

도공층의 공극과 인쇄적성에 관한 연구(제1보)

- 안료의 입자크기가 미치는 영향 -

김 창 근[†] · 이 용 규*

Studies on the Pore of Coating Layer and Printability (I)

- Effects of Pigment Size on Pore of Coating Layer -

Chang Keun Kim[†] and Yong Kyu Lee*

ABSTRACT

This paper was intended to find out the relationship between optical and interior properties of coated paper and printability with the variation of particle size of ground calcium carbonate(GCC) by using Mercury Porosimeter, and to find out the pore properties of coated paper as well. The viscosity and water retention of coating color was increased and smoothness, sheet gloss and porosity of coated paper were improved as the particle size of GCC was decreased. However, there was no difference in opacity and brightness of coated paper. The pore volume of coated paper was decreased, but the number of pores was drastically increased according to the decrease of the particle size of GCC. The weight of ink transferred into coated paper was increased in proportion to pore volume of coated paper. However, the weight of damping water and ink induced toward coated paper was slightly increased. Ink setting was accelerated printing gloss was not changed. Therefore, optical and interior properties of coated paper seemed to be affected by the pore property of coated paper and printability was also affected by it.

1. 서 론

종이의 인쇄적성은 크게 두 가지 측면으로 나눌 수 있다. 즉 종이 자체의 상품성에 관련되는 광택도, 백색도, 평활도 등의 외관적 측면과 인쇄물의 최종 인쇄품질에 관련되는 인쇄작업성으로 나눌 수 있다.

도공지의 인쇄적성은 도공지의 제조방법뿐만 아니라 사용되는 원료에 따라서 큰 차이를 나타낸다. 피인쇄체로서 종이의 인쇄적성으로는 평활도, 불투명도, 광택도, 백색도, 유연성, 압축성, 표면강도, 표면 pH, 내부결합력 등을 들고 있으며, 작업성으로는 종이의 신축, 말림, 휨, 인장강도, 정전기 등의 문제를 들고 있다. 따라서 도공지에

• 신호제지(주)(Shin Ho Paper Mfg. Co., Ltd., 1691, Shinil-Dong, Daeduk-Ku, Daejeon 306-230, Korea).

* 강원대학교 산림과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forestry, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea).

† 주저자(Corresponding author)

Table 1. Properties of Pigments

Grade of Pigments	Median Dia. (μm)	Modal Dia. (μm)	2 μm Under(%)
60 Grade	1.39	2.66	64.7
75 Grade	1.08	2.12	76.3
90 Grade	0.75	1.27	90.1
99 Grade	0.42	0.62	99.8

대한 연구는 종이의 표면적 특성과 같은 물리적 성질과 안료와 라텍스 등의 원료와 그 함량비에 따른 연구와 도공방식, 건조방식, 칼렌더방식, 도공액의 유동성 등의 제조공정에 대해서 많은 연구가 이루어져 왔다.

도공지의 특성을 결정짓는 가장 중요한 요소 중의 하나인 도공층의 구조는 도공액의 90% 이상을 차지하는 안료와 바인더의 상호작용에 의해 결정지어지게 된다. 즉, 안료의 형태와 크기 및 패키징 등이 도공층의 공극특성에 크게 영향을 미치게 된다. 특히 종이의 유체흡수성은 인쇄공정뿐만 아니라 접착제의 도피 및 기타 후가공시 종이가 접하는 다양한 유체와의 상호작용 등과 같은 작업성 및 품질에도 중대한 영향을 미친다.

따라서 도공층의 공극률, 공극의 크기 및 분포, 공극의 수 그리고 공극의 형상 등이 인쇄작업성으로 중요시되는 뒷문음과 밀접한 관계가 있는 잉크 건조성, 잉크의 흡수속도 등에 영향을 미칠 뿐만 아니라 잉크 표면잔류성(Ink Hold-out)에 따른 인쇄 후 인쇄품질을 나타내는 인쇄광택 등에도 중대한 영향을 미친다. 한편 이는 인쇄공정의 관점에서 보게 되면 생산성 및 작업성과 밀접한 관계가 있는 인쇄기의 속도 및 잉크 소모량과도 밀접한 관계가 있다.¹⁾ 모세관, 즉 도공층의 공극으로 유체의 침투 또는 흐름은 Lucas-Washburn식으로 설명할 수 있으며 이를 변형하면, t시간 경과 후에 공극에 채워지는 유체의 양은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 V &= N\pi R^2 L \\
 &= N\pi R^2 \sqrt{R\gamma \cos\theta} t / 2\eta \\
 &= \frac{\epsilon}{\tau} \sqrt{R\gamma \cos\theta} t / 2\eta
 \end{aligned}$$

