

3C4) 지하역사내 실내공기질 예측을 위한 모델 개발

Model Development for IAQ in a Subway Station

송지한 · 이희관 · 김신도¹⁾ · 박성규²⁾

인천대학교 토목환경시스템공학과, ¹⁾서울시립대학교 환경공학과,

²⁾법양냉방공업(주) 공조기술연구소

1. 서론

높은 수송분담율을 담당하는 지하철이 운행하는 지하생활공간은 급증된 이용승객들의 체류시간 증가로 인하여 지하공간의 공기오염에 대한 사회적 관심이 높아짐에 따라 쾌적한 환경이 요구되고 있다. 지하철 시스템 내의 공기질은 크게 실내의 오염 발생원과 공기질 제어 수단인 환기에 의해 결정되어지고 있다. 이 중 환기에 대해서는 공기정화 장치의 도입과 환기필터의 고효율로 공기질 개선 등 개별적인 시도가 이루어지고 있으나, 이들을 포괄적으로 관리할 종합적인 공기질 개선책은 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 지하철 역사 내 공기질 인자들 중 정량화되지 않는 열차풍을 현장 측정하여 열차풍량을 산정하였으며, 열차풍량과 정량화된 인자를 적용한 새로운 모델을 개발 제시하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 정량화되지 않는 열차풍을 현장 측정하기 위하여 역사 및 측정 대표지점을 선정하였다. PM10과 CO₂의 계절적 변화를 파악하기 위하여 계절마다 10일씩 측정하였으며, 휴일보다는 평상시 생활패턴인 평일을 위주로 측정/분석하였다.

실내공간내의 공기질은 해당 공간내의 오염물질 발생과 그 공간내에 존재하는 공기의 유출입에 의한 오염물질의 이동을 고려함으로써 예측이 가능하다. 지하역사내 공간은 대합실과 승강장으로 구성되어 있으며, 계단 통로를 통하여 유출입되는 자연환기와 2개의 환기실을 통한 기계환기, 열차의 피스톤 작용으로 발생하는 열차풍량을 고려하여 모델을 개발하였다. 식(1), 식(3)은 각각 대합실과 승강장의 기체상 오염물질 수치를 나타것으로, 그림 1과 2에 공기 흐름을 나타낸 인자와 각 지점별 CO₂ 농도를 이용하였다. 대표지점에서 주 오염발생원인 열차의 운행횟수와 열차에 의한 CO₂발생계수, 승객승하차 인원 및 열차운행횟수를 고려하였다. 대합실과 승강장의 기체상 오염물질 수치식을 CO₂ 농도를 구하는 식으로 변환하면 식(2), 식(4)와 같다.

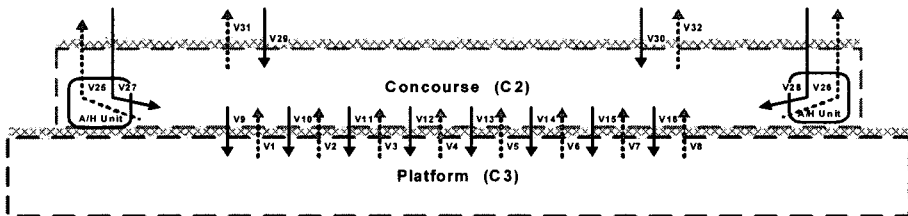


Fig. 1. Schematic diagram for the IAQ consideration in the subway concourse.

$$\begin{aligned}
 & \{((V_{29} + V_{30}) \times C_1) + ((V_{27} + V_{28}) \times C_1) + (V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8) \\
 & + (P_1 + P_2) \times K_1\} - \{C_{conc} \times (V_{31} + V_{25} + V_{26} + (V_9 + V_{10} + V_{11} + V_{12} + V_{13} + V_{14} \\
 & + V_{15} + V_{16}))\} = 0
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$C_{conc} = \frac{\{(V_{29} + V_{30}) \times C_1\} + \{(V_{27} + V_{28}) \times C_1\} + (V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8) + (P_1 + P_2) \times K_1}{(V_{31} + V_{25} + V_{26} + (V_9 + V_{10} + V_{11} + V_{12} + V_{13} + V_{14} + V_{15} + V_{16}))} \quad (2)$$

