

# 경질탄산칼슘을 이용한 잉크젯 용지제조에 관한 연구

이희명 · 이용규

강원대학교 제지공학과

## 1. 서 론

개인용 컴퓨터의 기술진보와 함께 고해상도의 디지털 화상 데이터를 물리적으로 출력할 수 있는 프린터 기술이 최근 급속하게 발전되고 있다. 그 중에서도 주요한 위치를 차지하고 있는 잉크젯 프린터는 수성의 염료잉크를 사용하고 있기 때문에 인쇄매체로의 정착, 발색기구가 통상의 대량인쇄(오프셋 인쇄, 블록판 인쇄 등)와는 크게 다르며, 수성의 잉크가 친수성의 다공질 도공층에 흡수되어 염료가 분산, 정착되면서 발색이 일어난다. 이러한 특성으로 인해 실리카와 PVA를 기반으로 한 잉크젯 용지가 주를 이루고 있는 있으나, 도공액의 유동성 불량과 부수적인 광택층 부여로 인해 가장 중요한 가격적인 측면에서 경쟁력을 가지고 있지 못하기 때문에 잉크젯 용지의 수요상승을 저해하는 원인이 되고 있다<sup>1,2)</sup>. 이러한 실리카와 PVA 코팅시스템이 가지는 유동성을 개량하기 위하여 실리카의 종류에 대한 영향과 일반 무기안료와의 혼합을 시도하거나 PVA의 배합비율 및 분자량에 따른 유동성 및 인쇄품질의 변화에 대한 연구들이 진행된 바가 있다<sup>3-5)</sup>.

본 연구에서는 기존 실리카계 안료와 PVA 바인더의 코팅 시스템이 가지는 문제점을 해결하기 위해 실리카를 초미립자의 경질탄산칼슘으로 대체하고, 고가의 PVA를 저점도 양성전분(Cationic Starch Amine Ether)으로 대체할 수 있는 가능성에 대해 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

### 2.1.1 도공원지, 안료 및 바인더

본 연구에 사용된 도공원지는 일반 PPC 용지(Lotte Canon Co., Ltd)를 사용하였고, 도공안료로는 precipitated silica 2종과 일반 도공용 PCC 1종(brilliant-15, Shiraiishi Calcium Co., Ltd, Japan)과 본 실험에서 잉크젯용으로 적용한 경질탄산칼슘(PCC, Baek Kwang Co., Ltd) 2종을 사용하였으며, 이들의 특성을 Table 1에 나타내었다. 또한 도공용 바인더로는 PVA(Polyvinyl Alcohol, Kuraray, Japan)와 양성전분(Cationic starch, Daesang Co., Ltd)을 사용하였다.

Table 1. The properties of pigments for ink-jet coating.

Type	Product	Designation	Mean size( $\mu\text{m}$ )	BET( $\text{m}^2/\text{g}$ )
Precipitate silica	HP 34M	Silica A	2.27	182
	T34K	Silica B	3.40	173
Precipitated Calcium Carbonate	Colloid-3000	PCC A	0.12	20
	Colloid-5000	PCC B	0.08	28
	Brilliant-15	PCC C	0.30	11

### 2.1.2 기타 첨가제

안료의 분산을 위해 분산제(WJ-400, Woo Jin)를 사용하였으며, 도공액의 pH 조절을 위해 NaOH(10%)를 사용하였다.

## 2.2 실험방법

### 2.2.1 도공액 및 도공지의 제조

일반적으로 잉크젯 용지제조에 사용되는 precipitated silica와 PVOH를 Table 2에 나타낸 배합비율로 조제한 후, 고속 교반기(Kady mill, Kady International, USA)로 20분간 교반시켜 잉크젯용 도공액을 제조하였다. 또한 본 실험에 사용된 PCC 3종에 대해서는 양성전분을 바인더로 사용하여 새로운 잉크젯 도공액을 제조하였다.

