

## MEK의 흡·탈착 특성에 관한 연구

나광삼, 문일, 김진수\*, 나병기\*, 정연수\*, 송형근\*  
연세대학교 화학공학과, 한국과학기술연구원 화공연구부\*

### A Study on Adsorption · Desorption Characteristics of MEK

Kwang-sam Na, Il Moon, Jin-soo Kim\*, Byung-ki Na  
Yonsoo Chung\*, Hyungkeun Song\*  
Dept. of Chem. Eng., Yonsei University,  
Division of Chemical Engineering, KIST\*

#### 1. 서론

유기용제는 대부분의 화학공장 및 제약공장 그리고 용매 및 세정제를 사용하는 일반 산업체에서 모두 배출되고 있으며, 이 중에서도 특히 많은 양의 유기용제가 인조피혁, 인쇄, 마그네틱 테이프제조, 필름 코팅 등의 공정에서 배출되고 있다. 현재 사용하는 유기용제의 상당부분은 수입에 의존하고 있으며, 계속되는 가격상승은 생산원가를 높여 제품의 국제 경쟁력을 악화시키는 요인이 되고 있다. 또한, 배출되는 폐유기용제는 대기환경의 오염과 폭발, 화재의 원인이 되기 때문에 대기중으로 배출되는 폐유기용제를 회수하여 재활용할 수 있는 장치의 개발은 수입대체 효과 및 공정의 경제성을 높인다는 경제적인 측면과, 유기용제의 배출을 억제하고 세계적으로 강화되고 있는 환경오염 규제에 대비하여 무공해, 저오염 공정을 보급한다는 환경적 차원에서 폐용매의 처리 및 재활용기술의 개발이 절실히 요구된다.

본 연구는 화학공장에서 배출되는 폐유기용제의 하나인 MEK(Methyl Ethyl Ketone)를 고정층 흡착공정을 이용하여 흡착, 회수, 그리고 재이용함으로써 배출 유기용제의 농도를 낮추고, 유기용제의 사용량을 절감하여 수입대체 효과 및 공정의 경제성을 향상 시키고, 환경규제에 적극적으로 대비하는 것을 목적으로 한다. 세부적으로는 먼저 최적의 흡착제를 선정하기 위한 흡착·탈착 실험을 통하여 여러 흡착제의 흡착성능을 관찰하고, 이를 통해 얻은 기초 데이터를 바탕으로 흡착탑을 scale-up하여 최종적으로는 연속조업을 통한 폐유기용제의 처리량 및 회수량 증대를 위한 공정의 최적화를 모색 하기 위한 연구이다.

#### 2. 실험방법

실험장치(Fig. 1 참조)는 원료 가스의 농도를 일정하게 유지시키기 위한 부분과 흡착이 일어나는 부분, 그리고 탈착과 회수를 위한 부분으로 나뉘어진다. 먼저, 건조기에서 120°C로 6시간 이상 건조시킨 흡착제를 흡착탑에 균일하게 충전시킨 후, 공기의 유량과 실린지펌프의 MEK 주입량을 조절하여 원하는 원료가스의 조성을 만들고, 일정 농도에 도달할 때 까지 vent시킨다. 원료가스 조성이 원하는 농도에 도달하면 흡착탑을 통과시키고 출구에서 G.C.를 이용하여 조성을 분석하였다. 흡착탑이 포화상태에 도달하

면, 진공펌프를 이용하여 10분간 진공 탈착 시킨 후 질소를 100ml/min의 유속으로 흘려 주면서 50분간 탈착시켰다. 탈착된 MEK는 진공펌프와 흡착탑 사이에 연결된 액체질소 스트랩에 통과시켜 응축, 회수하였다. 흡착탑에서 탈착, 회수되지 않은 유기용제를 완전히 탈착시키기 위해 질소를 흘려주었다. 흡착탑이 완전히 탈착된 후 원료가스의 농도를 바꾸어 가며 위의 실험을 반복하였다. 원료가스의 농도는 보통 공장에서 배출되는 농도인 2000~8000ppm의 범위로 하였으며 흡착탑의 온도는 상온으로 유지하였다. 흡착탑은 직경 5cm, 높이 10cm의 SUS로 제작하였다. 본 실험에서 사용한 흡착제는 삼천리사에서 만든 SGT100 입상 활성탄과, 일본 Mitsubishi사에서 만든 고분자 흡착제의 하나인 SP 850, 그리고 일본 Kuraray Chem.사에서 만든 섬유상 활성탄을 사용하였다.

