

# 인쇄 모틀의 방지를 위한 제지도공 기술 개발 (제2보)<sup>\*1</sup>

도공안료 조성과 도공량에 따른 도공지의 광학적 특성 변화

정 준경<sup>\*2</sup> · 신 동소<sup>\*2</sup> · 이 학래<sup>\*2</sup>

## Development of Paper Coating Technologies to Prevent Print Mottle (II)<sup>\*1</sup>

Optical Properties of Coated Papers Affected by Coating Pigment Composition and Coat Weight

Jun Kyung Chung<sup>\*2</sup> · Dong -So Shin<sup>\*2</sup> · and Hak Lae Lee<sup>\*2</sup>

### ABSTRACT

A study was carried out to investigate such optical properties of coated papers as brightness, opacity and gloss affected by the coating pigment composition and coat weight using clay, ground calcium carbonate, precipitated calcium carbonate, and plastic pigment as pigments. The effects of drying methods and supercalendering on optical properties were also evaluated.

Gloss increased abruptly while brightness and opacity decreased slightly by supercalendering due to surface smoothing and consolidating effects of the coating layers. Optical properties changed little by drying methods. Pigment composition showed significant influences on optical properties. Brightness of coated papers decreased or increased linearly as the coat weight was increased depending on the pigment composition, while opacity increased linearly for all formulations. Gloss increased abruptly at low coat weights for all formulations and approached a plateau value at coat weight of 15-20g/m<sup>2</sup>. Third order polynomial regression equations relating the coat weight with gloss have been derived and tabulated.

---

\*1 본 연구는 1994년도 한국과학재단 핵심전문과제 연구비 지원에 의해 수행되었음  
(과제번호:941-0600-023-2).

\*2 서울대학교 농업생명과학대학 임산공학과 (Department of Forest Products, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea)

## 1. 서론

도공지는 비도공지에 비하여 외관과 인쇄적성에 많은 장점을 갖고 있지만 프레스 픽킹이나 모틀링과 같은 인쇄 결함은 비도공지 보다 빈번히 발생하는 단점도 가지고 있다. 특히 인쇄 모틀은 도공지 인쇄 시 가장 흔히 나타나는 인쇄결함 중 하나로서,<sup>1)</sup> 인쇄밀도의 불균일성<sup>2)</sup> 또는 균일성이 요구되는 인쇄면상에서 잉크 광택도나 잉크 밀도가 다르게 인쇄된 상태라고 정의된다.<sup>3)</sup>

이러한 인쇄 모틀은 일반적으로 발생원인에 따라 fountain water mottle과 back trap mottle로 나눌 수 있는데,<sup>1, 2)</sup> 도공지의 경우에는 도공층의 잉크흡수성 불량이나 도공표면의 바인더 함량 불균일이 그 주요 원인으로 지적되고 있으며, 이러한 불균일성이 나타나는 배후에는 도공량의 불균일성과 원지의 지합불량이 위치한다고 인정되고 있다.<sup>4, 5)</sup> 따라서 도공지의 인쇄 모틀을 방지하기 위해서는 도공량을 균일하게 유지시키고, 도공량이 불균일할 경우에도 잉크 흡수성 변화가 적은 도공액을 모색, 활용하는 것이 필요하다.

위와 같은 원인 이외에도 라텍스의 필름형성 능력과 원지의 평활성,<sup>6, 7, 8)</sup> 도공액의 보수성<sup>9)</sup>도 인쇄 모틀의 원인이 될 수 있으며, 인쇄기의 운전 조건과도 연관되어 있으므로 인쇄 모틀을 방지하기 위해서는 도공공정 전반에 대한 종합적인 평가가 수반되어야만 한다. 인쇄 모틀 현상을 해결하기 위한 대안으로서 더블코팅 방법,<sup>10)</sup> 도공액의 고형분 함량을 증가시켜 도공층의 신속한 부동화를 유도함으로써 바인더 마이그레이션을 감소시키는 방법,<sup>11, 12)</sup> 백킹롤의 경도를 높여 주는 방법,<sup>13)</sup> 도공액의 점도를 높여 마이그레이션을 감소시켜 주는 방법<sup>14)</sup> 등 다양한 방안이 제시된 바 있다. 국내에서도 새로이 설치되고 있는 고속 더블코터는 모틀을 최소화 할 수 있는 더블 코팅 기술을 활용할 수 있지만 아직도 대다수의 국내 코터는 싱글 코팅을 통하여 도공량이 높은 아트지류를 주로 생산하고 있기 때문에 도공량 변이가 발생할 수 있는 소지가 높으므로 이에 따른 모틀 발

생의 최소화를 위한 도공액 조성 기술의 개발이 시급히 요청되고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 한 시도로서 도공 안료의 조성 변화를 통한 도공 구조의 개선과 이를 응용한 인쇄 모틀의 방지 가능성을 검토하는 것은 매우 의미있는 것으로 생각된다.