Table 2. Coating color formulation for ink jet coating.

Components	Ingredients	Parts on pigment 100
Pigment	Precipitated Silicas or PCC	100
Binder	PVA(PVA-117 <sup>®</sup> ) or Cationic starch(DS 0.01)	20
Additives	Dispersant(WY-400 <sup>®</sup> )	0.2
	NaOH(10%)	0.15

도공액의 점도측정은 B형 점도계(No.31 spindle, 60 rpm)를 사용하여 측정하였고, 도공액의 pH는 pH meter(Metter Delta 340)를 사용하여 측정하였다. 도공량을 6±1 g/m<sup>2</sup>으로 조절하여 반자동 K-control coater(USA)를 사용하여 원지 위에 편면 도공한 후 105°C 온도로 열풍건조기에서 30초 동안 건조하여 잉크젯 도공지를 제조하였다.

### 2.2.2 도공지의 기본 물성 평가

도공지의 기본적인 광학적 특성(백색도, 불투명도)을 측정하였다.

### 2.2.3 도공지의 잉크젯 인쇄품질 평가

각각 제조된 도공지에 안료잉크(HP C1823D color ink)를 사용하는 HP deskjet 970Cxi 프린터와 염료잉크(Epson T039071 color, T03871 black)를 사용하는 Epson stylus C43UX 프린터로 인쇄하여 잉크젯 인쇄품질을 평가하였다.

흑백영역의 광학적 농도(D196 Densitometer, Gretag)를 측정하여 문자의 선명도를 평가하고, 흑색영역의 블리딩(bleeding)을 평가하기 위해 인쇄한 임의의 문자의 면적(area)과 테둘레(perimeter)를 측정하였다.

또한 컬러 재현성을 평가하기 위해 컬러에 대한 잉크농도를 측정하고, RED, GREEN, BLUE, YELLOW에 대한 CIE L\*, a\*, b\*값을 측정하여 a\*, b\* 직각좌표에 플롯하여 이를 연결한 다각형(color gamut)의 범위를 통해 상대적인 컬러 재현성을 비교·평가하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 도공액 및 도공지의 기본물성 평가

도공액의 B형 점도를 측정하여 Fig. 1에 나타내었다. 일반적으로 잉크젯 용지제조

에 사용되는 silica-PVA 코팅 시스템은 전체 고형분 농도가 16.0 %인데도 불구하고 1200~1800 cPs에 해당하는 높은 점도를 나타내는데 반하여 PCC를 적용한 도공액은 고형분 농도가 40.0 %인 경우, 약 50~100 cPs의 점도를 나타냈으며, 50.0 %인 경우에도 500~1500 cPs 범위의 점도를 나타내었다. 도공지의 광학적인 특성을 살펴보면, Fig. 2에 나타낸 바와 같이 실리카의 경우 높은 백색도를 가지는 반면 PCC에 비해 상대적으로 낮은 불투명도를 나타내고 있고, PCC A의 경우는 실리카와 유사한 백색도를 나타내면서 높은 불투명도를 나타내고 있는 것을 알 수 있었다.

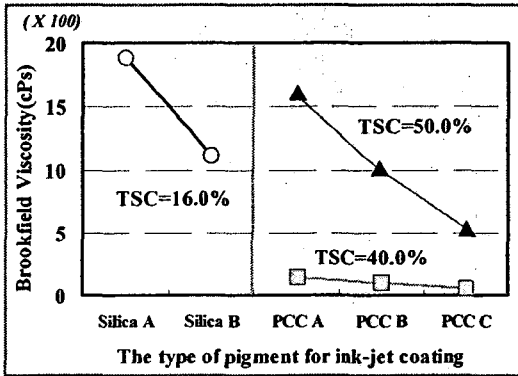


Fig. 1 Brookfield viscosity of coating colors with type of pigments.

