

Mica를 이용한 제지용 복합안료 제조에 관한 연구

조준형, 이용원, 유석호

강원대학교 제지공학과

1. 서론

최근 제지업계는 기업의 경쟁력 강화와 기술혁신을 통해 다양한 기능성 안료를 이용한 고부가가치의 특수지 생산에 많은 노력과 관심을 기울이고 있다. 이러한 특수지 개발에 있어 사용되는 기능성 무기분체들의 제조 및 생산은 아직 국내기업들의 기술로서는 초기단계이며 대부분이 수입에 의존하고 있는 실정이다. 기능성 필지 제조에 있어 기존에 사용되던 필안료는 백운모를 TiO_2 로 피복한 안료로 티탄염의 산성용액에 분산하여 가열한 후 가수분해하여 표면에 산화티탄 수화물을 석출하고 그것을 소성하여 제조하였다. 하지만 이런 필안료의 제조방법은 이산화티탄의 강한 독성과 안료를 제조함에 있어 발생하는 2차 환경 오염원으로서의 작용 및 제조과정에서 안료의 회수량에 손실이 생기는 문제점을 낳았다. 이에 본 연구에서는 백운모의 표면에 TiO_2 를 표면 개질장치를 통해 환경 오염원으로 작용할 수 있는 각종 유기화합물의 양을 줄이며 작업의 효율을 극대화 시킬 수 있는 기능성 무기 안료를 제조하였으며, TiO_2 의 첨가 배합비를 이론적으로 계산하여 최적 배합비를 얻었으며 제조한 안료의 광학적 성질 및 인쇄적성에 관해 비교 고찰하였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 실험재료

본 실험에서는 Mica(백운모)를 이용하여 TiO_2 를 표면 개질함으로써 특수지인 필지를 제조하였다. 표면개질실험을 하기 위해 사용된 모입자(Core Particle)와 자입자(Fine Particle)의 특성은 다음과 같다.

Table.1 Properties of materials.

Powder	species	particle size(μm)	Specific gravity
Mica	Mearlin Magnapearl 2000 (Engelhard Asia Pacific,Korea)	10.27	3.30
TiO ₂	P-25(Degusa, Germany)	0.025	3.80

2.2 실험방법

2.2.1 Mica의 TiO₂에 의한 개질

제지용 무기안료 Mica를 표면개질하기 위하여 개질장치인 Hybridizer 장치를 이용하였다. 먼저 O.M dizer를 이용하여 Mica에 TiO₂를 혼합한 후 혼합된 안료를 다시 Hybridizer에 넣고 개질을 시켰으며, 이때 구동조건 및 배합비를 Table 2,3에 나타내었다.

Table 2. Modification Method

Powder	Method	Experimental Condition
Mica & TiO ₂	O.M.dizer (Blending)	2 min, 1,000 rpm
	Hybridizer (Modification)	10 min, 10,000 rpm

Table 3. Core size & Compound ratio

Core Particle : Fine Particle	Compound ratio
Mica : TiO ₂	98 : 2
Mica : TiO ₂	97 : 3
Mica : TiO ₂	90 : 10
Mica : TiO ₂	86 : 14

2.2.2 표면개질된 복합안료의 분체물성측정

표면개질된 안료의 물성을 측정하였다. 물성측정은 Multi-tester(SEISHIN MT-1000)를 이용하여 분체의 유동성 및 분류성을 측정하였다.

2.2.3 표면개질된 복합안료의 백색도 측정

제조된 안료의 백색도 측정을 위하여 powder 백색도 측정기(Chrona meter

CR-300, MINOLTA DP-301)를 이용하여 안료의 백색도를 측정하였다.

2.2.4 기능성 안료를 이용한 도공지의 제조

도공지 제조를 위하여 안료를 분산시킨 후, 바인더 및 기타 첨가제를 투입하여 고속 교반기(Kadymill, kady International, U.S.A)로 교반시켜 도공액을 제조하였으며 그 배합비율은 Table 4. 에 나타내었다. 도공량은 $10\text{g}\pm 1/\text{m}^2$ 을 도포하고, 105°C 에서 건조처리를 하였다.