즉, 잉크가 공극 내로 침투하는 데 있어서 공극의 수(N)가 많을수록, 직경(R)이 클수록, 공극률

(ϵ)이 높을수록, 접촉각 θ 값이 작을수록, 잉크의 표면장력(γ)이 클수록, 유지시간(t)이 길수록 잉크의 침투량이 증가한다. 반대로 잉크의 점도(η)가 높을수록, 모세관의 형상에 따른 tortuosity factor(τ)가 클수록 감소하게 된다.

따라서 본 연구에서는 안료의 입자크기가 서로 다른 중질탄산칼슘(GCC) 4종류를 사용하여 도공한 후 안료의 입자크기 변화에 따른 도공지의 특성뿐만 아니라 이제까지 간접적인 방법으로 측정해 오던 도공층의 공극 구조를 Mercury Porosimeter를 사용하여 공극률, 공극의 크기 및 분포를 알아보았다.²⁾ 그리고 위 도공지의 인쇄적성평가를 위하여 잉크수리성, 잉크착육성, 잉크셋트성, 흡인된 잉크량 및 흡수된 습수량을 측정하여 도공지 공극구조와 인쇄적성과의 상관관계에 대해서 알아보하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 안료

본 실험에 사용된 안료는 입자의 크기 및 분포가 서로 다른 4종류의 중질 탄산칼슘(한국화이마트크(주))을 사용하였으며, SediGraph®-5100 입도분석기를 사용하여 입도를 측정하였고, 이들의 특성을 Table 1에 나타내었다. 그 분포는 0.3 μm 과 1.5 μm 에 피크를 나타내는 형태를 보이고 있다(Fig. 1, Fig. 2).

2.1.2 바인더

도공용 바인더로는 금호석유화학(주)에서 제조한 SBR Latex를 사용하였으며 그 특성을 Table 2에 나타내었다.

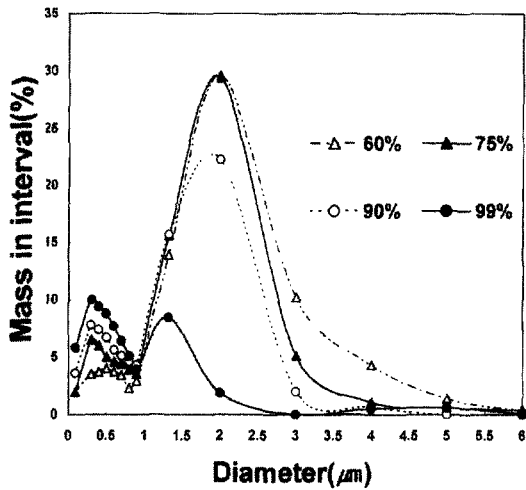


Fig. 1. Particle size distribution of pigment.

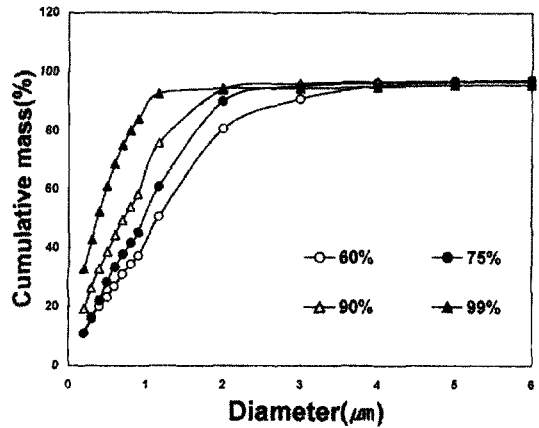


Fig. 2. Particle size analysis of pigment.

