

종이도공용 고풍택 유기안료의 적용에 관한 연구(제1보)*¹

-유기안료의 종류가 도공지 품질에 미치는 영향-

박규재 · 정경모 · 황석우 · 이용규*²

Studies on the application of high-gloss plastic pigment for paper coating(I)*¹

- Effect of the type of plastic pigment on the quality of coated paper -

Kyu-Jae Park · Kyoung-Mo Jeong · Seok-Woo Hwang · Yong-Kyu Lee*²

Abstract

A study was made to determine the effect of plastic pigment on the coating structure and printability of coated paper. Three basic plastic pigments were investigated such as solid-bead type of plastic pigment, binder type of plastic pigment and hollow type of plastic pigment. In the systems investigated, it was observed that particle shape and structure of plastic pigment had influenced on the rheology of coating color, the state of packing, and the properties of coated paper. The materials investigated were restricted to plastic pigments commonly used in paper coating formulation.

Inorganic pigments used in this research were kaolin clay which is platelets and calcium carbonate which is rhombic. Three kinds of plastic pigments were blended in

the color made up with two inorganic pigments, respectively. The combination of pigments were carried out (1) to determine the effect of particle structure of plastic pigment on the state of dispersion of coating color, (2) to observe the effect of temperature of calender on the property of coated paper prepared with plastic pigment.

The data indicated that binder and hollow type of plastic pigment had the best results on improving the properties of coated paper such as paper gloss, opacity and air permeability ect. and solid-bead type of plastic pigment in the next place.

1. 서 론

안료 도공지의 장점 중 하나는 비도공지에 비해 도공지의 표면특성 및 내부특성을 향상시킬 수 있음은 물론 이러한 1차적 품질 개량을 통해 인쇄적성과 같은 최종품질 또한

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

*2 강원대학교 산림과학대학 제지공학과(Dept.of Paper Science & College of Forest Science, Kangwon National Univ.

향상시킬 수 있다는 점이다. 이와 같은 안료 도공지의 장점으로 인해 현재 생산되는 도공지에 있어 무기안료의 역할과 그 효과는 거의 지배적이라고 평가되고 있다.

그러나 안료의 무거운 비중으로 인해 도공지가 갖는 중량화는 경량도공지의 생산 및 소비량이 증가하고 있는 현 추세에 있어서는 시급히 해결되어야 할 문제로 인식되고 있다. 특히 경량도공지는 극히 미량의 도공량을 원지 표면에 도포하는 관계로 불투명도 및 광택과 같은 도공지의 품질을 보존하고 향상시키는데 많은 장애 요인이 되고 있다.

따라서 본 연구에서는 고분자 유기화합물을 이용한 유기안료(plastic pigment)를 이용하여 무기안료의 일부를 유기안료로 대체함으로써 도공지의 경량화 및 품질을 개선하고자 하였다. 이를 위해 현재 사용되고 있는 세 종류의 유기안료를 무기안료의 배합조건에 따라 각각 일정량의 유기안료를 첨가, 이들이 도공지의 품질 및 인쇄적성에 미치는 영향에 대해 고찰해 보고자 하였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 실험재료

2.1.1 도공원지

실험에 사용한 도공원지는 중성지로서 평량은 70g/m²을 사용하였다. 이들의 물성은 Table 1과 같다.

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.

Table 1. Properties of base paper

Base papaer		Alkaline paper
Properties	Unit	
Grammage	g/m ²	70
Thickness	mm	0.091
Density	g/cm ³	0.769
Bulk	cm ³ /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 (cP)	Particle size
No.1 clay		6.3	15.2	94(% ≤ 2μm)
No.1 CaCO ₃		9.3	180	95(% ≤ 2μm)
Plastic pigment	Binder	7.9	25.8	2150 Å
	Solid	5.5	34.8	5490 Å
	Hollow	8.9	16.2	4080 Å

2.1.3 바인더

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

2.1.4 기타 첨가제

무기안료 분산제로는 polyacrylic acid 계통의 WY-117, 윤활제로는 calcium stearate 류의 Napcote C-104, 내수화제로는 ammonium zirconium 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 5part씩 첨가하여 총 4 종류의 도공액을 제조하였다. 제조한 도공액의 배합비율은 Table 3과 같다.

