

건축물에 사용되는 흡음제의 흡음률 평가방법 고찰

○이태강*, 송민정*, 김선우***

Rating of sound absorption - sound absorber for use in building

Tai-gang Lee, Min-Jung Song, Sun-Woo Kim

Abstract

Recently Korean Industrial Standards has been revised and established newly accordance with the ISO system, especially ISO 140 series.

This study aims to introduce and review ISO 11654 which contents rating of sound absorption. It is available to establish appropriate evaluating method and Korean Industrial Standard of the sound absorber for use in building.

1. 서론

국제 정세변화로 인한 국내 건설 시장의 개방과 더불어, 국내 규격의 국제화는 더욱 절실히 요구되고 있어 국내에서도 이런 취지로 ISO 규격에 맞추어 각종 KS의 개정 및 제정작업이 진행중에 있다.

이러한 개정 또는 제정 작업 중에는 건축재료의 흡음률을 측정하는 방법중 KS F 2814 “관내법에 의한 건축재료의 수직입사 흡음률 측정”은 국내 규격의 국제 표준화 방안으로 ISO 10534-1의 내용을 기준으로 한 KS F 2814-1 “임피던스관에 의한 흡음계수와 임피던스 결정방법-정재파비법”으로 2001년 개정되었으며, 금년에는 ISO 10534-2의 내용을 기준으로 한 KS F 2814-2 “임피던스관에 의

한 흡음계수와 임피던스 결정방법-전달함수법”으로 금년에 새로 개정될 예정이다.

본 연구는 이러한 건축재료의 흡음률 측정방법을 토대로, 흡음성능의 양부 판정과 품질확보에 필요한 적절한 규격이라 할 수 있는 흡음률 평가방법에 관한 규격의 제정이 시급한 실정에 비추어 흡음성능의 평가에 관한 규격 ISO 11654 “건축물에 사용되는 흡음제의 흡음률 평가방법”에 대한 규격 내용을 검토 및 고찰하여 국내 기준의 제정방향을 제시하는데 목적이 있다.

2. ISO 11654 규격의 주요 내용 및 검토

2.1 적용범위

이 규격의 적용범위는 주파수별 측정된 흡음률을 단일수치로 평가하는 방법에 대해서 규정하고 있으며, 그 대상은 기본적으로 ISO 354(잔향실법

* 정회원, 전남대학교 공업기술연구소

** 정회원, 전남대학교 건축학과

흡음률 측정방법)로 측정하여 사무소, 복도, 강의실, 병원등의 건물에서 통상적으로 사용되는 건축재료에 대해 적용하고 있으며, 방음벽, 도로표면의 흡음률 평가에는 적용하지 않는다.

또한 주파수 대역의 범위는 ISO 354에 의해 측정된 1/3옥타브 밴드별 흡음률을 산술평균하여 옥타브 밴드별 흡음률로 바꾼 다음, 250Hz~4000Hz 옥타브밴드 대역의 흡음률로 평가하도록 하기 있기 때문에 통상 이용되는 흡음재의 음향적 특성을 기술하는 데는 무리가 따를 수도 있다.

2.2 인용규격

ISO 354:1985, Acoustics- Measurement of sound absorption in reverberation room.

ISO 354 1985/Amd. 1: Annex D : Test specimen mountings for sound absorption tests (발행예정)

2.3 정의

2.3.1 실제 흡음률(practical sound absorption coefficient), α_p

ISO 354에 의해 측정된 1/3 옥타브 밴드별 흡음률로서 이 규격에 의해 옥타브 밴드별로 산출한 값.

2.3.2 가중 흡음률(weighted sound absorption coefficient), α_w

단일수치로서 이 규격의 평가방법에 의한 500Hz에서의 값

2.3.3 형태지수(shape indicators), L, M, H

이 규격의 평가방법에 의한 실제 흡음률이 평가곡선의 값 보다 0.25 이상을 초과하는 값을 나타내는 지수.

2.4 단일수치 평가량 산출법

2.4.1 실제 흡음률

1/3 옥타브 밴드의 흡음률 α_{i1} , α_{i2} , α_{i3} 을 산술 평균하여 옥타브 밴드의 실제 흡음률을 산출한다.

$$\alpha_x = \frac{(\alpha_{i1} + \alpha_{i2} + \alpha_{i3})}{3}$$

이 평균값은 소수 둘째자리까지 0.05 단위로 버림과 올림 계산하며 버림과 올림 계산한 값의 최대치는 1.0이다.

