

PF5) 제올라이트의 이산화탄소 흡착 및 탈착 특성 연구

Study on the Carbon Dioxide Adsorptive and Desorptive Characteristics of Zeolite

조영민 · 이지윤 · 권순박 · 박덕신 · 정우성 · 이주열¹⁾

한국철도기술연구원 철도환경연구소, ¹⁾(주)에니텍

1. 서 론

실내공간에서의 고농도 이산화탄소는 재실자에게 불쾌감뿐만 아니라 능률 및 생산성 저하와 어지러움과 졸림 등을 유발하므로, 적절히 제어할 필요가 있다. 이를 위해서 모든 실내공간에는 환기가 필수적인데, 환기는 동절기와 하절기에는 많은 냉난방 에너지가 소요되는 문제가 있다. 이에 최근에는 실내공간의 이산화탄소를 직접적으로 저감하는 연구가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 상용 제올라이트를 사용하여 이산화탄소의 흡착 특성을 알아보고, 이산화탄소를 흡착한 제올라이트의 재생을 위한 탈착 특성을 알아보고자 하였다. 이를 통하여 상용 제올라이트의 실내공간용 저온 저압 이산화탄소 저감시스템에 대한 적용성을 살펴보았다.

2. 연구 방법

상용 제올라이트 13X와 5A(UOP사)를 이산화탄소 흡착제로 사용하였다. 흡착 및 탈착된 이산화탄소의 농도는 ND-IR 방식의 센서(SenseAir사)를 사용하였다. 이산화탄소의 흡착 특성을 알아보기 위하여 소형 reactor에 30 g의 제올라이트를 충전하고, 유속 3 L/min의 질소 및 이산화탄소 혼합 기체를 지속적으로 넣어주었다. 이 때 초기 이산화탄소 농도는 5,000 ppm으로 하였다. 이산화탄소를 흡착시킨 제올라이트의 재생 특성을 알아보기 위하여 180℃로 24시간 가열한 후 다시 이산화탄소 흡착특성을 알아보았다. 또한, 사용한 제올라이트의 이산화탄소 탈착 특성을 알아보기 위하여 TSA/PSA를 이용하였다. 탈착 온도는 80~200℃까지 변화시켰고, 탈착 압력은 0.1~0.6 bar까지 변화시키면서 탈착되는 이산화탄소의 농도를 모니터링하였다.

3. 결과 및 고찰

13X와 5A의 이산화탄소 흡착 특성 및 180℃ 재생 후의 이산화탄소 흡착특성을 그림 1과 그림 2에 나타내었다. 초기 이산화탄소 흡착성능은 13X와 5A가 모두 유사하였으나, 일단 한 번 사용한 제올라이트를 다시 180℃로 재생한 경우 13X의 흡착성능은 현저히 감소하는 반면에 5A는 2회까지는 우수한 흡착성능을 나타내는 것으로 나타났다. 그러나, 5A도 3회 사용할 때에는 흡착성능이 급격히 떨어지고, 4회 사용할 때에는 흡착성능이 거의 사라지는 것을 볼 수 있었다. 실내공간의 이산화탄소 저감에는 13X보다는 5A가 더 적합할 것으로 판단되지만, 5A도 더 효과적인 재생방법 등을 강구해야할 필요가 있다.

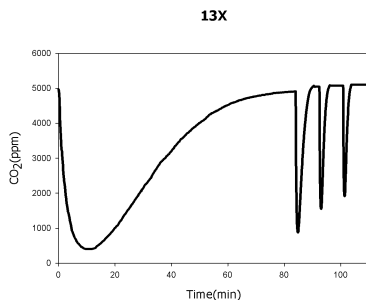


Fig. 1. 13X의 이산화탄소 흡착 특성.

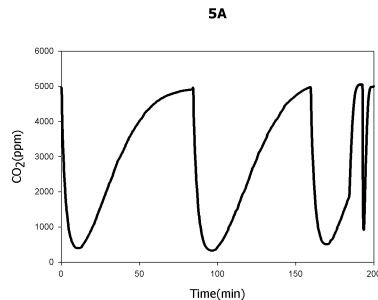


Fig. 2. 5A의 이산화탄소 흡착 특성.

