

공기음 차단성능 평가방법의 KS규격화 방안

○ 양 관 섭* 이 태 강** 이 근 희*** 김 선 우****

A Draft Korean Standards on the Evaluation Method of Airborne Sound Insulation in Building and Building Elements

Kwan Seop Yang, Tae kang Lee, Keun Hee Lee Seon Woo Kim

ABSTRACT

In evaluating sound performance of building, it is important to carry on tests and evaluations based upon residential sound performances. Korean Standards include test methods on sound performance, but don't include any code on evaluation methods. Therefore, evaluation methods from Japan or ISO have been used for evaluating sound performance in domestic so far. In this study, a draft of Korean Standards on a sound performance evaluation method in buildings is proposed.

1. 서론

도시화에 따른 환경소음의 증대, 도시 및 건축의 고밀도화, 음에 대한 요구수준의 향상 등에 의해 건축물 성능의 하나로서 음향성능이 매우 중요해지고 있다. 이와 같은 건물의 음향성능을 객관적으로, 또한 음향적 거주성과 결부시킨 형태로 측정하고, 그 결과를 평가하는 것은 매우 중요하고, 성능의 확보와 향상을 위해서도 필요하다. 따라서 표준적인 방법을 약속해 놓기 위해 각종 국제 및 국가규격이 제정되어 있다. 우리나라의 경우에도 일부 음향성능에 대한 측정방법이 KS(한국산업규격)에 규정되어 있으나 음향성능을 평가할 수 있는 평가방법이 마련되어 있지 않아 그 동안 일본이나 ISO 등에서 규정하고 있는 평가방법을 이용하여 측정 결과에 대한 평가를 실시해 왔다.

따라서 차음성능에 대한 평가방법은 공동주택 등 각종 건축물의 음향적인 품질확보와 향상에 많은 영향을 미치기 때문에 실험실 또는 건축물 현장에서 실측된 공기전달음 차단성능을 객관적으로 평가할 수 있는 평가방법의 마련이 시급한 실정이다. 그리고 최근 여러 산업분야에서 국제화가 급속히 이루어짐에 따라 한국산업규격을 국제규격에 적합하게 개정하는 작업들이 진행되고 있으며, 건축물 및 건축부재의 차음성능(공기전달음 차단성능과 바닥충격음 차단성능)의 측정 및 평가방법에 대해서도 국제규격과의 부합화를 위한 개정 및 제정작업이 활발히 진행되고 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 작업과 연계하여 ISO(국제규격)에서 규정하고 있는 내용을 기본으로 하고, 우리나라의 여건이나 최근 국내외의 연구 결과 등을 감안하여 건축물 및 건축부재의 공기음 차단성능 평가방법에 대한 한국산업규격(KS) 제정 초안을 마련하고자 하였다.

- * 정희원, 한국건설기술연구원 선임연구원
- ** 정희원, 한려대학교 건축공학과 교수
- *** 정희원, K-21 건축음향연구소장
- **** 정희원, 전남대학교 건축학과 교수

2. KS규격 제정안의 내용

건축물과 건축부재에 대한 공기전달음 차단성능 평가방법에 대한 KS규격 초안을 작성함에 있어

* 본 연구는 기술표준원의 학술연구용역에 따른 "건축물 음환경 분야 표준화연구 II"의 연구결과와 일부임

다음과 같은 사항을 고려하였다.

가. 건축자재 등의 산업분야가 국제화에 대응할 수 있도록 본 공기전달음 차단성능에 대한 평가방법도 가능한 한 국제(ISO)규격의 내용, 형식을 그대로 받아들여 작성하며, 최근 국내의 연구의 결과 등을 바탕으로 향후 국제규격에 포함될 수 있는 방법에 대해서는 부속서에 수록하여 참고할 수 있도록 한다.

나. 본 평가방법은 건축물뿐만 아니라 건축부재의 차음성능 평가도 가능하도록 작성한다.

