

# 종이도공용 고풍택 유기안료의 적용에 관한 연구(제1보)

- 유기 안료의 종류가 도공지 품질에 미치는 영향 -

이 용 규<sup>†</sup> · 박 규 재 · 정 경 모

## Studies on the Application of High-Gloss Plastic Pigment for Paper Coating (I)

- Effect of the Type of Plastic Pigment on the Quality of Coated Paper -

Yong Kyu Lee<sup>†</sup>, Kyu Jae Park, and Kyoung Mo Jeong

### ABSTRACT

This study was carried out to determine the effect of the type of plastic pigment on the coating structure and printability of coated paper. Three kinds of plastic pigments (solid-bead type, binder type and hollow type) were used for this purpose. In this research, it was observed that particle shape and structure of plastic pigment had influenced the rheology of coating color, the state of packing, and the properties of coated paper.

Inorganic pigments used in this research were platelike kaolin clay and rhombic calcium carbonate. Three kinds of plastic pigments were blended with two inorganic pigments, respectively. The combination of pigments were carried out (1) to determined the effect of particle structure of plastic pigment on the state of dispersion of coating color, (2) to observe the effect of calendering temperature on the property of coated paper prepared with different plastic pigments. The data indicated that binder and hollow type plastic pigment gave the best results in improving the properties of coated paper such as paper gloss, opacity and air permeability.

### 1. 서론

최근 도공지의 생산추세는 도공원지 및 도공지의 경량화와 고기능화로 요약된다.<sup>1)</sup> 도공지의 경량화는 도공원지의 저평량화 및 도공량의 미량화

에 기반하고 있다.<sup>2)</sup> 이러한 도공지의 경량화는 미량의 도공액을 도공원지 위에 도포하더라도 도공원지가 저평량화됨에 따라 불가피하게 나타나는 물성 저하(표면광택 및 불투명도 감소)를 보완할 수 있어야 한다. 결과적으로 이러한 물성 저하는

• 본 연구는 한국과학재단 '98핵심전문연구비(981-0606-028-2)에 의거 수행된 것임.

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

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

도공지의 인쇄시 인쇄 잉크의 뒤비침(show-through) 현상의 주원인이 되고 있다.<sup>3,4)</sup> 또한 도공지의 경량화에 걸림물로 작용하고 있는 것이 바로 무기안료의 무거운 비중 문제이다. 무기안료는 종류별 차이는 있지만 대개 물의 비중에 2~3 배에 이르는 비교적 무거운 비중을 갖고 있으며, 이것은 인쇄물의 중량화 및 운송비용의 상승의 원인이 되고 있다.<sup>5)</sup> 그러므로 제조하려는 도공액 구성성분의 선택과 적용에 있어 보다 발전된 형태의 기술이 필요하다.

현재 경량도공지 생산분야에서는 이러한 문제점을 해결하고자 무기안료 시스템을 이용한 도공지의 물성(광택 및 불투명도 등)을 개선하는 데 한계가 있음을 인식하고, 새로운 형태의 유기 고분자 안료(plastic pigment)를 이용하여 도공지의 경량화 및 고기능화를 이루려는 연구와 적용노력이 활발하게 진행되고 있다.<sup>6,7)</sup> 이것은 유기안료가 물과 비슷한 가벼운 비중을 갖는 동시에 열가소성적 성질에 의한 적용방식(캘린더 처리온도 및 압력)의 변화에 따라 도공지의 물성을 신속적으로 조절할 수 있다는 특성을 가지고 있기 때문이다.<sup>8)</sup> 본 연구는 경량도공지 제조시 무기안료의 일부

를 유기안료로 대체함으로써 도공지의 경량화 및 제반 물성을 개량하고자 하였다. 이를 위해 일차적으로 적용단계에 있는 세 종류의 유기안료(밀실형:solid, 바인더형:binder, 중공형:hollow)를 사용하여 도공액을 조제하였으며, 이들이 도공액 내에서의 유동특성 및 도공층 구조 형성에 미치는 영향에 대해 살펴보았다. 또한 유기안료가 갖고 있는 열가소성적 성질이 캘린더 처리조건에 따라 도공지의 물성 및 인쇄적성에 미치는 영향을 검토하였다.

