

# 안료의 배합비가 더블 도공지의 물성에 미치는 영향

홍장식\* · 남민호 · 최승준 · 최은정 · 정경모 · 이용규

강원대학교 산림과학대학 제지공학과

## 1. 서 론

현대 사회는 정보화 사회로 변화되면서 인쇄용지의 수요가 급증하게 되었다. 그 중에서도 도공지의 수요가 점차 증대됨에 따라 소비자의 기호에 맞는 고품질의 도공지가 요구되고 있는 추세이다. 공정개선, 원지의 품질향상, 도공액 배합비의 변경 등이 이에 해당하는 좋은 예라 하겠다. 품질/생산성의 향상이 생산을 위한 모든 노력의 궁극적인 목표이며, 무엇보다도 경제적이고 합리적인 방향에서 품질 수준을 개선시키려는 연구 노력이 계속되어야 할 것으로 생각된다.

유럽의 경우 도공지의 품질 개선을 위한 노력의 하나로 더블, 트리플 코팅이 행해지고 있으며 그 품질 또한 우수한 것으로 보고되고 있다. 국내에서도 선진국과의 품질격차를 줄이고, 보다 고품질의 도공지를 생산하기 위한 노력을 경주하고 있으며 더블 코팅의 관심 역시 증대되고 있다.

본 연구에서는 더블 코팅시에 무기안료의 일부를 유기안료로 대체함으로써 도공지의 경량화 및 품질 개선 가능성을 검토하고자 하였다. 이를 위해 각각의 무기안료의 배합조건에 일정량의 유기안료를 첨가하였고 첨가 및 도공조건이 도공지의 물성에 미치는 영향에 대해 분석하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

#### 2.1.1 도공용 원지

도공 원지로는 공장에서 제조한 75g/m<sup>2</sup>의 중성지를 사용하였고 기본 물성은 Table 1과 같다.

**Table. 1 Physical properties of base paper**

| 측 정 항 목                | 평 균 값 |
|------------------------|-------|
| 평 량(g/m <sup>2</sup> ) | 75.0  |
| 불 투 명 도(%)             | 86.6  |
| 백 색 도(%)               | 94.4  |
| 백 지 광 택(%)             | 6.1   |
| 평 활 도(sec)             | 9.0   |

**2.1.2 도공안료 및 바인더**

도공용 안료로는 입자경이 0.3 $\mu$ m인 No.1 clay, GCC(중질탄산칼슘, hydrocarbo-90), 유기안료(hollow type)를 사용하였고, 바인더로는 현재 제지 업계에서 일반적으로 사용되고 있는 S/B계 음이온성 라텍스와 보조 바인더로는 CMC(Carboxyl Methyl Cellulose)를 사용하였다.

**2.1.3 기타 첨가제**

무기안료를 분산하기 위해 polyacrylic acid 계통의 JD-4100을 사용하였으며 소포제로는 PRONAL-208를, 도공액의 pH를 9로 조절하기 위해서 NaOH를 사용하였다.

**2.2 실험방법**

**2.2.1 도공액 제조**

도공액은 under coating에 유기안료를 첨가한 경우와 top coating에 첨가한 경우로 구분하여 설계하였다. top coating의 경우 2가지 형태로 구분하였다(Table 2).

**Table.2 Coating formulation**

| Coating formulation |                         | Addition parts |    |    |    |     |    |      |    |      |    |
|---------------------|-------------------------|----------------|----|----|----|-----|----|------|----|------|----|
| Coating Pigment     | Clay(No.1)              | 100            | 75 | 50 | 25 | 0   | 98 | 73.5 | 49 | 24.5 | 0  |
|                     | CaCO <sub>3</sub> (GCC) | 0              | 25 | 50 | 75 | 100 | 0  | 24.5 | 49 | 73.5 | 98 |
|                     | P.P                     | -              |    |    |    |     | 2  | 2    | 2  | 2    | 2  |
| Dispersant          |                         | 0.15           |    |    |    |     |    |      |    |      |    |
| Latex               |                         | 15             |    |    |    |     |    |      |    |      |    |
| CMC                 |                         | 0.4            |    |    |    |     |    |      |    |      |    |
| Solids content(%)   |                         | 50%±0.5        |    |    |    |     |    |      |    |      |    |

Under coating의 경우 유기안료의 첨가유무에 따라 4가지로 설계하였다(Clay/CaCO<sub>3</sub>/PP : 0/100/0, 25/75/0, 0/98/2, 73.5/24.5/2). 단 under와 top층에 유기안료가 동시에 첨가된 경우는 실험에서 제외하였다.

