

계측기의 동작원리와 취급방법(7)

- 소 음 계 -

역/대한전기기사협회

7. 소음계

소음계는 옥외의 소음이나 공장, 작업장, 사무소 등에서의 소음 및 주택, 병원, 여관 등에서의 소음 레벨 측정과 또 경보기 등의 음향장치 음량 측정에 사용된다.

특히 발전소, 변전소 등의 특정시설 소음이나 기타 소음에 대해서는 소음에 관한 규제법 등에서 규제대상과 규제기준이 정해져 있다.

자동화재경보설비, 비상경보기구설비, 누전화재경보기 등과 같은 소음장치의 음량은 소방용 설비 등의 점검요령에 따라 측정한다.

그리고 소음계는 최근 특히 경증하고 있는 소음공해에 대한 방지, 단속의 필요성에 의해 검정에 합격된 것을 사용하는 것이 바람직하다.

7.1 소음계의 종류

소음계에는 보통소음계(JIS C 1502), 간이소음계(JIS C 1504) 및 정밀소음계(JIS C 1505)의 3종류가 있으며, 각각의 용도에 따라 구별 사용되고 있다.

또, 소음측정은 소음 그 자체가 광범위하고 측정하는데 있어 각자가 자기 마음대로 측정한다면 측정하는 사람에 따라 상이한 값이 나오게 되므로 어느 값을 사용하면 되는가 그 판단이 어려워진다. 그래서 소음계를 사용한 소음 레벨 측정법이 공업규격에서 소음 레벨 측정법으로 규정되어 있다.

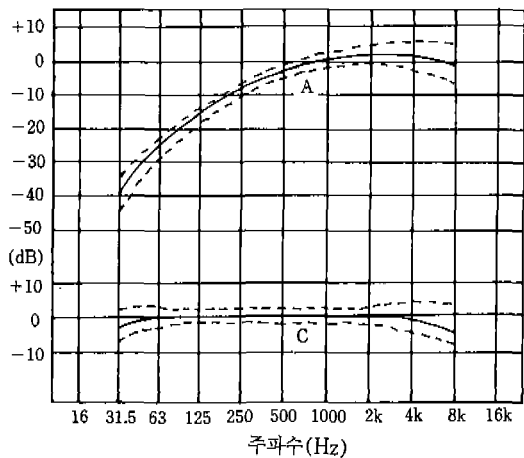
7.1.1 보통소음계

< 표 1 > 보통소음계의 청각보정회로특성

주파수 Hz	기준헤스폰스		허용차 dB
	A특성 dB	C특성 dB	
31.5	-39.4	-3.0	±5.0
40	-34.6	-2.0	±4.5
50	-30.2	-1.3	±4.0
63	-26.2	-0.8	±3.5
80	-22.5	-0.5	±3.0
100	-19.1	-0.3	±2.5
125	-16.1	-0.2	±2.0
160	-13.4	-0.1	±2.0
200	-10.9	0	±2.0
250	- 8.6	0	±2.0
315	- 6.6	0	±2.0
400	- 4.8	0	±2.0
500	- 3.2	0	±2.0
630	- 1.9	0	±2.0
800	- 0.8	0	±2.0
1000	0	0	±2.0
1.25k	0.6	0	±2.0
			±2.0
			+2.5
1.6k	1.0	-0.1	-2.0
			+3.0
2k	1.2	-0.2	-2.5
			+3.5
2.5k	1.3	-0.3	-3.0
			+4.0
3.15k	1.2	-0.5	-3.5
			+4.5
4k	1.0	-0.8	-4.0
			+5.0
5k	0.5	-1.3	-4.5
			+5.5
6.3k	-0.1	-2.0	-5.0
			+6.0
8k	-1.1	-3.0	-5.5

보통소음계는 일반소음의 소음 레벨을 측정하는 지침식의 것으로서 소음 측정에 많이 사용되고 있다.

