

방음벽 상단소음저감장치의 성능평가 방법에 관한 연구(3)

- 시험 및 평가방법의 제안 -

Estimation Method of Noise Reducing Devices Installed on the Noise Barrier(3)

- Suggestion of Test and Estimation Method -

김철환[†]·장태순·강희만·전기성*·김동준·장서일**

Chul-Hwan Kim, Tae-Sun Chang, Hee-Man Kang,
Ki-Seong Jeon, Dong-Joon Kim, Seo-Il Chang

Key Words : Noise Barrier(방음벽), Noise Reducing Device(소음저감장치),
Noise Reducing Effect(소음저감효과), Estimation Method(평가방법)

ABSTRACT

The noise reducing devices installed on the noise barrier have been developed in many shapes and ways to reduce noise around road traffic areas. In this study, test and estimation method for the noise reducing device witch installed on the top of a noise barrier was suggested. For this, the authors have considered sound power flow around the device and sound pressure levels for the far field area. To estimate the area effect behind the barrier, area average of noise pressure level difference divided by two area, upper and bellow the sight-line. Comparing the attenuation difference of these areas, the tendency of noise reduction effect was studied according to type of noise reducing devices. Compared with noise shielding efficiency of the devices that using equivalent height of a simple barrier calculated by the SoundPlan, the commercial environment noise simulation software.

1. 머릿말

소음저감장치는 일본의 Fujiwara에 의해 처음 소개¹⁾되었을 때부터 회절 엣지의 흡음에 의한 음향 포텐셜이 저감되었기 때문이 아니라 소음저감장치 부착에 따른 단순한 높이 증가에 의한 차음성능 향상이라는 논란이 있었다. 또한, 흡음형이 아닌 간섭형 소음저감장치에 있어서도 음파의 간섭에 의한 소음저감이라기보다는 다중회절에 의한 저감효과라는 의의가 제기되는 등 소음저감장치의 음향성능에 대해서는 지금까지도 많은 의혹이 제기되고 있고, 특히 국내에서는 간섭형 소음저감장치의 경우 간섭효과로 인하여 가시선 상단의 직접음 도달영역에까지 차음효과가 있다고 홍보되는 제품도 생겨나고 있다. 본 연구에서는 소음저감장치의 차음효과를 객관적이며 보다 현실적으로 평가할 수 있는 방안을 검토하기 위하여 방음벽 배후의 평가범위를 기존에 비

해 훨씬 넓은 범위에서 음압레벨을 측정하여 원거리 음장에서의 차음성능을 평가하였다. 특히 설치 전·후에 대한 성능 측정에 있어 기존의 방법은 음원과 수음점의 높이를 지면에서부터 일정하게 설정한 반면, 이번 연구에서는 음원과 수음점의 높이를 소음저감장치의 높이만큼 높게 설정하여 높이 효과를 배제한 소음저감장치의 순수한 음향성능만을 평가하고자 하였다. 옥외 성능시험을 위해 국내에서는 유일하게 상설 방음벽 성능시험장을 구축하고, 약 3.5m의 방음벽에 소음저감장치를 설치하여 설치 전/후에 대한 원거리에서의 음압레벨을 측정하였다. 측정된 결과에 대해 평가 주파수 범위, 평가영역, 그리고 음원의 주파수 특성에 따른 평가 결과의 차이를 분석하고 이를 토대로 소음저감장치의 평가 방안을 검토하였다. 마지막으로, 소음저감장치의 평가기준을 검토하기 위하여 음압레벨 측정 시와 동일한 조건으로 방음벽, 음원 및 측정점을 설정하고 상용 환경소음 예측 소프트웨어인 사운드 플랜(SoundPlan, ver.6.4)을 이용하여 방음벽의 높이 증가와 차음성능 향상과의 관계를 회귀식으로 도출하였고, 이 회귀식에 의해 목표 차음량을 얻기 위한 방음벽의 높이 증가분과 소음저감장치의 평가 결과를 비교하여 경제성을 고려한 제품 검토가 가능하도록 하였다.