즉 도공량 변이가 심한 경우 도공 표면의 바인더 함량 변이가 유발되어 인쇄 모틀의 발생이 심한 것으로 알려져 있으므로, 도공량 변이가 심할 경우에도 인쇄 모틀을 적게 발생시킬 수 있는 도공액의 조성을 밝히고, 건조 방법에 따른 인쇄 모틀의 변화 현상을 검토하는 것도 도공층의 인쇄 모틀을 최소화 할 수 있는 도공기술 개발을 위해서 필요하다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 인쇄 모틀의 발생을 최소화시킬 수 있는 도공 기술 개발의 기초 연구로서 도공액의 조성, 도공량 및 건조 조건이 도공지의 광학적 성질에 미치는 영향을 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

도공원지로는 평량 85g/m<sup>2</sup>, 백색도 88.7, 광택도 13.9, 불투명도 83.3인 아트지 원지를 사용하였다.

도공안료로는 Ultragloss 90 클레이, 고형분 함량 75%인 Hydrocarb 90K 중질 탄산칼슘(GCC) 슬러리, Brilliant-15 경질 탄산칼슘(PCC), 입도 0.2mm이며 고형분 함량 48%인 플라스틱 안료를 사용하였다. 분말상 안료인 클레이와 경질 탄산칼슘은 각각 Kosant A-40과 SN D 5034 분산제를 사용하여 분산시켰다. 도공용 바인더로는 KSL 202 S/B Latex와 Avebe사의 Nylgum A-55 전분을 사용하였다.

### 2.2 실험방법

클레이는 본 연구실에서 제작한 고성능 분산기를 사용하여 1500rpm으로 30분간 분산시켰으며 고

Table 1. Pigment compositions used in coating color formulation

| Notation | Pigments (pph)           |
|----------|--------------------------|
| Clay100  | Clay100                  |
| CG82     | Clay80:GCC20             |
| CG64     | Clay60:GCC40             |
| CG46     | Clay40:GCC60             |
| CG28     | Clay20:GCC80             |
| CPL91    | Clay90:Plastic pigmen10  |
| CPL82    | Clay80:Plastic pigment20 |
| PL100    | Plastic pigment100       |
| CP82     | Clay80:PCC20             |
| CP64     | Clay60:PCC40             |
| PCC100   | PCC100                   |

형분 함량은 70%로 하였다. 경질 탄산칼슘은 Kady mill을 사용하여 40분간 분산시켰으며 고품분 함량은 60%로 하였다. 적절한 안료조성을 지닌 분산제에 라텍스 바인더와 전분 바인더를 각각 12pph와 3pph 첨가하였으며, NaOH를 사용하여 pH를 조절하였다. Table 1에는 본 연구에 사용된 도공액의 안료조성과 그 명칭을 나타내었다.

도공원지에 Table 1에 나타난 도공액을 실험실용 도공 로드 혹은 블레이드를 이용하여 도공량 3 ~ 30g/m<sup>2</sup>이 되도록 도공하였다. 도공을 마친 도공지는 열풍순환식 건조기를 사용하여 105℃에서 1분간 건조시키는 열풍건조 방법과 상온건조의 두 가지 방법으로 건조하였다. 건조된 도공지로부터 균일하게 도공이 이루어진 부분을 선택하여 가로와 세로가 각각 10cm가 되도록 절단하고 이를 상대습도 50%, 온도 23℃로 유지되는 항온항습실에서 24시간 이상 방치한 후 도공량을 측정하였다. 도공지는 롤 온도 45℃, 선압 100kg/cm로 조절된 Beloit사의 실험실용 수퍼캘린더를 2회 통과시켜 수퍼 캘린더링하였다. 시편의 백색도, 불투명도 및 광택도는 일반적인 방법에 의해서 측정하였다. 수퍼 캘린더링 전후의 광학적 성질은 도공량 16g/m<sup>2</sup>인 시편을 이용하여 비교하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 수퍼 캘린더링 처리에 따른 광학적 성질의 변화

Table 2-4에는 열풍건조된 도공량 16g/m<sup>2</sup>인 도공지의 수퍼 캘린더링 전후에 측정된 광학적 성질을 도공액의 안료조성에 따라 나타내었다.

여기에서 알 수 있는 바와 같이 백색도가 높은 탄산칼슘과 플라스틱 안료의 사용량이 많아질수록 도공지의 백색도가 증가되었으며, 수퍼 캘린더링 후에는 캘린더링에 따른 도공층의 고밀화로 인하여 백색도와 불투명도가 약간씩 감소하였다.<sup>29)</sup> 특히 클레이와 플라스틱 안료의 사용 비율이 높은 경우 수퍼 캘린더링에 의한 백색도 감소가 크게 나타나 이들 안료로 구성된 도공층이 수퍼 캘린더링에 의해 가장 큰 구조 변화를 보이는 것으로 평가되었다.