소음 레벨은 $20\log_{10}(P_n/P_0)$ 으로 정의된 값을 말하며 데시벨(또는 폰)로 표시하고 단위기호는 dB로 표시한다.



<그림 1> 보통소음계의 청각보정회로특성

이 식에서의 P_n 은 <표 1> 및 <그림 1>에 나타나는 A특성으로 표시된 음압의 실효값이다. P_0 는 기준음압 $20\mu Pa$ (파스칼: $2 \times 10^{-5} N/m^2$)로서 P_n 이 <표 1>에 표시하는 C특성의 경우 $20\log_{10}(P_n/P_0)$ 의 값은 대략 음압 레벨을 나타낸다.

또, 일반소음이란 주파수 성분이 비교적 광범위하게 분포되어 있으며, 통상 우리들이 경험하는 소음을 말한다. 특히 높은 주파수 또는 낮은 주파수만에 순음 성분이 집중되어 있는 특수한 소음을 측정하는 경우에는 보통소음계로는 목적하는 측정소음이 얻어지지 않는 경우도 있다.

또, 계속시간이 30~200ms 정도인 충격성 소음 측정시에는 피크 레벨이 동일하더라도 그 계속시간에 따라 지시값이 피크 레벨 보다 10~1dB 낮은 값을 나타낸다.

보통소음계의 정격은 다음과 같다(JIS 발췌)

(1) 주파수 범위

사용주파수 범위는 31.5Hz~8kHz로 한다.

(2) 온도·습도범위

사용온도 범위는 5~35℃로 한다. 습도는 상대습도 45~85%로 한다.

(3) 마이크로폰

마이크로폰은 압력형의 것으로 한다. 연장 코드를 사용하는 구조의 것은 마이크로폰 지지기구를 갖는 것으로 한다.

(4) 주파수 보정회로

주파수 보정회로는 원칙적으로 <그림 1>에 든 A특성 및 C특성을 가진 것으로 한다.

(5) 기차

기차(器差)는 본체에 표기되어 있는 소음 레벨 측정범위에서는 1.5dB 범위내로 한다.

(6) 지향특성

표준입사각의 레스폰스와 표준입사각에 대해서 ± 90 도 범위내 입사각의 레스폰스와의 차는 <표 2>에 나타나는 허용차 이내로 한다.

<표 2> 지향성에 의한 허용차

주파수 Hz	허용차 dB
500이하	± 1
500이상 1000이하	± 1.5
1000이상 2k이하	± 4
2k이상 4k이하	± 8
4k이상 8k이하	± 15

(7) 눈금오차

눈금오차는 0.5dB 이하로 한다.

(8) 동특성

동특성(動特性)은 FAST(빠른 동특성), SLOW(느린 동특성) 등의 표시로 구별하고, 정상상태의 정현파 입력시에 동특성을 변환함으로써 생기는 지시값의 변화는 0.1dB 이하로 한다.

• 빠른 동특성

주파수 1,000Hz, 계속시간 0.2초의 정현파 입력에 의한 최대 지시값은 그 정현파 입력과 주파수 및 진

폭이 같은 정상상태의 정현파 입력에 의한 지시값에 대해서 $-1^{-0.5}$ dB 범위내로 한다.

• 늦은 동특성

주파수 1,000Hz, 계속시간 0.5초의 정현파 입력에 의한 최대 지시값은 그 정현파 입력과 주파수 및 진폭이 같은 정상상태의 정현파 입력에 의한 지시값에 대해서 -4 ± 2 dB 범위내로 한다.

또한 빠른 동작특성, 늦은 동작특성 어느 것에 대해서도 주파수 100Hz~8kHz의 임의 주파수로 진폭이 일정한 정현파 입력을 갑자기 가했을 때의 최대 지시값은 그 정현파 입력과 주파수 및 진폭이 같은 정상상태의 정현파 입력에 의한 지시값에 대해서 +1.0dB 이하로 한다.

