

원전 공기정화계통 폐활성탄 중 ^{14}C 의 온도에 따른 제거율 변화

이정진, 박경록, 문찬국

한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1

lij2426@khnp.co.kr

1. 서론

원자력발전소의 배기체 처리계통에서는 방사성요오드를 제거하기 위하여 활성탄을 사용하고 있고, 고습도 및 고온 분위기에서도 방사성요오드의 제거성능이 우수하여야 하므로 TEDA (Triethylene Diamine) 또는 KI(Potassium Iodide) 첨착활성탄을 사용한다. 울진 원전은 1 ~ 5 wt% KI를 사용하고, 영광과 고리 원전은 5 wt% TEDA를 사용하고 있다. 울진 원전의 공기정화계통에서 발생된 폐활성탄에 대한 방사능 분석 결과 감마 방사능핵종은 최소검출방사능(MDA) 미만으로 자체처분이 가능한 수준이나 ^{14}C 방사능이 자체처분 제한치(1 Bq/g)를 초과하고 있어 자체처분을 시행할 수 없는 실정이다. 매년 수십 트럭 분량의 폐활성탄이 발생되고 있어 이를 전량 방사성폐기물로 처리할 경우 방사성폐기물의 처분 비용 증가가 예상된다.

따라서, 폐활성탄의 자체처분을 유도하기 위한 ^{14}C 의 저감화 기술이 필요하며, 이를 위해서는 폐활성탄내에 흡착되어 있는 ^{14}C 의 탈착(제거)공정이 우선시 되어져야만 한다. 폐활성탄에 흡착된 물질의 탈착(또는 제거)에는 제거율이 97% 이상인 열유동법(thermal swing)이 가장 많이 사용되고 있다[1]. 본 연구에서는 폐활성탄의 연소온도에 따른 ^{14}C 의 제거율 변화에 대한 연구를 통해 폐활성탄 내에 흡착된 ^{14}C 에 대한 적합한 탈착 온도를 찾아내고자 하였다.

2. 실험 및 결과

실험에 사용된 폐활성탄은 울진 원전의 공기정화계통에서 발생된 것이고, 폐활성탄에 흡착된 ^{14}C 의 탈착 온도를 결정하기 위하여 폐활성탄의 연소를 통해 발생된 ^{14}C 이 Carbosorb에 바로 흡수되도록 설계되어 있는 Raddec사의 Pyrolyser시스템을 사용하였다. 본 실험에서는 Pt-alumina촉매를 사용하여 폐활성탄에 포함되어 있는 총 ^{14}C 의 농도만을 측정하였다. 폐활성탄의 온도 변화에 따른 연소율을 파악하기 위해 폐활성탄 0.2 g을 튜브 위에 올려놓고 고온가열로에서 5시간 정도 연소반응이 일어나도록 하였다.

