

콘크리트 궤도 터널 주행 시 KTX차량의 실내소음 저감방안은 무엇인가?

김재철*, 고효인, 이찬우(한국철도기술연구원)

What are measures to reduce interior noise for KTX in tunnel with concrete track?

J. C. Kim, H. I. Koh, C. W. Lee(Vehicle Dynamics Research Team, KRRRI)

ABSTRACT

The interior noise of KTX in tunnel has become an issue since the commercial operating in April 2004. The analysis of the interior noise of KTX in tunnel with concrete track shows sharply increased noise level in the range of 80Hz that is the natural frequency of the KTX carbody. We know that the booming noise inside KTX in tunnel with concrete track is generated by noise outside gangway and rolling noise at the carbody natural frequency. In this Study noise reduction methods are discussed on the basis of the comparison of the KTX and KHST noise characteristics. Alternatively, the effect of the modified mud-flap on the interior noise is introduced.

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

1. 서론

콘크리트 터널 주행 시 KTX실내소음 문제는 80Hz성분이 급격히 증가하면서 발생하는 것으로 판명되었지만⁽¹⁾, 이 소음에 대한 저감방안은 아직도 명확히 제시되지 않은 상태에 있다. 일반적으로 소음을 저감시키기 위한 방법은 크게 소음원 제거와 구조물 변경으로 나누어서 생각할 수 있으나, 구조물 변경을 이용한 방법이 많이 적용되고 있다. 그러나 철도차량의 차체와 같은 경우에는 구조물 변경이 어렵기 때문에 설계단계에서부터 저소음화를 고려하여 차량을 설계/제작하고있다. 따라서 현재 KTX의 실내소음 저감방안은 현재 상태에서 간단하게 구조물을 변경하는 방법과 향후 설계단계부터 적용할 수 있는 방법으로 나누어 생각할 수 있다.

본 논문에서는 콘크리트 궤도 터널 내 KTX차량의 실내소음 발생 메커니즘을 근거로 비교적 간단하게 차간연결부 구조(Mud-flap)의 형상변경을 통한 저감방안과 차체 재질변경에 따른 저감방안에 대해서 KHST(한국형고속철도)와 KTX의 실내소음 특성을 분석하여 타당성을 검토하였다.

2. 콘크리트 궤도 터널 내 KTX 실내소음 저감방안

2.1 콘크리트 궤도 터널 내 KTX실내소음 발생원인⁽¹⁾

현재 콘크리트 터널 주행 시 KTX실내에서 발생하는 80Hz성분의 소음은 차량외부 차간연결부의 공력소음과 차륜과 레일에 의한 진동/소음이 차체를 가진하여 차체 측면의 고유진동수와 실내음향 고유진동수가 일치하여

발생하는 것으로 나타났다. 이 소음성분의 저감방안은 궤도와 차량측면으로 나누어서 생각할 수 있으나, 본 논문에서는 차량측면에 대한 저감방안의 타당성을 검토하였다.

2.2 차체 재질 및 흡차음 방식의 변경에 따른 저감효과

터널 통과 시 차량의 실내소음은 차륜과 레일에 의한 소음과 공력소음이 차체, 창문 등을 가진하여 공진 주파수영역에서 급격히 증가할 수 있다. 이러한 소음성분은 차체의 재질, 구조변경 및 흡차음재 변경을 통해서 저감될 수 있다.

현재 시험운행 중에 있는 KHST차량은 실내의 소음/진동을 향상시키기 위해서 KTX차량과는 다른 재질과 흡차음 방식으로 제작되었기 때문에 KTX와 KHST의 실내소음을 비교하면 차체재질과 흡차음재 변경에 의한 소음 저감효과의 타당성을 검토할 수 있다. Table.1은 KTX와 KHST의 차체재질 및 흡차음 방식에 대한 비교를 나타내고 있다.

Fig.1은 콘크리트궤도 터널 통과 시 KHST와 KTX 실내소음을 비교한 결과이다. KHST차량은 5호차, KTX차량은 3호차에서 소음을 측정하였고, 터널구간의 측정값은 터널구간에 대한 실내소음과 차량속도의 평균값으로 나타내었다. 이 결과로부터 80Hz성분의 소음레벨이 KTX에서 급격히 증가하면서, KTX의 실내소음이 KHST보다 약 5~6dB(A)정도 높게 나타나고 있는 것을 확인할 수 있다. 또한 이 결과에서 630Hz~2000Hz사이의 고주파 영역에서는 KHST차량의 실내소음이 크지만, 250Hz이하의 저주파 영역에서는 KTX차량의 실내소음

이 큰 것을 알 수 있다. 특히 80Hz성분의 소음이 KHST 차량에서는 크게 나타나지 않는 것을 알 수 있다. 따라서 차체의 재질 및 흡차음재의 변경을 통해서 현재 문제가 되는 80Hz성분의 소음레벨을 저감시킬 수 있다.