7.1.2 간이스음계

간이스음계는 소음 레벨의 대략적 값을 지시시켜 예비조사 등에 사용하는 것이다. 따라서 거래증명의 목적으로서는 사용할 수가 없다.

간이스음계는 압력형 마이크로폰에 의해 음향 에너지를 전기 에너지로 변환하고 그것을 지시계로 지시시킨다.

이 소음계는 휴대에 편리하게 소형으로 되어 있는데, 반드시 교정장치를 부착시키지 않으면 안된다. 또한 전원은 원칙적으로 전지를 사용하고 표시된 전압 범위에서 규격을 지켜야 한다.

7.1.3 정밀소음계

정밀소음계는 일반 소음 레벨을 측정하는 지침식 소음계이다. 정밀소음계에 대한 공업규격의 대표적 인 규격은 다음과 같다.

(1) 소음 레벨

$20 \log_{10}(P_n/P_0)$ 로 정의된 값을 말하며, 데시벨(또는 폰)로 표시하고 단위기호는 dB이다.

(2) 오차

주파수 500Hz, 630Hz, 800Hz, 1,000Hz, 1.25kHz 및 1.6kHz의 표준 입사각 레스폰스와 <표 3>에 나타내는 A특성의 각각의 주파수에 대응하는 기준 레스폰스와의 차의 평균이다.

(3) 주파수 범위

사용주파수 범위는 20Hz~12.5kHz로 한다.

(4) 온도범위

사용 온도범위는 온도 $-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$ 로 한다. 기준상태에서의 기차에 대해서 0.5dB를 초과하는 영향을 주지 않는 온도범위는 온도 $5 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 로 한다.

(5) 습도범위

사용 습도범위는 상대습도 95% 이하로 한다. 기준상태에서의 기차에 대해서 0.5dB를 초과하는 영향을 주지 않는 상대 습도범위는 10~90%로 한다.

<표 3> 정밀소음계의 청각보정회로특성

주파수 Hz	기준 레스폰스			허용차 dB
	A특성 dB	C특성 dB	평단특성dB	
20	-50.5	-6.2	0	±3
25	-44.7	-4.4	0	±2
31.5	-39.4	-3.0	0	±1.5
40	-34.6	-2.0	0	±1.5
50	-30.2	-1.3	0	±1.5
63	-26.2	-0.8	0	±1.5
80	-22.5	-0.5	0	±1.5
100	-19.1	-0.3	0	±1
125	-16.1	-0.2	0	±1
160	-13.4	-0.1	0	±1
200	-10.9	0	0	±1
250	-8.6	0	0	±1
315	-6.6	0	0	±1
400	-4.8	0	0	±1
500	-3.2	0	0	±1
630	-1.9	0	0	±1
800	-0.8	0	0	±1
1000	0	0	0	±1
1.25k	0.6	0	0	±1
1.6k	1.0	-0.1	0	±1
2k	1.2	-0.2	0	±1
2.5k	1.3	-0.3	0	±1
3.15k	1.2	-0.5	0	±1
4k	1.0	-0.8	0	±1
5k	0.5	-1.3	0	±1.5
6.3k	-0.1	-2.0	0	+1.5 -2
8k	-1.1	-3.0	0	+1.5 -3
10k	-2.5	-4.4	0	+2 -4
12.5k	-4.3	-6.2	0	+3 -6

(6) 주파수 보정회로

주파수 보정회로는 A특성, B특성 및 평탄특성을 갖는 것으로 한다. 다만 C특성 및 평탄특성중 어느 하나를 제외해도 된다.

(7) 마이크로폰

마이크로폰은 압력형의 것으로 한다. 연장 코드를 사용하는 구조의 것은 마이크로폰 지지기구를 구비하는 것으로 한다.

