

# ISO 354 (잔향실법 흡음률 측정방법)의 KS 규격화 Korea Industrial Standardization Draft for ISO 354

정성수\* · 국찬\*\* · 김선우\*\*\*

Sung Soo Jung, Chan Kook and Sun-Woo Kim

**Key Words** : Sound absorption coefficient (흡음계수), Reverberation method (잔향실법), 1/3-octave band (1/3 옥타브 밴드)

### ABSTRACT

We introduced the basic direction of revision for KS F 2805 (method for measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room). It is fundamentally equal to ISO 354 (measurement of sound absorption in a reverberation room) which was state of ISO/FDIS 354. Two main points were strongly reviewed. First, the sound absorption coefficient values for Type J test specimen mounting was investigated. Next, the reverberation time difference between the conventional method and new additional one, impulse response method, were compared.

### 기호설명

- $A_1$  : 빈잔향실의 등가흡음면적
- $A_2$  : 시료가 설치된 잔향실의 등가흡음면적
- $V$  : 잔향실 용적
- $c$  : 공기 중 음속
- $T_1$  : 빈잔향실에서의 잔향시간
- $T_2$  : 시료가 설치된 잔향실의 잔향시간
- $m_1$  : 빈잔향실에서의 온습도에 따른 파워감쇠 계수
- $m_2$  : 시료가 설치된 잔향실의 온습도에 따른 파워감쇠 계수
- $\alpha_s$  : 흡음계수

KS F 2805(1)는 ISO 354(2)와 전체적인 내용에서는 유사하지만 세부적으로는 차이가 있다. KS F 2805는 1972년에 JIS를 기반으로 마련되었으며, 1986년에 확인절차를 거친 후 금년에 개정작업에 착수하게 되었다. ISO 354는 1985년 초판이 발행된 후 1997년에 보강이 이루어진 후, 2003년에 FDIS에 대한 검토안이 회원국들에게 회람된 상태에 있다. 현재 국제 무역에 따른 마찰소지를 없애기 위해 미국 규격의 포함 여부로 인해 검토작업이 진행 중에 있다. 하지만 전반적인 사항에 대한 변화는 없을 것으로 예상된다.

본 연구에서는 ISO 354의 최근 개정과 관련하여 국내 KS F 2805를 ISO 354 수준으로 개정함에 따라 기술적인 문제점이 없는 지에 대해 검토하였다.

### 1. 서론

KS 규격을 국제 규격 수준으로서 동등화시키는 작업이 현재 진행 중에 있다. 이러한 동등화 작업에 있어 단순히 국제 규격을 번역하는 것은 무의미하며, 이를 수용함에 있어 어떤 문제점이 발생할 수 있는가에 대해 검토를 하는 것이 필요하다.

### 2. KS F 2805와 ISO 354 개정안 내용 비교

현재의 KS F2805와 ISO 354 개정안의 주요 차이점을 살펴 보겠다. 가장 두드러진 사항은 시험 시 잔향실내 온도 변화에 따른 흡음면적의 보정항이 추가된 사항과, 음원에 있어 협대역 혹은 광대역 음원의 사용과 함께 임펄스 음원이 추가된 것이다.

우선 측정 시 온도변화에 따른 보정은 이미 온습도에 따른 에너지 감쇠량이 비교적 잘 알려져 있기 때문에 그대로 수용하여도 별다른 문제점이 없다. 특히 이 경우 흡음계수에 영향을 받은 주파수는 대부분 고주파 대역이며 저주파 대역에서는 별 다른 영향이 없게 된다. 시험소의 잔향실은 일반적으로 공조시스템을 갖추고 있기 때문에 항온 항습

\* 한국표준과학연구원, 음향진동그룹  
E-mail : jss@kriss.re.kr  
Tel : (042) 868-5307, Fax : (042) 868-5643

\*\* 동신대학교

\*\*\* 전남대학교

효과를 고려하면 시료 설치 전후에 온습도 변화는 크지 않으며, 따라서 온습도 변화로 인한 흡음계수 측정값의 변화는 크지 않을 것으로 전망할 수 있다. 이 부분에 대해서는 그대로 수용하여도 기술적인 문제는 없다고 할 수 있다.

