

PA34) 충전제 및 운전 조건에 따른 습식 스크러버의 암모니아 가스 제거 성능 특성

Characterization of Ammonia Gas Removal Performance of Wet Scrubber in relation with its Packing and Operation Condition

한방우 · 김학준 · 김용진 · 한경수¹⁾

한국기계연구원 청정환경기계연구센터, ¹⁾동명캠프렌트

1. 서 론

가스 스크러버는 대기 중으로 배출되는 오염물질을 제거하는 핵심 장치로 반도체, LCD 등의 모든 산업분야에서 필요로 하고 있다. 가스상 물질을 제거하기 위한 대부분의 스크러버는 처리가스의 체류시간이 길고 세정액과의 접촉율이 큰 습식 충전탑(Packing Tower) 형태를 많이 사용하고 있다. 하지만 습식 충전탑 스크러버는 장치의 규모가 크고 내부에 충전물이 막히면서 생기는 여러 문제점 및 교체에 대한 불편 때문에 사용상에 제약이 있다. 본 연구에서는 스크러버 크기를 줄이면서도 동급이 효율을 확보하기 위해 충전제의 종류 및 유속, 액기비, pH 등의 운전 조건에 따른 압력손실과 암모니아 가스 제거효율을 측정해 봄으로써 습식 스크러버의 설계 인자를 확보하고자 한다.

2. 연구 방법

그림 1은 본 연구에 사용된 실험 장치의 구성도를 나타내고 있다. 본 시스템은 크게 충전탑 본체, 시험 덕트, 시험가스 공급장치, 세정수 순환장치, 가스 및 압력 분석장치로 구성되어 있다. 충전탑 본체는 유동과 분무액 방향이 수직인 교차류 방식이고, 충전제 크기는 폭 0.4m, 높이 0.4m 및 길이 0.47m이다. 암모니아 가스는 30℃의 항온조 내에 버블러를 설치하고 유량 0.1~10 l/m³ 범위의 압축공기를 정량으로 주입하여 발생시켰다. pH 농도는 NaOH 용액을 일정한 속도로 주입하여 3~5의 범위에서 일정하게 유지하였다. 암모니아 가스 농도의 측정은 FT-IR (ABB, FILA2000-100) 장치를 이용하였다.

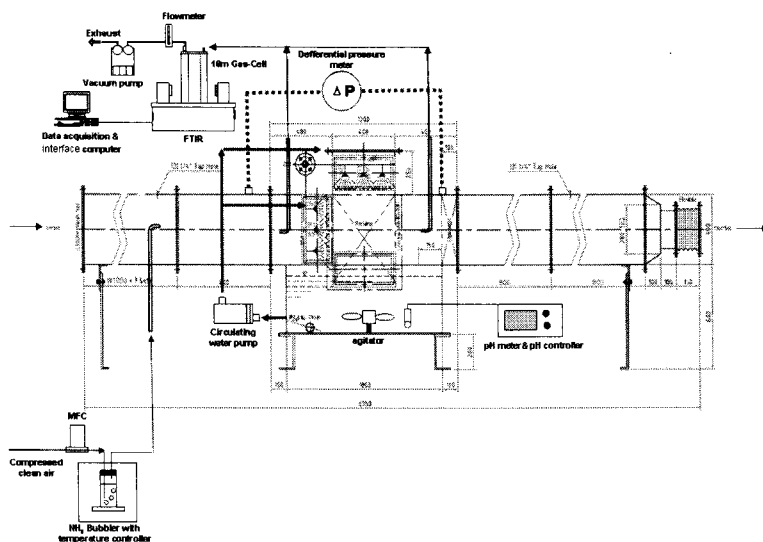


Fig. 1. Experimental setup to measure NH₃ gas removal efficiency and pressure drop.

