

건축 설비 소음 측정 방법

다양한 건축 설비에서 발생하는 소음 레벨을 측정하는 방법을 규정하고 있는 ISO 16032에 대하여 소개하고자 한다.

개요

최근 건축물 내부에 다양한 기계 설비 설치가 증가되고 있다. 건축물 내부에 설치된 다양한 기계설비에서 발생하는 소음도 증가하고 있으며, 관련 민원 발생도 증가하고 있다. 또한, 건축물 설계 시 각 공간의 용도별 배경소음 레벨 기준이 제시되고 있으며, 방송용 스튜디오 및 고급 사무 공간 등은 매우 강화된 기준이 적용되고, 강화된 소음 기준을 만족시키기 위한 다양한 소음 저감 기술이 적용되고 있다. 이와 같이 용도별 소음 기준 만족 여부 및 소음 저감 기술의 평가를 위해서는 각각의 설비 소음에 대하여 표준화된 소음 측정 방법 및 운전 조건이 규정되어야 한다.

우리나라 KS의 경우 건축설비의 소음 측정 방법에 규정되어 있으나 급수 기구에 한정되어 있으며, 건축설비가 설치된 현장에서의 측정 방법이 아닌 실험실 측정 방법에 대한 것이다. 표 1은 KS에 규정되어 있는 설비 소음 관련 표준을 나타낸 것이다. 표 1에서와 같이 KS의 설비 소음 측정 표준은 국제표준(ISO)에 부합하여 작성된 것이다. 설비 소음과 관련된 ISO 표준은 표 2에서와 같이 KS로 제시된 4종 이외에 ISO 16032 표준이 추가로 규정되어 있다. ISO 16032는 건축물 내부에 설치된 건축 설비 기구에서 발생하는 음압 레벨을 측정하기 위한 방법에 대한 표준이다.

ISO 16032 표준의 구성은 적용범위, 정의, 측정 장치 및 절차 등으

정정호

방재시험연구원

jhjeong@kfpa.or.kr

〈표 1〉 KS에 규정된 설비 소음 측정 관련 표준

구 분	표준명
KS F ISO 3822-1 : 2004	급수 기구 발생음의 시험실 측정 방법 - 제1부 : 측정방법
KS F ISO 3822-2 : 2004	급수 기구 발생음의 시험실 측정 방법 - 제2부 : 단독꼭지와 냉온수 혼합 꼭지의 설치 방법 및 작동 조건
KS F ISO 3822-3 : 2004	급수 기구 발생음의 시험실 측정 방법 - 제3부 : 직렬 밸브의 설치 방법 및 작동 조건
KS F ISO 3822-4 : 2004	급수 기구 발생음의 시험실 측정 방법 - 제4부 : 특수 기구의 설치 방법 및 작동 조건

〈표 2〉 KS에 규정된 설비 소음 측정 관련 표준

구 분	표준명
ISO 3822-1:1999	Acoustics - Laboratory tests on noise emission from appliances and equipment used in water supply installations - Part 1: Method of measurement
ISO 3822-2:1995	Acoustics - Laboratory tests on noise emission from appliances and equipment used in water supply installations - Part 2: Mounting and operating conditions for draw-off taps and mixing valves
ISO 3822-3:1997	Acoustics - Laboratory tests on noise emission from appliances and equipment used in water supply installations - Part 3: Mounting and operating conditions for in-line valves and appliances
ISO 3822-4:1997	Acoustics - Laboratory tests on noise emission from appliances and equipment used in water supply installations - Part 4: Mounting and operating conditions for special appliances
ISO 16032:2004	Acoustics - Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings - Engineering method

로 구성되어 있으며, 최대 및 등가 소음 레벨 측정을 위한 각종 설비의 가동 조건 및 주기는 부속서로 규정되어 있다.

적용 범위

이 표준은 건물 구조물에 설치된 건축 설비 기구에서 발생하는 음압 레벨을 측정하기 위한 방법에 대한 규정이다. 이 표준은 위생 설비, 기계 환기 설비, 냉난방 설비, 승강기, 쓰레기 배출 통로, 보일러, 송풍기, 펌프 및 기타 보조 서비스 장치, 그리고 모터 구동 주차장 도어에 대한 것이지만, 건물에 설치된 다른 설비에도 적용할 수 있다.

이 표준은 약 300 m³ 이하의 체적을 갖는 공간

(예 - 주택, 호텔, 학교, 사무실 및 병원)에 적합하며, 대규모 강당이나 공연장에 대한 측정을 위한 것은 아니다. 부속서에 규정된 각종 설비의 가동 조건과 가동 주기는 대규모 강당이나 공연장 측정에 적용할 수 있다.

건축 설비의 음압 레벨은 시험 중인 설비에서 지정된 가동 주기 및 기간 동안 발생하는 A 특성 가중 최대 음압 레벨로 측정하거나 경우에 따라 C 특성 가중 최대 음압 레벨로 평가할 수도 있다. 또한, 지정된 적분 시간에 따라 결정되는 등가 음압 레벨로 평가한다. A 특성 및 C 특성 가중값은 옥타브 밴드 측정을 통해 계산된다. A 특성 및 C 특성 가중 보정 값은 표 3과 같다.

