

방음벽 상단의 소음감소기 성능 시험

Performance Test of Noise Reducers Installed on Noise Barrier

강대준[†] · 이재원* · 구진회*

Daejoon Kang, Jaewon Lee and Jinhoi Gu

Key Words : Noise Reducer(소음감소기), Noise Barrier(방음벽)

ABSTRACT

The use of noise barrier is being increased to reduce the environmental noise in these days. Also, many noise reducers installed at the top of noise barrier are developed for improving the performance of noise reduction. So we evaluate the performance of the noise reducers and compare the results. Results of the field tests show that the insertion loss due to the noise reducers is up to 10.6 dB.

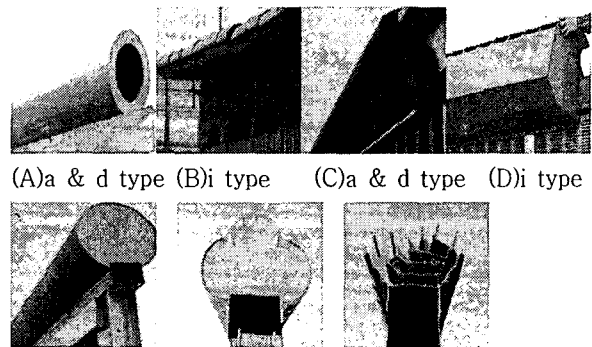
1. 서론

여러 환경소음 저감을 목적으로 방음벽이 많이 사용되고 있다. 그러나, 건물 등이 고층화되면서 방음벽의 높이보다 높은 지점까지는 전혀 소음 저감 효과를 얻지 못하는 한계가 있다. 이에 최근에는 방음벽의 높이보다 높은 지점까지 최대한 소음 저감 효과를 나타내기 위하여 방음벽 상단에 소음감소기를 설치하는 사례가 증가하고 있다. 이러한 소음감소기의 종류가 다양해지고 새로운 제품이 개발되고 있지만 현재까지는 이들의 효과에 대한 성능평가가 제대로 이루어지지 않고 있다. 따라서, 이 연구에서는 소음감소기의 적절한 평가방법에 대하여 논의하고, 그 성능에 대하여 알아보려고 한다.

2. 시험방법

2.1 시험대상 소음감소기

시험대상 소음감소기로는 모두 7종으로 국내에서 생산되고 있는 제품들이다. Fig. 1에 시험대상 소음감소기의 모습을 보이고 있다. (A),(E)는 원통모양으로 안쪽에 흡음재가 설치되어 있고, (B)는 상단을 양쪽으로 퍼지게 하고 끝을



(A)a & d type (B)i type (C)a & d type (D)i type

(E)a & d type (F)a & i type (G)a & i type

* a : absorption, d : diffraction, i : interference

Fig. 1. Outline of noise reducers

원형으로 처리하였다. (C)는 최근에 가장 흔히 볼 수 있는 버섯 모양의 소음감소기이며, (D)는 내부에서 소음 간섭을 일으키는 구조로 되어있으며, (F),(G)는 간섭과 흡음을 함께 일으키는 형태로 되어 있다¹⁾.

2.2 시험방법

현재 소음감소기의 성능을 평가하기 위한 시험방법은 표준규격으로 제정되어 있지 않다. 따라서, 이 연구에서는 일본에서 간섭형 소음감소기의 성능을 평가하기 위하여 사용하는 시험방법을 참고 및 보완하여 위의 시험대상 소음감소기에 대한 효과를 측정하였다. 일본에서는 Fig. 2에서처럼 방음벽 상단에 회절형 소음감소기를 설치하고 일정 거리 및 높이에 마이크로폰 6개를 두어 소음감소기의 효과를

[†] 국립환경과학원 소음진동연구실
E-mail : dj kang@me.go.kr
Tel : (032) 560-7676. Fax : (032) 560-7678

* 국립환경과학원 소음진동연구실

측정하고 있다^{2,3)}. 이 시험에서는 Fig. 3에서처럼 일본에서의 측정위치에 마이크론을 거리, 높이별로 5개를 더 추가(마이크론을 흰색으로 표시)하여 시험하였다.