이러한 조건에 따라 작성된 본 규격 안은 1996년에 발행된 ISO 717-1 : 1996, Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1 : Airborne sound insulation을 기초로 하여 작성한 것으로서 본체와 4개의 부속서로 구성되어 있다.

본체에서는 적용범위, 인용규격, 용어의 정의, 단일수치평가량 산출방법, 결과의 표시방법을 규정하였다. 부속서 1은 각기 다른 소음원에 대한 스펙트럼 조정항(Spectrum Adaptation Term)과 그 용도에 대하여 규정한 것이며, 부속서 2는 확장된 주파수 영역에 대한 단일수치 평가량 산출방식에 대하여 참고로 나타낸 것이다. 부속서 3은 단일수치 평가량과 스펙트럼 조정항의 계산방법에 대하여 참고로 나타낸 것이며, 부속서 4는 주파수 대역별 차음성능값의 산출평균치를 단일수치 평가량으로서 이용하는 방법을 참고로 나타낸 것이다.

2.1 적용범위

본 평가방법은 건축물(내·외벽) 또는 건축부재(내·외벽부재)를 대상으로 KS F 2808, KS F 2809, KS F 2235, ISO 140-9, ISO 140-10에 따라 측정된 옥타브밴드 또는 1/3옥타브밴드의 결과를 평가할 수 있도록 '주파수 대역별 데이터를 단일수치로 평가하는 방법'과 그와 같은 방법으로 평가된 값에 대해 건축물 내부 및 외부에서 대표적인 소음 스펙트럼을 고려한 방법에 의한 평가치와의 차를 나타내는 '스펙트럼 조정항의 산출방법'을 규정하는 것으로 하였다.

이 규격에서 정한 단일수치 평가량은 건물 및

건물부재의 공기음 차단성능을 단일수치로 나타낼 수 있으며, 각종 건축관련 법규정에서의 음향적 요건규정을 단순화 할 수 있다. 단일수치 평가량의 규정치는 각각의 목적에 따라 필요한 수준으로 규정하면 된다.

이 규격에서 정한 단일수치 평가량은 1/3옥타브밴드나 옥타브밴드의 측정 결과로부터 구하지만 KS F 2808, ISO 140-9, ISO 140-10에 따른 실험실 측정에 대해서는 단일수치 평가량을 1/3옥타브밴드 측정결과로부터만 구하는 것으로 하였다.

2.2 평가대상 주파수 범위

ISO 717-1에서와 같이 1/3옥타브밴드의 경우에는 100~3150Hz, 1/1옥타브밴드의 경우에는 125~2000Hz로 단일수치 평가대상 주파수 범위를 규정하였으며, 실험실 측정결과에 대해 평가하고자 할 경우에는 1/3옥타브밴드만을 사용하도록 하였다. 그리고 확장주파수 범위를 1/3옥타브 밴드 대역에 대해서는 50, 63, 80, 4000, 5000Hz, 1/1옥타브 밴드 대역에 대해서는 63, 4000Hz로 하는 것으로 부속서 2에 규정하였으나, 이는 스펙트럼 적용항을 계산하기 위한 것이다.

2.3 평가대상 측정량

평가대상 측정량으로서는 KS F 2808, KS F 2809, KS F 2235, ISO 140-9, ISO 140-10 등에 따라 측정된 건축부재에 대한 평가 대상량과 건축물에 대한 평가대상량을 구분하여 2개의 표로 작성하였다.

건축부재에 대한 평가대상 측정량으로서는 KS F 2808에 따라 측정된 음향감쇠계수, 겹보기 음향감쇠계수와 ISO 140-9에 의해 측정된 천장틀 기준화레벨차, 그리고 ISO 140-10에 따라 측정된 소형 건축부품 기준화레벨차 등으로 하였다. 그리고 건축물에 대해서는 KS F 2809에 의해 측정된 겹보기 음향감쇠계수, 실간음압레벨차, 특정 장소간 음압레벨차, 기준화 음압레벨차, 표준화 음압레벨차 기준화레벨차와 KS F 2235에 따라 측정된 겹보기 음향감쇠계수(R'_{45} :음원이 스피커이고, 입사각이 45° 인 경우, R'_{TS} :교통소음을 이용하고 외부마이

크로폰이 시편에 위치하는 경우)와 표준화 음압레벨차($D_{ls,2m,nT}$: 인공소음원 또는 $D_{lr,2m,nT}$: 교통소음원) 등을 평가대상 측정량으로 하였다.

