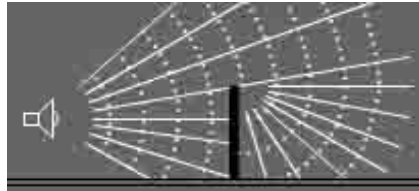
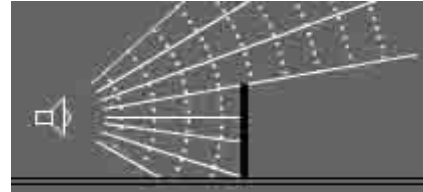


Sound Barriers (방음벽1))

벽이나 스크린 같은 장애물은 소리에너지의 자유 흐름을 차단함으로써 음향적인 음영을 만들어내는 역할을 하게 될 것이다. 이런 음영영역내 소음레벨의 감소는 주파수와 관계가 있다. 고주파에서의 방음벽의 효과가 가장 널리 알려져 있다. 그에 반하여 저주파에서는 모서리에서 많은 회절이 발생하여 음향적인 음영이 줄어든다.



- 저주파 : 회절 현상 -



- 고주파 : 음향적인 음영 -

[그림1] 고주파와 저주파에서 방음벽의 다른 효과

이런 음의 감소를 계산하기위한 정확한 수치법이 많이 있다. 그러나 우리의 목적에 부합하는 간단한 방법은 다음과 같다:

$$R=10\log\left(3 + \frac{40fd}{c}\right)$$

여기에서, R=역제곱 법칙(*Inverse Square Law* 2)에 따른 감소량(dB)

f=주파수(Hz)

d=회절음과 직접음 사이의 경로 차

c=음속(일반적으로 343m/s 사용)

주의: 이러한 예상은 벽이나 스크린 자체를 통한 전달은 무시해도 좋다는 가설에 기초한다.

Barrier Placement (방음벽의 설치)

음원과 수음자의 위치사이 방음벽의 적절한 배치가 그 유효성을 결정할 것이다. 효과를 최대로 하기위해서, 방음벽은 음을 방해하기위해 직접경로로부터 가능한 멀리 선회하도록 해야 한다. 그리고 최대각도로 방향을 전환해야한다. 주어진 높이의 방음벽을 위해, 음원 바로 옆이나 수음자 바로 옆에 방음벽을 설치함으로써 감음이 이루어질 수 있다. 음원과 수음자 사이의 중간위치는 가장 열악한 위치이다. 모든 방음벽은 벽체를 통한 직접적인 전달이 적게 이루어지게 되므로 방음벽을 음원 가까이에 설치하는 것이 가장 좋다. 그래서 어떤 송신음은 최대

1) **방음벽 (Sound Barriers)** : 음파를 넓은 벽으로 막아 벽 뒤쪽으로 전달되는 소리의 크기를 줄일 수 있도록 설치된 벽이다. 소음을 차단할 목적으로 소음의 전달 경로 사이에 주로 방음벽을 설치한다. 소음이 발생하는 곳과 듣는 사람 사이에 벽이 있으면 음파는 벽을 넘어서 전달되기 때문에 음파의 이동거리가 길어져 전달되는 소리의 크기가 줄어들게 된다. 그뿐만 아니라 방음벽은 음을 막거나 흡수할 수 있는 특수 자재로 만들어져 있기 때문에 전달되는 소리의 크기를 더욱 줄일 수 있다. 그러나 벽 뒤에서는 우회음(迂迴音)·투과음(透過音)·지면반사음(地面反射音) 등이 합쳐진 소리가 들리게 되므로 값비싼 특수 자재를 사용하는 것보다는 방음벽의 높이를 높이는 것이 더 효과적일 수도 있다. 또 방음벽을 여러 겹으로 설치하는 방법도 때로는 필요하다.

2) **Inverse Square Law 역제곱 법칙** : 자유 음장(Free Field)내에 있는 음원에서 방사된 소리가 음원으로부터 거리가 먼 원음장에서 거리가 2배씩 증가함에 따라 음압이 거리의 제곱에 반비례하여 감소하는 것을 나타내는 법칙.

거리를 경유하여 수음자에게 전달된다.

결론;

1. 방음벽의 최적위치는 음원의 근처이다.
2. 두 번째로 좋은 위치는 수음자 근처가 된다.
3. 가장 비효과적인 위치는 음원과 수음자 사이의 중간지점이다.

