

3C4) 스크린도어(PSD)가 설치된 도심 지하철 역사에서 형성되는 열차풍의 기류특성에 관한 연구

A Study on the Characteristic of Airflow Formed by Subway in the Tunnel with Platform Screen Door

이경빈 · 김신도 · 이임학 · 황의현¹⁾ · 신창현²⁾ · 황선호²⁾

서울시립대학교 환경공학과, ¹⁾경북도립대학 토목과, ²⁾서울메트로 기술연구소

1. 서 론

지하철은 대도시 교통을 대표하는 운송 및 여객 수단으로 이용의 편리성과 이동시간을 절약할 수 있다는 점에서 수요가 급증하고 있다. 이에 따라, 지하철 터널내 공기질 개선을 위한 노력은 지속적으로 이루어지고 있으나, 국부적인 부분에 대응할 뿐 포괄적으로 종합적인 공기질 개선책으로는 미흡한 실정이다. 또한 많은 연구를 통하여 공기질에 영향을 주는 여러 인자들이 밝혀지고 있으나, 열차 운행시 발생하는 피스톤 효과(piston effect)로 열차가 진행하는 방향으로 형성하는 열차풍에 대한 인자는 정량화가 되어 있지 않다. 스크린도어(Platform Screen Door, PSD) 설치 후, 열차풍에 의한 실내공기질이 승강장에 미치는 영향은 줄어들었으나, 지하철 내부에는 그 영향이 더 클 것으로 예상된다. 이에 본 연구에서는 터널 및 플랫폼을 통과하는 지하철 차량에 의해 야기되는 3차원 유동장을 실측하여 전산유체역학에 의해 수치 해석한 것과 함께 비교 검토하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 열차의 운행에 따라 발생하는 열차풍을 정량화하기 위하여 상대식 승강장인 A역사 터널에 대하여 현장측정을 실시하였다. 그림 1은 풍속 센서를 이용하여 열차풍을 측정하는 모습을 그림으로 표현한 것이다. 그림 속의 ①은 전면 역방향에서 지하철이 들어올 때, ②는 전면 역방향에서 지하철이 나갈 때, ③은 전면 정방향에서 지하철이 들어올 때, ④는 전면 정방향에서 지하철이 나갈 때, ⑤는 후면 정방향에서 지하철이 나갈 때, ⑥은 후면 역방향에서 지하철이 들어올 때, ⑦은 후면 역방향에서 지하철이 들어올 때, ⑧은 후면 역방향에서 지하철이 나갈 때를 나타낸 것이다. ④는 전면 정방향에서 지하철이 빠져나갈 때이고, ⑥은 후면 정방향에서 지하철이 들어올 때이므로 측정기가 쓰러진 상태여서 측정이 되지 않았다. 또한, 역사를 중심으로 왼쪽으로 형성되는 바람은 양(+)으로, 오른쪽으로 형성되는 바람은 음(-)으로 표현하였다. 이러한 상황에서 9개의 풍속 센서를 이용하여 지하철의 전면에서 열차가 들어올 때 발생하는 열차풍과 열차가 빠져나갈 때 후면에서 발생하는 풍속을 동시에 측정하였다.

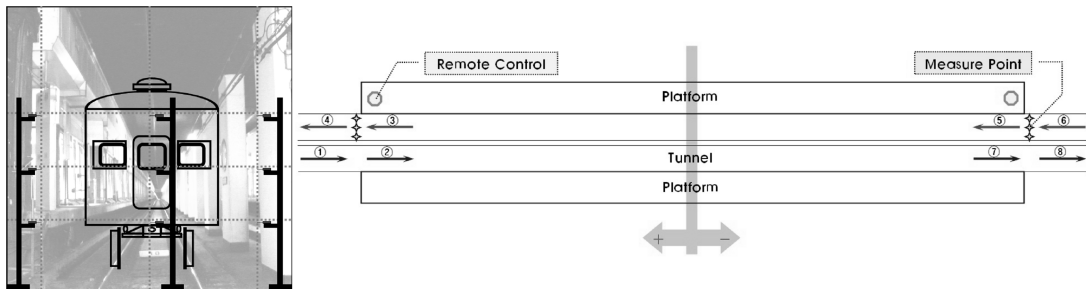


Fig. 1. The schematic diagram of measurement.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 풍속 센서 9개의 측정값을 평균낸 그래프를 표현한 것이다. 그래프를 보면, 8개의 그래프 중 측정이 된 것은 6개로, 그래프(1)은 그림 1의 ①, 그래프(2)는 ②, 그래프(3)은 ③, 측정이 되지 않은 그래프(4), (6)은 ④, ⑥, 그래프(5)는 ⑤, 그래프(7)은 ⑦, 그래프(8)은 ⑧의 상황에서 측정된 것이다. 그래프의 모양이 대체적으로 둥그스름하지 않고 뾰족한 모양을 나타내었다. 예전에는 승강장으로 빠져나가는 바람이 있었는데, 스크린도어가 설치되면서 승강장 쪽으로 바람이 빠져나가지 않고 터널을 통하여 움직이기 때문에 유체의 흐름이 상당히 안정된 것으로 사료된다.