## 2. 실험재료 및 방법

### 2.1 실험재료

#### 2.1.1 도공원지

실험에 사용한 도공원지는 중성지로서 평량은 70 g/m<sup>3</sup>을 사용하였다. 이들의 물성은 Table 1 과 같다.

**Table 1. Properties of base paper**

Base paper		Alkaline paper
Properties	Unit	
Grammage	g/m <sup>2</sup>	70
Thickness	mm	0.091
Density	g/cm <sup>3</sup>	0.769
Bulk	cm <sup>3</sup> /g	1.058
Stöckhit degree	sec	3.5
pH of surface	pH	6.1
Opacity	%	70.2
75° sheet gloss	%	84.7
Smoothness	%	6.7

**Table 2. Properties of coating pigments**

Pigments	pH	Viscosity (cPs)	Particle size
No. 1 clay	6.3	15.2	94(%≤2 μm)
No. 1 CaCO <sub>3</sub>	9.3	180	95(%≤2 μm)
Plastic pigment	Binder type	7.9	25.8
	Solid type	5.5	34.8
	Hollow type	8.9	16.2

2.1.2 무기 및 유기안료

무기안료는 No. 1 등급의 클레이(UW-90)와 탄산칼슘(hydrocarbo-90)을 사용하였으며 유기안료는 입자구조에 따라 각각 solid bead형, binder형, hollow형 유기안료를 사용하였으며 이들의 물성은 Table 2와 같다.

2.1.3 바인더

바인더로는 입자크기가 1710 Å, 저저단점도가 51 cPs(Brookfield viscometer-30rpm)인 S/B계 음이온성 라텍스를 사용하였다.

2.1.4 기타 첨가제

무기안료 분산제로는 polyacrylic acid 계통의 WY-117, 윤활제로는 calcium stearate류의 Napcote C-104, 내수화제로는 ammonium zircoium carbonate형의 Insola(AZC-8000)를 사용하였다. 도공액의 pH는 NaOH와 HCl을 각각 사용하여 조절하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 도공액 제조

본 실험에서는 두 종류의 무기안료만 사용하여 제조한 도공액과 여기에 입자구조가 서로 다른 세 종류의 유기안료를 각각 5 part씩 첨가하여 총 4 종류의 도공액을 제조하였다. 제조한 도공액의 배합비율은 Table 3과 같다.

2.2.2 도공원지 및 도공지의 물성 측정

(가) 원지의 사이즈도 및 표면 pH 측정

사이즈도는 JIS P 8122의 의거, 표면 pH는 표면 pH 지시약을 이용하여 각각 측정하였다.

(나) 불투명도 측정

불투명도는 녹색 필터를 사용하여 각각 5회 측정 후 평균값을 산출하였다.

(다) 평활도 및 광택 측정

평활도는 Bekk type을, 광택은 gloss meter(75°-75°)를 각각 사용하였다. 도공지의 광택은 Beloit wheeler를 이용, 18 kg/cm의 선압하에서 가열온도를 각각 70℃, 90℃, 100℃로 변화시켜 처리하였다.

(라) 투기도 및 표면 거칠기 측정

투기도는 Gurrely type을, 표면 거칠기는 PPS type을 각각 사용하여 측정하였다.

(마) 인쇄적성 측정

Table 3. Coating formulation

Components		Series	Color A	Color B	Color C	Color D
Dispersant					0.2	
NaOH					0.13	
Clay					70	
CaCO <sub>3</sub>			30	25	25	25
Plastic pigments	Binder		-	5	-	-
	Solid		-	-	5	-
	Hollow		-	-	-	5
Latex					13	
Lubricant					1	
Insolubilizer					0.4	
Solids content					55±0.4%	

(unit : pph)

**Table 4. Properties of coating colors**

Series	pH	Viscosity (cPs)	Dewatering (g/m <sup>2</sup> )
Color A	9.55	60.4	346.3
Color B(b)	9.43	87.2	331.8
Color C(s)	9.23	121.8	305.5
Color D(h)	9.63	110.5	325.6