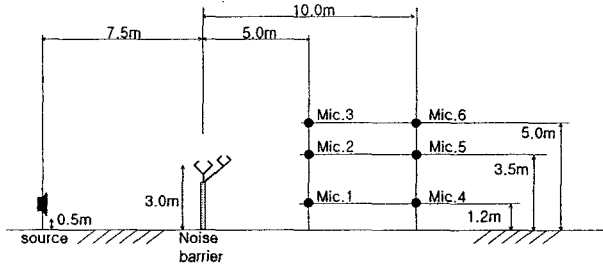


Fig. 2. Schematic diagram of test in Japan for interference type noise reducer^{2,3)}

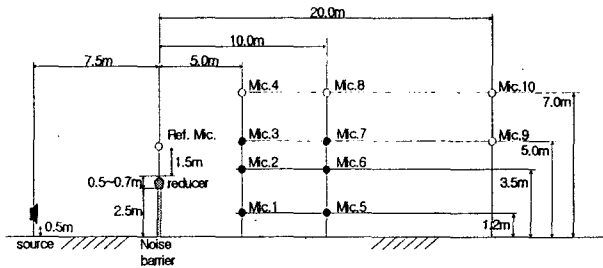


Fig. 3. Schematic diagram of test in this paper for noise reducers

방음벽의 높이는 2.5 m 이고 길이는 20 m 이며, 시험대상 소음감소기의 높이는 0.5~0.7 m 이다. 음원(Type 4224, B&K)은 방음벽으로부터 7.5 m 전방, 높이 0.5 m 위치에 설치하였다. 음원의 높이를 지상에서 0.5 m 위치에 설치한 이유는 일반적인 자동차 음원과 높이를 같게 하기 위해서이다. 측정은 음원에서 랜덤 소스(random source)를 발생시키고 감소기의 성능을 평가하기 위하여 소음감소기 설치전과 설치후의 1/3옥타브대역 주파수별 음압도를 비교하였으며 2분간 5회 반복 측정된 등가소음도를 평균하여 각 마이크론에서의 소음도를 구하였다. 소음감소기의 성능평가는 방음벽에 소음감소기를 설치하지 않은 상태(높이 2.3 m)의 소음도와 방음벽 상단에 소음감소기를 설치한 후 (높이 3.0~3.2 m)의 소음도 차이를 비교하였다.

3.1 시험결과 및 고찰

(1)지점별 소음도 비교

먼저 방음벽으로부터 거리 5 m, 높이 5 m인 마이크론 3과 거리 10 m, 높이 5 m인 마이크론 7 그리고, 거리 5 m, 높이 7.5 m인 마이크론 4에서의 주파수별 삽입손실을 Fig. 4~6에 보이고 있다. Fig. 4를 살펴보면 감소기 A, B, D를 제외한 나머지 감소기들은 1,000 Hz대역에서 감소가 가장 크게 나타나고 있다. 감소기 B는 1,600 Hz에서 감소가 가장 크게 나타나고 있다. 또한 100 Hz나 200 Hz

부근에서 소음도 감소가 다른 주파수에서 보다 다소 크게 나타나는 것은 소음감소기에 의한 간섭 및 흡음에 의한 것으로 추정된다.

