

변형제 분자량 및 농도가 CMS 성능에 미치는 영향

김 태환, 김 권일, 유 윤중, 박 증기, 김 증휘, 조 성철
한국 에너지 기술 연구소

The Influence of Modifier molecular weight and concentration on CMS properties

T.H. Kim, K.I. Kim, Y.J. You, J.K. Park, J.H. Kim, S.C. Cho
Korea Institute of Energy Research

1. 서론

탄소 분자체(Carbon Molecular Sieve:CMS)는 평균 세공이 작은 분자 크기와 유사한 무정형 재료로서, 이의 제조를 위한 원료로서는 coal, coconut shells, pitch, polyacrylonitrile, penol-formaldehyde resin, polyfurfuryl alcohol, polyvinylidene chloride 등을 사용한다[1]. CMS 흡착제의 특성은 zeolite 흡착제에 비하여 생산 단가가 낮고 소수성이며, 화학적으로 불활성 상태이다. coal을 주원료로 한 CMS는 1972년 분자체 특성을 가진 활성탄을 연구중 독일 Bergbau Forshung사에서 개발되어, 공기중 질소/산소를 분리하는 PSA(pressure swing adsorption) 공정에 적용시키고 있으며, 기타 가스 분리, 정제 및 회수 등에서도 흡착제로 사용한다.

CMS는 현재 일반적으로 공기중 질소 분리 공정의 흡착제로 사용되고 있으나 기타 활용도는 계속 증가 추세에 있다. 산소와 질소의 kinetic diameter[2]는 각각 3.46Å와 3.64Å이며, critical diameter는 2.8Å과 3.0Å 이므로 이와 유사한 크기의 CMS 세공경을 조절함이 큰 과제라 할것이다.

현재 전세계적으로 CMS를 제조 시판하는 회사는 크게 독일의 Carbon Tech사, 일본의 Takeda사, 미국의 Cargon carbon사를 꼽을 수 있으며, 이의 많은 제조 특허가 난 상태이다[3, 4, 5].

본 연구에서는 coal을 원료로한 CMS 흡착제의 제조 과정에서 변형제의 분자량 및 농도가 산소와 질소의 adsorption rate에 미치는 영향을 분석하였다. 물론 CMS 성능은 세공경을 조절하는 변형제의 영향 뿐만 아니라 원료, 제립물 형태, 강도 그리고 건조, 탄화시 온도 및 시간 등으로 많은 변수에 좌우된다.

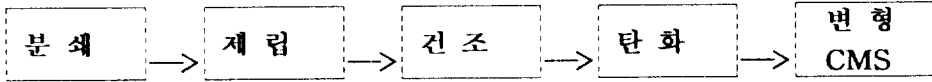
2. 제조 이론

CMS 제조 방법은 크게 3가지로 대별할 수 있다[6]:

- PVDC, Saran, cellulose, coconut shell과 같은 polymer의 탄화
- 석탄, 특히 무연탄의 탄화

- 탄화 또는 열화수지의 활성탄을 통한 세공경의 조절

이중 본 연구에서는 석탄을 원료로 하여 제조한 활성탄을 별도의 변형제를 사용하여 세공경을 조절함으로써 분자체 특성을 지니도록 하였으며, 제조 공정도는 다음과 같다.



위의 공정에서 주요한 부분은 탄화 및 변형 공정으로서 석탄 제립물을 일정 온도 및 시간 동안에 탄화시켜 흡착제로서 갖추어야 할 중요한 특성인 비표면적을 증대시키는 역할을 하며, 변형제를 통해 세공 입구를 조절하는 것이다.

3. 실험 및 결과

일정량의 탄화 제립물을 변형제 MP1과 MP2에 1 시간 담근후 100°C - 200°C 온도에서 6시간을 건조 시켜 흡착 속도를 1 atm 실온에서 측정하였으며, 변형전 시료와 비교한 결과를 [그림 1과 그림 2]에 나타내었다[7]. 또한 <표 1>에서와 같이 변형제 MP2에 대한 일정한 농도일때 분자량의 차이에 따른 산소와 질소의 분리능을 비교 실험하였다. <표 1>에서 나타난 실험치는 흡착제 성능에 있어서 변형제의 분자량이 미치는 영향은 거의 없는것으로 사료된다.

<표 1> 변형제 분자량이 산소/질소의 흡착 속도에 미치는 영향

변형제의 분자량(MP2)	Gas	Adsorption [Ncm ³ /g], p = 1atm, 25°C		
		30 sec	60 sec	90 sec
300	Oxygen	4.4	4.7	4.9
	Nitrogen	3.0	3.5	3.7
500	Oxygen	4.2	4.5	4.9
	Nitrogen	2.8	3.3	3.5
4,000	Oxygen	4.2	4.5	4.8
	Nitrogen	2.6	3.1	3.5

또한 MP2 변형제에 대한 일정한 분자량에서 농도를 변화시켜 탄화 시료의 분리능을 실험한 결과를 <표 2>에 나타내었다. 농도 변화에 따른 흡착제의 산소/질소 분리 속도는 농도가 증가함에 따라 분리능도 증가하나 비선형

의 곡선 형태로 영향을 미침을 알 수 있다.

