

## KTX와 KHST의 실내소음 특성 분석 Analysis of Interior Noise for KTX and KHST

김재철\* · 이찬우\*\* · 조준호\*\*

Jae Chul Kim, Chan Woo Lee and Jun Ho Jo

Key Words : Railway Noise(철도소음), KTX(한국고속철도), KHST(한국형고속철도), Concrete Track(콘크리트 궤도).

### ABSTRACT

We test the running performance of KHST(Korean High Speed Train) that is developed in Korea. The interior noise of high speed train is dependent on the train speed generally and is one of the most important problem recently.

In this paper, we present the test results of interior noise for KTX and KHST and examine into the cause of interior noise for KTX. From the analysis results, we know that the interior noise of KHST is lower about 2~5dB(A) than KTX and also the noise levels of KTX at 80Hz and 250Hz in tunnel increase very highly.

### 1. 서 론

2004년 4월 1일 KTX가 성공적으로 개통되면서 국내에서도 고속철도의 시대가 개막되었다. 그러나, KTX차량은 프랑스 알스톰(ALSTOM)사에서 제작한 TGV차량을 도입하였기 때문에, 국내에서는 프랑스의 기술을 이전받아서 1996년부터 독자적인 한국형 고속철도차량(KHST)을 개발하기 시작하여 2004년 12월에 350km/h에 성공하여, 본격적인 고속철도 차량 제작국이 되었으며, 현재 KHST차량의 실용화를 위해서 차량성능 및 내구성 등에 관한 시험이 계속되고 있다. 그러나, 이러한 시험이외에도 국내에서는 고속철도 차량의 승차감에 대한 승객의 인식 높아서, 현재 상업운전 중에 있는 KTX차량에 대해서 역방향 의자 배치와 함께 터널 주행 시 차량의 실내소음에 대한 민원이 제기되기 시작하면서 KTX차량에 대한 승차감이 문제가 되고 있기 때문에<sup>(1)</sup> 소음/진동특성에 관한 시험<sup>(2)</sup>이 자주 수행되고 있다. 따라서 본 연구에서는 한국철도기술연구원에서 개발하여 현재 시험운행 중에 있는 KHST차량과 KTX차량의 실내소음을 비교하여, 현재 문제가 되고 있는 터널 주행 시 KTX차량의 실내소음의 현상과 차체의 재질 및 흡차음 방식이 미치는 영향을 분석하고자 한다.

### 2. 실내소음 측정방법 및 결과

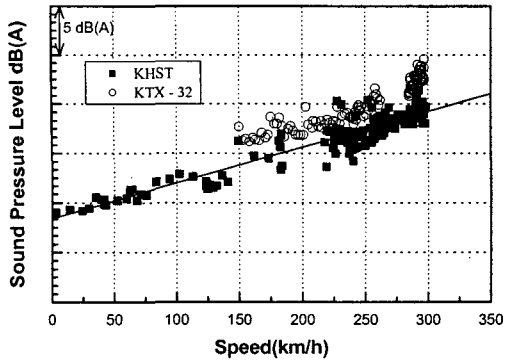
KTX차량은 20량 1편성(동력차:2량, 객차:18량)으로 구성되었으며, KHST차량은 7량 1편성(동력차:2량, 객차:5량)으로 구성되어있다. 그리고 KHST차량은 3호차와 5호차에서만 실내소음이 가능하기 때문에 KHST차량은 5호차, KTX차량은 3호차에서 소음을 측정하였다.

시험구간은 경부고속철도 고속선(광명-동대구)구간이며, 실내소음의 측정위치는 차량의 실내중앙 1.2m높이에서 마이크로폰을 설치하여, 레코더(Sony: SIR-100)에 녹음한 후 분석하였다.

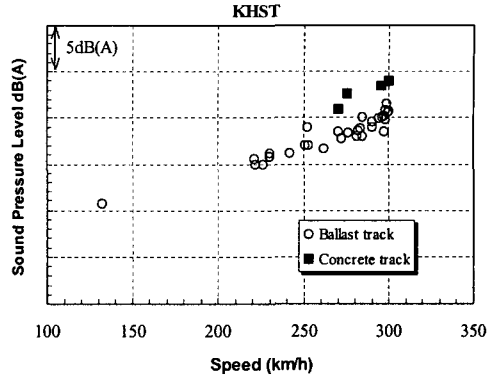
경부고속철도 고속선 구간의 궤도조건은 일반적으로 자갈도상 궤도(Ballast track)로 부설되어있지만, 일부 장대터널에서는 콘크리트도상 궤도(Concrete track)로 부설되어있다. 일반적으로 콘크리트도상 궤도는 자갈도상 궤도에 비해서 유지보수 측면에서 경제성이 좋기 때문에 최근 철도선 진국에서도 콘크리트도상 궤도의 건설이 많다<sup>(3)</sup>. 그러나, 콘크리트도상 궤도는 기존의 자갈도상 궤도보다 소음/진동 문제가 발생하기 때문에 아직도 연구가 진행되고 있다<sup>(4)</sup>. 따라서, 본 측정에서도 콘크리트도상 궤도와 자갈도상 궤도에 대한 결과를 분리하여 콘크리트도상 궤도에 의한 실내소음의 특성을 파악하였다.

