

## 도공층의 공극과 인쇄적성에 관한 연구(제2보)

- 안료의 입자형태가 미치는 영향 -

김창근·이용규<sup>†</sup>

(2000년 11월 21일 접수, 2001년 2월 5일 채택)

## Studies on the Pore of Coating Layer and Printability (II)

- Effects of Pigment Shape on Pore of Coating Layer -

Chang Keun Kim and Yong Kyu Lee<sup>†</sup>

(Received November 21, 2000; Accepted February 5, 2001)

### ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the effect of coating pigments on the printability by investigating the pore structure of coating layer such as the number, size and distribution of pores and the pore rate.

The coating structure was mainly determined by the interaction between pigment and binder. It means that the structure of pores was chiefly affected by the shape and size distribution of pigments and their packing rate. The physical properties of pore have close relationships with ink set-off, the speed of ink penetration and printing gloss.

The results suggested that the rate and number of pores were greatly affected by the particle size distribution and shape of pigments. The rate of pore increased with the reduction of particle size distribution of pigments. Calcite was effective to improve greatly the printability of coated paper .

**Keywords:** Coating pigment, Coating structure, Pore structure, Ink set-off, Printing gloss, Particle size distribution

### 1. 서론

인쇄산업의 발달은 인쇄기, 피인쇄체인 종이 그리고 잉크 등의 상호 보완적인 발전을 통해 이루어진다. 특히 종이의 특성은 인쇄기와 함께 인쇄작업성에 많은

영향을 미친다. 최근 인쇄기의 속도가 고속화되면서 잉크의 건조속도 또한 빨라야 하며, 이에 상응하는 요구특성과 품질이 요구되고 있다. 이제까지 인쇄와 관련된 종이에 관한 과학적 논문은 많았으나, 그 대부분이 종이의 제조에 관한 것이지 종이의 인쇄적성에 관

• 강원대학교 산림과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science and Engineering, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea).

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

한 것은 별로 없었기 때문에 종이를 사용하는, 즉 인쇄하는 입장의 연구가 필요하다.

종이가 인쇄기를 통과할 때 종이에 가해지는 힘은, 일반적인 제지현장에서 적용하는 물리적 강도, 즉 인장강도, 인열강도, 파열강도, 내절도 등의 파괴영역 실험으로 해석하기는 한계가 있다. 즉 종이의 인쇄과정은 강성(剛性, stiffness), 두께, 압축성, 흡수성 등의 비파괴 변형과정인 것이다. 종이가 인쇄기에서 순간적인 인압을 받으면 변형이 생기고 이것이 회복될 때 종이로 전이된 잉크가 고착화된다.<sup>1)</sup>

또한 종이의 공극은 단일 크기의 구조로 된 것이 아니므로, 즉 종이의 공극이 잉크의 안료 입자보다 크면 잉크의 안료와 비히클이 분리되지 않고 침투하게 된다. 반면에 종이의 공극이 잉크의 안료 입자보다 작을 경우 잉크의 안료와 비히클이 분리되어 비히클 성분이 선택적으로 침투하게 되고 안료가 종이 위에 남게 되어 인쇄잉크가 종지와 분리되는 초킹을 일으키게 된다. 그리고 실제 종이의 공극은 모두 일정한 단일 크기로 구성된 것이 아니기 때문에 인쇄공정에서 복잡한 현상이 일어난다.

안료의 형태와 크기 및 패킹률 등이 도공층의 공극 특성에 크게 영향을 미치게 된다. 즉 도공층의 공극률, 공극의 크기 및 분포, 공극의 수 그리고 공극의 형상 등이 인쇄작업성으로 중요시되는 뒷물음과 밀접한 관계가 있는 잉크건조성, 잉크의 흡수속도 등에 영향을 미칠 뿐만 아니라 잉크보유성에 따른 인쇄 후 인쇄 품질을 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.<sup>2)</sup> 즉 종이 내부로 스며드는 잉크의 양을 최소로 하여 종이 표면 위에 많이 남아 있게 하는 것이 인쇄광택을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 인쇄공정에서 잉크의 소모량도 줄이는 효과가 있다.<sup>3)</sup>

특히 다색 오프셋인쇄에서 인쇄적성은 축입물, 잉크 그리고 종이의 3대 구성요소의 상호조화에 의해서 결

정된다.<sup>4)</sup> 즉 잉크와 종이는 dry pick, 잉크세트성 그리고 인쇄광택과 밀접한 관련이 있는 잉크보유성에 영향을 미치게 되며, 축입물과 종이의 관계는 wet pick 과 밀접한 관계가 있으며, 마지막으로 잉크와 축입물의 관계는 잉크착육성과 스커밍(scumming) 현상에 영향을 미치게 된다.

