

## 급속담지 야자탄으로 제조된 탄소분자체의 흡착 특성 연구

손석진, 김태환\*, 이범석\*, 김권일\*, 김지동\*, 유승곤, S.Vijayalakshmi \*\*

충남대학교 화학공학과

한국에너지기술연구원 반응공정연구팀 \*, IIT \*\*

### Adsorption Studies on Carbon Molecular Sieves Prepared From Metal Impregnated Coconut Char

Seok-Jin Son, Tae-Hwan Kim\*, Bum-Suk Lee\*, Kweon-Il Kim\*,

Ji-Dong Kim\*, Seung-Kon Ryu, S.Vijayalakshmi \*\*

Chungnam National University, Korea Institute of Energy Research\*,

Indian Institute of Technology-Bombay\*\*

#### 1. 서 론

우리나라는 1970년대부터 급속한 경제발전과 더불어 생활수준의 향상에 따른 소비 성향의 변화 및 인구의 도시집중화현상 등으로 도시 쓰레기의 배출의 변화가 나타나서, 배출된 쓰레기의 양은 매년 증가되는 추세이다. 또한 배출된 쓰레기의 80% 이상을 단순 매립에 의존하는 처리방식 이므로(환경부, 1995), 유기성 폐기물이 혐기 소화되면서 다량의 가스 및 침출수를 발생시켜 주변 지역의 자연 및 생활환경에 악영향을 미치며, 환경적, 사회적으로 큰 문제가 대두되고 있는 현실이다. 특히 우리나라와 같이 음식물폐기물이 많고 강수량이 많은 조건에서 매립지 가스의 처리기술은 매립지 주민들의 생활환경과 새로운 매립지 선정에 매우 중요하다.

매립지에서 발생되는 매립지 가스는 폭발의 위험성이 있고, 악취 및 유해성을 갖고 있어 쾌적한 환경을 만들기 위해서는 분리가 불가피 하며, 최근에는 지구온난화에 기여되는 물질로 인식되어 이를 저감 시키기 위한 연구가 수행되고 있다. 특히 지구상의 이산화탄소와 메탄가스등이 매립지에서 발생되며 해면의 상승, 강우량의 변동, 생태계의 구조변화 등이 일어나 사람이나 생물의 환경에 막대한 영향을 미치고 있어 매립지 가스의 분리 및 회수의 확립기술이 필요해질 전망이다.

매립지가스 조성을 분석하면  $CH_4$  55~40%,  $CO_2$  45~35%,  $N_2$  20~0%로 메탄이 50vol% 을 차지하고 있어 이 가스들을 그린산업의 일환으로 대체에너지로 개발하려는 노력을 세계 각국에서 하고 있으며, 이를 석유의 대체에너지와 기타 관련 산업에서 이용할 경우 환경적 문제 해결뿐만 아니라 에너지의 효율적 이용에 큰 효과를 기대할 수 있다.

메탄은 현재 선진국에서 가정용 전력을 생산하는 신에너지(풍력, 수력, 쓰레기소각) 중 가장 저렴한 비용으로 최대 효과를 얻는 그린에너지로 이용되고 있으며, 영국에서는 150 개의 매립지가스 전력 생산 공장에서 300,000 여 가구에서 이용할 수 있는 충분한 전력을 생산중에 있고, 이산화탄소나 질소의 경우도 현대 화학공정 및 기타 관련 산업에서 사용되고 있다.

본 연구에서는 여러 종류의 혼합가스 중 CO<sub>2</sub> 만을 선택적으로 분리, 정제할 수 있고 CO<sub>2</sub> 와 CH<sub>4</sub> 을 주성분으로 천연가스 및 매립지 가스에서 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 각각 선택적으로 분리, 정제 할 수 있는 저가의 분자체 탄소 제조에 관한 연구를 위해서 각 단계별 기초 기술을 체계적으로 수행하였다.

