레일 근접형 저상 방음장치 개발 및 현장 소음 저감 성능평가

Technology Development for Low Height Soundproofing Apparatus Near Railways and Evaluation of Noise Reduction Performance in the Field

홍병국*† , 장동규*, 장강석*, 김영찬*

ByungKuk Hong*†, DongKyu Jang*, KangSeok Jang*, YoungChan Kim*

초 록 In Europe, in order to reduce the rolling noise of railway noise, low height barrier close to the rail was tested on some business line. In this study developed a low height soundproofing apparatus which applied double layer sound absorbing system without increasing sound absorbing material thickness to reduce rolling noise of railway. For this purpose, the acoustic performance of a double-layer sound absorbing system using a high-density polyester sound absorbing material and a single-layer sound absorbing material having the similar thickness of double-layer sound absorbing system of the insertion loss was evaluated. Resonance type muffler was applied to the top of the apparatus to prevent increase of train indoor noise due to reflection sound. First installed in Rep. of Korea's business line and the acoustic performance was evaluated in the field.

주요어 : Low Height Soundproofing Apparatus, Impedance, Characteristic Impedance, Insertion Loss

1. 서 론

철도소음 저감을 위하여 전통적으로 사용되는 방법은 선로변에 방음벽을 설치하는 것이다. 선로 중앙에서 멀리 이격된 방음벽은 수음점의 위치가 높은 곳에 있는 경우 소음저감 효과는 없다. 수음점의 위치가 방음벽에 의한 가시선 상부에 있기 때문이다. 발생소음을 저감하기 위한 가장 효과적인 방법은 발생 소음원의 크기를 줄이거나, 방음시설을 설치하여 저감하는 방법이 있다.

철도소음은 250㎞/h 미만에서는 레일과 차륜의 마찰에 의한 전동소음이 지배적이다. 따라서 도심지는 선로에 근접하여 방음시설을 설치하는 레일 근접형 저상 방음벽이 선로변 방음벽 보다 경제성 및 성능에 있어서 매우 효과적이다.

본 연구에서는 철도의 전동소음을 높이 1m 내외의 방음장치를 선로 근접에 설치하여 5 dB(A) 이상 소음저감, 선로 유지보수 및 열차 주행 안정성이 확보된 궤도 근접 저상 방음장치 기술을 개발하는 것이다. 이를 위해 연구동향, 흡음재 적층을 통한 방음판 설계, 형상설계, 목업의 무향실 음향성능평가 및 현장시공 및 성능평가를 수행하였다.

†교신저자: 유니슨테크놀러지(주)
(bkhong@unisontg.com)
* 유니슨테크놀러지(주)

2. 본 론

2.1 레일 근접형 저상 방음장치 개발

2.1.1 국외동향

유럽에서는 1996년 열차의 대차를 가리는 휠커버 연구를 시작으로 근접 저상 방음장치의 형상, 성능[1] 및 최적화[2]에 대한 연구가 진행 되었다. 또한 개발된 저상 방음장치를 상업노선에 시험 설치하여 성능, 유지보수와의 관계 및 안정성에 대하여 장기적인 모니터링을 진행하고 있다.[3]

Table 1 Type of low height barrier in Europe

Nation	Name	Installed Length	Product Image
Austria	Noise Braker	200m	
German	Zblock 3a	300m	
Finland	Soundim	60m	
Sweden	Zblock 3a	3.5km	
German	INN-DB	150m	

2.1.2 이중층 흡음시스템

흡음재의 두께 증가 없이 흡음률을 높이기 위해서 폴리에스터 흡음재의 밀도를 달리하여 적층하는 이중층 흡음시스템을 저상 방음장치 방음판에 적용하였다. 최적의 적층 조건을 찾기 위해 두개의 마이크로폰, 임피던스 관 및 전달함수법을 이용하여 다양한 조합의 흡음률을 측정하였다.

폴리에스터 고밀도 흡음재를 소음원 전면에 배치하면 흡음률이 증가하는 것을 확인하였고 잔향실 흡음률 측정결과 NRC(Noise Reduction Coefficient) 0.95를 확인하였다.

2.2 현장시공 및 성능평가

2.2.1 현장시공

이중층 흡음시스템 방음판을 적용한 시제품을 제작하여 중앙선 석불역 구내에 현장설치 하였다. 저상 방음장치 상부에는 위급 상황 시 승객 탈출 편의를 위해 승강장 기능, 객차로 전달되는 반사소음 저감과 회절음 저감을 위해서 흡음재가 조합된 공명형 소음기를 설치하였다. 공명형 소음기는 전동소음의 특성인 680Hz(협대역 주파수)를 저감할 수 있도록 설계하였다. 설치 위치는 하선 65km163~65km263 구간에 100m를 설치 하였다.

Fig. 1 Low height soundproofing apparatus site construction section and installed photos.

2.2.2 성능평가

소음저감 성능을 확인하기 위하여 16년 11월~18년 2월까지 총 12회 소음측정을 실시하였다. 객관적인 저감 성능을 측정하기 위하여 동일 열차를 대상으로 저상 방음장치 설치 구간과 미설치 구간에서 ISO 3095:2013의 측정위치 및 추가지점 선정하여 각 8지점씩 총 16지점에서 소음측정을 수행하였다.

미설치 및 설치구간의 소음측정결과는 ISO 3095:2013에서 제시하고 있는 열차통과소음(L_{pAeqTp})을 분석하여 열차 종류별 삽입손실(Insertion Loss)을 구하였다.

저감성능 분석결과 하행 열차는 가시선 하부에서 6.6~12.3 dB(A), 가시선 상부 근접 위치에서 4.4~7.2 dB(A) 저감되었다. 상행 열차의 경우도 가시선 하부는 5.0 dB(A) 이상 저감되었다. 상부에 설치된 공명형 소음기 설치 후는 1.6~2.0 dB(A) 소음저감 성능이 개선되었으며, 400~1kHz 대역 소음 성분이 평탄화 되는 특성이 나타났다.

3. 결 론

국내 최초로 이중층 흡음시스템이 적용된 레일 근접형 저상 방음장치를 개발하여 운영선에 시공하여 소음저감성능, 안정성을 검증하였다.

후 기

이 연구는 국토교통부 철도기술연구개 발사업의 연구비 지원(과제고유번호 : 17RTRP-B072484-05)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

[1] F. Koussa, J. Defrance, P. Jean and P. Blanc-Benon, (2013) Acoustic Performance of Gabions Noise Barrier: Numerical and Experimental Approaches, Applied Acoustics 74, 189-197

[2] Alexandre Jolibois(2013) A Sensitivity-Based Approach to Optimize The Surface Treatment of a Low-Height Tramway Noise Barrier, The Pensylvania State University The Graduate School Doctorate Thesis

[3] E. S. Romano(2012) Acoustics Rail Grinding, Low Height Noise Barriers-A report on the state of the art", INTERNATIONL UNION OF RAILWAYS