따라서 본 연구에서는 입자의 형태가 서로 다른 일급 클레이(No. 1 clay), 중질 탄산칼슘(ground calcium carbonate, GCC), 디라미네이트 클레이(delaminated clay), 경질 탄산칼슘(precipitated calcium carbonate, PCC) 등 4종류의 안료를 적용하여 도공을 한 후 도공층의 물리적, 광학적 특성을 알아보았다. 그리고 도공층의 공극구조에 있어서 공극률, 공극수, 공극의 크기 및 분포 그리고 도공층 표면의 접촉각을 측정하였다. 그리고 위 도공층의 인쇄적성 평가를 위하여 잉크와 축입물의 흡수량을 측정하여 공극구조와 인쇄적성의 상관관계에 대해서 규명하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

#### 2.1.1 안료

본 실험에 사용된 안료는 입자의 크기, 분포 및 형태가 서로 다른 일급 클레이( $\alpha$ -Gloss®, ECC), 중질 탄산칼슘(KFMT-90®, 한국화이마테크(주)), 경질 탄산칼슘(Tamapearl-123®, OKUTAMA COGYO Co. LTD.), 디라미네이트 클레이(Nuclay®, Engelhard)였다. 이들의 특성은 Table 1에 나타내었다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 입도분포가 중질 탄산칼슘은 1.5  $\mu\text{m}$ 와 0.4  $\mu\text{m}$ , 일급 클레이는 0.33  $\mu\text{m}$ 와 1.5  $\mu\text{m}$ , 디라미네이트 클레이는 1.5  $\mu\text{m}$ , 4.0  $\mu\text{m}$ , 경질 탄산칼슘은 0.33  $\mu\text{m}$ , 1.5  $\mu\text{m}$ , 2.5  $\mu\text{m}$ 에서 피크를 보이고 있다. 여기서 경질 탄산칼슘이 3개의 특징적인

Table 1. Properties of Pigments for paper coating

Pigments	Properties	Median diameter ( $\mu\text{m}$ )	Under 2 $\mu\text{m}$ (%)	Crystal form
NO. 1 clay		0.42	94.4	Hexagonal plate
Ground calcium carbonate (GCC)		0.71	92.9	Orthorhombic
Precipitated calcium carbonate (PCC)		0.68	93	Needle variable
Delaminated clay (De-clay)		0.72	80.8	Hexagonal plate

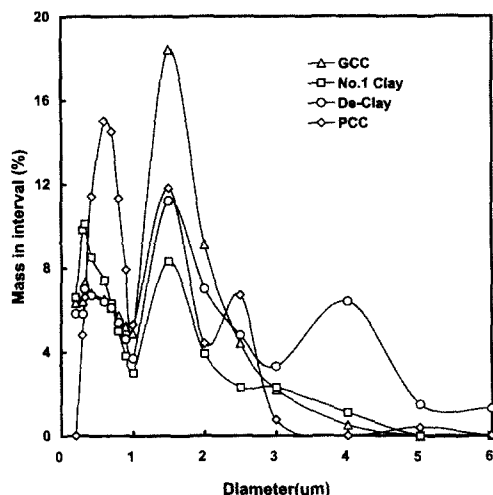


Fig. 1. Particle size distribution of pigments.

Table 2. Properties of latex for paper coating

Binder	pH	Solids content (%)	Particle size (μm)	Tg (°C)
SBR latex	7.5	50.1	0.16	11

피크를 보이는 것은 침상인 경질 탄산칼슘의 입도 측정시 나타나는 자체의 특성인 것으로 생각된다.

### 2.1.2 바인더

도공용 바인더로는 SBR latex(KSL-207®, 금호석유화학(주))를 사용하였으며 그 특성을 Table 2에 나타내었다.

## 2.2 실험방법

### 2.2.1 도공액 조제

도공액을 조제하기 위하여 일정량의 안료를 고속 교반기로 교반시키면서 라텍스와 기타 첨가제로서 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 30분간 교반시켰다. 제조한 도공액의 배합비는 Table 3과 같다.

Table 3. Formulation of coating color (Unit: pph)

Pigment	Binder	Lubricant	Insolublizer	Thickener
100	13	0.5	0.3	0.2

### 2.2.2 보수성과 침강체적

도공액의 보수성은 AA-GWR법으로 2 bar의 압력에서 평균 공극의 크기가 5 μm인 폴리카보네이트 멤브레인 필터를 사용하여 120초 동안 탈수된 양을 측정하였다. 도공액의 침강체적은 각각의 도공액을 58.1%의 농도로 조정한 후, 일정량을 시험관에 넣은 다음 12,000 rpm으로 30분간 원심분리시킨 후 침강된 안료의 체적을 구하였다.

### 2.2.3 도공지 제조

준비된 도공액을 45° 블레이드가 장착된 Cylindrical Laboratory Coater(CLC-6000®, Weyerhaeuser)를 이용하여 850 m/min의 속도로 도공량 15 g/m<sup>2</sup>으로 맞추어 편면 도공지를 제조하였다. 이때 도공지의 건조는 CLC에 부착된 적외선 건조기를 사용하였다. 제조된 도공지를 실험실용 슈퍼칼렌더를 사용하여 선압 50 kg/cm, 온도 70°C에서 10 m/min의 속도로 4회 통과시켜 물성측정, 인쇄적성 실험을 위한 시료 및 공극측정용 시료로 사용하였다.

