

# 공기음 차단성능 평가방법의 고찰

○ 양 관 섭\* 이 태 강\*\* 이 근 희\*\*\* 김 선 우\*\*\*\*

## Investigation 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, every regulation from ISO, JIS, ASTM, especially for airborne sound insulation against building and building element, is analyzed in order to apply to establishment of Korean Standards on a sound performance evaluation method in buildings.

### 1. 서 론

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 국가 규격이 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.

그러나 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 연구는 이러한 작업과 연계하여 건축물 및 건축부재에 대한 공기음 차단성능의 평가방법을 중심으로 ISO(국제규격), JIS(일본), ASTM(미국) 등에서 규정하고 있는 내용을 파악하여 한국산업규격(KS)의 제정작업에 활용할 목적으로 분석을 실시하였다.

### 2. 각 규격의 규정내용 분석

건축물과 건축부재의 차음성능을 평가할 수 있는 방법을 제시하고 있는 대표적인 규격으로서는 ISO 717-1(Rating of sound insulation in buildings and building elements Part1:Airborne

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

sound insulation), JIS A 1419-1(건축물 및 건축부재의 차음성능 평가방법 제 1부: 공기음 차단성능), ASTM E 413(Classification for rating sound insulation)을 들 수 있다. 일본의 경우에는 국제규격과의 부합화를 위해 2000년도에 ISO 717-1을 그대로 번역하여 JIS 규격으로 개정하였으며, 그 동안 일본에서 사용되어 오던 평가방법(D등급곡선)은 부속서에 규정하여 같이 사용하는 것으로 하고 있다. ASTM의 경우, 기준곡선 등 전반적인 규정 내용은 ISO와 유사하나 평가 주파수대역이나 산출 방법 등이 다소 다르다.

## 2.1 적용범위

적용범위에 대해 ISO 717-1 및 JIS A 1419-1에서는 건축물(내·외벽) 및 건축부재(내·외벽부재)를 대상으로 현장 또는 실험실에서 측정된 각종 공기음 차단성능에 대한 주파수 대역별 데이터를 단일지수로 평가하는 방법과 그와 같은 방법으로 평가된 값에 대해 건축물 내부 및 외부에서 대표적인 소음 스펙트럼을 고려한 방법에 의한 평가치와의 차를 나타내는 스펙트럼 조정항의 산출방법을 규정하고 있다. 그러나 미국의 경우, ISO에서와 같이 단일지수로 평가하는 방법은 규정하고 있으나, 실간 칸막이 용도로 사용되는 건축부재와 외벽용 부재를 구분하여 실간 칸막이벽에 대해 현장 또는 실험실에서 측정된 각종 공기음 차단성능은 ASTM E 413, 외벽용부재에 대해서는 ASTM E 1332에 의해 평가하도록 구분하여 규정하고 있으며, 스펙트럼 적응항(Spectrum Adaptation Term)도 규정하고 있지 않은 것이 다른 점이다.

## 2.2 평가대상 주파수 범위

ISO 717-1에서는 단일지수 평가대상 주파수 범위로서 1/3옥타브밴드의 경우에는 100~3150Hz, 1/1옥타브밴드의 경우에는 125~2000Hz로 하고 있으나 실험실 측정결과에 대해 평가하고자 할 경우에는 1/3옥타브밴드만을 사용하도록 하고 있다. 그리고 확장주파수 범위를 1/3옥타브 밴드 대역에

대해서는 50, 63, 80, 4000, 5000Hz, 1/1옥타브 밴드 대역에 대해서는 63, 4000Hz로 하는 것으로 Annex B에서 규정하고 있으나 이는 스펙트럼 적응항을 계산하기 위한 것이다.

일본의 JIS 1419-1에는 단일지수평가방법을 두 가지(ISO방법과 일본에서 그동안 사용되어 온 D곡선으로 부속서)로 규정하고 있으나 평가대상주파수 범위는 ISO 717-1과 같다. 단지 D곡선을 이용할 때에는 건축물을 대상으로 한 현장측정 결과뿐만 아니라 건축부재를 대상으로 한 시험실 측정결과(음향투과손실 등)도 평가하도록 규정하고 있으나 측정결과가 1/3 옥타브 밴드인 경우 1/1 옥타브 밴드로 환산하여 평가하도록 규정하고 있다. 그리고 스펙트럼 적응항을 계산하기 위한 확장주파수 범위는 규정하고 있지 않다.

미국의 경우에는 현장이든 실험실이든 관계없이 평가대상 주파수 범위로서 1/3옥타브 밴드대역의 125~4000Hz가 규정되어 있다.

## 2.3 평가대상 측정량 및 측정규격

평가대상 측정량으로서는 3개 규격 모두 건축부재 및 건축물에 대한 현장 및 실험실 측정결과를 평가할 수 있도록 규정하고 있다.