(8) 교정장치

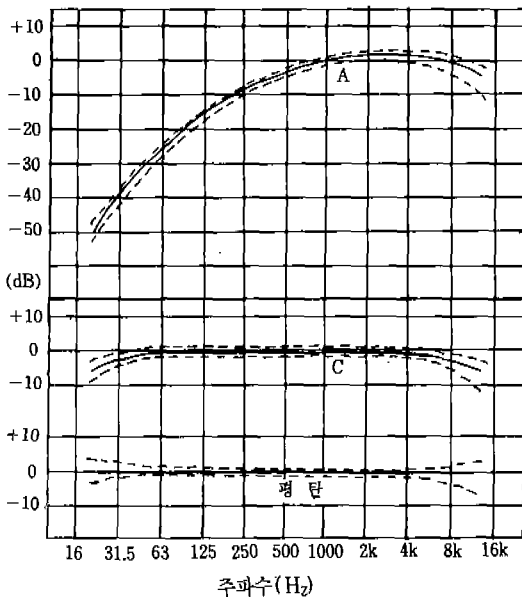
교정장치가 있는 구조의 것은 교정 레벨 값 또는 교정 레벨 표시를 하는 것으로 한다. 또한 교정장치는 소음 레벨 80dB의 소음중에서도 사용할 수 있는 것으로 한다.

(9) 기차

기차(器差)는 본체에 표기되어 있는 소음 레벨 측정범위에서는 0.7dB 범위내로 한다.

(10) 표준입사각의 레스폰스

A특성, C특성 및 평탄특성의 표준입사각 레스폰스는 <표3>에 나타내는 기준 레스폰스로 하고 그 편차는 <그림 2>에 나타내는 허용차내로 한다.



<그림 2> 정밀소음계의 청각보정회로 특성곡선

(11) 지향성 특성

표준입사각의 레스폰스란 표준입사각에 대해서 $\pm 90^\circ$ 도 범위내의 입사각 레스폰스와의 차는 <표 4>에 표시하는 허용차 이내로 한다. 또, 표준입사각에 대해서 $\pm 30^\circ$ 도 범위내의 입사각 레스폰스와의 차는 <표 5>의 허용차내로 한다.

<표 4> 정밀소음계의 지향특성($\pm 90^\circ$)

주파수 kHz	허용차 dB
1이하	± 1
1이상 2이하	+ 1
	- 2
2이상 4이하	+ 1
	- 3
4이상 8이하	+ 1
	- 6
8이상 12.5이하	+ 1
	-10

<표 5> 정밀소음계의 지시특성($\pm 30^\circ$)

주파수 kHz	허용차 dB
1이하	± 0.5
2이상 4이하	+ 0.5
	- 1
4이상 8이하	+ 0.5
	- 1.5
8이상 12.5이하	+ 0.5
	- 2

(12) 동특성

동특성은 다음에 표시하는 빠른 동특성 및 낮은 동특성으로 한다. 또한 이들 동특성은 FAST, SLOW 등과 같은 표시로 구별하고 정상상태의 정현파 입력일 때의 동특성을 변환함으로써 생기는 지시값 변화는 0.1dB 이하로 한다.

• 빠른 동특성

주파수 1,000Hz, 계속시간 0.2초의 정현파 입력에 의한 최대 지시값은 그 정현파 입력과 주파수 및 진폭이 같은 정상상태의 정현파 입력에 의한 지시값에 대해서 $-1^{+0.5}_{-1}$ dB 범위내로 한다.

• 낮은 동특성

주파수 1,000Hz, 계속시간 0.5초의 정현파 입력에

의한 최대 지시값은 그 정현파 입력과 주파수 및 진폭이 같은 정상상태의 정현파 입력에 의한 지시값에 대해서 $-4 \pm 1\text{dB}$ 범위내로 한다.

또 빠른 동특성, 늦은 동특성 어느 것에 대해서도 주파수 100Hz~12.5kHz의 임의 주파수로 진폭이 일정한 정현파를 갑자기 가했을 때의 최대 지시값은 그 정현파 입력과 주파수 및 진폭이 같은 정상상태 정현파 입력에 의한 지시값에 대해서 +1.0dB 이하로 한다.

