

# ISO 음향시험동 설치사례

## Construction of acoustics laboratory on the basis of ISO regulations

한희갑\*\*·김경호\*\*

Han Hee Gap, Kim Kyong Ho

**Key Words :** reverberation chamber(잔향실), reverberation time(잔향시간), transmission loss(투과손실),

### ABSTRACT

Recently, we founded acoustic research laboratory consist of five reverberation rooms on the basis of ISO regulations. Four kinds of experiment are possible in our laboratory such as sound transmission loss of wall, sound attenuation of suspended ceiling, absorption coefficient, reduction of transmitted impact sound by floor coverings. We are going to provide our customers with officially authorized acoustics data.

### 1. 서론

최근 건축음향과 관련한 측정 및 평가방법이 국제적으로 표준화되고 건축자재의 음향성능에 대한 소비자들의 인식이 높아짐에 따라 잔향실과 같은 특수한 음향 공간의 필요성이 대두되고 있다.

건축음향설계를 효과적이고 신뢰성 있게 하기 위해서는 건축재료의 음향성능에 대한 정확한 측정과 평가가 이루어져야 하고 효율적인 소음저감 공법의 개발이 필요하다. 음향시험동은 이러한 요소들을 시험하기 위한 필수적인 요소로서 특히 음원의 파워, 재료의 흡음률 및 음향투과손실 등을 측정하는데 이용되는 가장 중요한 설비로 잔향실(reverberation room)을 들 수 있다.

이에 본 연구소에서는 당사 자재의 공인된 음향 데이터(흡음, 차음, 층간소음 등)를 제공하고 국제화, 보편화, 표준화에 맞춘 개발 연구를 추진하여 업계 기술 경쟁력을 확보하기 위해 5 개의 잔향실로 구성된 (주)케이씨씨 음향시험동을 신축하였다.

### 2. 음향시험동 개요

#### 2.1 시험동의 구성

음향시험동은 철근 콘크리트 구조로 지상 1 층에 연면적 585 m<sup>2</sup>, 체적 3,393 m<sup>3</sup>으로 구성되었으며, 시료 반출입을 용이하게 하기 위해 차량의 출입이 시험동 내부까지 가능하도록 설계되었다. 또한 시험동 내의 모든 잔향실을 계측실에서 CCTV

를 통한 원격감시가 가능하다.

Fig. 1 은 음향시험동의 평면도이다.

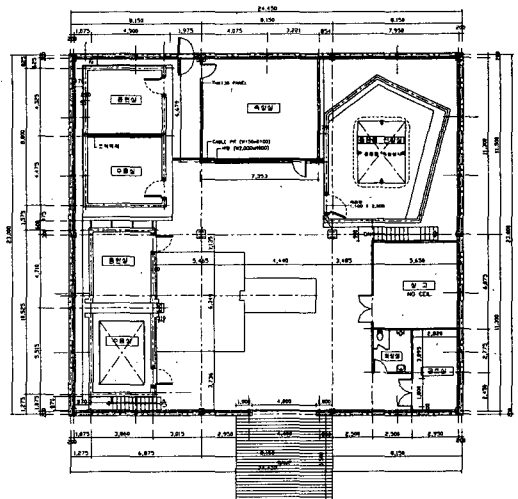


Fig. 1 Plane drawing of a laboratory

#### 2.2 각실의 제원 및 성능

다음 Table 1, 2, 3 은 각 잔향실의 제원을 나타낸다.

Table 1. Test room of sound transmission loss

실 구분	수음실	음원실
실 형상	직방체	
실 용적	57.8 m <sup>3</sup>	50.1 m <sup>3</sup>
벽체시료면적	10 m <sup>2</sup>	
최대시료두께	600 mm	
최대차음성능	Rw-85 수준	
관련시험항목	벽체 및 창호의 차음성능	

\* (주)케이씨씨 중앙연구소 건축음향팀  
E-mail : sound@kccworld.co.kr  
Tel : (031) 288-3101, Fax : (031) 288-3015

\*\* (주)케이씨씨 중앙연구소 건축음향팀

벽체차음 잔향실은 ISO 140-1 기준에 부합하는 차음시험 시설로서 이중 에어 씰링과 고차음 성능을 실현시킨 것이 가장 두드러진 특징이다. 또한 차음시험 이외에 수음실에서는 경량충격음의 레벨 저감량 시험도 가능하도록 각각 150mm, 200mm 두께의 바닥판이 준비되어 있다.

Table 2. Test room of room-to-room airborne sound insulation of suspended ceiling

실 구분	수음실	음원실
실 형상	직방체	
실 용적	60 m <sup>3</sup>	50.5 m <sup>3</sup>
천장공기층	700 mm	
바닥면적	20.9 m <sup>2</sup>	17.7 m <sup>2</sup>
관련시험항목	천장재, 천장시스템의 차음성능	

천장차음 실험실은 두 개의 잔향실 사이에 기준벽체를 천장에서 700mm 까지 설치한 후 두 실의 천장을 공유하여 천장재를 설치하도록 구성되어 있다. 기준벽체는 벽돌 1.0B 쌓은 후 Glass Wool 48K 50T 와 15T 석고보드 두 장을 덧붙여 시공하였다.

Table 3. Test room of absorption coefficient

실 형상	부정형 7 면체
실 용적	246.4 m <sup>3</sup>
시료설치면적	12 m <sup>2</sup>
배후공기층	0 ~ 1 m
잔향시간	약 14 초 (500 Hz)
관련시험항목	흡음성능 및 방사음향 파워

### 2.3 시험장비현황

당 연구소 음향시험동에 구축되어 있는 장비는 다음 Table 4 와 같다.