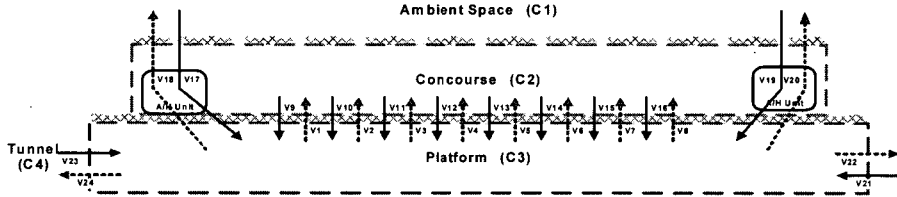


Fig. 2. Schematic diagram for the IAQ consideration in the subway platform.

$$\begin{aligned} & [((V_{17} + V_{19}) \times C_1 - L_1 \{(V_{21} - V_{24}) \times C_3 + (V_9 + V_{10} + V_{11} + V_{12} + V_{13} + V_{14} + V_{15} \\ & + V_{16}) \times C_2\} + L_2 \{(V_{21} - V_{22}) \times C_3\} + (P_1 \times K_1) + (T \times K_2))] \\ & - C_{plat} \left\{ \frac{(V_{18} + V_{20}) - (V_{17} + V_{19})}{(V_{18} \times V_{20})} \right\} = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

$$C_{plat} = \frac{[[(V_{17} + V_{19}) \times C_1 - L_1 \{(V_{21} - V_{24}) \times C_3 + (V_9 + V_{10} + V_{11} + V_{12} + V_{13} + V_{14} + V_{15} + V_{16}) \times C_2\} + L_2 \{(V_{21} - V_{22}) \times C_3\} + (P_1 \times K_1) + (T \times K_2)]]}{\left\{ \frac{(V_{18} + V_{20}) - (V_{17} + V_{19})}{(V_{18} \times V_{20})} \right\}} \quad (4)$$

3. 결과 및 고찰

지하철역사에서 측정된 자료를 가지고 개발한 모델식에 적용/검증을 검토해 본 결과 다음과 같은 결론을 도출 하였다.

본 연구에서 지하역사내의 공기질에 있어서는 지하철을 이용하는 승객과 운행열차가 각각 역사내 CO₂와 먼지의 주 오염원으로 작용하고 있으며, 공기질 측정결과에 의하면 출·퇴근시간대의 많은 이용승객 패턴이 뚜렷이 나타나고 있다.

본 연구에서 개발된 지하공기질 모델에 의한 CO₂ 예측결과에 의하면 전반적으로 실측치의 90~101% 수준으로 공기질을 예측하고 있음을 알 수 있었다. 대합실에서 측정된 CO₂ 농도와 지하공기질 모델에서 예측된 농도의 R²=0.96이며, 승강장에서는 R²=0.75 값을 나타내었다.

참고 문헌

- 이희관 (1993) 환기가 실내공기오염물질의 제거에 미치는 영향에 관한 연구, 서울시립대학교 석사학위 논문.
- 서울특별시 지하철공사 (2003) 지하공기오염 저감방안에 관한 연구.
- 송지한 (2004) 열차풍을 고려한 지하역사내 공기질 예측모델 개발에 관한 연구, 서울시립대학교 석사학위 논문.
- 김신도, 송지한, 이희관 (2004) Estimation of Train-Induced Wind Generated by Train Operation in Subway Tunnels; Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering. 16, 652-657.
- 송지한, 이희관, 김신도, 황의현 (2004) Model Development for IAQ in a Subway Station, Air & Waste Management Association, Baper 574.