

소리에 관한 기본지식 및 소음관련 기준

김 홍 식
대 한 주 택 공 사
환경에너지연구부/공학박사

1. 서 론

인간은 이 세상에 태어나서 부터 죽을 때까지 일생동안 약 25억회나 되는 심장의 고동소리와 함께 소리에 파묻혀 살고 있다. 소리에겐 가을 밤 밝은 달빛 아래서 부는 피리소리를 수면에 반사시켜 연주함으로써 향수를 자아내게하는 우리조상들의 아름다운 멋이 담긴 음도 있지만 현대사회의 각종 기계, 자동차 소리 등과 같이 불쾌하거나 원하지 않는 소리도 있다.

소음이란 개인의 주관적 입장에서 자신이 원하지 않는 소리로써 인간에게 불쾌감과 정신적, 생리적인 장애를 주는 모든 소리로 정의된다. 이러한 소음은 일상 생활에서 피할 수 없는 환경요소이며, 기술의 발달로 인하여 각종 설비기계류, 교통기관, 생활가전용품 등으로 부터 발생하는 소음은 계속 증가하고 있는 실정이다.

특히, 최고의 공기청정과 최소의 소음·진동을 요구하는 반도체공장이나 제약회사의 청정실과 같은 건물의 경우에는 냉난방된 청정공기의 공급을 위해서 보일러, 냉동기, 송

풍기, 펌프 등 각종 기계류를 활용한 공조설비시스템의 도입은 필연적일 것이다.

이러한 설비시스템의 가동에 따른 내부소음과 더불어 건물 주위의 자동차, 항공기, 철도 등 교통소음이나 생활소음과 같은 외부소음은 반도체 공장의 제품수율에도 영향을 미칠 수 있다. 또한, 구조계획의 합리화 및 원가절감 노력으로 바닥 슬래브 두께가 얇아지고 구조체가 경량화 되며 내부간막이벽, 파이프샤프트 등이 전식화 됨에 따라 건물내부의 음환경조건은 점차 불리해 지고 있으며, 이러한 현상은 철골조를 포함한 조립식 건축물의 건립과 더불어 더욱 증가될 것으로 예상된다.

본 고에서는 이러한 소음문제에 대응하기 위해서 기본적으로 알아두어야할 소리에 대한 기초지식으로서, 청감의 신비, 소음이 인체에 미치는 영향 및 음향용어 등을 소개하고, 실내의 소음관련기준에 대해서 언급하고자 한다.

2. 인간과 소리

2.1 청감의 신비

청감은 사람이 가지고 있는 다섯가지 감각 중의 하나이다. 오감(五感)중에서 가장 중요한 감각기관 한가지를 고른다면 사람다마 견해의 차이가 있겠지만 일반적으로 청감을 최우선적으로 선택하진 않을 것이다. 그러나 청감을 통해서 사람답게 살아가는 지식을 얻고 고전음악과 현대음악을 즐기며 자기주위의 언어를 흡수하는 것을 감안한다면 인체의 어느 감각 못지않게 중요한 기관이라 할 수 있다.

우리의 청각기관은 20Hz에서 20kHz의 소리를 듣고 100dB정도의 압력변화를 감지하며 건강한 귀를 가진 사람이라면 15dB 이상의 소리를 들을 수 있다. 인간의 귀라고 하는 청각기관은 그림 2.1과 같이 컷바퀴, 길이 2.5cm의 컷구멍, 직경 1cm의 고막으로 이루어지는 외이와 세 개의 뼈(망치, 모루, 등자뼈)가 있는 중이 및 달팽이관이 있는 내이로 구성되어 있다. 외이에서는 소리를 모아서 고막을 진동시키는 역할을 하고 중이에서는 임피던스의 변화를 최소화시켜서 귀에 들어오는

소리를 반사없이 내이에 전달한다. 내이에서는 10^{-12}m 의 공기입자가 진동하는 것을 감지하며 $80 \times 10^{-17}\text{watt}$ 의 미약한 소리를 감지한다. 또한 대뇌의 분석을 통해서 40만 가지의 소리를 듣는 순간 판별해낼 수 있는 탁월한 능력을 가지고 있다.

인간의 귀는 소리를 들을 수 있을 뿐만 아니라 낮은 음을 발생시키는 능동 음향 시스템이며 과도한 소음에 장기간 노출되어 인체의 피해가 지나치다고 생각할 때에는 내이에 있는 센서(Hair Cell)의 일부를 파괴시켜 아예 소리를 듣지 못하게 하는 자기보호 능력도 갖고 있다. 이외에도 달팽이관 내의 기저막은 주파수 선별능력을 갖고 있으며 100dB이 넘는 물리적인 음압변화를 60dB 폭의 신경세포로 압축시키면서도 전달하고자 하는 신호특성을 그대로 간직할 수 있는 신비로움에 대해서는 아직까지도 많은 학자들이 궁극해하는 연구대상이다. 이와같이 귀가 가지고 있는 신비로운 능력중에서 우리가 알고 있는 지식은 극히 일부에 머무르고 있으며 귀에서의 자생 소리방출과 자극 소리방출 현상의 원인 등 아직도 많은 의문점이 해결되지 않은 실정이다.

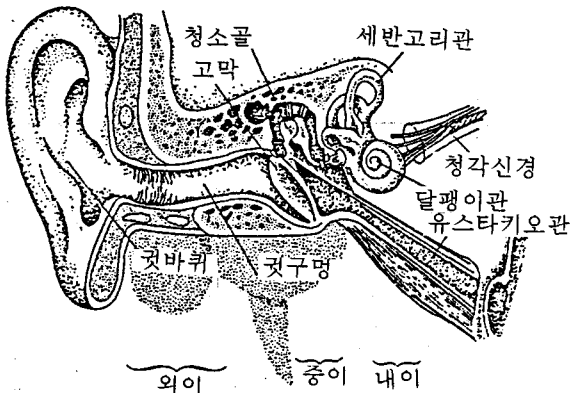


그림 2.1 청각기관(귀)의 구조

2.2 인간의 청감특성

인간의 청각기관이 감지할 수 있는 소리의 영역은 소리의 크기(음압레벨) 및 주파수에 따라 다르다. 그림 2.2는 인간이 들을 수 있는 가청범위(Audible Range)를 나타낸 것으로서 정상적인 경우 가청주파수 범위는 20Hz~20kHz이고 소리의 크기(음압레벨)는 0dB~120dB의 범위이다. 소리의 세기가