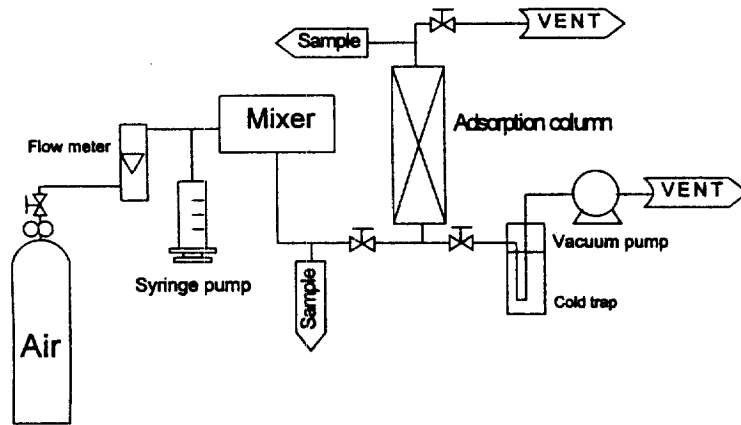


Fig. 1 Apparatus for MEK adsorption, desorption and recovery

### 3. 결과 및 고찰

#### 1) 입상 활성탄에서의 흡·탈착

Fig. 2는 원료가스 농도에 따른 입상 활성탄의 파과곡선을 나타낸 것으로 원료가스의 농도가 증가함에 따라 파과가 빨리 일어나며, 시간에 대한 농도변화가 커짐을 나타낸다. 원료가스의 농도가 높을 수록 기상과 흡착상간의 농도차가 커지게 되어 많은 양이 흡착하게 되며, 흡착제를 포화시키는 시간이 짧아져 물질전달대가 길어진다. 흡착량은 농도가 커짐에 따라 증가하였으며, 농도에 따른 흡착량, 탈착량 및 회수량을 Fig. 3에 나타내었다. 흡착량에 대한 회수율을 살펴보면, 13.8~16.2%로 낮은 회수율을 보이는데 이는 흡착이 강하게 되는 만큼 상대적으로 탈착이 잘 안되기 때문이다. 회수한 용제를 살펴보면 연한 노란색의 부산물을 관찰할 수 있는데 이는 MEK에 함유되어있는 반응성이 큰 ketone기가 활성탄의 촉매작용으로 산화되어 소량의 diacetyl을 생성시키기 때문이다. 활성탄을 이용한 흡착의 경우 대개 부반응을 동반한 부산물이 생성되기 때문에 이의 방지를 위해서는 유입가스내의 수분제거 및 HCl로 활성탄을 세척하여 활성탄 내의 ash성분을 제거하는 방법등이 사용되고 있다.

### 2) 고분자 흡착제(SP 850)에서의 흡·탈착

Fig. 4는 고분자 흡착제인 SP 850에서의 파과곡선을 나타낸 것이다. 역시 MEK농도가 증가함에 따라 파과시간이 짧아졌으며, 2000ppm을 제외한 4000, 6000, 8000ppm의 농도에서는 파과곡선이 거의 중첩이 되며, 시간에 대한 농도변화 역시 같음을 볼 수 있다. 이것은 4000ppm 이상의 농도에서는 흡착량이 농도에 비례하여 증가함을 의미한다. 즉 linear isotherm의 가능성을 보여주는 것이다. 농도에 따른 흡·탈착량은 Fig. 5에 나타내었다. 회수율을 살펴보면 49.7~71.0%로 높은 수치를 보이고 있는데 이것은 고분자 흡착제의 특징을 잘 나타내 주는 것으로 흡착량은 입상 활성탄에 비해서 많이 떨어지지만, 탈착이 용이하기 때문에 회수되는 양이 상대적으로 많은 것으로 나타난다. 또한 회수시 활성탄에서와 같은 부산물이 없고, 무색 투명한 순수 MEK를 얻을 수 있었다.

### 3) 섬유상 활성탄에서의 흡·탈착

Fig. 6은 섬유상 활성탄에서 MEK 농도에 따른 섬유상 활성탄의 파과곡선을 나타낸 것으로 입상 활성탄과의 흡착량은 차이가 있지만 경향은 거의 비슷한 것으로 나타났다. 흡착량에 있어서는 앞의 두 흡착제와 비교하여 가장 우수한 것으로 나타났으며, 회수율에 있어서는 고분자 흡착제에는 못 미치지만 입상 활성탄 보다는 훨씬 좋은 것으로 나타났다. 회수된 용제를 살펴보면 약간의 황색을 띠고 있었으며, MEK산화로 인해 부산물이 생성된 것으로 생각된다. Fig. 7은 MEK농도에 따른 섬유상 활성탄에서의 흡·탈착량을 나타낸다.

## 4 결론

이상의 흡·탈착 실험 결과, 단위 흡착제당 흡착량에 있어서는 섬유상 활성탄이 0.43g/g으로 0.29g/g인 입상 활성탄과 0.09g/g인 고분자 흡착제에 비해 우수한 흡착량을 보였다. 흡착량에 대한 회수율을 보면 고분자 흡착제가 59.2%로 가장 우수하였으며, 입상활성탄은 14.7%로 비교적 낮은 회수율을 보였다.