안료 가운데 탄산칼슘의 첨가량이 증가하면 광택도가 크게 감소되는 경향을 보였으나 플라스틱 안료의 사용량이 많아지면 광택도는 증가하는 경향을 나타내었다. 또 수퍼 캘린더링 후의 광택도는 모든 시료에서 현저하게 증가되었으며 클레이의 경우 그 증가 정도는 가장 크게 나타났다.

부정형인 중질 탄산칼슘의 혼합에 의해 광택도가 저하된 현상은 중질 탄산칼슘에 의해 도공층 표면의 roughness가 유도되었기 때문이라 할 수 있다. 즉 중질 탄산칼슘을 육각 판상구조인 클레이와 혼합할 경우 클레이의 배열이 불규칙해지기 때문이다. 이와 같은 현상은 입자의 크기가 0.4-0.5μm인 경질 탄산칼슘을 사용할 경우에도 같게 나타났다. 플라스틱 안료의 경우는 입경이 0.2μm로 경질 탄산칼슘 입도에 비해 작고 비중이 낮아 동일 중량에서 존재하는 입자의 수가 경질 탄산칼슘에 비해 훨씬 많으며, 그 모양이 구형이기 때문에 도공층 표층에 고르게 존재할 수 있어 도공지의 광택도가 증가시킨 것으로 생각된다. 이러한 도공안료의 배열 차이는 도공지 표면의 전자현미경 사진을 통하여서도 확인할 수 있었다.

Table 2. Optical properties of hot air dried coated papers with clay and GCC before and after supercalendering.

| Samples | Before supercalendering |       |         | After supercalendering |       |         |
|---------|-------------------------|-------|---------|------------------------|-------|---------|
|         | Brightness              | Gloss | Opacity | Brightness             | Gloss | Opacity |
| CLAY100 | 85.63                   | 38.08 | 89.90   | 84.53                  | 70.50 | 87.10   |
| CG82    | 86.28                   | 36.05 | 89.58   | 84.93                  | 66.90 | 88.18   |
| CG64    | 86.63                   | 33.48 | 89.73   | 86.08                  | 61.68 | 88.63   |
| CG46    | 87.35                   | 31.28 | 90.55   | 87.25                  | 57.60 | 88.28   |
| CG28    | 87.70                   | 27.68 | 89.53   | 87.55                  | 54.53 | 88.48   |
| GCC100  | 88.23                   | 26.93 | 89.63   | 88.18                  | 47.83 | 87.60   |

Table 3. Optical properties of hot air dried coated papers with clay and PCC before and after supercalendering.

| Samples | Before supercalendering |       |         | After supercalendering |       |         |
|---------|-------------------------|-------|---------|------------------------|-------|---------|
|         | Brightness              | Gloss | Opacity | Brightness             | Gloss | Opacity |
| CLAY100 | 85.63                   | 38.08 | 89.90   | 84.53                  | 70.50 | 87.10   |
| CP82    | 87.05                   | 35.65 | 90.85   | 86.03                  | 68.13 | 88.33   |
| CP64    | 88.10                   | 30.95 | 90.60   | 87.43                  | 63.95 | 89.00   |
| PCC00   | 90.00                   | 21.85 | 91.23   | 90.05                  | 47.18 | 89.20   |

Table 4. Optical properties of hot air dried coated papers with clay and plastic pigment before and after supercalendering

| Samples | Before supercalendering |       |         | After supercalendering |       |         |
|---------|-------------------------|-------|---------|------------------------|-------|---------|
|         | Brightness              | Gloss | Opacity | Brightness             | Gloss | Opacity |
| CLAY100 | 85.63                   | 38.08 | 89.90   | 84.53                  | 70.50 | 87.10   |
| CPL91   | 86.48                   | 44.85 | 90.28   | 85.13                  | 74.98 | 87.90   |
| CPL82   | 87.45                   | 48.90 | 90.38   | 86.03                  | 77.95 | 88.58   |
| PL100   | 90.88                   | 62.53 | 91.30   | 89.58                  | 77.73 | 89.38   |

### 3. 2 도공량에 따른 도공지의 백색도 및 불투명도 변화

#### 3. 2. 1 클레이와 중질 탄산칼슘의 영향

클레이와 중질 탄산칼슘을 안료로 사용하여 도공하고 열풍건조시킨 도공지의 도공량에 따른 백색도 변이는 Fig. 1에 나타내었다. 여기에서 보는 바와 같이 클레이와 중질 탄산칼슘을 사용한 모든 도공지의 백색도는 도공량이 증가할수록 감소하였으며,

도공량 증가에 따른 백색도 감소율은 중질 탄산칼슘의 사용량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 클레이에 비해 높은 백색도를 지닌 중질 탄산칼슘이 도공층에 의한 백색도 저하를 상쇄시킨 때문이다. 상온건조와 열풍건조 방법에 따라서는 백색도의 차이가 거의 나타나지 않았다. 도공층의 공극구조에 의해 결정되는 불투명도는<sup>15)</sup> Fig. 2에서 보는 바와 같이 도공량이 증가할수록 직선적으로 증가하였으며, 중질 탄산칼슘의 첨가 수준이 40pph인 경우 가장 높은 불투명도를 나타내었다.