주) x.y2은 버림 올림으로 x.y0, x.y3은 x.y5, x.y7은 x.y5, x.y8은 x.y+0.1이 된다.

예) 0.92는 0.05 단위 버림과 올림으로 인해 0.90이 된다.

2.4.2 가중 흡음률

α_{pi} 값을 그림 1과 같은 기준곡선을 이용하여 가중 흡음률 α_{wi} 를 산출한다. 기준곡선은 측정된 값이 기준곡선으로 부터의 편차가 0.1이하가 될 때까지 0.05 간격으로 이동시킨다. 이 편차는 측정값이 기준곡선 값보다 낮을 때 특정 주파수에서 발생한다. 편차는 곡선아래의 편차만을 계산해야 한다. 가중 흡음률 α_w 는 이동된 기준곡선의 500Hz에서의 값으로 정의한다. (산출에는 부속서 1에 표기).

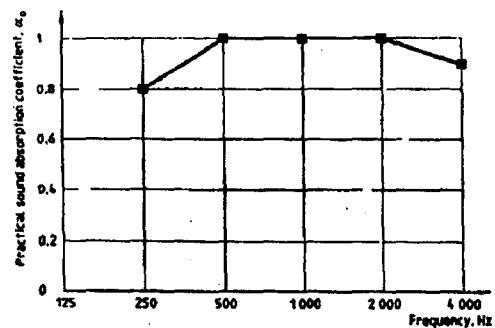


Fig 1 Reference curve for evaluation of weighted sound absorption coefficient, α_w

Frequency	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Value	0.80	1.00	1.00	1.00	0.90

4.3 형태지수

실제 흡음률이 기준곡선 값을 0.25 이상 상회할 때 마다, 가중 흡음률에 괄호로 형태지수를 더해서 표기한다.

만약 250Hz에서 흡음율이 초과되었다면, L로 표기한다. 만약 500Hz 또는 1,000Hz에서 초과하였다면, M으로 표기한다. 만약 2,000Hz 또는 4,000Hz에서 초과하였다면, H를 표기한다.

주) 형태지수는 하나 이상의 주파수대역에서 흡음률이 평행 이동한 기준곡선값보다 상당히 높다는 것을 의미한다.

2.5 결과의 표기

결과는 2.5.1부터 2.5.3에서 규정하는 형태로 표기되어야 한다. 별다른 규정이 없다면, 의도하는 바에 의해 하나 또는 그 이상의 평가량을 생략할 수 있다.

2.5.1 α_s

ISO 354에 의해 측정된 1/3 옥타브 밴드 흡음률 α_s 의 값을 그림에 표기한다. x축은 log 스케일의 주파수, y축은 선형 스케일의 α_s 로 설정해 둔다. 옥타브 밴드 주파수 간격의 눈금은 15mm, 흡음률 0.30 간격 눈금은 15mm가 되게 한다.(부속서 C)

필요에 따라 그림은 표로 대체될 수 있고, 이 경우에 그 값은 소수점 2째 자리까지 구해야 한다.

2.5.2 α_p

실제 흡음률 α_p 값을 그림에 표기한다. x축은 log 스케일의 주파수, y축은 선형 스케일의 α_s 로 설정해 둔다. 옥타브 밴드 주파수 간격의 눈금은 15mm, 흡음률 0.30 간격 눈금은 15mm가 되어야 한다. x축은 log 스케일의 주파수, y축은 선형 스케일의 α_s 로 설정해 둔다. 옥타브 밴드 주파수 간격의 눈금은 15mm로 하고, 흡음률 0.30 간격 눈금은 15mm가 되어야 한다. y축 눈금은 $\alpha_p = 0$ 에서 $\alpha_p = 1.0$ 까지, x축은 125Hz에서 4000Hz까지이다.(부속서 A)

필요에 따라 그림은 표로 대체될 수 있고, 이 경우에 그 값은 소수점 2째 자리까지 구해야 한다.

2.5.3 α_w 값과 형태지수

가중 흡음률을 소수점 둘째 자리까지 표시하고, α_w 값 뒤에는 “ , ” 없이 괄호에 형태지수를 표시한다.

예 $\alpha_w = 0.70(MH)$

2.5.4 기타 사항

α_D 와 α_w 는 각각 다음 사항을 명기해야 한다.

