

## PA65) 도시철도 터널의 열차풍에 의한 터널 환기 영향 특성 분석

### Effect of Train-induced Wind on Tunnel Ventilation in a Subway Tunnel

한방우 · 김용민<sup>1)</sup> · 김종률<sup>1)</sup> · 홍정희<sup>2)</sup> · 김형욱<sup>2)</sup> · 김학준 · 정상현 · 김용진  
 한국기계연구원, <sup>1)</sup>(주)에프티이엔이, <sup>2)</sup>KC코트렐(주)

#### 1. 서 론

지하철이 대중교통에서 차지하는 비율이 점차적으로 증가하면서 지하철을 이용하는 시민들이 오염 환경에 노출되는 확률이 점점 증가하고 있어 지하철 공기질 관리를 위한 차량, 역사 및 터널의 공기정화 기술에 관심이 높아지고 있다. 터널 내부의 오염물질을 저감시키기 위해서는 처리용량이 높은 고성능의 집진설비를 설치하는 것도 중요하지만 기존의 자연환기 및 강제환기의 환기시스템의 제어 기술을 확보함으로써 환기량을 향상시키는 것도 매우 중요하다(송동근 등, 2009). 본 연구는 열차풍과 에어커튼을 활용한 공간분리의 능동형 환기 제어 방법 등의 터널 환기구로의 환기량을 증진시키기 위한 환기 제어 기술을 개발하기 위해 기존 환기 시스템과 열차의 피스톤 효과에 의한 환기량을 파악하는데 있다.

#### 2. 연구 방법

터널 환기량 측정은 2010년 1월 21일 오후 시간에 그림 1과 같이 미아삼거리역과 길음역 사이의 길음역에서 약 400 m 떨어진 곳에 위치한 환기구에서 이루어졌다. 이와 동시에 미아삼거리역과 길음역 사이의 터널 내부에서 열차풍을 측정하였고, 이를 통하여 열차의 주행 시간에 따른 환기량 변화를 파악하고자 하였다. 배기구의 전체 크기는 2 m×20 m이었고, 배기구의 3/10에 해당하는 영역인 2 m×6 m의 면적에 종이박스과 면테이프를 이용하여 상층부에 사각 덕트를 구성하였다. 사각덕트를 구성한 배기구 2 m×6 m 상단으로 각 2 m×2 m 크기의 공간을 구획하고 그 정사각형의 중심 위로 약 15 cm 높이에 3개의 속도프로브를 설치하였다. 환기량 측정 속도 계측기는 TESTO 445 2대와 TESTO 454 1대를 사용하였다. 환기구의 속도는 세 대의 프로브 속도의 평균값을 사용하였고, 풍량은 측정된 속도값에 배기구 면적인 40 m<sup>2</sup>을 곱한 값으로 추정하였다.

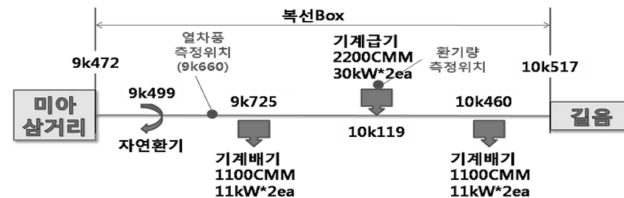


Fig. 1. Measurement sites of train wind velocity and ventilation air flow rate.

#### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 오후 5시부터 오후 5시 30분까지의 환기구에서 발생하는 유동의 유속 및 온도변화를 보여주고 있다. 0 m/s에서 최고 속도가 2 m/s에서 4 m/s까지 시간에 따른 유속 변화가 현저하게 나타났고 온도 또한 주위온도인 -2°C에서 0°C 또는 2~3°C까지 증가하는 경향을 나타냈다. 배인 또는 열선 방식의 속도프로브는 방향 신호가 없기 때문에 속도 데이터로부터 급기인지 배기인지 알 수가 없었으나 온도 변화로부터 급기와 배기를 구분할 수 있었다. 즉, 속도가 증가할 때 온도가 상승하는 구간은 지하의 따뜻한 공기가 밖으로 배출되어 온도를 상승시켰으므로 배기 속도를 의미하고 속도가 증가할 때 온도 상승이 없는 경우에는 급기 속도를 의미하였다.

