

PE7) 이산화탄소 포집을 위한 건식 흡착물질 개량

Modification of Zeolitic Materials for Ambient CO₂ Adsorption

김 호 경 · 조 영 민

경희대학교 환경응용화학대학

1. 서 론

산업발생공정 및 다중이용실내 환경으로부터 이산화탄소를 분리할 수 있는 흡착제의 경우, 고압 반응공정에 대한 연구가 대부분이다(Vincent G. Gomes, Kevin W.K. Yee, 2002). 그러나 실제 현장을 고려하면, 연속공정의 필요성과 흡착제의 실시간 재생을 고려할 때, 가능한 상압에서 상대적으로 높은 선택도를 유지할 수 있는 흡착제가 현실적으로 필요하다. 또한 제조공정을 단순화하고, 범용적인 물질을 적용하여 경제성을 유지해야하는 과제도 있다. 따라서 본 연구에서는 기존의 제올라이트를 일부 물리적으로 개선하여 이산화탄소 흡착효율을 향상시키고자 하였다. 상용 제올라이트에 일부 기능성 물질을 함침시켜 물리화학적 흡착을 유도함으로써 현장 적용 시의 경제성을 확보하고자 하였다.

2. 연구내용 및 방법

그림 1은 흡착물질의 제조공정을 요약한 것으로 직경 약 5mm의 구형 pellet 형태로 제조하였다. 기존의 상용 제올라이트에 칼슘 또는 리튬 계열의 물질을 혼합하고 유,무기 바인더를 첨가하여 분말형태의 원료물질을 입상화시켰다. 표 1에 소재원료의 첨가비를 정리하였다. 이때 첨가된 바인더는 물질의 성형성 향상 뿐만아니라 열처리 시, pellet 내부의 미세한 세공 형성을 촉진시키는 것으로 나타났다.

제조한 시료의 기본적인 특성을 파악하기 위해 BET(Autosorb-1C, Quantachrome), XRD(Rigaku Instrument,JP/D/M AX-2500H, HORIZONTAL TYPE), TGA 분석을 실시하고, 3,000ppm의 CO₂ 가스 흐름으로부터 CO₂ 흡착분리 효율을 검사하였다.

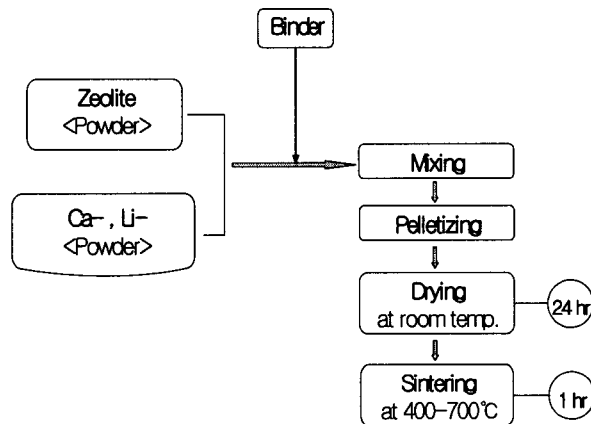


Fig. 1. Preparation process of adsorbent.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 같은 성분비의 시료에 대하여 소성 온도에 따른 결정상 변화를 관찰하기 위하여[(a) 400°C, (b) 500°C, (c) 600°C, (d) 700°C]에서 소성시킨 시료를 분석한 결과이다. 저온에서 각 초기물질이 원래의 형태를 유지하지만 온도가 상승할수록 성분간의 반응이 발생하면서 새로운 결정을 형성하는 것을 확인할 수 있다. 그러나 700°C까지의 온도에서는 완전한 반응을 얻을 수 없음을 알 수 있다.

Table 1. Recipe of sorbent combination.

Sample ID	Weight ratio (w/w%)				Sintering temperature
	Zeolite	Ca-	Li-	Binder	
HK-1	47	35	-	18	400℃
HK-2	47	35	-	18	700℃
HK-3	82	-	18	-	400℃
HK-4	82	18	-	-	400℃
HK-5	50	40	10	-	400℃
HK-6	90	5	5	-	400℃
HK-7	65	35	-	-	400℃
HK-8	90	10	-	-	400℃
HK-9	65	-	35	-	400℃
HK-10	90	-	10	-	400℃
HK-11	60	35	-	5	400℃
HK-12	55	35	-	10	400℃
HK-13	47	35	-	18	500℃
HK-14	47	35	-	18	600℃

BET를 통한 각 시료의 비표면적은 저온(400℃: 203.61m²/g)보다 고온(700℃: 17.79m²/g)에서 소성시킨 시료가 훨씬 낮게 나타났는바, 일부 성분의 용융에 의해 미세공이 폐쇄되는 경향이 있는 것으로 추정된다.