배후공기층을 두고 설치한 모든 시편은, 그 공기층 두께를 명기해야 한다.(그림 2 참조)

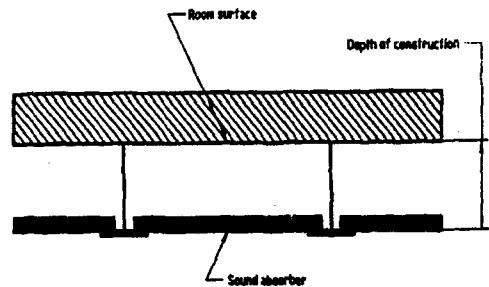


Fig 2 Specification of depth of construction

주) 유럽에서는 배후공기층 두께가 최소 200mm, 일본에서는 최소 300mm, 북미에서는 최소 400mm가 권장된다.

2.6 부속서 A.(규정) α_w 와 형태지수의 산출 예

그림 A.1은 α_w 의 산출 예를 보여준다. 기준곡선을 하회하는 편차의 합이 0.1이하가 될 때까지 0.05 간격으로 기준곡선을 이동한다. 그림에서는 250Hz에서 기준곡선을 하회하는 편차가 발생하고 있고 $\alpha_w = 0.60$ 의 값이 된다. 형태지수는 표기할 필요가 없다.

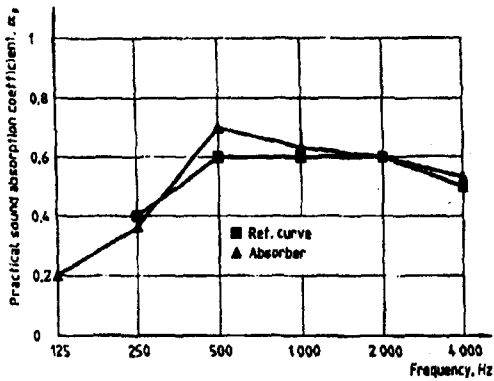


Fig A.1 Example of a calculation α_w
 $(\alpha_w=0.60)$

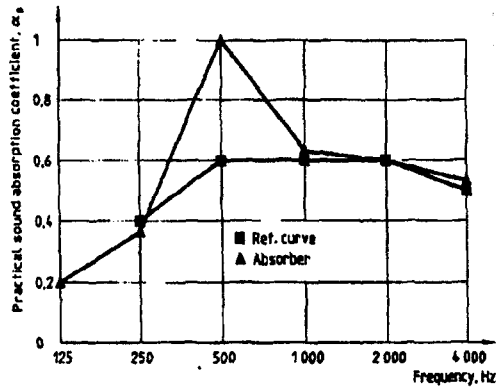


Fig A.1 Example of a calculation α_w
 $[\alpha_w=0.60(M)]$

Freq.	Ref.curve	Absorber
125		0.20
250	0.40	0.35
500	0.60	0.70
1000	0.60	0.65
2000	0.60	0.60
4000	0.50	0.55

2.6 부속서 B(규정) 흡음재의 흡음등급

이 부속서의 등급은 원래 흡음재를 폭 넓게 적용하도록 하기 위한 것이다. 단일 평가지수 α_w 는 표 1과 같은 등급으로 산출된다. 다른 등급도 그림 B.1에 표기되어 있다.

그림 A.2는 형태지수의 예를 보여준다. 기준곡선 하회 편차는 그림 A.1과 같고 똑같은 $\alpha_w = 0.60$ 이 된다. 그러나 재료의 실제 흡음률이 500Hz에서는 이동된 기준곡선의 값보다 0.25 이상을 최고하고 있어, 중음역 형태지수 "M"을 표기한다.

Freq.	Ref.curve	Absorber
125		0.20
250	0.40	0.35
500	0.60	1.00
1000	0.60	0.65
2000	0.60	0.60
4000	0.50	0.55

Table B.1 Sound absorption Classes

흡음등급	α_w
A	0.90, 0.95, 1.00
B	0.80, 0.85
C	0.60, 0.65, 0.70, 0.75
D	0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55
E	0.25, 0.20, 0.15
등급없음	0.10, 0.05, 0.00