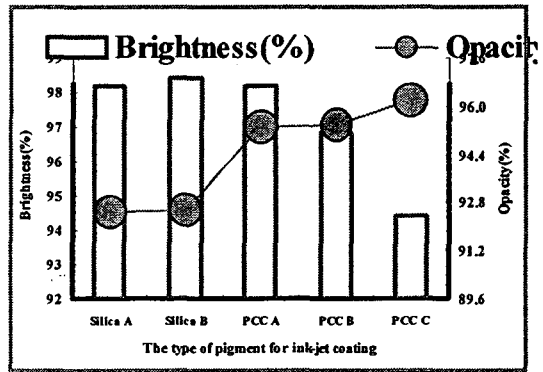


Fig. 2 Brightness and opacity of coated papers with type of pigments.

### 3.2 도공지의 잉크젯 특성 평가

제조된 도공지에 각 프린터로 인쇄한 후, 문자의 광학적 농도를 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. 문자의 광학적 농도는 PCC의 경우 상대적으로 높은 광산율로 인해 인쇄된 잉크가 차폐되기 때문에 실리카와 PVA를 기반으로 한 도공지보다 낮은 광학적 농도를 나타내고 있는 것을 확인할 수 있다<sup>6)</sup>. PCC 중에서는 A의 경우가 상대적으로 높은 광학적 농도를 나타내고 있으며, 엡손의 경우에는 Silica A, B와 유사한 광학적 농도를 나타내고 있는 것을 확인할 수 있었다. PCC B의 경우에는 입자크기가 0.1 um 이하이기 때문에 표면전하가 불안정해지고 수용액상에서 응집되는 경향이 있기 때문에 도공지 표면이 매우 거친 특성을 나타내었다. 따라서 잉크의 흡수가 불균일하게 일어나 광학적 농도가 상대적으로 크게 저하되는 것으로 생각되며, PCC C의 경우에는 입자의 크기가 PCC A와 B에 비해 입자가 크기 때문인 것으로 생각되며, 이는 안료입자

를 표면에 잔류시켜 색을 발현시키는 HP의 경우에 크게 나타내는 것을 알 수 있었다. Fig. 4에 나타난 문자의 면적과 테두리를 살펴보면, 기본적으로 Silica A와 B가 작은 크기의 문자를 형성하면서 낮은 테두레로 문자의 매끄러운 경계면을 나타내고 있음을 확인할 수 있으며, PCC A는 Silica보다 상대적으로 큰 면적의 문자를 나타내고는 있지만, 유사한 테두레를 형성하는 것으로 볼 때 우수한 인쇄품질을 나타내고 있음을 알 수 있다. PCC C의 경우도 마찬가지로의 결과를 나타내고는 있지만 Fig. 3에서 나타난 바와 같이 낮은 광학적 농도로 문자의 선명도가 크게 저하된 이미지를 나타내었다. Fig. 5에 청색 민판 인쇄를 실시하여 나타내었다. 인쇄면의 균일성을 살펴보면 실리카의 경우는 매우 높은 정밀도를 가지는 망점을 형성시킨 후, 정착되기 때문에 인접한 실리카 입자에 색을 발하지 않는 경향으로 인쇄면이 균일하지 못하고 줄모양의 무늬가 형성되는 것을 알 수 있었고, 그에 비해 PCC의 경우는 매우 균일한 흡수로 인하여 양호한 인쇄면을 관찰할 수 있었다<sup>6)</sup>.

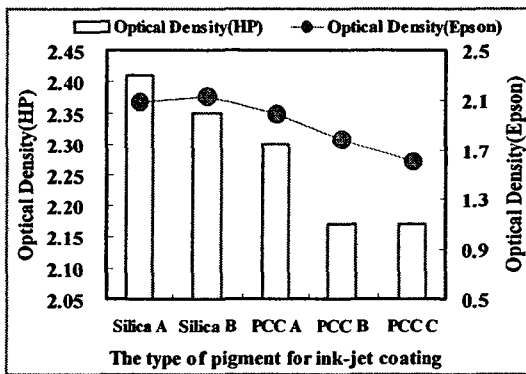


Fig. 3 Optical density of printed letter "T" on coated papers.

