

소음저감 장치에 의한 KTX 차량의 운행소음 저감량 분석

An Analysis of the Pass-by Noise Reduction for KTX by Noise Reduction Device

⁰정성수*, 김용태*, 전병수*

Sung Soo Jung*, Yong Tae Kim*, Byung Soo Jun*

ABSTRACT

Reduction of the propagation noise generated during pass-by of KTX by noise barrier was measured and analysed for the two kinds of top-shaped noise reduction devices; one as a plywood board and the other as a PVC pipe were placed periodically. The height and length of reference noise barrier are 2.4 m and 50 m, respectively. The noise reduction with and without noise reduction devices was investigated.

1. 서론

2004년 개통을 앞두고 현재 시험선 구간에서 고속철도의 시운전이 계속되고 있다. 프랑스 TGV에 기초한 KTX의 경우는 많은 차량들이 시운전을 계속 하여 왔으며, 한국형 개발차량 역시 시운전에 돌입한 상태이다. KTX의 경우는 상용 운행속력이 300 km/h 이지만 개발차량의 경우는 350 km/h이다. 따라서 속력이 50 km/h 향상될 전망이며 이로 인해 발생하는 운행소음 역시 다소 증가할 것으로 보인다. 이것은 곧 현재 높이 2.4 m 기준의 방음벽의 높이가 다소 증가할 것으로 전망되는데 차량 속력의 증가에 따른 추가적인 소음 저감을 위해 소음 저감 장치의 개발이 필요하다.

본 연구는 기존에 설치된 방음벽의 높이를 최소한으로 증가시키면서 향후 환경 소음 기준 강화와 고속전철 운행 속력에 따른 소음 저감의 일환으로서 간단한 형상의 소음 저감 장치를 현장에 설치하고 소음저감량을 검증하는데 초점을 두었다.

2. 소음저감 장치

방음벽의 높이를 최소한으로 증가시키면서 성능을 개선하려는 연구가 오래 전부터 지속적으로 진행되어 왔으며 다양한 모델이 개발되었다. 대부분은 방음벽 상단부에 특정 모양을 가지는 형상물로서 그 효과는 높이를 증가시키는 것에 비해 좋다는 것은 이미 증명된 사실이다. 상단부 형상에 대한 연구는 우리와 비슷하게 국토가 좁은 일본에서 많이 개발되었는데 최근의 격자를 이용한 간섭형 모형이 대표적이라고 할 수 있다.

일본에서 개발된 격자형 간섭장치는 격자 길이에 따라 소음저감 대상 주파수 대역을 조정이 가능하다는 큰 장점을 가지고 있다. 이와 비슷한 개념을 가진 형상이 이미 국내에서도 시도된 바 있으며, 다양한 형태를 고려하여 좀더 조형미와 견고성을 보충한 형상으로서 원통형 모형으로 구성된 소음저감 장치를 본 연구자들이 제안한 바 있는데 그림 1과 같다. 그림 1(a)는 격자를 사각 패널로서 구성한 것이고 그림 1(b)는 원통형으로 구성한 것이다. 그림 1은 이들 모양을 장치를 기존의 수직형 방음벽에 설치할 경우 격자 내에서 음압레벨 분포

* 한국표준과학연구원 음향·진동 그룹

E-mail: jss@kriss.re.kr

Tel: (042) 868-5307, Fax: (042) 868-5643

를 나타낸 것으로서 음파가 격자를 지나면서 음향학적으로 무른 표면을 형성하는 것을 볼 수 있다. 그림 1(a)의 형태에 비해 그림 1(b)에서 형성되는 무른 면이 약하기 때문에 형상에 의한 효과만을 고려할 경우 그림 1(a)가 좋게 된다. 하지만 실제 격자 길이의 $\lambda/4$ 의 기수배에 해당되는 특정 주파수에서만 소음저감이 발생되는 것이 아니라 그 주변의 주파수 대역에 걸쳐 그 현상이 유발되기 때문에 그림 1에서처럼 꼭 550 Hz 만을 고려할 수 없게 된다. 즉, 실제로는 그림 1(b)가 더 효과적일 가능성도 있다. 그림 1(b)의 형상은 실제 미관뿐만 아니라 구조적으로도 더 유리하게 된다.

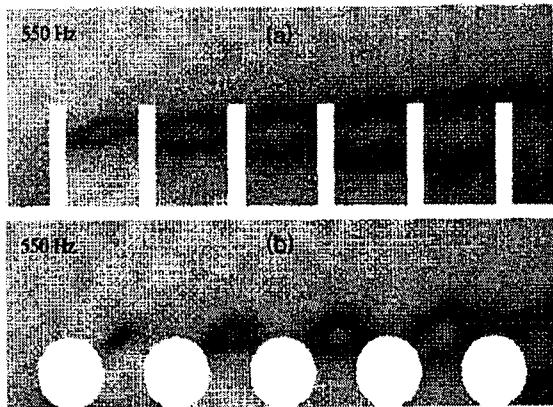


그림 1. 격자 형상에 따른 음압레벨 분포 비교.

