

PE5) 백필터/분말촉매(V_2O_5/TiO_2)를 이용한 소각 배출가스의 탈질 공정

Bag Filter/Powder Catalyst De-NOx System for MSW Flue Gas Treatment

김병환 · 김정현 · 강필선 · 유승관
 대우건설 기술연구원

1. 서 론

발전소, 소각로에서 배출되는 질소산화물(NOx) 제거를 위하여 대용량 시설에서 가장 많이 사용되는 공정으로 선택적 촉매환원반응(SCR, Selective Catalytic Reduction)을 들 수 있다. 지금까지 개발된 SCR용 촉매는 주로 V_2O_5/TiO_2 계열로, 250~300℃에서 가동되며, 하니콤포형으로 성형된 촉매를 주로 사용하고 있다. 그러나 하니콤포형 고온 촉매의 경우 재가열에 따른 운영비와 촉매를 하니콤포형으로 성형하기 위한 제조비가 높아 경제적으로 불리하다. 이를 개선하기 위하여 본 연구에서는 기존 SCR 공정을 보완하여 백필터/분말촉매를 이용한 배연탈질 공정을 개발 하였다. 본 개발공정은 백필터 운영 온도인 170℃ 정도에서 비가열 공정으로, 300mesh 이하의 분말형 촉매(V_2O_5/TiO_2)를 백필터에 분사하는 방식이며, 필터 표면에 형성된 촉매층에서 환원제인 암모니아(NH_3)와 반응하여 소각로의 연소 배출가스에 함유되어 있는 질소산화물(NOx)을 제거하는 방식이다. 본 연구에서는 상기 백필터/분말촉매 공정의 탈질 효율뿐 아니라 분진, 다이옥신, 중금속 등의 대기오염물질의 동시제거 특성을 조사하였다.

2. 연구 방법

본 연구의 적용시설은 그림 1에서와 같이 일일 50톤의 사업장폐기물 소각시설이며, 처리가스의 양은 38,000Nm³/h 규모이고, 이중의 백필터로 구성되어있다. 1차 백필터에서는 비산재나 SDA 반응 생성물 등이 분말촉매와 혼합되는 것을 방지하기 위하여 비산재, 분진 등이 1차적으로 먼저 제거되고, 환원제인 암모니아와 분말촉매는 2차 백필터 입구에 주입되어진다. 질소산화물 제거를 위한 촉매반응은 2차 백필터에서 일어나도록 구성 되었으며, 이 공정에서 사용된 분말촉매는 재사용을 위하여 2차 백필터 입구로 이송되는 연속 순환구조로 설계되어졌다. 평균적인 처리가스 유량은 18,098Nm³/h, 산소농도 10.7%, 2차 백필터의 입구온도 169℃, 출구온도는 141℃이다.

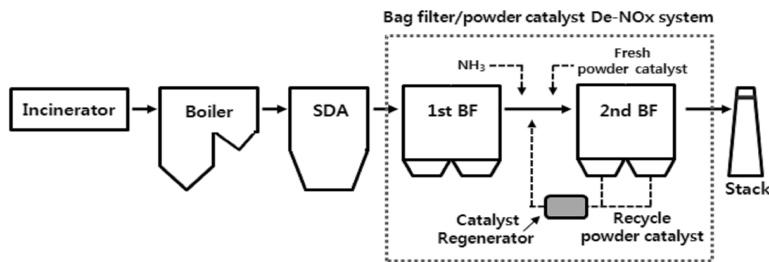


Fig. 1. Schematic of bag filter/powder catalyst De-NOx system.

3. 결과 및 고찰

2차 백필터 공정 입구, 출구에서 먼지농도를 그림2에 나타내었다. 유입되는 가스의 분진의 농도범위는 2,221~2,352(평균 2,286.9)mg/Nm³이었으며 처리 후의 가스 농도범위는 1.5~1.8(평균 1.67)mg/Nm³으로 나타났고, 제거효율은 평균 99.9%을 보여 주었다. 2차 백필터에서 다이옥신 제거특성을 그림 3에 나타내었다. 사업장 폐기물 소각로에서 측정된 유입되는 가스내의 다이옥신은 0.783~1.788(평균 1.286)ng-TEQ

/Nm³로 나타내었으며, 본 설비를 거친 후의 배가스 농도는 0.013~0.019(평균 0.016) ng-TEQ/Nm³로 본 평가 시설에 의한 다이옥신 제거율은 97.6~99.3(평균 98.8)%로 나타났다. 소각 배출가스의 중금속 제거 특성을 그림 4에 나타내었다. Cr, Cu, Cd, Zn, Ni, As의 중금속은 그림 4에서와 같이 농도가 0.064~12.62mg/Nm³로 유입되어서 분말촉매 순환형 백필터 공정을 거친 후에는 0.002~0.04mg/Nm³까지 제거되어 나타났다. Cd, Zn, As는 ND되는 경우도 나타남을 알 수가 있었으며 제거 효율은 각각 87.20, 95.40, 98.72, 99.98, 96.19, 94.37%로 나타났다.