Table 3. Coating formulation

Components	Series	Color	Color	Color	Color
		A	B	C	D
Dispersant		0.2			
NaOH		0.13			
Clay		70			
CaCO ₃		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)

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. 백색도 및 불투명도 측정
백색도는 Hunter 반사율계의 청색 필터를, 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.

라. 투기도 및 표면 거칠기 측정

투기도는 Gurrely type을, 표면거칠기는 PPS type을 각각 사용하여 측정하였다.

마. 도공지의 칼렌더 처리

Beloit wheeler를 이용, 350psi 선압하에서 가열온도를 각각 70℃,90℃,100℃로 변화시켜 세 종류의 도공지를 제조하였다.

바. 인쇄적성 측정

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.

Table 4. Properties of coating colors

Series	pH	Viscosity (cP)	Dewatering (g/m ²)
Color A	9.55	60.4	346.3
Color B	9.43	87.2	331.8
Color C	9.23	121.8	305.5
Color D	9.63	110.5	325.6

측정 결과, 밀실형(solid-bead type), 중공형(hollow type) 유기안료의 점도가 무기안료만 사용하여 제조한 도공액의 점도와 바인더형 유기안료를 사용한 경우보다 높게 나타났다. 이에 비해 중량측정법(AA-GWR)으로 측정한 도공액의 탈수량 값은 거의 유사한 값을 나타냈다. 이것은 무기안료와 유기안료 간 packing 구조의 차이에 의한 것으로 분석된다. 즉, 바인더형 유기안료를 사용한 경우, 전단력에 의한 전단응력은 작은 반면 안료의 습윤적층(wet packing) 구조에 의한 탈수량은 밀실형 및 중공형 유기안료를 사용한 경

우와 비슷한 값을 나타내는 것으로 볼 때, 밀실형 유기안료를 사용한 경우 보다 치밀한 packing 구조를 갖는 것으로 분석된다.

3.2 도공지의 표면특성

제조한 도공지의 표면 거칠기 측정 결과, 바인더형 및 중공형 유기안료를 사용한 경우가 무기안료 및 밀실형 유기안료를 사용한 경우보다 표면 거칠기가 우수하다는 것을 알 수 있었다.

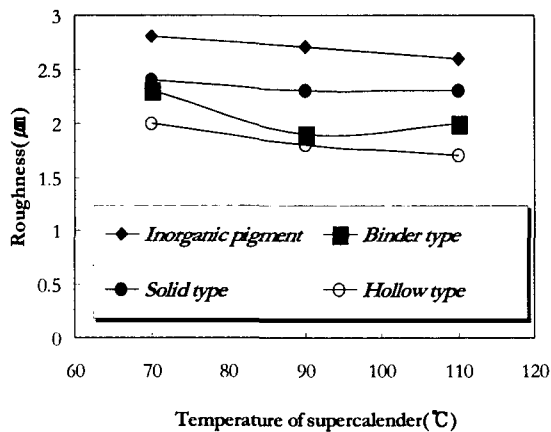


Fig.1 Effect of plastic pigment on the roughness of coated paper

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 바인더형 유기안료의 경우 shell 부분에 공중합된 고분자가 도공지 건조공정 및 칼렌더의 가열처리 온도에 의해 열가소성적으로 변형함으로써, 중공형 유기안료는 칼렌더 선압에 의한 물리적 변형을 통해 도공층 표면의 거칠기가 감소하는 것으로 사료된다. 특히 칼렌더의 가열처리 온도가 증가함에 따라 전반적으로 도공층 표