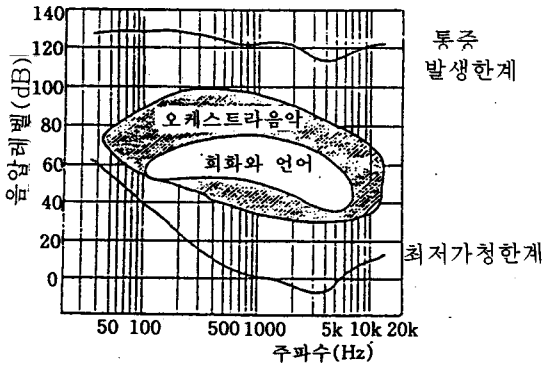


그림 2.2 인간의 가청범위

130dB~140dB에서는 귀에 통증을 느끼게 되고 청각기관에 큰 손상을 일으킨다. 인간의 청각기관은 같은 소리의 세기를 갖는 음이라 할지라도 주파수에 따라 감지되는 크기를 달리 느끼게 된다. 이와같은 어려움을 해소하기 위하여 인간의 청각기관에 같은 크기로 감지되는 주파수별 음압레벨을 나타낸 곡선을 사용하는데 이 곡선을 등청감곡선이라 한다. 그림 2.3은 등청감곡선을 나타낸 것이며 동일 곡선상의 모든 점은 인간의 청각기관에 같은 크기로 감지되는 소리이다. 이 곡선은 1kHz에서의 음압레벨을 대표값으로하여 폰(Phon)이라는 단위를 사용하여 표시한다. 예를들어 100Hz에서 60dB인 소리와 1kHz에서 50dB인 소리는 인간의 청각기관에 같은

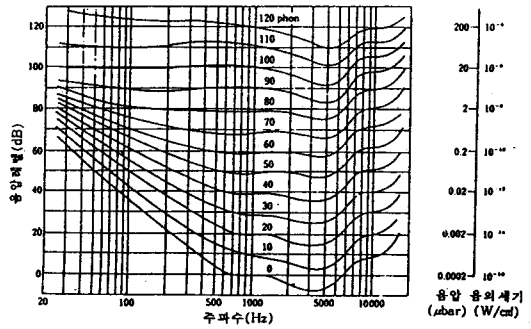


그림 2.3 등청감곡선

크기로 감지되며 이들 음은 모두 50폰의 소리라고 말한다.

2.3 소음이 인간에 미치는 영향

소음이 인체에 미칠 수 있는 영향으로는 일시적 또는 영구적 난청 및 생리적 현상과 같은 직접적인 영향과 정신적, 심리적 영향 등의 간접적인 영향이 있다. 이러한 소음이 인체에 미치는 영향은 소음의 크기뿐만 아니라 소리의 발생특성, 소음에 노출되는 개인이나 집단의 속성에도 관계된다. 표 2.1은 생리, 작업능력, 회화의 측면에서 소음이 인간에 미치는 영향을 소리의 크기(음압레벨)와 관련하여 간단히 나타낸 것이다.

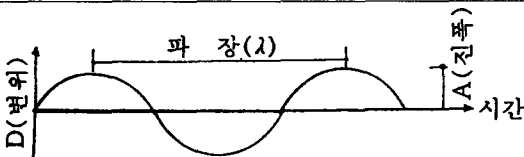
표 2.1 소음의 영향

소음레벨	생리적영향등	작업능력 영향	대화영향
130dBA	<ul style="list-style-type: none"> 고통의 한계 		
100dBA	<ul style="list-style-type: none"> 근전도에 변화 심전도에 변화 		
90dBA	<ul style="list-style-type: none"> 자율신경 내분비계에 변화 에너지대사 증진 	<ul style="list-style-type: none"> 타이프속도 저하 (타이프음과 음악) 작업량 감소, 실수 증가 문장 이해도 저하 (라디오, 텔레비전, 사이렌, 에어헬머, 혼합 소음) 	<ul style="list-style-type: none"> 전동차내에서 대화 곤란
80dBA			
70dBA		<ul style="list-style-type: none"> 주의력 집중 저하 	<ul style="list-style-type: none"> 전화에 의한 대화 곤란
60dBA	<ul style="list-style-type: none"> 수면방해(상업지역) 수면방해 (주택지역) 		<ul style="list-style-type: none"> 1.3m의 거리에서 보통 대화 가능 청취방해
50dBA	<ul style="list-style-type: none"> 호흡맥박의 증가 수면방해(병원) 	<ul style="list-style-type: none"> 산수계산 성적 저하 음악, 서기, 제도에 영향 	
40dBA	<ul style="list-style-type: none"> 뇌파에 변화(침실) 		
30dBA	(스튜디오)		
0dBA	(청취한계)		

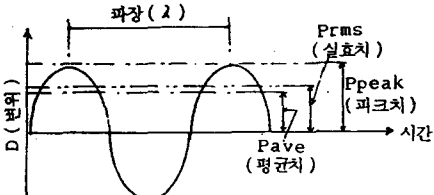
3. 소리에 관한 기본지식

3.1 간단한 음향용어

1) 기초

용 어	의 미	비 고
		영어, 표시기호 : 단위
정현파의 파동		Sinusoidal Wave
파 장	등방성의 매질속을 진행하는 정현파에서 압력이 제일 높은 곳(마루)과 다음의 제일 높은 곳(마루)간의 거리, 또는 위상의 차이가 360° 되는 거리	Wave Length λ : (m)
주파수	주기적인 현상이 매초 반복되는 횟수, 또는 1초동안의 Cycle수, 음속(c) 및 파장(λ)과는 $f=c/\lambda$ 의 관계가 있음.	Frequency f : (Cycle/sec, Hz)
주 기	한 파장이 전파되는데 소요되는 시간, 주파수(f)와는 $T=1/f$ 의 관계가 있음	Period T : (sec)
변 위	진동하는 입자(공기)의 어떤 순간에서의 위치와 그것의 평균위치와의 거리, 입자변위라고도 함.	Displacement D : (m)
진 폭	진동의 진폭과 같이 진동하는 입자에 의해 발생하는 최대 변위 값	Amplitude A : (m)