본 연구에는 P1.0(크기 1.0"), P2.5A, P2.5B(2.5") 및 P3.5(3.5")의 4종류의 충전제가 사용되었다. 여기서 P2.5B는 P2.5A와 크기는 같지만 표면적을 약 1.5배 증가시킨 충전제를 나타내고 있다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 액기비(L/G) 2.0일 때, 4종류 충전제의 유속에 따른 차압 변화를 나타내고 있다. 차압은 유속이 증가할수록 비례하여 증가하는 경향을 나타내었고 패킹 크기가 작을수록 더 큰 차압이 인가되는 것을 확인할 수 있었다. P2.5B는 P2.5A 보다 약 10~20% 차압 저감효과가 있는 것으로 나타났다. 그림 2는 액기비(L/G) 2.0, pH 3.0일 때 4종류 충전제의 유속별 암모니아 가스 제거효율을 나타내고 있다. 암모니아 제거효율은 액기비를 고정시킬 때 패킹 종류에 관계없이 유속이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 또한, 패킹 크기가 작아질수록 암모니아 제거효율이 우수해지는 경향을 나타내었다. 한편, P2.5B는 P2.5A 보다 적은 차압에도 불구하고 암모니아 제거효율은 약 2.4~3.2% 정도 증가 효과가 있었다.

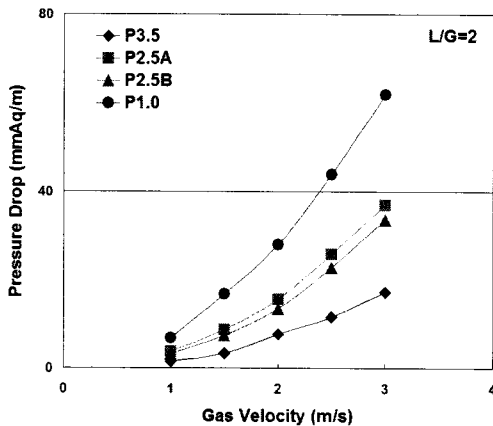


Fig. 2. Pressure drop of different packings with gas velocity.

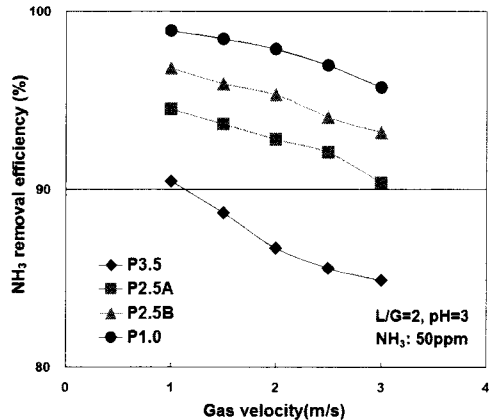


Fig. 3. NH₃ gas removal efficiency of different packings with gas velocity.

암모니아 제거효율은 유속을 2.0m/s로 고정시킬 때 패킹 종류에 관계없이 액기비를 1.5에서 3.0까지 증가할수록 암모니아 제거효율은 비례하여 증가하는 경향을 나타내었다. 한편, 유속 및 액기비를 각각 2.0m/s, 2.0으로 고정시킬 때 패킹 종류에 관계없이 pH를 3에서 5로 증가시킬수록 감소하는 경향을 나타내었다. 충전제의 두께인 0.47m 값과 측정된 암모니아 제거효율을 이용하여 HTU(Height per Transfer Unit)를 구해보면 P3.5가 P1.0보다 HTU 값이 약 1.9배 크게 나타났고, P2.5A는 P2.5B보다 약 1.14~1.24배 HTU 값이 크게 나타났다. 이는 동일한 효율을 얻기 위해 P3.5는 P1.0보다 1.9배, P2.5A는 P2.5B보다 약 1.2배의 충전제 길이가 필요하다는 것을 의미한다. 따라서, 표면적이 크면서 적당한 크기의 충전제를 적용한다면 차압이 적으면서도 부피가 작은 스크리버를 설계할 수 있고, 이를 통해 서론에서 언급한 것과 같은 기존의 스크리버가 갖고 있는 문제점을 다른 추가 장치의 복합 적용을 통해 극복할 수 있을 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- 김병우 역 (1994) 폐가스의 흡수처리, 홍문관.
- 김용진 등 (2006) 정전 응집체 미세입자 제거 스크리버 특성 연구, 환경부 보고서.
- 장철현, 신남철 (1992) 유해가스 처리공학, 동화기술.