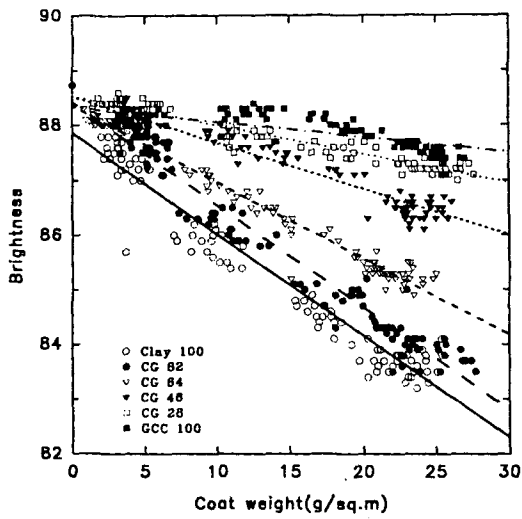


Fig. 1. Brightness of hot air dried coated papers with clay and ground calcium carbonate as pigment as a function of coat weights.

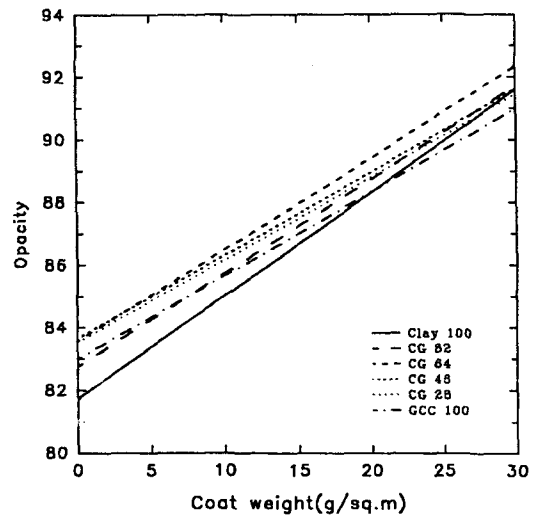


Fig. 2. Opacity of hot air dried coated papers with clay and ground calcium carbonate as pigment as a function of coat weights.

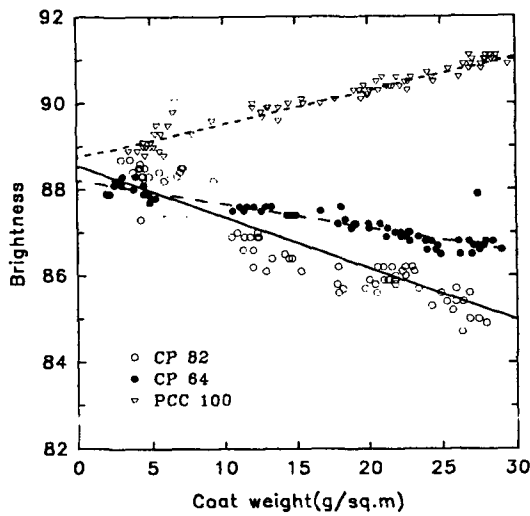


Fig. 3. Brightness of hot air dried coated papers with clay and precipitated calcium carbonate as pigment as a function of coat weights.

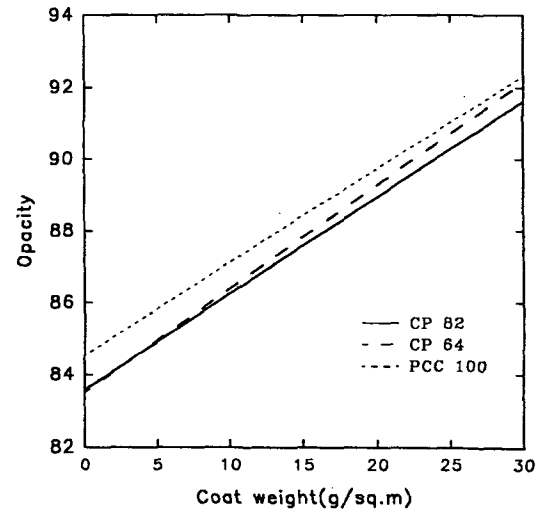


Fig. 4. Opacity of hot air dried coated papers with clay and precipitated calcium carbonate as pigment as a function of coat weights.