2. 2 실험방법

2.2.1 도공액 조제

도공액을 조제하기 위하여 슬러리 상태의 증질탄 산칼슘 일정량을 고속 교반기로 교반시키면서 라텍스와 기타첨가제로서 윤활제(Nopcote C-155[®]; 한국산노프코(주)), 내수화제(Insol-A[®]; 새한산업(주)), 증점제(JT-30[®]; 정원화학(주)) 등을 순차적으로 일정 시간간격을 두고서 첨가한 다음 완전한 분산이 이루어지도록 30분 간 교반시켰다. 제조한 도공액의 배합비는 Table 3과 같다.

도공액의 보수성은 AÅ-GWR법으로 2 bar의 압력에서 평균 공극의 크기가 5 μm인 폴리카본네이트 멤브레인 필터를 사용하여 120초 동안 탈수된 양을 측정하였다.

2.2.2 도공지 제조

준비된 도공액을 45° 블레이드가 장착된 CLC 코터(Cylindrical Laboratory Coater)를 이용하여 850 m/min의 속도로 도공량 15 g/m²로 맞추어 편면 도공지를 제조하였다. 이때 도공지의 건조는 CLC에 부착된 전기식 적외선건조기를 사용하였다. 제조된 도공지를 실험실 슈퍼칼렌더를 사용하여 선압 50 kg/cm, 온도 70℃에서 10 m/min의 속도로 4회 통과시켜 물성측정, 인쇄적성 실험을 위한 재료 및 공극측정용 시료로 사용하였다.

2.2.3 도공지의 광학적 특성, 표면특성 및 공극 구조 측정

도공지의 백지 및 인쇄광택 측정은 TAPPI

Table 2. Properties of Latex

Grade	pH	Solids Content (%)	Particle Size (μm)	Tg (°C)	Commercial Name
SBR Latex	7.5	50.1	0.16	11	KSL-207 [®]

Table 3. Formulation of coating color

Pigment	Binder	Lubricant	Insolublizer	Thickener
100	13	0.5	0.3	0.2

(Unit; ppt)

Table 4. Properties of coating color

Grade	Viscosity (cPs)	pH	Water Retention (g/m ²)	Solids Content (%)
60 Grade	1450	9.45	246	65.2
75 Grade	1670	9.43	233	65.1
90 Grade	1860	9.31	223	65.2
99 Grade	2120	9.31	176	65.2

Standard T480 om-92에 의하여 광택도 측정기를 사용하여 입사각 75°로 조사하여 반사되는 광량을 광택도로 하였다. 표면 평활성은 Bekk 평활도 측정기를 사용하여 측정하였고, 표면 거칠기는 Parker Print-Surf를 사용하여 10 kPa의 압력으로 측정하였다. 도공지의 공극률은 Mercury Porosimeter(Quantachrome사 Poremaster®)를 사용하여 0~66000 psig 범위에서 측정하였다.

2.2.4 도공지의 인쇄적성 측정

도공지의 인쇄적성은 RI-Ⅲ 인쇄시험기를 사용하여 잉크수리성, 잉크세트성, 잉크착육성등을 측정하였다.

K&N 잉크 흡수성은 TAPPI UM 553의 방법으로 도공지 위에 잉크를 도포한 후 2분 경과 후에 도포된 잉크를 닦아 내고 잉크가 도포된 부분과 도포되지 않은 부분의 백색도를 측정하여 백색도 감소율로 잉크 흡수성을 계산하였다.

도공지의 잉크 흡수성을 알아보기 위하여 RI-Ⅲ 인쇄시험기에 magenta 잉크(0.3 cc, Tack Value:10)를 무게를 알고 있는 도공지에 잉크를 도포시켰다. 그 다음 도공지에 전이된 잉크량을 계산하였다. 그리고 잉크착육성은 축입물을 묻힌 molten roll을 이용하여 도공지에 축입물을 묻혔다. 이때 도공지에 먼저 전이된 축입물량을 측정하였고, 그 위에 젤리컴파운드를 20% 혼합하여 Tack 값이 6이 되도록 조정한 black 잉크를 전이시켜 전이된 잉크량을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 안료의 입자크기가 도공액 특성 미치는 영향

3.1.1 점도 및 보수성

도공액의 점도는 Table 4에서 보는 바와 같이 증질탄산칼슘의 입자가 작아질수록 증가하는 경향을 보였다. 도공액의 보수성은 Table 4에서 보는 바와 같이 증질탄산칼슘의 입자가 작아질수록 증가하는 결과를 보였다. 이는 입자가 작아질수록 도공액이 필터와 접촉하면서 안료의 패키징이 높아져 물의 이동을 막았기 때문이다.