본 공정의 주요 목적인 질소산화물 제거특성을 그림 5에 나타내었다. 질소산화물은 그림 5에서와 같이 평균 농도가 73.0~134.6ppm로 유입되어서 본 백필터 공정을 거친 후에는 14.0~48.4ppm까지 제거되어 나타났다. 각각의 실험시 제거효율의 범위는 48.4~80.8 %까지 나타내었으며 전체 횟수의 평균 제거효율은 64.9%의 제거효율을 나타내었다. 또한, 표 1에는 질소산화물 제거에 있어 암모니아 주입 비율을 나타내고 있는데, 질소산화물의 제거효율이 이러한 암모니아의 주입량에 따라 변하며, 적절한 암모니아의 주입 당량비는 질소산화물 농도대비 1.2~1.5인 것으로 파악되었다.

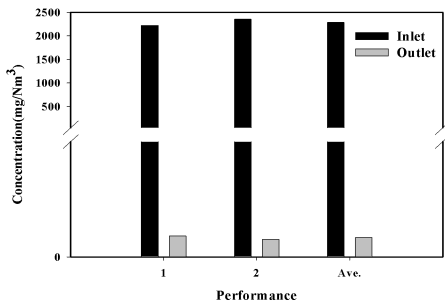


Fig. 2. Dust concentrations at the inlet and outlet of the second bag filter.

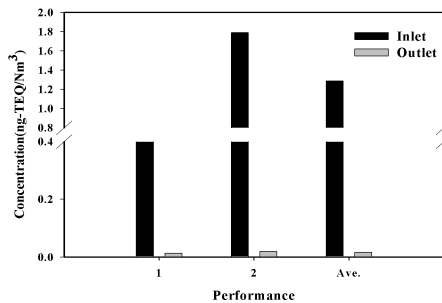


Fig. 3. Dioxin concentrations at the inlet and outlet of the second bag filter.

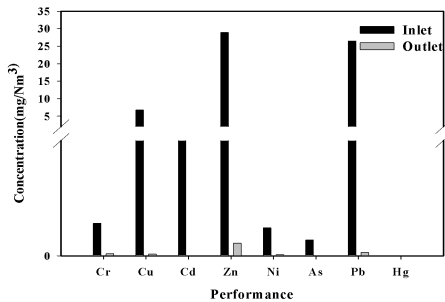


Fig. 4. Average concentrations of heavy metals at the inlet and outlet of the second bag filter.

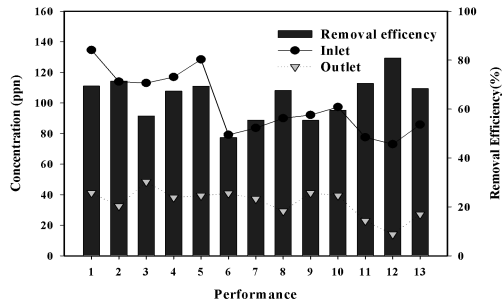


Fig. 5. Average concentrations and removal efficiency of NOx in the bag filter system.

Table 1. NOx removal efficiency and NH₃/NO ratio.

측정횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	평균
NH ₃ /NO ratio	1.0 ~1.2	1.2 ~1.5	0.8 ~1.0	1.0 ~1.2	1.0 ~1.2	0.6 ~0.8	0.8 ~1.0	1.0 ~1.2	0.8 ~1.0	1.0	1.2 ~1.5	2.0	1.2	-
제거효율(%)	69.5	71.5	57.2	67.4	69.4	48.4	55.5	67.6	55.4	59.5	70.5	80.8	68.4	64.9

사 사

본 연구는 2008년도 환경부 차세대 핵심환경개발사업의 연구과제(012-071-052) 지원으로 연구되었고, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 김병환, 김정현 (2008) 흡착/촉매제에 의한 NOx 및 다이옥신 동시제거, 한국폐기물학회지, 25, 638-689.
Jiang, B., Y. Liu, and Z. Wu (2009) Low-temperature selective catalytic reduction of NO on MnOx/TiO₂ prepared by different methods, Journal of Hazardous Materials, 162, 1249-1254.