

# Hybridization system에 의한 야광안료의 표면개질과 특수지 제조에 관한 연구

조준형 · 민동진\*

강원대학교 제지공학과

## 서론

최근 도공안료의 가공기술이 국내외적으로 활발히 진행되고 있다. 특히 표면개질 기술은 기존의 특수목적의 도공안료를 가공하여 고기능성을 부여하는 방법으로서 새로운 소재개발에 따른 고부가가치화 창출로 여러 산업분야에서 활용되고 있는 기술이다[1].

최근 축광안료라고도 불리는 야광안료의 산업적 응용이 매우 다양화되어 페인트, 잉크, 플라스틱, 의복용 원단코팅 및 종이코팅, 각종 안전장치분야와 생활용품 등 다양한 분야에서 사용되고 있다. 이처럼 야광안료를 이용한 다기능성 제품들은 많이 생산되고 있지만 고부가가치의 다기능성 제품들의 생산기술은 아직 미비한 상태이다. 본 연구에서는 분체의 표면개질방법 중에서 건식충격혼합법을 채택하여 야광안료의 표면에 다른 성질의 형광안료를 표면개질하여 개질 분체의 형광성 및 야광성에 대해 조사하였으며 예비실험[2,3]을 통해 표면개질 효과와 산업적 응용가능성을 확인하였으며 야광안료의 표면개질을 통해 제품의 다기능성 소재 개발과 부가가치를 향상시키고 이에 따른 생산비 절감을 그 목적으로 하고 있다.

## 실험재료 및 방법

### (1) 실험조건 및 재료

입자선택 시 입자의 크기배율을 약 10:1 이상으로 선정하며 회전속도는 극단적으로 저회전을 하게되면 기류의 순환이 불균일하기 때문에, 하한을 50m/s(모터최외주속도)정도로 한다. 본 실험에서는 야광안료의 강도가 강하고 형광안료의 강도가 회전수에 민감하게 반응할 것을 고려하여 60m/s로 설정하여 회전시켰다. 처리시간은 처리의 균일성 및 정도에 영향을 주기 때문에 4분으로 처리하였다.

사입량은 모터와 stator와의 gap에 의한 입자의 상호작용도 큰 기여를 하기 때문에, 사입량이 극단적으로 적은 경우와, 반대로 많은 경우는 균일성이 하락하는 것을 고려하

여 최대사입량(60g)의 2/3정도 수준으로 투입하여 개질하였다.

야광안료에 형광안료를 표면개질시킨 뒤 개질분체의 휘도를 측정하기 위하여 50mm×50mm×10mm의 Crystal Box에 시료를 채운 후 20시간 이상 광을 차단하여 보관후 25W의 등으로 20cm의 거리에서 15분간 빛을 투사한 후 빛을 차단한 후의 시간경과에 따른 휘도를 TOPCON BM-7 렌즈의 시도 2° 로 측정하였다. 또한 개질처리상태를 확인하기 위하여 2분동안 초음파 처리시켰으며 SEM사진을 촬영하였다. 최종적으로 개질분체를 도공액으로 만들어 원지 위에 도공하였다. 도공 처리한 특수지의 각종 물성을 측정하여 산업적으로 적용가능한지를 확인하였다. 도공 원지로는 평량 75g/m<sup>2</sup>의 S/B계 음이온성 라텍스(금호석유화학 KSL 207)를 사용했고 수용성 바인더로는 CMC(Carboxyl Methyl Cellulose)를 사용하였다. 도공지 제조는 도공액을 반자동 K- control coater를 이용하여 도공 원지에 편면 도공을 하였으며 도공량은 7~9g/m<sup>2</sup>으로 조절하였다.

공시재료는 Table.1에 자입자와 모입자로 구분하여 정리하였다.

Table. 1. Pigments profile used for surface modification.

	Core particles	Fine particles
Powder	Night-airglow pigments	Fluorescence pigments
Particle size	90% ≥ 20μm	85% ≥ 4μm
Specific gravity	3.5	1.5
Shape of particle	Polyhedral	Spherical
Org./Inorg.	Inorganic	Organic
Color	Thin yellow	Thick pink

(2) Hybridization System의 기본적인 Powder 배합비 이론[4]

모입자 위에 자입자가 한층 개질되는 경우의 배합비

가정 - ※자입자 · 모입자 모두 입자크기가 균일한 경우(입도분포범위 최소)

※자입자 · 모입자 모두 구형이다.

