

# 방음벽의 효과산정 및 설치현황

## 정 일 록

(국립환경연구원)

### 1. 머리말

문명의 발전에 수반되는 환경오염은 오늘날 지구촌이 안고있는 가장 심각한 문제 중의 하나이자 인류가 풀어야 할 과제의 하나이다. 그 중 감각공해인 소음은 대기 및 수질오염, 폐기물과 같은 물질공해에 비해 그 우선순위가 상대적으로 낮았으나, 환경오염에 대한 관심과 조용한 생활공간을 갈구하는 사람들의 증가로 환경관련 민원의 40% 이상을 차지할 정도로 문제시되고 있다.

그러나 이러한 상황 속에서도 소음문제는 비축적성, 국지성, 일과성, 인체에 미치는 영향의 상대적 무해성 등으로 아직까지도 국민의 관심과 기술개발 및 연구투자 등이 담보 상태에 머물러 있는 실정이다. 환경처에서 발표한 1992년도 3/4분기의 환경소음도에 의하면 전국 7대 도시 94개 측정지점 중 60%가 환경기준을 넘었으며, 특히 서울의 주거지역중 도로변에서는 환경기준인 65 dB를 평균 7 dB 초과하였다. 특히 이 지역은 자동차 소음이 대부분을 차지하고 있다.

소음공해에 대한 대책은 크게 나누어 소음 발생원의 음량을 원천적으로 저감시키는 저소음화대책, 소음 전파경로상에서의 차음대책, 피

해자의 거주공간 자체에 대한 방음 대책 등을 들 수 있다. 여기서는 교통소음과 같은 선음원에 대한 전파경로상의 차음방법으로 가장 보편화 되어있는 방음벽에 대해서, 그 효과산정 및 설치현황 등을 개략적으로 소개하고자 한다.

### 2. 방음벽 효과의 산정방법

빛은 파장이  $0.55 \mu$  정도로 대단히 짧지만 회절한다. 음의 파장이  $17 \text{ m} \sim 1.7 \text{ cm}$  범위이므로 큰 회절을 일으켜 장애물 뒤에도 쉽게 전달된다. 장애물 뒤로 회절되는 음의 세기는 파장이 클수록 크고 파장이 짧을수록 작다. 이와 같이 음이 전파되는 도중에 장애물이 있을 때, 그 장애물이 파장보다 작은 경우에는 배후로 많이 전달되지만, 파장에 비해 장애물이 아주 클 경우에는 회절은 현저하게 저하된다. 즉 고주파음은 낮은 벽으로도 효과가 있지만 저주파음의 경우에는 높은 벽이 아니고는 효과를 거의 기대할 수 없다. 따라서 방음벽 설계 시에는 소음의 주파수분석을 통하여 도로, 철도 등 소음 발생원 주변에 방음벽을 시공할 경우, 그 효과는 방음벽으로 사용된 벽체의 투과손실, 벽체의 높이 및 길이와 음원측 표면의 흡음특성 등에 따라 좌우된다.

#### 2.1 벽체의 투과손실(TL)

사용될 벽체의 투과손실은 1/3옥타브 각 대역별로 방음벽에 기대하는 효과보다 10 dB 이상(적어도 5 dB 이상)은 되어야 한다. 통상 방음벽 설치에 의해 기대할 수 있는 효과는 최대 15~20 dB이므로 사용 벽체의 투과손실은 25~30 dB 이상 되어야 한다.

#### 2.2 회절감쇠치(L<sub>d</sub>)

반자유공간에 위치한 소음 발생원과 수음점 사이에 투과손실과 벽체의 길이가 무한하고, 높이가 유한한 방음벽(두께는 無限小)을 설치할 경우, 소음은 단지 벽체의 상단부를 회절하여 수음점에 당도한다. 그림 1의 우측 상단에서 보는 바와 같이 소음원, 벽의 정점 및 수음점을 잇는 삼각형을 그릴 때, 벽의 유무에 따른 소음의 전파경로차  $\delta$ 는

$$\delta = (A+B) - dm \quad (1)$$

이 전파경로차  $\delta$ 를 반파장( $\lambda/2$ )으로 나눈 값을 파라미터한 Fresnel number  $N$ 은 입사음의 주파수를  $f(\text{Hz})$ 라 할 때

$$N = 2\delta/\lambda = 2\delta f/c \approx \delta f/170 \quad (2)$$

이  $N$ 값을 그림 1의 횡축에 실어 종축으로 부터 선음원에 대한 회절감쇠치를 판독한다.