그림 3은 측정된 환기구 유속에 환기구 단면적을 곱하여 구한 유량을 나타내고 있다. 유량은 적게는 2,000 m<sup>3</sup>/min에서 많게는 5,000 m<sup>3</sup>/min까지 다양한 유량 변화를 나타내고 있었다. 또한 그림 3에는 동일 날 터널 내부에서 측정된 열차풍 변화값을 같이 표시하였다. 그림 3에 표시된 빨간색 실선은 미아삼거리역에서 길음역으로 진행하는 열차의 주열차풍에 의한 환기구에서의 영향을 살펴보기 위한 선이고, 초록색 점선 박스는 열차풍을 측정된 위치(9k660)와 강제배기구 위치(10k119)의 거리 차를 고려하여 부열차풍의 영향을 살펴보기 위해 부열차풍 속도 신호의 46초 이전의 시간을 박스표시로 나타낸 것이다. 모든 주열차풍 최대속도 근처에서 2,500 m<sup>3</sup>/min에서 3,000 m<sup>3</sup>/min 정도의 배기 유량이 나타나는 것을 알 수 있고 약 30초 뒤에 열차가 지나간 뒤 주열차풍 속도가 떨어질 때 터널 내부에 음압이 형성되어 2,000 m<sup>3</sup>/min에서 3,500 m<sup>3</sup>/min까지 급기 유량이 발생하는 것을 알 수 있다. 한편 부열차풍 속도 신호의 약 46초 이전의 시간에는 약 4,000 m<sup>3</sup>/min에서 4,500 m<sup>3</sup>/min 크기의 배기 유량이 나타났고 역시 30초 정도 이후에 약 3,000 m<sup>3</sup>/min에서 4,000 m<sup>3</sup>/min까지의 급기 유량이 형성되었다. 본 실험은 강제 급기구에서 진행되었으나 대부분의 배기 및 급기 유량 신호가 주열차풍과 부열차풍의 진행 시간과 거의 일치하므로 대부분의 배기, 급기 유량은 열차풍에 의한 자연환기인 것으로 판단된다. 열차풍에 의한 자연 환기에 의해서도 2,000 m<sup>3</sup>/min에서 많게는 5,000 m<sup>3</sup>/min까지 다양한 급기 및 배기 유량이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

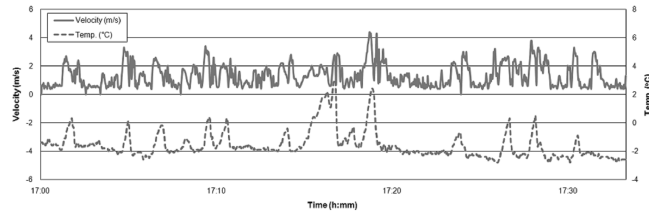


Fig. 2. Changes of air velocity and temperature at an air ventilation shaft.

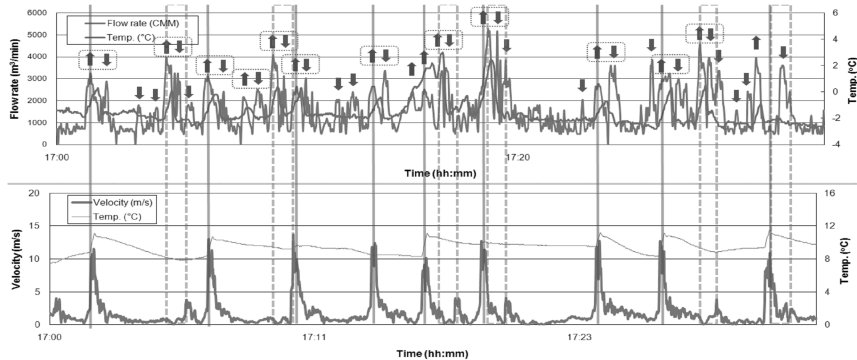


Fig. 3. Air flow rate at an air ventilation shaft and comparison with train-induced wind velocity.

## 사 사

본 연구는 국토해양부 미래도시철도기술개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다(09 미래도시철도 A-01).

## 참 고 문 헌

송동근 등 (2009) 에어커튼 분사 각도에 따른 지하 터널 내 열차풍 환기 제어 특성, 한국대기환경학회 2009년도 추계학술대회 논문집, 566-567.