

# 방음벽 상단소음저감장치의 성능평가 방법에 관한 연구(2) - 음압레벨에 의한 평가 -

## Estimation Method of Noise Reducing Devices Installed on the Noise Barrier(2) - Estimation by Sound Pressure Level -

김철환<sup>†</sup>·장태순·이기정\*·김동준·정태량·장서일\*\*  
Chul-Hwan Kim, Tae-Sun Chang, Ki-Jung Lee,  
Dong-Joon Kim, Bong-Seok Kim, Seo-Il Chang

**Key Words** : Noise Barrier(방음벽), Noise Reducing Device(소음저감장치),  
Noise Reducing Effect(소음저감효과), Sound Pressure Level(음압레벨)

### ABSTRACT

In order to improve the acoustic performance of a noise barrier without increasing its height, various type of acoustic devices are suggested but, there is no proper method to estimate the performance in Korea. For this, an outdoor test facility was established in Expressway and Transportation Technology Institute(ETTI) of Korea Expressway Corporation for testing the acoustical performance of noise reducing devices installed on the top of a noise barrier. Noise measurements before and after installation of the noise reducing devices were carried out by using sound pressure level for long distance range from the barrier, from 10m to 40m. For considering the directivity effects of noise reducing devices, multivariate regression analysis was attempted.

### 1. 머릿말

자동차나 철도와 같은 육상 교통수단에서 발생하는 소음에 대해 가장 일반적으로 행해지고 있는 저감대책의 하나로 방음벽을 들 수 있다. 방음벽은 음향적인 차폐효과뿐만 아니라, 음원 자체를 시각적으로 차폐시키는 심리적인 효과도 있어, 여러 상황에서 방음벽의 활용은 높다고 볼 수 있다. 음향적인 차폐효과에 대해 생각해 보면, 방음벽은 높이가 높아질수록 차폐효과는 증가하게 되지만 방음벽의 높이가 높아질수록 주변 경관이나 일조권에 대한 영향, 방음벽 기초공사에 대한 중량하중의 증가, 먼적 증가에 의한 풍하중의 증가 등 여러 가지 문제가 발생한다. 이와 같은 배경에서, 방음벽의 높이를 높이지 않고 방음벽의 차음성능을 향상시키는 기술에 대한 기대가 모아지고 있다. 이에 대해 일본, 캐나다, 영국 등에서는 방음벽 높이를 최대한 낮추면서 방음 성능을 향상시키기 위하여 방음벽 상단부의 형상을 변

형시키는 연구와 제품 개발이 활발하게 이루어져 왔다.<sup>(1)</sup> 방음벽 상단부에 소음저감장치를 부착하여 차음 효과를 향상시키는 연구의 기본적인 접근 방향은 방음벽 상단으로부터의 회절음을 감쇠시켜 수음 지역에 대한 가상 음원으로서의 엣지 포텐셜(edge potential)을 감쇠시키는 것에 있다. 이러한 관점에서 시작된 제품개발이 이미 일본에서는 약 20여개 이상의 제품이 상용화 되어 있으며, 최근 국내에서도 점차 적용 구간이 증가하고 있는 실정이다. 그러나 방음벽 상단 소음저감장치에 대한 평가 방법과 차음성능에 대한 기준이 없어 각 제품의 특성과 차음효과를 정확하게 파악하기가 힘들고 적용을 위한 설계반영이 어려운 상황이다. 특히, 실제 도로에 적용하여 제품의 성능을 평가하고자 할 경우에는, 현장 주변의 환경 요인에 많은 영향을 받게 되기 때문에 제품에 대한 객관적이고 일관적인 성능 평가가 더욱 어렵다.

음향 인텐시티를 이용하여 근거리 음장에서 소음저감장치의 성능을 평가한 지난 번 보고<sup>(2)</sup>에 이어서, 이번 연구에서는 보다 먼 원거리 음장에 대한 소음저감장치의 효과를 평가하기 위해 옥외 성능시험장을 구축하여 방음벽 배후 10~40m, 지상 0~10m의 범위에서 방음벽 상단 소음저감장치의 성능을 평가할 수 있도록 하였다. 현장을 제외한 시험장 조건에서 이 정도 규모에서 성능을 평가 할 수 있는

† 한국도로공사 도로교통기술원  
E-mail : c.h.kim@ex.co.kr  
Tel : (031) 371-3366, Fax : (031) 371-3287

\* 한국도로공사 도로교통기술원

\*\* 서울시립대 환경공학과

상설 시험장은 국내에서도 유일하다고 생각되며, 향후 방음벽 상단의 소음저감장치 뿐만 아니라 신규 방음벽에 대한 성능시험에도 활용될 것으로 기대된다.