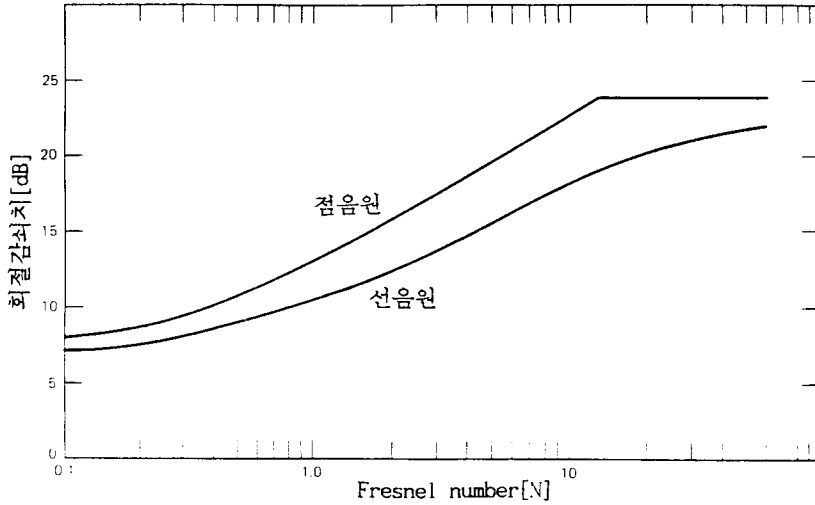


그림 1 전파경로차에 따른 회절감쇠치

2.3 입사음 감소치(Ls)

도로교통소음과 같은 무한장의 직선 선음원으로부터 방사되는 소음을 저감하기 위해 투과손실과 벽체의 높이가 무한하고, 길이가 유한한 방음벽을 설치할 경우, 소음은 그림 2에서 보는 바와 같이 단지 방음벽이 끝나는 양측을 통해 수음점에 당도한다.

무한장 선음원으로 부터 수음점에 입사되는 소음은 180°가 되며, 그림 2에서 방음벽으로 차음된 관측각을 φ라 할 때, 방음벽에 의한 입사음 감소치 Ls는

$$Ls = -10 \log \left[ \frac{(180 - \varphi)}{180} \right] \text{ dB} \quad (3)$$

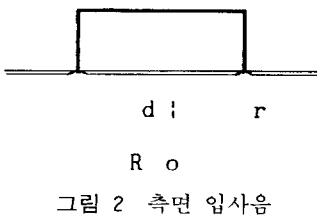


그림 2 측면 입사음

현실적으로 위 식의 180°는 그림 2의 방음벽 양측에서 입사되는 음을 점음원 거리감쇠식을 이용하여 다음과 같은 수식을 적용, θ로 조정하여도 무방하다.

$$r = \log^{-1} \left[ \frac{\{PWL - SL + (\Delta L + 10) - 8\}}{20} \right] \quad (4)$$

$$\theta = 2 \times [\cos^{-1}(d/r)]$$

여기서 PWL은 도로를 주행하는 자동차의 평균 음향파위레벨, SL은 수음점의 측정 소음도 혹은 예측 소음도, ΔL은 방음벽에 기대하는 효과이며, r은 수음점의 SL을 점음원 거리감쇠치로 ΔL+10 dB 낮추는데 필요한 소요거리이다. 이 상으로부터 방음벽 설치에 따른 효

표 1 국내·외 고속도로변 방음벽 설치현황

구 분	한 국 ('92년)	미국	일본	비 고
총연장 (km)	50.6	1150	1500	미·일은 '89년 말

표 2 국내 각 기관별 방음벽 설치현황

구 분	계	도로공사	철도청	서울시	기 타	비 고
총연장(km)	159	50.6	28	24.7	55.7	'92년 말

과 ΔL은

$$\Delta L = 10 \log \left[ 10^{-(TL/10)} + 10^{-(Ld/10)} + 10^{-(Ls/10)} \right] \text{ dB} \quad (5)$$

식 (5)는 반사형 방음벽에 적용되며, 소음원측이 흡음처리된 흡음형이나 잔디 등이 식재된 방음벽인 경우는 식 (5)의 값에 2~3 dB을 더하여 방음벽의 효과를 산정한다.

교통소음을 줄이기 위한 방안으로 국내·외 고속도로변에 시설된 방음벽 등의 설치현황을 비교해 보면 표 1과 같다. 미국은 시멘트블럭, 판재 등을 이용한 방음벽이 많은 반면, 일본은 시멘트판넬과 금속흡음판넬을 사용한 방음벽이 대략 반반을 이루고 있고, 우리나라는 금속흡음판넬을 이용한 방음벽이 주를 이루고 있다.