이는 클레이와 중질 탄산칼슘 혼합에 따른 공극률 변화 현상과 유사한 결과이다.

불투명도와 도공량 간의 회귀 직선의 기울기는 클레이를 단독으로 사용한 경우 가장 높게 나타났으며, 중질 탄산칼슘만을 안료로 사용한 경우 가장 낮았다. 이러한 사실은 클레이의 광흡수계

수가 중질 탄산칼슘보다 높기 때문으로 해석된다. 건조방법 별로 보면 송풍건조의 경우가 상온 건조에 비하여 미세하게 높은 불투명도 값을 나타내었다. 이는 송풍건조의 경우에는 좀 더 bulky한 도공층이 형성되었기 때문이라고 판단된다.<sup>16)</sup>

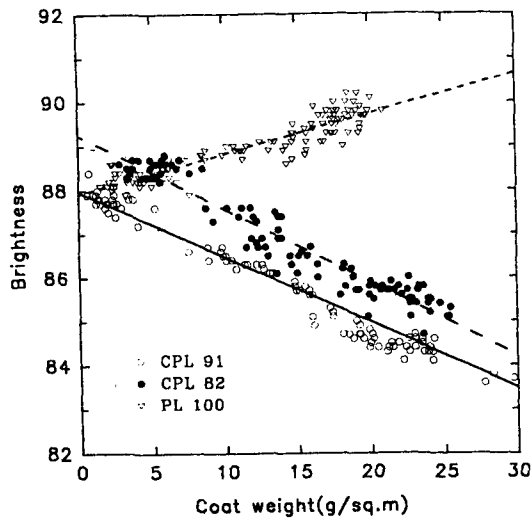


Fig. 5. Brightness of hot air dried coated papers with clay and plastic pigment as pigment as a function of coat weights.

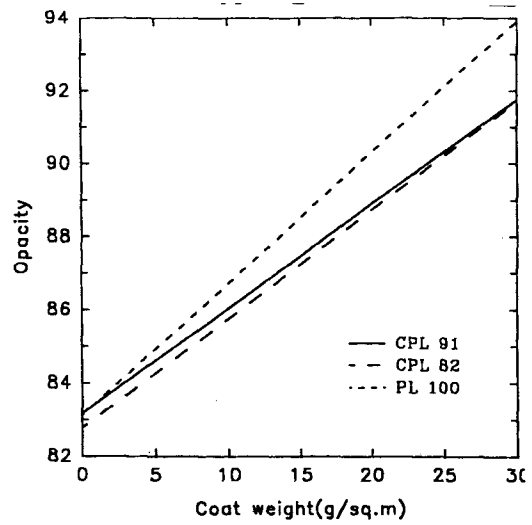


Fig. 6. Opacity of hot air dried coated papers with clay and plastic pigment as pigment as a function of coat weights.

### 3. 2. 2 클레이와 경질 탄산칼슘의 영향

Figs. 3-4는 클레이와 경질 탄산칼슘 혼합 사용 시 도공량에 따른 도공지의 백색도와 불투명도를 나타내고 있다. 여기에서 보는 것과 같이 경질 탄산칼슘을 사용할 경우에는 중질 탄산칼슘을 사용하는 경우에 비하여 도공량 증가에 따른 백색도 감소가 적게 나타났다. 또 경질 탄산칼슘이 많이 사용될수록 백색도 감소폭은 더욱 낮아졌으며, 경질탄산칼슘 100 pph 사용한 경우에는 오히려 도공량이 증가함에 따라 백색도가 증가하였다. 이는 클레이와 경질 탄산칼슘 간의 백색도 차에 의한 효과로 볼 수 있다.<sup>15)</sup> 즉 경질 탄산칼슘은 백색도가 98로 매우 높기 때문에 배합비가 증가할수록 그 효과가 크게 나타난 때문으로 판단된다. 도공지의 불투명도는 클레이와 중질 탄산칼슘 혼합 시와 마찬가지로 도공량이 증가할수록 도공층이 두꺼워져 직선적으로 증가하였으며, 건조방법 별로는 송풍건조 시 약간 더 높은 값을 나타내었다.

### 3. 2. 3 클레이와 플라스틱 안료의 영향

Figs. 5-6은 클레이와 플라스틱 안료 혼합 시 도공량에 따른 열풍건조된 도공지의 백색도 및 불투명도 변화를 나타내고 있다. 이 경우에도 역시 클레이의 비율이 높을수록 도공량 증가에 따른 백색도의 감소폭이 증가하였고, 플라스틱 안료 단독 사용 시에는 이와 반대로 도공량이 증가함에 따라 백색도가 증가하였다. 이는 플라스틱 안료의 공극률이 36% 정도로<sup>17)</sup> 경질 탄산칼슘의 공극률보다는 낮지만 비중이 낮아 두꺼운 도공층을 형성하므로 공극 부피가 증가함에 따라 나타난 현상으로 생각된다.

