

IN1) 플라즈마 동시처리설비에서 전극에 따른 탈황/탈질 변화

The Effect of Electrode length Variation in The DeSO₂ & DeNO_x Simultaneous Plasma Reactor

석동찬, 이천우, 한영욱, 하상안, 지평삼¹⁾, 엄희문¹⁾, 장경룡¹⁾, 이상권²⁾
 (주)이우테크, ¹⁾전력연구원, ²⁾한국외국어대학교 환경학과

1. 서론

각종 산업공정에서 발생하는 SO₂를 처리하기 위하여 화력발전소와 같은 대형 배출업소에서는 주로 FGD 공법이 사용되고, 중소형의 배출업소에서는 건식 또는 반건식 공법 등이 많이 사용되고 있다. 또한 NO_x의 제거는 SCR 또는 SNCR 공법을 사용하고 있다.

최근에는 개별적으로 처리되고 있는 SO₂와 NO_x 제거공정을 하나의 공정으로 통합하여 배가스 정화설비 설치에 대한 경제적인 부담을 줄이면서, 새로운 기술 도입으로 보다 효율적인 탈황/탈질을 향상시키는 기술에 대하여 다양한 연구가 진행되어 화학반응 메카니즘을 이용한 화학적 탈황/탈질 동시처리기술, 촉매를 이용한 탈황/탈질 동시처리기술, Plasma를 이용한 탈황/탈질 동시처리기술 등이 활발하게 연구되고 있다.

특히 Plasma를 이용한 탈황/탈질 동시처리기술은 국내·외에서 많은 연구가 진행되고 있으며, 배가스에 전달되는 에너지의 생성방법에 따라 Electron Beam Process와 Electric Discharge Process로 구분되며, 본 연구는 Electric Discharge Process로 분류되는 Impulse Streamer Corona Discharge(ISCD)를 이용하여 경제적으로 탈황과 탈질을 동시에 처리하는 기술개발을 최종목표로 하고 있다.

ISCD는 1996년 12월부터 전력연구원과 (주)이우테크에서 연구하기 시작하여, 1997년 10월 충남 보령시에 소재한 보령화력본부 3호기에 ISCD를 이용한 탈황/탈질 동시처리 Pilot Plant를 설치하였다. 본 연구는 전력연구원에서 탈황/탈질의 효율을 향상시키기 위한 공정연구를 진행하고, (주)이우테크에서 방전극의 위치 및 형상의 변화에 대한 에너지인가량의 변화와 에너지인가량의 변화에 따른 탈황/탈질을 변화에 관한 연구를 진행하고 있다.

2. 연구방법

본 연구는 방전극 수와 위치변경이 탈황/탈질을 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 보령화력에 설치된 Pilot Plant에서 실험을 시행하였다. Pilot Plant의 Reactor는 그림 1과 같이 500 Nm³/hr의 반응관 6개가 하나의 Reactor로 설계되어 있으며, Reactor 내부에 그림 2와 같은 방전극이 설치되며, 그림 3과 같이 Reactor가 제작되었다.

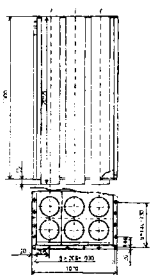


Fig. 1. Plan of Reactor

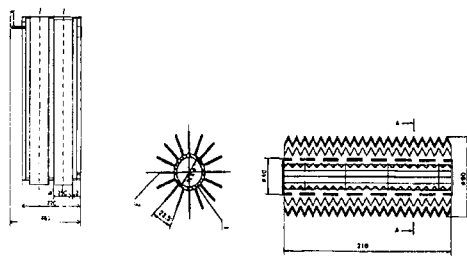


Fig. 2. Electrode

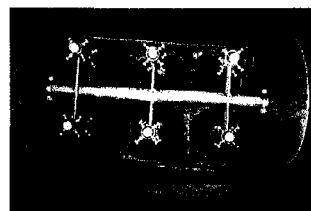


Fig. 3. Reactor

또한 방전극과 전극간의 거리 변화가 탈황/탈질율에 미치는 영향을 조사하기 위하여 Plasma 반응특성실험설비에 실험을 진행하였다. Plasma 반응특성실험설비는 Pilot Plant 반응관 1개를 하나의 Reactor로 제작하여 Pilot Plant의 반응관에서 나타나는 Plasma 현상과 최대한 동일성을 유지하도록 설계되었고, Reactor 내부에서 발생하는 Plasma의 현상을 해석하기 위하여 실험창 8개를 제작하였다.

