

IN2) 첨가제 활용에 따른 플라즈마 배연탈황탈질 특성 Additive effects on SOx/NOx removal characteristics using plasma

지 평 삼, 엄 희 문, 장 경 룡, 남 창 모, 지 준 화, 한 영 옥¹⁾
 한전전력연구원 환경그룹, ¹⁾(주)이우테크환경연구소

1. 서 론

산업시설 및 대형 발전설비에서 배출되는 아황산가스 및 질소산화물은 대기환경에 직접적으로 악영향을 미칠 뿐만 아니라, 오존의 생성과 고갈, 산성비의 출현등으로 지구 온난화와 같은 기후변화에 크게 기여하는 것으로 보고되고 있다. 기존의 습식 석회/석회석 탈황공정(FGD) 및 선택적 촉매/비촉매 탈질 기술(SCR/SNCR)은 효과적인 상용기술로서 널리 연구개발되어 왔으나, 대단위 시설투자와 고비용, 2차 오염물질의 배출이 단점으로 지적되고 있다(Nam, 1999). 따라서 환경규제 강화와 더불어, 효과적이고 경제적인 탈황탈질 동시처리 개념이 차세대 기술로서 부각되고 있으며, 특히 저온 플라즈마 탈황탈질법에 대한 연구는 세계적으로 활발히 진행되고 있다(Penetrante and Schulthesis, 1993). 국내에서도 선도기술 개발사업의 일환으로 기술적 타당성 조사가 진행되어 고율의 동시처리 능력과 공정의 간편성 등 개발 가능성을 확인하였으며, 실용화 단계의 연구가 수행되고 있다. 본 연구는 파일럿 플랜트 실험설비를 이용하여 이 공정의 중요변수로 확인된 공정운전조건 및 첨가제 주입영향이 탈황탈질에 미치는 특성을 알아보는데 있다.

2. 실험 장치 및 방법

본 연구를 위해 배가스 처리용량 3000 Nm³/hr의 파일럿플랜트가 보령화력발전소 제 3호기에(500MW) 설치되었으며, 개략적인 설비 구성도는 그림 1과 같다. 파일럿플랜트의 주요설비는 전원공급 및 펄스발생 장치, cylinder type 반응기, SOx/NOx 포함한 배가스 분석 및 첨가제 주입장치 등으로 구성되어 있다. 전기집진기를 거쳐서 반응기로 주입되는 배가스는 발전소 부하변동에 따라 300-500ppm SOx, 100-250ppm NOx, 3-4% O₂, 6-8% H₂O 및 약 5mg/Nm³ 먼지농도로 구성되어 있다. 실험방법은 펄스에너지(주파수 0.66-1.3 kHz, 첨두전압 70kV) 주입과 함께, 배가스 인입온도(70-120 °C), 조성 및 첨가제 주입과 같은 여러 가지 반응변수에 따른 탈황탈질 특성실험을 수행하였다.