Vegetation as a Barrier (방음벽으로서의 식재)

식재가 소음을 효과적으로 제어한다는 믿음이 널리 대두되었다. 그러나, Fricke(1984)과 다른 사람들의 연구에 의하면 식재는 고주파수(2000Hz 이상)에서만 효과적인 것으로 나타났다. 중주파수에서 음의 전달에 영향을 거의 미치지 않는 식재는 저주파수에서(125~500Hz) 대지의 임피던스(*the impedance of the ground*)³⁾의 중요한 요소이다. Aylor(1972년)는 흡음보다는 산란이 중주파수에서 더 중요한 현상이라고 제안했다. 그러나, 더 높은 주파수에서는 흡음이 우세한 현상이다.

일반적으로 보고서에서는 식재의 주요한 효과는 심리적인 것으로 본다. 시야로부터 음원을 제거함으로써 식재는 인간의 소음에 대한 불쾌함을 줄일 수 있다. 사람이 고속도로를 볼 수 없는 사실이 소음이 잔재함에도 불구하고 소음의 인지를 줄일 수 있다. 고려해야 할 다른 효과는 다른 중고주파수 소음에 효과적인 차폐효과가 있는 큰 나무의 잎에 의해서 만들어지는 바람소리가 증가한다는 것이다.

식재 면적이 넓으면 효과적일 수 있다. 단 50m 보다 두터운 지대에서만 그렇다.

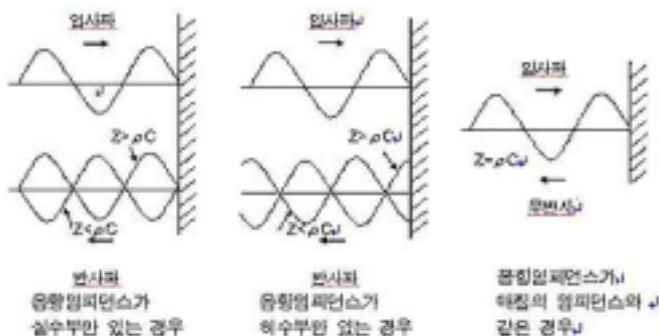
3) Acoustic Impedance(Z) 음향 임피던스

① 음향임피던스는 음압과 체적속도의 비로서 정의된다. 단위는 $Kg \cdot m^{-4} \cdot s^{-1}$ 또는 $g \cdot cm^{-4} \cdot s^{-1}$ 를 Acoustical Ohm으로 나타낸다.

② 음향임피던스는 음향의 전파현상을 비롯한 모든 현상을 설명하는데 보편적으로 사용되는 물리량으로서 일반적으로 복소수로 나타낸다. 즉 음향임피던스가 실수부만 있을 경우에는 음압과 속도가 같은 위상임을 의미하며 허수부만 있을 경우는 위상차가 90°만큼 있음을 의미한다. 결국 음파가 반사되는 위상 및 크기는 이 음향임피던스의 크기 및 위상에 의해 결정되게 된다.

③ 기계 임피던스(Mechanical Impedance)는 힘과 속도와의 비로서 정의하며, Z_m 으로 표현하고 $Kg \cdot s^{-1}$ 또는 $g \cdot s^{-1}$ 을 Mechanical Ohm으로 하는 단위를 갖는다.

④ 기타 임피던스의 종류: 음향 특성 임피던스(Acoustic Characteristic Impedance), 파동 임피던스(Wave Impedance), 비 음향 임피던스(Specific Acoustic impedance)



1. 방음벽의 정의

방음벽은 소음저감을 목적으로 설치되는 장벽형태의 구조물

2. 방음벽 설계

1) 설계 Flow chart

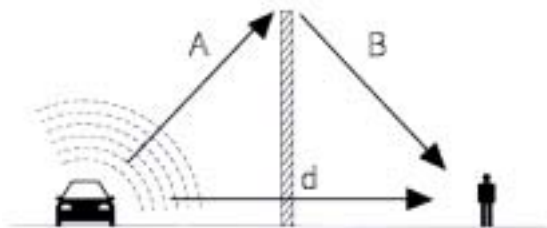


2) 방음벽 위치

방음벽에 의한 소음감쇠는 방음벽 상단을 통해 도달하는 회절음의 경로차에 직접적으로 관계되며 방음벽의 설치장소를 자유롭게 선정 할 수 있는 경우는 음원과 수음점에 가까운 곳에 설치하는 것이 좋다. 방음벽이 음원과 수음점에 가까우면 높이를 낮출 수 있으며 음원에 가까운 쪽을 선정하는 것이 보다 광범위하게 감쇠효과를 얻을 수 있다.