방전극 수와 설치변경 실험은 반응기 내부에 그림 2의 방전극 2쌍을 1단으로 하여 그림 4와 같이 3단 방전영역과 2단 방전영역으로 방전영역을 다르게 설치하고, Base 전압 28 kV, Pulse 전압 30kV로 동일한 전압을 인가하고, 배

가스의 인입온도 90°C와 110°C에서 탈황/탈질율의 변화에 대한 실험을 진행하였다.

또한 전극간격에 대한 제거를 실험은 방전극의 크기를 변화시켜 방전극과 반응관의 거리를 조절하면 전극간격이 변화하므로 방전극과 반응관의 거리 조절로 전극간격에 따른 탈황/탈질을 변화에 대한 실험을 진행하고 있다.

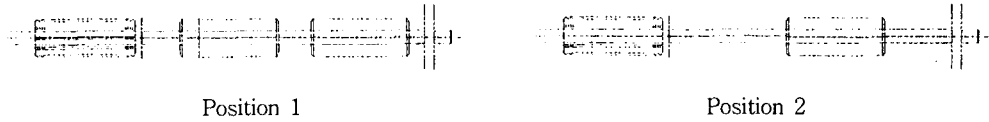


Fig. 4. Method of Setting Electrode

3. 결과 및 고찰

본 실험을 통하여 방전영역에 관계없이 탈황율은 단위체적 당 에너지인가량을 3.5 Wh/Nm³로 인가하면, 방전영역에 관계없이 NH₃를 0.6 당량(NH₃/(SO₄+NO_x)) 주입으로 SO₂가 90% 이상 제거된다.

그림 5에서와 같이 인입온도 90°C와 110°C에서 단위체적 당 에너지인가량을 3.5 Wh/Nm³로 동일하게 인가하면, 방전극을 3단 방전영역으로 설치하는 것보다 2단 방전영역으로 방전극을 설치하는 방법이 탈질율을 향상시킨다.

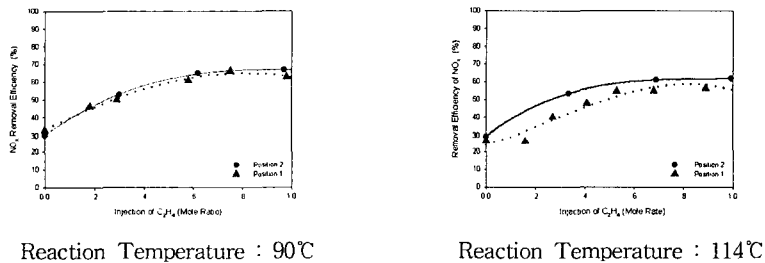


Fig. 5. NO_x Removal Efficiency under Variable Electrode Length

3단 방전영역으로 방전극을 설치하고 C₂H₄ 몰비(C₂H₄/NO_x)를 1로 주입하면, 3.5 Wh/Nm³의 단위체적 당 에너지인가량에서는 탈질율이 60~65%가 이루어지지만, 단위체적 당 에너지인가량 6 Wh/Nm³에서는 75% 이상의 탈질율을 나타내어 단위체적 당 에너지 인가량이 증가하면 탈질율도 증가하였다.

2단 방전영역으로 방전극을 설치하면, 단위체적 당 에너지 인가량이 증가하여도 탈질율에는 영향이 없고, 단위체적 당 에너지인가량 3.1 Wh/Nm³에서 C₂H₄를 0.6 몰비의 주입으로도 NO_x는 65% 이상 제거된다. 그러나 인입온도에 대한 탈질율의 변화는 3단 방전영역과 2단 방전영역 모두 인입온도 90°C 이상에서는 C₂H₄ 주입몰비에 따른 탈질율이 동일하게 나타나며, 단위체적 당 에너지인가량 3.5 Wh/Nm³에서 C₂H₄의 주입몰비 0.6 이상에서 NO_x가 65% 제거된다.

따라서 3단 방전영역과 2단 방전영역에서 나타나는 전력 소모량에 대한 탈질율의 변화 차이에 대한 연구를 계속 진행하여 최적의 전극위치를 도출하고, 동시에 방전극과 반응관의 거리에 대한 연구가 병행될 것이다. 또한 배가스의 인입온도, 체류시간 등의 공정연구와 전극변화에 대한 연계실험을 통하여 적은 량의 첨가제와 적은 에너지를 이용하여 최적 탈황/탈질율이 이루어지도록 실험을 진행할 계획이다.

참 고 문 헌

- 1) E. M. van Veldhuizen, L/ M/ Zhou and W.R. Rutgers(1998), Combined Effects of Pulsed Discharge Removal of NO, SO₂ and NH₃ from Flue Gas, Plasma Chemistry and Plasma Processing, Vol 18, No. 1, pp91~111
- 2) Mizuno Akira(1997.12), Flue Gas Cleaning Using Non-Thermal Discharge Plasma, Toyohashi University of Technology