한편, 국내 각 기관에서 시공한 방음벽 설치현황을 보면 표 2와 같다. 표 2에서 보면 고속도로를 관리하는 도로공사에서 총연장의 1/3 정도를, 철도청과 서울시도 각각 1/6 정도의 방음벽을 설치하였음을 알 수 있다. 그러나 소음 발생원의 위치와 피해지역의 지형 등을 고려한 소음공간분포의 충분한 분석의 결여 및 방음벽 크기의 부적정성 등으로 인하여 그 효과는 상대적으로 낮은 것으로 보고되고 있다.

4. 방음벽 설치시 고려사항

방음벽 설치지침(환경처, '90년)에 정한 방음벽 설계 및 설치시에 고려사항을 정리하면 다음과 같다.

4.1 설치 대상지역의 선정

교통소음에 민감한 지역(학교·병원·주거지 등, 이하 “보호 대상 지역”이라 한다)을 대상으로, 당해 지역의 교통소음이 소음환경기준을 크게 초과하여 생활피해가 크며,

표 3 소음 환경 기준

지역구분	적용 대상 지역	낮시간대	밤시간대
일반 지역	녹지지역, 주거전용지역 등	50	40
	일반주거지역, 준주거지역 등	55	45
	상업지역, 준공업지역 등	65	55
도로변지역	녹지지역, 일반주거지역, 준주거지역 등	65	55
	상업지역, 준공업지역 등	70	60

\* 낮시간대는 06:00~22:00, 밤시간대는 22:00~06:00의 범위이며, 도로변지역이란 일반도로의 경우는 도로단에서 왕복차선수×10m 이내의 지역을, 고속도로 및 자동차 전용도로의 경우는 도로단에서 150m 이내의 지역을 말한다.

인구밀도가 높고 민원이 많은 곳부터 우선하여 설치대상 지역을 선정한다.

4.2 소음 환경기준의 적용구분

각 보호 대상지역에 대한 소음환경기준의 적용시간대는 학교는 낮시간대, 병원·주거지 등은 밤시간대를 원칙으로 하여 표 3의 환경기준을 적용한다.

4.3 방음벽 종류별 사용구분

(1) 반사형 방음벽(콘크리트판넬 등:저가)

도로 등의 한쪽에만 보호대상지역이 있거나, 반대측 수음자에 대한 반사음 영향이 전혀 문제되지 않을 때 설치한다.

(2) 흡음형 방음벽(금속흡음판넬 등:고가)

도로 등의 양쪽 모두에 보호대상지역이 있거나, 한쪽에만 방음벽을 설치할 경우 반대측 수음자에 대한 반사음 영향이 문제될 때 설치한다.

4.4 방음벽의 음향성능 기준

(1) 투과손실 : 방음벽에 사용되는 자재의 투과손실은 수음자 위치에서 방음벽에 기대하는 효과에 10dB를 더한 값 이상으로 한다. 일반적으로 잔향실법에 의한 투과손실은 40 Hz음에 대하여 25dB(최저 20dB) 이상, 100 Hz음에 대하여 30dB 이상을 표준으로 한다.

(2) 흡음율 : 흡음형 방음벽에 사

용되는 흡음판넬의 잔향실법 흡음율은 400 Hz음에 대하여 70% 이상, 1000 Hz음에 대하여 80% 이상을 표준으로 한다.

5. 맺음말

도로망의 확충과 교통량의 급속한 증가는 주변 주민들의 정온한 생활환경을 크게 훼손하고 있다. 이러한 교통소음을 저감시키기 위해서는 서두에 언급한 바와 같이 근본적인 대책인 소음 발생원에 대한 원천적 제어가 가장 효과적인 방법이다. 그러나 차선의 방지대책으로 활용되고 있는 방음벽의 설치효과를 제고하기 위한 합리적인 설계·시공 또한 필요하다.

즉, 피해지역 소음의 공간분포와 도로구조 및 교통특성 등을 정량적으로 조사하여 환경기준의 적용시간대 및 방음벽 종류별 사용구분 등을 명확히 한 후, 저감목표치(측정치 혹은 예측치에서 환경기준을 뺀 값)가 달성될 수 있도록 최적의 방음벽 높이와 길이를 결정하여야 할 것이다.

또한, 지속적인 연구·개발을 통해 재질의 향상이나 설치방법 등도 개선해 나가야 할 것으로 생각한다.