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

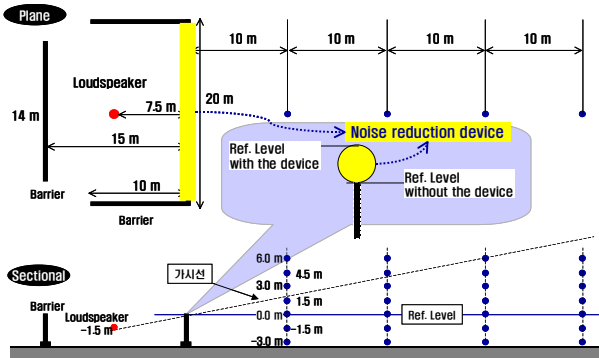
* 한국도로공사 도로교통연구원

** 서울시립대학교 환경공학과

2. 성능시험 및 평가방법

2.1 시험 방법

Fig.1에 소음저감장치의 성능시험을 위한 음원 및 평가점의 위치관계 및 이에 대한 사진을 나타내었다.



(a) Schematic diagram of measuring



(b) Photo of source side



(c) Photo of receiver side

Fig.1 Schematic diagram and photos of the test field for Noise reducing devices (in the Expressway & Transportation Research Institute).

소음저감장치의 성능 평가를 위한 국내규정은 없고, 일본 국토교통성이나 유럽표준화위원회(CEN)에서 제안²⁾하고 있는 방법은 있으나 모두 비교적 방음벽에 가까운 근거리 음장에 대해 평가하도록 되어있다. 하지만, 방음벽에서 가까운 근거리에서의 성능이 확인된 일부 제품 중에는 현장 설치 후 기대했던 만큼의 효과가 없다는 의혹이 제기되고 있어 이에 대한 검증이 필요한 실정이므로, 가능한 일정한 조건에서의 원거리 음장에 대한 성능시험이 필요하다고 판단되었다. 소음저감장치의 설치 전·후에 대한 음압레벨 차에 의해 성능을 평가하는 데 있어 소음저감장치 자체의 높이 증가에 따른 차음효과 상승을 배제하기 위하여, 음원과 측정점의 위치 기준을 지면이 아니라 방음벽 상단 및 방음벽에 소음저감장치를 설치하였을 때의 상단을 기준 지점으로 설정하였다.

2.2 평가 영역

성능평가 영역에 있어서는 음원과 방음벽 상단을 잇는 가시선을 기준으로 상방영역(II 영역)과 후방영역(I 영역)으로 나누고, 각 측정점에 있어서 소음저감장치 설치 전·후의 음압레벨 차를 영역별로 산술평균하여 단일 수치로 나타내었다. 이에 대한 평가영역의 개요를 Fig.2 에 나타내었다.

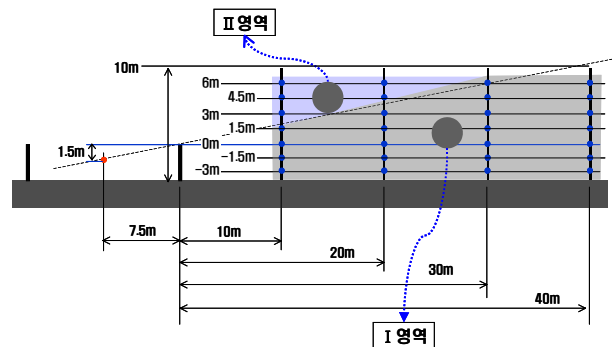


Fig.2 Schematic diagram of the estimation area.