\* 한국철도기술연구원, 차량기계연구본부  
E-mail : jckim@krri.re.kr  
Tel : (031) 461-5206, Fax : (030) 460-5207

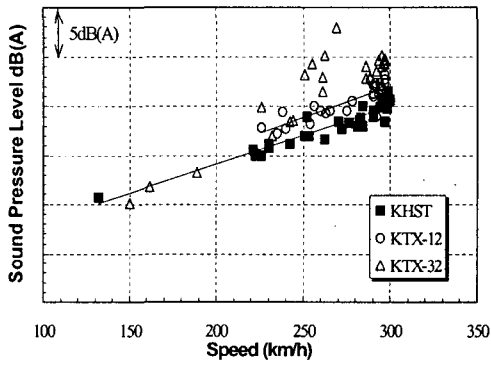
\*\* 한국철도기술연구원, 차량기계연구본부



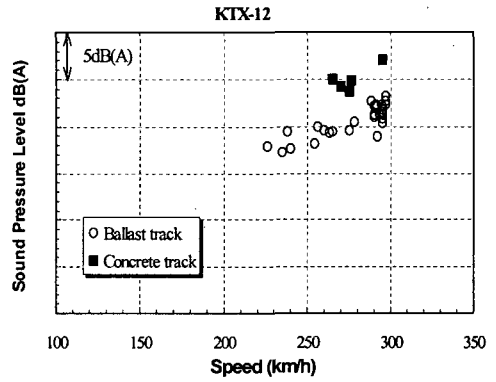
(a) Open field



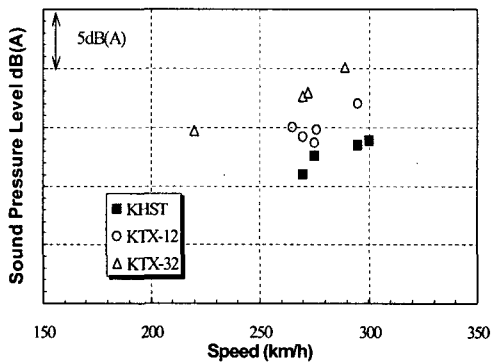
(a) KHST



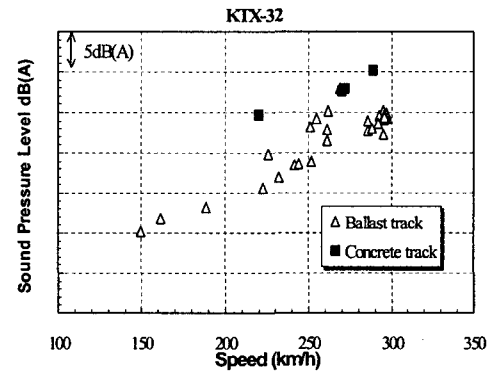
(b) Ballast track tunnel



(b) KTX-12



(c) Concrete track tunnel



(c) KTX-32

Fig. 1 Measurement results of interior noise for KHST and KTX

Fig. 2 Comparison of ballast track and concrete track for interior noise in tunnel

Fig.1은 개활지, 콘크리트궤도 터널 및 자갈궤도 터널구간에 대한 KTX차량과 KHST차량의 실내소음 측정결과이다. 터널구간의 측정값은 터널 통과 시 각 터널구간에 대한 실내소음과 차량속도의 평균값으로 나타내었다. 이 결과로부터 개활지의 경우, KHST가 KTX보다 약 1~2dB(A)정도 낮은 것을 알 수 있으며, 터널 통과 시 차량의 실내소음은 자갈도상 궤도의 경우 약2~5dB(A)정도, 콘크리트도상 궤도의 경우에는 약3~6dB(A)정도 KTX가 KHST보다 높은 것으로 나타났다. 또한 이 결과로부터 콘크리트궤도 통과 시 KTX차량의 실내소음의 증가량이 더욱 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 파악하기 위해서 각 차량에 대한 콘크리트궤도 터널과 자갈궤도 터널 통과 시에 대한 측정결과를 Fig.2에 나타내었다. 대체적으로 KHST는 자갈궤도 터널보다 콘크리트궤도 터널구간에서 약 2dB(A)정도, KTX는 약3~6dB(A)정도 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