결과를 보면 예상과 달리 세 번째 산(③)의 측정값이 작게 나왔는데, 앞에 측정기가 설치되어 있음으로 인한 기관사들의 불안감에 의하여 승강장 진입시 평소보다 낮은 속도로 지하철을 운행하였기 때문으로 생각된다. 이러한 점을 제외한다면, 전면 정방향에서의 측정값은 2~2.5배 정도 높을 것이라고 본다.

그림 3은 풍속에 터널면적을 곱하여 초당 밀려들어오고 나가는 유량을 그래프로 표현한 것이다. 음(-)의 유량이 나온 것은 실제 값이 아니라 역사를 중심으로 왼쪽으로 형성되는 바람은 양(+)으로, 오른쪽으로 형성되는 바람은 음(-)으로 표현한 것이다.

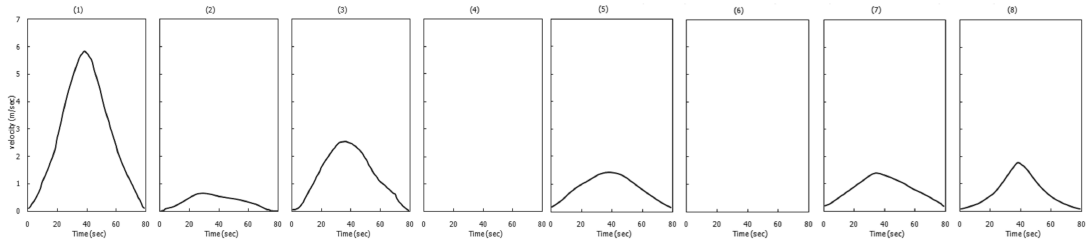


Fig. 2. Average the result of measurement with sensor1 to 9(Velocity, m/sec).

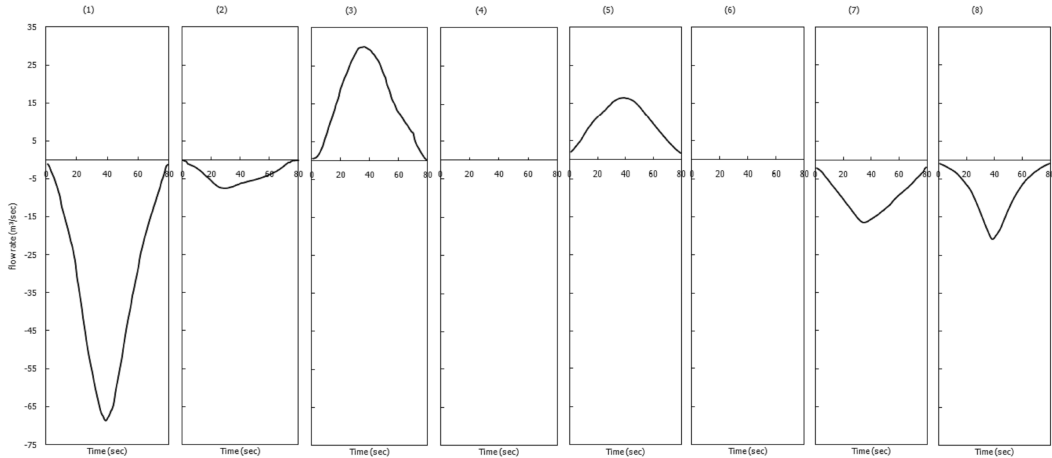


Fig. 3. The result of flow rate(m³/sec).

4. 결론

스크린도어가 설치된 역사의 터널에서 측정된 열차풍의 형상을 2차원으로 확인하였다. 터널 통과시 피스톤효과에 의하여 전면부에서는 양압에 의한 열차풍이 형성되고, 후면부에서는 지하철의 이동에 의한 부압에 따른 열차풍이 형성됨을 확인하였다. 3차원으로 해석해봄으로써 지하 터널내 오염물질 거동의 파악이 가능할 것으로 사료된다. 이와 함께 지하 터널의 실내공기질 관리방안도 마련해야 할 것이다.

사 사

본 연구는 국토해양부 미래도시철도기술 개발사업의 연구비지원(과제번호: 09 미래도시철도 A-01)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

서울 지하철 3·4호선 건설지(상) (1987) 서울특별시 지하철공사.

장동식 (2001) 지하철 차량 운전시 터널 및 플랫폼의 유동장 및 압력분포 추정, 한국풍공학회지.