

3C3) 분말촉매를 이용한 백필터 내에서의 질소산화물 제거특성

Characteristics in NO Reduction by Powder Catalysts Injected on the Bag Filter System

김병환 · 김정현 · 박영옥¹⁾ · 이건왕¹⁾

(주)대우건설기술연구원, ¹⁾한국에너지기술연구원

1. 서 론

우리나라 대기중 질소산화물(NOx)은 정부의 많은 오염저감 노력에도 불구하고 오히려 증가하고 있으며, 특히 인구가 밀집되어 있는 수도권 대기질 관리의 핵심 오염물질로 점차 규제가 강화되고 있는 실정이다. NOx 고정 배출원으로는 소각시설, 발전설비, 시멘트공장등을 들 수 있다. 이중 소각로에서 배가스 처리된 농도는 약 80~230ppm 정도이고, 국내탄을 사용하는 발전소는 88~196ppm, 수입석탄의 경우에는 292~320ppm 그리고 시멘트공장에서는 500~600ppm 정도로 배출되고 있다.

통상적으로 사용되는 배연탈질공정으로는 SCR(Selective Catalytic Reduction)과 SNCR(Selective Non-Catalytic Reduction)공정을 들 수 있다. SCR 공정의 경우 제거효율은 90% 이상으로 높으나, 고온(250~350℃)에서 운영되어 가스 가열비가 높으며 수입에 의존하고 있고, 설치비 및 운영비가 높은 단점이 있다. 반면 SNCR 공정은 제거효율이 50~60%로 낮으나 초기투자비 및 운영비가 낮아 경제적인 공정으로 볼 수 있다. 현재 경제성을 고려하여 SNCR 공정을 사용중인 시설들은 오는 2012년 NOx 배출규제가 강화됨에 따라 점차 탈질관련 추가공정 설치가 불가피 해 보인다.

따라서 본 연구는 경제성이 높으며 탈질효율이 높은 고정배출원 배연탈질 방식을 고안하기 위하여, 상대적으로 저온(160℃)에서도 촉매효율을 달성 할 수 있는 Mn계 분말형 촉매를 필터표면에 분사하는 방식의 적용성을 검토하였다. Pilot Scale 규모로 실제 가동조건으로 수행된 본 연구를 통하여 분말형 촉매의 백필터 표면에서의 탈질은 기존의 수입일변도의 SCR공정을 대체할 수 있을 뿐 아니라 초기설치비와 운영비를 현저히 줄인 경제적인 탈질기술로 보급 가능할 것으로 판단된다.

2. 연구 방법

분말촉매의 필터탈질 연구용 실험장치는 그림 1에서와 같이 일반적인 산업현장에서 사용중인 필터백 시스템으로 6개의 백필터가 장착되었다. 실험 장치는 탈진용 압축공기 제조, 여과, 정제 부분, 탈진용 압축공기 저장, 분사량 조절, 분사부분, 고온가스 발생용 보일러 부분, 실험용 먼지 공급 분산부분, NO 가

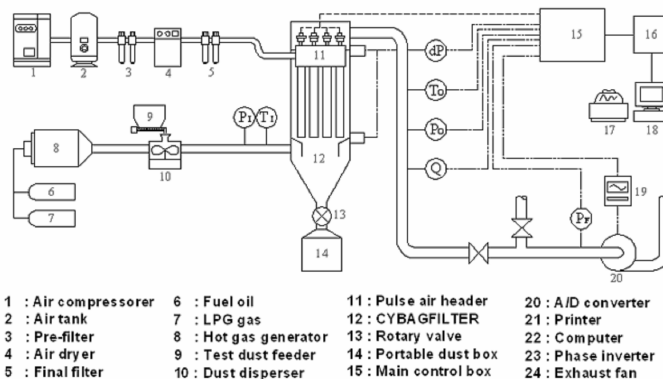


Fig. 1. Schematic diagram of pilot plant.

스 및 NH₃ 공급 및 분사 부분, 실험장치 본체 부분, 청정가스 흡인 및 유량 조절부분, 탈진먼지 배출 및 저장 부분, 계장 및 운전조건 제어 및 기록부분으로 구성되어 있다. 경유 보일러 배출고온가스 중에 함유된 NO_x의 농도를 250ppm까지 상승시키기 위해 실험장치 본체 유입구 부분에 NO gas를 별도로 공급하도록 설계하였다. Pilot scale 촉매여과 실험장치의 상세제원을 표 1에 요약하였다.

Table 1. Experimental conditions and specifications.

Conditions	Value
Flow rate, temperature	4800 CMH, 150~300℃
Filter specification	φ 162mm, L 2,000mm, 6ea
	Pleated High : 25mm, Pleated Number : 36ea
Reactor	W 1,300mm, H 6165mm
Pulse type	Air jet
Test catalysts	V ₂ O ₅ /TiO ₂ , MnO ₂
NH ₃ /NO ratio	0.8,1.0,1.2,1.4
Inlet catalyst	5g/m ³
A/C ratio	0.8, 1.0, 1.2m/min
Filtration area	21.6m ² ,
Flow rate	21.6m ³ /min, 25.92m ³ /min
Filter cleaning pressure	5.0kgf/cm ²

3. 결과 및 고찰

본체 촉매가 필터 표면에 부착특성을 조사하기 위하여 Pilot Plant 온도를 평균 152℃로 가동하고, 촉매주입 속도를 6.48kg/hr(108g/min)로 유지하며 여과속도를 0.8, 1.0, 1.2m/min로 변화시켰을 경우에 차압 변화를 그림 2에 나타내었다. 여과속도가 증가할수록 필터차압이 증가하는데 이는 본체촉매가 필터 표면 부착특성으로, 적정 본체촉매의 loading을 위한 여과속도는 1.2m/min로 설정 하였다. 촉매 loading이 종결된 후 여과속도를 감소시킨면 내부 차압은 감소하나 이는 부착촉매의 탈진과는 상관없이 없음을 확인하였다.