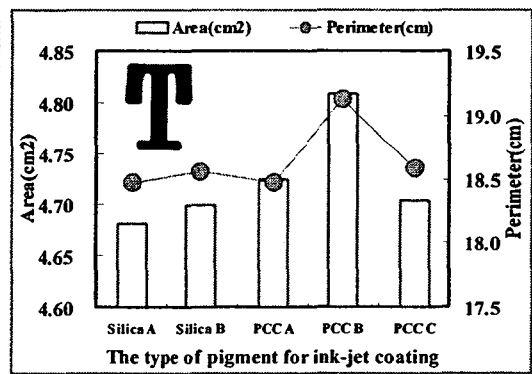


Fig. 4 Area and perimeter of printed letter "T" on coated papers.

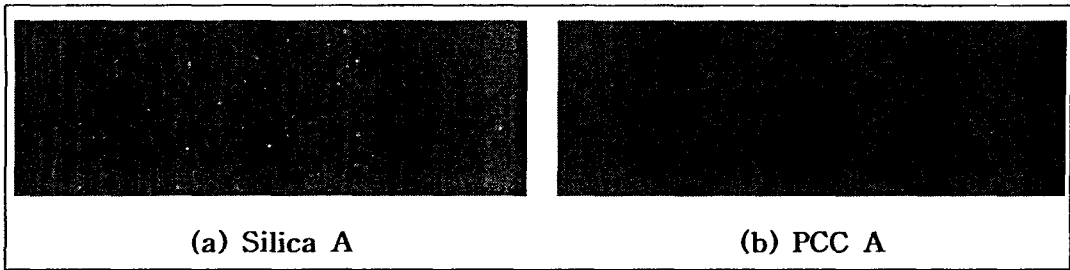


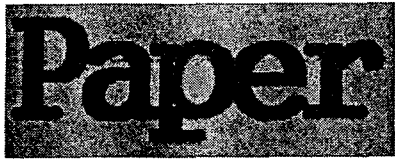
Fig. 5 Print unevenness of printed area on coated paper with silica and PCC.

잉크의 조합, 용지 및 출력 프로그램의 작용으로 구현가능한 최대의 색상수를 의미하는 용어 Cyan, Magenta, Yellow의 1차색의 잉크 농도를 측정하여 Table 3에 나타내었다. 컬러잉크의 농도 역시 흑색영역의 결과와 같이 Silica A, B가 높은 농도를 나타내고 있지만 PCC A의 경우에도 그에 필적하는 컬러 농도값을 나타내는 것을 알 수 있었으며, Fig. 6에 나타난 임의의 인쇄물에서도 잉크젯 용지제조에 있어 PCC A의 적용가능성에 대해 유효한 결과를 나타내고 있다.

Table 3. Color density of coated paper with each color.

Printer	color	Silica A	Silica B	PCC A	PCC B	PCC C
HP	Cyan	1.37	1.34	1.41	1.08	1.32
	Magenta	1.26	1.28	1.23	1.15	1.02
	Yellow	0.85	0.89	1.05	0.85	0.97
Epson	Cyan	1.32	1.31	1.28	1.19	1.12
	Magenta	1.12	1.15	1.10	1.11	0.82
	Yellow	1.12	1.13	0.99	0.93	0.84

다음은 RED, GREEN, BLUE, YELLOW에 대한 각각의 CIE a\*, b\*를 직각좌표에 플롯하여 Fig. 7에 다각형의 범위로 나타내었다. Silica A를 기준으로 한 면적비를 살펴보면 Silica B와 PCC A가 Silica A보다 면적이 큰 것으로 볼 때, 각각의 컬러에 대한 색재현성이 우수한 것을 알 수 있었다.