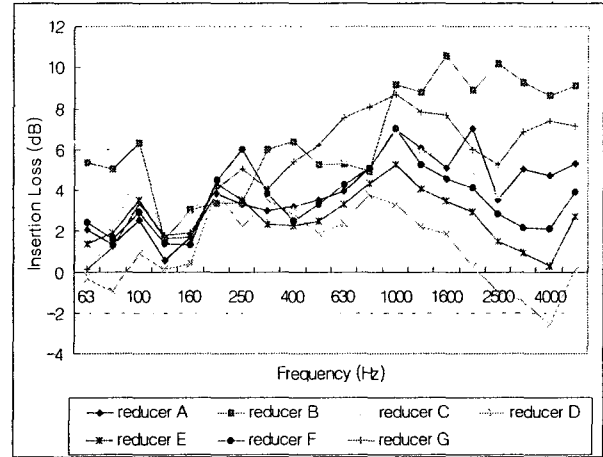


Fig. 4. Insertion loss at third octave bands of noise reducers at Mic. 3

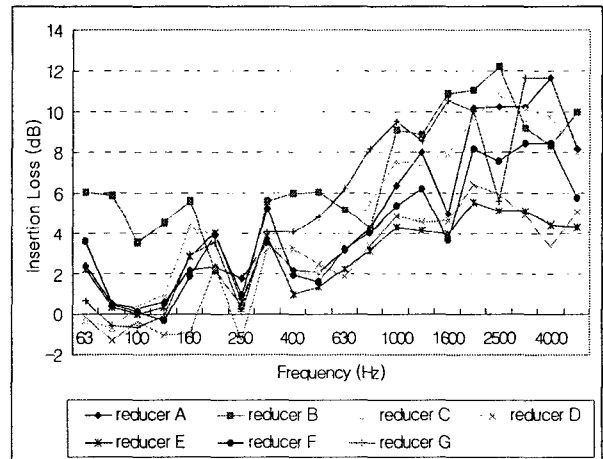


Fig. 5. Insertion loss at third octave bands of noise reducers at Mic. 7

Fig. 5를 살펴보면 Fig. 4에 비해 마이크론의 위치가 멀어져 대체적으로 회절 경로차 및 거리감쇠의 영향을 많이 받는 고주파수 대역으로 갈수록 소음도 감소가 커지는 것을 알 수 있다.

Fig. 6에서 마이크론 4 지점은 방음벽에 의한 경로차가 생기지 않는 지점으로 over-all 음압도의 차이는 거의 나타나지 않는 지점이다. 그러나 소음감소기에 따라 60, 80, 160 Hz에서 감소효과가 나타나는 것으로 보아 소음감소기의 회절 간섭^{1,5)}에 의한 영향으로 추정된다.

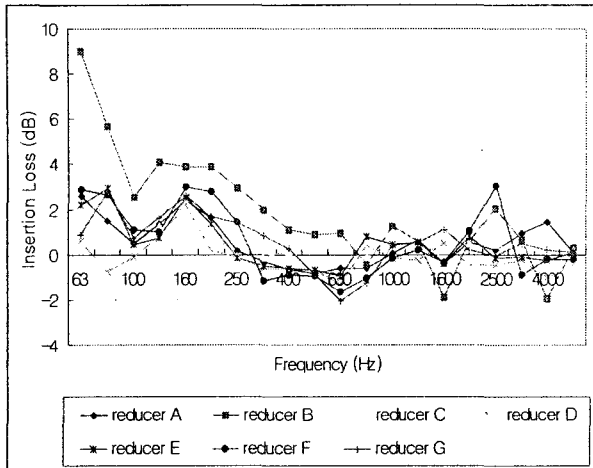
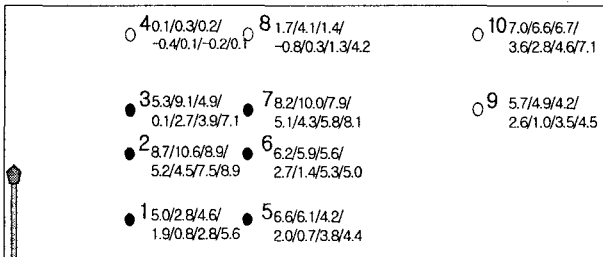
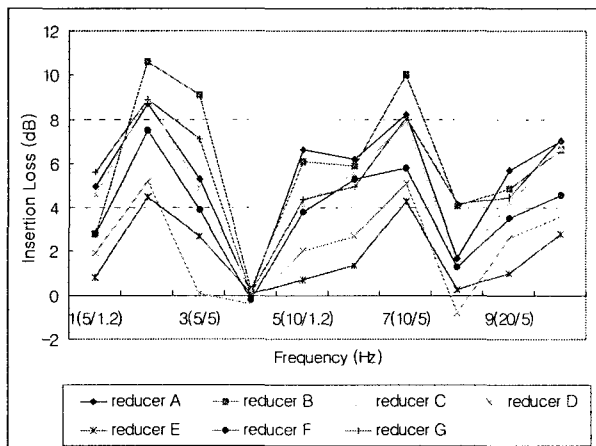


Fig. 6. Insertion loss at third octave bands of noise reducers at Mic. 4

다음으로 over-all 음압도 차이를 살펴보았다. Fig. 7은 마이크로폰 위치별로 소음감소기를 설치하기 전과 후의 소음도 차이를 보이고 있다.



(a) Insertion loss in over-all noise level of noise reducers at microphone positions



(b) Insertion loss of noise reducers
Fig. 7. Insertion loss of noise reducers

Fig. 7의 (a)에서는 방음벽과 떨어진 거리, 높이에 따른 마이크로폰 1~10까지의 위치를 표시하여 소음감소기 A~G

설치 전·후의 소음도 차이를 차례로 나열하고 있다. Fig. 7의 (b)는 위의 결과를 그래프로 보이고 있다. Fig. 7을 살펴보면 방음벽으로부터 5 m 떨어지고 높이가 3.5 m 지점인 마이크로폰 2에서의 소음감소효과가 가장 큰 것으로 나타나고 있다. 이는 소음감소기를 설치함으로써 회절에 의한 경로차가 가장 크게 발생하고, 소음감소기에 의한 간섭, 흡음 등의 영향이 가장 크게 나타나기 때문으로 판단된다. 반면에 회절에 의한 경로차가 거의 발생하지 않는 지점인 방음벽으로부터 5 m 떨어지고 높이가 7.5 m 지점인 마이크로폰 4와 방음벽으로부터 10 m 떨어지고 높이가 7.5 m 지점인 마이크로폰 8에서의 소음감소 효과는 미미한 것으로 나타나고 있다.