### 2.2.2 도공지의 제조

Table. 2의 배합조건으로 도공액을 제조, 도공용 원지에 실험실용 K-coater를 이용하여 편면 도공하였으며 도공량은 double coating시 14 g/m<sup>2</sup>(under 7g + top 7g)이 되도록 하였다. 제조된 도공지는 열풍 건조기에서 105℃, 30sec의 조건으로 건조하였다.

### 2.2.3 칼렌더 처리 조건

실험실용 수퍼 칼렌더(Beloit weeler)를 사용하였으며, steel/steel roll로 구성된 hard nip을 통과시키거나 steel/cotton filled roll로 구성된 soft nip을 통과시키는 방법으로 칼렌더 처리를 하였다. 칼렌더링 조건은 선압/온도를 각각 20 kg/cm, 40 ℃로 고정하였다.

### 2.2.4 도공용 원지 및 도공지의 물성 측정

공장에서 제조된 도공용 원지는 다음의 물성 측정법을 이용하여 물성을 측정하였다.

#### (가) 백색도 및 불투명도

Elrepho 3000 Series를 이용하여 측정하였다.

#### (나) 평활도 및 광택

평활도는 Smoothness tester(Bekk type)를 사용하였고, 백지광택은 Gloss meter(75° - 75°)를 사용하여 측정하였다.

#### (다) 인쇄광택

인쇄광택은 Gloss meter(75° - 75°)를 사용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 백지광택

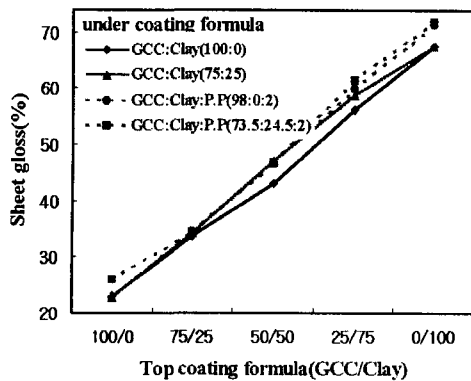


Fig. 1-1. The sheet gloss of coated paper.

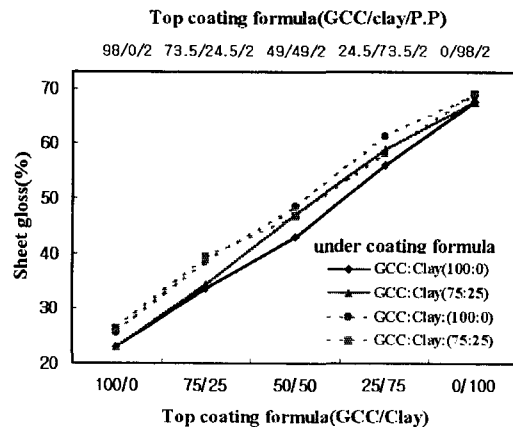


Fig. 1-2. The sheet gloss of coated paper

Fig. 1-1은 double coating시에 유기안료를 under coating층에 첨가한 것이고 Fig. 1-2는 top coating층에 첨가한 것이다. Fig. 1-1, 1-2에서 보는 바와 같이 double coating에서는 clay의 첨가비율이 증가할수록 백지광택이 높은 값을 나타내고 있다. 이는 clay의 경우는 육각판상형태의 입자가 전면에 평활한 형태의 도공면을 형성함으로써 광택도가 높게 나타난 것으로 사료된다. 또한, under coating층에 있어서도 clay의 배합비율이 높은 쪽이 다소 높은 값을 보여 주고 있다.

유기안료를 첨가한 double coating의 경우 무기안료를 배합한 double coating보다는 다소 높은 경향을 보이지만 별다른 영향을 주지 못한 것으로 사료되며 top coating에 있어 clay의 첨가량이 증가할수록 백지광택이 현저히 증가함을 Fig. 1-1, 1-2에서 보여 주고 있다.

### 3.2 인쇄 광택.

Fig. 2-1, 2-2에서와 같이 double coating에서는 clay의 비율이 증가할수록 인쇄광택이 증가함을 보여 주고 있고, 무기 안료만을 사용한 double coating보다는 유기안료를 첨가한 double coating이 보다 안정된 경향을 보여주고 있다. 이는 미세하고 균일한 입자분포를 가지는 유기안료가 무기안료 사이의 공극을 일정한 형태로 만들어 줌으로써 안정된 개선 경향을 나타내는 것으로 생각된다. 또한, 백지 광택에 비해 인쇄 광택

에 있어서는 유기 안료의 첨가시에 증가 폭이 큰 것을 알 수 있고, under coating층에 유기안료를 첨가하였을 때보다는 top coating층에 첨가하였을 때 인쇄광택의 개선효과가 높은 경향을 보여주고 있다. Top coating시 GCC/clay(100/0, 75/25) 비율에서는 유기안료의 첨가시에 인쇄광택의 수치가 현저히 높음을 보여주고 있다.