음원에 있어 총, 풍선터뜨리기, 스파크 등 임펄스형 음원을 사용하는 것도 허용하고 있는데 기존의 방법과 다르기 때문에 이 부분은 검토할 필요가 있다. 따라서 기존의 방법과 임펄스 방법을 사용하여 흡음계수를 구하고 비교함으로써 측정값에 차이가 발생하는 지를 살펴보았다.

1997년 ISO 354에 시료의 설치방법에 대해 추가된 사항이 있었다. 이것은 시료 모서리 부분에서의 회절효과를 저감할 수 있는 방안이라고 할 수 있는데 모서리 부분에 단단한 물질을 시료 높이 이상으로 설정하는 방법에 관한 것이다. 이 경우에 대해서도 흡음계수의 변화를 살펴보았다.

ISO의 규격을 자세히 살펴보면 상당부분은 명확히 명시하지 않은 부분들이 존재하고 있다. 예를 들어, 마이크로폰의 설치 위치를 시편으로부터 1 m 이상 떨어진 곳 등을 들 수 있는데 실제 1 m 이상의 지점이라면 2 m도 가능하기 때문에 이들 측정면에 대한 설정이 문제가 될 우려도 있다. 이러한 점을 고려하면 사전에 음장이 안정된 지점을 선택하는 것이 우선되어야 한다.

이 외에도 중요한 사항은 아니지만 주파수 별로 등가흡음면적에 대한 조건을 구체화하였다는 것도 기존의 규격과 다른 점인데 아래와 같다.

주파수, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630
등가 흡음면적	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5

주파수, Hz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
등가 흡음면적	6.5	7.0	7.5	8.0	9.5	10.5	12.0	13.0	14.0

### 3.1 시험방법 및 결과 분석

#### (1) 시험방법

시험은 잔향실에서 실시하게 되는데 기본적인 식을 살펴보면 다음과 같다. 시료 설치된 빈방에서의 등가흡음면적  $A_1$  은 다음 식으로 계산한다.

$$A_1 = \frac{55.3V}{cT_1} - 4Vm_1 \quad (1)$$

여기에서

$V$ 는 빈 잔향실의 용적 (단위는  $m^3$ ),

$c$ 는 공기 중 음속 (단위는  $m/s$ ),

$T_1$ 은 빈 잔향실에서의 잔향시간 (단위는  $s$ ),

$m_1$ 은 측정하는 동안 빈 잔향실에서 기후조건을 사용하여 ISO 9613-1에 따라 계산되는 파워감쇠 계수(단위는  $1/m$ )이다.

한편, 시편이 설치된 경우 등가흡음면적  $A_2$ (단위는  $m$ )은 다음 식으로 계산한다.

$$A_2 = \frac{55.3V}{cT_2} - 4Vm_2 \quad (2)$$

여기에서

$T_2$ 는 시편을 설치한 후 잔향실에서의 잔향시간 (단위는  $s$ )

$m_2$ 는 측정하는 동안 잔향실에서 파워감쇠 계수이다. 그러면 시편 설치 전후의 등가흡음면적의 차,  $A_T$ (단위는  $m$ )는 다음 식으로 계산한다.

$$A_T = 55.3V \left( \frac{1}{c_2T_2} - \frac{1}{c_1T_1} \right) - 4V(m_2 - m_1) \quad (3)$$

여기에서 음속  $c$ 는  $15^\circ C$ 에서  $30^\circ C$  온도 구간에서 다음 식으로부터 계산할 수 있다.

$$c = (331 + 0.6t/^\circ C) m/s \quad (4)$$

여기에서  $t$ 는 공기온도(단위는 섭씨)이다.