(2)소음감소기의 종류별 성능

각 소음감소기 7종의 성능평가 결과를 종합하여 Table 2에 보이고 있다. 먼저 일본 도로공단의 간섭형 소음감소기의 성능평가에서 사용된 마이크로폰 위치인 1~3, 5~7지점의 평균 삽입손실을 살펴보면 Table 1에서 소음감소기 A는 6.7 dB, B는 7.4 dB, C는 6.0 dB, D는 2.8 dB, E는 1.9 dB, F는 4.9 dB, 그리고 G는 6.5 dB로 나타났다. 위의 평균 삽입손실로 각 소음감소기의 정확한 성능 평가를 나타내는 값으로 보기는 어렵지만 다른 소음감소기에 비해 D, E, F는 소음감소기의 성능이 떨어짐을 알 수 있었다.

Table 1. The performance of noise reducers

| Classification | Mean I.L. of Mic.1~3, 5~7(dB) | Mean I.L. of Mic.1~10(dB) |
|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| reducer A | 6.7 | 5.5 |
| reducer B | 7.4 | 6.0 |
| reducer C | 6.0 | 4.9 |
| reducer D | 2.8 | 2.2 |
| reducer E | 1.9 | 1.9 |
| reducer F | 4.9 | 3.8 |
| reducer G | 6.5 | 5.5 |

Table 1과 Table 2의 결과에서 소음감소기 B의 효과가 가장 뛰어난 것으로 나타났다. 단, 소음감소기 B의 효과가 가장 뛰어난 이유는 다른 소음감소기에 비해 높이가 약 0.26 m 높고 형태가 T자 형으로 되어있어 회절 경로차가 커진 것이 가장 큰 원인으로 판단된다.

4. 결론

이 논문에서는 국내에서 개발되어 사용 중인 소음감소기 7종의 현장 성능평가 시험을 수행하였다. 현재는 소음감소기를 실제로 현장에 설치하여 성능을 평가 할 수 있는 여

