

## PG3) 고속열차 객실 내 휘발성유기화합물과 포름알데하이드 농도에 관한 연구

### Study on the Concentrations of Volatile Organic Compounds and Formaldehyde in Passenger Cabin of High-Speed Train

박은영<sup>1)</sup> · 조영민 · 정우성 · 정미영 · 박덕신 · 권순박 · 김기환

<sup>1)</sup>한국과학기술연합대학원대학교 미래첨단교통시스템공학,  
한국철도기술연구원

#### 1. 서 론

현대인들의 실내에서의 생활시간이 늘어가면서 쾌적한 실내환경 및 실내공기오염에 대한 대중의 관심이 높아지고 있으며, 이에 따라 실내공기질 관련법규도 제정 및 개정되고 있다. 환경부에서는 불특정 다수가 이용하는 시설들에 대한 공기질 관리를 위하여 '다중이용시설 등의 실내공기질 관리법'을 제정하여 시행하고 있으며, 현재 철도역사의 승강장과 대합실은 이 법에 의해 관리되고 있다. 그러나, 객실에 대해서는 아직까지 '대중교통수단 실내공기질 관리 가이드라인' 수준에 머물고 있으며, 여기서 권고하는 관리 오염물질 항목도 이산화탄소와 미세먼지에 국한되어 있다. 하지만, 향후 휘발성유기화합물 및 포름알데하이드 등의 오염물질도 관리 대상에 포함될 것으로 예상되므로, 객실 내에서 이들 오염물질에 대한 관리도 시급히 요구된다. 본 연구에서는 승객들이 승차하지 않은 채 시험 운행 중인 고속열차 객차를 대상으로 실내에서 차량에 의해서 발생할 수 있는 휘발성유기화합물질이나 포름알데하이드의 농도를 특성과 일반실을 대상으로 조사하여 현황을 파악하고, 향후 객실 환경에 대한 연구에 활용하고자 하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구에서는 승객이 탑승하지 않은 상태로 운전하고 있는 객차를 대상으로 특실과 일반실 각각의 내부에 존재하는 휘발성유기화합물(VOC)과 포름알데하이드(HCHO)의 농도 및 객실 내 온도와 습도를 측정하였다(그림 1). 휘발성유기화합물은 실내공기질 공정시험방법에 규정된 고체흡착관(Tenax-TA)을 이용한 시료채취 및 열탈착장치를 이용한 GC/MS 분석방법과 TVOC(총휘발성유기화합물) monitor(TG502, Wolsense)를 사용하였으며, 포름알데하이드는 휴대용 분석기(FP-30, Sibata)로 측정하였다. 온도와 습도는 IAQ monitor(IQ410, Wolsense)로 10초 간격으로 측정하였다.

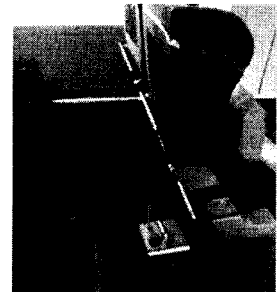


Fig. 1. VOC sampling.

#### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 휘발성유기화합물과 포름알데하이드에 대한 측정이 진행되는 동안 객실 내의 온도 및 습도의 변화를 나타내고 있다. 측정을 수행한 날이 1월이었기 때문에 객실 내 난방 가동으로 인해 1회 측정 시에는 낮은 온도를 2회 측정 시에는 상대적으로 높은 온도를 보이는 것을 알 수 있으며, 습도의 경우 2회 측정 시에 특실과 일반실 모두 안정적으로 유지되는 것을 알 수 있다.

그림 3은 특실과 일반실에서 측정된 총휘발성유기화합물의 농도 변화를 나타낸 것이다. 전체 측정시간에 걸쳐  $400\sim 630\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도를 보여 다중이용시설 등의 실내공기질관리법에 규정된  $1,000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 비해 낮은 수준으로 나타났으나, 승객이 없는 상황을 감안하면 객차 자체에 이미 존재하는 휘발성유기화합물의 농도가 상당히 높은 수준이라고 판단된다.

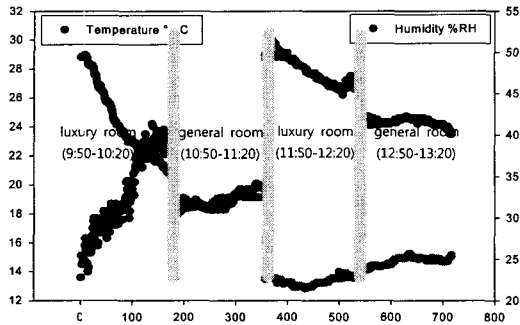


Fig. 2 The variations of temperature and humidity in passenger cabin.

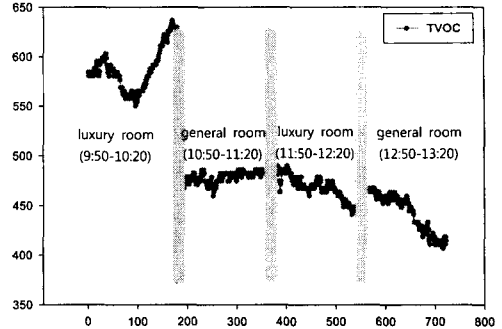


Fig. 3 The variation of TVOC concentration in passenger cabin.

USEPA의 TO-14에 규정된 GC/MS를 이용하여 휘발성유기화합물의 성분별 농도를 분석해 본 결과, 표 1과 같이 다양한 오염물질이 존재하는 것으로 나타났다. 그러나, '신축공동주택 실내공기질 권고기준'에 규정되어 있는 농도에 비해서는 비교적 낮은 수준으로 나타났는데, 추후 승객이 탑승하게 되면 이 농도가 높아질 것으로 예상되므로, 적절한 대책 및 연구가 필요할 것으로 보인다.

Table 1. The concentrations( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) of volatile organic compounds in passenger cabin.

Pollutant	Benzene	Toluene	Ethylbenzene	m,p-Xylene	Styrene	o-Xylene	1,2,4-Trimethylbenzene
luxury room	0.71	3.23	0.72	1.81	0.75	0.85	0.80
general room	0.67	3.66	0.75	1.54	0.85	0.71	0.62

각 객실에 대하여 3회에 걸쳐 측정된 포름알데하이드의 농도를 보면 일반실의 경우는 기기의 검출한계 이하의 농도로 나타났고, 특실은 총 3회 중 2회 측정에서는 각각 0.055, 0.035ppm로, 나머지 1회는 검출한계 이하였다. 이는 '다중이용시설 등의 실내공기질관리법'에 규정된  $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 모두 낮은 수준이었다.

Table 2. The concentrations(ppm) of formaldehyde in passenger cabin.

Measuring time	1	2	3
luxury room	0.055( $67.485\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0.035( $42.945\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0.01
general room	<0.01	<0.01	-

### 참 고 문 헌

- 환경부 (2003) 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법.
- 환경부 (2006) 대중교통수단 실내공기질 관리 가이드라인.