〈표 3〉 A 특성 및 C 특성 가중 보정값

주파수(Hz)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A(dB)	-	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1.0	-1.1
C(dB)	-3.0	-0.8	-0.2	0	0	0	-0.2	-0.8	-3.0

정의

음압 레벨 L

음압레벨은 특정한 시간 가중치와 특별한 주파수 가중치를 사용하여 측정된 제곱 음압을 기준 음압의 제곱으로 나눈 값의 상용 대수를 10배 한 값으로 KS C IEC 61672-1에 정의되어 있다. 단위는 데시벨(dB)이다. 기준 음압은 20 μ Pa이다.

평균 음압 레벨 \bar{L}

$$\bar{L} = 10 \ln \left(\frac{\sum_{i=1}^n 10^{0.1 \times L_i}}{n} \right) \text{ dB} \quad (1)$$

여기서, L_i 는 평균값을 계산할 서로 다른 수 음점에서 측정된 음압 레벨이며 단위는 dB이다.

63 Hz ~ 8000 Hz 주파수 범위 A 특성 가중 옥타브 밴드 음압 레벨 L_A

$$L_A = 10 \ln \sum_{i=1}^n 10^{0.1(L_i+A_i)} \text{ dB} \quad (2)$$

여기서, L_i 는 i 옥타브 밴드의 음압 레벨이며, A_i 는 i 옥타브 밴드에 대한 A 특성 가중 보정값(표 3 참조). L_i 의 값은 측정에 좌우되지만, 3.6의 모든 매개변수가 될 수 있다.

31.5 Hz ~ 8 000 Hz 주파수 범위 C 특성 가중

옥타브 밴드 음압 레벨 L_C

$$L_C = 10 \ln \sum_{i=1}^n 10^{0.1(L_i+C_i)} \text{ dB} \quad (3)$$

여기서, L_i 는 i 옥타브 밴드의 음압 레벨이며, C_i 는 i 옥타브 밴드에 대한 C 특성 가중 보정값(부속서 A 참조). L_i 의 값은 측정에 좌우되지만, 3.6의 모든 매개변수가 될 수 있다.

음향 폭로 레벨 L_E

음향 폭로 레벨은 다음 식으로 계산한다.

$$L_E = 10 \ln \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \text{ dB} \quad (4)$$

여기서, $p(t)$: 순시 음압 (Pa)

t_2-t_1 : 측정 대상 소리를 충분히 측정할 수 있는 시간 간격 (s)

p_0 : 기준 음압 (20 μ Pa)

t_0 : 기준 기간 ($t_0=1$ s)

31.5 Hz ~ 8000 Hz 주파수 범위 설비 기구 옥타브 밴드 음압 레벨

이 표준에 따라 측정될 수 있는 옥타브 밴드 음압 레벨은 다음과 같다(표 4 참조).

(1) $L_{S, max}$

시간 가중치 “S”로 측정된 옥타브 밴드 최대 음압 레벨

(2) $L_{S, max, nT}$
 시간 가중치 “S”로 측정하고 0.5 초의 잔향 시간으로 표준화된 옥타브 밴드 최대 음압 레벨(식 (5) 참고)

(3) $L_{S, max, n}$
 시간 가중치 “S”로 측정하고 10 m²의 등가 흡음 면적으로 표준화된 옥타브 밴드 최대 음압 레벨(식 (6) 참고)

(4) $L_{F, max}$
 시간 가중치 “F”로 측정한 옥타브 밴드 최대 음압 레벨

(5) $L_{F, max, nT}$
 시간 가중치 “F”로 측정하고 0.5 초의 잔향 시간으로 표준화된 옥타브 밴드 최대 음압 레벨(식 (5) 참고)

(6) $L_{F, max, n}$
 시간 가중치 “F”로 측정하고 10 m²의 등가 흡음 면적으로 표준화된 옥타브 밴드 최대 음압 레벨(식 (6) 참고)

(7) L_{eq}
 옥타브 밴드 등가 소음 레벨

(8) $L_{eq, nT}$
 0.5 초의 잔향 시간으로 표준화된 옥타브 밴드 등가 소음 레벨(식 (5) 참고)

(9) $L_{eq, n}$
 10 m²의 등가 흡음 면적으로 표준화된 옥타브 밴드 등가 소음 레벨(식 (6) 참고)

잔향 시간

잔향시간은 음원이 동작을 멈춘 후 음압 레벨이 60 dB 감소되는 데까지 걸리는 시간이다.

표준화/규준화 음압 레벨

옥타브 밴드로 측정된 음압 레벨은 0.5 초의 잔향 시간으로 표준화되거나, 10 m²의 등가 흡음

면적으로 규준화될 수 있다. 식 (5)와 (6)을 각각 이용하여 계산한다.

$$L_{nT} = L - 10 \ln \frac{T}{T_0} \text{ dB} \quad (5)$$

여기서, L : $L_{S, max}, L_{F, max}, L_{eq}$

T : 측정된 잔향 시간 (s)

$T_0 = 0.5$ s

$$L_n = L - 10 \ln \frac{A_0 T}{0.16 V} \quad (6)$$

여기서, L : $L_{S, max}, L_{F, max}, L_{eq}$

T : 측정된 잔향 시간 (s)

V : 측정 공간의 용적 (m³)

A_0 : 기준 등가 흡음 면적 (m²), $A_0 = 10$ m²

0.16의 단위는 $\left[\frac{\text{s}}{\text{m}} \right]$ 이다.

