

# PS19(MA) 코디어라이트계 세라믹 필터를 이용한 NOx 처리 효율 고찰

## Catalytic reduction ability of NOx on cordierite based ceramic filter

김 영 배 · 신 현 규 · 이 회 수 · 엄 우 식 · 최 덕 균<sup>1)</sup> · 정 경 원<sup>2)</sup>

산업기술 시험원, <sup>1)</sup>한양대학교, <sup>2)</sup>대주정밀화학(주)

### 1. 서 론

유해 가스를 제거하기 위해 활성 물질만으로 이루어진 촉매를 제조하였을 경우, 이는 기계적 강도나 열적 안정성이 나쁜 경우가 많고, 활성 물질이 귀금속이면 값도 비싸다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 지지체를 사용한다. 촉매의 지지체(support)는 넓은 표면적을 이용하여 촉매를 넓게 분산시키고, 촉매만으로는 얻기 어려운 열적, 기계적 안정성 등 물리적 성질을 향상시키기 위해 사용된다. 그러나 지지체 중에는 이러한 “지지” 목적 외에도 촉매반응에 관여하거나 활성점의 촉매 성질에 영향을 주기도 하여 유해가스의 제거 성능을 변화시키기도 한다. 따라서, 촉매를 이용하여 유해 가스를 처리할 목적의 연구에서는 촉매뿐만 아니라 지지체의 성분, 기공율, 기공 분포 등의 영향에 대해서도 고려하여야 한다.

석탄 이용 발전 시스템 및 소각로 등과 같은 고온·고압의 연소분위기를 생성시키는 시스템에서의 유해가스 제거를 위한 필터로는 세라믹이 가장 적절한 재료로 평가되고 있는데, 이는 세라믹 자체가 지닌 열적 안정성과 높은 기계적 강도 때문이라 할 수 있다. 이러한 특성을 갖는 세라믹 재료 중, 코디어라이트계 분말은 열충격 저항성이 뛰어나 honeycomb용 촉매 담체로서 많이 사용되고 있다. 본 연구에서는 코디어라이트계 세라믹 필터를 지지체로 하고, 여기에 CuO, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/TiO<sub>2</sub> 등의 촉매를 coating하였을 때 NOx의 제거 효율에 대하여 연구하였다.

### 2. 연구방법

지지체로 사용하기 위한 코디어라이트계 세라믹 필터를 제조하기 위한 출발원료 물질로는 200mesh 이하의 입도와 2.51g/cm<sup>3</sup>의 밀도를 가지는 코디어라이트 분말을 사용하였으며, 이 분말의 성형을 위한 유기첨가물(organic additives)로는 결합제(binder), 가소제(plasticizer) 그리고 윤활이형제(Lubricant)를 사용하였다. 물은 성형에 적합한 가소성을 가지게 하기 위하여 고형분 대비 30wt%로 유지하였다. 출발원료, 유기 첨가물, 그리고 물을 충분히 혼합한 후에  $\phi$ 25의 디스크형 몰드를 사용하여 200 kgf/cm<sup>2</sup>의 압력으로 2축 가압 성형을 하여 시편을 제조하였다. 이를 상온에서 48시간 동안 aging을 행하고, 100℃에서 24시간동안 건조를 시킨 후, 최종적으로 muffle furnace를 이용하여 1200~1350℃의 온도범위에서 소결을 하여 디스크형의 세라믹 지지체를 제조하였다. 제조된 시편의 기공률은 아르키메데스 원리를 이용하여 겉보기 기공률을 측정하였으며, 기계적 강도는 UTM을 이용하여 세라믹에서 중요시되는 압축강도를 측정하여 각 조건에 따른 특성을 비교 분석하였다. 세라믹 필터의 적용에 있어서 중요한 성질의 하나인 공기투과율은 ASTM E128-61에 의거해 측정되었다. 세라믹 지지체에 가스 제거 성능을 부여하기 위한 촉매로는 CuO, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/TiO<sub>2</sub> 등을 선택하여 여러 가지 농도로 코팅을 하였으며, 이들 촉매에 의한 세라믹 지지체의 특성 변화 및 NOx 제거 성능 등을 평가하였다.