Table 4. Coating color formation for coating paper

Components	Ingredients	Part
Pigment	GCC(KFMT-90)	100
	GCC(KFMT-90) : Clay	75 : 25
	GCC(KFMT-90) : Clay	25 : 75
	GCC(KFMT-90) : Modified Mica	75 : 25
Binder	SB Latex(KSL 230)	13
Additives	Dispersant(WY-117)	0.2
	NaOH(10%)	0.2

2.2.5 제조한 도공지의 평가

표면개질한 안료를 사용하여 제조한 도공지를 평가하였다. 광학적 특성을 비롯하여 인쇄적성, 강도 등을 평가하였다. 평가는 개질한 안료의 첨가유무에 따라 또한 도공액 제조 시 안료의 배합비율에 따라 비교 평가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 TiO_2 로 개질한 Mica의 제조

Mica를 모입자로 하고 TiO_2 를 자입자로 하여 Hybridizer system을 이용하여 Mica의 표면에 TiO_2 를 개질시켜 복합제지안료를 제작하였다.

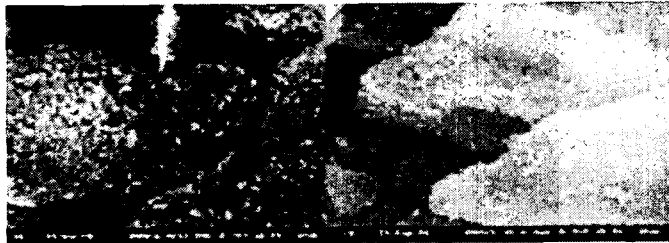
Fig 1. Powder SEM



←개질하지 않은 Mica



← Mica Blending



← Modification

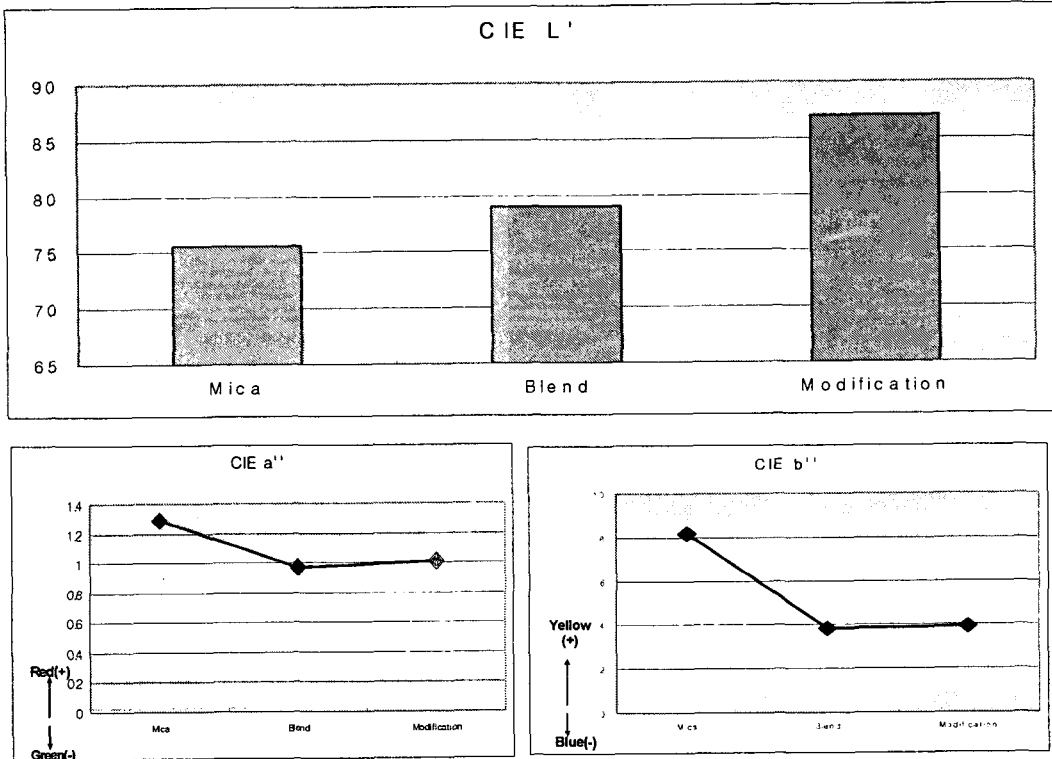
위의 사진에서 볼 수 있듯이 Mica의 표면에 TiO_2 가 도포되어 있는 모습을 볼 수 있다. 배합비에 따라 개질되는 양이 달라지는데 본 실험에서는 Mica : TiO_2 의 비율이 90 : 10인 경우가 제일 효과적인 비율임을 알 수 있었다. 이 결과를 참고하여 실험 진행은 90 : 10의 배합비로 한 개질안료를 사용하였다.