측정 장치 및 절차

측정 장치

이 표준에 따른 최대 음압 레벨 측정을 위해서는 옥타브 밴드 실시간 주파수 분석기를 사용한다. 이 분석기는 측정하는 시간(시험 중인 설비 기구의 가동 주기 및 시간)동안 측정되는 모든 옥타브 밴드의 최대 A 특성 가중 음압 레벨 또는 C 특성 가중 음압 레벨을 읽을 수 있어야 한다.

시험 방법

건축 설비 기구의 음압 레벨은 시험 중인 기구에서 지정된 가동 주기 및 기간 동안 발생하는 소음을 최대 A 특성 가중 음압 레벨 또는 C 특성 가중 음압 레벨의 옥타브 밴드 중심 주파수에 해당하는 31.5/63 Hz ~ 8,000 Hz의 대역에서 선형

(비가중) 스펙트럼으로 측정한다. 설비 기구의 음압 레벨을 측정하려면, A 특성 가중 음압 레벨 또는 C 특성 가중 음압 레벨과 옥타브 밴드 음압 레벨을 동시에 측정해야 한다(다중 스펙트럼 기록). 설비 기구의 음압 레벨 평가는 측정 시간 중 A 특성 가중 최대 음압 레벨 또는 C 특성 가중 최대 음압 레벨이 발생할 때 해당 시간에서의 옥타브 밴드 스펙트럼을 사용하여 평가한다. 시간 가중치 “S”나 “F”를 사용한다. 추가로 등가 소음 레벨을 측정하는 경우 지정된 적분 시간을 사용하여 결정할 수 있다.

옥타브 밴드 측정 결과는 배경 소음을 보정하여야 하며, 필요할 경우, 0.5초의 잔향 시간에 대해 표준화되거나, 10 m²의 등가 흡음 면적에 대해 표준화된다. 마지막으로, A 특성 가중 및 C 특성 가중 음압 레벨은 수정된 옥타브 밴드 측정 결과로 계산한다.

A 특성 가중 및 C 특성 가중 음압 레벨은 옥타브 밴드 측정 결과를 바탕으로 계산하며, 표준화나 표준화가 수행되지 않은 상황에 대해서도 계산해야 한다.

이 표준에 따라 결정될 수 있는 단일 수치 평가량은 표 4에 나타내었다((1) ~ (9)에 정의된 옥타브 밴드 값으로부터 계산). 표의 표기법은 측정 결과를 보고할 때 사용해야 한다. 예를 들면 국가

별 건축 법규에 따라 서로 다른 평가량들을 통합할 수 있다.

표 4의 서로 다른 단일 수치 평가량은 비교할 수 없다. 동일한 방법을 사용하여 얻은 측정 결과들만 비교할 수 있다. 측정 결과를 법률 요건과 비교할 경우, 둘 다 동일한 평가량으로 비교해야 한다.

측정 대상 소음에 명확하게 들을 수 있는 순음 성분들이 포함될 경우, 그 내용을 보고서에 언급해야 한다. 측정하는 동안 창과 문은 닫아야 한다. 시험자는 측정실 외부에 머물러야 한다.

측정 절차

(1) 일반사항

설비 기구의 음압 레벨은 지정된 가동 조건과 주기에 대해 측정한다. 가동 조건과 주기는 별도로 규정되어 있다. 이는 각 국가의 측정 요건 및 규정에 반하지 않을 경우에만 사용한다.

음압 레벨은 본 표준에 따라 세 곳의 마이크로폰 위치에서 측정하며, 한 곳은 측정실의 모서리, 두 곳은 잔향 음장 위치를 선정하여 측정한다. 설비 기구의 음압 레벨은 다음 절차에 따라 측정한다.

(2) 모서리 부분에서의 마이크로폰의 위치 선택

모서리 위치는 측정실의 모서리부위의 C 특성 가중 음압 레벨을 측정하여 가장 높은 값을 갖는 지점을 선정한다. 모서리 위치 선정을 위한 측

〈표 4〉 단일 수치 평가량

	A 특성 가중 음압 레벨 (63 Hz ~ 8000 Hz 중심 주파수 옥타브 밴드 음압 레벨에서 계산)	C 특성 가중 음압 레벨 (31.5 Hz ~ 8000 Hz 중심 주파수 옥타브 밴드 음압 레벨에서 계산)
최대 음압 레벨, 시간 가중치 “S”	$L_{AS\ max}$ $L_{AS\ max,nT}$ $L_{AS\ max,n}$	$L_{CS\ max}$ $L_{CS\ max,nT^4}$ $L_{CS\ max,n^4}$
최대 음압 레벨, 시간 가중치 “F”	$L_{AF\ max}$ $L_{AF\ max,nT}$ $L_{AF\ max,n}$	$L_{CF\ max}$ $L_{CF\ max,nT^4}$ $L_{CF\ max,n^4}$
등가 소음 레벨	L_{Aeq} $L_{Aeq,nT}$ $L_{Aeq,n}$	L_{Ceq} L_{Ceq,nT^4} L_{Ceq,n^4}

정은 시간 가중치 “S” 또는 “F”를 갖는 최대 음압 레벨 또는 등가 소음 레벨로 측정한다. 모서리 위치 선택에 사용되는 측정 결과는 별도의 수정 절차 없이 최종 측정 결과와 동일해야 한다. 선택한 가동 조건과 가동 주기를 사용한다.

