

# 공장의 소음관리기술

일본환경기술역

## 4. 공기흡수에 의한 감쇠

음은 공기중에 전달될때 그 에너지를 공기에 빼앗기므로 감쇠한다. 다시말해 흡음된다. 흡음은 공기의 점성이나 열전도, 공기분자의 운동상태 변화등에 의해 발생한다.

공기의 흡수에 의한 감쇠량을 구하는 방법에 대해 발표된 것이 몇개 있지만 그러한 것에 따라 감쇠량은 고주파나 장거리전파 이외에도 일반적으로 무시할 수 있는 정도이다. 간략히 감쇠량을 구하는 방법으로서 (6)식이 있지만 일례로서 이것에 의해 옥타브밴드 중심 주파수에서 100 m당 감쇠량  $\Delta L_{100}$  (dB)을 구해보면<표 2>와같이 된다. 수백 m 이내의 음 전파를 고

려할 경우에는 통상 1,000 Hz 이하의 감쇠는 무시될수 있는 것으로 알고 있다.

$$H(1.8t + 32) \geq 4,000 \text{의 경우 } \Delta L_{305} = \frac{f_i}{500} \text{ (dB)}$$

$$H(1.8t + 32) < 4,000 \text{의 경우 } \Delta L_{305} = \frac{f_i}{750} \left( 5.5 - \frac{H(1.8t + 32)}{1,000} \right) \text{ (dB)}$$

여기서 H : 상대온도(%)

t : 온도(°C)

$\Delta L_{305}$  : 305 m (1,000 ft) 당의 감쇠량 (dB / 305 m)

<표 2> 공기흡수에 의한 감쇠량

옥타브밴드 중심 주파수 $f_i$ (Hz)		125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\Delta L_{100}$ (dB/100 m)	$H(1.8t + 32) \geq 4000$							
	10°C, 80% 이상	0.08	0.16	0.32	0.65	1.3	2.6	5.2
	20°C, 60% 이상							
30°C, 50% 이상								
	$H(1.8t + 32) < 4000$	$0.0065 K$	$0.013 K$	$0.025 K$	$0.045 K$	$0.09 K$	$0.18 K$	$0.35 K$
비	고	$K = 5500 - H(1.8t + 32)$						

$f_i$  = 옥타브밴드 중심 주파수 (Hz)

### 5. 기온, 바람에 의한 감쇠

기상부근의 기온이 높고, 상공기온이 낮은 경우, 전달된음의 감쇠량은 반대인 경우와 비교해서 일반적으로 크게 된다.

〈그림 4〉에 나타낸 예는 음이 온도  $t_1$  (°C) 부분에서  $t_2$  (°C) 부분으로 입사각  $\theta_i$  로 입사한 경우, 굴절각을  $\theta_t$ 로 하면 다음 관계가 성립된다.

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_t} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{331.5 + 0.6t_1}{331.5 + 0.6t_2} \quad (7)$$

여기서,  $C_1, C_2$  는 각각 부분에서의 음속 ( $m/s$ )이다. 이식에서  $t_2 > t_1$  이면  $\theta_t > \theta_i$  이 되고, 입사한 음은 아래방향으로 굴절하게 된다. 공기온도가 연속적으로 변화하면 연속적으로 굴절하게 된다. 공중음의 전파에서는 보통대기온도는 상공만큼 낮으므로, 상공만큼 음속이 느리고, 그러므로 수평전파음은 그림 5(a)와 같이 윗방향으로 굴절하여 멀리 전파되는 것을 방해한다. 그러나 상공에서 고음층이 형성될 수 있는 기상조건에서는 음은 (6)와같이 아래방향으로 굴절하여 비교적. 원거리까지 전달된다.

또한 상공만큼 바람이 강하게 부는 경우는 (C)에 나타난 바대로 풍하로 진행되는 음은 상공에서 볼수있는만큼 음속이 커지게되므로 아래방향으로 굴절하며, 풍상으로 향하며 진행되는 음은 그 반대가 되므로 뒷방향으로 굴절 한다.