2) 음의 량

용 어	의 미	비 고
		영어, 표시기호 : 단위
음 압	<p>음에너지에 의해 매질에 발생하는 압력변화부분으로써 정현파에서 음압진폭 최대치 Ppeak, 음압평균치 Paverage 및 음압실효치 Prms와의 관계는 다음과 같음.</p> $Prms = 1/\sqrt{2} Ppeak = \pi/2\sqrt{2} Paverage$ 	Sound Pressure P : (N/m ² =Pa)

용 어	의 미	비 고
		영어, 표시기호 : 단위
음의 세기 (음의 강도)	음의 진행방향에 수직인 평면내의 단위면적을 단위시간 동안 통과하는 음의 에너지로서 음압(p), 밀도(ρ) 입자 속도(v) 및 음속(c) 사이에는 다음의 관계가 성립함. $I = PV = P^2 / \rho c$	Sound Intensity I : (w/m^2)
음향파워	음원으로부터 단위시간당 방출되는 총 음에너지. 음향출력 w의 무지향성 음원으로부터 r(m) 떨어진 점에서의 음의 세기 I, 표면적 S(m^2)와의 관계식은 다음과 같음. $W = I \cdot S$	Sound Power w : (watt)

3) 측정 및 분석

용 어	의 미	비 고
		영어, 표시기호 : 단위
암소음	한 장소에 있어서 특정의 음을 대상으로 생각할 때 대상 소음이 없을 경우 그 장소의 소음을 대상소음에 대한 암소음이라 함.	Background Noise (B)
주파수분석	소음에 포함되는 각 주파수의 성분을 선별해서 각각의 음의 강도를 측정·분석하는 것으로서 소음은 주파수에 따라 감각에 대한 작용이나 전달성상등이 달리 나타나므로 주파수 분석은 소음의 측정평가 및 소음방지대책의 마련에 반드시 필요한 사항임. 일반적인 소음의 측정·분석에는 1/1옥타아브나 1/3옥타아브의 광대역(Broad Band)주파수분석이 많이 이용되고, 보다 정밀한 분석을 위해서는 협대역(Narrow Band)주파수분석을 실시함.	Frequency Analysis
옥타아브대역 음압레벨과 총음압레벨	소음을 주파수분석한 경우 밴드패스 필터의 각 주파수 대역을 통과한 주파수성분의 음압레벨을 표시한 것이 옥타아브 대역 음압레벨이며, 밴드패스 필터없는 전주파수 성분의 음압레벨을 표시한 것을 총음압레벨이라 함. 총음압레벨은 각 대역의 음압레벨을 데시벨 가산함으로써 구할 수 있음.	Octave Band Sound Pressure Level, Overall Sound-Pressure Level
청감보정회로	소음계를 통한 신호처리시 인간의 귀처럼 주파수에 따라 등청감곡선을 재현하는 비교적 간단한 전자회로이며, A, B, C, D 특성보정으로 분류함. 청감보정회로의 특징과 특성곡선은 표 3.1과 그림 3.1 참조	Weighting Net Work

용 어	의 미	비 고
		영어, 표시기호 : 단위
소음레벨	소음계의 청감보정회로 A, B, C 등을 통하여 측정된 값으로 음압레벨(SPL)과는 다음의 관계가 성립함. $SL = SPL + L_r [dB(A, B, C, D)]$ 단, SL : 소음레벨 L_r : 청감보정회로에 의한 주파수대역별 보정치	Sound Level SL : dB(A) dB(B) dB(C) dB(D)

표 3.1 청감보정 특성

비 고		내 용	신 호 보 정	용 도	비 고
보 정	A특성	낮은 음압대	낮은 음압대	일반적으로 많이 이용	인간의 귀의 특성과 밀접
	B특성	중간 음압대	중간 음압대	거의 사용하지 않음	
	C특성	높은 음압대	높은 음압대	소음등급평가, 물리적 특성 파악시 이용	전 주파수에서 평탄
	D특성	높은 음압대	높은 음압대	항공기 소음 평가용	
무보정	Linear		없 음	물리적 특성 파악	

3.2 데시벨 척도

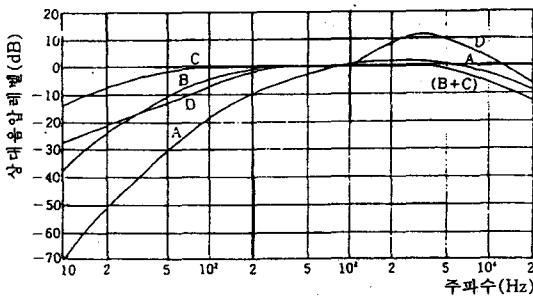


그림 3.1 청감보정회로 특성곡선

인간이 귀로 들을 수 있는 음압은 $2 \times 10^{-5} P_0$ (N/m^2)에서 $2 \times 10^2 P_0$ (N/m^2)까지 매우 광범위한 양으로 이를 선형적으로 다루기는 매우 어렵다. 이와같이 광범위한 양을 보다 쉽게 다루기 위하여 일반적으로 사용하는 척도는 측정값을 기준값에 비교하여 그의 대수값은 취하여 나타내는 데시벨 척도이다. 소리의 크기를 나타내는 데시벨척도에는 음의 세기레벨(Sound Intensity Level), 음압레벨(Sound Pressure Level), 음향파워레벨(Sound Power Level)이 있으며 이들의 사용 예는 표 3.2와 같다.

표 3.2 데시벨 척도의 사용 예

구 분	강도레벨 (Sound Intensity Level)	음압레벨 (Sound Intensity Level)	파워레벨 (Sound Power Level)
기 호	SIL	SPL	PWL
수 식	$10\log(I/I_0)$	$20\log(P/P_0)$	$10\log(W/W_0)$
물 리 양	음의 강도	음 압	음향파워
단 위	W/m^2	$P_a(=N/m^2)$	W(Watt)
최저기준치	$10^{-12}W/m^2(0dB)$	$2 \times 10^{-5}P_a(0dB)$	$10^{-12}W(0dB)$
최고허용치	$10W/m^2(130dB)$	$2 \times 10^2 P_a(140dB)$	-

데시벨 단위를 사용하여 나타낸 각종 환경소음의 크기는 표 3.3과 같으며 음압레벨(dB)의 차이를 감각적 크기로 나타내면 표 3.4와 같다.