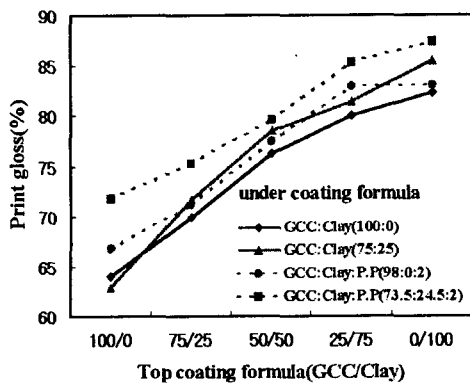


Fig. 2-1. The print gloss of coated paper.

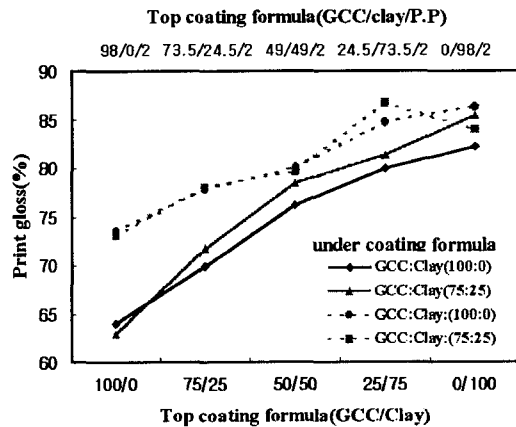


Fig. 2-2. The Print gloss of coated paper

### 3.3 평활도

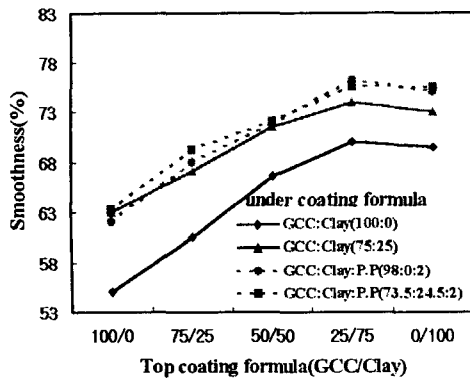


Fig. 3-1. The smoothness of coated paper.

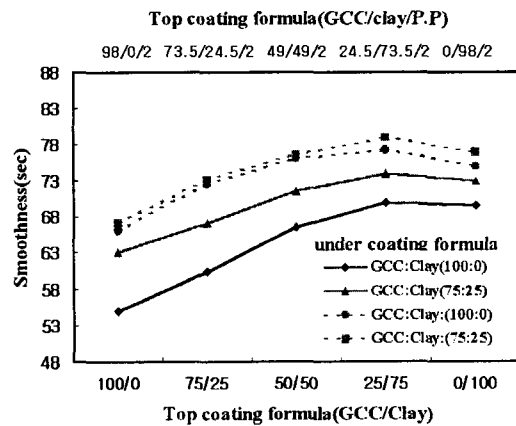


Fig. 3-2. Smoothness of coated paper

Double coating시의 평활도는 Fig. 3-1, 3-2에서와 같이 clay의 첨가량이 증가할수록 수치가 증가하는 경향을 보여주고 있으며 특히, GCC/clay의 비율이 0/100보다는 25/75

가 다소 높은 경향을 보여주고 있다. 이는 GCC/clay의 비율이 25/75에서 공극율이 가장 높은 적층구조를 형성함으로써 해서 원지의 요철 영향을 덜 받은 것으로 생각된다. 칼렌더 처리 후 유기안료의 특성이 발현되므로 해서 under coating층에 clay를 25part첨가한 것과 유기 안료를 2part첨가한 것이 거의 같은 수치를 보여주고 있다. 이로써 어느 정도의 clay를 사용하는 것 대신에 소량의 유기안료를 사용하여도 평활도를 개선하는데 효과적이라 분석된다.

### 3.4 불투명도

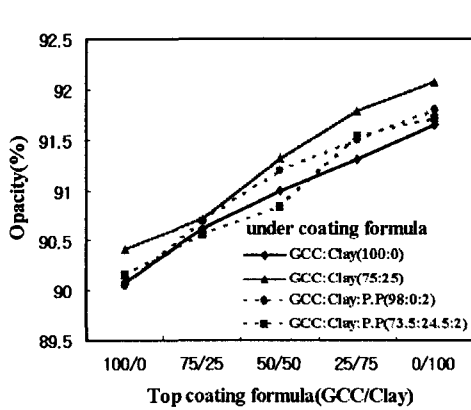


Fig. 4-1. The opacity of coated paper.