## 2. 소음저감장치 성능 평가를 위한 방음벽 옥외 성능시험장 구축

### 2.1 일본 국토교통성 고시의 평가 방법

도로교통소음에 있어 제반 상황이 우리나라와 비슷한 일본에서는, 방음벽 및 상단 소음저감장치의 차음 성능 평가와 관련하여 규정된 방법은 없으나 일본 국토교통성 고시에 의한 건설기술 평가제도의 방법에 근거하여 옥외 필드 시험을 실시하고 있다. 방음벽 및 소음저감장치의 차음성능을

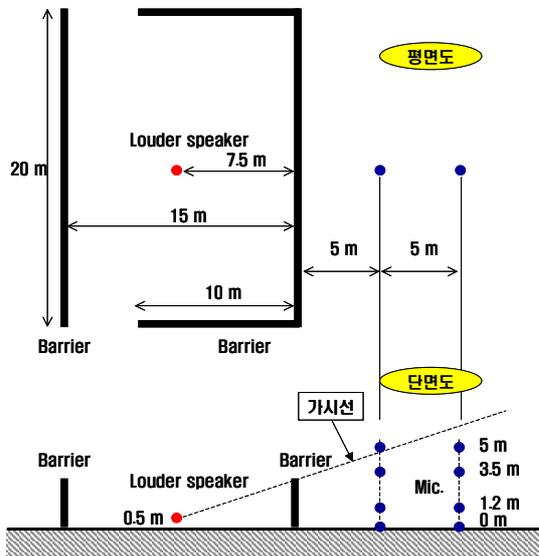


Fig.1 The conventional estimation method of the noise barrier's acoustic performance using in Japan.

평가하는 데 있어, 현장에 설치하여 설치 전후의 성능을 평가하는 것이 가장 현실적일 것이나, 이는 설치 장소 선정 및 설치상의 비용 등 많은 어려운 점을 안고 있다. Fig.1에

일본 국토교통성에서 고시하고 있는 방음벽 차음성능 평가를 위한 음원 및 측정점의 위치의 개요를 나타내었다. 음원인 스피커 주위를 3m 높이의 방음벽으로 둘러싸고, 지상 0~5m 에 설치한 8개의 측정점에서 상단 소음저감장치의 설치 전·후의 주파수별 음압레벨을 측정하여 그 차로써 삽입 손실을 산정하고, 소음저감장치의 효과를 평가하고 있다.

### 2.2 새로운 평가방법에 대한 일본의 사례

한편, 일본에서는 소음저감장치의 성능평가를 위한 새로운 평가법이 제안되고 있다.<sup>(1)(2)</sup> 임펄스 신호를 이용하여 반사음을 배제한 회절음만을 추출하여, 상단 소음저감장치가 있을 경우와 소음저감장치를 Cap으로 씌워서 동일한 두께의 소음저감장치의 음향효과를 배제하고 단지 두께의 영향만을 고려하여 평가하는 방법으로, 회절 각도별로 Cap을 씌웠을 때와 씌우지 않았을 때의 음압레벨의 차이로 평가하고 있다. Fig.2에 이 실험 방법의 개요를 나타내었다.

