

열차운행속도의 변화에 따른 지하철 터널내 비정상 유동장 분석

김 정 업

한국건설기술연구원 화재 및 설비연구부

Analysis of Unsteady Tunnel Flow in Subway for Various Train Speed

Jung-Yup Kim

Fire & Engineering Services Research Dept., Korea Institute of Construction Technology, Koyang, 411-712, Korea

요 약

본 연구에서는 지하철 터널에서 열차의 운행속도 변경에 따른 비정상 유동장의 특성을 분석하기 위하여 열차이동 수치기법으로 고정격자기법 중 SIM 기법을 적용한 3차원 비정상 비압축성 수치해석을 수행하였다. 열차의 운행속도에 따른 해석결과를 비교·검토하여 열차의 운행속도에 따른 터널내 유동장 특성 및 열차 전단부, 후단부에서의 압력특성을 고찰하였다. 해석대상이 되는 축소모형은 실제 터널에 대하여 1/20 scale의 축척을 가진다. 축소모델의 총길이는 39m이고 열차의 운행거리는 33m이며 터널과 열차의 Blockage Ratio는 0.67이다. 3가지 경우의 열차운행조건에 대하여 터널내 유동장 특징을 분석하였으며, 구체적으로는 열차가 출발한 후의 가속도와 정차를 위한 감속도를 동일하게 설정하였고 열차의 최고속도를 각각 3m/s, 4m/s 및 5m/s로 주었다.

아래 그림은 열차의 각 운행조건에 대하여 열차가 운행하면서 열차선두부와 열차후단부에서 생성되는 압력값을 도시한 것이다. 여기서 X축은 터널 종방향 길이이다. 열차선두부에 형성되는 압력은 열차의 가속운전시 증가하다가 등속운전으로 변환되면서 급격히 감소하는 경향을 보이고 있다. 한편 열차선두부에 생성되는 압력의 증가율을 살펴보면 열차가 출발할 때에는 압력의 증가율이 매우 크며 열차가 진행함에 따라 증가율이 차차 감소함을 알 수 있다. 그리고 어느 시점에 도달하면 열차가 가속구간에 있더라도 열차선두부의 압력이 더 이상 증가하지 않는다. 열차선두부에서의 압력은 등속운전시 계속 감소하다가 열차가 감속운전을 시작하면서 감소율이 약간 커지는 것을 알 수 있다.

그림에서와 같이 열차가 가속운전을 하는 동안 열차후단부에서의 압력은 계속 하강하며 열차가 등속운전으로 변환하면서 하강추세가 멈춘다. 그리고 열차가 감속운전으로 변환하면서 열차후단부의 압력은 상승하기 시작하여 열차가 정차하기 전까지 계속 상승하다가 열차가 정차하면서 대기압으로 돌아오는 것을 알 수 있다.