따라서 본 연구에서는 400℃에서 소성한 시료를 대상으로 가스 흡착 실험을 진행하였다.

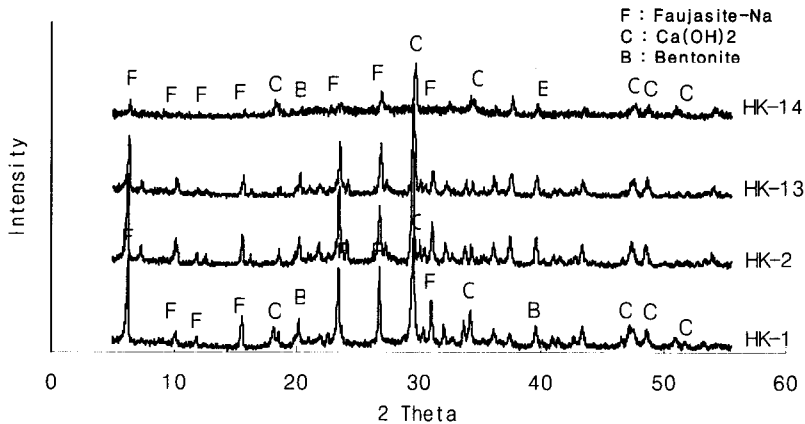


Fig. 2. XRD patterns of Ca(OH)₂ impregnated adsorbents with different heat treatment.

그림 3은 제조한 흡착제 시료를 45cc 넣은 원통형 반응기에 건조 공기로 희석한 3,000ppm(CO₂)의 가스흐름에 대하여 흡착효율을 관찰한 결과이다. 실험결과 제올라이트 분말과 Ca 성분(소석회)이 혼합된 시료에 바인더로서 벤토나이트가 포함된 시료인 HK-1이 가장 우수한 흡착효율을 보여주었다. 따라서 CO₂ 흡착에 유효한 성분의 적절한 혼합으로부터 환경기준치에 준하며, 경제성을 갖춘 CO₂ 제어 반응공정의 개발 가능성을 확인하였다.

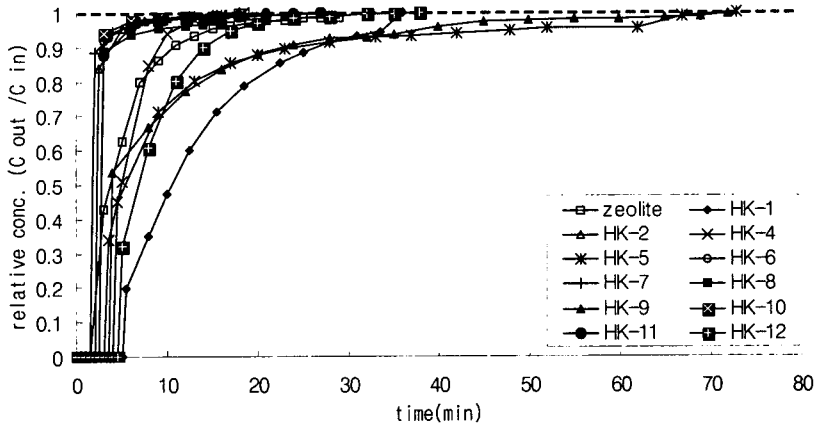


Fig. 3. Breakthrough curve of CO₂ on each adsorbent.

사 사

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI05-01-02) 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Steven, P. Reynolds, Armin D. Ember, and James A. Ritter (2005) New Pressure Swing Adsorption Cycles for Carbon Dioxide Sequestration, *Adsorption*, 11, 531-536.
- Vincent, G. Gomes and Kevin W.K. Yee (2002) Pressure swing adsorption for carbon dioxide sequestration from exhaust gases, *Separation and Purification Technology*, 28, 161-171.
- Zhonglin Zhao, Xingyu Cui, Jinghong Ma, and Ruifeng Li (2007) Adsorption of carbon dioxide on alkali-modified zeolite 13X adsorbents, *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 355-359pp.