### 3. 검토 및 분석

앞장에서는 KTX와 KHST의 실내소음을 측정된 결과 KTX차량보다 KHST차량이 소음측면에서 유리한 것으로 나타났다. 이러한 원인을 분석하기 위해서 각 차량에 대한 차체의 구조특성을 조사하고, 위의 측정결과를 아래와 같이 분석하였다.

#### 3.1 KTX와 KHST의 차체 구조특성 비교

현재 시험운행 중에 있는 KHST차량은 승차감을 향상시키기 위해서 KTX차량과는 다른 재질과 특성을 갖도록 개발하였다. Table.1은 KTX차량과 KHST차량의 차체 재질, 창문 구조 및 흡차음 방식을 비교한 결과이다. 대체적으로 KTX차량보다는 소음/진동을 향상시키기 위한 구조로 되어있는 것으로 생각된다.

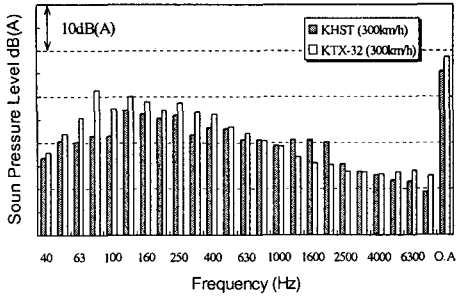
Table. 1 Comparison of KTX and KHST for noise treatments of carbody

Items		KHST	KTX
Body Thickness and Material		3mm Double Aluminium extrusion 44mm (Roof)~70mm(Floor)	1.5mm Mild steel
Noise treatment		40mm Glass Fiber(37K) + Urethane Form Glass Fiber(120mm) over bogie	40mm Glass Fiber(37K) Glass Fiber(15mm) over bogie
Window Thickness	Outer	Tempered glass 6mm+Film:0.75mm+Tempered glass 5mm	Tempered glass:6mm+Film:0.75mm+Tempered glass 5mm
	Intermediate	Argon gas:16mm	Air:12mm
	Inner	Tempered glass:4mm+Film:0.75mm+Tempered glass 4mm	Tempered glass : 5mm
	Total	37mm	29mm

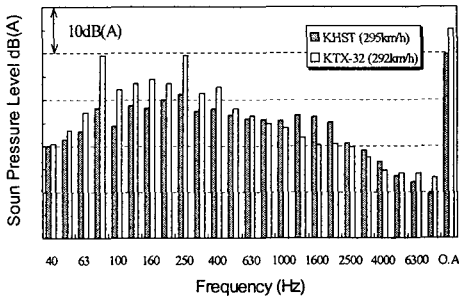
#### 3.2 측정결과 분석

위의 측정결과에서 KTX차량보다 KHST차량이 소음측면에서 유리한 것으로 나타났으며, KTX차량의 경우 콘크리트궤도 터널에서 KHST차량보다 소음레벨의 증가량이 커지는 것을 분석하기 위해서 Fig.3과 같이 개활지와 각 터널에 대한 KHST와 KTX차량의 실내소음 주파수 특성을 비교한 결과이다. 이 결과로부터 대체적으로 400Hz이하의 저주파수 영역에서는 KTX차량의 실내소음이 KHST차량보다 높게 나타났으며, 1250Hz~2000Hz사이의 고주파 영역에서는 KHST차량이 KTX차량보다 크게 나타났다. 특히 터널구간에는 80Hz와 250Hz성분의 주파수가 KTX에서 급격히 증가하며, 콘크리트 터널에서는 자갈궤도에 비해서 80Hz의 주파수 성분이 더욱 증가하는 것을 알 수 있다. 이렇게 콘크리트궤도 터널 통과 시 차량의 실내소음 증가량을 파악하기 위해서 콘크리트궤도 터널과 자갈궤도 터널에