모입자	평균입경 : D(μm)	진비중 : γ D
자입자	평균입자 : d(μm)	진비중 : γ d

정의 - 구 표면적의 직경(D+d)=자입자의 단면적×N개의 입자

① 구 표면적의 직경(D+d)

$$S_{D+d} = 4\pi r^2 = \pi (D+d)^2 \quad (r \text{은 반경})$$

② 자입자의 단면적은

$$S_d = \pi r^2 \times \frac{4}{\pi d^2}$$

③ 모입자 위에 자입자가 한층 개질되는 경우 자입자의 개수를 N개라하면

$$S_{D+d} = NS_d$$

$$\therefore N = \frac{S_{D+d}}{S_d} = \pi (D+d)^2 \times \frac{4}{\pi d^2}$$

에 의한 입자비는

$$\text{입자비 ; 모입자 : 자입자} = 1 : \frac{4(D+d)^2}{d^2}$$

부피비를 계산할 때는 입자직경의 3승에 입자비를 곱한다.

(구의 부피를 곱할 때와 같다.)

$$\begin{aligned} \text{부피비 ; 모입자 : 자입자} &= 1 \times D^3 : \frac{4(D+d)^2}{d^2} \times d^3 \\ &= D^3 : 4(D+d)^2 d \end{aligned}$$

질량비를 계산할 때는 진비중에 부피비를 곱한다.

$$\begin{aligned} \text{질량비 ; 모입자 : 자입자} &= D^3 \gamma_D : 4 (D+d)^2 d \gamma_d \\ &= 100 : \frac{400 (D+d)^2}{D^3} \cdot \frac{\gamma_d}{\gamma_D} \end{aligned}$$

### 결과 및 고찰

모입자인 야광안료와 자입자인 형광안료를 배합비 이론식을 바탕으로 5:1로 배합하여 표면개질하였다. Fig. 1의 SEM 사진은 각이 많은 야광안료(a)와 완전한 구형인 형광안료(b)를 보여주고 있다. Fig. 2와 Fig.4는 야광안료와 형광안료를 모입자와 자입자로 선택하여 표면개질된 사진이다. Fig. 2의 (c), (d) 사진들을 통해 자입자의 일부가 모입자에 용융되어 개질된 현상을 확인할 수 있었다. 이는 모입자와 자입자가 강한 회전기

Fig. 2. SEM photograph of composites powder(c). Magnified SEM photograph(d) of (c).

류 중 서로 충돌할 때 발생하는 열로 자입자가 용융되어 개질된 것으로 사료된다. 더욱이 1차 개질된 분체 위로 남은 자입자들이 다시 개질되는 현상을 보여주고 있는데 이는 실제 모입자인 야광안료의 Polyhedral 형상이 배합비 이론식에서 가정하였던 구형의 입자형상과의 차이로 발생된 배합비 오차로 사료된다. Fig. 3은 모입자와 자입자를 개질시키기 전의 혼합상태에서 찍은 사진이다. 자입자들이 반데르발스 힘, 분자간 인력, 정전기력 등에 의해 모입자 주변과 자입자끼리 불안정하게 응집(ordered mixture or interactive mixture)되어 있는 것을 관찰할 수 있었다[5]. Fig. 4는 모입자 크기가 작아도 표면개질이 잘 이루어진다는 것을 볼 수 있었다. 이는 입도분포상 표면개질이 어려울 것으로 예상되었던 작은 입자들도 표면개질이 잘 되어 표면개질의 효율성을 높일 수 있을 것으로 생각된다.

표면개질된 분체의 휘도를 측정하여 일반 야광안료와의 휘도를 비교 분석하였다. 개질 분체의 휘도는 야광안료와 비교해볼 때 그 수치가 하강하였으나 이는 야광안료의 표면에 핑크색의 형광안료가 개질되면서 발생한 색상 변이 때문에 발생한 것으로 사료된다. 하지만 야광 핑크색으로 바뀌어도 휘도는 우수하게 나타났으므로 기능성 특수지를 제조하는 데는 큰 영향이 없는 것으로 생각된다. 개질분체를 도공한 특수지는 각종 종이 물성 테스트를 통해 우수한 기능성 특징들이 확인되었으며 아울러 이 결과들을 토대로 산업적 응용가능성에 대하여 앞으로 보다 자세히 언급할 예정이다.