### 2.2.4 도공지의 광학적 특성, 표면특성 및 공극구조 측정

도공지의 백지 및 인쇄광택 측정은 TAPPI Standard T480 om-92에 의하여 광택도 측정기를 사용하여 입사각 75°로 조사하여 반사되는 광량을 광택도로 하였다. 평활도와 투기도는 Parker Print-Surf를 사용하여 10 kPa의 압력으로 측정하였다. 도공지의 공극률은 Mercury porosimeter(Quantachrome사 Poremaster®)를 사용하여 0~66,000 psig 범위에서 측정하였다.

### 2.2.5 도공지의 접촉각 측정

도공지의 접촉각은 Dynamic contact angle and absorption tester(FIBRO DAT 1100®, FIBRO system AB)을 사용하여 0.02초~10초 범위에서 시간 변화에 따른 물방울과 도공지 표면의 접촉각을 측

정하였다. 이때 적용한 물방울의 크기는 4.0  $\mu$ 였다.

### 2.2.6 도공지의 인쇄적성 측정

도공지의 인쇄적성은 인쇄시험기(RI-III, AKIRA 사)를 사용하여 잉크수리성, 잉크셋트성 및 잉크착육성 등을 측정하였다. 잉크수리성은 인쇄기의 고무롤에 4 cc의 잉크를 묻힌 후, 그 다음 스테인리스롤과 고무롤을 접촉 후 잉크가 두 개의 롤 전체에 골고루 전이되도록 5분간 회전시킨 뒤 분리하였다. 다음 고무롤의 잉크를 종이에 전이시켜 건조 후 인쇄면의 광택을 측정하였다. 잉크셋트성은 인쇄기의 고무롤에 3 cc의 잉크를 묻힌 후, 위의 잉크수리성과 같은 방법으로 종이에 전이시켰다. 그리고 15초 후 대지를 부착하여 인쇄기를 통과시킨 다음 인쇄된 종이와 대지를 분리하여, 대지에 묻은 잉크의 색농도를 측정하였다. 그리고 잉크착육성은 젤리 컴파운드를 20% 혼합하여 택값이 6이 되도록 조정된 black 잉크 4 cc를 위의 잉크수리성과 동일한 방법으로 처리한 다음, 축임물을 묻힌 molten 롤을 장착하여 인쇄면에 60 rpm의 속도로 축임물을 묻힌 후 잉크가 전이되도록 하였다.

그리고 도공지의 잉크흡수성을 알아보기 위하여 인쇄시험기에 magenta 잉크(0.3 cc, tack value: 10)를 무게를 알고 있는 도공지에 전이시키고 전이된 잉크량을 측정하였다. 그리고 잉크착육성은 축임물을 묻힌 molten 롤을 이용하여 도공지에 묻히고 이때 먼저 전이된 축임물량을 측정하였고, 그 위에 젤리 컴파운드를 20% 혼합하여 택값이 6이 되도록 조정된 black 잉크를 전이시켜 전이된 잉크량을 측정하였다.

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

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 안료의 입자형태가 도공액 특성에 미치는 영향

#### 3.1.1 도공액의 물성

도공액의 저전단 점도는 Table 4에서 보는 바와 같이 안료의 종류에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 즉, 중질 탄산칼슘을 적용한 도공액이 가장 낮은 결과를 보였으며, 일급 클레이와 디라미네이트 클레이의 점도는 유사한 결과를 보였다. 그리고 경질 탄산칼슘의 점도가 비교적 낮은 것은 분산농도가 58.1%로 4종류의 안료 중 가장 낮았기 때문이라 판단된다. 도공액의 보수성도 경질 탄산칼슘이 가장 낮은 결과를 보였으며, 디라미네이트 클레이와 일급 클레이가 가장 우수한 결과를 보였다. 이는 경질 탄산칼슘의 농도가 낮았고 입도 분포가 균일해서 큰 공극이 많이 형성되어 물의 이동이 증가하였기 때문이라 생각된다. 또한 침강체적은 입자의 분포가 균일하고 침상인 경질 탄산칼슘이 73.6으로 가장 높은 결과를 보였으며, 일급 클레이와 디라미네이트 클레이는 유사한 경향을 보였고, 입자의 형태가 구형에 가까운 중질 탄산칼슘이 가장 낮은 결과를 보였다. 그리고 디라미네이트 클레이가 일급 클레이보다 침강체적은 약간 크고, 보수성은 떨어지면서 점도가 높은 것은 입자의 크기가 다소 크기 때문이라 생각된다. 그리고 이는 Bundy 등<sup>5)</sup>의 입자크기가 유사한 일급 클레이와 디라미네이트 클레이의 침강체적을 비교한 결과 디라미네이트 클레이가 다소 높았다고 하는 결과와도 일치한다. 또한 Osterhuber 등<sup>6)</sup>의 미세한 중질 탄산칼슘과 크기가 서로 다른 5종류의 경질 탄산칼슘을 비교한 실험에서도 중질 탄산칼슘의 보수성이 모든 경질 탄산칼슘보다 높았다.