(a) Silica A



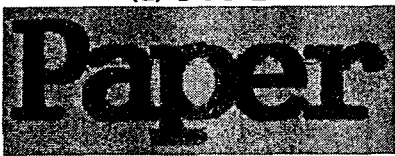
(b) Silica B



(c) PCC A



(d) PCC B



(e) PCC C

Fig. 6 Printed word of coated paper with HP printer.

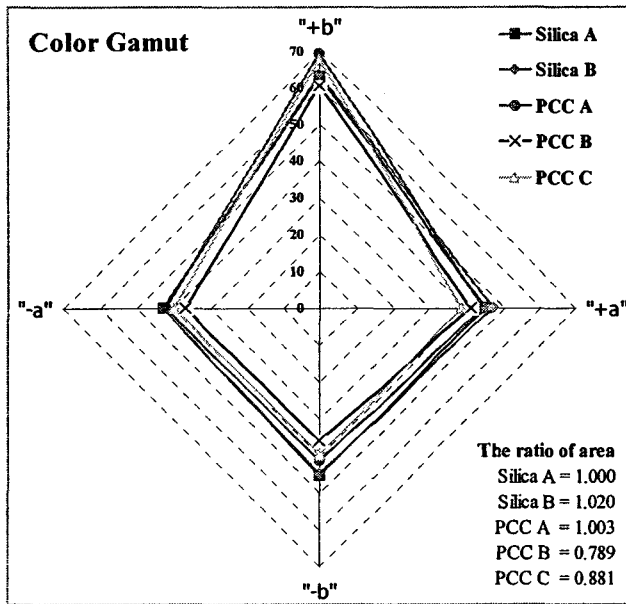


Fig. 7 Color gamut of coated paper with CIE  $a^*$ ,  $b^*$ .

#### 4. 결론

본 연구에서는 초미립자의 경질탄산칼슘과 저점도 양성전분을 사용하여 잉크젯용 지로서의 특성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

일반적인 도공용 PCC의 경우에는 과도하고 불균일한 흡수로 인해 표면에 잔류하는 잉크의 양이 극도로 감소됨에 따라 문자의 브리딩은 적은 반면, 광학적 농도가 매우 낮아 선명한 인쇄물을 얻을 수 없었지만, 초미립자 PCC 중 PCC A의 경우 Silica A, B에 비해 상대적으로 낮은 광학적 농도를 나타내었지만, 균일한 인쇄면의 형성과 문자의 브리딩이 적어 실제적인 인쇄물에서는 오히려 Silica보다 우수한 인쇄품질을 나타내는 것을 확인하였다. 콜로이드계 PCC의 경우, 입자크기가 적어짐에 따라 응집경향성이 크게 나타나기 때문에 분산성에 관한 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.



## 인 용 문 헌

1. Gemma Morea-Swift and Helen Jones, "The use of synthetic silicas in coated media for ink-jet printing", 2000 TAPPI coating conference and trade fair, p.317~p.328
2. Miller, G. D., Jones, R. B., Boylan, J. R., "Polyvinyl alcohol-a specially polymer for paper and paperboard", Air Products and Chemicals, Inc., 1995
3. Y. K. Lee, K. H. An, S. Kuga, "Influence of coating pigment on inkjet printing qualities", Japan TAPPI Journal, vol. 5, p.94~p.100, 2002
4. Y. K. Lee, K. H. An, S. Kuga, "Surface characteristics and print quality of inkjet-grade papers", Japan TAPPI Journal, vol. 55, No. 5, p.73~p.78, 2001
5. H. M. Lee, C. K. Kim, Y. K. Lee, "Influence of the type and blending ratio of binders on ink-jet printing properties". Korea TAPPI, vol. 34, No. 2, 2002
6. D. Glittenberg, A Voigt, D. Donigian, "Novel pigment-starch combination for the online and offline coating of high quality inkjet papers", 2003 TAPPI Spring Technical Conference & Trade Fair, 2003