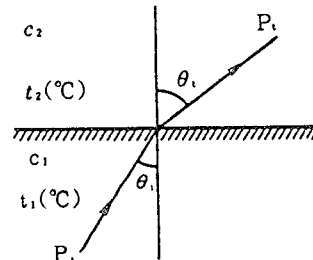
풍속  $4.5 m/s$ 인 경우 1000 Hz 음의 바람만에 의한 감쇠량은 음원에서 약 1 km 떨어진 풍하에서는 거의 없고, 풍상에서는 20 dB 정도라는 실측결과도 있다.

### 6. 지표면 흡수에 의한 감쇠

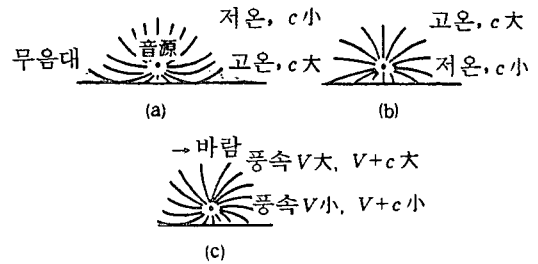
음이 지면을 따라 전파되는 경우, 음 전파는 지표면의 상태 (凹凸)이다.

음향특성등에 의해 영향을 받는다. 지표면이 흡음성인 경우는 그 면에 따라 전파되는 음의 에너지는 흡수되어 감쇠하고 지면에凹凸이 있는 경우에는 이凹凸의 크기이하의 파장을 가진음은 산란되어 감쇠한다. 지표면에 의한 음의 흡수에 대해서는 명확한 결과를 얻을

수 없지만 일반적으로 다음과 같은 것이다. 초지나 밭 또는 눈이 쌓일때와같이 흡음성이큰지표면에서는 일반적으로 거리감쇠보다큰 감쇠를 얻을수 있다. 30 m 풀위에 1,000 Hz 음이 전파될때 0.7 dB/10m정도 감쇠한다. 한편 콘크리트나 아스팔트 포장면등의 반사성지표면의 경우는 거의감쇠와 거의 같은정도로 감쇠를 일으킨다. 지표면의 흡수에 의한 감쇠는 거리와 거의같이 비례한다고 생각된다. 실제문제 에서는 감쇠량은 문제되는 지표면 또는 유사지표면에서 실측결과 (거리감쇠 및 공기의 흡수에 의한 감쇠를 포함)부터 추정된다.



〈그림 4〉 음의 굴절



〈그림 5〉 공중음의 전파

### 7. 수목에 의한 감쇠

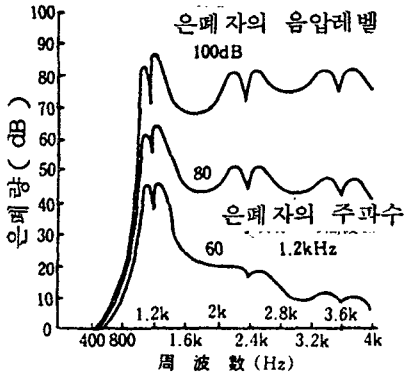
음이 전파되는 도중에 수목이 밀집되어 있다면 음은 반사, 흡수등에 의해 에너지를 잃어 감쇠된다. 감쇠량은 음의 주파수, 수목의 종류, 잎사귀의 무성한정도에 따라 다르다.