## 5. 참고문헌

1. Barry, H. M.: *Chem. Eng.*, 106(1960).
2. Mattia, M. M.: *Chem. Eng.*, 66, 74(1970).
3. Takeuchi, Y., Nishinaka, K. and Yoshimura, Y.:  
*The 3th Korea-Japan Symp. on Sep. Tech.*, October 25-27, 63(1993).

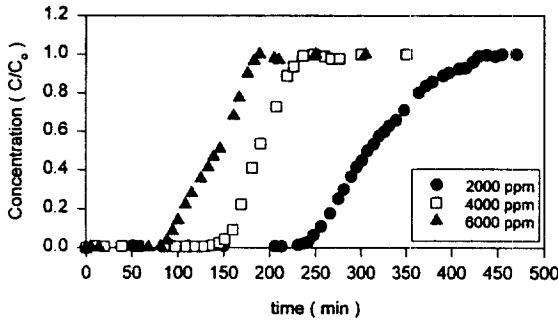


Fig. 2 Breakthrough curves of samchully carbon

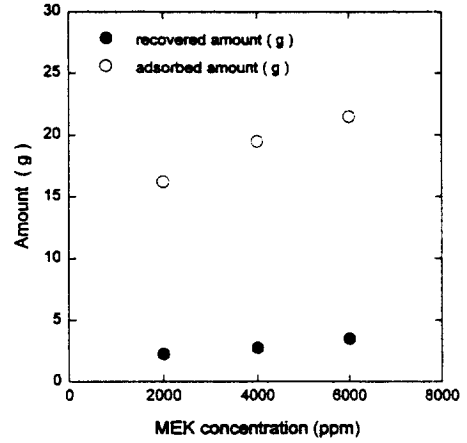


Fig. 3 Adsorbed and recovered amounts of MEK with samchully carbon

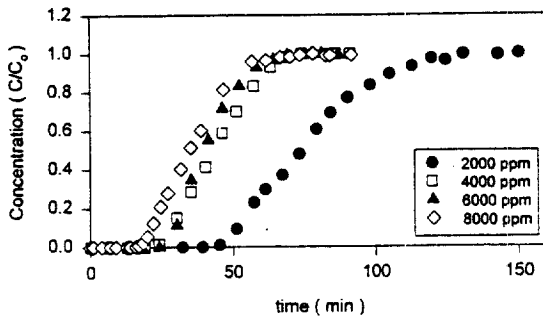


Fig. 4 Breakthrough curves of polymer adsorbent(SP850)

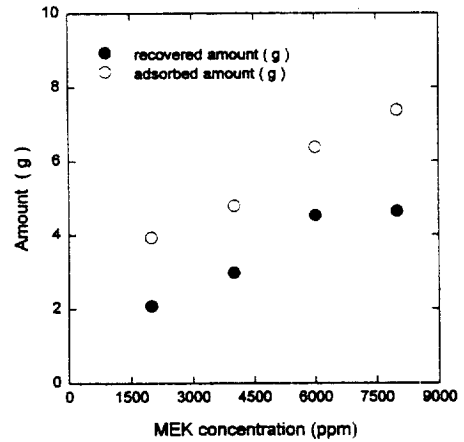


Fig. 5 Adsorbed and recovered amounts of MEK with SP850

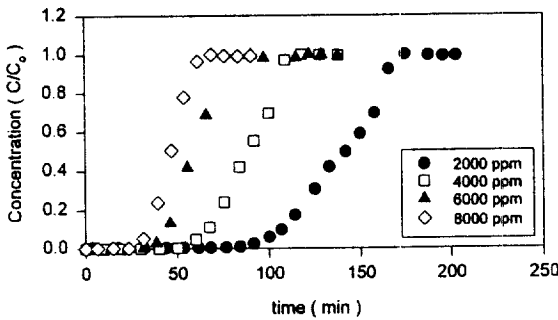


Fig. 6 Breakthrough curves of carbon fiber

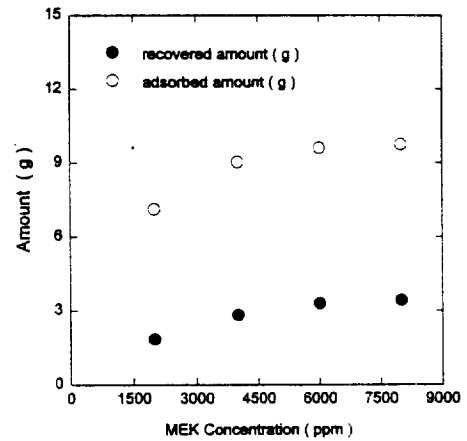


Fig. 7 Adsorbed and recovered amounts of MEK with carbon fiber