## 3. 3 안료 조성에 따른 광택도의 변화

### 3. 3. 1 클레이와 중질 탄산칼슘의 영향

Fig. 7은 클레이와 중질 탄산칼슘 혼합 사용 시 도공량에 따른 광택도의 추이를 나타낸 것이다. 여기에서 보는 바와 같이 모든 시료는 도공량 15-20g/m<sup>2</sup> 근처에서 도공량 증가에 따른 광택도의 상

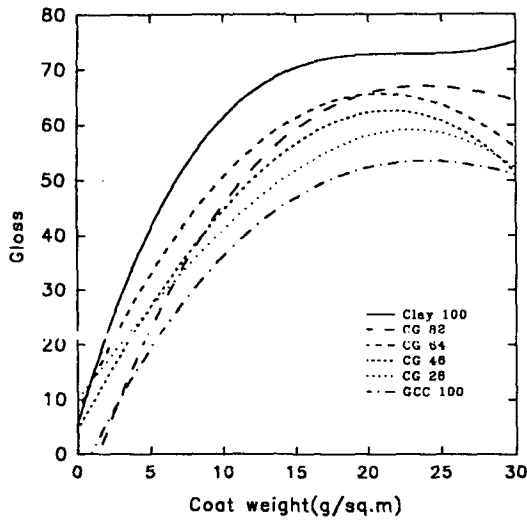


Fig. 7. Gloss of hot air dried coated papers with clay and ground calcium carbonate as pigment as a function of coat weights.

승폭이 두드러지게 감소하고 그 이상의 도공량에서는 도공량에 따른 광택도의 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 원지 표면에 도공층이 형성되면 도공량이 낮은 경우에는 도공량이 증가함에 따라

피복율이 급격히 상승하여 광택도 증가 효과가 크게 나타나지만 15-20g/m<sup>2</sup>의 도공량에 도달하면 원지의 모든 표면이 도공층으로 도포될 뿐 아니라 도공액으로부터의 수분 침투에 의한 원지의 roughness 증가<sup>7)</sup>까지도 충분히 상쇄시키기 때문이라고 생각된다. 또 도공량이 일정할 경우에는 판상의 클레이 비율이 증가할수록 높은 광택도를 나타내었다.

Table 5는 클레이와 중질 탄산칼슘을 안료로 사용한 도공지의 광택도에 대한 3차 회귀식의 계수를 나타내고 있다. 이 식들을 활용하면 임의의 도공안료 조성과 도공량에 따른 광택도 값을 추정할 수 있다.

### 3.3.2 클레이와 경질 탄산칼슘의 영향

Fig. 8은 클레이와 경질 탄산칼슘을 사용한 도공지의 도공량에 따른 광택도 변화를 나타내고 있다. 이 경우에도 중질 탄산칼슘과 마찬가지로 도공량 15-20g/m<sup>2</sup>의 범위에서 도공량 증가에 따른 광택도의 증가 추이가 감소되었다.

Table 5. Regression coefficients for the gloss of clay and GCC coated papers

| Sample  | Drying Method | Regression coefficients |          |        |          | R <sup>2</sup> |
|---------|---------------|-------------------------|----------|--------|----------|----------------|
|         |               | a                       | b        | c      | d        |                |
| Clay100 | Air           | 0.00265                 | -0.25305 | 7.5731 | 1.0780   | 0.97982        |
|         | Blower        | 0.00587                 | -0.39747 | 8.9727 | 5.4379   | 0.97468        |
| CG82    | Air           | 0.00242                 | -0.22574 | 6.8479 | -0.8030  | 0.95283        |
|         | Blower        | 0.00233                 | -0.24922 | 7.8595 | -10.5270 | 0.94518        |
| CG64    | Air           | 0.00169                 | -0.18374 | 5.9250 | 6.8444   | 0.98330        |
|         | Blower        | 0.00050                 | -0.15350 | 5.7572 | 7.8134   | 0.98727        |
| CG46    | Air           | 0.00056                 | -0.15206 | 5.8485 | 1.5017   | 0.97686        |
|         | Blower        | -0.00104                | -0.08036 | 4.9163 | 4.4258   | 0.98289        |
| CG28    | Air           | 0.00094                 | -0.13825 | 5.0974 | 2.7783   | 0.98253        |
|         | Blower        | -0.00149                | -0.02489 | 3.4897 | 10.0910  | 0.98388        |
| GCC100  | Air           | 0.00231                 | -0.24187 | 7.0058 | -9.8796  | 0.97561        |
|         | Blower        | 0.00123                 | -0.16083 | 5.5795 | -4.7481  | 0.98722        |

