

터널 구조에 따른 KTX 고속차량 차내 소음 특성

이찬우*(한국철도기술연구원), 김재철(한국철도기술연구원)

Characteristics of Interior Noise of KTX High Speed Vehicle in Tunnel Structure

C. W. Lee(Korea Railroad Research Institute), J. C. Kim(Korea Railroad Research Institute)

ABSTRACT

High-speed trains with maximum speed of 300km/h, named KTX, have started revenue services since April 2004. Because of the geographical features of Korea a large portion of the 'Kyung-Bu' line is comprised of tunnels, which may cause excessive noise in a vehicle. The KTX interior noise follows in tunnel structure and the place where the quality appears different, the quality against hereupon from the commerce vehicle from the research which it sees it executes and comparison to analyze.

Key Words : KTX (Korea Train Express), Interior Noise (차내 소음), Tunnel Structure (터널구조), Revenue Service (상업운행), SAT (Site Acceptance Test)

1. 서론

2004년 4월 1일 상업 운행에 들어간 KTX 고속차량의 터널 통과 시 차내 소음은 터널 구조에 따라 동일 속도로 주행 시 다른 특성을 나타내고 있다. 본 연구에서는 경부고속철도 고속신선 구간에서의 터널 구조에 따른 KTX 고속차량 차내 소음 특성을 상업 운행 조건에서 비교 분석하였다. 경부고속철도 노선의 터널 궤도 구조는 대부분 자갈도상 궤도(ballasted track)로 이루어져 있지만, 고속열차의 고속주행에 따른 자갈 마모 등 궤도 파괴가 가속화 되는 것을 줄이고 궤도 유지보수성을 좋게 하기 위하여 장대 터널에서는 무도상궤도와 동일한 의미가 되는 “콘크리트 슬라브 궤도”를 적용하고 있다. 경부 고속철도 1단계 구간인 서울 - 동대구 구간에서는 장상-일직터널, 화신5터널 및 황학터널이 슬라브 궤도 터널로 되어있다.

본 연구에서는 KTX 고속차량이 자갈도상 궤도 터널 통과 시 차내 소음과 슬라브 궤도 도상 터널 통

과 시 차내 소음을 상업 운행 차량에서 측정하여 이에 대한 특성을 비교 분석하였다.

2. KTX 고속차량 터널 통과 시 차내 소음 특성시험 및 분석

2.1 측정 기준 및 방법

터널 주행 시 KTX 차량의 차내 소음을 파악하기 위해서 현재 상업운행 중인 차량에서 소음을 측정하였다. KTX 고속차량 차내 소음 측정 기준은 계약 문서 「KHRC-94-01-FP」에서 제시하고 있는 SAT(Site Acceptance Test) 기준을 가지고 실시하였다. 측정 장비는 IEC 651에서 제시하고 있는 기준을 만족하고 있는 장비를 활용하여 측정하였다. 측정 방법은 터널조건별, 편성차호별, 차량위치별, 제작사별(프랑스 알스톰사 제작차량, 국내 로템사 제작차량)에 따라 실내소음을 측정하기 위해서 편성차량을 프랑스 알스톰사 제작차량 2편성과 국내 로템사 제작차량 7편성을 선택하였으며, 측정위치

는 1호차, 2호차, 9호차, 17호차의 차량중앙에서 실내소음을 측정하였다. KTX 실내소음 측정 편성차호는 총 46편성 가운데 국외 제작분 2편성, 국내 제작분 7편성 총 9편성을 가지고 실시하였다. 표 1은 KTX 고속차량 터널 통과 시 차내 소음 측정 차량 편성번호이다.

Table 1 KTX 차내 소음 측정 차량 편성번호

차량 제작사	편성 차호	합계
로템	4호, 12호	2편성
알스톰	17호, 18호, 21호 24호, 36호, 37호, 45호	7편성

측정구간은 경부고속철도 서울역~동대구역 구간에서 300km/h 속도로 통과하는 터널 가운데 콘크리트 궤도로 구성된 황학터널과 화신5터널, 자갈궤도로 구성된 서봉1터널, 운주터널, 비룡터널, 영동터널 및 옥산터널에서 실내소음을 측정하였다. KTX 고속차량은 1편성 20량 고정 편성이므로 모든 차량을 동시에 측정하기에는 많은 장비와 인력 시간이 소요되므로 본 연구에서는 KTX 각 편성 차호별 1호차, 2호차, 9호차 및 17호차 중앙에서 차내 소음을 측정하였다.

2.2 터널 구조별 차내 소음 측정 결과

Fig. 1 ~ Fig. 4는 터널 구조별 대표적인 터널인 슬라브 궤도터널인 황학터널 및 자갈도상궤도터널인 영동터널에서의 KTX차량에 대한 실내소음 측정결과로서 차량위치(1호차, 2호차, 9호차, 17호차)에 따른 터널구간 및 개활지의 결과를 나타내고 있다.