도공지의 인쇄적성은 RI-II 인쇄적성 시험기를 이용하여 잉크수리성, 잉크세트성 등을 각각 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 도공액의 유동특성 및 packing 구조

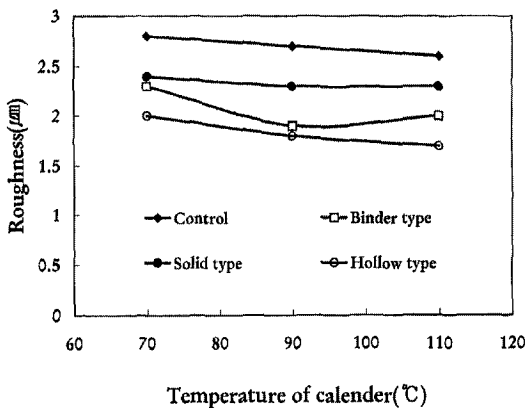
도공액의 점도 및 보수성 측정 결과, Table 4와 같은 결과를 얻었다.

측정 결과, 바인더형(binder type), 중공형(hollow type) 유기안료를 사용하여 제조한 도공액의 점도가 밀실형(solid-bead) 유기안료를 사용한 경우보다 점도가 낮고, 중량측정법(AA-GWR)에 의한 도공액의 탈수량은 많아 보수성이 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 이것은 유기안료 자체의 입자크기와 두 종류의 안료간 packing 구조의 차이에 의한 것으로 분석된다. 즉, 바인더형과 중공형 유기안료를 사용한 경우, 전단력에

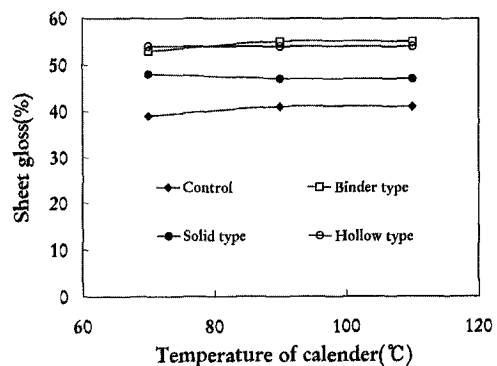
의한 전단응력은 작은 반면, 안료의 습윤적층(wet packing) 구조에 의한 탈수량은 밀실형 유기안료보다 높게 나타난 것으로 판단해 볼 때, 형성된 도공층의 적층구조가 보다 bulky한 것으로 분석된다. 반대로 밀실형 유기안료를 사용한 경우는 두 유기안료의 경우보다 치밀한 packing 구조를 갖는 것으로 분석된다.

#### 3.2 도공지의 표면특성

Fig. 1은 제조한 도공지의 표면 거칠기 측정 결과이다. 측정 결과, 바인더형 및 중공형 유기안료를 사용한 경우가 무기안료를 사용한 경우보다 표면 거칠기가 낮은 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 판상의 클레이와 구형의 유기안료와의 적층구조의 차이에 기인한 것으로 무기안료만 사용한 경우보다 구형의 유기안료를 사용한 경우가 보다 치밀한 적층구조를 형성, 도공층 표면의 거칠기가 감소된 것으로 분석된다. 또한 같은 유기안



**Fig. 1. Effect of the types of plastic pigment on the roughness of coated paper.**



**Fig. 2. Effect of the types of plastic pigment on the sheet gloss of coated paper.**

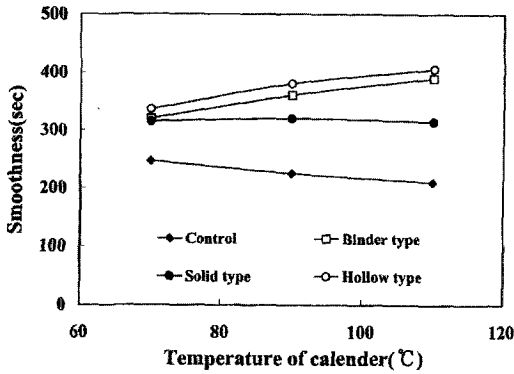


Fig. 3. Effect of the types of plastic pigment on the smoothness of coated paper.