3.2 안료크기가 도공지 물성에 미치는 영향

3.2.1 평활도와 백지광택

Fig. 3에서 보는 바와 같이 도공액의 안료의 크기가 작아질수록 평활도는 직선적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 안료가 작아지면서 도공층이 조밀하게 배열되었기 때문이다. 따라서 도공지의 광택도는 직선적으로 증가하는 경향을 보였다.

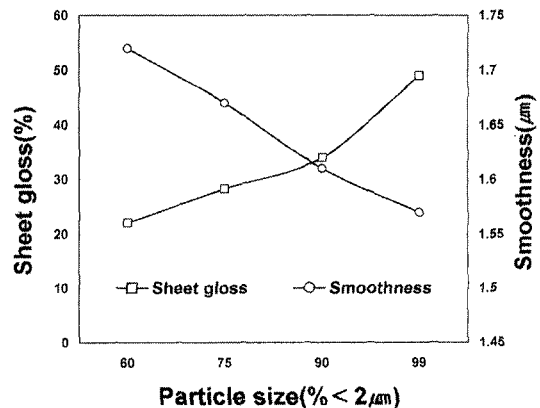


Fig. 3. Sheet gloss and smoothness of coated paper.

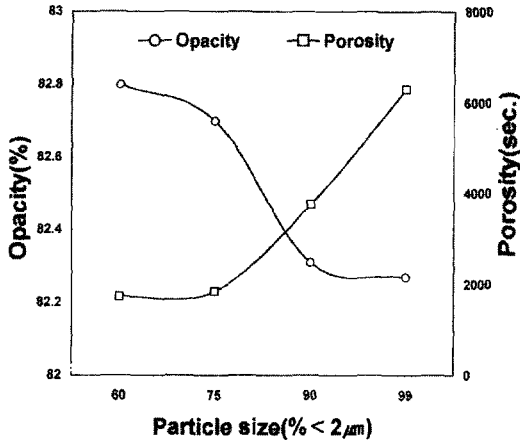


Fig. 4. Opacity and porosity of coated paper.

3. 2. 2 불투명도와 투기도

도공지의 불투명도는 적용한 안료 입자크기가 작아질수록 아주 미세하게 감소하는 경향을 보였다(Fig. 4). 이는 안료의 입자가 작아지면 공극률이 감소하게 되며, 따라서 빛의 산란이 감소하여 불투명도가 떨어지기 때문이라고 볼 수 있다. 한편 투기도는 안료의 크기가 작아지면서 급격하게 증가하는 경향을 보였다. 이는 안료가 작아짐에 따라 공극의 크기가 감소할 뿐만 아니라 공극률도 감소하게 되어 투기도가 증가하게 되는 것이다.

3. 3 안료의 입자크기가 도공지 공극에 미치는 영향

3. 3. 1 공극률과 공극수

Fig. 5에서 보는 바와 같이 적용한 안료의 크기가 작아짐에 따라 공극률은 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 입자들의 체적 밀도가 증가하기 때문이다. 여기서 일정 압력에서 수은의 침투량을 공극의 크기로 나누어 주면 공극수를 계산할 수 있다. 이렇게 계산해서 얻은 공극수는 적용한 안료의 크기가 작아짐에 따라 급격히 증가하는 경향을 보였다. 또한 공극수는 투기도와 아주 유사한 경향을 보이고 있으며, 이는 위에서 설명한 바와 같이 1 μm 이하의 미세입자가 많은 함량을 차지하고 있어 공극의 크기가 작아졌기 때문이라 사료된다.