2.4 평가량(단일지수) 산출방법

(1) 가중법에 의한 평가방법

본 규격의 단일지수 평가량 산출방법은 Fig. 1 (건축부재 및 건축물을 대상으로 1/3옥타브밴드로 측정된 결과를 대상으로 평가하는 기준곡선)과 Fig. 2(건축물을 대상으로 현장 측정된 1/1옥타브 밴드 측정결과를 대상으로 평가하는 기준곡선)에 나타난 기준곡선을 주파수별로 플롯팅한 측정 데이터에 대해 상하로 이동하면서 각 주파수대역의 측정값이 전주파수대역에 걸쳐 기준곡선을 하회하는 합계가 밴드수×2dB(1/3옥타브밴드인 경우는 32dB, 옥타브밴드인 경우 10dB) 이하가 될 때의 기준곡선의 500Hz 값을 평가치로 하였다. 이 방법은 “가중법(weighting method)”이라 하며, 이 방법으로 평가된 값은 모두 “가중”이라는 용어를 붙여서 부르고, 기호의 첨자에 w 를 이용하도록 하였다. 예를 들면, “음향감쇠계수(R)”를 이 방법으로 평가한 결과는 “가중 음향감쇠계수(R_w)”라 부른다.

Table 2. Reference values for airborne sound

주파수 (Hz)	기준치(dB)	
	1/3옥타브밴드	1/1옥타브밴드
100	33	
125	36	36
160	39	
200	42	
250	45	45
315	48	
400	51	
500	52	52
630	53	
800	54	
1000	55	55
1250	56	
1600	56	
2000	56	56
2500	56	
3150	56	

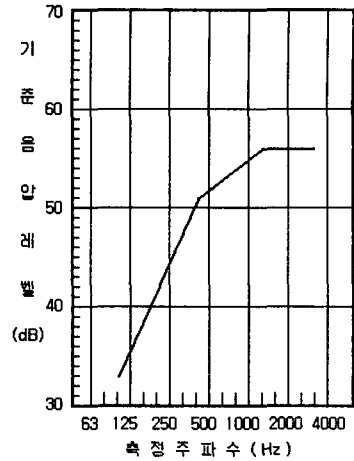


Figure 1. Curve of reference values for airborne sound(1/3 octave bands)

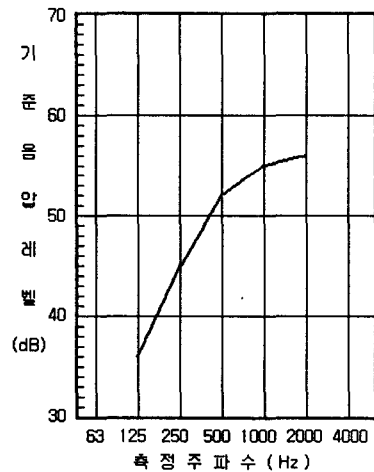


Figure 2. Curve of reference values for airborne sound(1/1 octave bands)

본 평가방법은 JIS 1419-1의 부속서 1에서 규정하고 있는 접선법(D등급곡선에 의해 평가하는 방법)이 특정주파수대역에서 차음등급이 결정되는 것에 반해 어느 정도 주파수평균효과를 가지고 있다고 할 수 있다.