2.3 평가 스펙트럼

방음벽 상단 소음저감장치의 효과를 평가함에 있어, 설치 전·후의 음압레벨 스펙트럼에 대해 국내 고속도로에서 측정된 데이터를 바탕으로 산출한 교통소음 스펙트럼 보정치 및 A-weighting 보정치를 적용한 단일값(O.A.: overall level)으로 평가하는 방법을 검토하였다. Fig.3에 A-weighting 보정치 및 도로교통연구원에서 측정한 고속도로 교통소음 스펙트럼을 1kHz를 기준으로 한 상대레벨로 나타내었다. 국내에서 통용되는 대표적인 고속도로 교통소음 스펙트럼이 없기 때문에 도로공사에서 관리하는 고속도로(아스팔트 및 콘크리트 포장)의 도로단에서 측정한 고속도로 교통소음을

평균하여 고속도로 발생소음의 대표 스펙트럼으로 제시하였다.

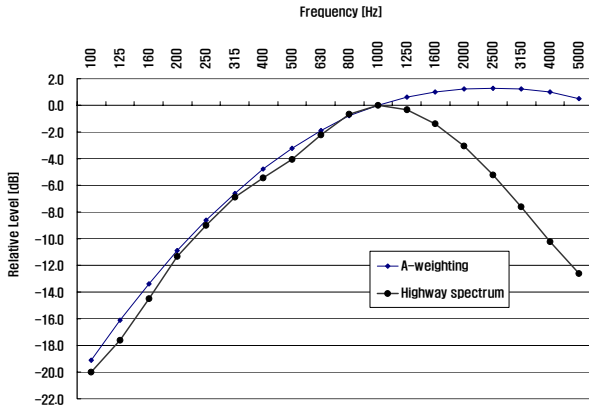


Fig.3 Source spectrum for considering shielding efficiency of the noise reducing devices

2.4 스펙트럼 범위

옥외에서 소음측정을 할 때, 저주파 영역과 고주파 영역에서 측정값이 크게 변동하여 재현성을 확보하는데 많은 어려움이 있음을 자주 경험할 수 있다. 대부분이 배경소음에 의한 원인으로 이러한 변동이 발생하지만 이를 제거하기는 쉬운 일이 아니다. 이에 본 연구에서는 도로교통소음의 특성상 가장 큰 영향을 갖는 500~2kHz (400~2.5kHz, 1/3oct.) 영역을 평가 대상으로 하였고, 이에 대한 근거로 제시된 데이터³⁾를 Fig.4에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이, 이 주파수 범위에 약80%의 소음 에너지가 집중되어 있음을 알 수 있다.

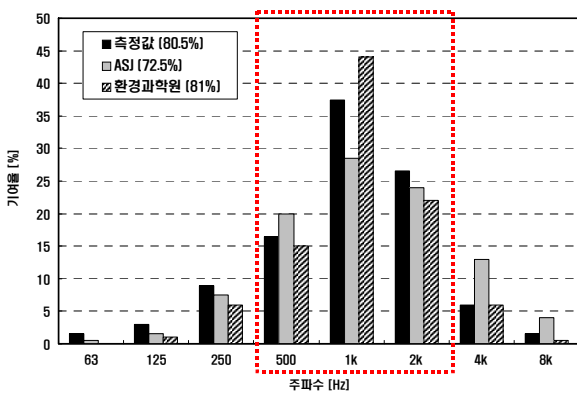
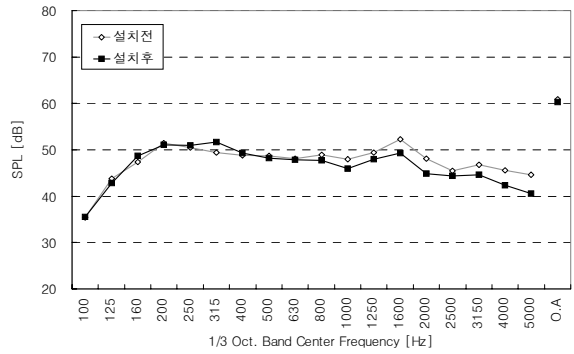


