

PE4) 고온조건에서 세라믹 캔들필터에 부착된 입자제거 Particle Filtration by Ceramic Candle Filter at High Temperature Conditions

이동근 · 박석주¹⁾ · 박영욱¹⁾ · 유정인²⁾

충남대학교 대학원 기계공학과, ¹⁾한국에너지기술연구원, ²⁾충남대학교 기계공학과

1. 서 론

최근 수 십 년간 발전소의 연소효율은 급속히 향상되어왔으나 CO₂, NO_x 등과 같은 온실 유해가스의 제어에 관한 심각한 문제점들을 직면한 상태이다. 발전공정에서 발생하는 온실 유해가스의 저감 방법으로 매체순환식 가스 연소발전 공정이 최근에 새로운 대안으로 제시되고 있다. 그러나 매체순환식 가스 연소시스템 내부의 bead상 매체입자들이 입자간 혹은 입자와 반응기 벽간의 충돌과 마찰에 의하여 마모가 되게 되고, 그 결과 원하지 않는 량의 마모입자가 배출가스와 함께 배출되게 된다. 세라믹 캔들필터는 고온고압 연소공정 등에서 배출되는 가스내의 입자상 오염물질을 회수 처리하는데 효과적인 장치로써 널리 개발되고 있다. 온도가 높아질수록 미세입자의 미끄럼효과로 인하여 필터 공극 내부로 입자 침투와 극고온인 경우 입자들이 입자간에 또는 필터표면과의 소결 융착은 세라믹 캔들 필터의 탈진성능에 있어서 중요하게 작용한다. 본 연구에서는 온도 변화에 따른 펄스압력, 펄스작동차압, 펄스개폐시간을 변수로 하여 탈진 실험을 수행하였다.

2. 실험장치 및 방법

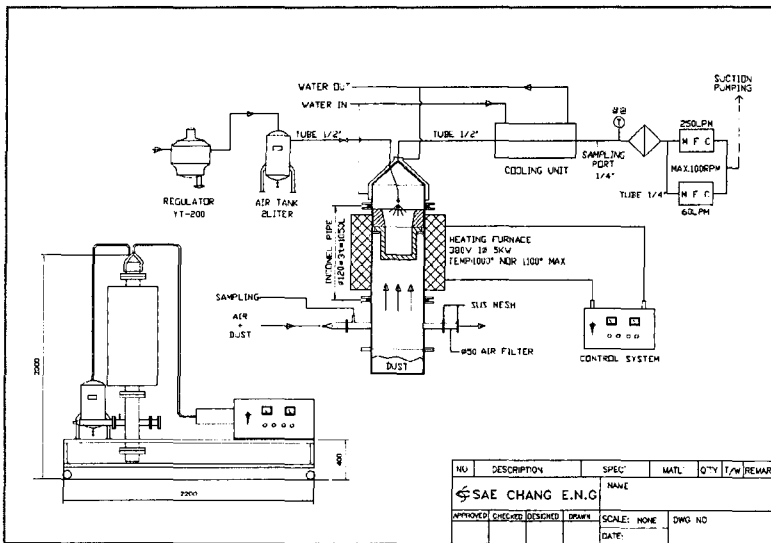


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

그림 1은 다양한 온도 조건에서 세라믹 캔들필터의 성능을 실험하기 위한 실험장치의 계통도이다. Filter vessel 내 중앙축 상에 설치한 세라믹 캔들필터에 Solid aerosol generator(SAG 410)를 사용하여 하부의 입자 주입구로 연속적으로 정량적인 입자를 공급하여 일정한 차압을 형성한 뒤 탈진장치로 세라믹 캔들필터에 의해서 여과된 입자층을 탈진시킨다. 탈진된 입자들은 하부의 입자회수저장용 Hopper에서 포집한다. 세라믹 캔들필터를 통과한 청정가스는 Filter vessel 상부에서 1차적으로 냉각되며 중심에