표 3.3 환경소음의 데시벨 크기

발 생 소 음			적 용 소 음	
발생음의 종류	거 리	음압도	발생음의 종류	음압도
보통크기로 말하는 소리	1m	60dB	조용한 대화 가능	30dB이하
	15cm	85"	수면방해	40dB이상
큰소리로 말함	"	90"	교실에서 교사의 말을 80% 이상 청취가능	50dB이하
아주 큰소리로 말함	"	95"		
부르는 소리	"	100"	보통의 목소리로는 대화	60dB이상
조용한 공원	-	30"	가 어려움	
조용한 실내	-	40"	전화통화가 어려움	70dB이상
사무실	-	50"	청감의 변화가 생김 (일시적 청감변화)	80dB이상
조용한 거리	-	60"		
승용차 주행음	-	70"	청력손상의 위험이 있음 (영구적 청감변화)	90dB이상
트럭 주행음	-	80"		
제트기 이륙소음	1km	80이상	최고 가청 한계	140dB

표 3.4 소음레벨의 변화량과 청감과의 관계

음압도의 변화량	청 감 현 상
1dB	인간의 정상적 청감기관이 분별할 수 있는 최소한의 음압레벨 차
5dB	소음레벨의 차이가 명확히 구분되는 음압레벨 차
10dB	음원의 출력을 두배로 하였을 경우에 증가하는 음압레벨 차

3.3 데시벨(dB)의 계산

데시벨로 표시되는 두 개 이상의 양을 더하거나 뺄 때에는 단순 가감계산을 해서는 안된다. 데시벨은 대수치(Log)를 이용해서 정의된 양이기 때문에 이들을 본래의 물리량인 음의 세기나 음압으로 환산하여 가감계산을 하여야 한다. 계산방법으로는 계산식을 이용하는 방법과 간단한 계산곡선(Chart)을 이용하는 방법이 있다.

가. 계산식 이용방법

(1) 데시벨의 합 : L_+

$$L_+ = 10 \log \{ 10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10} \} [\text{dB}] \quad (1)$$

여기서, L_1 : 소음원 S_1 의 음압레벨 [dB]

L_2 : 소음원 S_2 의 음압레벨 [dB]

⋮

L_n : 소음원 S_n 의 음압레벨 [dB]

(2) 데시벨의 차 : L_-

$$L_- = 10 \log \{ 10^{L_1/10} - 10^{L_2/10} \} [\text{dB}] \quad (2)$$

(3) 데시벨의 평균 : \bar{L}

$$\bar{L} = 10 \log \{ 1/n (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}) \} [\text{dB}] \quad (3)$$

또는

$$\bar{L} = L_+ - 10 \log n [\text{dB}] \quad (4)$$

여기서, L_+ : 데시벨의 합

n : 소음원의 수

나. 실용곡선(Chart) 이용방법

(1) 데시벨의 합

- 2개의 음압레벨 차이인 ΔL 을 계산한다.
- 그림 3.2의 곡선을 사용하여 보정치(L_0)

를 구한다.

- 가장 높은 레벨에 보정치를 더하면 총레벨 L_+ 가 얻어진다.

(2) 데시벨의 차

- ΔL 이 3~10dB인 경우 데시벨의 차는 데시벨의 합과 같이 그림 3.3을 이용하여 보정치(L_0)를 구하고 가장 높은 소음레벨에서 보정치를 빼면 된다.
- ΔL 이 3보다 작으면 감소음이 너무 높아 보정소음레벨 L_- 는 감소음이 감소될 때까지 구할 수 없으며 ΔL 10dB 이상이면 감소음은 무시하여도 된다.

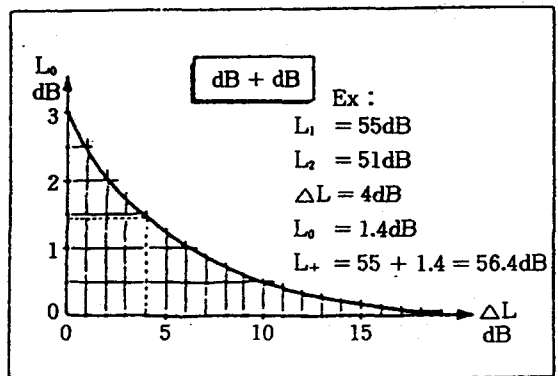


그림 3.2 데시벨의 합 계산 Chart

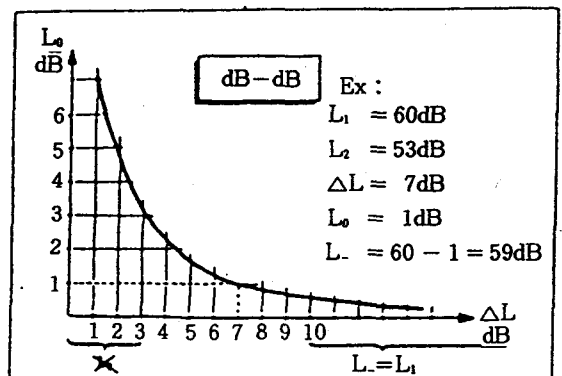


그림 3.3 데시벨의 차 계산 Chart

4. 소음관련기준

4.1 실내소음기준

실내소음을 평가하는 기준으로서 구미에서는 NC(Noise Criteria) 값과 국제 표준화기구인 ISO(International Organization for Standardization)에서 제안하고 있는 NR (Noise Rating) 값이 주로 사용되고 있다. 일본의 경우에 있어서는 일본 건축학회의 권장기준인 N 곡선과 dB(A)에 의해 평가하고 있다.

(1) NR 값

소음을 청력장애, 회화방해, 시끄러움의 3가지 관점으로부터 평가하는 방법으로써, 소음을 1/1 옥타브대역 중심주파수별로 분석한 후 그림 4.1과 같은 NR곡선에 각 밴드레벨을 기입하여 최대 NR 값은 구함으로써 실내소음을 평가한다. 그림 4.1의 NR값에 음의 스펙트럼팩터, 반복성, 습관성, 계절, 시간대

지역별 등에 따른 보정치를 보정한 후의 값을 NRN이라 한다. NRN 값은 특정공간의 허용 소음레벨을 결정하는 기준으로 사용할 수 있으며, 실용도에 따른 권장기준은 표 4.1과 같으며, 실내의 소음대책을 세울 때에도 이 값을 적용할 수 있다.