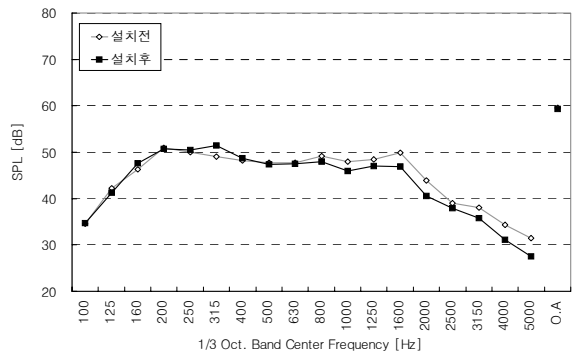
Fig.4 The rate of spectral energy from road traffic noise

3. 평가결과 및 고찰

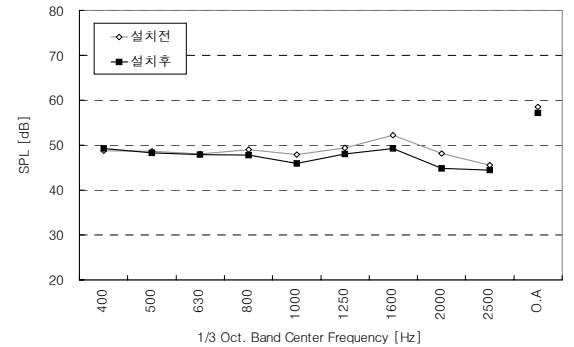
Fig.5와 Table 1에 동일한 제품에 대해 평가방법을 달리 했을 경우의 결과를 비교하여 나타내었다.



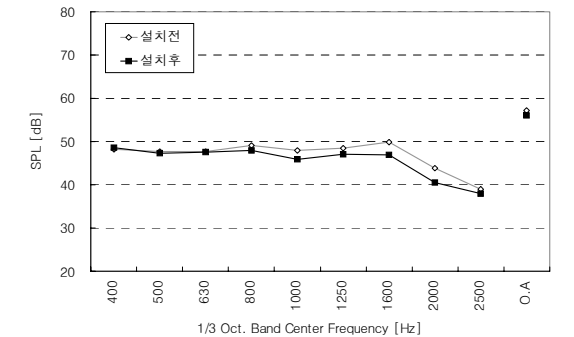
(a) Estimation by A-weighting [100~5kHz]



(b) Estimation by highway noise [100~5kHz]



(c) Estimation by A-weighting [400~2.5kHz]



(d) Estimation by highway noise [400~2.5kHz]

Fig.5 Comparison of estimation results with a same device(product A in Table 1) at the receiving area I shown in Fig.2.

Table 1 Performance comparison of estimation results with a same device at the receiving area I and area II shown in Fig.2.

제품	영역	A-weighting		Highway spectrum	
		100~5kHz	400~2.5kHz	100~5kHz	400~2.5kHz
A	II	0.7	0.6	0.6	0.7
	I	1.0	1.7	0.6	1.5
B	II	0.3	0.0	0.3	0.4
	I	0.8	1.6	0.4	1.5
C	II	0.2	0.3	0.3	0.6
	I	1.1	1.2	0.8	1.0
D	II	0.2	-0.1	0.0	0.1
	I	0.9	0.7	0.5	0.5

Fig.5에는 A제품의 I 영역에 대한 결과만을 나타내었는데, Table 1의 결과에서도 알 수 있듯이, II영역에 대한 소음저감장치의 차음효과는 거의 없는 것으로 보이도 무난할 것으로 판단된다. 결과에서 알 수 있듯이, 제품에 따라 약간의 차이는 있지만 평가 주파수의 범위를 도로교통소음의 에너지가 집중된 영역(400~2.5kHz)으로 설정함에 따라 제품의 성능이 보다 뚜렷해짐을 알 수 있다. 그리고, 평가 스펙트럼에 있어서는 고속도로 발생소음 스펙트럼을 이용하는 것이 A-weighting의 스펙트럼을 이용하여 평가하는 것 보다 평가값이 약간 작아짐을 알 수 있다.

