

1C3) 개선된 와류믹스 세정집진기의 Fly-ash 집진과 암모니아 가스 제거효율

Fly-ash Collection and Ammonia Gas Removal Efficiency in a Modified Turbulence Wet Scrubber (MTWS)

변승혁 · 이병규 · 이치현 · 임경수¹⁾

울산대학교 건설환경공학부, ¹⁾한국에너지기술연구원

1. 서 론

세정집진장치는 다량의 액적 및 액막을 형성시켜 처리가스와의 접촉을 유도하여 오염물질을 제거하는 집진장치로서 먼지와 가스상 오염물질을 동시에 제거할 수 있다는 점에서 다른 집진장치보다 폭넓게 사용되고 있다. 그러나 이미 상용되고 있는 세정집진기들은 분사노즐과 충전층의 폐쇄 위험성이 있어 정기적인 유지관리가 필요하며 미세입자에 대한 낮은 집진효율을 나타내는 단점이 있다(Lee et al., 2009). 세정집진장치의 단점을 극복하기 위하여 유지관리비를 최소화하며 오염물질에 대한 높은 제거효율을 달성하기 위해 와류믹스 세정집진기를 개발하였다(변승혁 등, 2008). 본 연구에서는 기존에 개발된 와류믹스 세정집진기의 효율을 향상시키기 위해 새로이 디자인된 와류믹스 세정집진기(Modified Turbulence Wet Scrubber, MTWS)의 먼지집진효율과 암모니아 가스 제거효율을 측정하였다.

2. 연구 방법

그림 1은 MTWS의 집진효율 및 암모니아 가스의 제거효율을 측정하기 위한 장치도를 보여주고 있다. Polycarbonate로 제작된 MTWS의 전·후단에 Fly-ash의 집진효율을 측정하기 위하여 Aerosol spectrometer(Model No. 1.108, GRIMM Inc.)를 설치하였다. 화력발전소에서 수집된 Fly-ash를 MTWS 내부로 분사하기 위하여 Dust Feeder(Model No. 7.870, GRIMM Inc.)를 사용하였으며, 먼지집진 및 가스상 물질 제거를 위한 세정액으로는 물(수온 평균 15°C)을 사용하였다. MTWS의 전·후단의 암모니아 가스 농도를 측정하기 위하여 암모니아 검지관(Gastec No. 3L, GASTEC Co.)을 사용하였다. 실험을 진행하면서 MTWS에서 완전히 제거되지 못한 먼지와 암모니아 가스가 대기로 배출되지 않도록 하기 위하여, 집진기 후단에는 활성탄(Granular activated carbon, ECOPRO Inc.)으로 채워진 흡착탑이 설치되었다. 본 연구에서는 MTWS의 집진 및 가스제거효율을 측정하기 위한 변수로 분진의 유입농도와 세정액의 수위변화, 유량을 변화시켰으며, 각 실험 조건은 표 1과 같다.

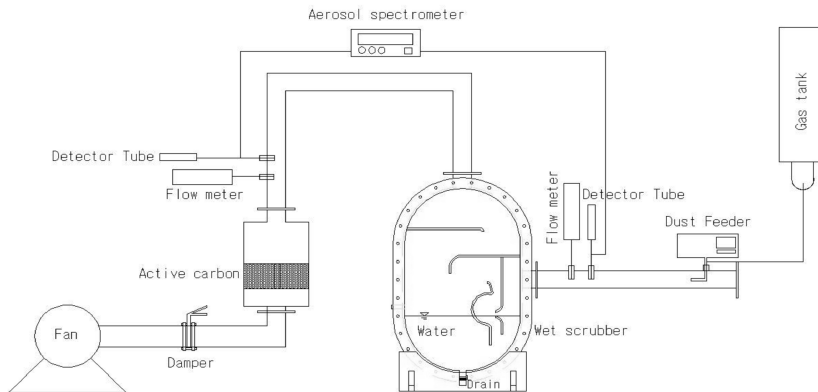


Fig. 1. Schematic diagram of experimental setup.

