

KTX 객실의 CO₂ 농도와 승객 수 및 터널구간과의 상관관계

Correlation of CO₂ Concentration with Number of Passengers and Tunnel Regions in the KTX Cabin

권순박* 조영민** 박덕신*** 박은영****
Kwon, Soon-bark Cho, Young-min Park, Duck-shin Park, Eun-young

ABSTRACT

With increasing concerns of indoor air quality, CO₂ concentration in the public transportation, such as train, bus, and subway, draws big interests. The CO₂ concentration in the indoor air is regarded as index of ventilation status rather than that of adverse health effect.

In this study, we measured the time-series of CO₂ concentrations in the KTX cabin during the journey of Gyongbu-line (Seoul-Busan) and Honam-line (Seoul-Mokpo) with the number of passengers on board. At the same time, the concentration of particulate matter (PM), temperature, humidity and gaseous pollutants including HCHO and VOCs were monitored. It is found that the CO₂ concentration was correlated linearly with number of passengers and was highly correlated with tunnel regions where the ventilation unit (flap) was closed.

1. 서론

최근 대중교통수단 내의 실내공기질에 대한 관심이 증대되면서 열차, 버스 및 지하철 내에서 CO₂ 농도가 크게 주목받고 있다. 이는 CO₂ 농도 자체의 인체유해성에 대한 측면이기보다는, CO₂ 농도가 유용한 환기지표로 사용될 수 있기 때문이다. 즉, 객실 내의 CO₂ 농도 관측을 통해 환기에 의한 실내공기의 쾌적성을 살펴보는 지표로 사용할 수 있다는 것이다. 최근, 대중교통수단에서의 실내공기질에 대한 환경기준 설정과 관련하여 환경부에서 CO₂ 농도와 미세먼지를 규제하려 하고 있는 실정이다 (환경부, 2006).

본 연구에서는 현재 운행 중인 KTX 경부선 및 호남선 객실에서의 CO₂ 농도변화 추이를 측정하고, 이를 승객수와 터널 운행구간의 인자로 해석하였다. CO₂ 농도와 탑승 승객 수와의 상관관계 분석을 통해 CO₂ 농도와 승객 수 사이에 상관관계를 고찰하였다. 특히, 터널이 높은 비중을 차지하는 구간에서의 CO₂ 농도 증가와 터널 구간 및 위치의 영향을 파악하였다.

* 한국철도기술연구원 선임연구원, 정희원
** 한국철도기술연구원 선임연구원, 정희원
*** 한국철도기술연구원 선임연구원, 정희원
**** 한국철도기술연구원 연구원, 정희원

2. 연구방법

KTX 경부선(서울-부산)의 경우 2006년 7월 18일과 19일 그리고 호남선 (용산-목포)의 경우 7월 24일과 25일에 실내공기질을 측정하였다. 본 연구에서는 IAQ 모니터 (Wolfsence, model IQ410)를 이용하여 객실 내 공기질을 1분 간격으로 연속 측정하였으며, 그 중 CO₂농도의 1분 평균농도 측정결과를 이용하여 데이터를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 경부선과 호남선에서 측정된 승객수와 CO₂농도와의 상관관계를 나타내고 있다. 경부선에 비하여 호남선의 경우 약 30명 이하의 승객이 탑승하였으며, 경부선과 호남선 모두에서 CO₂ 농도와 높은 상관관계가 나타났다($R^2=0.807$).

Fig. 1. Correlation of CO₂ concentration with number of passengers in KTX lines.

한편, CO₂농도는 KTX 차량의 환기방식에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다. KTX의 터널 통과시 미기압과 등의 문제로 환기구인 플랩(flap)을 닫기 때문에 외부 신선공기의 유입이 차단된다. 이러한 영향을 분석하기 위하여, 현재 설치되어있는 경부선의 터널을 중심으로 터널지역에서의 CO₂농도 변화를 살펴보았다. 표 1은 각 터널 간 연결성에 따라 7개 임의적 그룹(T1-T7)으로 나누어 정리한 것이며, 그림 2에 요약되어 있다.

Table 1. Voluntary tunnel groups classified by the location on KTX Gyeongbu line.