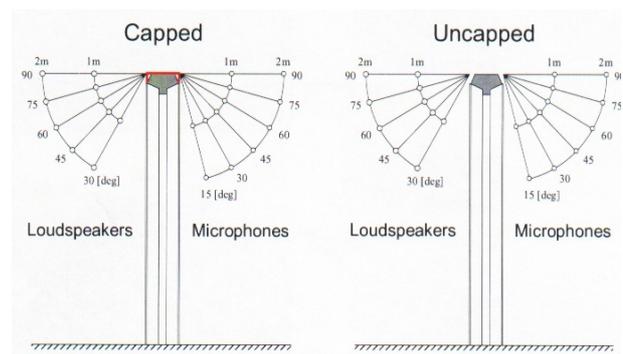
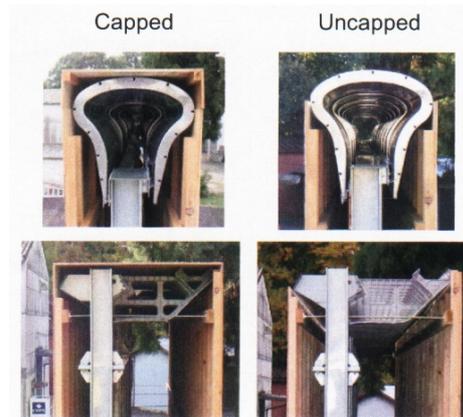


Fig.2 A new method for estimating performance of acoustic devices attached on the noise barrier recently tried in Japan.

### 2.3 도로교통기술원 방음벽 성능시험장 구축

이러한 상황에서, 우리나라에서도 소음저감장치의 적용에

대한 요구가 증가하고 있고, 동일한 조건에서 가능한 객관적으로 차음효과를 평가하여 현장에 적용하고자, 한국도로공사 도로교통기술원 부지에 방음벽 성능시험장을 구축하였다. Fig.3에 도로교통기술원 부지 내에 구축한 방음벽 성능 시험장의 개요를 나타내었다.

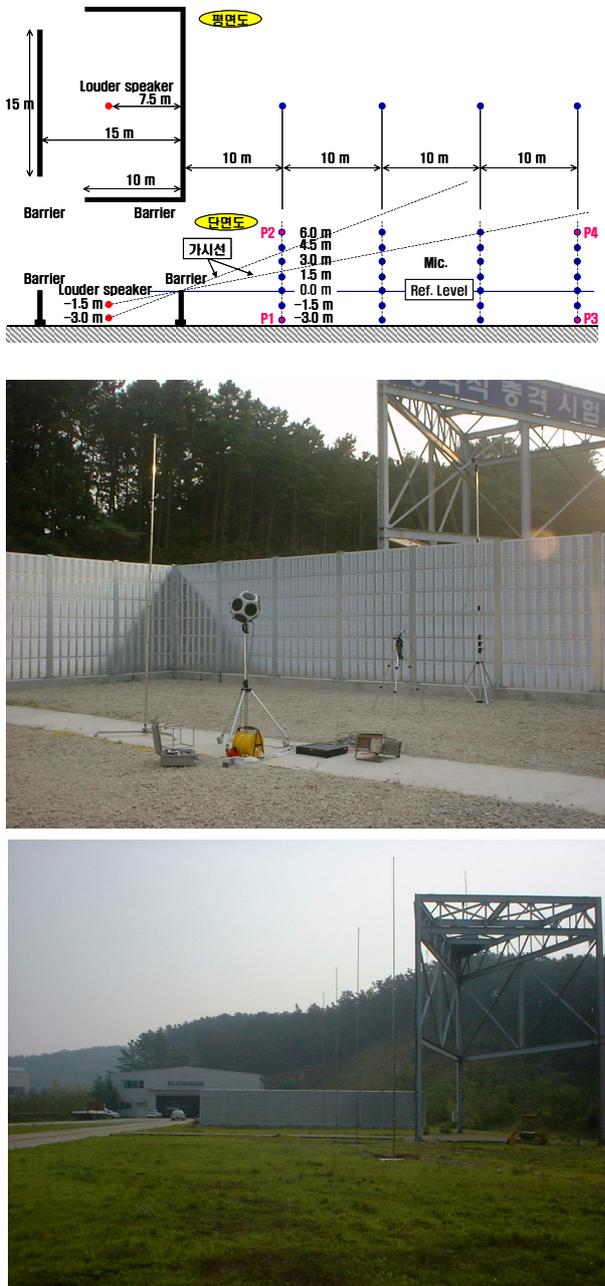


Fig.3 The test field for estimating performance of noise barrier acoustic devices set in Expressway and Transportation Technology Institute(ETTI).