7.2 소음 레벨 측정방법

소음계에 의해 소음을 측정할 때 주의할 것은 우선 옥외나 선풍기, 환기선 등의 소음 측정에서는 바람의 영향을 받는 일이 많다.

또, 전력기기 등의 소음 측정에서는 전자장의 영향을 받으며, 특히 마이크로폰이 다이내믹형인 경우에는 자장에 의한 영향이 크다.

마이크로폰을 스탠드 등으로 고정하여 측정하는 경우는 큰 진동을 수반하는 기계의 소음 측정에서는 소음 외에 진동이 직접 마이크로폰에 전해져 진동에 의한 영향을 받는다.

이와 같이 소음 측정을 할 때는 주의하지 않으면 안되는 것이 많다. 여기서는 소음계에 의한 소음 측정상의 주의점을 기술한다.

7.2.1 암소음의 영향

어느 음원에서 나오는 소리만의 소음 레벨을 측정하는 경우에는 암소음(暗騒音)(어느 장소에서 특정한 소리를 대상으로 하여 생각하는 경우에 대상음이 없을 때의 그 장소에서의 소음을 대상에 대해서 암소음이라고 한다)에 대해서 주의하여야 한다.

암소음에 의한 영향이지만 어느 특정한 음원에서 발생하는 소음이 있는 경우, 특정한 소음이 있는 경우와 없는 경우의 소음계 지시차가 10dB 이상인 경우에는 대상으로 하는 소리는 암소음에 영향을 받고 있지 않은 것은 나타낸다.

따라서 처음에 측정한 값을 대상으로 하는 소음 레벨로 하여도 된다. 또한 이 소음계의 지시의 차가

10dB 미만일 때는 <표 6> 및 <그림 3>에 의해 지시값의 값을 보정하여 대략 그 소음 레벨을 추정할 수가 있다.

만일 소음계의 지시에 변화가 일어나지 않는 경우에는 대상음이 암소음 보다 작은 가를 알 수 있을 뿐이고 그 소음 레벨을 알 수는 없다.

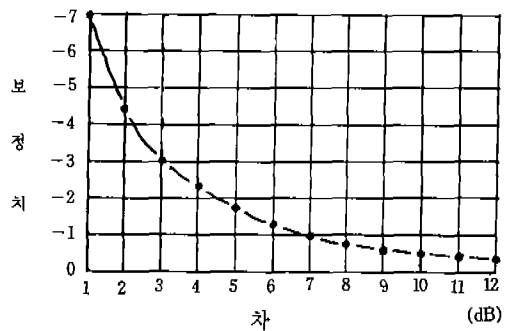
<표 6>의 사용방법은 예를 들면 암소음이 65dB인 장소에서 어느 기계를 운전하여 70dB의 지시를 얻었다고 하면 지시의 차가 5dB이기 때문에 그 기계만의 소음 레벨은 <표 6>에서 2dB만 보정하여 68dB로 추정할 수가 있다.

<표 6> 암소음의 경향에 대한 지시의 보정

대상음이 있을 때와 없을 때의 지시차(dB)	1	2	3	4	5
보정치 (dB)	-6.9	-4.4	-3.0	-2.3	-1.7
대상음이 있을 때와 없을 때의 지시차(dB)	6	7	8	9	10
보정치 (dB)	-1.25	-0.95	-0.75	-0.60	-0.45

※ 일반적으로는 위의 표의 보정치를 정리한 아래표를 사용하는 곳이 많다.

대상음이 있을 때와 없을 때의 지시차(dB)	3	4	5	6	7	8	9
보정치 (dB)	-3	-2				-1	



<그림 3> 암소음의 경향에 대한 보정 곡선

7.2.2 반사음의 영향

마이크로폰 또는 음원 가까이에 큰 반사체가 있으면 음원으로부터의 소리만이 아니고 반사체로부터의

반사음도 부가되기 때문에 측정값이 오차를 발생한다.