Table 4. Properties of coating colors

Pigments	Properties	Viscosity (cPs)	pH	Solids content (%)	Water retention (g/m <sup>2</sup> )	Sedimentation volume*
GCC		1,860	9.31	65.2	185	60.9
No. 1 clay		2,430	9.30	65.1	103	66.5
De-clay		2,670	9.32	64.7	112	66.8
PCC		1,980	9.31	58.1	264	73.6

\* Sediment volume measuring at 58.1% of solid content.

### 3.2 안료형태가 도공지 물성에 미치는 영향

#### 3.2.1 평활도와 백지광택

Fig. 2에서 보는 바와 같이 평활도는 안료의 입자가 작고 입도분포가 균일한 경질 탄산칼슘이 1.19  $\mu\text{m}$ 로서 가장 우수하였고, 일급 클레이와 디라미네이트 클레이는 1.44  $\mu\text{m}$ 로 같은 결과를 보였으며, 중질 탄산칼슘이 가장 낮은 결과를 보였다. 이는 위의 도공액의 침강체적과 관계가 있는 것으로 나타나고 있다. 즉, 도공지를 캘린더링 처리할 때 침강체적이 큰 것이 bulky한 도공층을 형성하고 있기 때문에 그 효과가

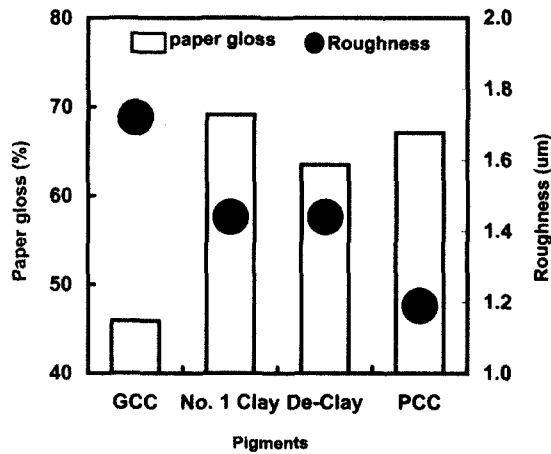


Fig. 2. Paper glosses and roughness of paper.

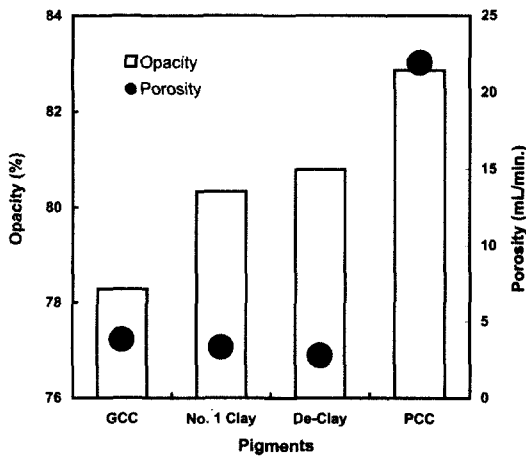


Fig. 3. Opacity and porosity of coated paper.

증대되었기 때문이라 판단된다. 백지광택은 평활도와 다르게 입자의 형태가 육각판상이고 입자크기가 작은 일급 클레이가 가장 높은 결과를 보였으며, 중질 탄산칼슘이 가장 낮은 결과를 보였다. 이는 Ishley 등<sup>7)</sup>이 중질 탄산칼슘과 2종류의 경질 탄산칼슘을 비교한 결과 경질 탄산칼슘이 우수한 평활도와 높은 광택도를 나타낸 결과와도 일치하며, Osterhuber 등<sup>6)</sup>의 미세한 중질 탄산칼슘과 크기가 서로 다른 5종류의 경질 탄산칼슘을 비교한 결과 경질 탄산칼슘의 입자가 작을 경우 평활도와 광택도 모두 중질 탄산칼슘보다 높았다고 보고한 결과와도 일치한다.

#### 3.2.2 불투명도와 투기도

Fig. 3에서 보는 바와 같이 불투명도는 경질 탄산칼슘이 82.86%로 가장 높은 값을 보였다. 디라미네이트 클레이와 일급 클레이가 유사한 결과를 보였으며, 중질 탄산칼슘이 가장 낮은 결과를 보였다. 그리고 투기도는 경질 탄산칼슘이 21.93 mL/min로 가장 높은 결과를 보였으며, 디라미네이트 클레이가 가장 낮은 결과를 보였다. 이는 경질 탄산칼슘이 입자의 형태 및 크기가 균일하여 bulky한 구조를 보였기 때문이라 판단되며, 반면에 디라미네이트가 가장 낮은 결과를 보인 것은 가로세로비(aspect ratio)가 크기 때문에 도공층의 체적밀도가 증가했기 때문이라 생각된다. 그리고 이는 Ishley 등<sup>7)</sup>의 중질 탄산칼슘과 2종류의 경질 탄산칼슘을 비교한 결과 경질 탄산칼슘이 불투명도와 투기도 모두에서 높은 결과를 보였다. 또한 Osterhuber 등<sup>6)</sup>이 중질 탄산칼슘 크기가 서로 다른 5종류의 경질탄산칼슘을 비교한 결과 입자가 중질 탄산칼슘과 유사한 경질 탄산칼슘의 투기도가 중질 탄산칼슘보다 2배 이상 높았다고 보고한 바 있다.