## 2. 실험

### 2.1. Carbon Molecular sieve(CMS)의 제조

CMS 제조를 위한 원료는 필리핀 산 아자탄을 선택하였고 이 원료를 Ball Mill 을 이용하여 분쇄한 뒤 150 μm의 미세 분말을 sieve(100mesh) 로 선별하였다. 이 미세 분말은 pellet 형태로 성형하기 위해 binder 와 혼합하여 압출 하였다. pellet 형태로 얻어진 시료는 100 ℃ 건조기에서 약 3 시간 정도 건조를 하였고 금속 함침을 위해 Mg, Co, Ni, Ca 를 각각 1% 씩 함유한 수용액에 72h 정도 담갔다. 72hr 후 상온에서 건조하였고, 800 ℃의 질소 분위기로 Rotary Kiln 에서 60 분간 탄화시켰고 30 분간 CO<sub>2</sub> 로 활성화 하였다. 세공 조절을 위해 600 ℃에서 Benzene Cracking 하여 pore deposition 하였다. 이때 벤젠 증기의 투입 시간을 달리 하여 세공의 크기를 조절한다. 제조 공정은 Fig. 1 에 도시 하였다.

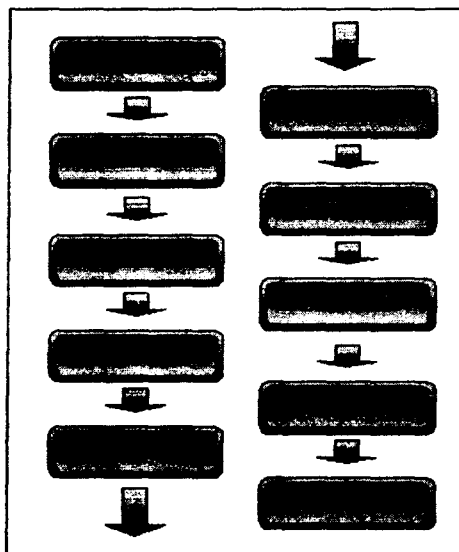


Fig 1. Schematic diagram of manufacturing process

## 2.2. CMS 의 흡착 성능 측정

본 실험에서는 Fig. 2 의 volumetric method 로 흡착속도 및 평형 흡착량을 측정하였다.

측정 시 온도는 25 ℃로 흡착과정 중 등온조건을 유지하기 위해 항온조로 일정한 온도를 유지 되도록 하였고, sample port 내부에는 진공으로 감압할 때 시료가 반응기 내부로 유입되는 것을 방지하기 위해 SUS sintered filter 를 설치하였다. 흡착 가스는 자동제어 밸브를 이용하여 빠른 시간 (0.5 초 이내) 에 장치 내로 유입되며, 측정 압력은 1 기압으로 압력을 자동으로 측정하여 매 실험마다 얻어진 압력의 변화로 흡착속도에 관한 자료를 얻었다.

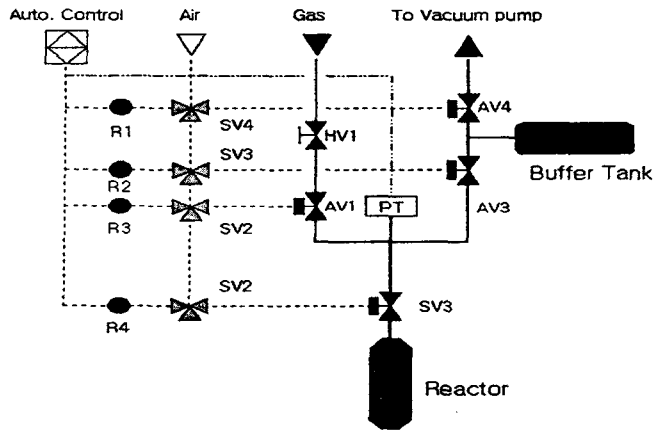


Fig. 2 Schematic diagram of adsorption apparatus.