보통의 실내에서 측정할 때는 음원의 크기 및 음원과 측정점과의 거리에 비해서 충분히 넓은 방에서 어는 벽 또는 바닥에서도 떨어진 점에서 측정하는 것이 바람직하다.

동일하게 측정자 신체로부터의 반사도 무시할 수 없으므로 엄밀한 측정에서는 마이크로폰만을 이격시키는 등의 배려가 필요해진다.

7.2.3 기타 외주 조건에 대한 주의

기타의 외주조건 중에서 특히 주의하지 않으면 안 되는 것은 마이크로폰에 대한 바람(예를 들면 옥외 측정이나 선풍기, 기타 바람을 수반하는 기계의 측정), 전자장(예를 들면 대형 전기기계 등에 접근한 측정), 진동(예를 들면 큰 진동을 수반하는 기계의 측정), 온도(예를 들면 고온기계의 측정), 습도 등의 영향이다.

이 중에서 바람에 대해서는 윈드 스크린(풍방 스크린)을 사용한 경우가 있다. 그러나 거래·증명을 위한 측정에는 윈드 스크린의 사용은 안되므로 주의를 요한다.

7.2.4 청각보정회로 사용방법

소음 레벨은 그 소리의 대소에 관계없이 원칙적으로 소음계의 A특성으로 측정한다. 다만 A, B, C의 3특성 또는 A, C의 2특성으로 측정해 두는 것이 바람직하다.

또한 측정값에는 원칙적으로 사용한 특성명을 80dB(A), 90dB(C) 등과 같이 부가 기록해 둔다.

C특성의 측정값은 대략 음압 레벨과 일치하므로 A, C의 2특성으로 측정하면 소음 레벨(A특성)과 음압 레벨(C특성)을 측정한 것이 된다.

7.2.5 지시계기의 동특성 사용방법

소음 레벨은 원칙적으로 소음계 지시계기는 동특성이 빠른 동특성(FAST)을 사용하여 측정한다.

그러나 비교적 급격하게 대폭적인 레벨 변동이 일어날 때와 같이 빠름과 늦음의 측정값에 심한 차가 생긴다고 생각되는 경우를 제외하고는 늦은 동특성

(SLOW)을 사용하여 측정해도 된다.

7.2.6 지시의 판독, 정리 및 표시방법

(1) 변동하는 소리의 소음 레벨은 지시값을 여러 번 읽고 원칙적으로 그 평균값을 가지고 표시한다.

(2) 지시가 변동하지 않는가, 또는 변동에 극히 약한 경우를 그 지시값을 읽고 이것을 소음 레벨로 한다.

그리고 지시가 규칙적으로 변동하는 경우는 그 최대값, 최소값 및 변동방식을 명기한다.

(3) 주기적 또는 간헐적으로 발생하고 그 지시가 대략 일정한 소리, 예를 들면 망치소리나 전차의 통과음은 소음 레벨을 발생할 때마다 그 최대값을 읽고 여러번의 평균값을 가지고 표시한다. 필요가 있는 경우에는 그 횟수 등도 부가 기록한다.

(4) 지시가 불규칙적이고 또한 대폭 변동하는 경우, 예를 들면 가두 소음 등은 어느 임의의 시각부터 시작하여 어느 시간마다, 예를 들면 5초마다 지시값을 읽고 측정값이 충분한 수, 예를 들면 50회 정도가 될 때까지 계속해서 측정한다.

(5) 어느 종류의 소음에 대해서는 특정한 소음 레벨을 초과하는 시간 또는 횟수를 표시한다. 예를 들면 어느 장소에서 항공기의 폭음에 의한 소음 레벨이 90dB(A)을 초과하는 시간이 1시간중에 15분 있다고 하는 식의 표현을 한다.