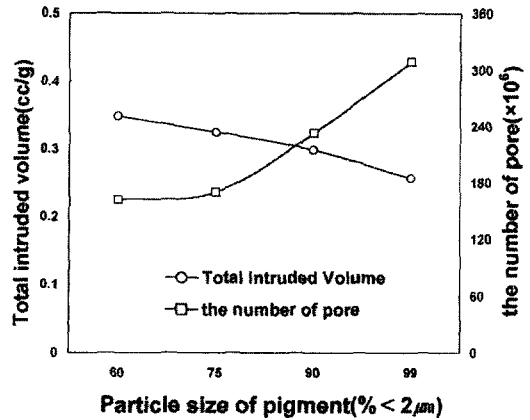


Fig. 5. Total intruded volume and the number of pore.

3. 3. 2 공극직경

도공지의 공극직경은 적용한 중질탄산칼슘의 종류에 관계없이 공극의 크기가 0.135 μm 일 때 최대 공극률을 보이고 있으며, 이때 입자 크기가 작을수록 공극률이 낮았다. 그리고 공극률을 중심으로 공극직경이 작아지는 경우 작은 안료를 적용한 도공지의 공극률이 높았으며, 반대로 공극직경이 커지는 경우 작은 안료를 적용한 도공지의 공극률이 낮아지는 경향을 보이고 있다. 이는 적용한 안료 입자가 작을수록 작은 공극을 많이 함유하고 있다는 것을 나타내는 것이라 할 수 있다.

3. 4 안료의 입자크기가 인쇄적성에 미치는 영향

3. 4. 1 잉크 전이량과 인쇄광택

잉크제조에 사용되는 안료의 입자크기는 잉크 색상에 따라 차이는 있지만 일반적으로 0.004~8.0 μm이다. 여기서 백색 잉크에 사용되는 이산화티탄은 0.1~0.5 μm이고 Black 잉크에 사용되는 Carbon Black은 0.004~0.2 μm이다.³⁾ 아울러 Magenta, Cyan 등에 적용되는 유기안료는 0.02~0.5 μm 내외이다. 한편 Abrams 등은 Mercury Porosimeter를 이용하여 도공지의 공극직경을 측정 한 결과 1급 Clay를 적용한 도공지의 평균 공극직경은 0.1 μm 이하였고, 2급

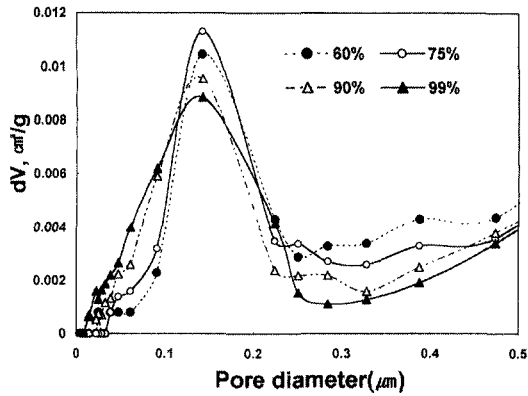


Fig. 6. Pore size by Hg porosimetry.

Clay를 적용한 도공지의 경우는 0.2 μm 이하였다는 연구 결과를 발표하였다.⁴⁾ 따라서 지금까지의 연구를 종합해 볼 때 도공층의 공극직경은 0.02~1.0 μm로 알려져 있다.

본 실험은 동일조건에서 동일한 잉크를 사용하였을 뿐만 아니라, 인쇄시 같은 물리적인 인압이 가해지기 때문에 잉크나 습수가 종이와 접촉시 접촉각과 표면장력의 차이를 무시할 수 있으며, 접촉시간이 동일하고 잉크의 점도가 같으므로 위 서론에서 제시한 식은

$$V = \frac{N\epsilon\sqrt{R}}{\tau} \text{ 으로 나타낼 수 있다.}$$

즉, 도공층의 잉크 흡수량은 공극률이 높을수록, 공극의 수가 많을수록, 모세관 또는 공극의 직경과 비례관계를 보이게 된다.

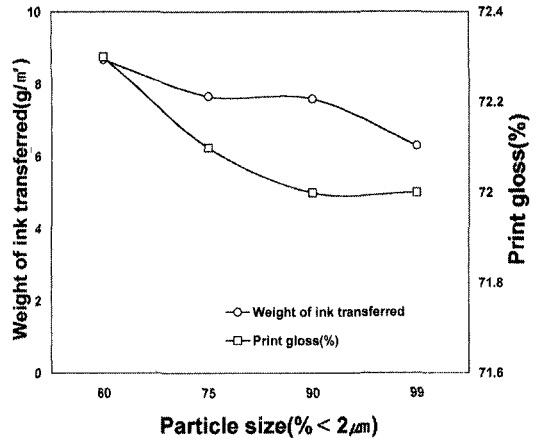


Fig. 7. Weight of ink transferred and print gloss of coated paper.