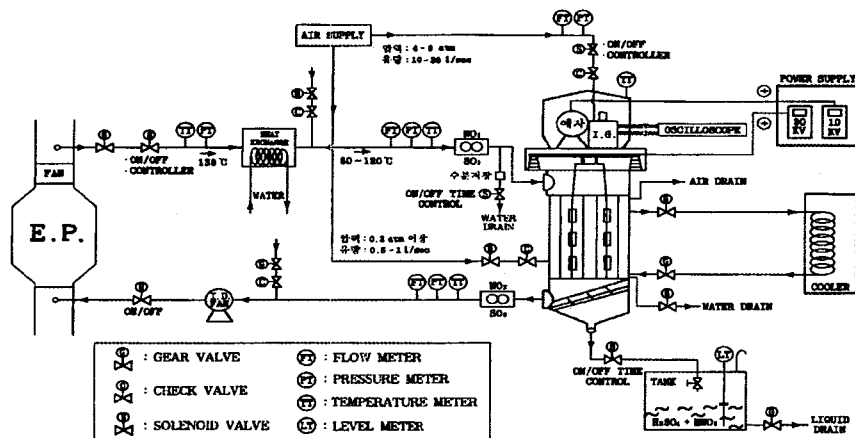


Fig. 1 Schematic diagram of Plasma Pilot Plant

3. 결과 및 고찰

그림 2는 단위체적당 에너지 인가량 3-4 Wh/Nm³(유량, 800Nm³/hr), 일정 암모니아(NH₃/SOx) 주입하에서 배가스 인입온도 및 에틸렌 주입량(C₂H₄/NOx, 몰비)에 따른 탈황탈질 상관관계를 나타내고 있다. 탈질율은 에틸렌 주입농도의 증가에 따라 꾸준히 증가하다가(약 20-60%) 몰비 0.6이상에서 각 온도에서 일정하게 유지되고, 배가스 90°C에서는 약 65%의 최고 탈질율에 이른다. 탈황율은 에틸렌 주입에 관계없이 90% 이상을 유지하므로, 에틸렌보다 암모니아와의 반응이 훨씬 선택적임을 알 수 있다. 그림 3은 배가스 온도 90°C를 유지하면서 에너지 인가량과 에틸렌 주입량에 따른 탈질율의 변화를 보여주고 있다. 에너지 인가량이 증가함에 따라 대체적으로 탈질율은 증가추세를 보이고 있다. 에틸렌 주입이 낮은 몰비(C₂H₄/NOx)에서는 탈질율이 상당히 의존적이나 몰비 0.5이상이 되면 거의 영향을 받지 않으며, 에너지 인가량 4.7 Wh/Nm³에서 약 70%의 탈질율을 보이고 있다.

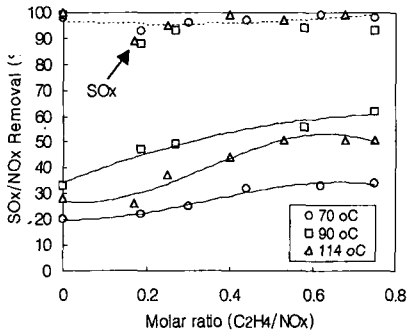


Fig. 2 Ethylene effects on SO_x/NO_x removal characteristics with varying gas temperatures

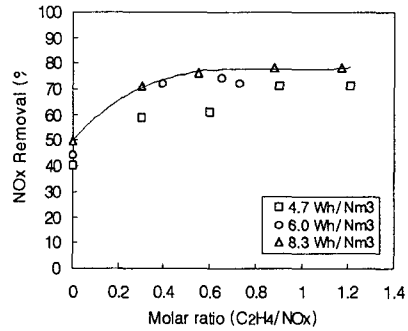


Fig. 3 NO_x removal efficiency as a function of ethylene and electric energy loaded (Wh/Nm³)

4. 결론

첨가제를 이용한 플라즈마 탈황탈질 특성이 파일럿플랜트 실험을 통하여 수행되었다. 탈황은 암모니아에 의해 크게 향상되었으며, 특히 에너지 인가량, 배가스 온도 및 에틸렌 주입량에 크게 의존되지 않았다. 에틸렌은 플라즈마 인자와 함께 탈질율을 증가시켰지만, 그 자체로서는 NO에서 NO₂ 전이에 그치는 경향이 있다. 에너지 인가량 4.7 Wh/Nm³에서 암모니아와 에틸렌의 주입으로 각각 90%, 70%의 우수한 탈황탈질율을 보여, 향후 실용화 가능성을 보여주고 있다.

참고 문헌

- Nam, C. M. (1999) Selective Reduction of NO_x Emissions by Exhaust Gas Treatment, Ph.D Thesis, Department of Fuel and Energy, The University of Leeds, UK.
- Penetrante, B. M. and Schulthesis, S. E. (1993) Non-Thermal Plasma Techniques for Pollution Control; NATO ASI Series, G34, Parts A & B, Springer-Verlag, Berlin & Heidelberg.