마이크로폰은 각각의 모서리에서 벽으로부터 0.5 m와 바닥으로부터 0.5 m 떨어진 지점이 선호된다. 모서리의 돌출된 가구나 장애물 등으로 위의 모서리 선정 지점에서 측정하지 못할 경우, 높이를 1.0 m로 증가하거나, 필요할 경우 바닥으로부터 1.5 m로 한다. 모든 모서리의 측정 높이는 동일해야 한다. 필요할 경우 측정실의 음장에 영향을 주지 않는 작은 돌출 물체는 이동시킨다. 마이크로폰 위치는 장애물로부터 최소한 0.2 m 떨어져야 한다. 모서리 지점의 음압 레벨이 측정실에 있는 환기구와 같은 음원의 직접적인 영향을 받을 경우, 모서리 위치 선택 시 해당 모서리는 제외한다.

모서리 위치를 선택하기 위해, 예를 들면, 휴대용 적분형 소음계를 사용하여 C 특성 가중 등가 소음 레벨을 직접 측정할 수 있다. 옥타브 밴드 계산은 필요하지 않다. 위의 모서리 위치 선택 절차는 본 표준에 따른 모든 측정에 앞서 수행해야 한다.

(3) 잔향 음장에서의 마이크로폰 위치 선택

측정실의 잔향 음장 영역에 두 개의 측정 위치(2번과 3번)를 선정한다. 가능하면 1번(모서리 위치), 2번 그리고 3번 측정 위치 사이의 간격이 1.5 m 이상 되도록 한다. 측정실에 있는 음원에서 마이크로폰에 대한 거리는 1.5 m 이상 되어야 한다. 2번 및 3번 측정 위치와 측정실 표면 사이의 거리는 0.75 m 이상 되어야 한다. 위의 기준을 만족하지 못하는 작은 실의 경우 2번 및 3번 측정 위치와 측정실 표면 사이의 거리는 0.5 m로 할 수 있다. 측정 위치는 바닥으로부터의 최소 0.5 m는

높이로 하고, 1.5 m를 이상 되지 않도록 한다.

(4) 각 마이크로폰 위치에 대한 측정 회수 결정

모서리 위치에서, A 특성 가중 등가 소음 레벨 (L_{Aeq})을 두 번 연속으로 측정한다. 이러한 목적으로 선택된 가동 조건과 주기를 사용해야 한다(6.2의 모서리 위치의 경우, 휴대용 적분형 소음계를 사용할 수 있다). 두 번의 연속적인 측정 결과의 차이가 1.0 dB 이하일 경우, 마이크로폰 위치 1, 2 및 3 각각에 대한 한 번의 측정으로 충분하다. 측정 결과의 차이가 1.0 dB를 넘을 경우, 각 마이크로폰 위치에 대한 측정 회수는 레벨의 차이와 동일해야 한다(가장 근접한 값으로 반올림; 예를 들어, 3 dB의 측정 레벨 차이는 각 위치에서 세 번 측정해야 한다).

최대 음압 레벨을 측정할 경우, 등가 소음 레벨 측정과 유사한 절차를 사용한 A 특성 가중 최대 음압 레벨을 사용하여 각 위치에서 수행할 측정 횟수를 결정한 후, 선택된 가동 조건과 가동 주기를 적용한다. 그러나 특별히 발생 주기가 짧은 경우, 각 마이크로폰 위치에서 필요한 측정 횟수를 결정할 때 최대 음압 레벨 대신 음향 폭로 레벨 (L_{AF})을 사용하는 것이 허용된다.

별도로 규정된 설비의 가동 조건과 가동 주기를 적용한다. 위의 측정 절차에 따라 결정된 측정 횟수로 세 개의 마이크로폰 위치에서 선형(비가중) 옥타브 밴드 레벨을 측정한다. 모든 측정 결과에 대해 각 옥타브 밴드별 평균 레벨을 계산한다. 옥타브 밴드 레벨은 소수점 한 자리까지 반올림한다.

옥타브 밴드 배경 소음 레벨을 결정하고, 측정된 설비 기구의 음압 레벨을 보정한다.

필요할 경우 배경 소음을 보정된 옥타브 밴드 결과에 측정실의 기준 흡음 특성을 표준화 또는 표준화 할 수 있다. 측정된 잔향 시간을 식 (5)를 사용하여 표준화하고, 식 (6)에 따라 표준화한다.

중심 주파수 31.5 Hz 옥타브 밴드에 대한 잔향 시간을 측정하는 것이 어려울 경우, 해당 옥타브 밴드에서 측정된 음압 레벨은 표준화하거나 규준화하지 않는다. 중심 주파수 31.5 Hz 옥타브 밴드가 C 특성 가중 음압 레벨에 영향을 주는 경우, 이 내용은 보고서에 기술한다.

중심 주파수 8,000 Hz 옥타브 밴드 잔향 시간을 측정할 경우 배경 소음 문제가 발생할 수 있다. 이와 같은 문제가 발생할 경우, 배경 소음 레벨이 최대 음압 레벨이 있는 스펙트럼에서 해당 옥타브 밴드 보다 최소한 15 dB이 작다면, 설비 기구에서 발생하는 중심 주파수 8,000 Hz 옥타브 밴드 음압 레벨은 수정하지 않아도 된다.