Fig. 7에서 보는 바와 같이 안료의 입자가 작아짐에 따라 잉크 흡수량은 작아지는 경향을 보였다. 즉 잉크 전이량은 공극률과 비례적인 관계를 나타내고 있다. 그리고 백지광택은 안료의 입자크기가 작아짐에 따라 증가하였음에도 불구하고 인쇄광택은 큰 차이가 없는 결과를 보이고 있다. 이는 도공지의 공극을 감소에 따른 잉크 전이량의 감소뿐만 아니라, 적용한 잉크에 함유된 안료가 공극을 막았기 때문이라 판단된다.^{5,6)} 따라서 잉크의 비휘발 성분이 선택적으로 빠르게 침투하여 전이된 잉크가 leveling되지 않은 상태에서 잉크의 고정화가 이루어지기 때문이라 사료된다. 이는 급속한 잉크 tack의 증가는 잉크층의 leveling 효과를 떨어뜨린다는 Bousfield 등¹¹⁾과 Donigian 등⁵⁾의 연구와도 같은 결과를 보였다. 이는 다양한 안료를 적용한 도공지에 인쇄 후에 그 특성을 비

Table 5. Properties of printability

Properties	Grade of Pigments				
	Unit	60	75	90	99
Weight of ink transferred	g/m ²	8.68	7.66	7.59	6.31
Weight of damping water transferred	g/m ²	15.83	16.03	16.32	17.00
Weight of ink and damping water transferred	g/m ²	18.62	18.77	18.83	19.48
Weight of ink transferred on the damping water transferred	g/m ²	2.79	2.74	2.51	2.48
Paper Gloss	%	22.1	28.3	34.0	49.0
Printing Gloss	%	72.3	72.1	70.9	72.0
SNAP	%	227	155	109	47

교한 결과 도공지의 평활도나 광택도보다는 도공층의 공극의 특성에 따라 잉크 흡수도 및 인쇄광택이 영향을 받는다고 하는 Donigian 등⁵⁾ 및 클레이를 적용한 도공지의 인쇄적성을 평가한 Hackle 등의 결과와도 일치하는 것이다.⁷⁾ 그리고 일반적으로 도공지의 광택이 증가할수록 인쇄광택이 증가 하지만, 동일한 광택도 값을 보이는 도공지라도 공극률이 높거나 공극수가 많을 경우 인쇄광택이 낮아진다고 하는 Lee 등의 연구 결과와도 일부 일치하는 것이다.⁸⁾ 반면에 백지광택이 높고 평활성이 좋음에도 불구하고 인쇄광택은 큰 입자의 안료를 적용한 도공지와 유사한 경향을 보이는 것은 잉크의 비히클성분이 빠르게 침투하여 전이된 잉크가 leveling되지 않은 상태에서 잉크의 고정화가 이루어지기 때문이라 사료된다. 이는 급속한 잉크 tack의 증가는 잉크층의 leveling 효과를 떨어뜨린다는 Bousfield 등¹¹⁾과 Donigian 등⁵⁾의 연구와도 같은 결과를 보였다.