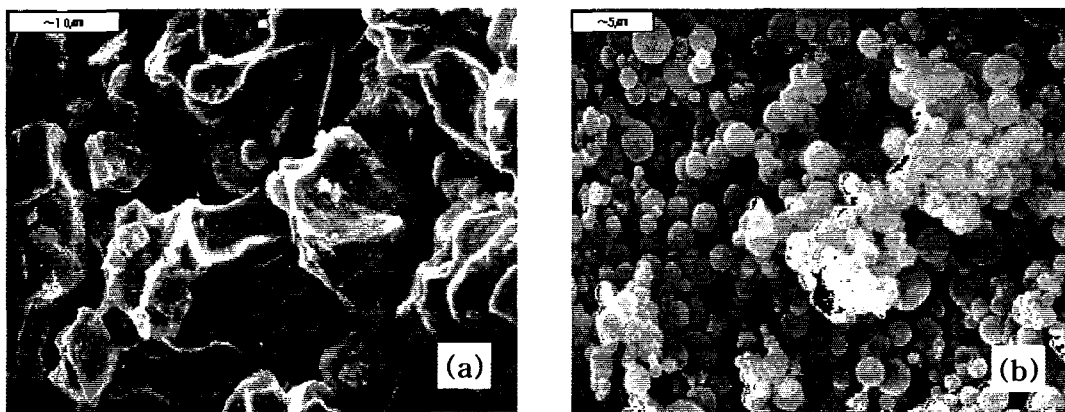


Fig. 1. SEM photographs of night-airglow pigments(a) and fluorescence pigments(b).

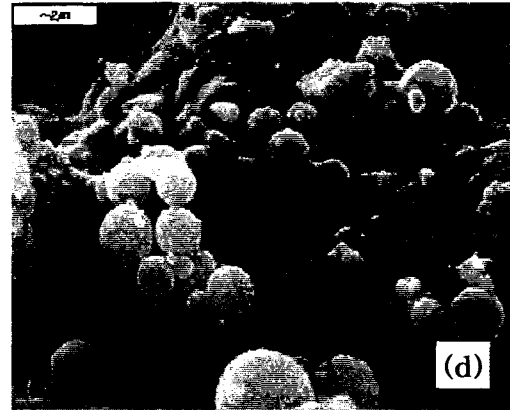
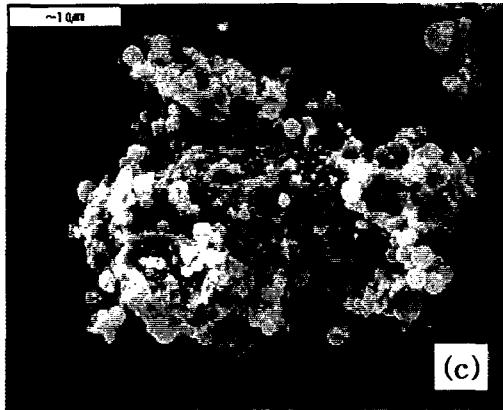


Fig. 2. SEM photograph of composites powder(c). Magnified SEM photograph(d) of (c).



Fig. 3. Ordered mixture on OM dizer.



Fig. 4. SEM photographs of composites powder(In case core particles are more smaller than the standard).

### 참고문헌

1. T. Ishizaka, H. honda, and M. Koishi. : J. Pharm. Pharmacol. 1993.
2. Cho, J. H., Min, D. J.: Theories and Applications of Chem. Eng., 6(2) 2000
3. Cho, J. H., Min, D. J., Lee, J. M. and Hmabda, K.:Theories and Applications of Chem. Eng., 19(2) 2000
4. Cho, J. H., Min, D. J., Ushijima, Y. and Yoo, T. I.: Workshop Series of Chem. Eng. 2001-01
5. H. Egermann.: powder Technol., vol.36 1983