면의 표면 거칠기가 감소하는 것으로 볼 때, 유기안료 뿐만 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 그림 2와 같이 도공지의 광택 측정 결과에서도 마찬가지로 결과를 얻을 수 있었다. 이러한 결과로 볼 때, 유기안료를 사용한 도공지의 표면특성은 무기안료와의 적

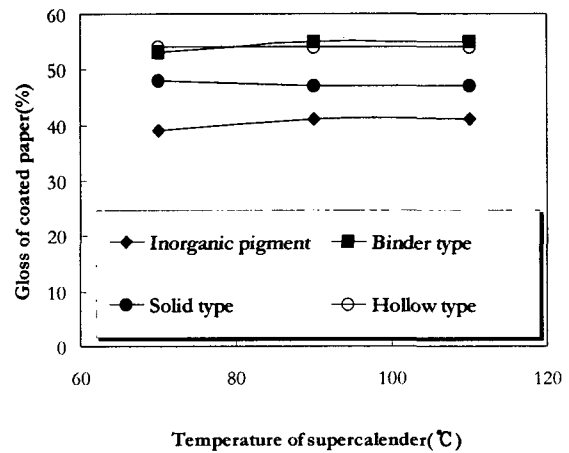


Fig.2 Effect of plastic pigment on the gloss of coated paper

층상태, 칼렌더 열과 선압 등의 영향을 받는 것으로 사료된다.

3.3 도공지의 내부 특성

도공지의 불투명도 측정 결과, 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 칼렌더의 처리 열에 의해 변형됨으로써, 중공형 유기안료의 경우는 무기안료와의 packing 구조 및 입자 내부에 충전되어 있던 물이 건조열

에 의한 증발에 의해 빈 공간으로 대체됨으로서 빛의 산란율이 증가하여 도공지의 불투명도가 현저히 개선되었다고 분석된다.

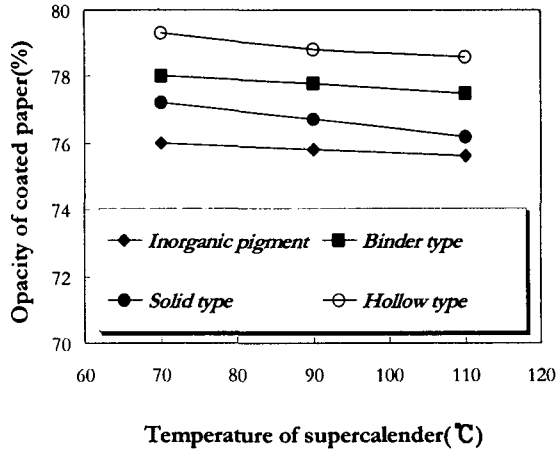


Fig.3 Effect of plastic pigment on the opacity of coated paper

그러나 칼렌더 열처리 온도가 일정한계를 넘는 상태에서는 도공지의 불투명도가 전반적으로 감소하는 것으로 볼 때, 과도한 칼렌더 가열처리는 오히려 도공지의 품질을 떨어뜨리는 요인이 될 수 있음을 알 수 있었다.

이와 아울러 도공지의 투기도를 측정할 결과 그림 4와 같은 결과를 얻었다. 그림 4에서 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

