

### 3E1) 이단 바이오필터에 의한 혼합 VOCs 처리

## The Removal of Mixed VOCs in a Two-stage Biofilter

문소영 · 송지현

세종대학교 공과대학 환경공학대학원

### 1. 서론

급속화 된 산업발달로 인하여 이로 인한 유해 대기오염들이 날로 증가하였다. 유해 대기오염물질로는 톨루엔, 벤젠, 자일렌, 클로로포름, MEK, 트리클로로에틸렌 등 휘발성 유기화합물(VOCs-Volatile Organic Compounds)이 있는데 이는 건강에 악영향을 미칠 뿐만 아니라 건강을 위협하기도 한다. 이러한 휘발성 유기화합물이 많이 배출되는 산업현장에서 이를 제거하는 한 방법으로 바이오 필터법을 시행하고 있다. 바이오필터 기술은 여러 장점이 있는데 기체, 액체 표면적이 크고 운전이 쉬우며 운전비용이 낮고 경제적이며 2차 오염이 없는 특징이 있다.

생물여과방법(생물학적 처리방법)으로 오염가스가 바이오필터를 통과하게 되면, 필터층 표면에 형성된 액상에 흡수 또는 흡착되며 미생물에 의해 산화 분해 되는데(하태욱, 2000) 산업장에서는 주로 단일물질 아닌 혼합된 휘발성 물질들을 배출하는데 이를 처리하기 위해 본 연구와 같은 처리법이 요구된다. 본 실험에서는 전단 습식(biotrickling filter)단과 후단 건식(biofilter)을 사용, 직렬식으로 연결하여 혼합기체(톨루엔, MEK)를 흘려보내 필터층 표면이 항상 액상상태인 습식부분 전단에서 먼저 처리되며 처리 후 남은 기체를 건식 후단에서 한 번 더 처리토록 하는 방식으로 제거효율을 도출하였다.

### 2. 실험 방법

반응기는 전단계로 반응기 밑의 수조에 있는 미생물을 plastic pall ring 담체에 매일 순환시켜 주어 미생물의 부착, 성장을 촉진시키는 습식(biotrickling filter)단과 cellite 담체에 하루에 1분씩 미생물을 순환시켜주는 건식(biofilter)단으로 나누어 연결하여 오염기체가 전단에서 먼저 처리되고 그 후 남은 오염기체를 후단에서 한 번 더 처리해주는 방식을 사용하였다. 직사각형 모양의 아크릴로 제작하여 가스 체류시간인 EBRT(Empty Bed Retention Time,  $\tau$ )를 0.5분과 1분의 조건으로 운전하여 2단 반응기에서의 Toluene과 복합기체 Toluene+MEK의 처리율과 부하량을 알아보고자 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3. 1 가스 체류시간에 따른 처리율

그림 1(a)는 가스 체류시간에 대한 유입구, 유출구 농도의 톨루엔 제거율의 영향을 나타낸 것이다. 운전기간 59일로 톨루엔만 단독으로 흘려 보내주었을때는 30일간으로 가스체류시간 0.5분일때는 18일, 가스체류시간 1분일때는 19-30일간이며 MEK와 톨루엔을 혼합하여 흘려보낸 운전 기간은 가스체류시간 0.5분일때는 31-40일, 가스체류시간 1분일때는 45~59일간으로 운전하였다.

그림 1(b)는 가스 체류시간에 대한 유입구, 중간구의 전단 제거효율을 나타낸 것으로 운전기간은 그림 1(a)와 같다. 그림 1에서 알 수 있듯이 가스 체류시간 1분에서 제거율이 더 좋으며 수용성인 MEK의 경우 제거율 100%를 나타내며 제거효율이 월등히 좋음을 알 수 있다. 또한 전단에서 거의 제거가 되었는데 이는 전단에서 미생물을 매일 순환시켜 줌으로써 담체에 부착된 미생물의 분해에 의한 효과임을 알 수 있다.

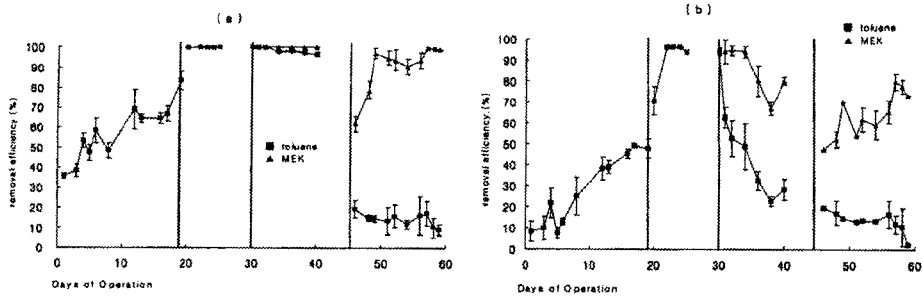


Fig. 1. Toluene removal efficiencies as a function of empty bed retention time throughout (a) the inlet and outlet (b) the first segment(1st stage).

### 3. 2 유입 부하량 변화에 따른 제거용량과 미생물 활성도

그림 2(a)는 톨루엔만 단독으로 흘려보내 주었을때 가스 체류시간 0.5분과 1분에서의 제거용량을 비교하여 나타낸 것이다. 직선은 농도에 따른 100%처리효율을 나타낸 것으로 가스체류시간 1분에서의 낮은 부하량  $22\text{g}/\text{m}^3/\text{hr}$ 에서 100%의 처리효율을 보이며 가스체류시간이 0.5분에 비해 1분일때 제거능력이 높음을 보여주고 있다.

그림 2(b)는 MEK와 톨루엔을 혼합하여 흘려보내 주었을때의 가스 체류시간 0.5분과 1분에서의 제거용량을 나타낸 것이다. 그림 2에서도 가스체류시간 1분에서의 제거능력이 높으며 MEK의 제거능력이 높음을 알 수 있다.

본 실험에서 사용된 2단 바이오필터는 담체에서 오염기체의 접촉시간인 가스 체류시간이 긴 1분일 때와 수용성인 MEK의 오염기체가 제거능력이 더 좋음을 확인할 수 있었다.

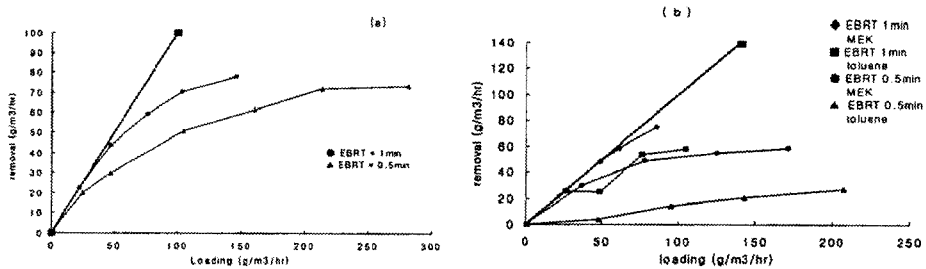


Fig. 2. Toluene elimination capacities(EC) as a function of toluene loading throughout (a) only toluene empty bed retention time 0.5min and empty bed retention time 1min (b) mixture MEK and toluene empty bed retention time 0.5min, empty bed retention time 1min.

### 참고 문헌

- 하태욱 외. (2000) 악취 및 VOCs 제거를 위한 Biofilter 기술, J. of Environ. Sci 14:14-23  
 Y.Liu et al. (2002) Simultaneous removal of ethyl acetate and toluene in air streams using compost-based biofilters, Journal of Hazardous Materials B95 (2002)199-213