

대기-P12 플라즈마 동시처리 장치를 이용한 조건별 탈황·탈질 특성

심재구*, 박태성, 장경룡, 엄희문, 석동찬¹, 한영욱¹
한전전력연구원 환경화학그룹, ¹이우테크(주)

1. 서론

최근 국제규약에 의한 환경문제가 기업의 생존을 좌우하는 긴박한 경영요소로 등장함에 따라 많은 환경분야의 기술은 청정기술을 주축으로 각종 첨단기술이 도입되는 추세로 개발이 진행되면서 다른 산업에서 활용되는 첨단기술을 접목하려는 연구가 다양하게 진행되고 있다. 탈황/탈질 처리기술도 기존의 복잡한 처리방법을 단순화하고 처리효율을 향상시키면서 경제성이 높은 기술개발이 진행되고 있다.

본 연구는 기존의 탈황/탈질 처리기술보다 상용화 가능성이 높다고 판단되는 플라즈마를 이용한 탈황/탈질 동시처리기술을 1996년 12월부터 환경부 환경기술연구개발사업으로 시작하여, 연구목표인 고효율의 탈황/탈질 동시처리장치 기술개발 및 설계기술 확보를 위하여 서해안 B화력발전소에 3,000 Nm³/hr 급 pilot-plant를 설치하였으며, 공정별 요소 기술 개발을 비롯한 다양한 조건에서 비전력량 변화실험과 방전극거리 및 형상변화실험을 통하여 최소의 에너지로 최대의 제거효율을 지니는 운전조건 도출실험을 진행하였다.

따라서 본 논문에서는 펄스발생기를 포함한 pilot-plant의 장시간 운전에 따른 각종 부대설비의 안정성 및 내구성 등 제반 문제점을 점검하여 플라즈마 동시처리설비의 상용화를 위한 최적의 운용인자를 도출하고자 한다.

2. 재료 및 실험 방법

본 연구를 위하여 설치한 pilot-plant는 전력생산량 500MW, 배출가스량 2,214,000 Nm³/hr의 B화력발전소 제 3호기에 처리용량 3,000 Nm³/hr의 규모로 설계·제작하였으며, 배가스 인입은 연돌과 전기집진기의 I.D.Fan 사이에서 이루어지고, 배출은 air preheater와 전기집진기 사이의 배관으로 배출하도록 하였다. 배가스는 인입지점의 압력은 -5 mmH₂O이고, 배출지점의 압력은 -270 mmH₂O를 이루고 있어 가스의 흐름은 두지점의 압력차를 이용하고 있으며, 인입부에서 측정되는 배가스의 온도는 90~100°C이며, 인입지점에서 약 150 m 떨어져있는 pilot-plant의 전단에서의 온도는 70~80°C이다. 그러나, 반응기 앞에 증기히터를 설치하여 배가스 온도를 최대 140°C까지 상승시키도록 하였다. 배가스의 유량은 1,500~2,500 Nm³/hr로 pilot-plant 인입부와 배출부에 설치되어 있는 밸브의 각도 조절에 의하여 유량 조절이 이루어지고 있다.

3. 결과 및 고찰

3.1 첨가제 미주입 상태에서의 탈황/탈질율

배가스의 유량을 $1,500 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ 로 유지하고 배가스 온도를 70°C 이하로 하면서 비전력량을 증가시키면 탈황/탈질율이 급격하게 상승한다. 온도 90°C 이상에서 비전력량을 $6 \text{ Whr}/\text{Nm}^3$ 이하로 하면 탈질율은 30%로 되지만, $6 \text{ Whr}/\text{Nm}^3$ 이상으로 증가시키면 탈질율은 급격하게 상승하기 시작하여 $8 \text{ Whr}/\text{Nm}^3$ 이상에서 탈질율은 65%로 향상된다. 그러나, 탈황율은 비전력량에 관계없이 35% 정도를 유지한다. 유량 $1,500 \text{ Nm}^3/\text{hr}$, 온도 90°C , 주파수 1kHz 에서 $6 \text{ Whr}/\text{Nm}^3$ 의 비전력량을 인가하면 탈황율 20%, 탈질율 40%가 되지만 $10 \text{ Whr}/\text{Nm}^3$ 로 인가하면 탈황율은 35%, 탈질율은 60%로 향상된다. 또한, 1.3 kHz 에서 $6 \text{ Whr}/\text{Nm}^3$ 의 비전력량을 인가하면 탈황율은 20%, 탈질율은 30%가 되며, $10 \text{ Whr}/\text{Nm}^3$ 로 인가하면 탈황율은 30%, 탈질율은 60%로 향상된다. 따라서, 동일한 비전력량하에서 주파수 변화는 탈황/탈질율에 영향을 주지 않는 것으로 확인되었다.

3.2 첨가제 주입 상태에서의 탈황/탈질율

C_2H_4 와 NH_3 와 같은 첨가제를 주입하여 탈황·탈질율을 검토한 결과, 보다 온화한 운전조건에서 제거율이 증가하는 것을 확인하였다. 전체적으로 온도가 낮을 경우 탈황율이 증가하였으며, C_2H_4 를 주입한 경우 탈질율에는 많은 영향을 미쳤지만 탈황율에는 영향이 없는 것으로 나타났다. 이는 C_2H_4 가 NO_x 를 제거하기 위한 라디칼을 용이하게 생성시키는데 영향을 미치지만 탈황 메커니즘과는 무관한 것에 기인하는 것으로 여겨진다. NH_3 의 경우는 반응온도에 따라 탈질율이 변화를 보였지만, 탈황율은 어떠한 온도에서든지 NH_3 주입량이 늘어날수록 증가하는 것으로 나타났다.

4. 요약

B화력발전소 3호기의 배가스를 플라즈마를 이용한 탈황/탈질 동시처리기술에 적용하기 위하여 pilot-plant를 설치하고 실 배가스를 이용한 동시처리 실험을 시행하여 배가스 인입온도 90°C 에서 NH_3 를 SO_2 와 NO_x 에 대하여 0.65당량, C_2H_4 를 NO_x 에 대하여 0.6 당량 주입하고 비전력량을 3~4 Whr/Nm^3 로 배가스에 인가하면, 탈황율 90%, 탈질율 70% 이상이 얻어지는 것을 확인하였다.