위의 절차에 따라 얻어진 결과를 사용하여, 중심 주파수 63 Hz ~ 8,000 Hz 범위 옥타브 밴드 레벨로부터 A 특성 가중 음압 레벨을 계산한다. 중심 주파수 31.5 Hz ~ 8,000 Hz 범위 옥타브 밴드 레벨로부터 C 특성 가중 음압 레벨을 계산한다. A 특성 가중 및 C 특성 가중 음압 레벨은 정수로 반올림한다.

음원이 실내에 있는 경우(예, 벽이나 천장의 환기구), 각 음원에 대해 추가 측정 위치를 선정하여 측정한다. 음원이 벽체에 설치되어 있는 경우, 음원 앞 1m에서 바닥으로부터 1.5m 높이 위치를 측정점으로 선택한다. 음원이 천장에 설치되어 있는 경우, 음원 바로 아래 위치에서 바닥으로부터 1.5m 높이 위치를 측정점으로 한다. 추가 측정 결과는 표준화나 규준화하지 않는다. 이러한 결과는 별도로 기술하고, 마이크로폰 위치 1, 2 및 3의 평균에는 포함하지 않는다.

잔향 시간 측정

잔향 시간은 KS F 2864에 따라 중심 주파수 63 Hz ~ 8,000 Hz 옥타브 밴드 범위에서 측정한다.

배경 소음 보정

배경 소음은 설비 기구 음압 레벨 측정 직전이나 직후에 측정한다. 배경 소음은 옥타브 밴드에서 30초 동안의 등가 소음 레벨로 측정한다. 마이크로폰 위치는 설비 기구 음압 레벨 측정 시 선정된 지점과 동일한 지점으로 한다. 설비 기구의 음압 레벨을 보정하기 전에 세 지점에서 측정된 배경 소음 레벨의 에너지 평균을 계산한다. 이와 같은 방법은 배경 소음이 일정한 경우에 적합하다.

배경 소음 레벨이 설비 기구에서 발생하는 음압 레벨보다 10 dB 이상 작을 경우 보정하지 않는다. 배경 소음 레벨이 설비 기구에서 발생하는 음압 레벨보다 4 ~ 10 dB 정도 작을 경우, 측정된 음압 레벨은 식 (7) ~ (9)를 사용하여 보정한다.

$$L = L_1 - K \text{ dB} \quad (7)$$

$$K = -10 \ln(1 - 10^{-0.1 \times \Delta L}) \text{ dB} \quad (8)$$

$$\Delta L = L_1 - L_2 \text{ dB} \quad (9)$$

여기서, L : 보정된 음압 레벨 (dB)

L_1 : 배경 소음을 포함하여 측정된 설비 기구 옥타브 밴드 음압 레벨 (dB)

L_2 : 옥타브 밴드 배경 소음 레벨 (dB)

K : 옥타브 밴드 보정 값 (dB)

4 dB의 음압 레벨 차이는 2.2 dB의 보정 값에 대응된다. 음압 레벨 차이가 4 dB 미만일 경우, 보정 값은 2.2 dB로 제한되어야 하며, 측정 결과가 배경 소음에 의해 영향을 받았다는 내용을 보고서에 기술해야 한다. 소음 한계 값 비교를 위해, 측정 결과는 설비 기구에서 발생한 음압 레벨은 상한치로 간주될 수 있다. 배경 소음이 A 특성 및 C 특성 가중 설비 기구 음압 레벨에 영향을 주었는지 여부를 기술해야 한다.

배경 소음이 시간에 따라 변할 경우(예, 교통

량에 따라 변화되는 도로 교통 소음), 신뢰할 수 있는 보정을 할 수 없다. 배경 소음의 최대 음압 레벨은 마이크로폰 위치 중 하나에서 10분 ~ 15분 동안 측정될 수 있다. 배경 소음의 최대 음압 레벨이 설비 기구 음압 레벨보다 10 dB 이상 작을 경우, 설비 기구 음압 레벨 측정 결과를 보정하지 않아도 유효하다. 측정을 위해 적절한 시간 단위를 선택하여 모든 관련 옥타브 밴드 유효성을 점검하기 위해 시간 신호를 모니터링하는 것이 측정에 도움이 될 수 있다.

정밀도

표 5는 재현성과 관련된 표준 편차의 추정치를 나타내었다. 이 값들은 일정한 시간의 음원에 대한 제한된 횟수의 측정을 기반으로 추정된 것이다. 음원의 음압 레벨 변동은 측정 불확도를 증가시키며, 특히 최대 음압 레벨 측정 불확도를 증가시킨다. 음원의 음압 레벨 변동은 측정 불확도를 증가시키며, 특히 최대 음압 레벨의 측정 불확도를 증가시킨다.

최대 음압 레벨 및 등가 소음 레벨 측정을 위한 가동 조건 및 가동 주기

일반 원리

다음 내용은 건물에서 가장 보편적인 설비 기구의 가동 조건과 가동 주기에 대해 규정한 것이다. 이 표준은 각국의 요건 및 규정에 반하지 않을 경우에만 사용한다. 다음 내용에 언급되지 않은 설비 기구는 본 표준에 언급된 원리에 따라 측정할 수 있으며, 선택한 가동 조건과 가동 주기를 기술해야 한다.