### 3.3 안료의 입자형태가 도공지 공극에 미치는 영향

#### 3.3.1 공극률과 공극수

Fig. 4에서 보는 바와 같이 적용한 안료의 종류에 따라 공극률은 큰 차이를 나타내었다. 공극률은 안료의 입도가 균일하고 분포가 비교적 좁은 경질 탄산칼슘이 0.439 mL/g로 가장 높은 값을 보이고 있으며 중질 탄산칼슘이 0.299 mL/g로 가장 낮은 결과를 보였다. 그리고 공극수는 제1보의 결과와 달리 투기도와

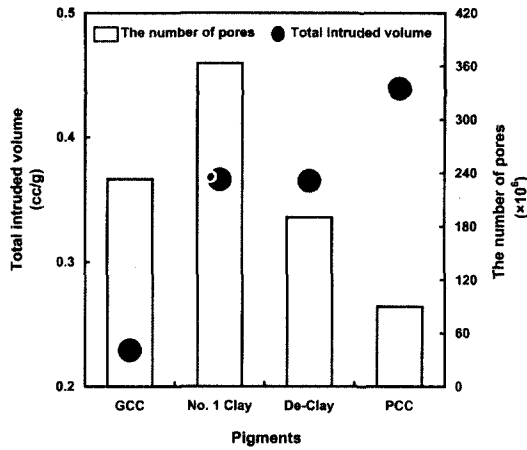


Fig. 4. Total intruded volume and the number of pores of coated paper.

는 관계가 없는 결과를 보이고 있으며<sup>2)</sup>, 특히 경질 탄산칼슘은 입자크기가 작음에도 불구하고 공극수가 가장 적은 결과를 보이고 있는데, 이는 경질 탄산칼슘이 입도분포가 균일하여 도공층이 bulky할 뿐만 아니라 큰 공극이 많이 형성됐기 때문이라 판단된다. 또한 Zhang 등<sup>8)</sup>이 일급 클레이와 경질 탄산칼슘을 비교한 결과 경질 탄산칼슘을 적용한 것이 일급 클레이를 적용한 것보다 공극률이 높았다고 보고한 바 있다. 그리고 Osterhuber 등<sup>6)</sup>의 미세한 중질 탄산칼슘과 크기가 서로 다른 5종류의 경질 탄산칼슘을 비교한 결과 경질 탄산칼슘의 공극률이 모든 중질 탄산칼슘보다 월등히 높았다고 한 결과와도 일치하였고 경질 탄산칼슘은 입자 분포도가 좁을수록 공극률이 증가하였다.

### 3.3.2 공극직경

Fig. 5에서 보는 바와 같이 적용한 안료의 종류에 따라 공극직경은 큰 차이를 나타내었다. 즉, 중질 탄산칼슘은  $0.16 \mu\text{m}$ , 일급 클레이는  $0.07 \mu\text{m}$ 와  $0.30 \mu\text{m}$ , 디라미네이트 클레이는  $0.12 \mu\text{m}$ 와  $0.39 \mu\text{m}$ , 경질 탄산칼슘은  $0.16 \mu\text{m}$ 과  $0.32 \mu\text{m}$ 일 때 최대 공극률을 보이고 있다. 그리고 비교적 안료 입자가 작은 일급 클레이가 작은 공극을 많이 함유하고 있었으며, 안료 입자가 균일한 경질 탄산칼슘이 큰 공극을 많이 함유하고 있는 결과를 보이고 있다. 이는 입도분포도가 넓은 경우 직경이 큰 안료 사이의 공극을 작은 직경의 안료가 채우기 때문에 작은 공극이 형성되는 것이며, 반대로 입도분포도가 균일한 경우 입자와 입자 사이의 공극을

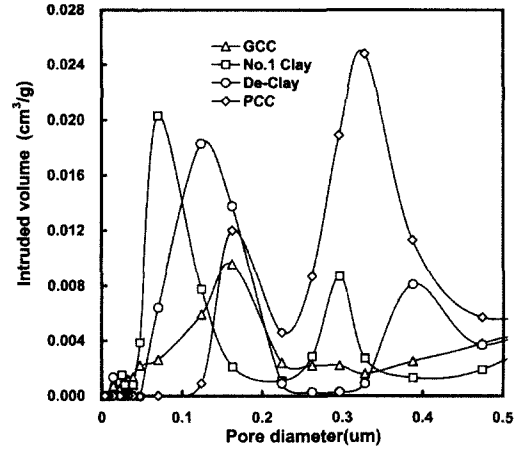


Fig. 5. Pore size distribution of coated paper.