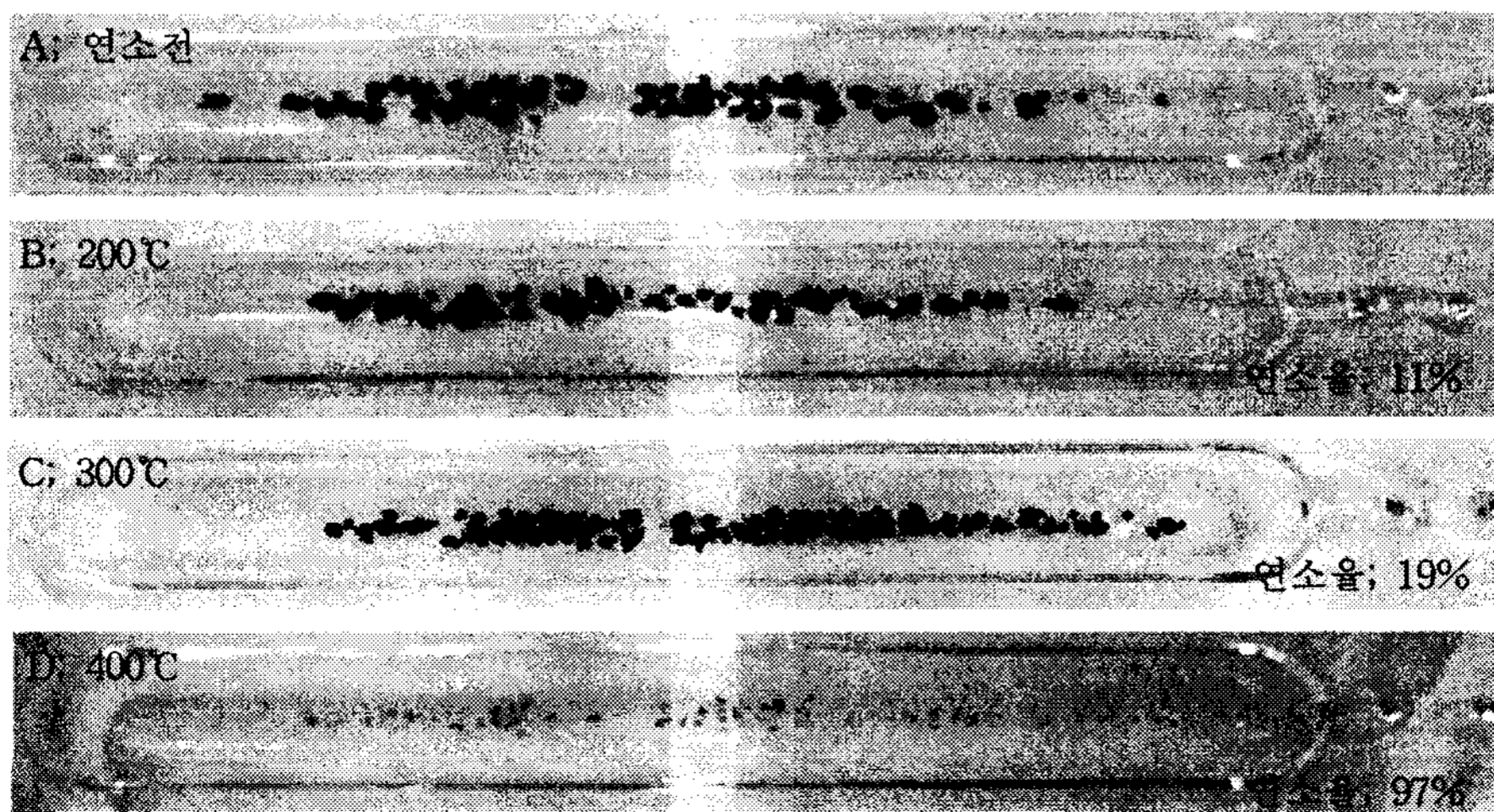


그림 1. 연소온도에 따른 연소후의 모습과 연소율

연소온도는 200, 300, 400, 및 800°C로 변화를 주었으며, 연소 전과 연소온도에 따른 연소 후의 폐활성탄의 변화된 모습 및 연소율은 그림 1과 같다(연소온도가 800°C일 때 연소율은 100%임). 실험에서 고려한 연소온도 중 800°C일 때 연소율이 100%로 나타났지만, 400 ~ 800°C에서 이미 폐활성탄의 연소율이 100%일 가능성이 있으며 현재 600°C에서의 연소율에 대한 실험을 수행하고 있다.

폐활성탄의 연소가 100% 일어나는 온도가 800°C이므로, 800°C에서 발생된 ^{14}C 을 Carbosorb으로 흡수시킨 후의 LSC(Liquid scintillation counter, 액체섬광계수기) 측정 결과가 폐활성탄 내 ^{14}C 의 총량이라고 할 수 있다. 연소온도의 변화에 따른 폐활성탄 내에 흡착되어 있던 ^{14}C 의 제거율을 그림 2에 나타내었다. 폐활성탄에 가해진 온도의 변화(200, 300, 400, 및 800°C)에 따른 ^{14}C 제거율은 각각 44, 80, 90, 및 100%이다.