3) 방음벽 높이

방음벽은 음원과 수음점간의 경로상에 장애물을 설치함으로써 생긴 경로차에 의하여 소음을 저감하는 방법이다. 방음벽의 높이 설정이론은 경로차법칙에 의한다.



4) 방음벽의 길이

방음벽의 길이를 설계함에 있어 이론적으로는 무한장방음벽과 유한장방음벽으로 구분할 수 있으나 실제로는 무한한 길이의 방음벽을 설치할 수 없으며 방음벽의 유효높이의 몇배의 길이가 설치되어 있으면 무한장으로 취급할 수 있다. 일반적으로 방음벽의 길이는 점음원일 때 벽높이의 5배이상, 선음원일 때 음원과 수음점간의 직선거리의 2배이상으로 하는 것이 바람직하다.

5) 방음벽의 재료

방음벽의 기능은 회절감쇠에 의한 소음의 저감이므로 방음벽에 내장된 흡음재의 밀도는 투과음의 영향에는 미칠 수 있으나 방음벽의 높이에는 영향을 미치지 않는다. 단순히 미관과 설치비용만으로 재료를 선택시 민원이 발생할 우려가 있다.

6) 방음벽의 분류

기능별	특징	적용 위치	재질별	형상
흡음형	방음벽면에서 음파가 대부분 흡수된다.	설치지역에 제한을 받지 않는다.	금속제방음벽	A.L 판내에 G/W 등의 흡음재를 내장시킨 상태
			컬러형방음벽	금속제방음판 표면에 특수도장처리하여 색채 조화성을 가미함
반사형	방음벽면에서 음파가 대부분 반사된다.	반사음의 영향을 받지 않는 지역	시멘트계방음벽	P/C또는 시멘트 압출판의 형태임.
			투명형방음벽	플라스틱투명판을 FRAME에 고정시킨 형태임
간섭형	방음벽면 또는 상단에서 입사음파와 반사음파가 간섭을 일으켜 감소된다.	소음원이 수음원보다 높은 지역	NOISE REDUCER	소음이 회절되어 전파될 때 간섭현상에 의해 소음저감효과를 극대화시킨 상태
공명형	방음벽면에 구멍이 뚫려있고 내부에 공동이 있어 음파가 공명에 의하여 감소되는 방음벽	설치지역에 제한을 받지 않는다.	VESS 공명형방음벽	패널내부에 공명흡음구조를 만들어 감음 되도록 한 구조
			방음블럭	시멘트 블록현상으로 공명흡음에 의해 감음 되도록 한 구조

7) 소음도 예측

방음벽을 설계함에 있어 기존도로인 경우에는 소음도를 측정하여 자료로 이용할 수 있으나 신설도로에는 도로여건에 따른 예측소음도를 산출하여야 한다.

*국립환경연구원 도로교통소음예측식

$$Leq = L + \Delta T + \Delta V + \Delta R + \Delta \theta - \Delta D \text{ dB(A)}$$

①기준소음도

$$L = -4 \log Q + \log Q_0 + 22 \log V$$

-Q : 교통량(대/hr)

-V : 평균속도(Km/hr)

②ΔT : 대형차혼입률 및 차속에 따른 보정치

③ΔV : 노폭보정치

④ΔR : 거리감쇠

⑤Δθ : 관측각 보정치

⑥ΔD : 회절감쇠치

3.소음환경기준

(1). 주택건설기준 등에 관한 규정(제9조 소음 등으로부터의 보호)

공동주택을 건설하는 지점의 소음도가 건설교통부장관이 환경부장관과의 협의하여 고시하는 소음측정기준에 의하여 65dB 이상인 경우에는 공동주택을 철도, 고속도로, 자동차전용도로, 폭 20미터이상인 일반도로 기타 소음발생시설(설치계획이 확정된 시설을 포함한다)로 부터 수평거리 50미터이상 떨어진 곳에 배치하거나 방음벽, 수림대등의 방음시설을 설치하여 당해 공동주택의 건설지점의 소음도가 65dB 미만이 되도록 하여야 한다. (개정 94.12.30, 94.12.23 대령 14447, 94.12.23 대령 14450)

(2). 환경관련법규

1) 소 음

지역 구분	적용대상지역	기 준	
		낮(06:00 ~ 22:00)	밤(22:00 ~ 06:00)
일반 지역	"가"지역	50	40
	"나"지역	55	45
	"다"지역	65	55
	"라"지역	70	65
도로변 지역	"가" 및 "나"지역	65	55
	"다"지역	70	60
	"라"지역	75	70

비고 1. 지역구분별 적용대상지역의 구분은 다음과 같다.