(2) NC 값

소음을 1/1 옥타브대로 분석한 결과에 의해 실내소음을 평가하는 방법으로서 건물의 용도별로 어느 정도 소음의 크기가 그 실의 지장을 주지 않는가에 대해 소음의 변동정도, 노출시간대 및 주파수별로 소음을 느끼는 정도, 즉 주파수별 청감을 고려하여 1957년에 Beranek에 의해 제안되었다. 예를 들어 그림 4.2에서 실내소음 권장치가 NC 40이라면 실내소음의 각 대역별 1/1 옥타브밴드 음압레벨이 NC40 곡선 이하가 되어야 하는 것을 의미한다. 표 4.2는 실내의 NC 권장치, 표 4.3은 NC 값에 의한 실내소음 평가기준을 나타낸다.

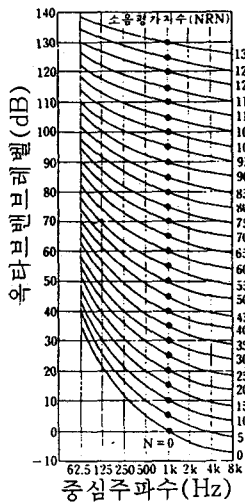


그림 4.1 NR 곡선

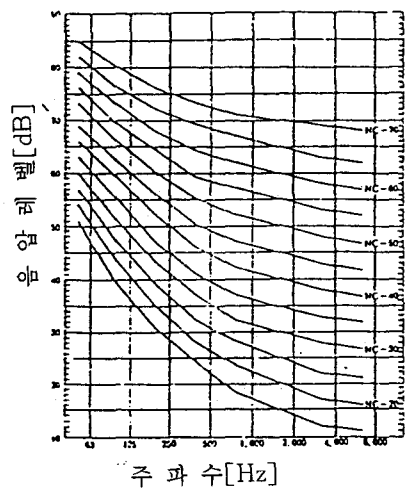


그림 4.2 NC곡선

표 4.1 실내의 권장 NRN 값

NRN	실의 종류
20~30	침실, 거실, 병실, 교실, 강의실, 독서실, 교회, 회의실, 극장, 영화관, 콘서트홀, T.V, 스튜디오, 소형사무실
30~40	대형 사무실, 응접실, 조용한 식당, 상점, 백화점
40~50	대형식당, (타자기 설치) 비서실, 체육관
50~60	대형 타자실
60~70	공장

표 4.2 실용도별 NC권장치

실의 용도	NC 값
방송 스튜디오, 음악실	NC 15~20
극장(500 석, 확성장치 없음)	NC 20~25
음악실, 교실(확성장치 없음), T.V, 스튜디오	NC 25
아파트, 호텔 회의장(확성장치 설치), 주택(침실)	NC 25~30
영화관, 병원, 교회, 재판소	NC 30
음식점	NC 45
운동경기장(확성장치 설치)	NC 50

표 4.3 NC 값에 의한 실내소음의 평가기준

NC 값	소음의 상태	적용 예
NC 20 ~ 30	매우 조용, 전화에 지장 없음, 대화의 가능	중역실, 대회의실
NC 30 ~ 35	조용, 4.5m의 테이블에서 회의 가능, 3~9m 떨어져 보통의 목소리로 대화 가능	전용실, 응접실, 소회의실
NC 35 ~ 40	1.8~2.4m의 테이블에서 회의 가능, 전화 지장 없음, 3~9m 떨어져 보통의 목소리로 대화 가능	중규모 사무실 공장 사무실
NC 40 ~ 50	1.2~1.5m의 테이블에서 회의 가능, 전화 약간 곤란, 보통의 목소리로 0.9~1.8m, 약간 큰 목소리로 1.8~3.6m 떨어져 대화 가능	대형 기사실 제도실
NC 50 ~ 55	2~3인 이하의 회의 가능, 전화 약간 곤란, 보통의 목소리로 0.3~0.6m, 약간 큰 소리로 1.8~3.6m 떨어져 대화 가능	타자실, 계산기실, 청사진 작업실
NC 55 이상	대단히 시끄러움, 사무실에 부적합, 전화사용 곤란	-

표 4.4 실용도별 허용소음레벨(Beranek)

실 용 도	NC 값	dB(A)
음향스튜디오	15 ~ 25	25 ~ 34
라디오, TV 스튜디오	20 ~ 30	30 ~ 38
콘서트홀, 리사이틀홀, 오페라하우스	15 ~ 25	25 ~ 34
대형오디토리엄, 드라마극장, 교회	< 25	< 34
소형오디토리엄, 극장, 교회	< 35	< 44

실 용 도	NC 값	dB(A)
침실, 병원, 호텔, 모텔, 아파트	25 ~ 40	34 ~ 47
강당, 회의장	< 30	< 38
교실, 세미나실, 독서실, 실험실	30 ~ 40	38 ~ 47
개인사무실, 소회의실 등	30 ~ 40	38 ~ 47
대규모 사무실,接客실, 상점, 레스토랑 등	35 ~ 45	42 ~ 52
로비, 복도, 작업실, 설계실, 비서실	40 ~ 50	47 ~ 56
소규모 정비실, 사무실, 컴퓨터실 등	45 ~ 55	52 ~ 61
상점, 차고, 발전소통제실, 투기장, 스타디움, 공항, 철도역	50 ~ 60	56 ~ 66
공장, 작업공간	60 ~ 75	66 ~ 80

표 4.5 실내 설계 목표치

실 용 도	dB(A)	NC값
주 택		
단독주택(교외)	25~35	20~30
단독주택(도시)	30~40	25~35
아파트, 연립주택	35~45	30~40
호 텔		
침실	35~45	30~40
무도장, 연회장	35~45	30~40
홀, 복도, 로비	40~50	35~45
차고	45~55	40~50
부엌, 세탁실	45~55	40~50
병원		
병실	30~40	25~35
수술실	35~45	30~40
접수창구, 홀, 복도		
로비, 대기실	40~50	35~45
화장실	45~55	40~50
사무소		
중역실	25~35	20~30
회의실	30~40	25~35
사장실	35~45	30~40
관리사무실, 리셉션실	35~50	30~45