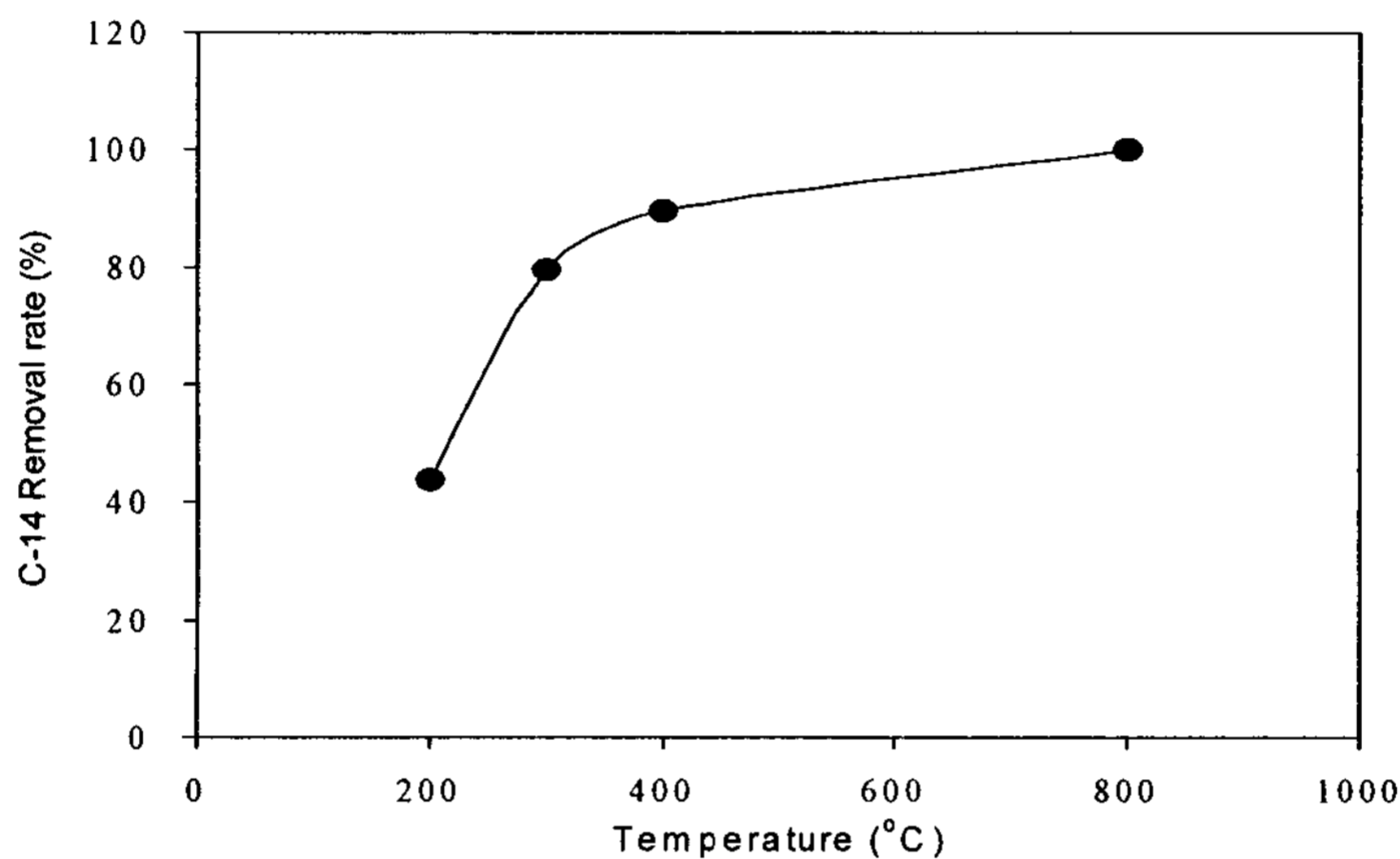


그림 2. 연소온도에 따른 ^{14}C 제거율 변화

그림 2에서 보는 것처럼, 폐활성탄에 가해지는 온도 변화에 따른 ^{14}C 의 제거율이 100%인 온도를 고려할 때 폐활성탄에 흡착되어 있는 ^{14}C 의 완전한 제거를 위해서는 800°C에서의 열유동이 적합한 것으로 나타났다. 하지만, 실제 폐활성탄 내 ^{14}C 의 탈착을 위한 운전조건은 울진에서 사용하고 있는 활성탄에 침착된 KI의 발화점(약 370°C)과 운전의 안전을 고려하여 보수적으로 정해야 하므로 ^{14}C 의 제거율이 80%인 300°C정도가 탈착을 위한 적합한 온도가 될 수 있을 것이다.

3. 결론

본 연구에서는 열유동법에 의한 폐활성탄 내의 ^{14}C 탈착을 위한 온도 조건을 찾기 위해 연소온도에 따른 ^{14}C 제거율 변화를 살펴보았다. 800°C에서 폐활성탄의 연소율 및 폐활성탄 내 ^{14}C 의 제거율이 100%인 것으로 나타났지만, 폐활성탄에 침착된 KI의 발화점을 고려한 탈착온도는 300°C정도가 되어야 한다. 폐활성탄에 흡착된 ^{14}C 의 최적의 탈착 운전조건을 확립하기 위하여 현재 300°C에서 연소 시간 및 유속의 변화에 따른 ^{14}C 제거율 변화 연구가 진행 중에 있다.

4. 참고문헌

[1] 활성탄기술, 박양태, 2007, 동화기술