$$\text{Gloss} = aX^3 + bX^2 + cX + d \quad (X = \text{coat weight})$$

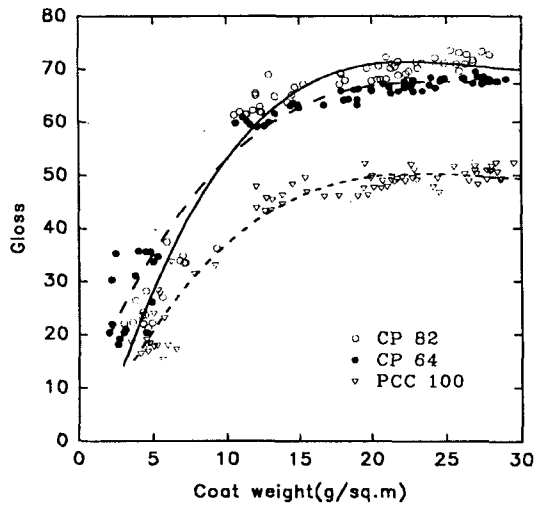


Fig. 8. Gloss of hot air dried coated papers with clay and precipitated calcium carbonate as pigment as a function of coat weights.

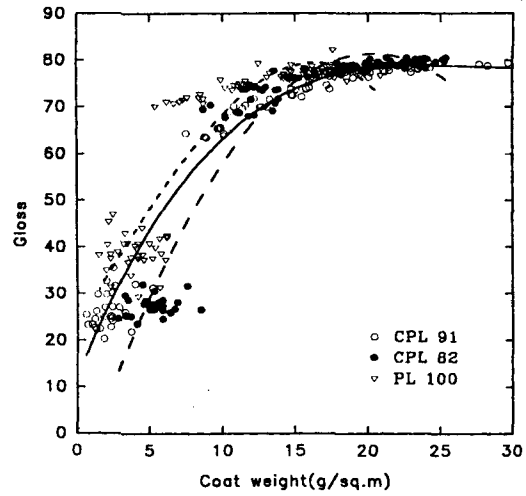


Fig. 9. Brightness of hot air dried coated papers with clay and plastic pigment as pigment as a function of coat weights.

Table 6. Regression coefficients for the gloss of clay and PCC coated papers.

| Sample | Drying Method | Regression coefficients |          |         |          | R <sup>2</sup> |
|--------|---------------|-------------------------|----------|---------|----------|----------------|
|        |               | a                       | b        | c       | d        |                |
| CP64   | Air           | 0.00455                 | -0.36936 | 9.7405  | -14.8520 | 0.97592        |
|        | Blower        | 0.00306                 | -0.25110 | 6.7763  | 7.2561   | 0.98026        |
| CP82   | Air           | 0.00539                 | -0.43332 | 11.3240 | -24.6880 | 0.95729        |
|        | Blower        | 0.00468                 | -0.37503 | 9.7587  | -11.7100 | 0.98056        |
| PCC100 | Air           | 0.00196                 | -0.17236 | 5.0335  | 3.3624   | 0.97370        |
|        | Blower        | 0.00263                 | -0.22313 | 6.1181  | -4.4332  | 0.97308        |

$$\text{Gloss} = aX^2 + bX^2 + cX + d \quad (X = \text{coat weight})$$

Table 7. Regression coefficients for the gloss of clay and plastic pigment coated papers.

| Sample | Drying Method | Regression coefficients |          |         |          | R <sup>2</sup> |
|--------|---------------|-------------------------|----------|---------|----------|----------------|
|        |               | a                       | b        | c       | d        |                |
| CPL91  | Air           | 0.00446                 | -0.32859 | 8.0489  | 12.4230  | 0.98085        |
|        | Blower        | 0.00347                 | -0.28221 | 7.5425  | 12.4280  | 0.98740        |
| CPL82  | Air           | -0.00174                | -0.09718 | 6.4646  | 4.3145   | 0.97415        |
|        | Blower        | 0.00023                 | -0.23330 | 9.1857  | -10.8750 | 0.96506        |
| PL100  | Air           | 0.00922                 | -0.52867 | 10.0510 | 14.3710  | 0.94263        |
|        | Blower        | -0.00636                | -0.00203 | 5.1810  | 23.1070  | 0.93073        |

$$\text{Gloss} = aX^2 + bX^2 + cX + d \quad (X = \text{coat weight})$$



또한 경질 탄산칼슘이 많이 첨가될수록 동일한 도공량에서의 광택도는 감소하고 있으나 저도공량에서는 그 차이가 심하지 않았다. 경질 탄산칼슘을 사용한 경우 도공량 약 10g/m<sup>2</sup> 이하에서는 경질 탄산칼슘이 40 pph 혼합된 경우가 20 pph 혼합된 경우보다 오히려 광택도가 높게 나타났는데 이는 경질 탄산칼슘이 저도공량에서 원지의 roughness를 줄여주는 역할을 하였기 때문이라고 추정된다. 클레이와 경질 탄산칼슘이 혼합된 경우에는 열풍건조된 도공지가 상온 건조된 도공지에 비해 높은 광택도를 나타내었으나 경질 탄산칼슘만을 안료로 사용한 경우에는 오히려 상온건조시 약간 더 높은 광택도가 나타났다. 이는 경질 탄산칼슘으로만 구성된 도공층의 경우 일차입계 고행분이 낮기 때문에 표층으로의 바인더 마이그레이션이 적게 발생한 때문이라 판단된다.