4. 등가높이 증가량에 의한 성능평가

소음저감장치의 효과를 평가함에 있어, 설치 전,후의 음압레벨 스펙트럼 대해 고속도로 교통소음의 스펙트럼을 적용하여 단일값(overall level의 영역평균)으로 소음저감장치의 효과를 평가하는 것을 검토하였지만, 평가값만으로는 소음저감장치의 성능을 가늠하기가 쉽지 않다. 이에 대해 본 연구에서는 Fig.2에 나타낸 배치에서 3장의 평가 방법과 동일한 방법으로 계산한 값을 바탕으로 차음성능 회귀식을 도출하여 성능을 평가하는 방안을 검토하였다. 이렇게 하면 소음저감장치의 적용을 검토해야하는 현장에 대해 대책지점별로 소음저감장치의 효과를 방음벽의 높이 증가량으로 판단할 수 있어 저감장치의 적용을 검토할 때 많은 도움이 되리라 생각된다. Fig.6에 상용 소음예측 소프트웨어인 사운드플랜(SoundPlan)을 이용하여 계산한 결과로 산출한 회귀식을 나타내었다. 결과에서 알 수 있듯이, 고속도로 발생소음 스펙트럼에 대해서는 방음벽의 높이가 0.5m 증가하면 약 1dB(A)의 소음이 저감되는 것으로 평가된다.

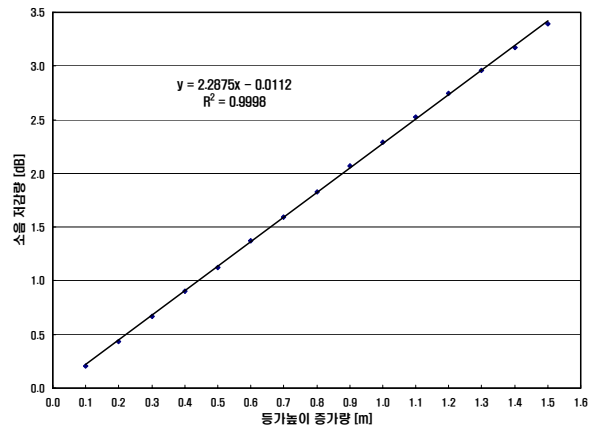


Fig.6 The equivalent height increasing of a barrier for the estimation area shown in Fig.2 calculated by SoundPlan (ver.6.4) .

5. 맺음말

방음벽 상단 소음저감장치의 현장 적용을 위하여 가능한 현장에 가까운 조건으로 차음성능의 시험 및 평가방법을 검토하였다. 이상의 결과로부터 평가 주파수의 특성 스펙트럼, 평가 주파수의 범위에 따라 평가결과가 조금씩 달라짐을 알 수 있었다. 이러한 일련의 결과에서, 평가 주파수의 스펙트럼은 고속도로 발생소음 스펙트럼 그리고 평가 주파수의 범위는 500~2kHz(400~2.5kHz, 1/3 oct. band)하는 것이 타당한 것으로 판단되며, 향후 계속적인 시험을 통하여 검증에 필요한 데이터를 체계적으로 확보하고, 제안한 평가방법의 수정 및 보완을 계속적으로 해 나가고자 한다.

참 고 문 헌

- 1) K. Fujiwara, N. Furuta, "Sound shielding efficiency of a barrier with a cylinder at the edge", Noise control engineering journal, Vol. 37, No. 1, pp. 5-11, 1991.
- 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.
- 3) 김득성 외, "도로교통소음 음향파위레벨 산정과 응용에 관한 연구", 한국소음진동공학회 학술대회 춘계학술대회논문집, 2004.