7.2.7 소음 레벨 측정결과에 부가시킬 사항

- (1) 측정 일시(요일), (기상상황)
- (2) 보통소음계 또는 간이소음계별
- (3) 측정장소의 상황(음원의 외형 시수)
- (4) 마이크로폰의 위치(마이크로폰의 높이, 방향, 지지방법)

이와 같이 소음을 측정하는 경우 주의해야 할 사항은 대단히 많다. 이에 대한 상세한 것은 공업규격의 「소음 레벨 측정방법」에 나와 있다.

7.3 소음계 사용방법

소음계는 휴대하여 사용하는 경우가 많다. 따라서 전원으로 전지가 사용되는 일이 많으므로 소음 측정

전에 반드시 전지 전압 유무를 확인한다.

다음에 소음계의 내부 전기회로를 교정한다. 옥외에서 사용하거나 또는 흡·배기구 부근에서 측정하는 경우에는 마이크로폰에 윈드 스크린(풍방 스크린)을 달고 사용한다.

단, 측정값을 거래·증명에 사용하는 경우에는 윈드 스크린을 부착한 상태로 측정하면 안되므로 주의해야 한다.

7.3.1 소음계 측정위치

(1) 옥외소음

가두에서 소음을 측정하는 경우의 측정점은 차도와 보도의 구별이 있는 곳에서는 차도측의 보도끝, 구별이 없는 곳에서는 도로끝에서 원칙적으로 지상 1.2m로 한다. 또, 공원 및 광장 등에서는 음원에 가까운 점이나 기타 적당한 점을 선택한다.

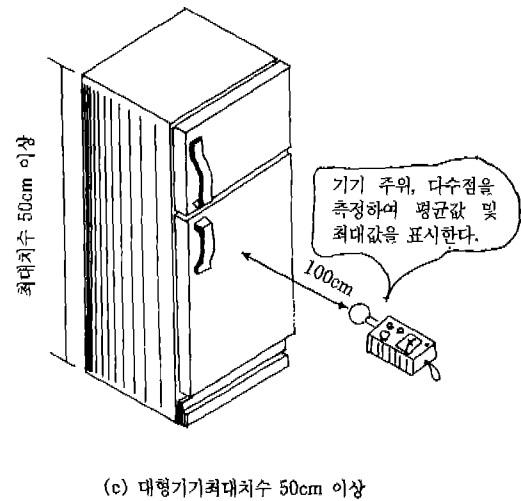
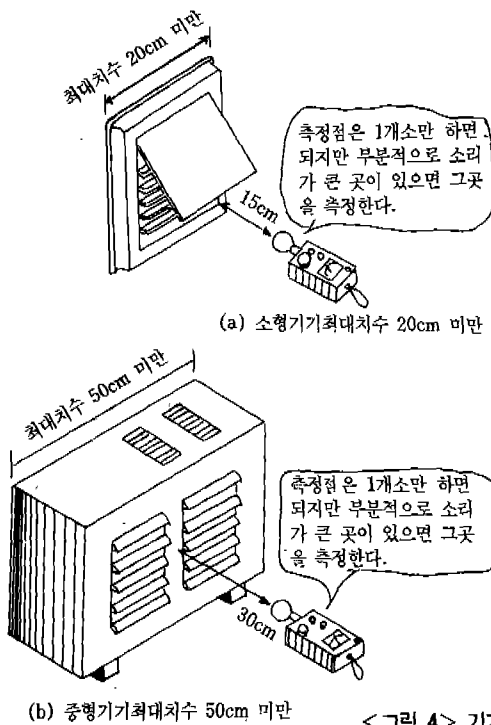
공장, 오락장, 학교 등 부근에서 이들 건물에서 외부로 나오는 소리가 문제가 되는 경우에는 문제가

되고 있는 장소, 예를 들면 근접한 주택, 사무소 창가 등에서 측정한다.