채울 수가 없어 큰 공극이 많이 형성되는 것으로 판단된다. 그리고 제1보에서 적용한 안료 입자가 작을수록 작은 공극을 많이 함유하고 있다는 입자의 크기를 기준으로 해석하게 되면 반대의 결과이다. 따라서 공극 직경은 안료의 크기가 분포도에 의해 결정되는 것이다. 그리고 본 결과는 Zhang 등<sup>8)</sup>이 일급 클레이와 경질 탄산칼슘을 비교한 결과 경질 탄산칼슘을 적용한 것이 일급 클레이를 적용한 것보다 큰 평균 공극직경을 가지고 있다는 결과와 일치하는 것이다.

## 3.4 안료의 입자형태가 인쇄적성에 미치는 영향

### 3.4.1 잉크전이량과 인쇄광택

Fig. 6에서 보는 바와 같이 잉크전이량은 중질 탄산칼슘이 공극률은 가장 낮았지만 잉크전이량은 가장 높았고, 일급 클레이, 디라미네이트 클레이 및 경질 탄산칼슘은 공극률에 관계없이 비슷한 잉크전이량을 보이고 있다. 그리고 인쇄광택은 백지광택이 높은 일급 클레이와 경질 탄산칼슘이 높은 결과를 보였으며, 특히 디라미네이트 클레이가 인쇄광택이 가장 높은 결과를 보였다. 여기서 중질 탄산칼슘이 잉크전이량이 가장 많았음에도 불구하고 인쇄광택이 가장 낮은 것은 인쇄광택의 기본이 되는 백지광택이 가장 낮았기 때문이며, 일급 클레이, 디라미네이트 클레이와 경질 탄산칼슘이 백지광택이 다소 차이가 있음에도 불구하고 인쇄

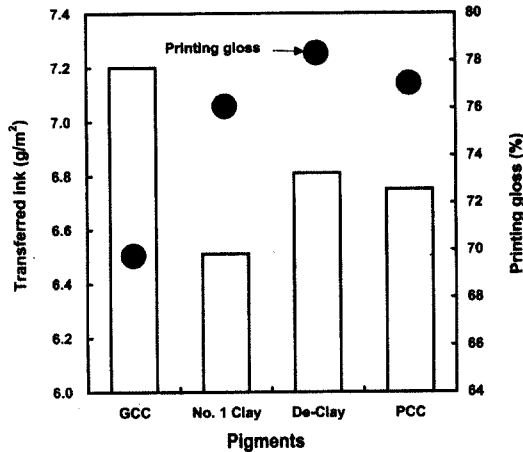


Fig. 6. Transferred ink and printing gloss of coated paper.

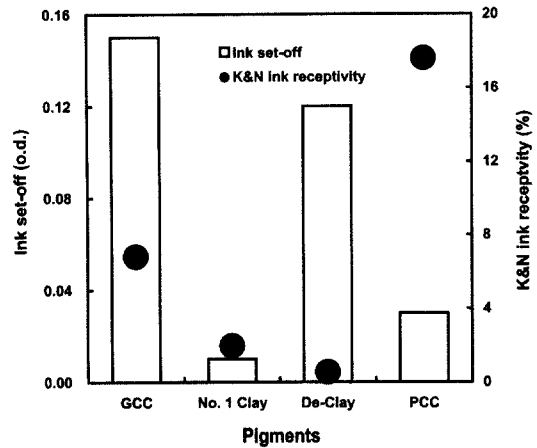


Fig. 7. Ink set-off and K&N ink receptivity of coated paper.

광택이 유사한 결과를 보이는 것은 잉크전이량의 차이가 있기 때문이다. 그리고 공극률과 인쇄광택이 제1보의 결과와 달리 특이한 상관관계를 보이지 않은 것은 적용한 안료의 형태가 서로 다르고, 이에 따라 공극의 형태도 달라지기 때문에 잉크의 흡수거동도 영향을 받을 것으로 판단된다.

이는 Isoard<sup>4)</sup>와 Lepoutre 등<sup>9)</sup>은 동일한 평활도일 때 탄산칼슘을 적용한 도공지의 잉크전이량이 클레이를 적용한 것보다 많았으며, 동일한 잉크전이량에서 비도공지보다는 도공지의 잉크색농도(o.d.)가 2배 이상 높았다고 보고하고 있다. 그리고 Donigian 등<sup>13)</sup>은 인쇄 후 광택은 백지광택과 종이의 잉크흡수성에 영향을 받지만, 특히 공극과 관련이 있는 종이의 잉크흡수성이 더욱 영향을 미친다고 하였다. Dessauer 등<sup>10)</sup>은 LWC 제조에 있어서 일급 클레이의 인쇄광택이 탄산칼슘을 적용한 경우보다 3% 이상 높았다고 보고한 바 있다.

### 3.4.2 잉크세트성 및 K&N 잉크수리성

Fig. 7에서 보는 바와 같이 잉크세트성은 안료의 종류에 따라 큰 차이를 보였다. 잉크전이량이 가장 적은 일급 클레이가 빠른 특성을 보였으며, 잉크전이량이 가장 많은 중질 탄산칼슘이 제일 늦은 특성을 보였다. 그러나 일급 클레이, 디라미네이트 클레이 그리고 경질 탄산칼슘이 잉크전이량의 차가 크지 않음에도 불구하고 잉크세트성에서 차이를 보이는 것은 공극의 형태에 따른 차이로 생각된다.