3. 실험 및 결과 분석

실험은 실제 방음벽 형상물을 고속전철이 통과하는 주변 지역에 설치함으로써 검증하였다. 방음벽은 두께 20 mm의 합판을 2 장 결합하여 중앙부분을 180 mm 떨어지게 함으로서 실제 현장에 설치된 방음판넬의 두께와 같게 하였다. 합판의 투과손실을 고려할 때 방음판넬을 투과하는 투과음의 효과는 거의 없을 것이며 대부분의 음은 상단부로 회절될 것으로 기대된다. 현장 여건 상 방음벽의 길이를 50 m로 제한하였으며, 측정 위치도 방음벽으로부터 5 m 이격된 지점에 국한하였다. 이것은 현재 시험선 구간에서는 평지가 거의 없으며 방음벽으로부터 멀리까지 측정할 수 있는 공간도 충분

하지 못한 상태이다. 현장에 설치된 방음벽의 형상을 그림 2에 나타냈다. 그림 2(a)의 판형 간막이의 재질 역시 두께 5 mm의 합판으로 하였는데 간격은 0.1 m씩 총 길이는 1 m로 하였다. 따라서 방음벽을 중심으로 양쪽으로 0.5 m 씩 나온 상태이고 간막이의 높이는 0.2 m로서 비교적 낮은 편이다. 그림 2(b)의 원통형인 경우는 재질은 PVC 파이프로 총 높이를 같게 하기 위해 외경이 0.2 m로 하였다. 총 길이를 1 m로 제한하였기 때문에 상부에 4 개를 일정한 간격으로 설치하였다.

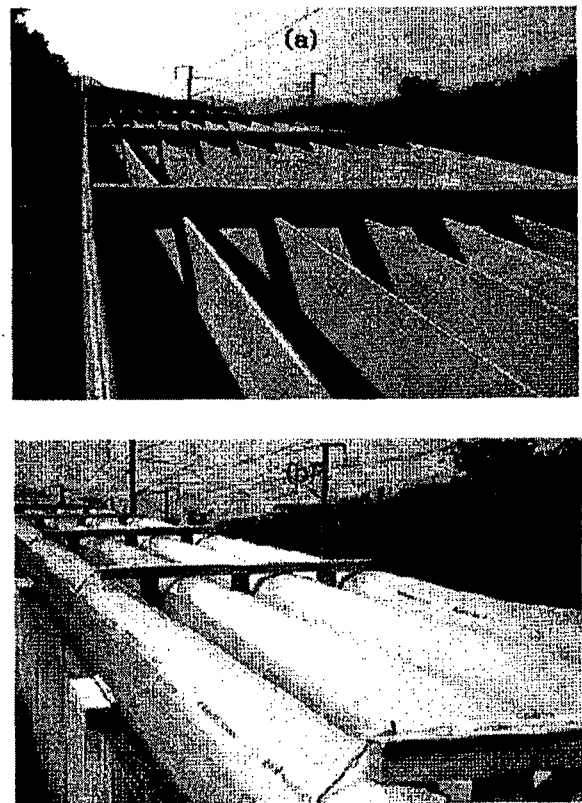


그림 2. 소음저감 장치 형상. (a) 판형 간막이, (b) 원통형 간막이

방음벽에 대한 성능평가는 방음벽이 없는 지역에 기준 마이크론을 설치하고, 수직형 방음벽과 그림 2의 장치를 수직형 방음벽에 설치한 경우에 대해 방음벽에서 5 m 떨어진 지점에서 측정한 음압레벨의 차로써 결정하였다.

우선 수직 일자형 방음벽이 설치된 경우와 방음벽이 없는 경우에 측정된 음압레벨을 그림 3에 비교하였다. 결과를 보면 전반적으로 수직형의 방음벽을 세우는 것이 상당히 효과적임을 볼 수 있는데 총 음압레벨을 보면 평균 18 dB(A) 정도의 감음을 보이고 있다.