ISO 717-1에서는 건축부재와 건축물에 대해 평가할 수 있는 측정량을 구분하여 2개의 표로 규정하고 있는데, 건축부재에 대해서는 음향투과손실(ISO 140-3), 천장틀 표준화레벨차(ISO 140-9, 소형건축부품 표준화레벨차(ISO 140-10)를, 건축물에 대해서는 겉보기 음향투과손실(ISO 140-4, 5), 표준화레벨차(ISO 140-4), 표준화 음압레벨차(ISO 140-4, 5)를 규정하고 있는데, 일본의 JIS A 1419-1에서는 이 이외에 실간음압레벨차, 특정장소 간 음압레벨차를 추가하여 평가대상 측정량으로 규정하고 있다.

미국의 경우에는 건축부재 및 칸막이벽에 대한 평가대상 측정량을 ASTM E 413에 규정하고 있으며, 측정량으로서는 음향투과손실(ASTM E 90), 현장투과손실, 실간 음압레벨차, 표준화 실간음압레벨차(ASTM E 336) 등이다. 그리고 외벽 및 외

벽부재에 대한 평가대상 측정량은 ASTM E 1332에 규정하고 있는데, 음향투과손실(ASTM E 90), 옥내외음압레벨차, 옥내외 투과손실(ASTM E 966) 등이다.

## 2.4 평가량(단일지수) 산출방법

ISO 717-1에서 규정하고 있는 단일지수 평가량 구하는 방법은 Fig. 1(건축부재 및 건축물을 대상으로 1/3옥타브밴드로 측정된 결과를 대상으로 평가하는 기준곡선)과 Fig. 2(건축물을 대상으로 현장 측정된 1/1옥타브밴드 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 하고 있다. 이 방법은 “가중법(weighting method)”으로 불리고 있고, 이 방법으로 평가된 값은 모두 “가중”이라는 용어를 붙여서 부르고, 기호의 첨자에  $w$ 를 이용하게 되어 있다. 예를 들면, “음향투과손실”(R)을 이 방법으로 평가한 결과는 “가중 음향투과손실”(R<sub>w</sub>)로 부른다.

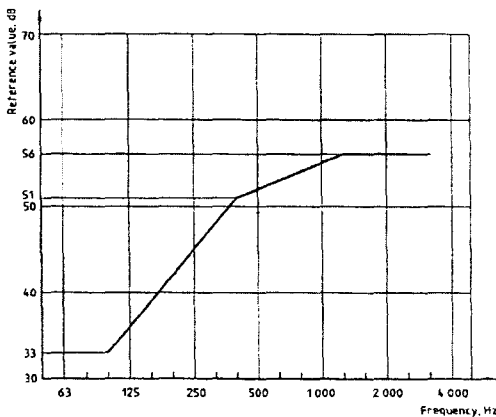


Figure 1. Curve of reference values for airborne sound(1/3 octave bands)

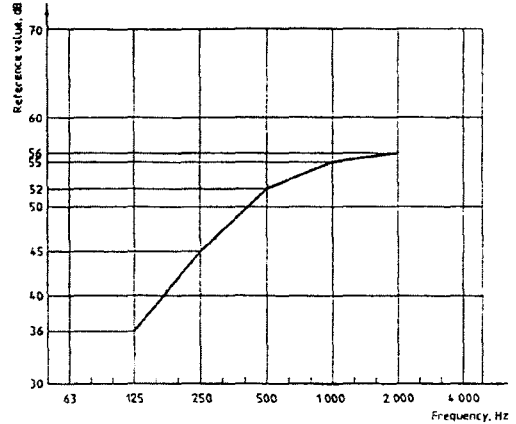


Figure 2. Curve of reference values for airborne sound(1/1 octave bands)

이상의 평가와 더불어, 필요에 따라서 스펙트럼 적응항(C 및 C<sub>r</sub>)을 계산하는데, 이를 위해 부하소음의 스펙트럼으로서 전체 주파수대역에 걸쳐 균일한 밴드 레벨을 지닌 핑크노이즈에 A보정을 한 스펙트럼 특성1과 저음역 성분이 탁월한 스펙트럼 특성2의 2개의 대표적인 기준 스펙트럼이 정해져 있다. Table 1에 나타난 소음원의 종류에 따라 스펙트럼 번호를 사용하도록 하고 있으며, 일반적으로 건물 내부의 소음에는 스펙트럼 번호 1, 도로교통소음의 외부 소음에는 스펙트럼 번호 2를 이용하는 것으로 규정하고 있다.

Table 1 Relevant spectrum adaptation term for different types of noise source

소음원의 종류	적용할 스펙트럼 적응항
일상생활(회화, 음악, 라디오, TV) 어린이들 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 <sub>r</sub> 스펙트럼 특성2

단일지수 평가법은 벽 등의 차음구조의 차음성을 표준적인 주파수 특성을 모델화하고, 이것을 기준으로 해서 평가한 값인데 반해, 스펙트럼 적응항은 프랑스 등에서 평가하고 있는 벽 등에 각종 스펙트럼을 지닌 소음이 가해질 때의 입사측과 투과측의 소음레벨(A특성 음압레벨)의 차로 공기음 차단성을 평가하는 방법이다. 단, 소음레벨 차 그 자체를 평가량으로 하지 않고, 전자의 평가량과의 차를 적응항(Adaptation Term)이라는 형태로 나타내고 있다.