연결된 Tube를 따라 배출되면서 2차적으로 냉각된다. 가스에 포함된 습기를 제거하기 위해 제습기를 통과하고, MFC를 지나 Vacuum pump에 의해서 배출된다. 청정가스의 농도 측정은 냉각된 후 입자계측기 (APS, Aerodynamic Particle Sizer, TSI3320)로 측정한다. 압축기에 의해서 압축된 압축공기는 Dryer와 필터를 거쳐서 수분과 불순물을 제거한 다음 압축공기 저장조에 저장한다. 저장된 압축공기는 세라믹 캔들필터 전 후에 일정한 차압이 형성되었을 때 세라믹 캔들필터의 청정을 위해 필터 내부에 수동으로 분사한다.

3. 실험 결과

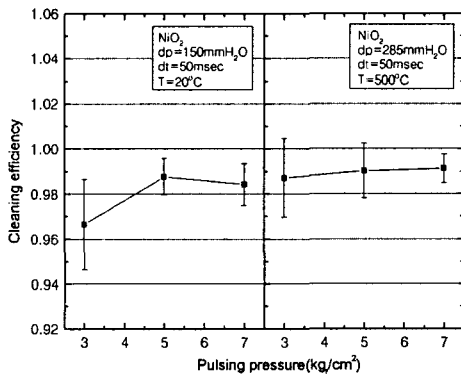


Fig. 2. Variation of cleaning efficiency as a function of pulsing pressure for various temperature.

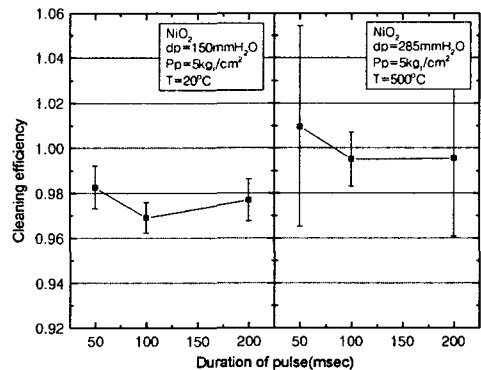


Fig. 3. Variation of cleaning efficiency as a function of duration of pulse for various temperature.

그림 2는 NiO₂ 입자를 사용하였을 때 탈진개폐시간이 50msec로 일정하게 고정된 상태에서 탈진압력에 따른 탈진성능의 변화를 각 온도 조건별로 나타내었다. 모든 운전온도에 대하여 탈진성능은 탈진압력이 증가함에 따라 증가하는 것을 알 수 있다. 그리고 온도가 증가할수록 탈진성능이 좋아지는 것을 알 수 있다. 그림 3은 NiO₂ 입자를 사용하였을 때 탈진압력을 5kg/cm²로 일정하게 고정된 상태에서 탈진개폐시간에 따른 탈진성능의 변화를 나타낸 것으로 온도가 증가하면 탈진성능이 증가하는 것을 알 수 있다.

4. 결론

회수장치의 운전특성을 실험한 결과, 운전온도가 증가함에 따라 미세입자가 미끄럼현상에 의하여 필터의 공극 안으로 침투하지만 탈진시 압축공기의 유속이 더 크기 때문에 필터 공극 안의 입자들과 필터 표면에 부착된 입자들이 외부로의 방출이 용이해져서 탈진효율이 좋아졌다. 또한 탈진시 상온의 압축공기가 고온상태로 들어갈 때 부피 팽창 때문에 운동에너지의 증가로 인하여 탈진효율이 증가한다. 탈진압력이 증가할수록 탈진압력의 운동에너지가 증가하여 탈진효율이 증가하였다.

참고 문헌

- Anheden, M., Nasholm, A.S., and Svedberg, G. (1995). Chemical-looping combustion-efficient conversion of chemical energy in fuels into work. Proceedings of intersociety energy conversion engineering conference, vol. 30, pp. 75-81.
- Berbrner, S. and Pilz, T. (1996). Characterization of the filtration and regeneration behaviour of rigid ceramic barrier filters at high temperatures. Powder Technol., vol. 6, pp. 103-111.