

# 고속열차 선로변 및 터널내 압력변화 특성 평가

## Assessment of pressure variation on open track and in a tunnel by a high speed train

이경원\*<sup>†</sup>, 이성기\*, 홍석우\*\*, 손병구\*\*\*

Kyungwon Lee\*<sup>†</sup>, Seonggi Lee\*, Seokwoo Hong\*\*, Byounggu Son\*\*\*

**Abstract** The pressure variation by a moving train induces load on the infrastructure and on workers along the tracks or people on the platforms. To limit this load, the High Speed Rolling Stock (HS RST) TSI (4.2.6.2) specifies test methods for new train designs, and fixes the range of pressure variation in the open air and tunnel. The pressure variations caused by the EMU-250 high-speed train running on open trackside and in a tunnel were measured in accordance with European Norm 14067-4 and 14067-5, and are validated against the numerical simulation. The measure values are comfortably within the requirements and are well captured by the simulation models.

**주요어** : EMU high-speed train, Pressure variation, Measurement, CFD, Tunnel

### 1. 서론

고속열차 통과시 선로변 주변 및 터널내에서 압력변동 현상으로 인해 주위 작업자 및 구조물에 영향을 미치게 된다. 유럽규격에서는 새로운 차량 개발과정에서 선로변 주변 및 터널내에서 발생하는 압력변화 범위를 제한하고, 검토대상으로 규정하고 있다.

본 논문에서는 EMU-250 동력 분산식 고속열차의 압력변화 특성을 선로변 주위 및 터널내에서 측정 및 해석을 통해 평가하고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1 선로변 압력변화 특성

선로중심에서 수평으로 2.5m, 레일상면에서 수직으로 1.5m~3.0m에 Fig. 1과 같이 압력센서를 설치하였다.

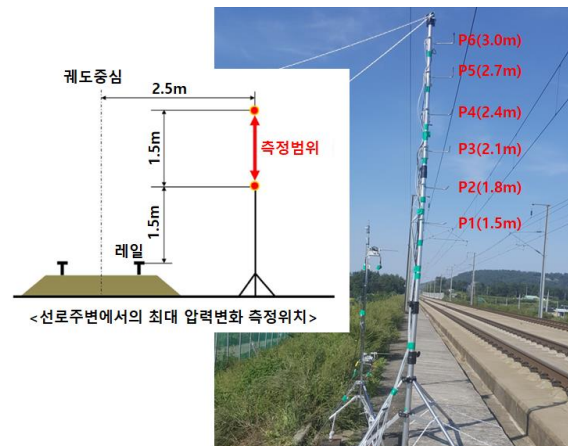


Fig. 1 Measurement locations on open track

6량 1편성으로 구성된 EMU-250 열차가 최고운행속도(260km/h)로 통과시 압력변화 값을 Fig.2에 나타내었다. 차량 전두부 통과시 최대압력변화(peak-to-peak)가 발생하며, 모든 측정지점에서 유럽규격 EN 14067-4[2]에서 제한하고 있는 압력변화 범위 800Pa 이내의 값을 나타내었다.

STAR-CCM+(2019.3) 상용 프로그램을 이용하여 RANS 난류모델 기반의 3차원 CFD

<sup>†</sup> 교신저자:현대로템(주) 시스템엔지니어링팀  
(kw.lee@hyundai-rotem.ac.kr)

\* 현대로템(주) 시스템엔지니어링팀

\*\* (주)에프엔에스이엔지, \*\*\* (주)비피지능력학

(Computational Fluid Dynamics) 해석을 수행하여 측정결과와 비교하였다. 해석결과는 열차 전체 통과시간 동안 압력변화 특성을 잘 예측하고 있음을 확인할 수 있다.