그림 3과 그림 4는 13X와 5A의 전처리 온도에 따른 이산화탄소 흡착특성을 나타낸 것이다. 전처리 온도가 높을수록 흡착되는 이산화탄소의 양이 증가하는 것을 볼 수 있었다. 이는 온도가 높을수록 표면에 흡착한 기체들을 더욱 많이 탈착시킴으로써 이산화탄소가 흡착할 수 있는 부분이 증가하기 때문이다.

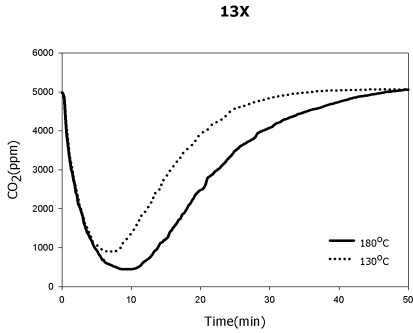


Fig. 3. 13X의 전처리 온도에 따른 이산화탄소 흡착 특성.

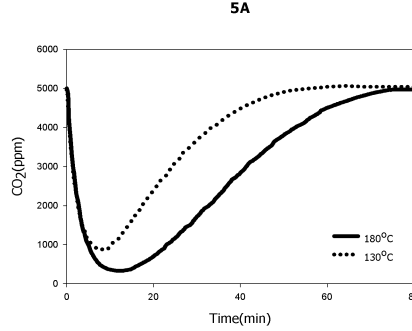


Fig. 4. 5A의 전처리 온도에 따른 이산화탄소 흡착 특성.

그림 5는 5A의 온도에 따른 이산화탄소 탈착 특성을 나타낸 것이다. 온도가 높을수록 이산화탄소가 더 잘 탈착되는 것을 볼 수 있었다. 이는 전처리 온도와 마찬가지로 온도를 높일수록 제올라이트 표면에 붙은 이산화탄소가 잘 탈착되기 때문이다. 80°C와 120°C에서는 탈착량에 큰 차이가 나타나지 않았는데, 이는 이산화탄소를 효과적으로 탈착하기 위해서는 200°C 가량의 고온이 필요함을 의미한다. 그림 6은 5A의 압력에 따른 이산화탄소 탈착 특성을 나타낸 것이다. 실험 결과 압력이 높을수록 탈착이 잘 이루어지지 않아 탈착량도 감소하는 것을 볼 수 있었다. 따라서 이산화탄소를 흡착한 5A를 효과적으로 탈착하기 위해서는 어느 정도 감압하는 것이 필요함을 알 수 있었다.

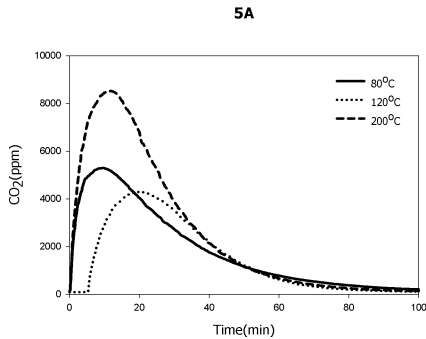


Fig. 5. 5A의 탈착 온도에 따른 이산화탄소 탈착 특성.

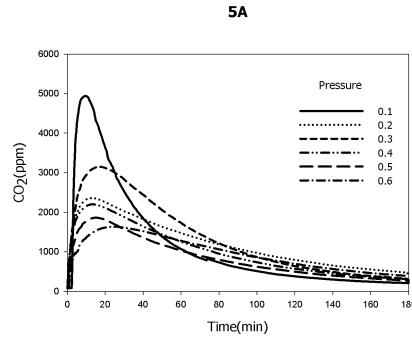


Fig. 6. 5A의 탈착 압력에 따른 이산화탄소 탈착 특성.

사 사

본 연구는 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-신기술융합형 성장동력사업의 지원을 받아 수행된 연구입니다(No. 2009-0082056).

참 고 문 헌

전종기, 박영권, 주국택 (2004) 제올라이트 흡착제 상에서 이산화탄소 회수를 위한 PSA 공정 연구: 공정 성능에 대한 세정유량의 영향, 한국대기환경학회지, 20(1), 99-110.