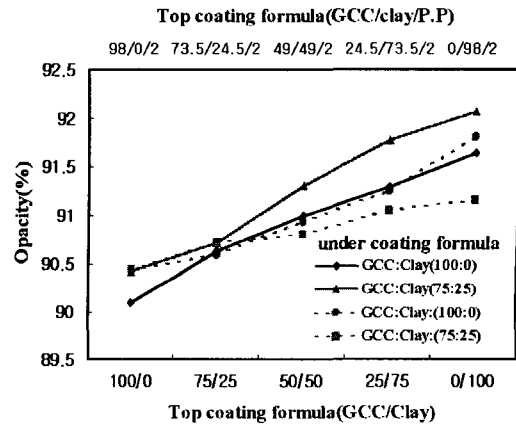


Fig. 4-2. The opacity of coated paper

Fig. 4-1, 4-2에서 보듯이 under coating층과 top coating층 모두 clay의 첨가량이 증가할수록 불투명도는 개선되는 경향을 보여주고 있다. Under coating층의 경우 GCC만의 배합보다는 유기안료를 첨가하였을 때 불투명도가 다소 개선되는 경향을 나타내고 있다.

### 3.5 백색도

Fig. 5-1, 5-2에서와 같이 clay의 첨가량이 증가할수록 백색도의 값은 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 clay에 비해 백색도(brightness)가 높은 GCC의 배합비율의 증가와 비례해서 백색도의 개선 폭이 높은 것을 알 수 있다.

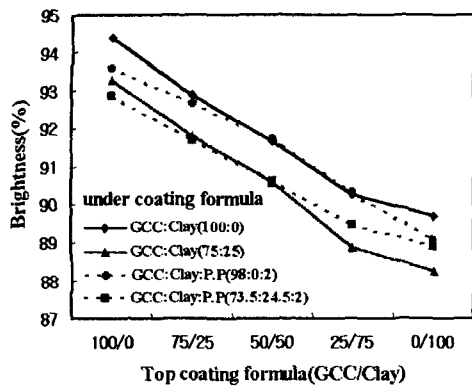


Fig. 5-1. The brightness of coated paper.

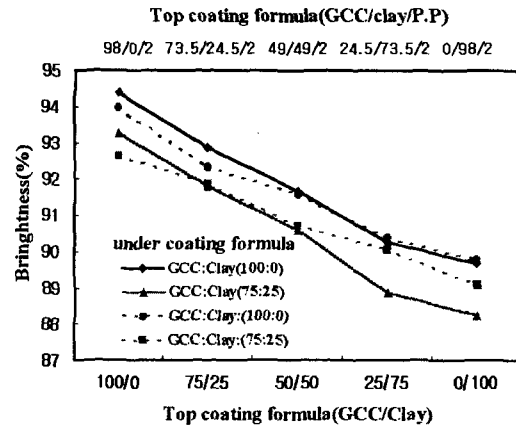


Fig. 5-2. The brightness of coated paper

#### 4. 결 론

- 1) 무기안료 배합의 경우 클레이의 배합비율이 높을수록 백지광택의 개선 효과가 우수한 것으로 분석된다.
- 2) 인쇄광택/평활도는 백지광택과 달리 유기안료에 첨가유무/배합위치(under or top)에 의해 상당한 영향을 받는 것으로 나타났다. 특히 under coating층보다는 top coating층에 유기안료를 첨가함으로써 보다 더 큰 효과를 기대할 수 있었다.
- 3) 불투명도의 경우 안료의 층전구조에 영향을 받는 것으로 분석되며 클레이의 배합량에 비례하여 우수한 불투명도를 나타내었다. 백색도의 경우는 안료 자체의 백색도가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 분석되며 탄산칼슘의 배합량에 비례하는 것으로 판단된다.

#### 5. 참 고 문 헌

- 1) " SINGLE AND MULTIPLE COATING ", PAPER TECHNOLOGY, (5, 1993)
- 2) Rolf Akesson, 1992 Coating Conference Proceedings, p.231
- 3) Hidelci Fujiwara, Chizuru kage, 1992 Coating Conference Proceedings, p.147
- 4) Do Ik Lee, Tappi J, (9, 1988)
- 5) Engstrom G., Norrdahl P., strom G., 1987 Coating Conference Proceedings, p.135
- 6) Arai T., Sakai ko., Suzuki, T., Yamasaki T., Ogura T., TAPPI 1988 Coating Conference Proceedings, p187.