3.2 표면개질한 복합무기안료의 평가

제조된 기능성 복합무기안료의 백색도를 평가하여 TiO_2 에 의한 표면개질 정도가 얼마나 이루어졌는지를 평가하였다. 또한 개질하지 않은 시료와 혼합시료, 개질된 시료의 분체물성을 측정하여 유동성 및 분류성을 평가하였다.

이 결과는 다음의 표에 나타내었다.

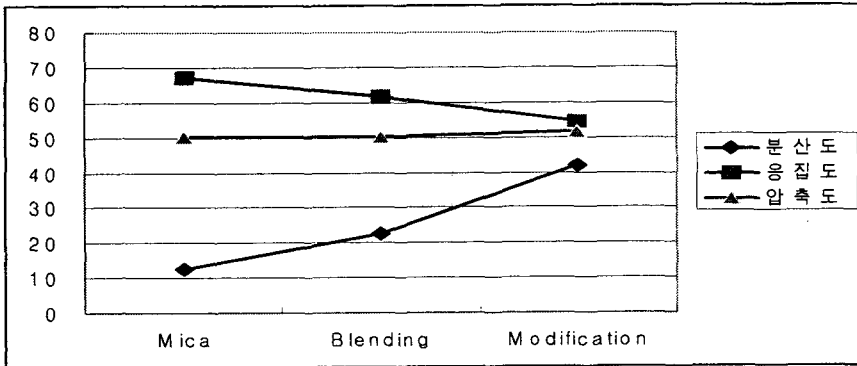
Fig 2. Whiteness of powders



위의 그래프는 안료의 백색도 측정 결과이다. 개질된 시료의 백색도가 높은 수치를 나타내고 있음을 볼 수 있다. 또한 CIE a' 와 CIE b' 의 값이 백색에 가깝게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 TiO₂의 성질인 광촉매효과가 Mica의 표면에 개질되면서 높은 백색도를 나타내는 것을 알 수 있다. CIE L*(lightness)는 희고 검은 정도를 나타내는 것으로 완전히 흰색의 L값은 100, 완전히 검은색의 L값은 0으로 표시된다. a+값은 빨강색, a-값은 초록색을 나타내며, b+값은 노란색, b-값은 파랑색을 나타낸다. Fig. 7에서 나타낸 바와 같이 TiO₂에 의해 L값은 전체적으로 증가하였으며, 안료를 혼합 사용한 경우보다 표면개질 처리한 안료의 경우가 높은 L값을 나타내는 것을 알 수 있었다. 또한, CIE a*값과 b*값 모두 TiO₂의 배합에 따라 색의 중화가 일어나 색차 ($\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$)가 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 표면개질 처리를 한 경우에 그 경향성은 더욱 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

Fig. 3은 개질된 안료의 분체물성을 나타낸 것이다. 개질한 안료의 분산도 및 응집도에서 개질의 효과가 나타나고 있음을 알 수 있다.