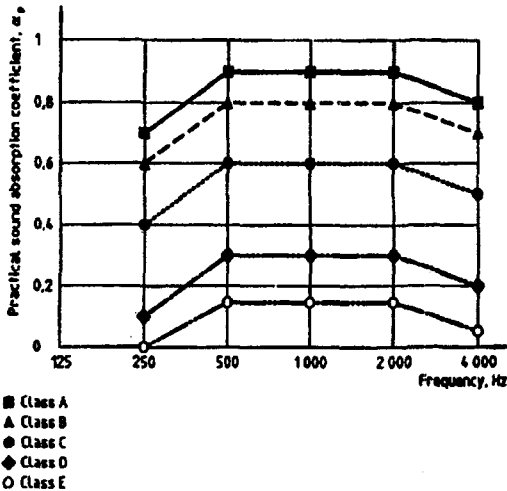


Fig B.1 Illustration of the reference curves limiting the different sound absorption classes

3. 문제점 및 논의

3.1 평가대상 주파수 범위

흡음률 평가 주파수는 250Hz, 500Hz, 1,000Hz, 2,000Hz, 4000Hz의 5개 대역인데 반해, 잔향실을 이용한 흡음률 측정방법의 경우에는 125Hz ~ 4,000Hz의 16개 1/3옥타브밴드 대역을 측정하도록 하고 있어 따로 5,000Hz 대역의 값을 측정해야 하는데 다른 규격들 사이의 주파수범위 상이에 따른 문제가 지적될 수 있어, 추후 잔향실법 흡음률 측정법에 대한 측정주파수대역 범위의 조정이 필요할 것으로 사료된다.

또한 저음역 보다는 중고음역 주파수 대역에 더 중요도를 주고 있고 125Hz 이하의 저주파수 대역의 흡음성능이 간과되어, 다양한 흡음성능이 요구되는 현대의 실내 공간에 사용되는 흡음재의 성능을 평가하는데 문제가 있을 것으로 판단된다.

3.2 단일수치 평가량 산출과정

흡음성능 평가은 맨 먼저 1/3옥타브로 측정된 흡

음률을 가지고 옥타브 밴드 별도 산술평균한 실제 흡음률을 구해서, 다시 기준곡선을 Shift한 다음 편차가 0.1 이하가 될 때 까지 0.05 간격으로 이동시킨후 500Hz에서의 기준곡선값인 가중흡음률을 구한다. 또한 기준곡선 값을 0.25 이상 상회할때는 그 상회한 주파수대역을 표기하는 형태지수를 표기하도록 하고 있어, 수작업으로 평가량을 산출할 때는 복잡하고 번잡하게 받아들일 수 있지만, 이러한 과정을 PC로 프로그램화가 이루어 진다면, 크나큰 문제는 없을 것으로 판단된다.

3.3 평가 등급

부속서 B에 규정되어 있는 흡음등급은 가중 흡음률 값에 의해 크게 A에서 E, 무등급까지 6개 등급으로 분류할 있다. 이 흡음등급은 원래 흡음재를 폭 넓게 적용하도록 하기 위한 것이지만, 기준 등급 판정의 근간을 이루는 기준곡선이 실제의 다양한 흡음재의 특성이 고려되었는지에 대한 심도깊은 연구 및 검토가 있어야 할 것으로 생각된다.

4. 결론

국제 정세변화로 인한 국내 건설 시장의 개방과 더불어, 국내 규격의 국제화는 더욱 절실히 요구되고 있어 국내에서도 이런 취지로 ISO 규격에 맞추어 각종 KS의 개정 및 제정작업이 진행중에 있다.

본 연구에서는 흡음성능의 평가에 관한 규격인 ISO 11654 대한 규격 내용을 검토하였으며, 이러한 내용이 국내 기준의 제정시 그 제정 방향을 제시할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. ISO 11654 Acoustics - Sound absorber for use in buildings- Rating of sound absorption
2. ISO 10534-1,1996, Acoustics-Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes-Part 1 : Method using standing wave ratio
3. ISO 10534-1,1998, Acoustics-Determination of

sound absorption coefficient and impedance in
impedance tubes-Part 2 : Transfer function
Method

4. KS F 2814, 1978, " 관내법에 의한 건축재료의
수직입사 흡음율 측정방법"

5. KS F 2814-1, 2001, "임피던스관에 의한 흡음계
수와 임피던스 결정방법-정재파비법"

6. 日本音響學會誌 56卷 4号, 小特輯- 建築音響關
聯 JISの國際整合化, 2000. 4.