K&N 잉크수리성은 잉크의 흡수속도를 간접적으로 알 수 있으며, 이는 종이 표면에 존재하는 모세관의 수와 크기 및 형태에 따른 모세관력, 즉 잉크흡인력에 따라 달라진다. 그리고 공극률보다는 공극형상에 따라 더 큰 영향을 받는다.<sup>4)</sup> 그러므로 적용한 안료에 따라 K&N 잉크의 흡수도는 Fig. 7에서 보는 바와 같이 큰 차이를 보이고 있다. 경질 탄산칼슘이 가장 높은 값을 보이고 있으며, 디라미네이트 클레이가 가장 낮은 값을 보이고 있다. 이는 위의 일반 오프셋잉크 전이량과 다소 다른 결과이다. 이는 위의 오프셋잉크는 매우 짧은 시간에 대한 잉크흡수율이고, 잉크의 성분 중의 안료가 모세관으로 이동하는 것을 방해하였을 뿐만 아니라 잉크세트성이 다르기 때문이다. 또한 특성이 유사한 일급 클레이와 디라미네이트 클레이의 잉크전이량 차이가 있는 것은 디라미네이트 클레이의 공극률이 다소 높았기 때문이라 판단된다.

### 3.4.3 축입물 흡수량과 잉크착육성

다색 오프셋인쇄에 있어서 인쇄적성은 축입물, 잉크 그리고 종이의 3대 구성요소의 상호조화에 의해서 결정된다.<sup>4)</sup> 특히 다색인쇄에서 제2도 인쇄시, 제1도 인쇄를 할 때 비화선부에 축입물이 묻은 부분에 잉크가 묻게 된다. 여기서 묻은 축입물의 양이 많거나, 흡수속도가 늦을 경우 또는 건조 및 증발이 늦을 경우 잉크착육성이 불량하게 된다.

Fig. 8에서 보는 바와 같이 축입물 흡수량은 위의 결과들과는 달리 안료의 형태에 따라 상대적으로 큰

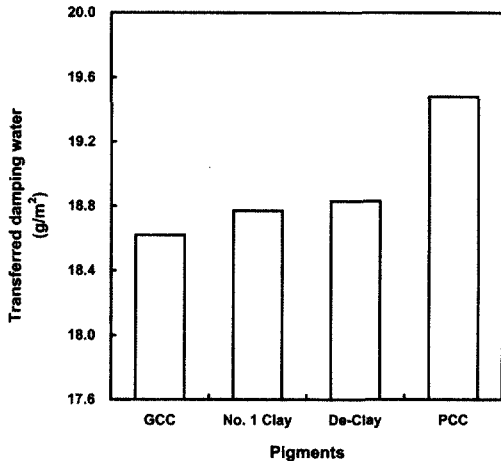


Fig. 8. Transferred damping water.

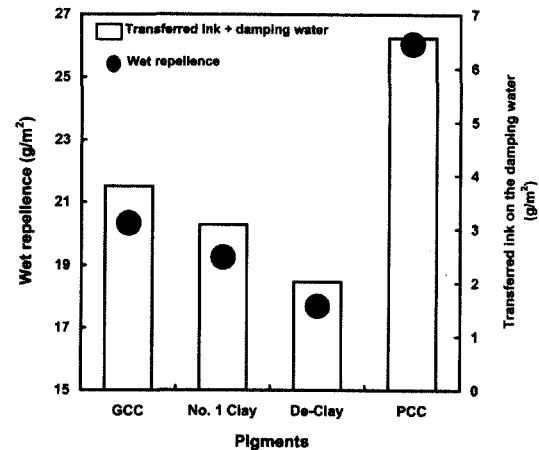


Fig. 9. Wet repellence and transferred ink on the damping water of coated paper.

차이가 없었다. 경질 탄산칼슘을 적용한 도공지가 가장 높았으며 중질 탄산칼슘이 가장 낮은 경향을 보였다. 그리고 잉크착육성도 축입물 흡수량과 유사한 경향을 보이고 있다(Fig. 9). 즉 잉크착육성은 공극률과 공극의 수보다는 적용한 안료에 의해 형성된 도공층의 공극의 형태에 영향을 받는다는 것으로 생각된다. 또한 경질 탄산칼슘이 상대적으로 안료의 입자가 작아 비표면적이 증가하여 바인더 요구량이 상대적으로 높아져 축입물 흡수량이 증가하는 원인이 되었으리라 생각된다. 그리고 축입물-잉크흡수량에서 축입물량을 제외시킨 잉크의 전이량은 잉크 단독의 전이량과 다른 결과를 보이는데, 이는 잉크보다 먼저 전이된 축입물의 이동속도가 다르기 때문이다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 안료의 입자형태가 서로 다른 4종류의 안료를 사용하여 도공한 후 안료의 종류에 따른 도공지의 특성과 도공층의 공극특성 및 인쇄적성과의 상관관계에 대해서 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 도공액의 점도 측정결과, 중질 탄산칼슘이 경질 탄산칼슘, 일급 클레이, 디라미네이트 클레이를 사용한 경우보다 도공액의 점도가 낮게 나타났다. 그리고 보수성은 경질 탄산칼슘이 가장 낮은 결과를 보였으며, 디라미네이트 클레이와 일급 클레이가 가장 우수한 결과를 보였다. 침강체적은 경질 탄산칼

슘이 가장 높은 결과를 보였으며, 일급 클레이와 디라미네이트 클레이는 유사한 경향을 보였고, 중질 탄산칼슘이 가장 낮은 결과를 보였다.