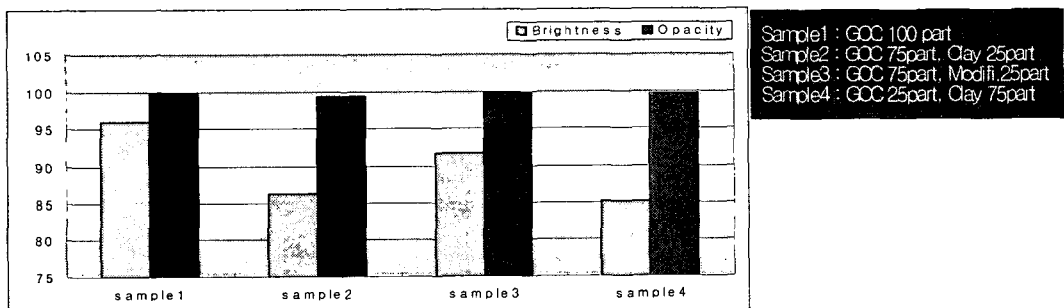
Fig 3. Powder physics test



그림에서 알 수 있듯이 TiO_2 가 개질된 안료는 혼합안료에 비해 응집성이 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 분산도 즉 유동성이 현저하게 개선되는 경향을 보이고 있다.

3.3 제조한 개질안료를 이용한 도공지의 제조

개질한 안료를 이용하여 도공지를 제조하였다. 이때 도공액의 배합비율을 다르게 하여 개질된 안료의 투입으로 제조한 도공지를 평가하였다. 도공지의 평가는 인쇄적성 및 기본적 물성체크를 하였다.



불투명도는 큰 차이가 없지만, 백지광택은 개질안료를 사용 하였을 때 clay를 사용한 도공액보다 높은 수치를 나타내고 있다.

도공지의 평활성은 일반 clay에 비하여 개질된 안료를 사용한 도공지가 양호한 평활성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

Fig 4. Smoothness of paper

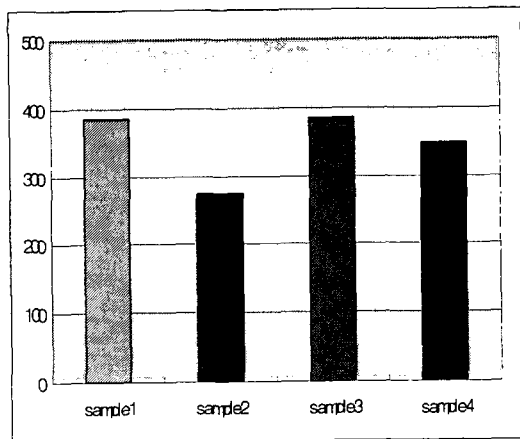
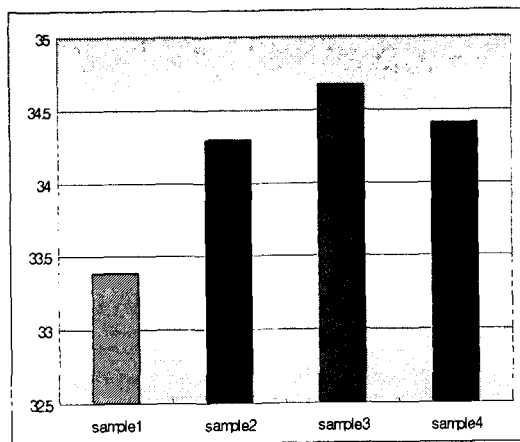


Fig 5. Gloss of paper



도공지의 광택특성 또한 clay를 사용한 도공액에 비해 현저히 높은 수치를 나타냄으로 모입자인 Mica에 TiO_2 가 개질된 안료가 광산란적 효과가 있음을 보여주고 있다.

3.4 도공지의 인쇄평가

개질한 안료로 도공지의 인쇄평가(R.I. tester)를 하였다. 인쇄평가는 5점법에 근거해 평가하였다.