3.4.2 잉크세트성

도공지는 일반적으로 약 30% 공극을 가지고 있다.⁹⁾ 그리고 도공층에는 많은 공극 또는 모세관이 존재하게 된다. 여기서 작은 공극이나 모세관이 많이 분포해 있을 경우, 잉크의 3대성분인 안료(공업용색소), 비히클(전색제), 기타첨가제(보조제) 중에서 점도가 가장 낮고 접촉각이 낮은 용제성분인 비히클이 모세관력에 의해서 선택적으로 침투하게 된다.⁶⁾ 즉 잉크 중 용제성분의 흡수속도가 빨라져 잉크세트가 빨라지게 된다. 잉크가 건조되어 잉크의 피막을 굳히는 것을 세팅이라 하며, 잉크의 내부까지 고정화되는 현상을 hardening이라 한다. 한편 잉크가 세트되었다는 것은 뒷물음이나 인쇄물의 묻어남이 일어나지 않는 상태가 된 것이다. 한편 잉크의 tack로 잉크 세팅을 설명하게 되면 종이에 인쇄된 잉크가 최고의 tack 값을 나타낼 때가 잉크 세트가 최고에 달한 것으로 볼 수 있다.¹¹⁾ 만약 도공층의 공극의 크기가 적절치 못할 경우 잉크 성분 중 비히클 성분만이 선택적으로 종이에 침투되어 잉크층의 안료 성분만이 남게 되어 외부 마찰에 의해서 쉽게 인쇄부가 떨어져 나가는 초킹(chalking)현상이 발생하게 된다.¹⁰⁾

Fig. 8에서 보는 바와 같이 잉크 세팅은 안료의 입자크기가 작아질수록 증가하는 경향을 보였

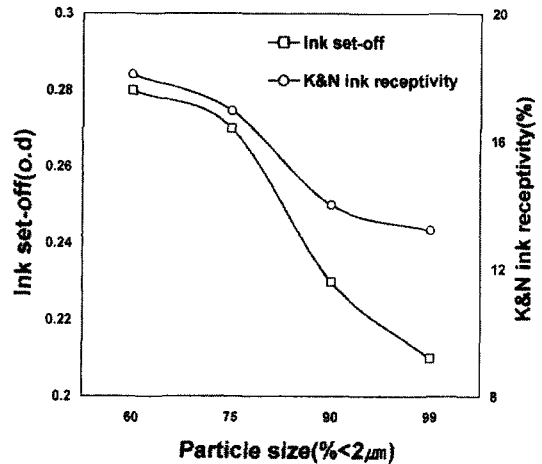


Fig. 8. Ink set-off and K&N ink receptivity of coated paper.

다. 이는 위의 안료의 입자크기가 작아질수록 잉크 전이량이 적어졌기 때문이다.

3.4.3 K&N 잉크수리성

일반적으로 종이의 잉크 흡수능력을 평가하는데 사용하는 K&N 잉크는 불활성 잉크로서 종이 표면에 존재하는 모세관의 수와 크기에 따라 모세관력, 즉 잉크 흡인력이 달라진다.¹²⁾ Fig. 8에서 보는 바와 같이 적용한 안료의 크기가 작아질수록 K&N 잉크의 흡수도는 떨어지는 경향을 보였다. 이는 위의 일반 오프셋(Off-set) 잉크 전이량과 일치하는 결과이다.

3.4.4 습수 흡수량과 잉크착육성

습수 흡수량은 안료의 크기가 감소함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 즉 공극률이 감소함에도 불구하고 습수 흡수량은 증가하는 결과를 나타내고 있다. 이는 위의 잉크 전이량과는 반대의 결과를 나타내는 것이다. 따라서 습수 흡수량은 공극률보다는 공극의 수와 비례한다는 것을 알 수 있다. 또한 습수에는 안료가 없기 때문에 습수가 도공층으로 침투하는 것을 방해받지 않았기 때문이다. 그리고 안료의 입자가 작아짐에 따라 비표면적이 커지므로 바인더 요구량이 상대적으로 많아져 습수량이 증가한 원인이 되었으리라 사료된다.

아울러 Wet-Ink 흡수량은 습수 흡수량과 같은

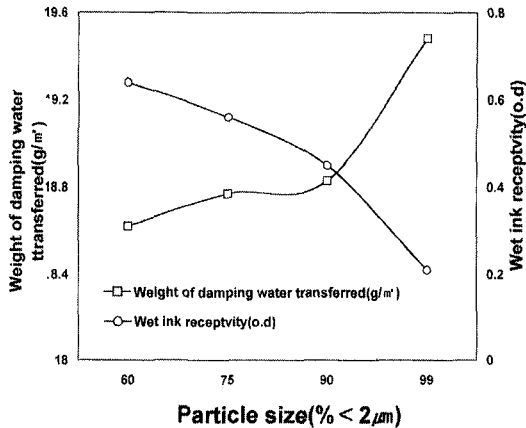


Fig. 9. Relationship of damping water and ink transferred after wetting.