Table 6은 클레이와 경질 탄산칼슘을 안료로 사용하여 도공한 도공지의 광택도 곡선에 대한 회귀계수를 나타내고 있다. 클레이와 중질 탄산칼슘 사용 시와 마찬가지로 3차식으로 회귀하였으며 3차항의 계수는 Table 5에서와 마찬가지로 0.002-0.005로 낮은 값을 나타내었다.

### 3.3.3 클레이와 플라스틱 안료의 영향

Fig. 9는 클레이와 플라스틱 안료 혼합 시 도공량에 따른 광택도의 변화를 나타내고 있다. 클레이를 80 pph 이상 사용한 경우에는 도공량 20g/m<sup>2</sup> 근처에서 최대 광택도 78을 나타내었으며 플라스틱 안료만을 사용한 경우에는 도공량 7g/m<sup>2</sup> 근처에서 이미 최대 광택도 값에 도달하였다. 이는 플라스틱 안료의 밀도가 클레이의 38%에 불과하기 때문에 나타난 현상으로 해석할 수 있다. Table 7에는 클레이와 플라스틱 안료를 사용한 도공지의 도공량에 따른 광택도 회귀계수를 나타내고 있다.

## 4. 결론

인쇄 모듈의 발생을 최소화시킬 수 있는 도공 기

술 개발의 기초 연구로서 도공액의 조성, 도공량 및 건조 조건이 도공지의 광학적 성질에 미치는 영향을 평가한 결과는 다음과 같다.

1. 도공지의 수퍼 캘린더링 처리에 의해 광택도는 급격히 상승하였으나 백색도와 불투명도는 미세하게 감소하였다. 또한 광학적 성질의 변화 정도는 안료의 혼합 비율에 따라 변화하였다. 탄산칼슘과 플라스틱 안료 사용량이 증가함에 따라 백색도가 증가하였다. 불투명도는 도공량에 따라 직선적으로 증가하였다. 건조조건에 따른 도공지의 광학적 성질 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.
2. 일정한 도공액을 사용할 경우 도공량과 광학적 성질 사이에는 일정한 상관관계를 나타내었으며 따라서 도공량 변화에 따른 광학적 성질을 회귀식을 활용하여 예측할 수 있을 것으로 판단되었다.

## 참고 문헌

1. 이 학래, 제6회 제지기술자 심포지움:103 (1993).
2. Arai T., Yamasaki, T., Suzuki, K., Ogura, T., and Sakai, Y., Tappi J., 71(5):47(1988).
3. Whalen-Shaw M. and Eby, T., Tappi J., 74(12):188 (1991).
4. Engstrom G., Fineman, I., Persson, A., and Akesson, P., Tappi J., 65(11) : 81 (1982).
5. Matsubayashi H. and Saito, Y., 1994 TAPPI Coating Conference Proceedings : 161, TAPPI Press, Atlanta (1992).
6. Engstrom G. and LaFaye, J. F., Tappi J., 75(8):117(1992).
7. Skowronski, J. of Pulp and paper sci. 16(3) : 102 (1990).
8. Yamazaki K., Nishioka, T., Hattori, Y.,

- and Fujita, K., Tappi J., 76(5):79 (1993).
9. Sandas S. E., Salminen, P.J., and Eklund, D. E., Tappi J., 72(12):207 (1989).
  10. Fujiwara H., and Kaga, C., Tappi J., 75(12):121 (1992).
  11. Lepoutre P., The Structure of Paper Coatings: An Update, TAPPI Press (1987).
  12. LaFaye J. F., Maume, J. P., Schwob, J.M., and Chiodi, T., Tappi J., 71(12):63 (1988).
  13. Ortman B. J. and Donigian D. W., Tappi J., 75(9):161 (1992).
  14. Bushhouse S. G., Tappi J., 75(3):231 (1992).
  15. Hagemeyer R. W., Pigment Coating, Pulp and Paper-Chemistry and Chemical Technology in Ed. Casey, J. P., Vol. 4:2015-2074 (1983).
  16. Kline J. E., Tappi J., 74(4):177 (1991).
  17. 이 학래, 제6회 제지도공기술세미나:31 (1990).