료 중에서는 바인더형과 중공형의 유기안료가 밀실형 유기안료보다 표면 거칠기가 우수하였다. 이는 바인더형 유기안료의 경우 shell 부분에 공중합된 고분자가 도공지 건조공정 및 캘린더의 가열처리 온도에 의해 열가소성적으로 변형함으로써, 중공형 유기안료는 캘린더 선압에 의한 물리적 변형을 통해 도공층 표면의 거칠기가 감소하는 것으로 사료된다.

특히 캘린더의 가열처리 온도가 증가함에 따라 전반적으로 도공층 표면의 표면 거칠기가 감소하는 것으로 볼 때, 유기안료뿐만 아니라 무기안료 또한 열에 의한 변형에 영향을 받는다는 것을 알 수 있었으며, 열에 의한 영향은 유기안료가 무기안료보다 더 민감하다는 것을 알 수 있었다. 이러한 경향은 Fig. 2의 도공지의 광택 측정 및 Fig. 3의 평활도 측정 결과에서도 마찬가지로 결과를 얻을 수 있었다. 이러한 결과로 볼 때, 유기안료를 사용한 도공지의 표면특성은 무기안료와의 적층상태, 캘린더 열과 선압 등의 영향을 받는 것으로 사료된다.

### 3.3 도공지의 내부 특성

Fig. 4는 제조한 도공지의 불투명도를 측정한 결과이다. 그림에서 볼 수 있듯이 바인더형과 중공형의 유기안료를 사용하여 제조한 도공지의 불투명도가 밀실형 및 무기안료만 사용한 경우보다 우수하게 나타났다. 이것은 앞서 고찰한 도공지의

표면특성에서 나타난 결과와 마찬가지로 바인더형의 유기안료는 shell 부분의 고분자가 건조열 또는 캘린더의 처리 열에 의해 변형됨으로써, 중공형 유기안료의 경우는 무기안료와의 packing 구조 및 입자 내부에 충전되어 있던 물이 건조열에 의한 증발에 의해 빈 공간으로 대체됨으로써 빛의 산란율이 증가하여 도공지의 불투명도가 현저히 개선되었다고 분석된다.

그러나 캘린더 열처리 온도가 일정한계를 넘는 상태에서는 도공지의 불투명도가 전반적으로 감소하는 것으로 볼 때, 과도한 캘린더 가열처리는 오히려 도공지의 품질을 떨어뜨리는 요인이 될 수 있음을 알 수 있었다. 이와 아울러 도공지의 투기도를 측정된 결과, Fig. 5와 같은 결과를 얻었다.

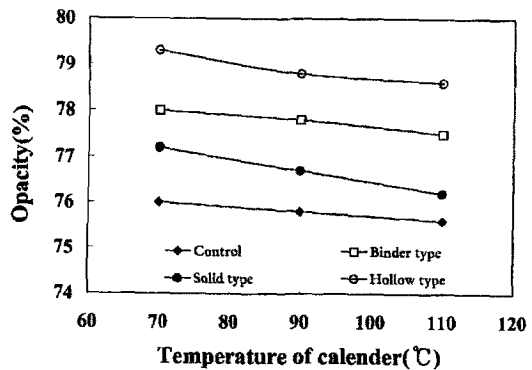


Fig. 4. Effect of the types of plastic pigment on the opacity of coated paper.

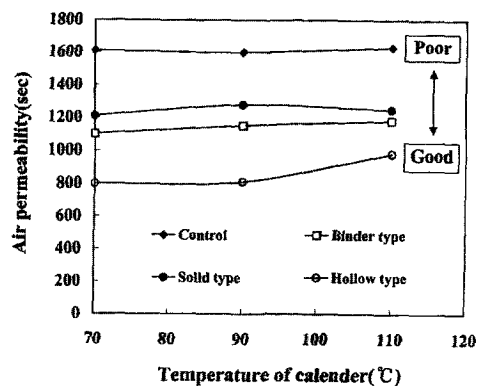


Fig. 5. Effect of plastic pigment on the air permeability of coated paper by type.