2. 도공지의 평활도는 경질 탄산칼슘이 가장 우수하였고, 백지광택은 일급 클레이가 가장 높은 결과를 나타냈다. 즉, 도공지의 평활성은 안료의 크기가 입도 분포에, 백지광택은 입자형태에 따라 주로 영향을 받는다는 사실을 알 수 있었다.
3. 도공지의 내부특성인 불투명도와 투기도 측정결과, 경질 탄산칼슘이 가장 우수한 결과를 나타냈다. 이는 경질 탄산칼슘을 사용하여 형성한 안료의 침강체적 및 도공층의 부피가 bulky하여 빛에 의한 도공지 내부의 산란율이 증가한 결과에 기인한 것으로 판단된다.
4. 도공층의 공극률 측정에 있어서는 경질 탄산칼슘이 높은 반면, 공극의 수는 가장 적었던 것으로 나타났다. 이는 형성된 공극직경의 차에 기인한 것으로 경질 탄산칼슘을 사용한 경우가 형성된 공극의 직경이 기타 안료에 의한 것보다 비교적 컸다는 사실로 확인할 수 있었다.
5. 인쇄광택과 잉크전이량 측정결과, 백지광택이 우수하였던 일급 클레이와 경질 탄산칼슘의 경우가 인쇄광택 또한 높았고, 특히 디라미네이트 클레이 경우는 인쇄광택 증가효과가 뚜렷하였다. 따라서 인쇄광택은 백지광택 뿐만 아니라 입자의 공극률 및 공극의 크기보다는 공극형태에 의해 영향을 받는다는 것을 알 수 있었으며, 이는 곧 도공층 표면으로의 인쇄잉크의 전이량 및 잉크보유율을 결정하는



중요한 변수가 된다는 것을 알 수 있었다. 즉, 도공지 표면의 표면 거칠기 및 평활도가 불량한 경우, 전이되는 잉크의 양은 증가하더라도 발현된 인쇄광택은 크게 개선되지 않는다는 사실을 증질 탄산칼슘 적용을 통해 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 잉크세트성 평가에 있어 증질 탄산칼슘이 가장 낮은 결과로도 확인할 수 있었다.

6. 잉크세트성은 안료의 종류에 따라 잉크전이량이 차이가 있었으며, K&N 잉크의 흡수성과 밀접한 관계가 있다.
7. 촉입물 흡수량과 잉크착육성은 위의 다른 인쇄적성과는 달리 안료의 종류에 따라 큰 차이가 없었다. 즉, 공극률과 공극의 수보다는 공극의 형태에 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다.

## 인 용 문 헌

1. 윤종태, 인쇄적성개론, 부경대학교, p. 107 (1997).
2. Kim, C. K., Lee, Y. K., Studies on the pore of coating layer and printability(1), J. Korea TAPPI 31(3):26 (1999).
3. Eldred, N. R., Scarlett, T., What the Printer Should Know about Ink. Graphic Arts, Technical Foundation. 2nd, Pennsylvania, p. 27 (1990).
4. Isoard J. C., Ink transfer and retransfer - Mottling and offset picking of coated papers, 1983 Coating Conference. TAPPI PRESS, Atlanta pp. 143-152.
5. Bundy W. M., Harrison J. L., and Ishley J. N., Chemically induced kaolin floc structures for improved paper coating, 1983 Coating Conference. TAPPI PRESS, Atlanta, pp. 175-187.
6. Osterhuber E. J., McFadden M. G., and Roman N., 1996 International Paper & Coating Chemistry Symposium. TAPPI PRESS, Ontario, pp. 47-55.
7. Ishley J. N., Osterhuber E. J., A new precipitated calcium carbonate pigment for high gloss coated papers, 1990 Coating Conference. TAPPI PRESS, Atlanta, pp. 237-250.
8. Zang, Y. H., 1992 Proceedings of the International Printing and Graphic Arts Conference, TAPPI Press, Atlanta, p. 103.
9. Lepoutre, Degrace, PPI 11, 1978, p. 301.
10. Dessauer G., Stark H., The influence of reative complexes upon ink penetration and print opacity in rotogravure printing, 1988 Coating Conference. TAPPI PRESS, Atlanta, pp. 225-269.
11. Lowell, S., Powder Technol., 25, 37 (1980).
12. Lowell S., Shields J. E., Surface area and porosity, POWDER, pp. 56-58 (1980).
13. Donigian, D. W., Wise, K. J., and Ishley, J. N., Coating pore structure and offset printed gloss, 1996 Coating Conference Proceedings. TAPPI PRESS, Atlanta, pp. 39-58.