

제지용 무기안료의 표면개질 및 물성특성

조준형 · 민동진*

강원대학교 제지공학과

1. 서론

현재 신소재 개발의 흐름 속에서 복합 초 미립자의 제조와 이용에 많은 관심이 모여 있다. 이는 입자경을 작게함으로써 분말의 물리적·화학적 기능을 높여주며, 2종 이상의 미립자를 복합처리(표면개질)하여 다양한 기능성 복합 미립자로 설계·창출함으로써 고부가가치화를 가져올 수 있기 때문이다. 이러한 초미분체 분야의 개발과 발전에 부응하여 다양한 분체 처리기술과 기기들이 출현되고 있다. 특히 Hybridization system과 분체물성측정기는 제지용 분체 뿐만 아니라 화장품, 제약, 음식, 복사, 토너, 페인트, 안료, 세라믹, 시멘트, 잉크, 분산제 등 여기에 사용되는 분체까지도 표면 개질하여 기존 입자의 성질을 개선, 향상시킬 수 있으며 그 복합분체가 갖는 여러 가지의 물성 특성을 짧은 시간내에 측정 할 수 있어 최근 주목을 받고 있다.

본 실험에서는 제지회사에 공급되는 제지용 무기안료인 클레이와 이산화티탄의 특성과 성질을 조사하여 표면개질 시킨 후, 분체 물성 측정기를 통해 안식각, 분산도, 응집도, 붕괴각, bulk 밀도, Tapping 밀도 등 Carr 지수(유동성지수와 분류성지수)의 구성자료가 되는 항목들을 측정한다. 표면개질시킨 복합분체의 유동성과 중력에 의한 유출의 난이도를 평가하는 분류성 지수를 계산하고 그 물성의 특성변화를 조사하여 산업적 응용시 제품에 대한 부가가치를 높이며 비용절감효과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

2. 실험장치 및 방법

1) 분체 시료(Table 1)의 표면 개질

자입자(fine powder)와 모입자(core powder)를 적당한 배합비로 혼합하여 분체의 대전 현상을 이용해서 주로 정전기력에 의해 모입자 주위에 자입자를 부착시킨 ordered mixture 를 형성시킨다. 그 다음은 Hybridization system을 이용하여 고정화처리(composite)를 하여 개질입자를 만들었다. 이와 같은 처리는 ordered mixture에 비해 더한층 진보한 개질 방법으로 단순히 입자가 고정화될 뿐만 아니라 발색성, 젖음성, 유동성 등에 새로운 입자특성이 얻어진다.

Hybridization system은 O.M.dizer와 Hybridizer로 나뉜다. O.M.dizer에 투입된 모입자와 자입자는 그 dizer의 혼합 분산작용으로 모입자에 자입자를 묻힌 ordered mixture를 형성한 후 이것을 일정량 계량하여 Hybridizer에 공급한다. Hybridizer는 이를 기상 중에 분산시키면서 입자를 파괴하지 않을 정도의 충격력을 주체로 하는 기계적 열적 에너지를 입자에 부여하여 단시간(1~5min)에 고정화처리 또는 성막 처리를 행하고 그후 포집기에 신속하게 개질 분체를 회수하는 원리이다. 실제적으로 미립자의 개질이 일어나는 부분은 Rotar와 stator와의 gap에 의한 힘에 의한 것이다.

Table 1. 입자제어 및 표면개질에 사용된 시료

입자제어에 사용된 Powder				
Powder		종류	Particle size(%)	진비중(g/m ³)
Clay		2급	90%>2 μ m	2.6
개질에 사용된 Powder				
구분	Powder	종류	Particle size(%)	진비중(g/m ³)
모입자	Clay	2급	90%>2 μ m	2.6
자입자	TiO ₂	Rutile형	90%>0.25 μ m	4.2

2) 개질된 분체시료의 물성측정

Dr.R.L. Carr는 분체의 종합적인 물성 특성을 나타내는 것으로서 몇 개의 물성치에서 분체의 유동성과 분류성에 관한 연구를 행해 각각의 특성에 대해 지수화를 하여 Carr의 지수로서 발표했다. (R.L Carr "Evaluating Flow Properties of Solids" Che.Endg.January 18.965) Carr의 지수는 분체 특성을 종합적으로 판단하고 있는 점에서, 각종 분체 시스템의 설계나 신 개발된 분체의 평가등에 채용되고 있다. 유동성 지수와 분류성 지수는 각각의 측정항목의 측정치에 대하여 개별적으로 지수를 설계, 그것들의 지수의 합계를 Carr지수로서 나타내고 있다.이 실험에서는 시료의 표면개질전의 분체(클레이, 이산화티탄)와 표면개질시킨 분체의 유동성 및 분류성을 측정하였다.

☞유동성 지수: F_w 를 구하기 위한 측정항목은 안식각 θ_f ,

압축도: C_p (느슨한 Bulk 밀도: ρ_a , 밀충전 BULK밀도 ρ_p)

SPATULA 각: θ_s , 균일도 U_f (또는 응집도: C_h)이다.

☞분류성 지수: F_D 를 구하기 위한 측정항목은 유동성 지수 F_w , 붕괴각: θ_f ,

차각 θ_d , 분산도 D_s 이다.