본 시험은 상업 운전 중에 있는 KTX 고속차량 실내에서 소음을 측정하였기 때문에 차량 실내의 주위환경과 간소음계에 의해서 측정오차가 발생할 수 있다. 이러한 영향과 차량의 속도에 의해서 전체적으로 측정결과가 일정하지 않다. 그러나 이러한 영향을 고려하여도 자갈궤도 터널보다 슬라브 궤도 터널인 황학터널에서 평균적으로 높은 소음레벨을 나타내고 있다. 실내소음의 결과에서는 차량의 속도에 의한 소음레벨의 변화를 파악할 수 없기

때문에 여기서는 차량의 속도에 대해서 슬라브 궤도 터널인 황학터널과 자갈 도상궤도 터널인 영동터널을 비교하였다.

Fig. 5 및 Fig. 6은 터널 궤도 조건에 따른 주행 속도에 대한 슬라브 궤도 터널(황학터널, 화신5터널)과 자갈도상 궤도 터널(영동, 서봉1, 운주, 비룡, 옥산)의 실내소음 측정결과에 대한 비교이다. Fig. 5 및 Fig. 6에서 보는 바와 같이 동일한 속도에서 자갈도상 궤도 터널에 비해서 슬라브 궤도 터널 주행 시 차량의 실내소음 레벨이 약5-6dB(A) 정도 높은 것으로 나타났다.

