

1B4) 본선터널에서 지하철이 출발시·도착시 운전모드에 따른 오염물질 확산에 관한 연구

A Study about the Air Dispersion Inside Subway Tunnel during Arrival and Departure of Train

송지한·이희관
 인천대학교 도시환경공학부

1. 서론

국내는 지속적인 산업화와 도시화를 통하여 수도권의 인구집중과 밀폐성·기밀성을 갖춘 건축물과 지하공간이 증가하고 있는 실정이다. 고밀도화된 지하공간 중 시민들의 대중교통을 담당하고 있는 지하철의 이용률은 점차 증가되고 있다. 스크린 도어로 공간분리된 지하역사내 공기질은 20%~30% 개선된 반면, 미세먼지 오염원이 존재하는 본선터널의 환경은 열차풍과 동반한 축적된 오염물질이 다른 공간으로 이동하여 심각한 상황을 초래하고 있다. 본 연구에서는 범용 CFD 프로그램을 이용하여, 본선터널구간에서 지하철이 출발시·도착시 운전모드에 따른 기류 해석 및 오염물질 확산을 통하여 공간별 평가 및 분석하였다.

2. 연구 방법 및 결과

본 연구는 상용 CFD코드인 CFX(V.11, Ansys Inc.)를 이용하였으며, Moving mesh 기능을 응용한 지하철이 출발시·도착시 운전모드에 따른 발생 기류 해석 및 오염물질 확산을 통한 공간별 평가 및 분석하기 위하여, 기류변화와 압력분포·Particle tracking 자료를 도출하여 해석하였다. 터널 디자인은 현장에서 적용되고 있는 설계 조건인 L: 1,705 m, H: 4.85 m, W: 4.7 m이며, 운행되는 지하철은 L: 200 m, H: 4.25 m, W: 3.2 m로 설정하였다. 현재 지하철에 적용되고 있는 운전모드는 그림 1에 나타난 바와 같다.

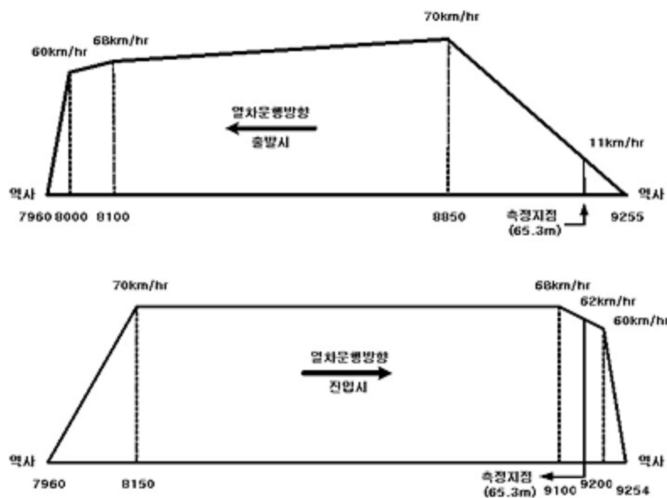


Fig. 1. 운전지침서상의 열차의 운전모드.

수치해석시물레이션 수행에 앞서 실제 열차 운전모드에 따라 발생하는 열차풍을 moving mesh를 이

용하여 모델링에서 표현하였다. 본선터널 출·입구와 자연환기구에서 발생하는 풍량은 지하철 운행시 발생하는 열차풍 속도와 공간별 면적을 곱하여 산정하였다.

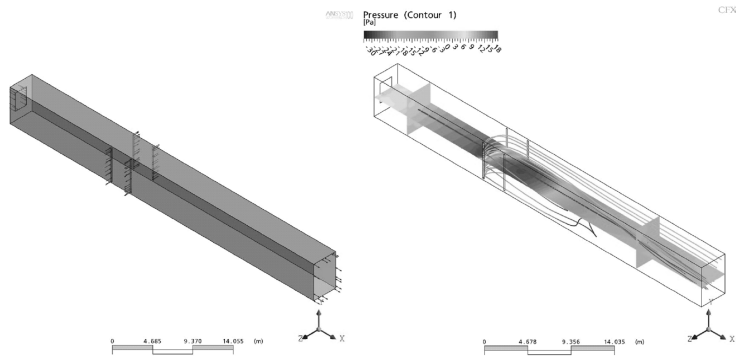


Fig. 2. Modeling geometry and produced streamline in the tunnel air flow.

위의 시뮬레이션 결과를 바탕으로 지하철이 출발시와 도착시 운전모드에 적용된 Moving mesh와 Particle tracking 옵션을 적용하여, 기류 확산 및 오염물질 확산 결과를 산출 할 수 있다. 수치해석시뮬레이션을 통하여 지하철 운전모드에 따라 발생하는 열차풍을 3D로 표현하여, 본선터널 및 자연환기구에서 열차운행시 발생하는 열차풍의 기류변화와 레일마모로 발생하는 오염물질이 다른 공간으로 확산하는 것을 단위면적당 오염물질량을 평가 및 분석하였다.

3. 결 론

본 연구에서는 순수터널과 자연환기구가 존재하는 터널에서 지하철이 출발시와 도착시 운전모드별로 발생하는 열차풍을 3D로 표현하였다. 그리고 3D로 표현된 본선터널 및 자연환기구내의 기류변화와 오염물질 확산 경로를 파악하였으며, 이를 단위면적당 풍속과 면적을 곱하여 공간별로 풍량과 오염물질 양을 평가 및 분석하였다.

참 고 문 헌

- Cui, J. and S. Wang (2004) Application of CFD in evaluation and energy-efficient design of air curtains for horizontal refrigerated display cases; *International Journal of Thermal Sciences*, 43, 993-1002.
- Foster, A.M., M.J. Swain, R. Barrett, P. D'Agaro, and S.J. James (2006) Effectiveness and optimum jet velocity for a plane jet air curtain used to restrict cold room infiltration; *International Journal of Thermal Sciences*, 29, 692-699.
- Foster, A.M., M.J. Swain, R. Barrett, P. D'Agaro, S.J. James, and L.P. Ketteringham (2007) Three-dimensional effects of an air curtain used to restrict cold room infiltration; *Applied Mathematical Modelling*, 31, 1109-1123.
- Song, J.H., S.D. Kim, and Lee H.K. (2004) Estimation of Train-Induced Wind Generated by Train Operation in Subway Tunnels *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, 16, 652-657.