구하려는 흡음계수  $\alpha_s$ 는 다음의 식으로부터 계산한다.

$$\alpha_s = \frac{A_T}{S} \quad (5)$$

#### (2) 시험결과 및 분석

우선 기존의 음원을 사용하여 구한 흡음계수와 임펄스 음원으로서 pistol을 사용하여 구한 흡음계수의 차이를 비교하였다. 그 결과를 그림 1에 나타냈는데 두 값이 고주파로 갈수록 차이가 많이 나고 있다. 각 음원에 대해 시료 설치 전후 잔향시간을 비교한 결과 각각의 경우 자체는 측정값에 일관성이 있지만 흡음계수에 있어서는 차이가 발생하고 있다. 상대적으로 시료가 설치된 경우에는 등가 흡음면적에 차이가 적지만 빈방에 대해서는 더 많은 차이가 나고 있다.

그림 1의 결과를 고려할 때 임펄스 음원에 대한 검증은 다양한 시료를 통해 좀더 확인할 필요가 있다. 또한 pistol의 종류에 따른 분석 및 풍선 등을 이용하는 방법에 대한 비교도 좀더 이루어져야 하겠다. 이를 통해 원인 분석이 된 후 시행하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

다음은 시료 설치 방법 중 J 설치 방법에 따른 흡음계수 차이점을 살펴보겠다. 기존의 방법을 적용할 경우 시편 가장자리 부분에서의 회절 효과를 막을 수 없기 때문에 흡음계수가 증가하여 1이 넘는 경우가 종종 나타나게 된다. 하지만

이런 경우, 실제 흡음재를 설치하는 상황이 시험하는 상태와 같다면 흡음률이 1이 넘어도 무방하겠지만 대부분은 벽체에서 흡음재가 주변의 벽과 비슷한 높이로서 유지될 것이다. 따라서 이럴 경우는 실제 흡음률이 1이 넘어서는 안되면 1이 넘는 경우는 1로서 보정하는 것이 정당할 것이다.

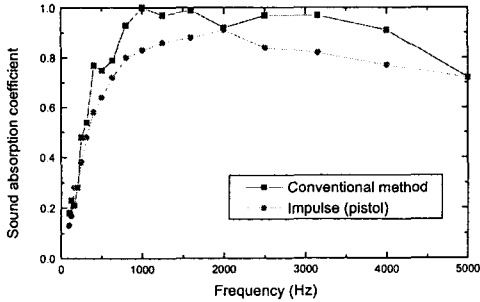


그림 1. 협대역 연속 음원과 임펄스 음원을 사용한 경우 흡음계수 측정값의 비교.

ISO 354에 부속서 2.7에는 시편의 J형 설치법에 대해 기술하고 있다. 이들에 대한 기본적인 개념은 흡음재 주변에 비흡음성 물체를 시편 높이와 같게 혹은 더 높게 설치하는 방법이다.

본 잔향실의 경우는 시편을 설치하는 바닥면이 아래로 이동하기 때문에 흡음재의 높이와 바닥면을 일치시킬 수도 있고 흡음재 보다 높게 유지하는 것도 가능하다. 또한 시편 주변에 비흡음성 물체를 시편보다 높게 설정하는 것도 가능하기 때문에 두 경우를 모두 포함하여 검토하였다. 4 가지 경우에 대한 결과를 그림 2에 비교하였다(3). 결과를 보면 기존의 방법에 의한 흡음계수(■)가 다른 경우보다 전반적으로 높음을 볼 수 있다. 시편보다 비흡음성 물체를 높이 설치한 경우에 전반적으로 흡음계수가 낮음을 볼 수 있는데 이것은 모서리 효과를 상당부분 지감시켰기 때문에 추가적인 흡음 효과가 작용하지 못한 결과로 분석된다. 여기서 흡음재는 유리솜으로서 체적밀도  $32 \text{ kg/m}^3$ 이고 두께는 0.05 m인 시료이다.

