. 따라서 종합적으로 판단해 볼 때 인쇄적성은 SA-3이 가장 우수한 것으로 판단된다.

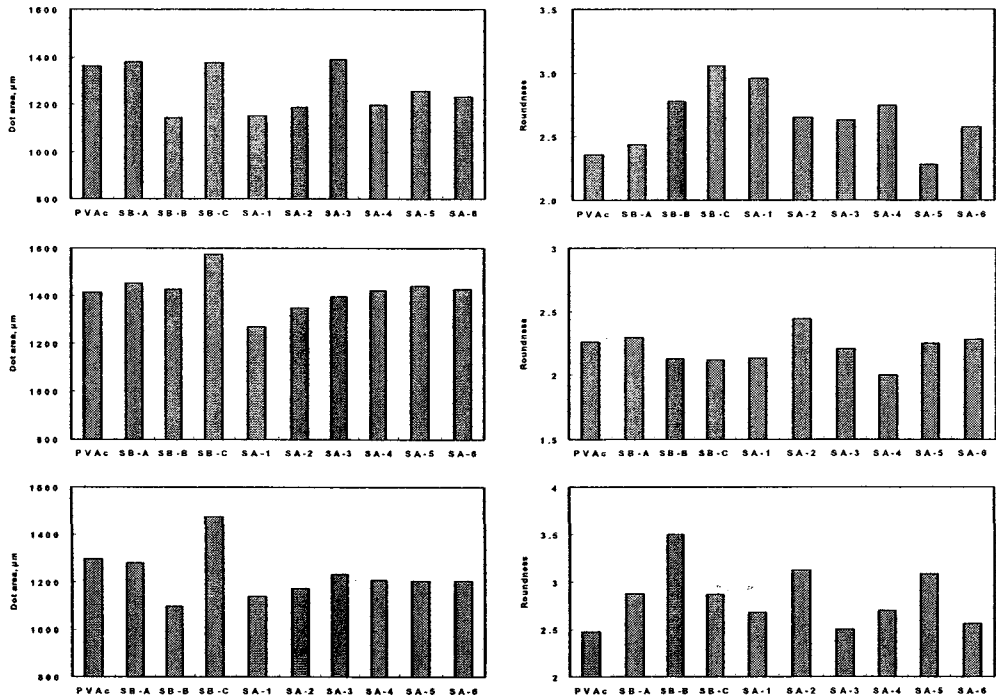


Fig. 3. Average dot area and roundness of inkjet papers prepared with modified latex. (Upper : Cyan, middle : Magenta, lower : Yellow)

4. 결 론

도공지의 광학적 성질은 백색도, 광택도, 평활도의 경우 거의 차이가 없었고 불투명도는 라텍스의 사용시 약간 증가하였다. 라텍스를 사용하여 잉크젯 도공지를 제조하였을 경우 폴리비닐아세테이트를 사용하였을 경우와 거의 차이를 보이지 않았다. 라텍스를 바인더로 사용하여 제조된 잉크젯 용지의 블리딩은 Tg가 높아질수록 향상되는 경향을 보였고 입자 크기가 너무 커지면 악화되는 경향을 보였다. 표면 강도는 SB라텍스의 경우 Tg가 가장 높은 SB-B가 가장 높은 강도를 보였고 SA라텍스의 경우 Tg가 중간정도 이고 입도가 중간 크기인 SA-4가 가장 높은 강도를 보였다. 바인더 입도 크기가 작은 경우는 표면강도가 매우 악화되며 Tg가 매우 높을 경우는 입자 크기가 증가할 경우 강도가 저하하였다. 제조된 SB라텍스의 경우 블리딩이 악화되고 망점의 원형도가 악화되는등 선명한 화상을 얻는데 한계를 가진다. 모든 SB라텍스가 적합한 인쇄 물성을 나타내지 못하는데 이는 SB라텍스에 포함되어있는 계면활성제의 영향인 것으로 판단된다. SA라텍스의 경우 SA-2가 색농도가 가장 우수하였고 SA-3,4는 양호하며 SA-1,5,6은 색농도가 약간 감소하는 경향을 보였다. 블리딩 특성은 SA-3,5가 약간의 블리딩 악화가 발생하였고 SA-1,2,4,6은 블리딩이 심각하게 악화되었다. 따라서 종합적으로 판단해 볼 때 인쇄적성은 SA-3이 가장 우수한 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 두뇌한국 21 핵심 사업과 (주) LG화학의 지원을 받아 연구를 수행하였음.

인용문헌

1. Hue, P.L., Progress and trends in ink-jet printing technology, IS&T J., 42(1):1-38(1998).
2. Donigian, D.W., Wernett, R.C., Mcfadden, M.G. and Mckay, J.J., Ink-jet dye fixation and coating pigments, TAPPI J., 82(8):175-182 (1999).
3. Morea-Swift, G. and Jones, H., The use of synthetic silicas in coated media for ink-jet printing, 2000 TAPPI Coating Conference, TAPPI PRESS, pp.317-328.
4. McFadden, M.G. and Donigian, D.W., Effects of Coating Structure and Optics on Ink-jet Printability, 1999 TAPPI Coating Conference, TAPPI PRESS.
5. Boyan, J.R., Using polyvinyl alcohol in ink-jet printing paper, TAPPI J., 80(1):68-70(1997).