결과를 보였는데 이는 잉크와 습수의 전체량을 측정하는 것이기 때문에 습수량이 큰 비중을 차지하였기 때문이다. 그리고 Wet-Ink 흡수량에서 순수한 습수량을 제외시킨 잉크의 전이량은 잉크 단독의 전이량과 같은 결과를 보였고, 아울러 습수량이 안료의 입자가 작아짐에 따라 증가하였기 때문에 습수에 의한 방해로 잉크의 전이량이 줄어들었다고 판단된다. 그리고 도공층에 매우 미세한 안료만을 적용할 때 다색 오프셋(Off-set) 2도 인쇄의 경우, 1도 인쇄시 비화선부에 축입물이 묻은 부분에 잉크가 묻게 된다. 여기서 묻은 습수의 양이 많아지게 되므로 습수의 흡수속도가 늦거나 건조 및 증발이 늦을 경우 잉크착색성이 떨어지는 현상을 보일 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 안료의 입자 크기가 서로 다른 중질탄산칼슘(GCC)을 사용하여 도공한 후 안료의 입자크기 변화에 따른 도공지의 특성과 도공층의 공극특성 및 인쇄적성과의 상관관계에 대해서 알아보았다. 그 결과 Mercury Porosimetry 법은 많은 물질에 대해 Non-Wetting한 독특한 성질을 이용, 외부에서 압력을 가해 시료가 갖고 있는 공극 내에 수은을 관입시켜 그 양으로부터 공극률, 공극의 크기 및 분포를 알 수 있었다. 한편 적용한 안료의 입자크기가 작아질수록 도공액의 점도와 보수성이 향상되는 결과를 보였고, 도

공지의 경우 평활도, 광택도 및 투기도는 증가하는 경향을 보였고 불투명도, 백색도는 유사한 경향을 보였다. 그리고 공극률은 입자가 작을수록 감소하는 경향을 보였으나 공극수는 급속하게 증가하는 경향을 보였다. 그리고 인쇄적성에 있어서 잉크 전이량은 공극률에 비례하여 감소하는 결과를 보였으나, 습수 흡수량은 다소 증가하는 경향을 보였다. 따라서 잉크 세팅은 빨라졌지만 인쇄 광택에는 큰 차이가 없었다. 따라서 도공지의 공극특성은 도공지 자체의 물성뿐만 아니라 인쇄적성에도 밀접한 관계가 있으며, 이를 적절히 조절하면 좋은 인쇄적성의 도공지를 제조하는 방법이 될 수 있으리라 사료된다.

인용문헌

1. 윤종태, 인쇄적성개론, 부경대학교, p. 107 (1997).
2. Drake, L. C., and Ritter, H. L., Ind. Eng. Chem. Anal. 17:787 (1945).
3. Eldred, N. R., and Scarlett, T., What the Printer Should Know about Ink. Graphic Arts, Technical Foundation. 2nd., p. 27, Pennsylvania (1990).
4. Abrams, L., Favorait, C. W., Capano, P. J., and Johnson, R. W., 1996 Coating Conference Proceedings, TAPPI Press, Atlanta, p. 185.
5. Donigian, D. W., Wise, K. J., and Ishley, J. N., 1996 Coating Conference Proceedings, TAPPI Press, Atlanta, p. 39.
6. Sakebi K., Japan Tappi 45(8):39 (1994).
7. Hackle, F. L., and Pavol, M., Jr., Tappi 50(1):61A (1967).
8. Lee, D. I., 10th Anniversary Int. Symposium Proceedings, p. 30, Kangwon Nat. Univ., Korea (1998).
9. Lee, D. I., 1998 Paper Coating Technology, p. 8, UPCC., Korea.
10. Villianos, B., Sign of The Windmill, No. 3, p. 8., VanSon Holland Ink Corp., Mineola, New York.
11. Bousfield, D. W., Glatter, T. P., and Van Gilder, R. L., 1998 Coating/Papermakers

- Conference Proceedings, TAPPI Press, Atlanta, p. 875.
12. Williams, R. L., Paper and Ink Relationships, 2nd, p. 58, Mennonite Press Inc., Kansas (1985).