본체촉매 필터 부착량별 연속탈진 반응을 살펴보기 위하여 108g/min 속도로 주입하고, 암모니아와 NO를 초기농도 230ppm로 반응시킨 결과 그림 3과 같이 나타났다. 총 10.75kg(220min)의 촉매를 주입한 후의 NO의 최종 제거율이 43.97%를 나타내었으며 촉매의 지속적인 주입에 따라 제거효율 또한 지속적으로 증가함을 알 수가 있었다. 필터에 부착 촉매의 양은 제한적이므로 지속적인 증가 후에는 일정 효율을 유지할 것으로 판단된다.

촉매 종류별 제거 효율을 살펴보기 위하여 V₂O₅/TiO₂계와 MnO_x계에 대하여 NO의 제거효율을 비교하였다(그림 4). 촉매의 주입량이 증가함에 따라 각 촉매의 NO 제거율은 증가함을 나타냈으나, MnO_x의 촉매의 경우에는 64.39%의

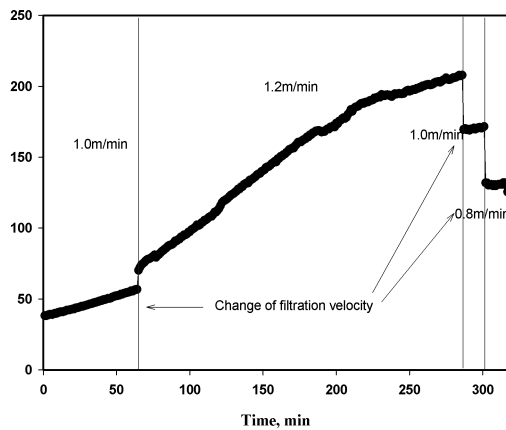


Fig. 2. Profile of pressure drop and filtration velocity on the filter system.

최대제거효율을 나타냄으로서 TiO_2 계열의 촉매와 비교하여 20%정도 우수한 제거효율을 나타내었다. 이는 저온상태인 $160^\circ C$ 에서 $MnOx$ 계 촉매가 더 적합한 촉매임을 알 수 있었다.

분말촉매를 이용한 필터시스템에서 탈질 효율은 현재로는 60% 정도로 기존 SCR에 비하여 낮은 제거효율이지만, 덕트상 이송과정 접촉반응을 보완 할 경우 기존 탈질공정을 대체 활용 가능성이 충분하 있는 것으로 평가되었다.

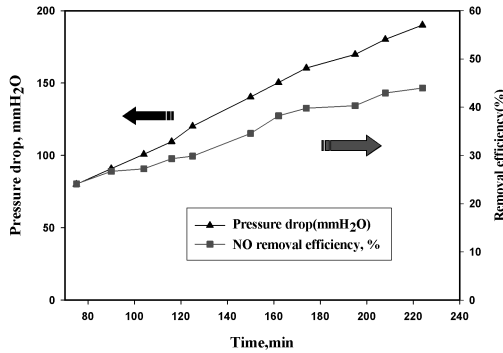


Fig. 3. Change of pressure drop and removal efficiency of NOx as loading of injected catalysts ($NO_i=230ppm$, loading velocity of catalyst= $108g/min$, $NSR=1.2$).

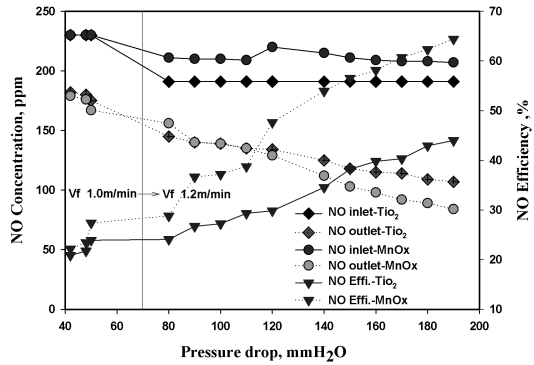


Fig. 4. Profile of concentration and removal efficiency in NO reduction as loading of injected catalysts ($NO_i=230ppm$, loading velocity of catalyst= $108g/min$, $NSR=1.2$ $V_f=1.0-1.2m/min$).

사 사

본 연구는 2008년도 환경부 차세대 핵심연구과제 지원으로 연구되었고, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Garcia-Garcia, A. et al. (1997) Fuel, 76(6), 499-505.
 Illan-Gomez, M.J. et al. (2000) Applied catalysis B : Environmental, 25, 11-18.
 Kim, J.H. and B.H. Kim (2006) Korean Solid Waste Engineering Society, 23(1), 45-51.
 Lee, Y.W., Ph-D Dissertation, Yonsei University (2002).