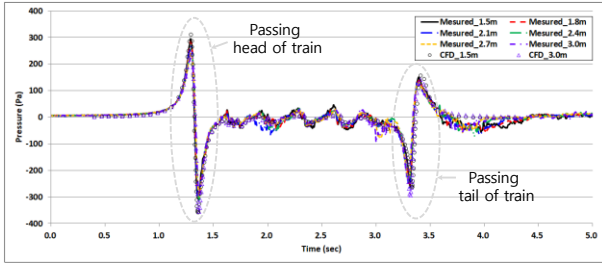


Fig. 2 Pressure variation due to a train passing on open track

### 2.2 터널내 압력변화 특성

EMU-250 열차가 터널 진출입시 압력변화 특성 평가를 위해 호남고속선 모암터널(터널 길이 2,625m, 단면적 96.7m<sup>2</sup>)에서 측정을 수행하였으며, 압력센서는 Fig. 3과 같이 차량의 부, 터널내에 각각 설치하였다

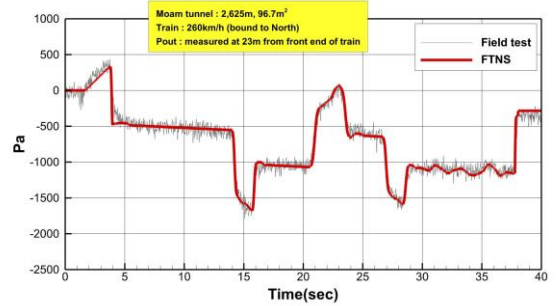


(a) On car exterior (b) In tunnel

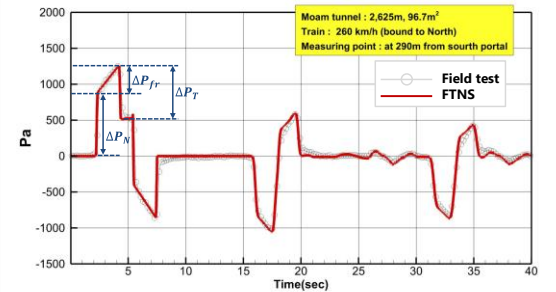
Fig. 3 Measurement locations in tunnel

6량 1편성 EMU-250 열차가 최고운행속도 (260km/h)로 터널 진출입시 차량외부 및 터널내에서 압력변화 값을 Fig. 4에 나타냈으며, TSI[1]( $\Delta P_N \leq 1,600\text{Pa}$ ,  $\Delta P_N + \Delta P_{fr} \leq 3,000\text{Pa}$ ,  $\Delta P_N + \Delta P_{fr} + \Delta P_T \leq 4,100\text{Pa}$ ), UIC 779-11[4](peak-to-peak  $\leq 10\text{kPa}$ )에서 제한하고 있는 터널내에서 압력변화 범위를 만족하는 것을 확인할 수 있다.

압축성 공기역학 기반의 유체 네트워크 시스템 solver로 개발된 FTNS V9.4 를 활용하여 1차원 압력과 해석을 수행하여 측정치와 비교하였으며, 터널내에서 열차 진출입시 발생하는 압축과/팽창과, 차량의 피스톤 효과에 따른 압력 중첩 등 복잡한 압력변동 현상을 잘 예측하고 있음을 확인할 수 있다.



(a) Pressure variation on train



(b) Pressure variation in tunnel

Fig. 4 Pressure variation due to a train passing through a tunnel

## 3. 결론

본 연구에서는 EMU-250 고속열차의 선로변 및 터널내에서 압력변화 특성을 유럽규격 기준으로 측정/해석을 통해 평가하였으며, 해당 요구조건을 만족함을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 적용한 해석기법은 측정결과를 잘 예측하고 있으며, 향후 고속열차 개발과정에서 압력변화 현상을 설계단계에서 사전 예측할 수 있는 중요한 수단이 마련되었다고 할 수 있다.

### 참고문헌

- [1] TSI RST LOC&PAS, 2014. Technical Specifications for Interoperability
- [2] BS EN 14067-4:2013 Railway applications- Aerodynamics Part 4
- [3] BS EN 14067-5:2006 Railway applications- Aerodynamics Part 5
- [4] UIC 779-11(2005) Determination of railway tunnel cross-sectional areas on the basis of aerodynamic consideration