최대 음압 레벨을 측정하기 위한 기본 원리는 시험 대상 설비 기구를 시험할 경우 설비 기구가 실제적 사용 조건에서와 같이 자동 또는 수동으

〈표 5〉 재현성에 대한 표준 편차 추정치

옥타브 밴드 중심 주파수 (Hz)	재현성 표준 편차 (dB)
31.5	1.5
63	1.5
125	1.5
250	1.5
500	1.2
1000~8000	1.0
A 특성 가중 음압 레벨	0.8a
C 특성 가중 음압 레벨	1.1a

100 Hz ~ 8 000 Hz 중심 주파수 범위에서의 상대적으로 평탄한 주파수 스펙트럼을 갖고 설비 기구 음압 레벨과 배경 소음 레벨 차이가 최소한 10 dB 이상인 정상음에 유효함.

로 정상 가동되는 것이다. 일정한 음압 레벨을 갖는 설비 기구의 경우, 최대 음압 레벨은 약 30초 동안 측정하여 결정한다. 수도꼭지와 같이 시간에 따라 음압 레벨이 변동하는 설비 기구의 경우 대표적인 가동 조건인 수도꼭지를 열고 닫는 조건에서의 최대 음압 레벨을 측정한다.

등가 소음 레벨을 측정하기 위한 기본 원리는 시험 대상 설비 기구의 대표적인 가동 주기를 고려하여 적분 시간을 선정하여 측정하는 것이다. 수도꼭지의 경우, 등가 소음 레벨은 가장 높은 음압 레벨이 발생하는 위치로 수도꼭지를 고정된 상태로 측정한다.

급수 설비

수도꼭지의 대한 음압 측정의 경우, 일반적으로 물은 측정 기간 동안 싱크, 샤워실 또는 욕조에서 배수되도록 한다. 모든 기능은 정상적인 가동 조건(수압, 유속 등)에서 수행되어야 한다. 급수 설비의 경우, 정지 코크는 완전히 개방되어야 하며, 그렇지 않을 경우, 개방 정도를 기술해야 한다. 밸브의 유압과 유속에 대한 측정 및 보고는 선택 사항이다. 일반적으로 위생 설비에서 발생하는 음압 레벨은 위생 설비가 설치된 공간에서 측

정하지 않지만, 주변 공간(인접 실)에서는 측정하여야 한다.

L_{max} : 각 마이크론 위치에서의 최대 음압 레벨은 시험 대상 설비의 지정된 가동 조건과 가동 주기에 따라 측정한다. 급수 설비에 대한 측정은 설비가 가동되기 전에 시작하고, 가동이 종료된 후에 중단된다.

L_{eq} : 수도꼭지의 경우, 가장 높은 음압 레벨을 발생하는 위치로 수도꼭지를 고정된 상태로 측정한다(등가 소음 레벨에 대한 가동 주기 참조).

L_{max} 와 L_{eq} : 수도꼭지나 밸브의 급수구를 움직일 수 있을 경우, 싱크 중앙에서 가장 가까운 위치로 놓고 측정하여야 한다.

L_{max} :

- 한 개의 입수부가 있는 수도꼭지: 수도꼭지를 완전히 개방한 후 몇 초 동안 기다린 다음, 수도꼭지를 잠근다.

- 온수와 냉수를 독자적으로 제어하는 혼합 밸브: 수도꼭지의 온수 수도꼭지를 완전히 개방하고, 냉수 수도꼭지도 완전히 개방한 후, 몇 초 동안 기다리고, 온수 수도꼭지를 닫은 다음, 냉수 수도꼭지도 닫는다.

- 유량 및 온도를 이중 제어하는 혼합 밸브: 평균 온도 조건에서 수도꼭지를 완전히 개방하고, 온도를 최소로 낮춘 다음, 온도를 최대로 올린 후, 최대 온도에 도달할 때까지 기다린 다음, 수도꼭지를 닫는다.

- 유량 및 온도를 개별적으로 제어하는 혼합 밸브: 평균 온도 조건에서 수도꼭지를 완전히 개방하고, 온도를 최소로 낮춘 다음, 온도를 최대로 올린 후, 최대 온도에 도달할 때까지 기다린 다음, 수도꼭지를 닫는다.

- 자동 온도 조절 혼합 밸브: 평균 온도 설정에서 수도꼭지를 완전히 개방하고, 온도를 최소로 낮춘 다음, 온도를 최대로 높이고, 수도꼭지를

닫는다.

L_{eq} : 적분 시간은 약 30초이다.

- 한 개의 입수부가 있는 수도꼭지: 수도꼭지를 개방하면서 가장 큰 음압 레벨을 발생시키는 수도꼭지의 위치를 찾는다. 측정 기간 동안 수도꼭지는 이 위치에 고정하여 측정한다.

- 온수와 냉수를 독자적으로 제어하는 혼합 밸브: 온수 수도꼭지와 냉수 수도꼭지를 개방하면서, 가장 큰 음압 레벨을 발생시키는 위치를 찾는다. 측정 기간 동안 수도꼭지는 이 위치에 고정하여 측정한다.

- 유량 및 온도를 이중 제어하는 혼합 밸브: 평균 온도 설정에서 수도꼭지를 개방하면서, 가장 큰 음압 레벨을 발생시키는 위치를 찾는다. 측정 기간 동안 수도꼭지는 이 위치에 고정하여 측정한다. 수도꼭지를 온수 위치와 냉수 위치에 각각 놓은 상태에서 각각의 음압 레벨을 측정해야 한다. 세 개 레벨 중 가장 높은 음압 레벨이 측정 결과이다.