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

항목	KHST	KTX	
차체 재질	3mm 2 알루미늄 중공 압출재	1.5mm 한걸 마일드 스틸	
흡차음 방식	40mm 유리 섬유(37K) + 우레탄 폼	40mm (37K)	
창문 두께	설치 방식	외부 인속창(4)	내부 개별창(3)
		37(mm)	29(mm)

3.2 차간연결부 구조변경에 따른 저감효과

Fig.2는 콘크리트궤도 터널 통과 시 차량의 여러 부위에서 측정된 소음레벨이다. 이 결과로부터 차간 연결부에서 80Hz성분의 공력소음이 나타나는 것을 알 수 있다. 따라서 차량사이에서 발생하는 80Hz 성분의 공력소음을 저감시키기 위해서 Fig. 2와 같이 차량사이의 머드플랩(mud-flap)의 길이를 80mm에서 145mm로 변경하였다. Fig. 4 는 머드플랩의 길이에 대한 저감효과를 나타내고 있다. 대체적으로 머드플랩의 형상변경을 통해 객차의 실내소음은 약1.5 dB(A)저감 되었으며, 또한 주 소음성분인 80Hz영역에서 소음이 저감되는 것을 알 수 있다.

4. 결론

콘크리트 궤도 터널 내 KTX 실내소음의 저감방안으로 차체 재질변경과 머드플랩 형상변경에 의한 방법의 타당성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 현재 시험 운행 중인 KHST 차량과 KTX차량의 터널 내 실내소음을 비교하여 차체의 재질과 흡차음방식이 차량의 실내소음 성분에 미치는 영향을 분석한 결과, 80Hz성분의 소음이 KHST에서 나타나지 않았고, 전체 소음레벨도 저감되는 것을 알 수 있었다. 따라서 차체 재질변경은 콘크리트 궤도 터널 내 KTX 실내소음에 커다란 효과가 있는 것을 알 수 있다.
- (2) 차량사이의 공력에 의한 80Hz 소음성분을 저감시키기 위해서 차간 연결부의 Mud-flap 형상을 변경하여 측정된 결과 객차 실내소음의 80 Hz 소음성분이 저감되는 결과를 얻었다.
- (3) 콘크리트 궤도 통과 시 80Hz성분의 실내소음이 발생되지 않도록 하기 위해서는 차량의 설계단계부터 차체의 재질, 구조 및 흡차음 방식 등에 대한 고려가 필요하다.

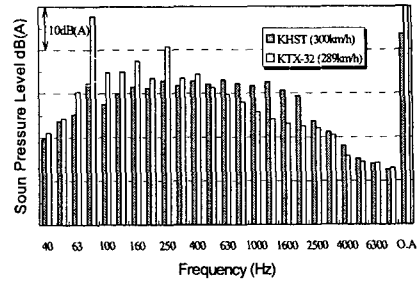


Fig. 1 Interior noise for KHST and KTX in tunnel with concrete track

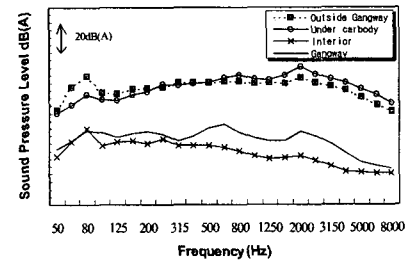


Fig. 2 Measurement results of noise level for KTX in tunnel with concrete track

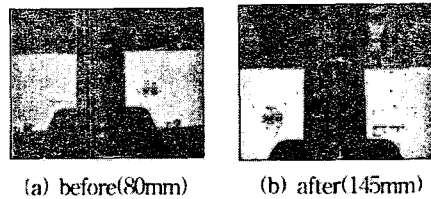


Fig. 3 Mud-flap before and after width changing for KTX

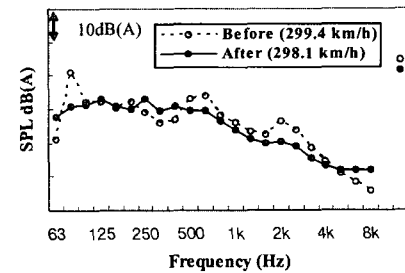


Fig. 4 Noise reduction effect after mud-flap width changing of KTX

참고문헌

1. 김재철 등, 2005, "콘크리트 궤도 터널 내 KTX 차량의 실내소음 특성 분석", 한국소음진동공학회, 추계 학술발표회 논문집, pp. 25-3.
2. 김재철 등, 2005, "KTX와 KHST차량의 실내소음 특성비교", 한국소음진동공학회, 춘계 학술발표회 논문집, pp. 49-2.