유동성지수는 중력에 의한 유출의 난이도를 평가하는데 사용되는데 반해, 분류성지수는 Flushing 현상의 일어나기 쉬움을 표시하는 것이다. 이것은 유동성 붕괴각, 차각, 분산도의 4가지 항목의 측정을 합산한 것이다.

3) 실험방법

- ① Hybridization system에서 Clay의 입자제어
Untreated clay를 5000, 7000, 9000, 11000, 13000rpm으로 회전수를 변화시켜 보았다. 단 시간은 4분으로 동일하게 처리하였다.
- ② rpm에 따라 입자를 제어한 Clay를 이산화티탄과 95:5의 비율로 혼합
- ③ 혼합분체의 물성을 분체물성측정기로 측정
- ④ Hybridizer에서 분체개질
Untreated clay와 700, 1100rpm으로 입자 크기를 제어한 Clay를 TiO₂와 95:5의 비율로 혼합해 개질 하였다. 개질조건은 3분에 7000rpm으로 하였다.
- ⑤ Hybridizer에서 처리한 분체의 입도측정를 COUNTER LS - 230로 측정
- ⑥ 개질분체의 물성을 분체물성측정기로 측정
- ⑦ 개질분체를 CHROMA METER CT-300으로 분체 자체의 광학적 성질측정

분체물성의 측정항목은 Table. 2와 같다.

Table. 2 Carr 지수

Carr 지수	
유동성 지수	분류성 지수
압축도(느슨한 bulk 밀도, 밀충진 bulk 밀도), spatula각, 안식각, 응집도, 균일도	유동성지수, 붕괴각, 차각, 분산도

3. 결 과

1) 회전속도에 따른 입도

Hybridizer의 rpm이 커짐에 따라 입자크기가 미립화되고 입자형태가 균일화 되었다 (Fig. 1, Fig. 2)

2) 분체의 색도

- ① Untreated Clay의 백색도보다 Hybridizer에서 처리하여 입자경이 작아질수록 백색도가 향상되었다(Fig. 3).
- ② Clay의 TiO₂를 혼합하였을 경우보다 개질했을 때의 백색도가 향상되었다.

2. 혼합과 개질시 분체 물성

① 혼합 경우

Hybridizer처리로 입자가 미립화 될수록 압축도, 안식각, 응집도, 분산도 값이 커져 유동성이 감소하였다. Fig. 4

② 개질 경우

Hybridizer 처리로 입자가 미립화 될수록 불량하던 분체의 유동성이 개선되었다. (Fig. 4)

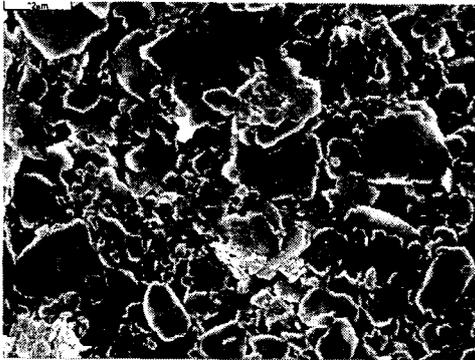


Fig. 1 Untreated Clay의 SEM사진

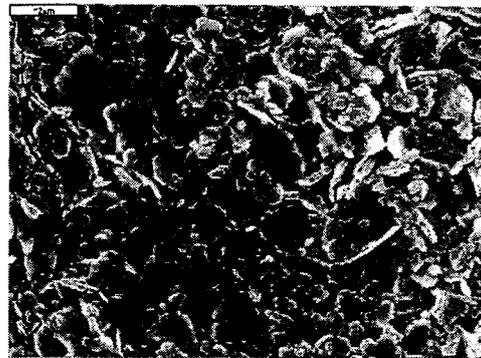


Fig. 2 11000rpm 처리한 Clay의 SEM사진

Fig. 3

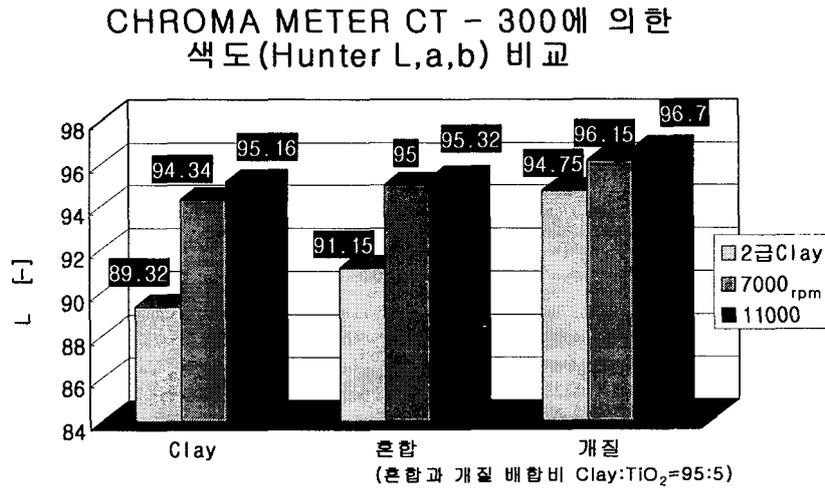


Fig. 4

Clay:TiO₂=95:5 배합시
입자경에 따른 유동성 비교