- 유량 및 온도를 개별적으로 제어하는 혼합 밸브 및 자동 온도 조절 혼합 밸브: 평균 온도 설정에서 수도꼭지를 개방하면서, 가장 큰 음압 레벨을 발생시키는 위치를 찾는다. 측정 기간 동안 수도꼭지는 이 위치에 고정하여 측정한다. 수도꼭지를 온수 위치와 냉수 위치에 각각 놓은 상태에서 각각의 음압 레벨을 측정해야 한다. 세 개 레벨 중 가장 높은 음압 레벨이 측정 결과이다.

- L_{max} 와 L_{eq} : 샤워기는 바닥 위에서 가장 높은 위치에 있는 벽 고정 부품에 설치해야 하며, 샤워실 바닥을 향해야 한다.

- 측정은 (2) 수도꼭지의 가동 주기를 따른다.

- 샤워실 바닥에서 튀는 물에서 나오는 충격 음의 음압 레벨과 밸브에서 발생하는 음압 레벨 사이의 구분이 필요할 경우, 물은 소리 없이 배수해야 한다(밸브만 측정).

- L_{max} 와 L_{eq} : 욕조의 수도꼭지가 욕조만을 채우는 노즐과 별도의 샤워기가 조합된 경우, 두 개의 기능을 별도로 측정해야 한다. 벽에 고정 부품이 없을 경우, 샤워기는 욕조 바닥으로부터 대략 1.5 m 높이에 고정해야 한다. 욕조를 배수는 측정과 동시에 수행해야 한다.

- L_{max} 와 L_{eq} : 측정은 (2) 수도꼭지의 가동 주기를 따라 측정하며, 욕조에 샤워기가 고정된 경우, (3) 샤워실에 따라 측정한다.

- 샤워실 바닥에서 튀는 물에서 나오는 충격음의 음압 레벨과 밸브에서 발생하는 음압 레벨 사이의 구분이 필요할 경우, 물은 소리 없이 배수해야 한다(밸브만 측정).

- L_{max} 와 L_{eq} : 싱크 및 욕조 급,배수 소음의 음압 레벨을 별도로 측정해야 할 경우, 측정하는 동안 배수구는 막고, 싱크와 욕조는 최대 수위의 절반까지 채운다. 온수와 냉수는 수도꼭지를 완전히 개방한 상태에서 동일하게 혼합한다. 배수 소음 측정시 배수구를 열고, 다시 측정한다.

- L_{max} : 욕조에 물을 채우는 동안 측정한다. 배수하는 동안 다시 측정한다.

- L_{eq} : 적분 시간은 물을 채우는 시간 및 배수 시간과 동일하게 한다.

- 화장실에서 나는 소리는 부분적으로는 위생기구에서 물을 내릴 때 나는 소리와, 부분적으로는 변기의물탱크를 채울 때 발생하는 소리로 구성된다. 세척 밸브와 세척 탱크는 완전히 맨 끝까지 가동해야 한다. 세척 탱크의 경우 급수 밸브가 완전히 다음부터 급수 밸브가 완전히 닫혔을 때 까지의 음압 레벨을 측정한다.

- L_{max} : 위생기구의 세정 및 재 급수 주기 전체를 대상으로 측정한다. 위생기구 세정시 발생하는 최대 음압 레벨은 세척 탱크에서 나오는 7 리터의 물을 약 3초 이내에 화장실 변기 안으로 직접 재충전함으로써 결정할 수 있다.

- L_{eq} : 적분 시간은 위생기구의 세정 및 재 급수 주기 전체를 대상으로 설정한다. 화장실의 경우, 등가 소음 레벨은 최대 A 특성 가중 음압 레벨을 측정하여 보완해야 한다.

기계 환기

- L_{max} 와 L_{eq} : 주거 환경에서의 환기 설비는 일부는 쾌적한 환기를 위한 거실 설비, 화장실 환기 설비 및 주방의 조리용 후드로 구성된다.

- 일반적으로, 수동으로 가동하는 설비는 최대 음압 레벨을 발생시키는 위치로 선정하며, 보통 최대 속도 및 환기구를 완전히 개방하도록 설정해야 한다. 환기 설비에 정상적인 공기 흐름이 형성되도록 조정되었는지 측정하기 전에 점검해야 한다.

- 건축 법규에서는 수동으로 가동하는 환기 설비는 설비가 설치된 주거공간에서 측정된 최대 값보다 더 낮은 설정 상태에서 측정해야 한다.

- 전체 건물 공동 환기 설비에 연결된 조리용 후드는 환기구가 완전히 닫았을 때 상당한 소음을 발생시킬 수 있다. 후드를 이러한 가동 상태로 놓고 측정하는 것이 적절하다.

- L_{max} : 환기 설비를 연속 가동하고 측정 시간은 약 30 초로 한다.

- L_{eq} : 적분 시간은 약 30 초로 한다.

냉·난방 설비

- L_{max} 와 L_{eq} : 개별난방 설비의 경우, 버너는 최대 상태로 설정하고, 순환 펌프, 팬 및 연료 전달 펌프를 동시에 가동시킨 상태에서 측정해야 한다(최대 정상 수량, 최대 정상 공기 흐름).