구분	터널명	시점(km)	종점(km)	연장(km)
T1	광명터널~장상터널	14.742	28.110	13.368
T2	운주터널~상봉2터널	107.435	117.010	9.575
T3	비룡터널~문곡터널	128.990	135.350	6.360
T4	대전터널~대전역사터널	146.490	153.630	7.140
T5	화신1터널~황학터널	192.935	212.400	19.465
T6	옥산터널~북삼2터널	227.845	240.296	12.451
T7	대구터널	260.940	281.101	20.261

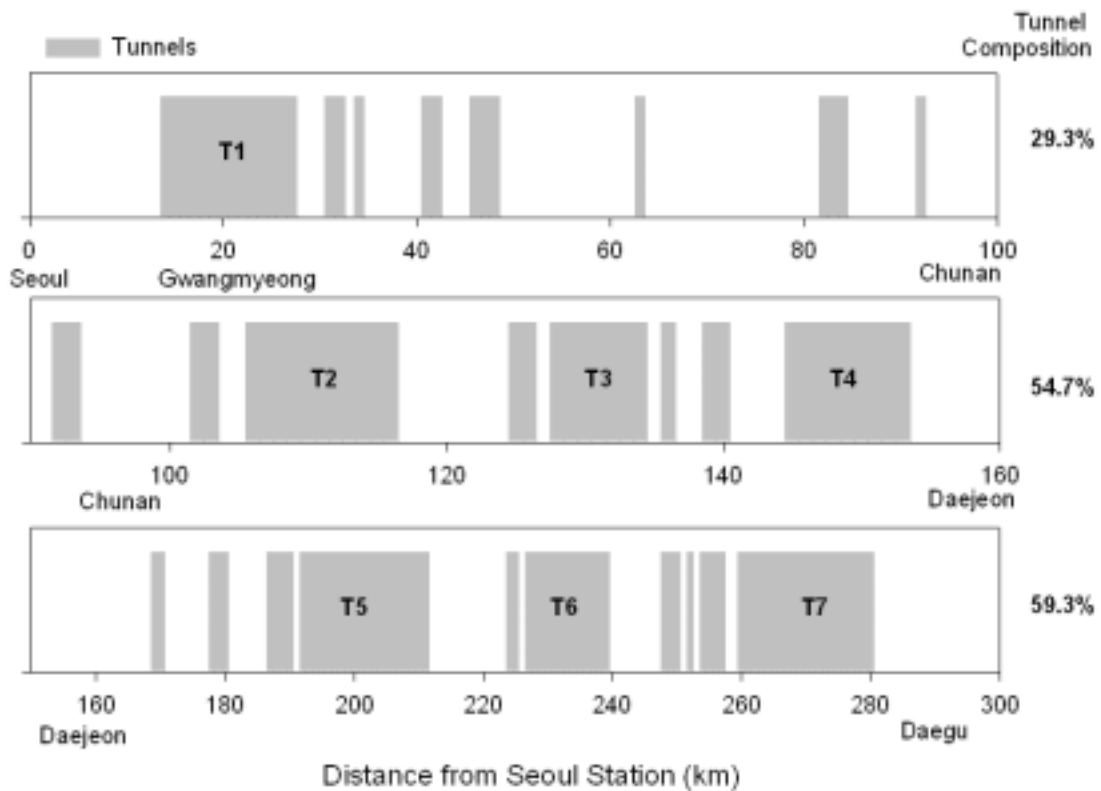


Fig. 2. Diagram of tunnels between Seoul and Daegu station with groups of tunnels marked with T1 through T7.

터널의 위치와 CO₂농도 변화추이의 관계를 종합하면, 그림 3과 같은 결과를 얻을 수 있다. 객실 내 CO₂농도가 최고치에 이르는 지점과 터널구간이 잘 일치하고 있다. 하행선의 경우, 총 연장 20km에 달하는 대구터널을 포함하는 T7구간에서 2500ppm에 이르는 최고 농도가 관측되었고, 상행선의 경우 총 연장 10km에 달하는 황학터널을 포함하는 T5구간에서 2500ppm 이상의 고농도가 관측되었다. 상하행선 모두 T2와 T4구간에서 2000ppm 이상의 CO₂ 농도치를 나타내었다. 하행선에서 CO₂ 농도는 T5<T6<T7 순으로 증가하고, 상행선의 경우 T7<T6<T5 순으로 농도가 점차 증가하는 것으로 측정되었는데, 이는 터널이 밀집되어 있는 대전과 동대구 구간의 경우 (터널비율 59.3%), 환기가 정상적으로 이루어지지 않아 CO₂의 농도가 축적되는 것으로 해석할 수 있다. CO₂농도가 2000ppm이상으로 나타나는 구간에서 평균 승객수는 56명 (정원 60명)이었다.