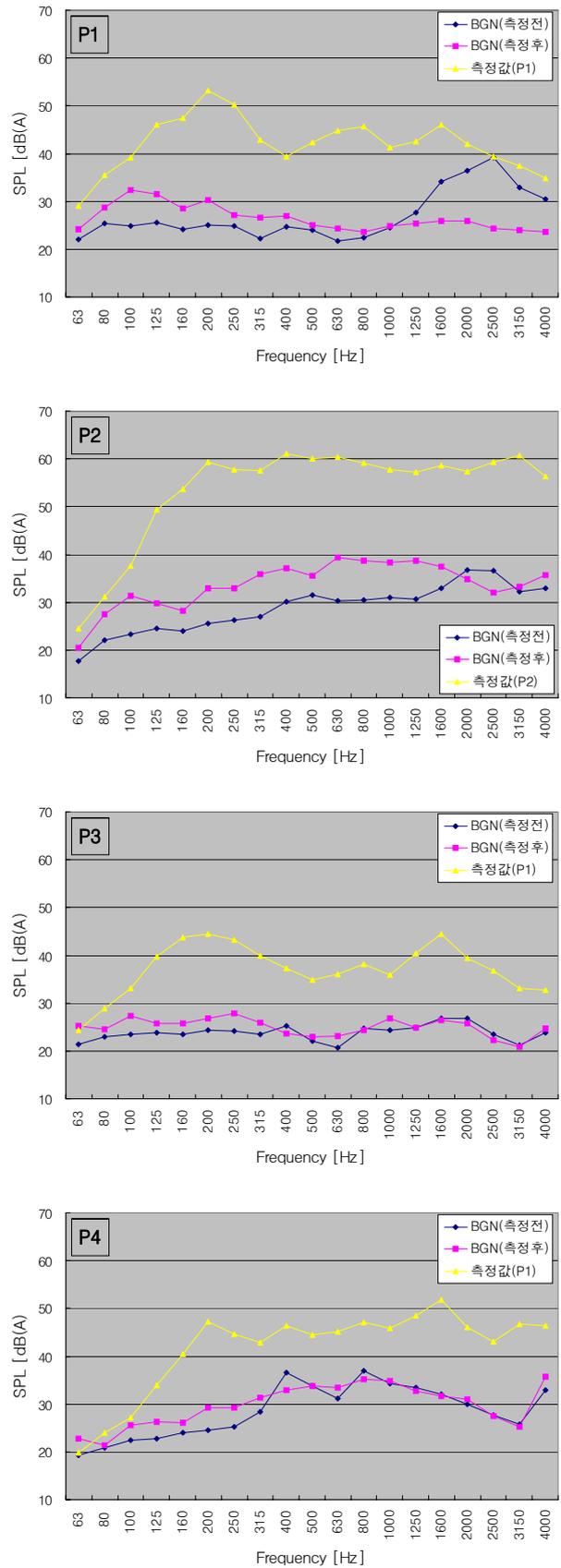


Fig.4 The acoustic conditions of test facility in ETTI.

소음저감장치의 높이 증가에 따른 차음효과를 고려하기 위하여, 소음저감장치 설치 전, 후에 대한 음원 및 수음점의 위치는 방음벽 상단을 기준으로 하여 설정하였다. Fig.4에 구축된 시험장의 음향 성능을 나타내었다. 신호음(pink noise)을 방사하는 스피커의 위치가 방음벽 상단을 기준으로 -1.5m일 때, Fig.3에 도시한 방음벽 배후의 수음점 P1, P2, P3, P4에 있어서, 신호음을 방사하기 전후의 배경소음을 대비하여 나타내었다. 측정 시점에 따른 배경소음의 변동이 보이기는 하지만 측정 범위 내에서 신호음과 배경소음(BGN)의 레벨차가 10[dB]이상 차가 있음을 알 수 있다.

### 3. 소음저감장치의 차음성능 평가방안 검토

소음저감장치의 효과를 평가함에 있어, 설치 전, 후의 음압레벨 스펙트럼 대해 고속도로 교통소음의 스펙트럼을 적용하여 단일값(overall level)으로 소음저감장치의 효과를 평가하는 것을 검토하였다. Fig.5에 일본과 유럽에서 사용하고 있는 도로교통소음의 스펙트럼을 나타내었다.