수목에 의한 음의 감쇠에 관한것은 측정, 실험, 조사결과이다. 예를들면 소나무나 삼나무 속을 음이 전파될때의 감쇠량은 1,000Hz 이고 약 3 dB/10 m라는 실측결과도 있지만 이러한 결과를 종합하면 잎사귀의 밀도가 큰 수목에서는

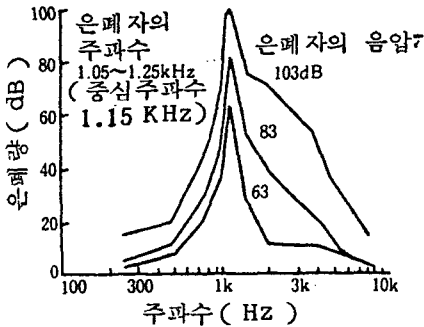
대략 50 m에서 10 dB 정도의 감음이 얻어진다. 그러므로 통상 소음방지대책에서는 감쇠량은 무시될 정도로 작다고 생각하는 것이 좋다.

도로변에 식종된 가로수는 심리적 효과는 있지만 감음효과는 기대할 수 없다.

이상에서 4, 5에 대해서는 기상조건을 적확하게 측정하기란 곤란하므로 감쇠량을 양적으로 구하기는 어려우며, 이러한 것을 방지기술로서 활용하기도 곤란하다.



<그림 6> 순음의 은폐에



<그림 7> 순음의 은폐에

## 8. 은폐 (masking)

소음방지에 관한 감각적 수단으로서 은폐의 활용이 주된 것이다.

### 8. 1 은폐와 그성질

은폐라는것은 음을 음으로서 은폐한다. 예를 들면 조용한 곳에서 이야기할때, 가까운 곳에 큰 소음이 나오고 있다면 이야기 소리를 들을수 없게된다. 그러나 큰 소리로 이야기하면 들을수 있게 된다. 이경우 이야기 소리는 소음에 의해 은폐되었다고 하고, 이 소음을 방해음(은폐자)

이라 한다. 그래서 소음중에도 이야기할 수 있을 정도로 크게 이야기한다면, 다시말해 최소가 청치의 상응량(dB)을 은폐량이라 하는데 이것은 은폐정도를 나타내는것으로 쓰인다.

은폐 정도는 은폐자의 주파수에 따라 다르다. 순음에 의한 순음의 은폐의 예로서<그림6>이있다. 은폐자보다 주파수가 낮은 음은 은폐되기 어렵고, 주파수가 높은 음은 은폐되기 쉽다는 것을 알수 있다.

Band noise에 의한 순음의 은폐 예를<그림 7>에나타낸다. 순음의 경우와는 달라서 은폐자의 중심주파수 보다 낮은 음과 높은 음 양쪽범위에 걸쳐진 산 형태로 은폐된다. 이러한 음은 음에 의해 감추어 진다고 할 수 있다.

### 8. 2 은폐의 이용

본래 은폐는 주로 회화청취 방해라는 소음영향이라는 입장에서 취급되었지만 다음과 같이 소음방이나 그외의 여러가지 경우에서도 이용되고 있다.

전차가 통과할때 음이나 음악이 크게 틀어진 곳에서 권총소리를 은폐하는것은 영화에 자주 나온다. 화장실에서 소리를 은폐하기 위해 수세수를 내려보내는 것도 있다. 최근에는 백색 소음을 이용한 유사 수세음 발생기가 시판되고 있다. 기내에서는 소음레벨 80 dB 정도의 음이 나오지만 종종 원고를 쓰고 있는 사람을 볼수 있다. 주위의 대화소리가 이 음에 의해 은폐되어 정신을 집중하기 좋게 된다.

단순한 일을 할때 음악을 작게 틀면 시름이 잊혀 지거나 긴장이 이완되어 능률도 올라간다. 집단주택등에서, 고요함이 깃든 곳에서 근처의 소리가 마음을 상하게 할때는 음악을 작게 틀어서 은폐하면 기분이 전환된다.

