

세슘발생량별 석탄회필터의 포집량

신진명, 김지현, 박장진, 송기찬

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진대로 1045

jmshin@kaeri.re.kr

1. 서론

최근에 연구 중인 고도 휘발성 산화공정은 사용후핵연료 물질을 고온, 감압, 산화제 등을 이용하여 Kr, Xe, Cs, I, Tc, Ru, C-14, H-3 등 핵종을 제거한다. 따라서 전해환원, 전해정련, 폐기물 처리공정 등 후속 공정의 방사선 부하를 감소시킬 수 있다. 고도 휘발성 산화공정 개발 연구에서의 주요 핵심 사항은 공정에서 방출되는 여러 준휘발성 핵분열 가스 중 세슘핵종의 제거이다. 현재 고도 휘발성 산화공정에서 제거된 세슘을 안전하게 포집하는 방법으로서 석탄회필터를 이용한 고온 흡착법이 활발히 연구가 진행되고 있다. 석탄회필터를 이용하여 세슘을 처리할 때 석탄회필터 출구에서의 세슘농도는 포집시간이 경과함에 따라 증가하게 되는데 이 농도 변화 곡선을 과과곡선(Breakthrough curve)이라 한다. 방사성 세슘의 안전관리상 석탄회필터의 교체시 필터 끝단에서 세슘이 분석되기 전, 즉 zero release 관점을 기준으로 교체시기를 결정해야 한다. 향후 석탄회필터를 세슘포집공정에 공정에 적용하기 위해서는 스케일업을 대비한 Cs 과과곡선(Breakthrough curve) 자료가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 two-zone furnace를 이용하여 세슘발생량별 세슘 포집량 실험을 수행하였다.

2. 실험재료 및 방법

본 실험에서 세슘 포집량 실험을 수행하기 위해 기체상 세슘의 공급원으로 사용한 시약은 CsNO₃ (Aldrich사, 99.9%)이었다. 실험에 사용한 석탄회 필터의 크기는 직경이 45mm, 두께가 10mm, 무게는 약 8.5g 으로서 갈색을 띄고 있었다. 그리고 Mercury Porosimeter (AUTOPORE II, Micromeritics Co.)로 측정된 석탄회 필터의 비표면적과 기공률은 각각 9.30 m²/g과 27% 이었다. 세슘 포집실험은 two-zone 관형 가열로 내에서 수행하였다. 관형 가열로의 내경은 50mm이고 가열로는 크게 세슘 발생부분, 세슘 포집부분으로 나누어져 있다. Two-zone 관형 가열로의 가열 영역에서 세슘화합물을 기화시키고 세슘 포집영역의 가열영역에 알루미늄매트로 석탄회 필터의 외부를 감싼 후 이를 장착하여 기화된 세슘화합물이 포집되도록 구성하였다. 석탄회 필터가 질산 세슘에서 발생하는 세슘을 포집하기 위해서 two-zone furnace cell 내부에 40 mm(Ø) X 1200mm(H) 규격의 필터층이 장착되었다. CsNO₃의 휘발온도는 900℃, Cs의 포집온도는 1000℃ 이었다. 그리고 carrier gas는 공기, 포집속의 공탐속도는 10cm/sec 이었다. 석탄회 필터를 이용하여 세슘발생량 변화에 따른 석탄회필터의 포집량을 분석하였다.

3 결과 및 고찰

Fig. 1은 Cs 발생량 2.7g부터 81.77g 까지 석탄회필터의 세슘 포집능을 도식한 결과이다. 석탄회 필터 12단을 이용하여 Cs 발생량 2.7g부터 43.61g 까지 포집할 수 있음을 확인하였다. 또한 포집 후 필터의 건정성도 Fig. 2에 제시된 것처럼 유지되었다. 포집 후 필터의 색 변화는 포집 전 갈색에서 포집 후 포집량 증가에 따라 검갈색, 흰색, 하늘색으로 점차 변화되는 모습을 관찰하였다. Cs 발생량 53.77g 및 81.77g의 경우 필터 1단부터 5단까지 세슘이 과포화 되어 필터가 개별로 분리되지 않고 서로 붙어 있었다. 따라서 필터 5단의 포집 전/후의 무게를 측정하여 이들의 평균 포집량을 계산하였다. 모든 세슘발생량에서 필터의 세슘포집량은 필터 수, 즉 필터 깊이가 증가함에 따라 감소함을 나타내었다. 필터는 앞단부터 차례로 포화되어 뒷단으로 나가는 현상을 보였다. 본

실험 결과 필터의 건전성이 유지되는 세슘의 포집량은 최대 약 1.4 g-Cs/g-filter 이었다.

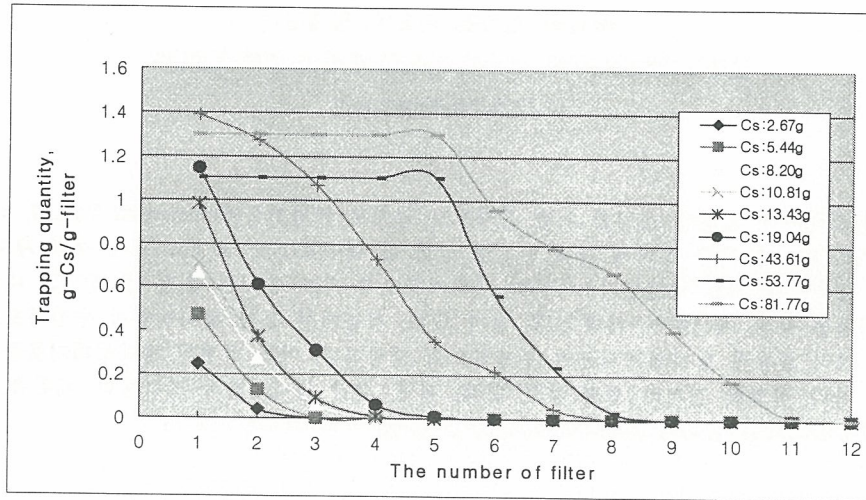


Fig. 1. Cs trapping quantity on trapping time at different cesium generation quantities in air atmosphere.

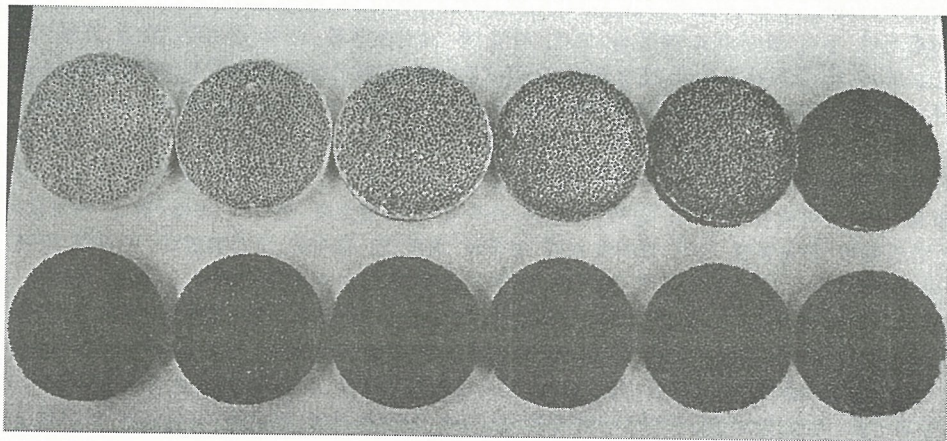


Fig. 2. Photograph of fly ash filter after trapping cesium at cesium generation quantity of 43.61 g.