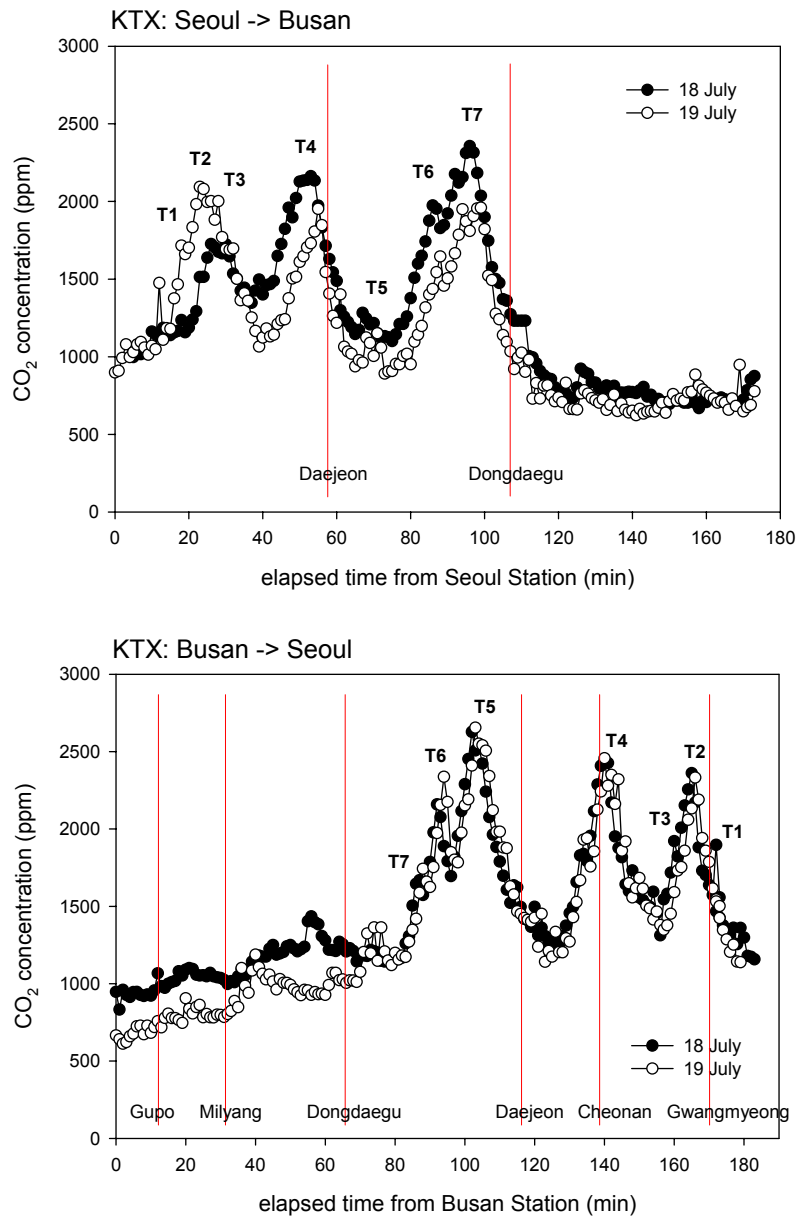


Fig. 3. Changes in CO₂ concentration with elapsed time in KTX with tunnel groups.

4. 결론

현재 운행 중인 KTX 경부선과 호남선의 객실 내 CO₂ 농도 측정 결과를 승객수와 터널구간 인자를 이용하여 분석하였다. CO₂ 농도는 객실 승객수가 증가하면서 선형적으로 증가($R^2=0.807$)하는 현상이 관측되었으며, 동시에 전반적인 객실 CO₂ 농도는 객차 환기구가 닫히게 되는 터널 운행구간에서 점차 증가하여 최대 농도가 2500ppm을 넘는 것으로 나타났다. 특히, 터널이 밀집되어 환기가 비정상적인 대전-동대구 구간에서 CO₂의 농도가 열차 운행시간에 따라 크게 증가하는 현상이 관측되었으며, 이에 대한 적절한 환기대책이 요구된다.

참고문헌

환경부 (2006) 대중교통수단 실내공기질 가이드라인(안).