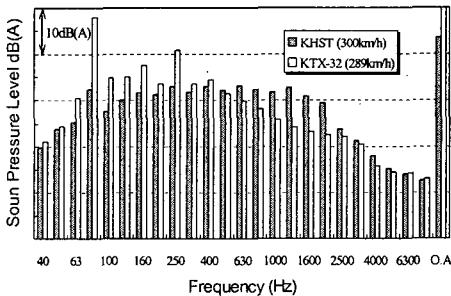
대한 실내소음의 차이를 Fig.4에 나타내었다. 이 결과에서 400Hz~2000Hz사이의 고주파 영역에서는 KHST차량의 실내소음 증가량이 크지만, 250Hz이하의 저주파 영역에서는 KTX차량의 실내소음 증가량이 크다. 특히 위에서도 기술한 것과 같이 80Hz성분의 증가량이 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 이상과 같이 차체의 재질과 두께, 창문의 구조, 흡차음 방식이 다른 KHST차량에서는 KTX차량의 실내에서 발생하는 80Hz의 저주파소음이 작게 나타나기 때문에, 차량의 실내소음 측면에서 유리한 것으로 나타났다. 따라서 차체의 재질과 두께, 창문 구조, 흡/차음 방식 등의 차이는 80Hz와 250Hz성분의 실내소음에 커다란 영향을 미치는 것으로 생각되므로, 향후 KTX차량에 대한 실내소음 저감방안 수립 시 이러한 항목에 대한 분석이 필요할 것으로 판단된다.



(a) Open field



(b) Ballast track tunnel



(c) Concrete track tunnel

Fig. 3 Frequency analysis of interior noise for KHST and KTX

#### 4. 결론

이상의 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

- (1) 현재 시험운행 중에 있는 KHST차량과 상업운행 중에 있는 KTX차량의 실내소음 측정결과로부터 개활지의 경우, KHST가 KTX보다 약1~2dB(A)정도 낮은 것을 알 수 있으며, 터널 통과 시 차량의 실내소음은 자갈도상 궤도의 경우 약2~5dB(A)정도, 콘크리트도상 궤도의 경우에는 약3~6dB(A)정도 KTX가 KHST보다 높은 것으로 나타났다.

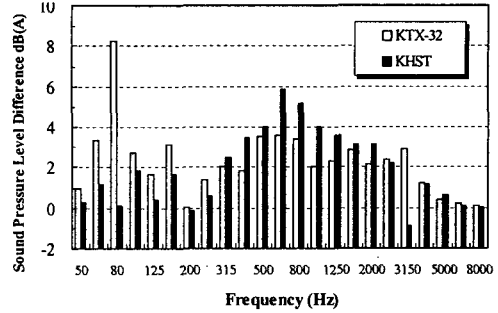


Fig. 4 Noise difference of concrete track tunnel and ballast track tunnel

- (2) 위의 측정결과에 대한 주파수 분석결과, KTX차량의 실내소음이 KHST차량보다 높은 이유는 400Hz이하의 소음성분이 크고, 특히 터널 통과 시에는 80Hz와 250Hz의 성분이 커지기 때문이다.
- (3) 또한, 콘크리트궤도 터널과 자갈궤도 터널에 대한 실내소음의 차이를 분석한 결과 400Hz~2000Hz사이의 고주파 영역에서는 KHST차량의 실내소음 증가량이 크게 나타났고, 250Hz이하의 저주파 영역에서는 KTX차량의 실내소음 증가량이 크게 나타났다. 그리고 콘크리트 궤도 통과 시에는 80Hz성분의 주파수가 급격히 증가하는 것으로 나타났다.
- (4) KTX차량과 KHST차량의 실내소음을 비교분석한 결과 차체의 재질과 두께, 창문구조, 흡/차음 방식 등의 차이는 80Hz와 250Hz의 주파수 성분에 커다란 영향을 미치는 것으로 생각된다. 따라서 향후 KTX차량에 대한 실내소음 저감방안 수립 시 이러한 항목에 대한 분석이 필요할 것으로 판단된다.

#### 참고 문헌

- (1) 최성훈, 2004, "KTX차량의 터널 통과 시 소음특성", 추계학술발표회 논문집, 한국소음진동공학회, pp. 49~52.
- (2) 박춘수, 2004, "한국형 고속전철개발열차의 차량별 속도에 따른 실내소음 특성 분석", 추계학술발표회 논문집, 한국철도학회, pp. 125.
- (3) Coenraad ESVEL, 1997, "Low-maintenance Ballastless Track Structures", Rail Engineering International Edition, Number 3, pp. 14~16.
- (4) Kouicchi Kubomura, 1997, "Development of Noise Absorbing Material for Track", WCRR 97, pp. 16~19.