Fig. 5에서 볼 수 있듯이 중공형 유기안료의 투기도가 다른 유기안료 및 무기안료를 사용한 경우보다 현저히 우수하다는 것을 알 수 있었다. 이것은 중공형 유기안료의 구조적 차이에 의해 기인한 것으로 분석된다. 즉, 중공형 유기안료의 경우 입자 자체의 구조적 차이에 의해 기타 유기안료나 무기안료의 경우보다 공기의 투과량이 현저히 많은 것으로 사료된다.

### 3. 4 도공지의 인쇄적성 평가

#### 3. 4. 1 도공지의 인쇄광택 및 잉크수리성 측정

Fig. 6은 도공지의 인쇄광택과 잉크수리성 측정 결과이다. 그림에서 볼 수 있듯이 중공형 유기안료와 바인더형 유기안료를 사용한 도공지의 잉크수리성이 비교적 우수하였다. 이러한 결과는 인쇄광택 측정 결과에서 확인되듯이 도공층 표면의 평활도와 내부공극률의 차이에 의한 것으로 중공형 유기안료를 사용한 경우가 잉크의 수리량 및 이에 따른 인쇄광택의 증가로 나타났다고 분석된다. 중공형 유기안료 다음으로는 바인더형, 밀실형의 유기안료를 사용한 순으로 나타났다. 3종류의 유기안료 모두 무기안료만 사용한 경우보다 인쇄광택 및 잉크수리성이 우수한 것으로 볼 때, 유기성 안료가 무기성 안료보다 인쇄 잉크와의 친화성이 뛰어난 것으로 사료된다. 유기안료의 인쇄 잉크와의 친화성적 요인 외에 근본적으로 유기안

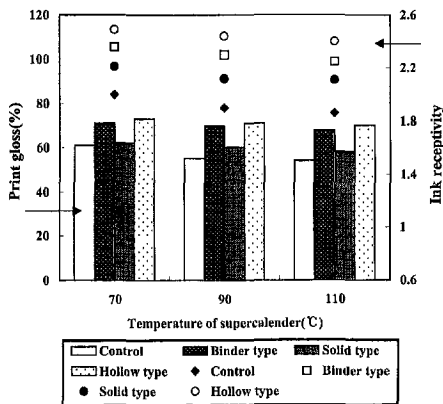


Fig. 6. Effect of plastic pigment on the print gloss and ink receptivity.

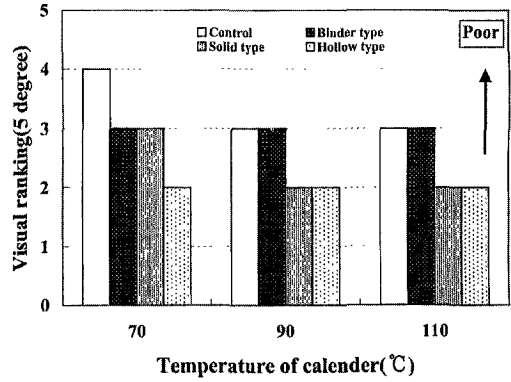


Fig. 7. The result of ink set-off treated with damping water.

료와 무기안료와의 packing 구조적 차이 및 열에 의한 변형에 의해 도공지의 1차적 성질이 발견되고 이러한 요인에 의해 인쇄적성 또한 직, 간접적으로 영향을 받는 것으로 사료된다.

#### 3. 4. 2 도공지의 잉크셋트성 측정

Fig. 7은 제조한 도공지의 잉크셋트성 측정 결과이다. 측정 결과, 온도에 관계없이 밀실형과 중공형 유기안료의 잉크셋트성이 가장 우수하게 나타났다. 중공형 유기안료의 경우는 캘린더 처리에 의해 가해진 온도와 압력에 의해 일정정도 변형이 이루어지더라도 내부에 생성된 공극에 의해 인쇄 잉크 및 축임물의 흡수와 안착에 매우 유리한 구조적 특성을 갖고 있어 잉크셋트성 측정 결과 우수한 값을 나타냈다. 또한 밀실형은 입자 자체의 구조적 특성에 기인하여 안료간 공극 부피가 크고 입자의 변형이 상대적으로 작아 축임물의 빠른 흡수와 뒤이은 인쇄 잉크의 안착이 빠르게 일어난 결과로 분석된다.