Table 2. The results of noise reduction performance of noise reducers

| distance (m) | height (m) | reducer A | | | reducer B | | | reducer C | | | reducer D | | | reducer E | | | reducer F | | | reducer G | | |
|----------------------|---------------|-----------|-------|-----|-----------|-------|------|-----------|-------|-----|-----------|-------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|------|
| | | before | after | LL | before | after | LL | before | after | LL | before | after | LL | before | after | LL | before | after | LL | before | after | LL |
| 5 | 1.2 | 73.9 | 68.9 | 5.0 | 72.1 | 69.3 | 2.8 | 70.7 | 66.1 | 4.6 | 71.6 | 69.7 | 1.9 | 67.9 | 67.1 | 0.8 | 69.9 | 67.1 | 2.8 | 66.6 | 61.0 | 5.6 |
| | 3.5 | 83.5 | 74.8 | 8.7 | 87.0 | 76.4 | 10.6 | 83.4 | 74.5 | 8.9 | 82.4 | 77.2 | 5.2 | 79.2 | 74.7 | 4.5 | 82.9 | 75.4 | 7.5 | 77.5 | 68.6 | 8.9 |
| | 5 | 92.2 | 86.9 | 5.3 | 91.7 | 82.6 | 9.1 | 91.2 | 86.3 | 4.9 | 93.0 | 92.9 | 0.1 | 88.8 | 86.1 | 2.7 | 89 | 85.1 | 3.9 | 86 | 78.9 | 7.1 |
| | 7.5 | 81.8 | 81.7 | 0.1 | 89.0 | 88.7 | 0.3 | 90.5 | 90.3 | 0.2 | 93.6 | 94.0 | -0.4 | 88.2 | 88.1 | 0.1 | 85.9 | 86.1 | -0.2 | 87.6 | 87.5 | 0.1 |
| 10 | 1.2 | 67.6 | 61.0 | 6.6 | 71.9 | 65.8 | 6.1 | 68.5 | 64.3 | 4.2 | 68.4 | 66.4 | 2.0 | 65.8 | 64.6 | 1.2 | 69.4 | 65.6 | 3.8 | 64.1 | 59.7 | 4.4 |
| | 3.5 | 70.8 | 64.6 | 6.2 | 75.6 | 69.7 | 5.9 | 80.7 | 75.1 | 5.6 | 74.7 | 72.0 | 2.7 | 71.8 | 69.9 | 1.9 | 75 | 69.7 | 5.3 | 69.3 | 64.3 | 5.0 |
| | 5 | 77.0 | 68.8 | 8.2 | 85.3 | 75.3 | 10.0 | 81.3 | 73.4 | 7.9 | 83.1 | 78.0 | 5.1 | 78.7 | 74.4 | 4.3 | 79.7 | 73.9 | 5.8 | 75.9 | 67.8 | 8.1 |
| | 7.5 | 82.1 | 80.4 | 1.7 | 87.8 | 83.7 | 4.1 | 88.1 | 86.7 | 1.4 | 89.5 | 90.3 | -0.8 | 85.2 | 84.9 | 0.3 | 85 | 83.7 | 1.3 | 83.5 | 79.3 | 4.2 |
| 20 | 5 | 66.8 | 61.1 | 5.7 | 72.9 | 68.0 | 4.9 | 69.4 | 65.2 | 4.2 | 71.3 | 68.7 | 2.6 | 67.1 | 66.1 | 1.0 | 69.9 | 66.4 | 3.5 | 65.5 | 61.0 | 4.5 |
| | 7.5 | 72.3 | 65.3 | 7.0 | 78.1 | 71.5 | 6.6 | 76.6 | 69.9 | 6.7 | 77.5 | 73.9 | 3.6 | 73.9 | 71.1 | 2.8 | 75 | 70.4 | 4.6 | 71.6 | 64.5 | 7.1 |
| height of barrier(m) | | 2.3 | 3.0 | 0.7 | 2.3 | 3.16 | 0.86 | 2.3 | 3.0 | 0.7 | 2.3 | 2.9 | 0.6 | 2.3 | 2.85 | 0.55 | 2.3 | 2.98 | 0.68 | 2.3 | 3.15 | 0.85 |

참 고 문 헌

건도 쉽게 마련하기 어렵고 표준화된 측정방법 및 평가방법이 마련되어 있지 않아 그 성능을 정량화해서 판단하는데에는 어려움이 있다. 그러나 시험 결과 소음감소기 7종 중 3종은 다른 소음감소기에 비해 그 성능이 확연히 떨어지는 것을 알 수 있다. 즉, 소음감소기의 성능평가를 위하여 현장 시험이 필수적으로 수행되어야 할 것으로 보인다. 이번 연구에서는 여건상 소음감소기를 설치했을 때의 높이와 일반 방음벽이 같은 높이일 때의 비교시험을 하지 못하여 소음감소기의 흡음, 간섭효과에 의한 정확한 효과를 판단하기 어려웠다. 그러나 성능평가결과 소음감소기 자체의 흡음, 간섭 현상에 의한 소음감소보다는 회절 경로차에 의한 소음감소가 더 크게 나타나는 것으로 보인다.

이번 연구에서의 소음감소기 성능평가 시험을 통하여 앞으로 소음감소기의 성능평가 측정방법 및 평가방법을 표준화하는데 기초 자료로 활용이 되었으면 한다.

후 기

이번 연구는 서울시 시설공단의 협조로 수행되었으며, 관계자 여러분들께 감사를 드린다.

- (1) Shono, Yutaka, Yoshida, Yukinelow and Yamamoto, Kohei, 1994, "Development of noise abatement devices applied at the top of highway noise barriers", Journal of construction management and engineering, Japan society of civil engineers, Vol. 25, No. 504.
- (2) 日本建設省告示 1324号, 1992, 技術評價制度 測定法.
- (3) Okubo, Tomonao, 2004, "先端 改良刑 防音壁", 騒音制御, Vol. 28, No. 5, pp.317~322.
- (4) Fujiwara, Kyoji, Hothesall, David C. and Kim, Chul-hwan, 1998, "Noise Barrier with Reactive Surfaces", Applied Acoustics, Vol. 53, No. 4, pp. 255~272.
- (5) Watts, G. R. and Morgan, P. A., 1996, "Acoustic Performance of an Interference-Type Noise-Barrier Profile", Applied Acoustics, Vol. 49, No. 1, pp. 1~16.