Table 1. Experimental conditions of removal experiment.

| Gas removal | | Particle collection | |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Temperature of water | 15°C | Temperature of water | 15°C |
| pH of water | 7-7.5 | Water level | 56, 58, and 60cm |
| Water level | 56, 58, and 60cm | Flow rate of gas stream | 3.5, 4.5m ³ /min |
| Flow rate of gas stream | 3.5, 4.5m ³ /min | Fly ash feeding rate | 140, 345, 824mg/min |
| Input NH ₃ conc. | Constant | Water level at the nozzle | A-B, B, B-C, C |
| Water level at the nozzle | A-B, B, B-C, C | | |

3. 결과 및 고찰

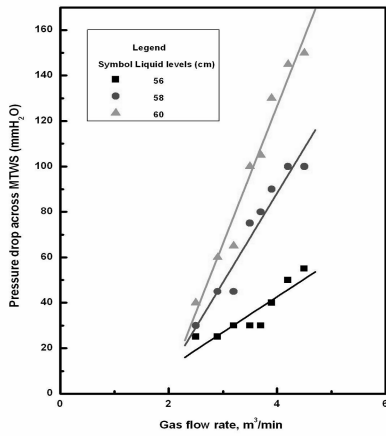


Fig. 2. Effect of gas flow rate on pressure drop.

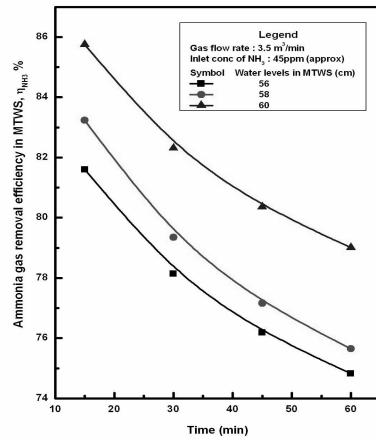


Fig. 3. Effect of water level on ammonia removal efficiency of the MTWS.

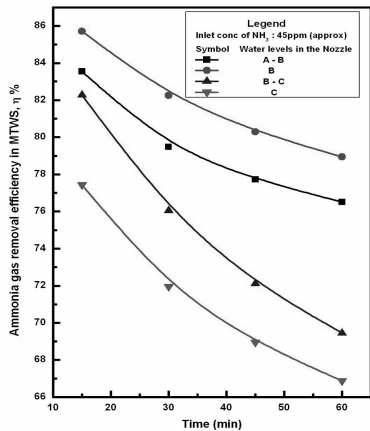


Fig. 4. Effect of water levels in nozzle on the ammonia removal efficiency of the MTWS.

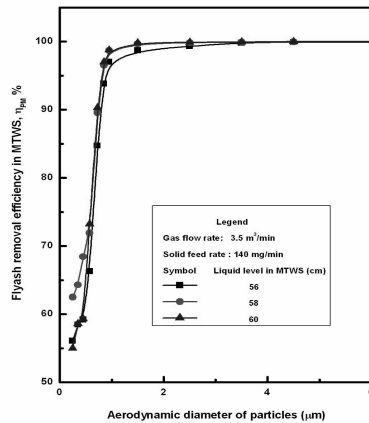


Fig. 5. Effect of water levels on the fly-ash removal efficiency of the MTWS.