Fig 6. Dry pick strength

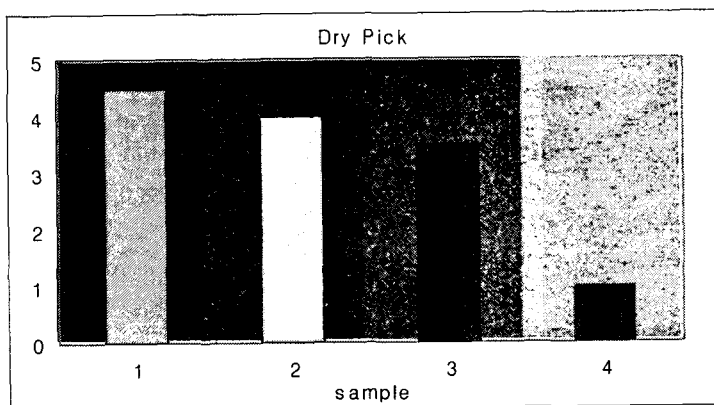


Fig 7. Wet pick strength

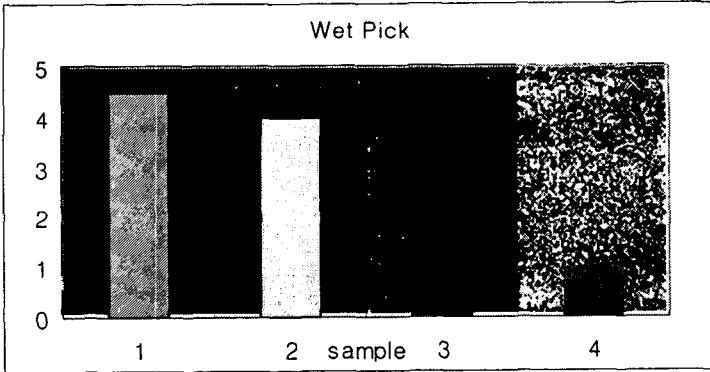
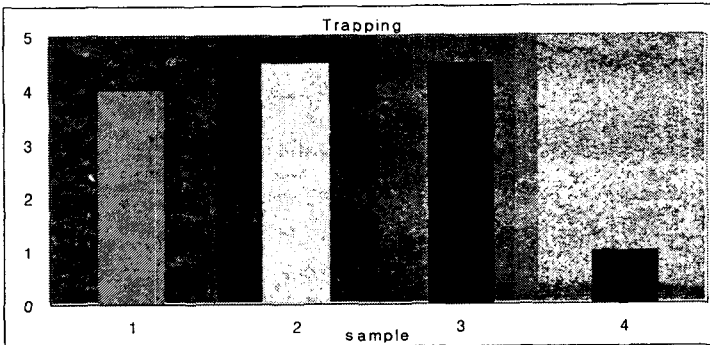


Fig 8. Trapping test



Sample1 : GOC 100 part
 Sample2 : GOC 75part, Clay 25part
 Sample3 : GOC 75part, Modifi. 25part
 Sample4 : GOC 25part, Clay 75part

트래핑의 실험에서도 다른 조건의 도공지와 비교하여 트래핑의 정도가 양호한 것으로 판단된다.

4. 결론

본 실험에서는 표면개질방법을 이용하여 Mica와 TiO_2 를 이용하여 특수지인 필지 생산에 필수적인 제지용 복합무기안료를 제조하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 표면개질법을 이용한 기능성 안료 제조
 모입자와 자입자의 배합비는 SEM사진 및 안료의 광학적성질을 비교한 결과, 90:10

일 때 가장 적합한 개질이 이루어짐을 알 수 있었으며, 기본적으로 TiO_2 가 갖고 있는 높은 굴절율로 인해 안료뿐만 아니라 도공지의 광산란계수도 모두 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 단순 혼합하였을 때보다 표면개질처리를 한 경우가 더 높은 광산란계수를 나타내었다.

2) 복합무기안료의 분체물성

표면개질법에 의해 개질한 안료는 혼합한 안료에 비해 분체 물성에서 분류성 및 유동성이 양호해지는 현상을 볼 수 있었다.

3) 개질한 안료의 백색도

개질한 안료는 표면에 코팅된 TiO_2 의 특징인 광산란효과로 인하여 백색도가 증가하는 경향을 보였으며, TiO_2 가 갖고 있는 기본적 특성이 판상의 Mica의 표면에 개질되면서 그 효과가 더욱 개선됨을 알 수 있었다.

4) 도공지 특성

기능성 무기안료를 이용한 도공지는 일반적인 안료를 사용한 도공지에 비해 광택적인 면에서 우수한 수치를 나타내었다. 이는 위에서 서술한 것 처럼 TiO_2 의 도포로 인하여 광산란계수가 높아지는 현상에 의한 것이며, 또한 도공지의 강도 및 5점법에 의한 인쇄평가에서도 일반 안료와 비교하여 높은 효과를 나타내는 것을 알 수 있었다.