

## 2C1) 지하역사에서 이산화질소와 톨루엔제어를 위한 흡착기술 Adsorption Method for Removing Nitrogen Dioxide and Toluene in Underground Subway Stations

강영훈<sup>1)</sup> · 김조천<sup>1,2)</sup> · 손윤석<sup>2)</sup> · 김필현<sup>1)</sup> · 정상귀<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>건국대학교 환경공학과, <sup>2)</sup>건국대학교 신기술융합학과

### 1. 서 론

대기오염물질에 의한 피해가 커져감에 따라 서울시 등 수도권의 대기질과 실내 공기질 개선을 위하여 정부 및 각 지방자치단체는 다양한 개선책을 추진하고 있고, 환경기준을 설정하여 대기질 측정망을 가동하고 각종 연료사용을 규제하는 등 적극적으로 대처하고 있다. 그러나, 높은 인구밀도와 다양한 산업활동 등으로 인하여 대기질 개선은 뚜렷한 실효성을 얻지 못하고 있다(Sohn et al., 2008). 특히, 서울 지하철 일부 노선은 부대시설 및 환기시설이 노후화됨에 따라 시민들에게 유해한 영향을 줄 수 있는 다양한 오염물질들이 실내에 축적될 것으로 예상된다(Kim et al., 2007). 또한 지하철 역사 내의 다양한 오염물질 중 VOC 및 NO<sub>2</sub>는 자동차, 산업활동으로 인해 외부공기질의 영향을 많이 받는다. 따라서 지하역사 내로 들어오는 외부공기의 VOC와 NO<sub>2</sub>를 동시에 제어하여야 한다. 일반적으로 VOC, NO<sub>2</sub>를 처리하는 방법 중 촉매환원법(SCR, Selective Catalytic reduction)이 널리 쓰이고 있다. 이 외에도 마이크로웨이브를 이용한 탈질기술, 플라즈마 탈질기술, 활성탄 흡착제거방법 등이 있다. 하지만 지하철역사 내에는 공간이 협소하고, 많은 제약이 따르기 때문에 간단하면서도 효율적인 기술이 요구된다. 따라서 본 연구에서는 지하역사내의 VOC, NO<sub>2</sub>를 제거하기 위하여 활성탄 흡착제거방법을 이용하여 VOC 및 NO<sub>2</sub>의 제어효율을 비교 및 평가 하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구에서는 활성탄, 차콜, 활성탄 섬유를 사용하여 Lab Scale로 연구를 수행한 후, 입상활성탄의 두께와 입상활성탄과 조립활성탄의 혼합비율을 조절하여 흡착층에 각각 충전 하였다. VOC 및 NO<sub>2</sub> 제어를 위한 구성은 유량 공급부, 유량 조절부, VOC 및 NO<sub>2</sub> 공급부, VOC 및 NO<sub>2</sub> 유량 조절부, 반응기 등으로 이루어졌다. NO<sub>2</sub>, Toluene에 의한 활성탄 제어효율을 확인하기 위한 장치 모식도를 그림 1에 나타내었다. MFC(Mass Flow Control, Model 5850E, Brooks, Japan)에 의해 대상시료 및 Zero Air Supply(Model 701, API, USA)의 유량이 조절되었다. Mixing Chamber를 사용하여 일정농도의 VOC와 NO<sub>2</sub>를 흡착층 내로 공급하였다. 흡착층을 통과한, NO<sub>2</sub>와 Toluene은 Micro FID와 GC/FID(HP 5890, USA), NO<sub>2</sub> Analyzer(Model 32i, Thermo Scientific, USA)로 측정하여 흡착층의 두께와 활성탄의 혼합비에 따른 제어효율을 비교 및 평가하였다.

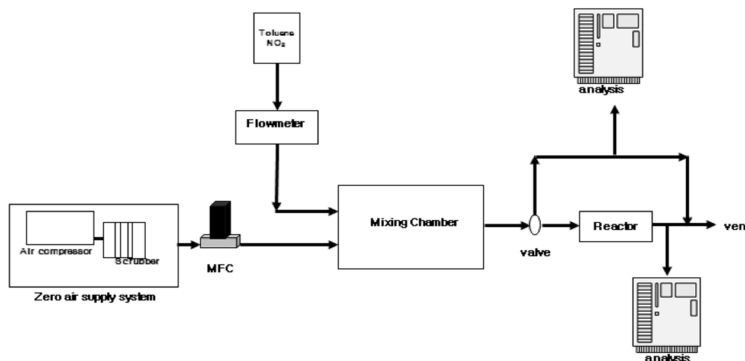


Fig. 1. Schematism of Control System for VOC and NO<sub>2</sub> Removal using Activated Carbon materials.