그림 2는 MTWS의 유량변화에 대한 수위별 압력손실을 나타내고 있다. MTWS의 압력손실은 유량과 세정액의 수위가 증가할수록 높아지는 것으로 나타났다. 특히 수위가 58cm와 60cm 일 때 유량증가에 따

른 압력손실이 급격히 증가하는 것을 알 수 있었다. 그림 3은 초기 암모니아가스의 농도가 45ppm, 가스유량이 3.5m³/min 일 때 수위변화에 따른 암모니아가스의 제거효율을 보여주고 있다. 수위가 60cm 일 때 가장 높은 암모니아가스의 제거효율을 보였으며, 수위가 증가할수록 제거효율은 향상되는 것으로 나타났다. 이는 수위가 높아짐에 따라 암모니아가스를 흡수할 수 있는 세정액의 용량이 증가함에 기인한 것으로 판단된다. 그림 4는 수위가 60cm 일 때 유량변화에 따른 노즐에서의 수위 위치별 암모니아가스의 제거효율을 나타낸 것이다. 노즐에서의 수위위치가 B 지점일 때가 B 지점보다 수위가 높은 A-B 지점이나 이보다 낮은 B-C, C 지점보다 높은 암모니아가스의 제거효율을 보였다. 이는 노즐에서의 수위위치가 B 지점일 때가 다른 지점일 때보다 충분한 액적과 액막을 형성시키면서 암모니아가스와 효율적인 접촉이 이루어졌기 때문으로 판단된다.

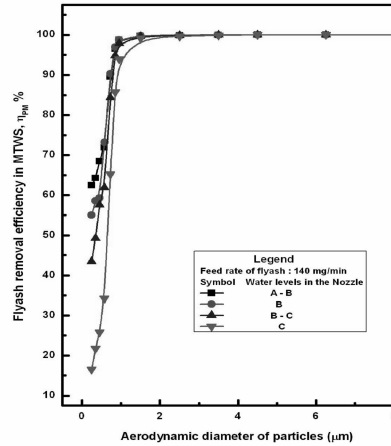
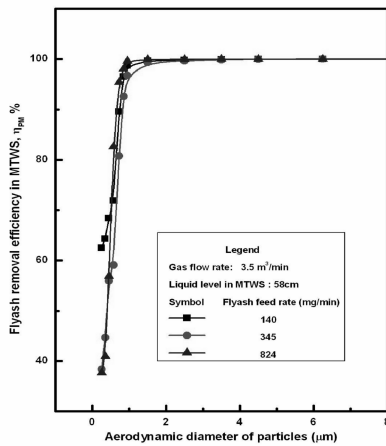


Fig. 6. Effect of feed rate on the fly-ash removal efficiency of the MTWS.

Fig. 7. Effect of water levels in nozzle on the fly-ash removal efficiency of the MTWS.

그림 5는 수위변화에 따른 MTWS의 Fly-ash 집진효율을 나타낸 것으로 수위가 58cm 일 때 가장 높은 집진효율을 나타냈다. 그림 6은 Fly-ash의 유입농도별 Fly-ash의 집진효율을 보여주고 있다. 전체적으로 유입농도가 높을수록 먼지입경 1μm 이하에서 집진효율이 크게 감소하는 것으로 나타났다. 그림 7은 수위가 58cm 일 때 유량변화에 따른 노즐에서의 수위 위치별 Fly-ash의 집진효율을 나타낸 것으로 노즐에서 수위위치가 A-B지점일 때 가장 높은 효율을 나타내었다. 이는 노즐에서의 수위가 증가함으로써 노즐을 지나는 함진가스의 유량이 감소하게 되고 이에 따른 MTWS 내 Fly-ash의 체류시간이 증가함에 기인한 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 변승혁, 이병규, 김광덕, 임경수, 홍은표, 임윤재 (2008) 와류믹스 세정집진기의 개발과 분진제거효율 특성, 한국대기환경학회 2008 추계학술대회 논문집, 211-212.
- B. Raj Mohan et al. (2008) Performance characteristics of the particulates scrubbing in a counter-current spray-column, Sep. Purif. Technol, 61, 96-102.
- B. Raj Mohan et al. (2009) Performance studies of the particulate scrubbing in a novel spray-cum-bubble column scrubber. Chem. Eng. Res. Des., 87, 109-118.
- Lee, B.K. et al. (2009) Development and application of a novel swirl cyclone scrubber(2) Theoretical, Journal of Hazardous Materials, 164, 315-321.