실 용 도	dB(A)	NC값
사무소		
일반사무실, 설계실	40~50	35~50
홀, 복도	45~65	40~60
컴퓨터실	40~55	40~50
오디토리움,음악당		
콘서트홀, 오페라홀	20~30	15~22
음향편집 스튜디오	30~35	25~30
다목적홀		
영화관, TV 스튜디오	35~45	30~35
극장, 강의용홀, 강당		
로비	40~50	35~45
음식점, 카페, 라운지		
음식점	40~50	35~45
카테일라운지	40~55	35~50
나이트클럽	40~50	35~45
카페테리아	45~55	40~50
상점, 소매상		
옷가게	40~50	35~45
백화점(상부층)	40~55	35~45
백화점(일반층)	45~55	40~50
상 점	45~55	40~50
슈퍼마켓	45~55	40~50

실 용 도	dB(A)	NC값
실내스포츠		
대형체육관	35~45	30~40
볼링센터, 체육관	40~50	35~45
실내수영장	45~60	40~55
교통시설(철도, 버스, 공항)		
매표소	35~45	30~40
대기실, 라운지	40~55	35~50
기계실		
8-h/일 노출		
3-h/일 노출	< 90	
(또는 OSHA의 요구치)	< 97	
공공건물		
공공도서관, 박물관, 법원	35~45	30~40
우체국, 은행, 로비	40~50	35~45
화장실	45~55	40~50
교회, 학교		
신도석	25~35	20~30
도서관	35~45	30~40
교실	35~45	30~40
실험실	40~50	35~45
레크리에이션 홀	40~55	35~50
복도, 홀	40~55	35~50
부엌	45~55	40~50

자료 : ASHRAE 권장치

표 4.4는 제반 실의 사용목적에 따라 허용되는 소음레벨 (NC값 또는 dB(A))을 나타낸 것이다. 이 표에서 NC 값의 범위 중 낮은 값은 보다 높은 환경수준이 요구될 때의 실내 권장값이며, 높은 값은 경제적 또는 기타 여러 조건상의 제약으로 적용이 가능한 최대 허용값이라 볼 수 있다. 또한 표 4.5는 미국 공기조화냉동공학회(ASHRAE : America Society of Heating, Refrigerating and Air

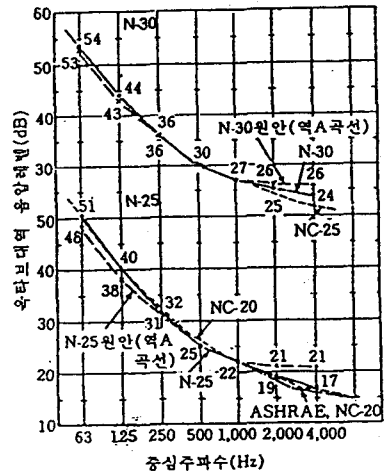
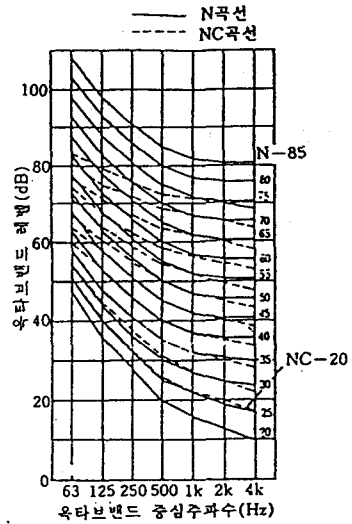


그림 4.3 N 곡선과 NC 곡선의 비교

-Conditioning Engineers)에서 추천하는 실용도별 설계 목표치를 나타낸 것이다.

(3) N 값

일본건축학회에서 급배수소음 및 공조설비소음 등 건축물에 부착된 설비기기류에서 발생하는 실내소음에 대한 평가방법으로 이용하고 있는 것으로서 소음 크기의 감각량과 대응이 비교적 좋은 dB(A)에 의한 평가를

기본으로하여 역 A 특성을 소음등급의 기준 곡선으로 나타낸 것이다.

N 곡선은 그림 4.3에서와 같이 NC 곡선에 비해 전주파수 대역에서 더 엄격하게 소음레벨

을 규정하고 있고, NC값과 동일하게 N 값이 작을수록 조용한 실내음향환경을 의미한다.

표 4.6 환경기준(환경정책기본법 시행령 제2조 관련)

지역구분	적용대상지역	기 준	
		낮(06:00~22:00)	밤(22:00~06:00)
일반지역	“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

주) 1. 지역구분별 적용 대상지역의 구분은 다음과 같다.

가. “가” 지역

- (1) 국토이용관리법 제6조의 규정에 의한 자연환경보전지역, 관광휴양 지역 및 취락지역 중 주거지역
- (2) 도시계획법 제17조의 규정에 의거 녹지지역
- (3) 도시계획법시행령 제15조의 규정에 의거 주거전용지역
- (4) 의료법 제 3조의 규정에 의거 종합병원의 부지경계에서 50m이내의 지역
- (5) 교육법 제81조의 규정에 의거 학교의 부지경계에서 50m이내의 지역

나. “나” 지역

- (1) 국토이용관리법 제 6조의 규정에 의한 취락지역중 주거지역 이외의 지역.
- (2) 도시계획법 시행령의 제15조의 규정에 의한 주거지역 및 준주거지역

다. “다” 지역

- (1) 도시계획법 제17조의 규정에 의한 상업지역.
- (2) 도시계획법 시행령 제 15조의 규정에 의한 준공업지역

라. “라” 지역

- (1) 도시계획법 시행령 제 15조의 규정에 의한 일반공업지역 및 전용공업지역.
- (2) 국토이용관리법 제 6조의 규정에 의한 공업지역.

주) 2. 도로라 함은 1종의 자동차(2륜 자동차를 제외한다)가 안전하고 원활하게 주행 하기 위하여 필요한 일정폭의 차선을 가진 2차선 이상의 도로를 말한다.

주) 3. 이 소음환경기준은 항공기소음, 철도 소음 및 건설작업소음에는 적용하지 아니한다.

4.2 국내의 환경소음관련 기준

1) 환경보전법

환경보전법은 환경보전에 관한 국민의 권리, 의무와 국가의 책무를 명확히 하고 환경보전정책의 기본이 되는 사항을 정함으로써, 환경오염으로 인한 위해를 예방하고 자연환경 및 생활환경을 적정하게 관리 보전함을 목적으로 하고 있다.