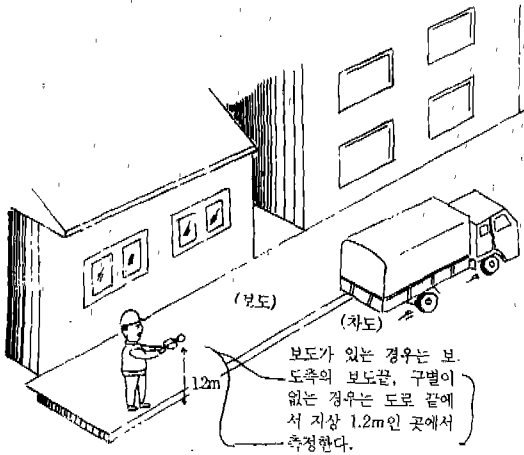
(2) 옥내소음

교실, 강당, 음악실, 영화연극장 등에서는 소음이 문제가 되는 점 예를 들면 주로 외부의 소음이 들어오는 창가, 급배기 구멍 등에 가까운 자리, 교단, 스테이지 등에서 가장 떨어진 좌석 등을 포함해서 여러 점에 대해서 소음 레벨을 측정하여 그 측정장소 및 음원의 종류 등을 명기한다. 그리고 학생·청중 등이 있을 때와 없을 때 모두를 측정하는 것이 바람직하다.

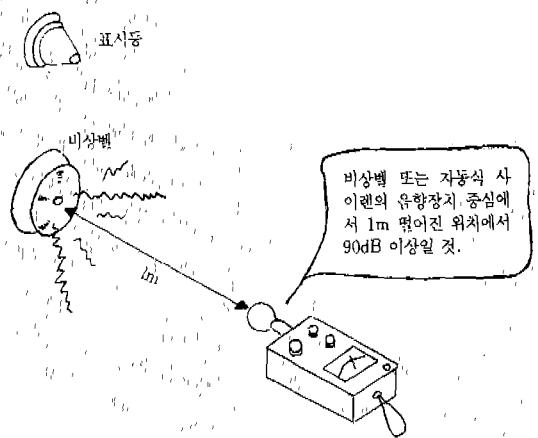
공장, 작업장, 사무소 등에서는 정상작업중에 측정하는 것이 보통이다. 특별히 소음을 내는 기계 등이 있을 때는 그 기계를 사용하고 있는 사람의 머리 부근과 또한 그 기계에 가까운 다른 작업자 머리 부근의 소리를 측정하고, 특별한 음원이 없을 때는 그 작업장 중앙 부근에서 측정한다.



<그림 4> 기기의 소음측정



<그림 5> 거리에서의 소음측정



<그림 6> 비상벨의 음량측정

주택, 병원, 여관 등에서는 주간 이외의 야간 취침시의 소음도 문제가 되므로 적당히 몇 곳을 선정하여 야간에도 측정하는 것이 바람직하다.

(3) 기계 등의 소음

기기 및 기기부품의 소음측정에서의 측정점의 수와 거리는 대상의 크기에 따라 원칙적으로 다음과 같이 한다.

- 소형 기기(최대치수 20cm 미만) 표면에서 15cm
- 중형 기기(최대치수 50cm 미만) 표면에서 30cm
- 대형 기기(최대치수 50cm 미만) 표면에서

100cm

소형기기 및 중형 기기에서의 측정점은 1개소로 한다. 다만, 부분적으로 소리가 큰 부분이 있을 때는 그 부근에 가까운 점을 선택한다.

대형기기는 원칙적으로 주위의 여러 곳에서 측정하여 평균값 및 최대값을 표시한다. 그리고 사용자에게 대한 영향이 문제가 될 때는 사용자의 머리부근을 측정점으로 하여 소음을 측정한다.

소음계에 의한 소음 측정 및 비상벨의 음량 측정 방법을 <그림 4, 5, 6>에 나타낸다.

<연재 끝>