(2) 스펙트럼 조정항에 의한 평가방법

이상의 가중법에 의한 평가방법은 벽 등의 차음 구조의 차음성능에 대한 표준적인 주파수 특성을

모델화하고, 이것을 기준으로 해서 평가한 값인데 반해, 스펙트럼 조정항은 벽 등에 각종 스펙트럼을 지닌 소음이 가해질 때의 입사측과 투과측의 소음 레벨(A특성 음압레벨)의 차로 공기음 차단성능을 평가하는 방법이며, 소음레벨 차 그 자체를 평가량으로 하지 않고, 전자의 평가량과의 차를 스펙트럼 조정항라는 형태로 나타내는 것으로 하였다.

이는 스펙트럼 조정항 C 및 C_{tr} 은 기준곡선에 근거하여 구한 평가치만 가지고 평가할 경우 신뢰도가 떨어지기 때문에 핑크노이즈나 도로교통소음과 같은 다양한 스펙트럼의 소음원을 감안하여 1개 주파수대역에서 매우 낮은 값을 갖는 차음성능 곡선을 평가하기 위한 것이다.

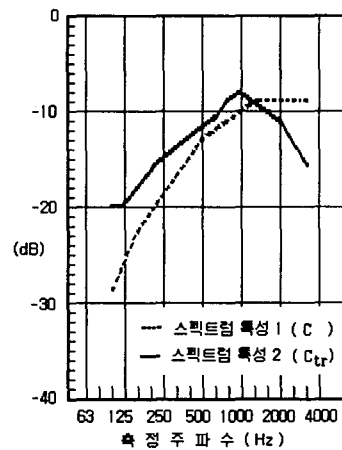
이러한 점에서 스펙트럼 조정항은 ISO 717-1의 제1판에서 사용된 8 dB의 규칙을 대체한다고 할 수 있으며, C 및 C_{tr} 은 단일수치 평가량에 포함되지 않는 또 하나의 독립된 수치로 간주된다. 이것은 기준곡선과 관련하여 연속성을 확인하고 거의 같은 크기로 되어 있는 서로 다른 단일수치 평가량과의 혼동을 피하기 위한 것이다. 나아가서 실험실 시험을 통해 기준곡선에 근거한 단일수치 평가량의 재현성이 얼마나 향상되는지를 보여줄 수도 있다.

스펙트럼 조정항(C 및 C_{tr})을 계산할 수 있도록 부하소음의 스펙트럼으로서 전체 주파수대역에 걸쳐 균일한 밴드 레벨을 지닌 핑크노이즈에 A보정을 한 스펙트럼 특성1과 저음역 성분이 탁월한 스펙트럼 특성2의 2개의 대표적인 기준 스펙트럼을 규정하였다. Table 2에 나타난 소음원의 종류에 따라 스펙트럼 번호를 사용하도록 하였으며, 건물 내부의 소음에는 스펙트럼 번호 1, 도로교통소음의 외부 소음에는 스펙트럼 번호 2를 이용하는 것으로 규정하였다.

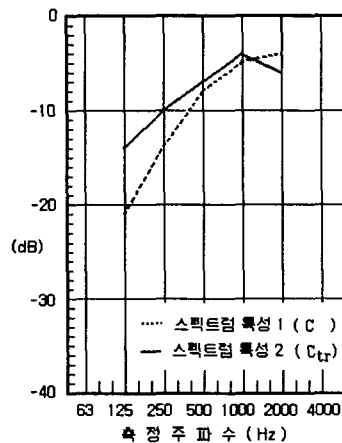
Fig. 3은 스펙트럼 조정항을 계산하기 위하여 사용되는 1/3옥타브대역 및 옥타브대역의 스펙트럼을 나타낸 것이며, 이들 스펙트럼은 주파수 가중특성 A를 가중한 값이 0 데시벨이 되도록 규준화되어 있다.