### 3. 결과 및 고찰

먼저 출발원료에 첨가된 유기 첨가제의 양에 따른 겉보기 기공률과 기계적 강도의 변화에 대한 결과 조사하였다. 결합제와 가소제의 양을 각각 달리 하여 동일한 온도에서 소결을 한 후 특성을 분석한 결과, 결합제 5wt%와 가소제 2wt%를 첨가한 시편이 가장 최적의 특성을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 최적의 소결 온도를 결정하기 위해, 최적의 강도와 기공율을 나타내는 유기 첨가물의 조성으로 여러 온도에서 소결을 한 결과 1250℃에서 소결한 시편이 1.9MPa의 강도와 49.5%의 겉보기 기공률을 나타내어 가장 좋은 특성을 나타내는 것으로 확인되었으며, 이렇게 제조된 세라믹 담체는 ASTM에 명시된 방법에 의해 공기 투과율 시험을 거쳐, 세라믹 필터로 사용되기에 충분한 투과율을 갖는 것을 확인하였다.

이렇게 제조된 디스크형 세라믹 지지체에 CuO를 코팅한 후의 미세구조 사진을 Fig. 1에 나타내었다. 이를 통

하여 시편의 내부에는 CuO가 균일하게 코팅되었음을 알 수 있었고, 또한 기공의 크기가 감소하였음을 확인 할 수 있었다. 이에 따른 기공율의 변화가 클 경우, 세라믹 지지체의 통기성 저하에 따른 전반적인 성능에 큰 영향을 줄 수 있으므로 재차 기공율을 측정한 하였다. 그 결과 기공율이 49.5%에서 약 3%가 감소한 46.5% 정도로 나타났고, 이 수치는 유해가스 제거용용 세라믹 필터로의 응용에 가능한 수치이다.

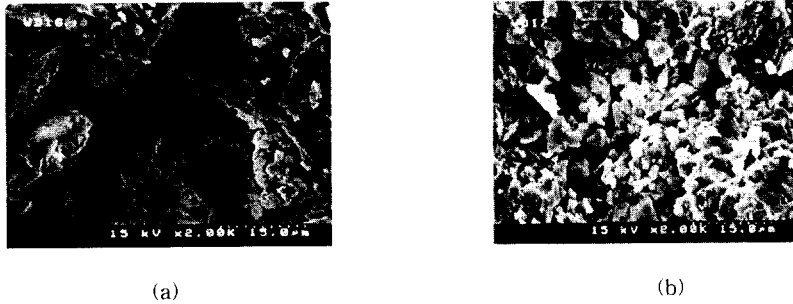


Fig. 1. SEM images of ceramic supports. (a) uncoated support, (b) coated support in 20wt% CuO solution

이렇게 제조된 세라믹 지지체의 NOx 제거 성능을 측정하는 실험을 행하였다. Fig. 2는 그 장치의 개략도 이다.

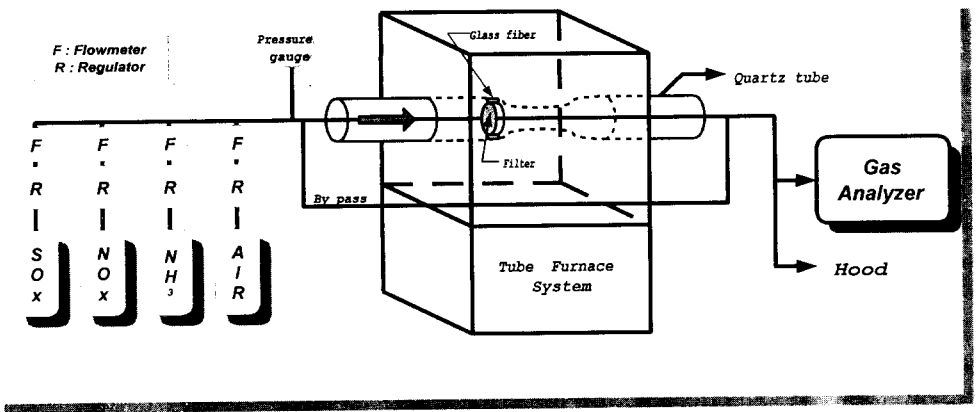


Fig. 2. Schematic diagram of testing system.

NOx 만을 흘려준 경우, NOx와 NH3를 동시에 흘려주는 경우 등의 실험을 여러 온도에서 행하였다.