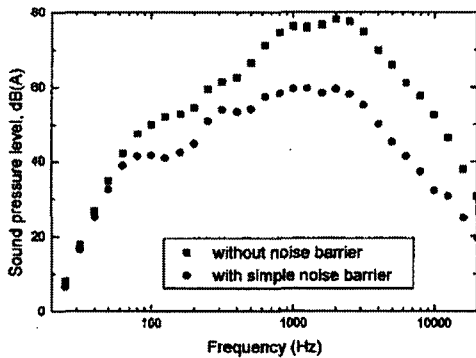


그림 3. 방음벽이 없는 상태와 수직형 방음벽으로부터 5 m 떨어진 지점에서 측정된 음압레벨 값 비교.

다음은 그림 2(a)의 장치를 수직형 방음벽 상단부에 설치한 경우 방음벽이 없을 때와 방음벽으로부터 5 m 떨어진 지점에서 측정된 음압레벨을 그림 4에 비교하였다.

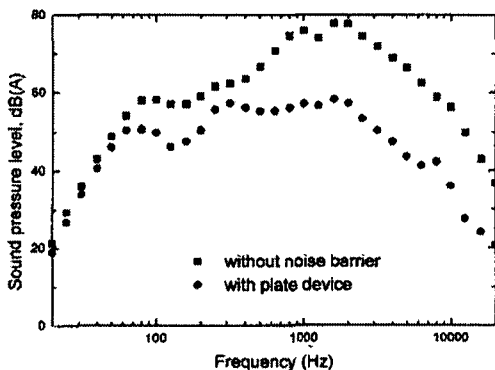


그림 4. 판형 저감장치를 수직형 방음벽 상단부에 설치한 경우 방음벽으로부터 5 m 떨어진 지점에서 측정된 음압레벨 값 비교.

그림 2(b)와 같은 장치를 역시 수직형 방음벽에 설치한 경우와 방음벽이 없는 경우에 대한 결과를 그림 5에 나타냈다.

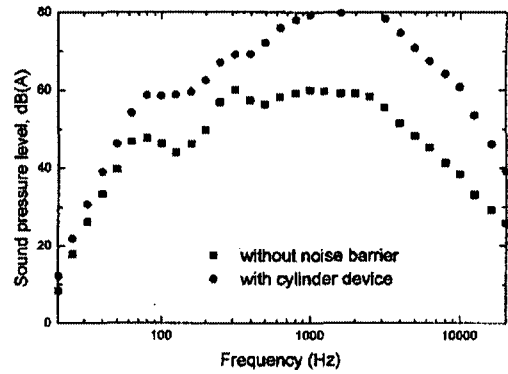


그림 5. 원통형 저감장치를 수직형 방음벽 상단부에 설치한 경우 방음벽으로부터 5 m 떨어진 지점에서 측정된 음압레벨 값 비교.

방음벽이 있는 경우의 음압레벨과 방음벽이 없는 경우의 음압레벨 차를 구하여 정리하면 최종적으로 그림 6과 같은 결과를 얻게 된다. 결과를 보면 그림 5의 원통형 간막이를 설치한 경우가 가장 좋은 효과를 가져옴을 알 수 있다.

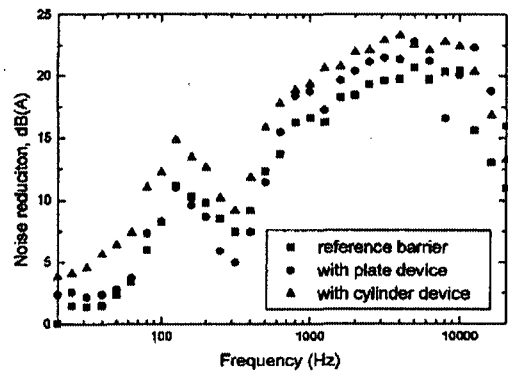


그림 6. 방음벽이 없는 경우와 수직형 방음벽과 소음저감 장치를 부착한 방음벽으로부터 5 m 떨어진 지점에서 측정된 음압레벨 값의 차 비교.

4. 결론

본 연구에서는 향후 고속전철 운행 속력의 증가와 환경소음 기준 강화에 대비하기 위한 일환으로서 방음벽의 보강을 위한 저감 장치의 성능을 검증하였다. 실제 고속전철이 운행되는 현장에 설치하고 그 효과를 검증한 결과 상단부에 형상물을 설치하는 경우는 수직형에 비해 효과적임을 확인하였고, 원통형 구조물을 가지는 장치가 판형에 비해 더 효과적임을 알 수 있었다.

참고문헌

- (1) Fujiwara, K., Hothersall D. C., Kim, C-H, 1998, "Noise barrier with reactive surfaces," Appl. Acoust. Vol. 53, pp. 255~272.
- (2) 이우섭, 정성수, 서상준, 진오성, 2000, "간섭형 방음벽의 음향특성" 한국소음진동공학회지 제 10권 제 3호, pp. 517~522.