Table 2 Relevant spectrum adaptation term for different types of noise source

소음원의 종류	적용할 스펙트럼 적용항
일상생활(회화, 음악, 라디오, T.V) 어린이를 뛰노는 소리 중·고속 철도 시속 80km/h 이상의 고속도로 제트기(단거리) 주요 중·고음역소음 발생공장	C 스펙트럼 특성1
도시내 도로 저속도 철도 프로펠라 항공기 제트기(원거리) 디스코 음악 주요 저음역 소음 발생 공장	C_{tr} 스펙트럼 특성2



(a) one-third-octave band measurements



(b) octave band measurements

Fig. 3 Sound level spectra to calculate the spectrum adaptation terms

(3) 평균치에 의한 평가방법

평균치에 의한 평가방법은 건물 및 건물부재의 공기음 차단성능을 주파수대역별 차음성능 값의 산술평균치에 의해서 평가하는 방법으로서 부속서 4에 참고로 나타낸 것이다. 이는 옥타브 또는 1/3 옥타브밴드로 측정된 데이터의 산술평균치를 이용하여 단일수치평가량으로 하는 매우 단순한 방법이다. 단, 3/1옥타브밴드의 측정결과(건축부재 및 건축물)를 평가하는 경우에는 100 Hz에서 2000 Hz까지의 15개 대역, 옥타브밴드의 측정결과를 평가하는 경우에는 125 Hz에서 2000 Hz까지의 5개 대역을 대상으로 하도록 규정하였다. 이 방법은 일본에서 이용되어 왔던 것으로 투과음의 라우드니스(Loudness)에 대한 심리실험에 의거 그 타당성이 입증되고 있어 본 규격에서 참고규격으로 나타났다.

이 방법으로 평가된 값은 모두 ‘평균’이라는 용어를 붙여 부르고, 기호의 첨자에 m 을 이용하는 것으로 하였다. 예를 들면, 음향감쇠계수 R 을 이 방법으로 평가한 결과는 ‘평균음향감쇠계수’ R_m 이라 부른다. 그리고 1/3옥타브밴드 측정결과에 대한 평가시에는 $m(1/3)$ 을, 1/1옥타브밴드에 대한 평가결과는 $m(1/1)$ 의 첨자를 이용하여 구별하는 것으로 하였다.

2.5 차음등급의 호칭 및 표기방법

차음등급에 대한 호칭방법은 평가대상 측정량에 “가중(Weighted)”이라는 말을 붙여 부르는 것으로 하였다. 예를 들면, 음향감쇠계수(R)의 경우 단일 수치 평가량은 가중 음향감쇠계수(R_w) ○○라고 부르며, 여기에 스펙트럼 적응항을 산출한 경우에는 $R_w(C;Ctr)=○○(◇;△)dB$ 라고 표기하도록 규정하였다. 그리고 주파수별 측정치를 산술평균하여 단일수치평가량으로 하는 경우에는 평가대상 측정량 앞에 “평균”이라는 말을 붙여 다른 평가량과 구분하였다. 예를 들면, 실간음압레벨차(D)를 산술평균하여 단일수치 평가량으로 하는 경우에는 평균 실간음압레벨차(D_m) ○○라고 부른다.

2.6 최소구분 단위

단일수치 평가량을 나타내는 최소단위는 1dB로 하도록 하였다.

3. 맺음말

현재 우리나라는 한국산업규격(KS)을 국제규격(ISO)에 적합하게 개정하는 작업들이 진행되고 있으며, 본 건축물 및 건축부재의 공기전달음 차단성능의 평가방법에 대해서도 국제규격과의 부합화를 위한 제정작업의 일환으로 진행된 것이다. 따라서 본 규격 안이 ISO 규격에 일치되도록 하였기 때문에 다소 생소한 부분도 없지 않을 것으로 생각되나, 그 동안 음향성능을 평가할 수 있는 평가방법이 마련되어 있지 않아 기준설정이나 평가에 어려움을 겪었던 것을 생각하면, 비록 ISO를 기본으로 하였지만 우리나라 KS규격에 평가방법이 규정되면 공동주택 등 각종 건축물의 음향적인 품질확보와 향상에 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

참고문헌

1. ISO 717-1 Acoustics- Rating of sound insulation in building and of building elements- Part1: Airborne sound insulation
2. JIS A 1419-1 建築物及び建築部材の遮音性能 評價方法- 第1部: 空氣音遮斷性能