일본의 JIS A 1419-1은 ISO 717-1의 내용을 대부분 수용하고 있으나 건축물의 공기음 차단성능(실간 평균음압레벨차) 평가방법으로서 오랫동안 이용해온 D등급곡선에 의한 평가법을 일부 변경한 형태로 부속서 1에 규정하고 있다. 이 평가법은 5dB 간격으로 규정되어 있는 등급곡선을 토대로 5dB 간격으로 평가하는 것을 의미하고 있고, 기호의 첨자에 r을 이용하는 것으로 하고 있다. 또한 극히 단순한 양인 옥타브밴드 또는 1/3옥타브밴드별 벽의 차음성능치(dB)의 산술평균치가 투과음에 대한 시끄러움(loudness) 반응의 관점에서 적절한 단일지수 평가량이라는 연구결과들을 참조하여 부속서2에 1/3옥타브밴드 또는 옥타브밴드별 차음성능치의 산술평균치에 의한 평가방법을 “참고”로서 첨부하고 있다. 이 방법으로 평가된 값은 모두 “평균”이라는 용어를 붙여 부르고, 기호의 첨자에 m을 이용하는 것으로 하고 있다.

미국 ASTM E 413에서 규정하고 있는 주파수별 참고레벨값은 ISO 717-1에서 규정하고 있는 1/3옥타브밴드에 대한 참고레벨값과 중복되는 주파수 대역(125~3150Hz)에서는 같고, 나머지 중복되지 않은 주파수 대역인 4000Hz는 56dB로 규정되어 있다. 평가방법은 ISO 규격과 거의 같으나, 단지 다른 것은 1개의 주파수대역에서 최대로 하회하는 값이 기준곡선으로부터 8dB를 넘지 않도록 규정하고 있다는 것이다.

## 2.5 차음등급의 호칭 및 표기방법

차음등급에 대한 호칭방법은 ISO 717-1과 이를

그대로 받아들이고 있는 JIS A 1419-1의 경우, 평가대상 측정량에 “가중(Weighted)”이라는 말을 붙여 부르고 있다. 예를 들면, 음향투과손실(R)의 경우 단일지수 평가치는 가중 음향투과손실(Rw) ○○라고 부르고 있으며, 여기에 스펙트럼 적응항을 산출한 경우에는  $R_w(C;Ctr)=○○(◇;△)dB$ 라고 표기하도록 규정하고 있다. 단지 일본의 경우 ISO 규격과 달리 부속서 1에 D곡선을 규정하고 있기 때문에 평가대상 측정량에 “등급”이라는 말을 붙여 앞의 호칭방법과 구분하고 있다. 예를 들면, 실간 음압레벨차(D)를 단일지수평가치로 산출한 경우 실간음압레벨차 등급(Dr) ○○라고 부르고 있다. 그리고 주파수별 측정치를 산술평균하여 단일지수 평가량으로 하는 경우에는 평가대상 측정량 앞에 “평균”이라는 말을 붙여 다른 평가량과 구분하고 있는데, 예를 들면, 실간음압레벨차(D)를 산술평균하여 단일지수평가량으로 하는 경우에는 평균실간음압레벨차(Dm) ○○라고 부르고 있다.

미국 ASTM E 413의 경우에는 STC(Sound Transmission Class), FSTC(Field Sound Transmission Class), NIC(Noise Isolation Class), NNIC(Normalized Noise Isolation Class)가 호칭방법으로 사용되고 있으며, STC ○○와 같이 표기하고 있다.

## 2.6 최소구분 단위

단일지수 평가량을 나타내는 최소단위는 모든 규격들이 1dB이나 일본의 경우에만 D등급곡선으로 평가하는 경우 5dB 간격으로 하도록 하고 있다.

## 3. 맺음말

현재 우리나라는 한국산업규격(KS)을 국제규격(ISO)에 적합하게 개정하는 작업들이 진행되고 있으며, 건축물 및 건축부재의 차음성능(공기전달음 차단성능과 바닥충격음 차단성능)의 측정 및 평가 방법에 대해서도 국제규격과의 부합화를 위한 개정 및 제정작업이 활발히 진행되고 있다. 이러한

추세에 맞추어 건축물 및 건축부재에 대한 공기음 차단성능의 평가방법을 중심으로 ISO(국제규격), JIS(일본), ASTM(미국) 등에서 규정하고 있는 내용을 분석, 설명하였다. 본 분석내용이 공기전달음 차단성능 평가방법에 대한 한국산업규격(KS) 제정 작업에 활용되었으면 하는 바램이다.

### 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
3. ASTM E 413 Classification for Rating sound insulation