

PS39(CT21) 활성슬러지조내의 침지형 Biomembrane Filter에 의한 Toluene Gas 제거에 관한 연구

A Study on the Removal of Toluene Gas by Biomembrane Filter in Activated Sludge Reactor

하 상 안 · 감신목¹⁾

경주대학교 건설환경시스템공학부 환경공학과, ¹⁾ 동의공업대학 환경시스템공학과

1. 서론

석유화학공업단지, 도장공업, 유기용제 제조공정에서 휘발성유기화합물인 가스상 물질이 다양하게 배출되어진다. VOCs 제거하기 위해서 흡착, 연소, 광촉매, 코로나방전에 의한 플라즈마기술 등이 제어기술로 응용되고 있다. 또한 Bio필터를 이용한 휘발성 유기화합물의 제어기술은 비용절감을 위해서 이용되어왔지만, 생물학적 제어기술을 효과적으로 적용하기 위해서는 가스의 농도, 물리적 특성, 온도변화, 함수율 등의 영향인자에 따라서 제거효율이 민감하게 반응하는 특성 때문에 여러 가지 단점을 내포하고 있다. 이들의 문제점을 보완하기 위해서 여과 시스템인 Membrane과 활성슬러지 공정을 동시에 적용하여 생물학적 특성을 가진 침지형 Bio-Membrane기술개발이 활발하게 진행되고 있다. 침지형 Bio-Membrane기술은 기존 사용되고 있는 폐수처리시설에 첨가할 수 있는 공정으로서 미생물이 적용된 Membrane기술로서 VOC가스의 특성에 따라서 Membrane재질을 효과적으로 선정할 수 있는 장점을 가지고 있으며, 재질의 특성에 따라서 기질의 분리율이 다양한 적용할 수 있는 특성을 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 재질인 Polypropylene과 Polyethylene는 분리율이 높고 기질의 투과율이 높기 때문에 효과적으로 사용되고 있다. 기존 사용되는 여과공정보다는 침지형 Bio-Membrane공정은 물리적인 여과공정으로 따라서 기질이 분리되고, 분리된 기질은 Membrane의 외벽에 부착하여 생성된 미생물이 막을 형성한 후 VOC가스가 생물막을 통해서 분리되는 2차적 생물막의 여과작용과 Membrane내벽에 형성된 생물막의 미생물의 활성에 따라서 기질 제거효율이 증가되도록 하였고, 다시 활성슬러지조에 부착된 Membrane에 형성된 bacterial strain에 의해서 생물학적으로 분해되도록 설계함으로 기존사용 되는 Membrane에 생물학적 반응효과를 첨가함으로서 제거효율을 증가시키고, VOC기질을 효과적으로 처리하기 위한 기본적인 영향인자를 규명하고자 함이 연구의 주목적이다.

2. 실험장치 및 방법

본 실험에서 사용한 침지형 Membrane 반응장치는 그림 1에 나타내었다. Membrane재질은 내경 280 μm , 외경 390 μm , 막 두께 55 μm , 63%의 다공성을 갖는 Polyethylene을 사용하였고, Membrane이 반응조내에 침지될 수 있도록 스테인레스강 재질의 고정 지지대를 설치하였다. 반응조는 가로 120 cm, 세로 60 cm가 되도록 아크릴로 제작하였다. 반응조 내에 수영하수처리장의 반송오수를 주입시켜 미생물이 호기성 조건하에서 성장되도록 연속적으로 포기하였다. 톨루엔가스(日本, Junsei社 特級試藥)유량이 40 - 200 l/min이 되도록 유량계(Dwyer co.U.S.A)로 조절하여 공급하였다. 톨루엔가스 시료는 반응조의 유출부 15에서 가스를 Tedlar bag에 포집하여 FID가 장착된 G.C.(H.P 6890)를 이용하여 분석하였다. Column은 길이 30cm 내경 0.53mm인 HP-INNOWAX Capillary column을 사용하였고, 운전조건은 주입온도 200 $^{\circ}\text{C}$, 오븐온도 110 $^{\circ}\text{C}$, 검출기온도는 250 $^{\circ}\text{C}$ 로 조절하였으며 Carrier gas로 He를 사용하여 반응장치에서 분해되는 톨루엔가스를 분석하였다.

침지형 Bio-Membrane 반응장치에서 가스유량의 변화에 따른 생물막의 형성과정을 전자현미경으로 촬영하여 SEM사진으로 나타내었다.

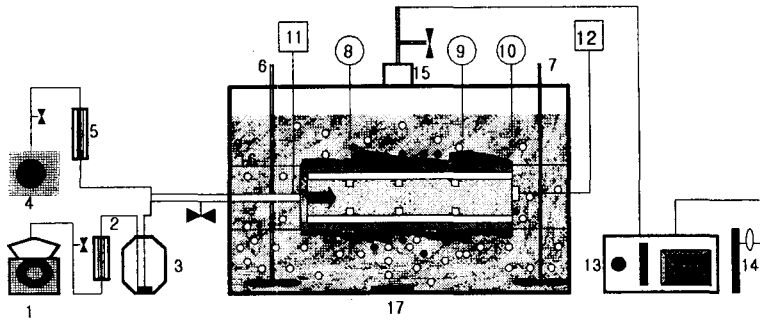


Fig. 1. Schematic diagram of membrane reactor.

3. 결과 및 고찰

침지형 Bio-membrane filter를 장착한 생물반응기를 이용하여 톨루엔가스를 처리한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

가스유량의 변화에 따른 제거율은 생물막 형성에 영향을 미치지 않는 45 ml/min의 범위내에서 효과적이었고, 제거율도 가장 높게 나타났다. membrane이 침지한 반응조에 활성오일을 주입하여 pH가 7.0, 용존 산소량이 4-5mg/l 정도로 유지될 때 활성오일을 주입하지 않는 조건 보다 제거효율은 높게 나타났고, 따라서 Membrane의 외벽에 형성된 생물막이 여과작용에 의해서 분리된 기질이 다시 생물학적으로 반응하여 톨루엔을 제거하는 효율을 증가시키는 것으로 나타났다. 기질의 특성에 따른 변화를 보면 톨루엔보다 트리크로로에틸렌 가스는 염소화합물이 함유되어 있기 때문에 미생물성장에 독성으로 작용하여 제거효율이 상대적으로 감소하였다. 미생물성장이 활성화되어 운전기간이 1-2일이 경과된 시점에서 pH값은 톨루엔 분해과정에서 안식향산이 생성되는 과정에서 5.0으로 감소하였다.

참고문헌

Hartmans.S. and Tramper, J. (1991) Dichloromethane Removal from

Waste Gases with a Trickle bed Bioreactor, *Bioprocess Engrg.* No.6,83-92. Castro, K., and Zander, A. K.,(1995) Membrane air stripping: effects of

pre-treatment, *J.Am. Water Works Assn.*, Vol.87, No.3, 50-61.

Semmens,M.J. and Zander, A.,(1989) Using a microporous hollow-fiber membrane to separate VOCs from water, *J.Am. Water Works Assn.*, Vol.81, No.4,162-167. Phal,M, 하상안, 임경택(1997), 대기오염 제어공학, 지구문화사,71-72.