## 3. 결과 및 토론

Benzene Cracking 시간에 따른 세공의 크기 변화를 관찰하기 위해 벤젠 증기의 투입시간을 달리하여 실험하였고 결과는 Fig. 3 (a) 와 Fig. 3 (b) 에서 나타내었다. 시료명의 숫자는 벤젠 증기 투입시간이며 결과에서 알 수 있듯이 투입시간이 길면 CO<sub>2</sub> 의 흡착량도 감소하는 것을 알 수 있었다.

담지된 금속의 영향을 알 수 있는 Fig. 4 의 CO<sub>2</sub> 흡착량을 보면 Mg 담지 시료가 2.3mmol/g으로 가장 좋은 결과를 보였다. 그러나 Fig. 5 의 CO<sub>2</sub>와 CH<sub>4</sub>의 uptake ratio를 살펴보면 오히려 Co 담지 시료가 더 좋은 결과를 보였다.

## 4. 결론

Benzene Cracking 시간을 증가 시켜 세공의 크기를 조절하여 흡착량의 변화를 관찰할 수 있었고, 반응시간을 증가 시키면 흡착량이 감소하는 것을 알 수 있었다. CMS

에 금속을 담지 시켜 CO<sub>2</sub>의 흡착 능력을 증가 시킬 수 있었다. Mg 담지 시료는 담지 전 1.2mmol/g 에서 담지 후에는 2.3mmol/g 으로 증가하였고, 특히 Co 금속은 다른 금속에 비해 coke deposition 이 더 잘 일어났고 금속을 담지 시키지 않은 시료에 비해 uptake ratio가 5 배 증가함을 알 수 있었다.