소음환경기준은 현행 환경정책기본법 시행령 제2조의 규정에 의하여 표 4.6과 같이 일반지역과 도로변지역으로 대별하고 이를 다시 지역구분 또는 소음으로부터 보호를 받아야 할 시설을 기준으로 “가” 내지 “라” 지역으로 구분하며, 각 대상지역별로 낮과 밤을 구분하여 기준으로 정하고 있다. 또한, 법 19조의 “환경오염방지시설의 설치, 관리”를 통하여 소음 진동의 방지를 위한 공공시설의 설치, 관리를 위하여 필요한 조치를 취하도록 규정하고 있으며, 이러한 방지시설의 일환으로서 정부에서는 1990년 12월 방음벽 설치지침을 고시하여 이를 활용토록 권장하

고 있다. 그러나 이러한 방음벽의 설치기준은 한국의 실정을 충분히 고려치 않고 외국(일본)의 기준을 그대로 활용하는 과정에서 방음벽의 획일화 현상 및 도시미관과의 부조화, 지역별 풍 속의 고려 미비점 등의 문제점을 야기시켰다. 따라서 최근에는 이를 개선, 보완하기 위한 작업이 환경부를 중심으로 활발히 진행되고 있다.

2) 소음진동 규제법

소음진동규제법은 공장, 건설공사장, 도로, 철도 등으로부터 발생하는 소음 진동으로 인한 피해를 방지하고 소음 진동을 적정하게 관리, 규제함으로써 모든 국민이 정온한 환경에 생활할 수 있게 함을 목적으로 한다.

이 중 도로교통소음은 소음진동규제법 제29조 “교통소음 진동의 한도”에 의거하여 시행규칙 제37조에서 표 4.7과 같이 대상지역을 주거지역 및 녹지지역과 같은 정온이 요구되는 지역과 상업지역 및 공업지역 등과 같은 비정온지역으로 구분하고 이를 주간과 야간으로 구분하여 기준을 정하고 있다.

표 4.7 도로교통소음의 한도(시행규칙 제37조 관련, 개정 '94.11.21)

대 상 지 역	구 분	한 도	
		주 간 (06:00~22:00)	야 간 (22:00~06:00)
주거지역, 녹지지역, 준도시지역중 취락지구 및 운동 휴양지구, 자연환경보전지역, 학교 병원 공공도서관의 부지경계선으로부터 50미터 이내지역	소 음 (Leq dB(A))	68	58
상업지역, 공업지역, 농림지역, 준농림지역 및 준도시지역 중 취락지구 및 운동 휴양지구외의 지역, 미고시지역	소 음 (Leq dB(A))	73	63

주) 1: 대상지역의 구분은 국토이용관리법에 의하며, 도시지역은 도시계획법에 의한다.

도로교통소음만을 환경정책기본법에서 정하는 소음기준과 비교하여 보면 우선 대상지역 구분이 축소되어 있고 도로변과 일반지역에 대한 구분이 없으며 허용한도소음레벨이 3dB 높은 값으로 되어 있어서 허용기준이 환경정책기본법에 비해서 완화되어 있음을 알 수 있다. 이 외에도 법 제28조 “교통소음 진동 규제지역의 지정”에서는 시·도지사는 주민의 정온한 생활을 유지하기 위하여 교통기관으로 인하여 발생하는 소음·진동을 규제할 필요가 있다고 인정되는 지역을 교통소음 진동 규제지역으로 지정할 수 있도록 규정하고 있다. 또한, 법 제30조 “자동차 운행의 규제”에서는 시·도지사는 제28조의 규정에 의한 규제지역안을 통행하는 자동차를 운행하는 자(이하 “자동차 운전자”라 한다)에 대하여 경음기의 사용금지, 속도의 제한, 우회등을 지방경찰청장에게 도로교통법에 의하여 필요한 조치를 하여줄 것을 요청할 수 있도록 규정하고 있다.

법 제31조 “방음시설의 설치등”에서는 시

·도지사는 제28조의 규정에 의한 규제지역 안에서 자동차전용도로, 고속도로 및 철도로부터 발생하는 소음이 제29조의 규정에 의한 규제기준을 초과하여 주민의 정온한 생활이 침해된다고 인정하는 때에는 스스로 방음시설을 설치하거나 당해 시설관리기관의 장에게 방음시설의 설치 등 필요한 조치를 할 것을 요청할 수 있다.

아울러 법 제32조에서는 “제작차 소음허용기준”을 법 제36조에서는 운행차의 소음허용기준을 각각 제정하여 자동차 제작시 및 운행시의 기준을 제정하였다. 이러한 소음허용기준의 준수 상황을 검토해 보면 제작차의 경우에는 제작차 출고시 소음에 대한 검사가 이루어지고 있으나, 운행차에 대해서는 소음에 대한 검사가 실시되지 않고 있다. 금후, 도로의 입체, 복합정비시스템의 도입 등으로 인하여 도시내 자동차의 통행량이 점차 증가할 것을 고려해 볼 때 자동차의 정구검사와 정 등을 통해서 자동차의 운행소음도를 검사하고 소음도가 클 경우 문제점을 개선해 나

표 4.8 건설 및 생활 소음, 진동 규제기준

(Leg: dB(A))

시간별 대상지역	조 석	주 간	심 야
	(05:00~08:00 18:00~22:00)	(08:00~18:00)	(22:00~05:00)
주거지역, 녹지지역, 준도시 지역중 취락지구 및 운동휴양지구, 자연환경보전지역, 학교, 병원, 공공도서관의 부지 경계선으로부터 50m 이내의 지역	65이하	70이하	55이하
상업지역, 공업지역, 농림지역, 준농업지역 및 준도시지역중 취락지구외의 지구, 미고시 지역	70이하	75이하	55이하

주) 1. 대상지역의 구분은 국토 이용관리법에 의하며 도시 지역은 도시계획법에 의한다.

2. 공사장 소음의 규제기준은 주간의 경우 소음발생시간 (작업시간)이 1일 2시간 미만일 때에는 +10dB, 2시간 이상 4시간 이하일 때는 +5 dB를 보정한다.