- 난방 설비는 가장 높은 소음 레벨을 발생시키는 상태로 설정해야 한다.

- L_{max} : 난방 시스템의 경우 냉각된 상태에서 시작하여 최대 부하로 가동한다. 각각의 설비(난

방 부품의 꼭지, 공기 장치의 조정기)를 서서히 열고 닫은 다음 멈춘다. 냉방 설비의 측정 시간은 약 30 초로 한다.

- L_{eq} : 적분 시간은 약 30초로 한다. 난방 설비의 경우 등가 소음 레벨은 각각의 설비(난방 부품의 꼭지, 공기 장치의 조정기)를 가동할 때 측정되는 A특성 가중 최대 음압 레벨을 측정하여 보완해야 한다.

- L_{max} 와 L_{eq} : 방열기에서 발생하는 음압 레벨을 측정하기 위해서는 가능한 최고 실내 온도로 설정된 자동 온도 조절기 위치에서 유량이 안정되어야 한다. 그다음 일정한 가장 큰 소음 레벨을 발생시키는 자동 온도 조절기 위치를 찾는다.

승강기

- L_{max} 와 L_{eq} : 승강기에는 1 ~ 2 명을 태워야 한다. 측정하는 동안 승강기에 적재한 부하와 사람 수를 보고서에 기술한다.

- L_{max} 와 L_{eq} : 가능한 가장 낮은 위치에서 승강기를 상승시킨다. 각 층에서 멈춘 후 문을 열고 닫는다(힘을 사용하지 않고 손을 사용할 경우). 승강기가 승강기 통로의 최고 위치에 도달하면, 가능한 가장 낮은 레벨까지 직접 하강시킨 다음 문을 열고 닫는다.

- 승강기 소음을 측정하는 경우, A 특성 가중 최대 음압 레벨을 측정하여 등가 소음 레벨은 보완해야 한다.

쓰레기 배출 통로

- 배출 통로에는 쓰레기가 없어야 한다.

- L_{max} : 최 상층에서 두 개의 물체를 동시에 배출한다. 낙하시키는 물체는 경질 폴리염화비닐 또는 이와 유사한 재질로 0.1 m길이의 한쪽 단부가 개방된 튜브 형태로 구성한다. 공칭 외경은 50 mm로 하고, 외피 두께는 3 mm여야 한다. 미터

당 질량은 0.7 kg/m여야 한다. 쓰레기 배출 통로에서 나오는 소음은 최대 음압 레벨만 측정한다.

보일러, 송풍기, 펌프 및 기타 보조 설비 기구

- 정상 상태에서의 연속 가동.

- L_{max} 와 L_{eq} : 수동 또는 전기적으로 제어되는 설비의 경우, 시작-가동-정지 주기를 대상으로 측정한다. 자동으로 제어되는 서비스 장비의 경우, 가동 주기 전체를 대상으로 한다(관련된 경우 시작/정지 포함).

모터 구동 주차장 도어

- L_{max} 와 L_{eq} : 주차장 도어는 정상 가동해야 한다.

- L_{max} : 문 열고 닫기.

- L_{eq} : 적분 시간은 문을 열고 닫는 전체 주기를 대상으로 한다.

기타 건축 설비

- 이 표준에서 언급하지 않은 다른 유형의 건축 설비의 소음 측정을 위한 가동 조건은 해당 설비가 정상 가동되는 상황을 선택해야 한다.

- 이 표준에서 언급하지 않은 다른 유형의 건축 설비의 소음 측정을 위한 가동 조건은 해당 설비가 정상 가동되는 상황을 선택해야 한다. 등가 소음 레벨은 위한 해당 설비의 가동 주기를 적분 시간으로 설정하여 측정한다.

참고문헌

1. ISO 16032 : 2004, Acoustics - Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings - Engineering method
2. KS F ISO 3822-1 : 2004, 급수 기구 발생음의 실험실 측정 방법 - 제1부: 측정방법

3. KS F ISO 3822-2 : 2004, 급수 기구 발생음의 실험실 측정 방법 - 제2부 : 단독꼭지와 냉온수 혼합 꼭지의 설치 방법 및 작동 조건.
4. KS F ISO 3822-3 : 2004, 급수 기구 발생음의 실험실 측정 방법 - 제3부 : 직렬 밸브의 설치 방법 및 작동 조건
5. KS F ISO 3822-4 : 2004, 급수 기구 발생음의 실험실 측정 방법 - 제4부 : 특수 기구의 설치 방법 및 작동 조건
6. ISO 3822-1 : 1999, Acoustics - Laboratory tests on noise emission from appliances and equipment used in water supply installations - Part 1: Method of measurement
7. ISO 3822-2 : 1999, Acoustics - Laboratory tests on noise emission from appliances and equipment used in water supply installations - Part 2: Mounting and operating conditions for draw-off taps and mixing valves
8. ISO 3822-3 : 1999, Acoustics - Laboratory tests on noise emission from appliances and equipment used in water supply installations - Part 3: Mounting and operating conditions for in-line valves and appliances
9. ISO 3822-4 : 1999, Acoustics - Laboratory tests on noise emission from appliances and equipment used in water supply installations - Part 4: Mounting and operating conditions for special appliances
10. KS F 2864 : 2007, 실내공간의 잔향시간과 음향변수 측정방법 