<표 2> 변형제 농도가 산소/질소의 흡착 속도에 미치는 영향

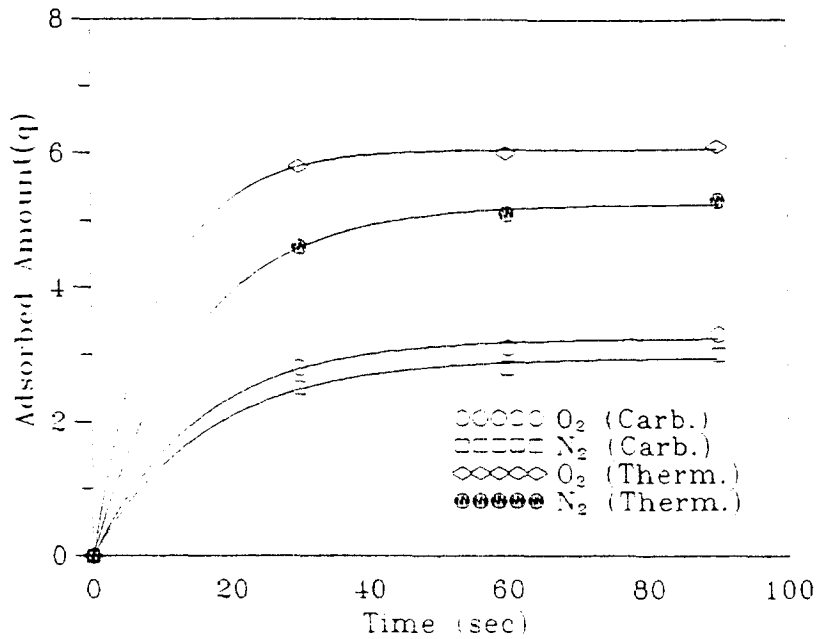
MP2 conc. [%]	Gas	Adsorption [Ncm ³ /g], p = 1atm, 25°C		
		30 sec	60 sec	90 sec
0.3	Oxygen	4.8	5.0	5.1
	Nitrogen	3.3	3.7	4.0
0.5	Oxygen	4.3	4.6	4.9
	Nitrogen	2.6	3.1	3.4
1.0	Oxygen	4.0	4.5	4.8
	Nitrogen	1.8	2.2	2.5

4. 결론

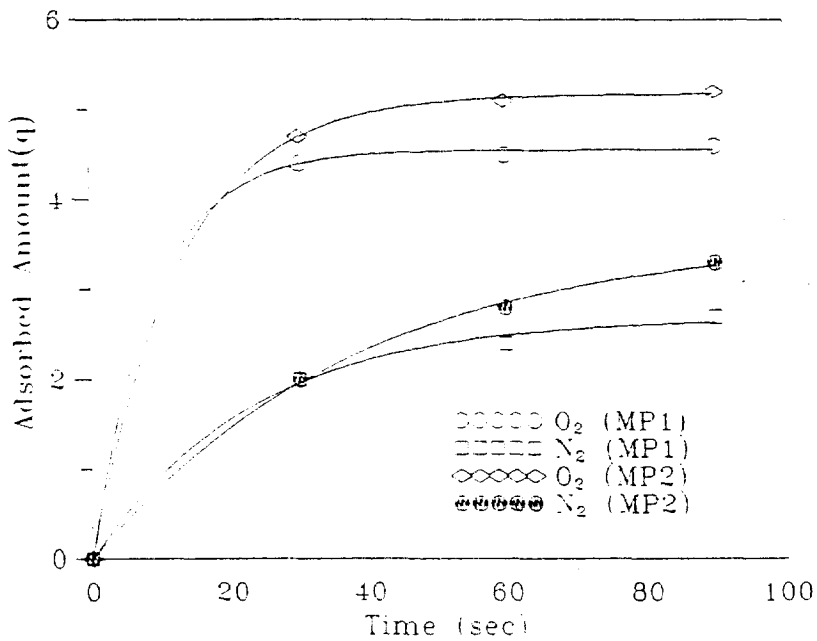
석탄을 미분쇄하여 제립, 탄화 공정을 거친후 변형제에 담침시킴으로 공기중 산소와 질소를 분리하는 탄소 흡착제를 개발코자 하나, 무엇보다도 일정한 세공경을 조절함이 가장 중요한 일이다. 이에 일차적인 변형제를 선택하여 그의 분자량과 농도를 변화시켜 흡착제로서의 성능을 조사함은 우수한 변형제를 선택코자 함이다. 물론 이에 앞서 단위 무게당 최대한의 비표면적을 가진 시료를 만듦 또한 중요한 일이다. 현재로는 편의상 칭하는 MP2 변형제를 활용하여 CMS 제조에 활용코자 하며, 이의 특성을 계속 분석 적용시킴으로 성능이 뛰어난 CMS를 개발할 것이다.

참고 문헌

1. Foley, H.C. "perspective in morecular sieve science" ACS symp. series 368, 1988, 335-359
2. Breck, D.W. "Zeolite Molecular Sieve", John wiley & sons, 1974
3. US patent 5,086,033(92. 2. 4)
4. 일본 특허 소화 59-230,638(84. 12. 25)
5. KS 91-1,897(91. 3. 30)
6. Yang, R.T. "gas separation by adsorption processes", butterworths 1987
7. 성재석, 김 태환, 김 권일, 유 윤종 "고기능 탄소 및 Alumino-silicate 흡착제 개발과 응용 연구(I)" KIER-943110



[그림 1] 변형전 탄화시료의 흡착시간에 따른 흡착량 변화



[그림 2] 변형후 탄화시료의 흡착시간에 따른 흡착량 변화