추가적으로 기존의 방법인 경우 음원 발생 시 협대역과 광대역 음원을 사용할 수 있는데 이들 두 음원을 사용할 경우 흡음계수 차이점을 살펴보았다. 그 결과를 그림 3에 비교하였는데 결과에서 확인할 수 있듯이 유사한 결과를 주고 있다. 이것은 음원으로서 백색잡음을 사용하는 것도 무방함을 보여주는 것이다. 하지만 백색잡음의 경우 협대역 잡음에 비

해 에너지가 작기 때문에 충분한 음향 파워를 공급하는 것이 필요하다.

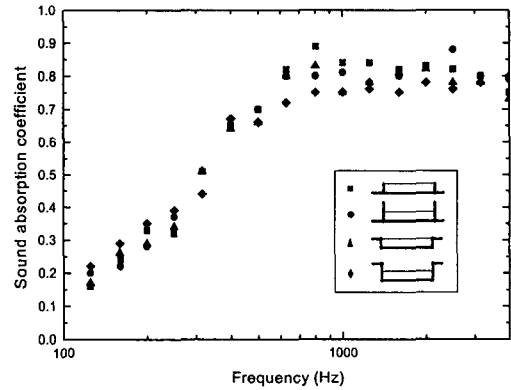


그림 2. 시편주위 처리에 따른 흡음계수 결과비교.

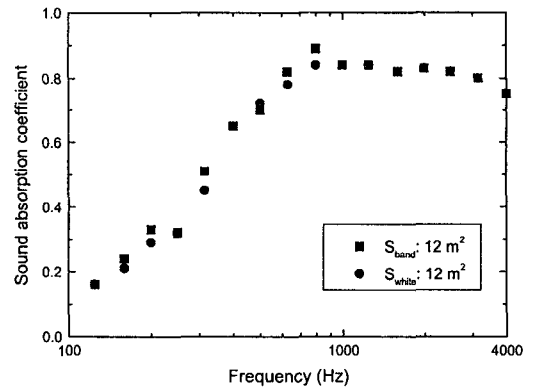


그림 3. 협대역 음원과 광대역 음원을 사용한 경우 유리솜 (체적밀도  $32 \text{ kg/m}^3$ , 두께 0.05 m)의 흡음계수 비교

#### 4. 결론

본 연구에서는 KS F 2805를 ISO 354와 동일하게 개정함에 따른 기술적인 문제점들에 대해 살펴보았다. 집중적인 검토항목으로서 음원의 종류와 시편의 설치방법에 따른 흡음계수 측정결과를 조사하였다. 실험결과 음원을 임펄스인 경우와 연속음인 경우 흡음계수 측정값에 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 특히 고주파 대역에서 측정값의 차이가 심하게 발생하고 있으며 따라서 임펄스

음원에 대한 조사를 좀 더 면밀하게 할 필요가 있었다. 연속음인 경우 협대역과 광대역 음원에 의한 차이점은 크지 않았다.

시편의 설치방법에 있어 ISO 354 부속서 2.7의 J형 설치방법에 대해 검토한 결과, 비흡음성 물질을 시편보다 높게 설치한 경우는 기존의 방법으로 구한 값보다 전반적으로 낮은 흡음계수 값을 보여주고 있다. 이것은 결국 모서리 회절 효과를 상당부분 제거하였기 때문으로 해석된다.

## 참 고 문 헌

- (1) KS F2805, 1986, "잔향실내의 흡음율 측정방법".
- (2) ISO/FDIS 354, 2003, "Measurement of sound absorption in a reverberation room"
- (3) 정성수 등, 2001, "시편의 크기에 따른 흡음계수 변화 연구", 한국소음진동공학회, 제 11권 제 5호, pp. 83~88.