방문객이 있을때 조용한 음악을 틀어서 집안을 음으로 「장식한다」면 집에서 나는 조그마한 소리들은 은폐되어 버린다. 취침시에 주위가 고요하기 때문에 멀리서 들려오는 자동차 소음으로 인해 잠을 잘수 없을때 잠때까지 타이머를 붙인 후라이팬을 작동시켜 「썩」하는 바람소리

를 나오게 하여 자동차 소음을 은폐하여 잠을 청할수 있다. 가까운 공항이 있는 테니스장에서는 저공으로 비행하는 항공기 소음이 커서, 라켓음이 은폐되어 들을수 없기 때문에 경기를 하기 어렵다고 한다.

최근 각종 자연환경음이 녹음된 카세트가 시판되고 있어, 소음은폐, 스트레스 해소, 환경정화 등에 이용되고 있다.

은폐를 소음방지에 이용할 경우에는 음을 내서 음을 은폐하고 있기 때문에 소음레벨이 크고 시끄러운 음에 대해서는 일반적으로 이용될 수는 없지만 생활소음이나 근린소음문제에서의 레벨은 유효하게 처리할 수 있다.

### 9. 심리적 수단

이것은 소음문제를 일으키지 않도록 하거나 문제가 발생할경우 마찰을 없애고자 하는 문제를 해결하기위한 마음가짐에 관한 것이다. 예를 들면 음악소리는 즐거울때는 크게 하더라도 듣는 기분에 따라 소음이 되지 않지만 잘때는 작더라도 소음이 된다. 자기가 즐거울때 다른사람이 책을 읽고자 한다면 그 사람은 이 음악을 소음이라 생각하게 된다.

음을 내는 측을 가해자, 듣는 측을 피해자라 한다면 이처럼 소음문제에서는 누구라도 가해자가 되고 피해자가 된다. 그래서 소음문제는 일반적으로 가해자에 대한 피해자의 고충의 형태로 일어난다.

가해자가 될 경우를 생각하면 이 경우는 다음 세가지가 고려된다.

(a) 예는 큰소음을 내서 자기도 그것을인지하고 있는, 명확하게 가해자인 경우

(b) 예는 주택 가까이 건설공사를 하는 경우와

같이 기술적으로 소음저감이 불가능하지만 공사를 하지 않을수 없다고 하고, 가해자가 되지 않을 수 없는 경우

(c) 예는 집단주택 등에서 문을 세게 닫을때 나는 소리와 같이 자기는 느끼지 못하지만 듣는 사람은 매우 기분이 좋지 못할 경우도 있다.

어떠한 경우에도 고충에 의해 문제가 야기된 것을 알게된다. 그러므로 소음문제를 야기하지 않기 위해서는 먼저 이러한 가해자가 되지 않도록 하는것이 필요하다.

다시 문제가 일어날 때는 이것을 해결하기 위해서는 상대방과 마찰을 일으키지 않도록 대처하여야 할 것이다.

피해자가 된 경우, 가해자에 대해 고충을 말하게 될때 말하는 사람도 말하기 어렵지만 말하는 사람이 가해자 이더라도 기분이 좋지 않다. 그러나 소음문제에서는 진정 사항을 명확히 하여 이것을 해결하고자 하지않으면 안된다.

그러므로 소음문제에서는 마찰을 일으키지 않도록 고충을 말하고, 고충을 받게 되면 어떻게 할 것인가? 하는 것이 근본적 과제가 된다.

이것은 물론 경우에 따라 다르지만 현실적인 대응으로써 다음과 같은 조치를 취해야 한다. 가해자가 되어 생각할 경우에는 사전에 피해자의 상황을 조사하고 그 심리를 충분히 고려한뒤 인사, 대화, 보상 등의 조치를 취한다.

피해자 된 경우에는 피해자로서도 가해자의 상황등을 충분히 조사하여 고충의 상황에 대해 충분히 검토한 뒤 대처한다.

이상에 논술한 것은 공장소음, 건설공사 소음 문제 등 모아 생활소음, 근린소음 등 소위 소음 문제에 대한 것이다. \*

UNEP '89년 제17회 世界環境의 날 주제

## 전 인류에 대한 경고 : 더워지는 지구

## Global Warming