표 4.9 생활소음 규제기준

[dB(A)]

대상지역	시간별		조 석 (05:00~08:00 18:00~22:00)	주 간 (08:00~ 18:00)	심 야 (22:00~ 05:00)
	대상소음				
주거지역, 녹지지역, 준 도시지역 중 취락지구 및 운동휴양지구, 자연 환경보전지역, 학교, 병 원, 공공도서관의 부지 경계선으로부터 50m 이 내 지역	확 성 기 에 의 한 소 음	옥외설치	70이하	80이하	60이하
		옥내에서 옥외로 방사되는 경우	50이하	55이하	45이하
	공장, 사업장 또는 건축 설비에서 발생하는 소음		50이하	55이하	45이하
	공사장의 소음		65이하	70이하	55이하
상업지역, 공업지역, 농 림지역, 준농림지역 및 준도시지역중 취락지구 외의 지구, 미고시 지역	확 성 기 에 의 한 소 음	옥외설치	70이하	80이하	60이하
		옥내에서 옥외로 방사되는 경우	60이하	65이하	55이하
	공장, 사업장 또는 건축 설비에서 발생하는 소음		60이하	65이하	55이하
	공사장의 소음		70이하	75이하	55이하

- 주) 1. 대상지역의 구분은 국토이용관리법에 의하며, 도시지역은 도시계획법에 의한다.
 2. 공사장소음의 규제기준은 주간의 경우 소음발생시간 (작업시간)이 1일 2시간 미만일 때에는 +10 dB 2시간 이상 4시간 이하일 때에는 +5 dB을 보정한다.
 3. 확성기 사용기준 : 옥외에 설치한 측정기의 사용은 1회 2분 이내로 하며, 15분 이상 간격을 두어야 한다.

가는 방식의 법규 시행을 위한 행정적인 후속조치가 필요하다고 사료된다. 또한, 보다 쾌적한 주거생활의 유지를 위하여 건설소음 규제기준과 확성기 등의 소음에 관한 생활소음 규제기준을 소음진동 규제법 제32조 및 57조 규정에 의해 표 4.8, 표 4.9과 같이 규정하여 시행하고 있다.

3) 건축법

건축법에서는 “주택건설기준 등에 관한 규정” 제2장 “시설물 배치” 규정에서 “공동주택을 건설하는 지점의 소음도가 건설부장관

이 환경부장관과 협의하여 고시하는 소음측정기준에 의하여 65데시벨 이상인 경우에는 공동주택을 철도, 고속도로, 자동차전용도로, 폭20미터 이상인 일반도로, 기타 소음발생시설(설치계획이 확정된 시설을 포함)로부터 50미터 이상 떨어진 곳에 배치하거나 방음벽 수림대 등의 방음시설을 설치하여 당해 공동주택의 건설지점의 소음도가 65데시벨 미만이 되도록하여야 한다”고 명시하고 있다. 또한 제9조 “소음 등으로부터 보호”에서는 “공동주택 어린이놀이터 의료시설 유치원 새마을유아원 보육시설 및 노인정은 공해공장

위험물저장소 및 처리시설 기타 사업계획 승인권자가 주거환경에 특히 유해하다고 인정하는 시설(설치계획이 확정된 시설 포함)로부터 수평거리 50미터 이상 떨어진 곳에 배치하여야 한다”고 규정하고 있다.

상기의 법규는 대도시와 같이 택지가 부족하고 대부분의 공동주택단지가 도로에 인접한 경우 50m를 도로로부터 이격시킨다는 것은 현실적으로 거의 불가능하다고 판단되며, 공동주택 건설지점의 소음도가 65데시벨 미만이 되도록 하기 위해서는 대부분이 방음벽을 설치하여 이에대한 대책을 수립하고 있는 것이 현실이나, 대도시의 경우 초고층의 건립추세를 고려할 때 방음벽 높이의 한계로 인하여 그효과는 매우 한정될 것으로 판단된다. 따라서 공동주택 거주자에게 실질적으로 정온한 음환경을 제공하기 위해서는 내부소음의 허용기준이나 권장기준을 설정하고 이를 만족시킬 수 있는 건물층에서의 방음대책의 수립이 매우 절실하다고 판단된다. 특히, 대도시내 도로의 입체 복합정비 제도의 도입으로 인하여 도로와 주거 건물의 복합정비가 이루어질 경우, 이에 대한 필요성은 매우 시급할 것으로 사료된다.

5. 맺음말

인간과 소리와 의 관계를 알아보기 위해서 청감의 신비와 소음이 인체에 미치는 영향을 검토하고, 간단한 음향용어 및 소리의 단위로서 가장 널리 이용되고 있는 데시벨 척도의 사용에 및 계산방법을 소개하였다. 아울러 건물의 실내허용기준과 외부환경소음에 대한 국내 관련기준을 언급 하였다.

금후, 소음문제는 반도체 기술의 발전에 따른 반도체 제작공장의 건립 및 건물의 경량화, 철골조와 같은 조립식 건물의 등장과 자동차, 항공기, 고속철도 등 교통기관의 증가와 더불어 더욱 증가할 것으로 예상된다.

소음문제는 정부에서의 올바른 소음환경정책 및 관련기준의 제시와 함께 건축 및 기계설비 분야의 설계자나 시공자 및 연구자 등이 함께 노력하고 연구하여 이를 실무에 반영하였을 때 만이 그 효과가 증대될 수 있다. 소음에 대한 기초적인 지식의 일부일지라도 실무분야에서 소음이 무엇인지를 이해하는데 조금이나마 도움이 될 수 있기를 기대하면서 이를 맺고자 한다.

- 참 고 문 헌 -

1. 대한주택공사, “외부교통소음 방지대책 II”, 1995. 10
2. “환경관계법규 I - 대기편 -”, 홍문관출판, 1996. 3.
3. 한국소음진동공학회, 소음진동편람. 1995. 12.
4. 日本建築學會, 建築物の遮音性能基準と設計指針 技報堂, 1979
5. Gottlob, “Regulations for Community Noise”, Noise/News International, vol. 3, No. 4, pp. 223-236, 1995. 12.
6. ASTM, “1991 Annual Book of ASTM Standards”, section 4, USA, 1991.
7. R.H. Lyon, “Transportation Noise”, Grozier Publishing Inc., Cambridge, Massachusetts, 1973.