### 3. 결과 및 고찰

활성탄 및 차콜, 활성탄섭유에 따른 VOC 및 NO<sub>2</sub>의 제어효율의 비교하기 위하여 흡착제 종류에 따른 제어효율을 비교한 후 효율이 가장 뛰어난 입상 활성탄을 가지고 흡착층의 두께 변화에 의한 제어효율을 측정해 보았고, 그 결과를 그림 2(a), 그림 2(b)에 나타내었다. 그림 2(a)는 흡착층의 두께를 5~30mm로 변화시켜 주었다. 그 결과 30mm의 흡착층에서 최고 85%의 효율을 나타내어 가장 높은 효율을 보였다. 반면 5, 10mm의 흡착층에서의 효율은 각각 57%와 59%로서 나타내어, 비슷한 효율을 나타내었다. 그림 2(b)는 동일한 조건에서 Toluene을 통과 시킨 후 나타나는 결과를 보여주고 있다. 그 결과 흡착층의 두께가 30mm일 때 최대 86%로 가장 높은 효율을 나타내었다. 반면에 두께가 5, 10mm 흡착층에서는 비슷한 효율을 보이다가 220분 이후부터 5mm 흡착층에서는 효율이 급격히 떨어지는 것을 확인 할 수 있었다. NO<sub>2</sub>와 Toluene의 흡착제의 두께가 두꺼워짐에 따라 흡착표면적이 증가되어 제어효율이 높게 나타났다.

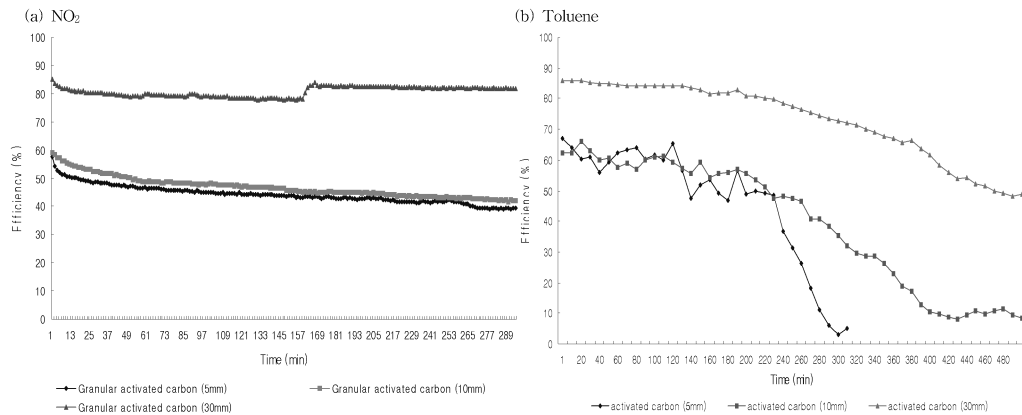


Fig. 2. Comparison of NO<sub>2</sub> and Toluene Removal Efficiency by Three Different Bed depth(a: NO<sub>2</sub>, b: Toluene).

그림 3은 입상활성탄과 조립활성탄의 비율을 1 : 1, 1 : 3, 3 : 1의 비율로 변화를 주어 NO<sub>2</sub>와 Toluene을 통과시켜 나타낸 제어효율 결과이다. 이때 NO<sub>2</sub>와 Toluene은 입상활성탄과 조립활성탄의 비율이 1 : 3인 경우 각각, 5시간 평균으로 93%, 84%의 가장 높은 효율을 나타내었다.

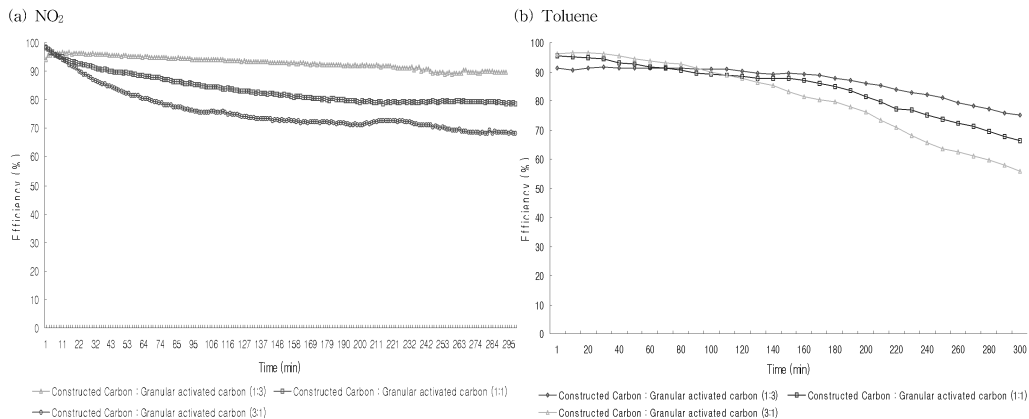


Fig. 3. Comparison of NO<sub>2</sub> and Toluene Removal Efficiency by Mixed Activated Carbon(a: NO<sub>2</sub>, b: Toluene).

## 사 사

본 연구는 서울시정개발연구원(CS070160)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- Lee, Y.-W., H.-J. Kim, J.-W. Park, B.-U. Choi, D.-K. Choi, and J.-W. Park (2003) Adsorption and reaction behavior for the simultaneous adsorption of NO-NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> on activated carbon impregnated with KOH, CARBON.
- Sohn, J.R., J.-C. Kim, M.Y. Kim, Y.-S. Son, and Y. Sunwoo (2008) A Review Analysis for Particulate Emission Source at Underground, in press
- WHO (1987) Air Quality Guidelines for Europe.
- Xiaowei Maa, Daijun Yang, Wei Zhoua, Cunman Zhang, Xiangmin Pan, Lin Xuc, Minzhong Wu, and Jianxin Maa (2008) Evaluation of activated carbon adsorbent for fuel cell cathode air filtration, J. Power Sources.