1) "가"지역

- 국토 이용관리법 2제 6조의 의한 자연환경보전지역 관광휴양지지역 및 취락지역 중 주거지역
- 도시계획법 제 17조의 규정에 의한 녹지지역
- 도시계획법 시행령 제 15조의 규정에 의한 전용주거지역
- 의료법 제 3조의 규정에 의한 학교의 부지경계에서 50미터 이내의 지역
- 교육법 제 81조 규정에 의한 학교의 부지경계에서 50미터 이내의 지역

2) "나"지역

- 국토 이용관리법 제 6조의 규정에 의한 취락지역 중 주거지구 외의 지구
- 도시계획법시행령 제 15조의 규정에 의한 주거지역 및 준주거지역

3) "다"지역

- 도시계획법 제 17조의 규정에 의한 상업지역
- 도시계획법 시행령 제 15조의 규정에 의한 준공업지역

4) "라"지역

- 도시계획법시행령 제15의 규정에 의한 일반공업지역 및 전용 공업지역
- 국토이용관리법 제 6조의 규정에 의한 공업지역

비고 2. 도로라함은 1종령의 자동차(2륜자동차를 제외한다)가 안전하고 원활한 주행에 필요한 일정폭의 차선을 가진 2차선 이상의 도로를 말한다.

비고 3. 이 소음 환경기준은 철도소음, 항공기소음 및 건설작업소음에 적용하지 않는다.

(3). 교통소음.진동의 한도(제37조관련)

1) 도 로

대 상 지 역	구 분	한 도	
		주간(06:00 ~22:00)	야간(22:00 ~06:00)
주거지역, 녹지지역, 준도시지역중 취락지구 및 운동.휴양지구, 자연환경보전지역, 학교.병원. 공공도서관의 부지경계선으로부터 50미터 이내지역	소 음 (LeqdB(A))	68	58
	진 동 (dB(V))	65	60
상업지역, 공업지역, 농림지역, 준농림지역 및 준 도시지역 중 취락지구 및 운동. 휴양지구외의 지역, 미고시 지역	소 음 (LeqdB(A))	73	63
	진 동 (dB(V))	70	65

- *) 비고 : 1. 대상지역의 구분은 국토이용관리법에 의하며, 도시지역은 도시계획법에 의한다.
- 2. 대상지역은 교통소음.진동의 영향이 미치는 지역을 말한다.

2) 철 도

대 상 지 역	구 분	한 도			
		2000년1월1일 - 2009년12월31일		2010년 1월 1일부터	
		주 간	야 간	주 간	야 간
주거지역, 녹지지역, 준도시지역중 취락지구 및 운동, 휴양지구, 자연환경보전지역, 학교, 병원, 공공도서관의 부지경계선으로 부터 50 미터 이내 지역	소 음 (LeqdB(A))	70	65	70	60
	진 동 (dB(V))	65	60	65	60
상업지역, 공업지역, 농림지역, 준농림지역 및 준도시지역중 취락지구 및 운동, 휴양지구외의 지역, 미고시 지역	소 음 (LeqdB(A))	75	70	75	65
	진 동 (dB(V))	70	65	70	65

*주간-06:00~22:00 , 야간-22:00~06:00

- *) 비교 : 1. 대상지역의 구분은 국토이용관리법에 의하며, 도시지역은 도시계획법에 의한다.
 2. 정거장은 적용하지 아니하며, 철교는 2010년 1월 1일부터 적용한다.
 3. 총리령 제474호 소음, 진동규제법시행령 규칙 중 개정령의 시행일(1994년 11월21일)
 이후 준공되는 철도에 대하여는 2010년 1월 1일부터의 한도를 적용한다.
 4. 대상지역은 교통소음, 진동의 영향이 미치는 지역을 말한다.