도공지의 잉크 수리성 및 인쇄광택 측정

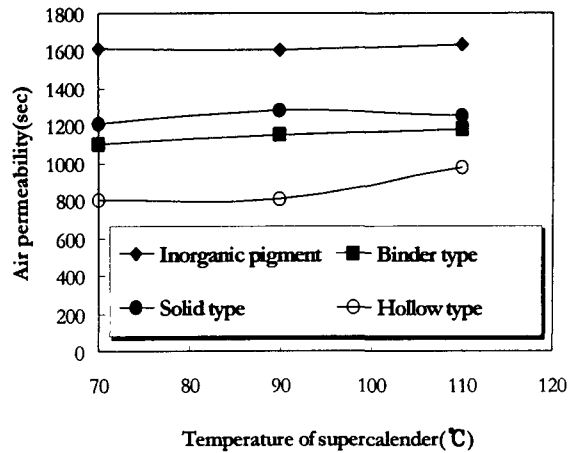


Fig.4 Effect of plastic pigment on the air permeability

결과, 중공형 유기안료와 바인더형 유기안료를 사용한 도공지의 잉크수리성이 비교적 우수하였다. 이러한 결과는 인쇄광택 측정 결과에서 확인되듯이 도공층 표면의 평활도와 내부공극율의 차이에 의한 것으로 중공형 유기안료를 사용한 경우가 잉크의 수리 및 이에 따른 인쇄광택의 증가로 나타났다고 분석된다. 중공형 유기안료 다음으로는 바인더형, 밀실형의 유기안료를 사용한 순으로 나타났다. 3 종류의 유기안료 모두 무기안료만 사용한 경우보다 인쇄광택 및 잉크수리성이 우수한 것으로 볼 때, 유기성 안료가 무기성 안료보다 인쇄잉크와의 친화성이 뛰어난 것으로 사료된다. 유기안료의 인쇄 잉크와의 친화성적 요인 외에 근본적으로 유기안료와 무기안료와의 packing 구조적 차이 및 열에 의한 변형에 의해 도공지의 1차적 성질이 발현되고 이러한 요인에 의해 인쇄적성 또한 직,간접적으로 영향을 받는 것으로 사료된다.

3.5 도공지의 표면강도

Table 5와 같이 도공지의 표면강도 (wet/dry pick strength) 측정 결과, 바인더

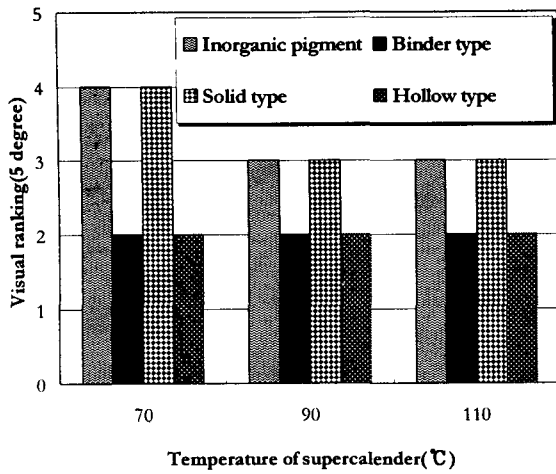


Fig.5 Effect of plastic pigment on the print gloss and ink receptivity of coated paper

형 유기안료를 사용한 도공지의 표면강도가 가장 우수하였으며 다음으로 중공형과 밀실형 유기안료를 사용한 경우가 비슷한 값을 가는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 바인더형 유기안료의 경우, shell 부분의 고분자가 가공처리한 열에 의해 변형되어 접착성을 띤 바인더의 역할을 한 결과, 기타 유기안료보다 우수한 픽 강도를 갖는 것으로 분석된다. 특히 90°C의 칼렌더 처리온도 설정시 가장 우수한 픽 강도를 나타냈다.

Table 5. The results of pick strength

Properties	Wet pick			Dry pick		
	70	90	110	70	90	110
Inorganic	2	2	2	2	2	2
Binder type	3	4	4	3	4	4
Solid type	3	4	2	2	3	3
Hollow type	3	3	2	3	3	3

(단위 : °C / 평가 : 5점법)

4. 결 론

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 점도를 낮추고 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 일정정도의 강도를 유지할 수 있는 장점을 가진 것으로 분석된다.
- 4) 중공형 유기안료의 경우는 제반 품질특성은 우수하나 강도적 성질이 약한 것으로 지적되며, 이를 해결하기 위해서는 별도의 바인더 첨가량을 증가시켜야 할 것으로 사료된다.

5. 참고문헌

- 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)