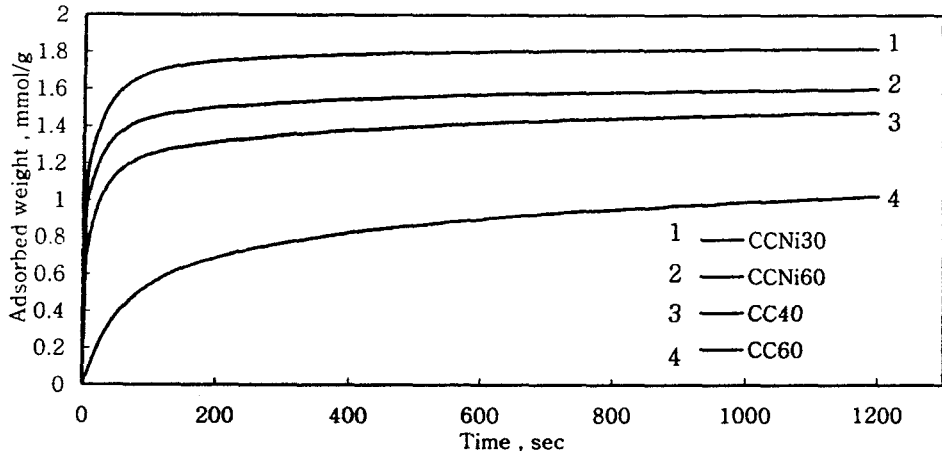


Fig. 3(a) Effect of benzene cracking on CO<sub>2</sub> adsorption

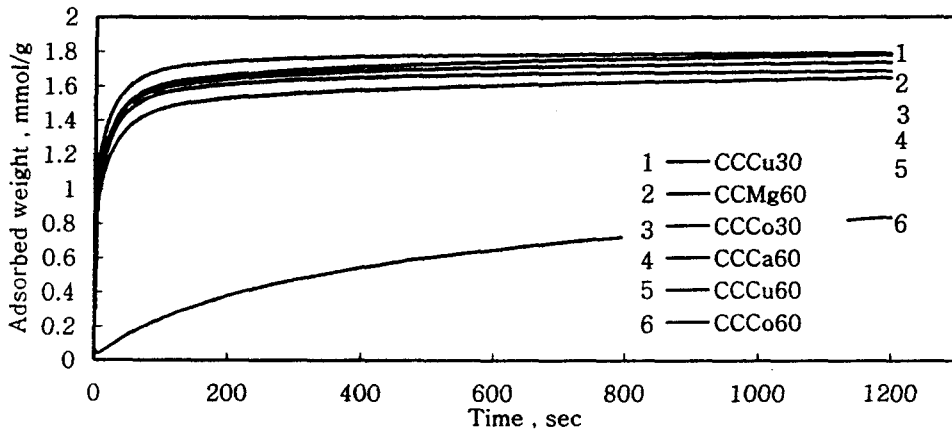


Fig. 3(b) Effect of benzene cracking on CO<sub>2</sub> adsorption

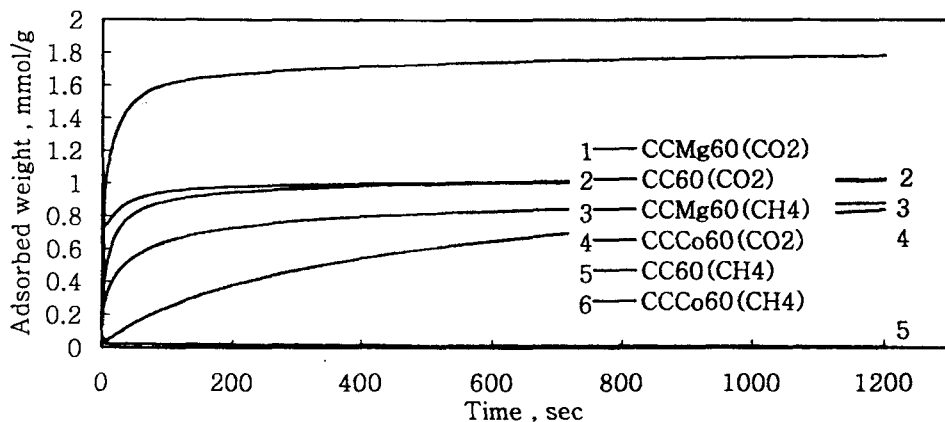


Fig. 4 Adsorption of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> on the CMS samples

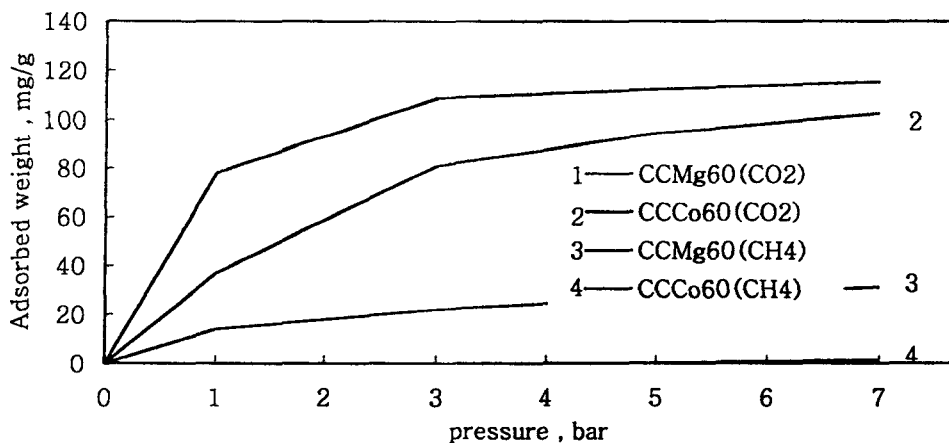


Fig. 5 Adsorption isotherm of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub>

##### 5. Reference

1. Prasetyo and D.D.Do,carbon,37,1909–1918(1999)
2. Hart J.M,Borghese,J. B,Chang,C.H and Cusick,R.J,SAE Technical paper series, No921299,(July 1992)
3. S.Rossingol and C.kappenstein,Int.Inorg.Materials,3,51–58(2001)
4. NiRE annual report–1999,Mesoporous carbon with fine metal particles