### 3. 5 도공지의 표면강도

Fig. 8과 Fig. 9는 도공지의 표면강도 (wet/dry-pick strength) 측정 결과이다. 측정 결과 그림에서 볼 수 있듯이 바인더형 유기안료를 사용한 도공지의 표면강도가 가장 우수하였으며 다음으로 중공형과 밀실형 유기안료를 사용

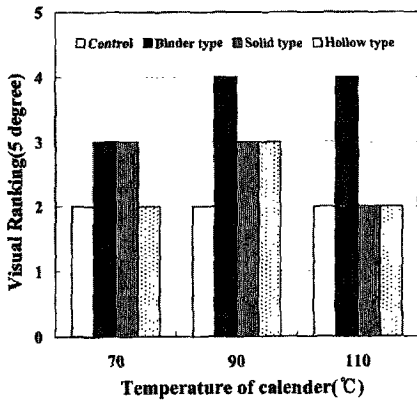


Fig. 8. The result of wet-pick strength of coated papers by temperature.

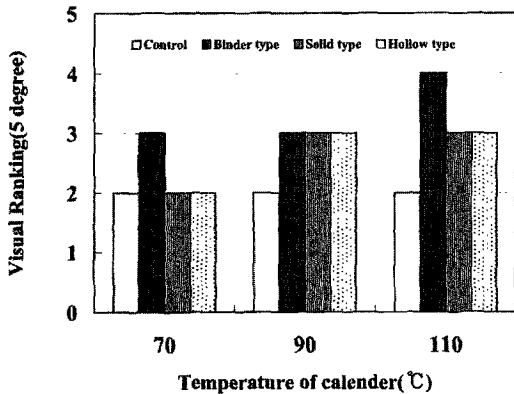


Fig. 9. The result of dry-pick strength of coated papers by temperature.

한 경우가 비슷한 값을 갖는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 바인더형 유기안료의 경우, shell 부분의 고분자가 가공 처리한 열에 의해 변형되어 접착성을 띤 바인더의 역할을 한 결과, 기타 유기안료보다 우수한 픽 강도를 갖은 것으로 분석된다. 특히 90°C의 캘린더 처리온도 설정시 가장 우수한 픽 강도를 나타냈다.

## 4. 결론

이상의 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 바인더형 또는 중공형 유기안료는 판상의 무기안료와의 packing 구조 형성에 있어 판상 무기안료간 내부공극을 충전하는 역할을 통해 전단 저항력을 낮추는 동시에 조밀한 packing 구조를 갖는 것으로 나타났다.
2. 도공지의 표면 및 내부특성을 개선하고자 할 때는 바인더형이나 중공형 유기안료를 사용하는 것이 유리하며, 특히 고풍택 및 불투명도가 요구되는 지종의 경우 중공형 유기안료를 사용하는 것이 바람직하다고 사료된다.
3. 바인더형 유기안료의 경우, 가장 우수한 도공지의 표면강도를 나타냈다. 이것은 별도의 바인더 첨가량을 늘리지 않아도 일정 정도의 강도를 유지할 수 있는 장점을 가진 것으로 분석된다.
4. 중공형 유기안료의 경우는 제반 품질특성은 우수하나 강도적 성질이 약한 것으로 지적되며, 이를 해결하기 위한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

## 인용 문헌

1. Leskinen, A. K., Tappi J., 70(12):101 (1987).
2. Van Gilder, R. L., Tappi J., 69(5):62 (1986).
3. Lepoutre, P., Tappi J., 66(11):57 (1983).
4. Lee, D. I., Paint Tch., 42(550):579 (1970).
5. Hagemeyer, R. W., Tappi J., 43(3):277 (1960).
6. Robinson, J. V., Tappi J., 42(6):432 (1959).
7. Hagemeyer, R. W., Tappi J., 47(2):74 (1964).
8. Avery, R. F., Tappi J., 43(3):266 (1960).