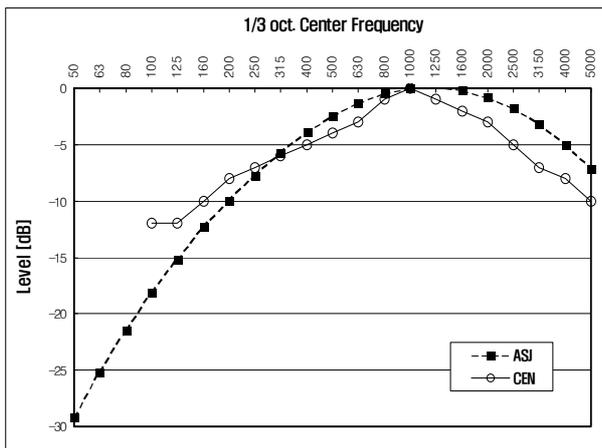
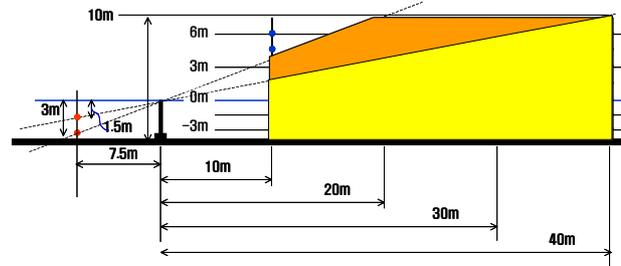


Fig.5 The road traffic noise spectrum for estimating a performance of noise barriers and acoustic devices attached on the noise barrier in Europe and Japan.

Fig.2에 나타난 일본의 사례에서도 알 수 있듯이, 소음저감장치의 차음성능은 회절각도에 따라 평가할 필요가 있다. 이에 대해 본 연구에서는, Fig.6에 나타난 2가지 위치의 음원과 가시선 하단의 48가지 위치의 수음점에 대하여, 소음저감장치별로 전과거리, 경로차, 회절각을 독립변수로 한 차음성능 회귀식을 도출하여 성능을 평가하는 방안을 검토하였다. 이렇게 하면 소음저감장치의 적용을 검토해야하는 현장에 대해 대책지점별로 소음저감장치의 효과를 예측할 수 있어 방음벽 설계에 효과적이기 때문이다. Fig.6에 한국 도로공사에서 개발한 고속도로 소음예측 프로그램인 KHTN(Korea Highway Traffic Noise)를 이용하여 방음벽 상단을 기준으로 -1.5m와 -3.0m에 음원을 설정하고,

Fig.3에 나타난 56개의 평가위치 중 가시선 하단에 해당하는 48개의 평가위치에서 각각의 음원에 대한 전과거리, 방음벽에 의한 경로차, 회절각을 독립변수로 설정한 예측소음도를 통한 회귀분석 사례에 대한 결과를 나타내었다. 회귀분석의 통계결과에 나타난 바와 같이, 본 연구에서 검토한 소음저감장치의 성능평가 방법은 타당하리라 판단한다.



회귀분석 통계량	
다중 상관계수	0.985430097
결정계수	0.971072476
조정된 결정계수	0.969100145
표준 오차	0.455414815
관측수	48

Fig.6 A case study of regression analysis for the considering measuring points in this study.

### 4. 맺음말

지난 보고에서는, 방음벽 상단 소음저감장치의 성능평가를 위해 음향 인텐시티를 이용하는 방법이 시도되어 근거리 음장에 있어서의 소음저감장치의 효과를 검토하였다. 이번 연구에서는 방음벽 배후 10m에서 40m의 원거리 음장에 대해 기존의 방법과 유사한 음압레벨에 의해 평가하였다. 평가 음장이 멀어질수록 오차 요인이 많아지는 만큼 결과분석에 많은 노력이 필요하다. 인텐시티에 의한 근거리 음장 평가결과와 음압레벨에 의한 원거리 음장 평가결과에 대한 신뢰도를 높이기 위해, 향후 원거리 음장에 대해 임펄스 신호를 이용한 평가를 예정하고 있다.

### 참고 문헌

- 1) ISO 10847. Acoustics - in situ determination of insertion loss of outdoor noise barriers of all types: 1997.
- 2) CEN/TS 1793-4. Road traffic noise reducing devices - test method for determining the acoustic performance - Part 4: Intrinsic characteristics - in situ values of sound diffraction, December: 2003.