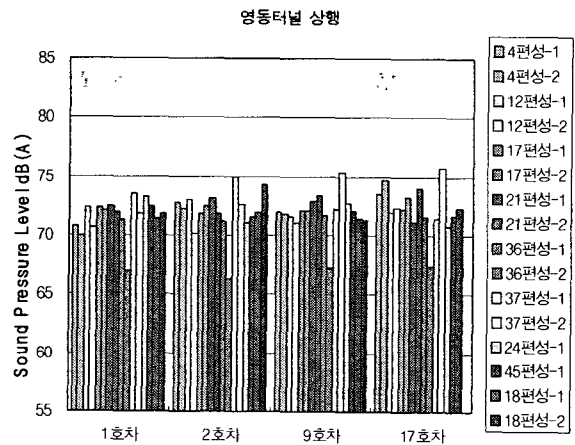


Fig. 1 Interior Noise of the KTX Train from Youngdong tunnel : up line

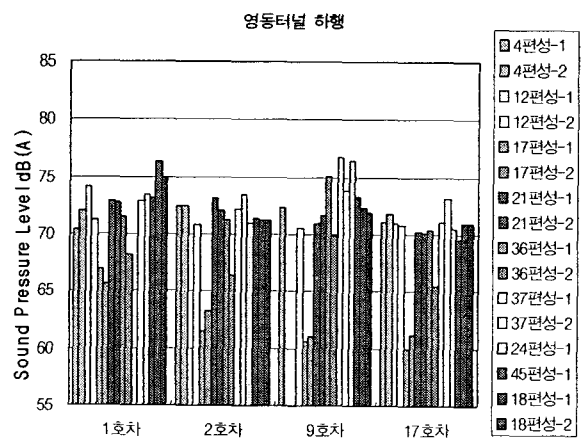


Fig. 2 Interior Noise of the KTX Train from Youngdong tunnel : down line

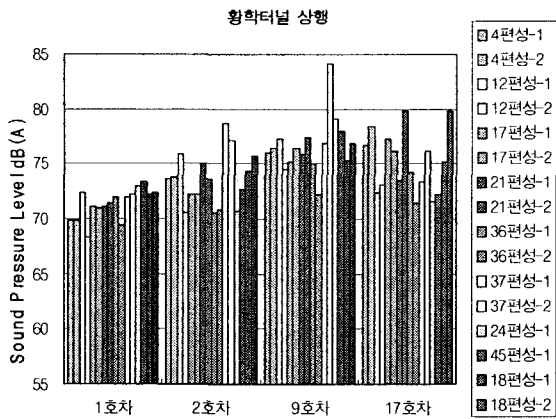


Fig. 3 Interior Noise of the KTX Train from Hwashin tunnel : down line

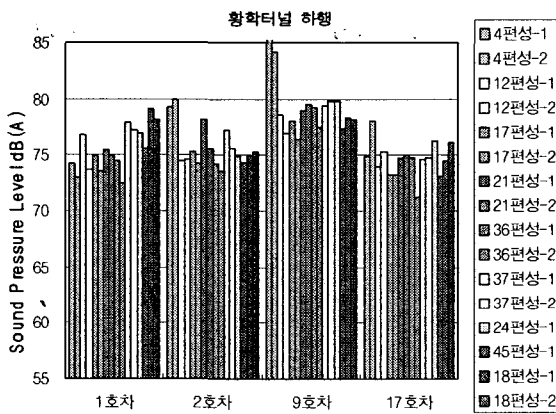


Fig. 4 Interior Noise of the KTX Train from Hwashin tunnel : up line

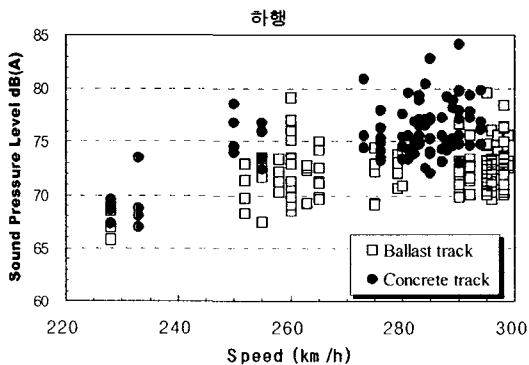


Fig. 5 Interior noise measurement result of the KTX vehicle in tunnel structure : down line

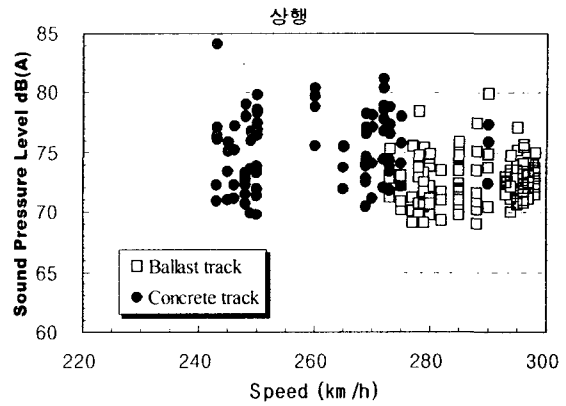


Fig. 6 Interior noise measurement result of the KTX vehicle in tunnel structure : up line

위의 결과로부터 현재 KTX 고속차량의 실내소음은 콘크리트 슬라브 궤도 터널에서 KTX 고속차량 터널 소음 기준인 73dB(A)보다 3-5dB(A) 초과하고 있음을 알 수 있다.

특히 KTX 고속차량 운행 속도가 약 250km/h 이상에서는 75dB(A) 이상의 소음레벨을 나타내는 차량이 많아 현재 경부고속철도 주요 터널 구간의 운행속도가 300km/h 인 점을 고려하면 이에 대한 기술적 저감 대책이 절실함을 알 수 있다. 또한 각 편성차량에 따른 소음레벨의 편차가 크기 때문에 국내제작 차량(로템사)과 국외제작 차량(프랑스 알스톰사)에 대한 차량의 실내소음 차이와 상하행선에 대한 실내소음의 차이를 파악하기는 어려운 것으로 나타났다.

3. 결론

본 연구에서는 2004년 4월 1일 상업운행에 들어간 KTX 고속차량의 터널 통과 시 차내 소음 특성을 콘크리트 슬라브 궤도 터널과 자갈도상 궤도 터널로 비교 분석하였다. 이에 대한 결론을 요약하면 다음과 같다.

첫째, KTX 고속차량의 터널 통과 시 차내 소음은 280km/h 이상 고속 주행 시 대부분의 차량편성 및 차호에서 터널 소음 기준치 73dB(A)를 약간씩 초과하고 있음을 알 수 있었다.

둘째, 터널 구조별 차내 소음은 자갈도상 궤도

터널 보다 콘크리트 슬라브 궤도 터널에서 동일 속도에서 약 5-6dB(A) 높은 것으로 나타났다.

셋째, KTX 고속차량 제작 특성별 차내 소음을 분석하기 위하여 프랑스 현지 제작된 알스톰 제작 차량과 국내 차량제작사에 의해 제작되어진 차량의 터널 통과 시 차내 소음은 차량 편성별, 차호별 편차가 큰 관계로 절대적인 비교가 어렵지만 거의 비슷한 결과가 도출되었다.

넷째, 현재 KTX 고속차량 상업운행 시 상당수 발생하고 있는 터널 통과 시 차내 소음 과다 문제는 당분간 지속될 것으로 판단되어진다.

다섯 번째, 향후 KTX 고속차량 차내 소음 저감 기술 개발을 위한 체계적이고 점진적인 연구가 차량 분야와 궤도토목 분야가 함께 고민하여 해결되어야 할 것이다.

후기

본 연구는 한국철도공사의 협조하에 이루어 졌음을 알려드립니다.

참고문헌

1. IEC 651 : Noise Measurement Equipment Tolerance.
2. 김재철, 이찬우 외, "KTX 차량 실내소음 분석 및 평가," 한국철도기술연구원, pp. 4 - 8, 2003.
3. 김재철, 이찬우 외, "터널 주행 시 KTX 차량의 실내소음 저감 도출을 위한 기초용역," 철도청, pp. 40 - 61, 2004.