Table 4. Acoustic equipment of laboratory

장비명	모델명	제조사	제품특징
Frequency Analyzer	3560D	B&K	16 채널
Booming Controler	P 265	Norsonic	PC 원격제어
Speaker & Amplifier	Nor-270H Nor-260H	Norsonic	최대출력 123dB
Microphone	Type 4939	B&K	감도: 50mV/Pa

## 3. 음향성능평가

### 3.1 잔향실의 압소음 및 잔향시간

벽체 및 천장 차음용 잔향실의 압소음은 잔향실의 가운데와 각 벽면으로부터 1.5 m 떨어진 네 모서리에 바닥으로부터 1.5 m 떨어진 위치에 저소음 측정용 마이크로폰(B&K4179)을 설치하여 32 초간 측정하였으며 흡음률 잔향실의 경우 흡음시료 설치구역의 한가운데와 네 모서리에서 동일한 방법으로 측정하였다.

Table 5. Background noise of reverberation room [dB(A)]

벽차음잔향실		천장차음잔향실		흡음률 잔향실
음원실	수음실	음원실	수음실	
9.2	11.6	8.6	7.4	10.3

측정 결과 모든 잔향실에서의 압소음이 15dB(A) 이하로 측정되어 설계치인 25dB(A)를 만족하였다.

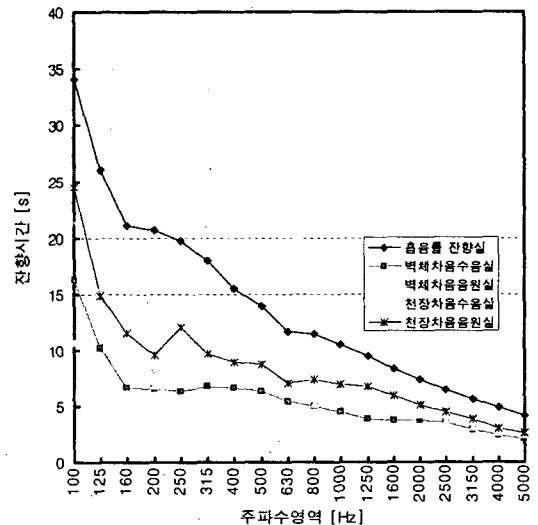


Fig. 2 reverberation time of each room

이상적인 확산음장을 평가하기 위해서는 여러 곳에서 잔향시간을 측정하여 그 평균값을 취하여 음향특성을 평가한다. 따라서 당 시험동에서는 다섯 잔향실 모두 한 곳의 음원 위치에 대해 잔향실의 한가운데와 벽면으로부터 1.5m 떨어진 각 모서리 4 개소를 포함하여 모두 5 개소에서 잔향시간을 ISO 354:2003 에 따라 측정하였으며 그 결과는 Fig. 2 와 같다.

흡음률 잔향실의 경우, 잔향시간을 ISO 354(2

003)에 따라 증가흡음면적으로 계산한 결과 ISO에서 규정하고 있는 각 잔향실의 체적을 고려한 증가흡음면적의 상한값을 비교해 보았다.

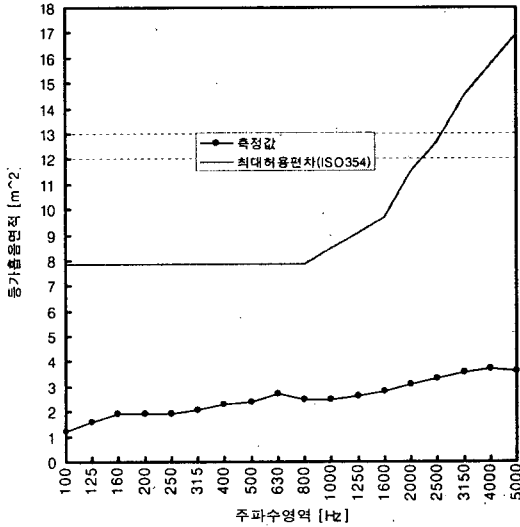


Fig. 3 Absorption area of reverberation room

Fig. 3에서 볼 수 있듯이 흡음률 잔향실의 증가흡음면적은 모두 상한값보다 작은 것을 알 수 있다. 한편 ISO354(2003)에서는 특정 주파수에서 증가흡음면적이 주변의 것에 비해 크거나 작을 경우 그 차이가 15%이상 차이가 나지 않아야 한다고 규정하고 있는데 당 시험동 잔향실에서는 160 Hz, 630 Hz, 4000 Hz에서 작은 봉우리를 보이고 있으며 이들 주파수에 대한 분석결과는 다음과 같다.

Table 6. Analysis of absorption area 단위[m²]

주파수 (Hz)	주파수 해당값	인접한 값			백분율 [%]
		아래	위	평균	
160	1.93	1.58	1.92	1.75	10.3
630	2.70	2.37	2.49	2.43	11.1
4000	3.71	3.57	3.58	3.58	3.6

### 3.2 잔향실 음압분포

잔향실 내의 음장은 확산음장으로서 벽면 근처를 제외한 전 공간에 걸쳐 음압분포가 균일해야 한다. 이를 평가하기 위해 두 개의 음원을 설치하고 한 쪽 모서리에 기준 마이크로폰을 고정시킨 후 나머지 마이크로폰을 이동시키며 음압을 측정하였다. 마이크로폰은 1.5 m 높이에 설치 하였으며 각 벽면으로부터 1.0 m 떨어진 공간 내에 0.5 m 간격을 갖는 격자를 구성하여 이동시켰다.

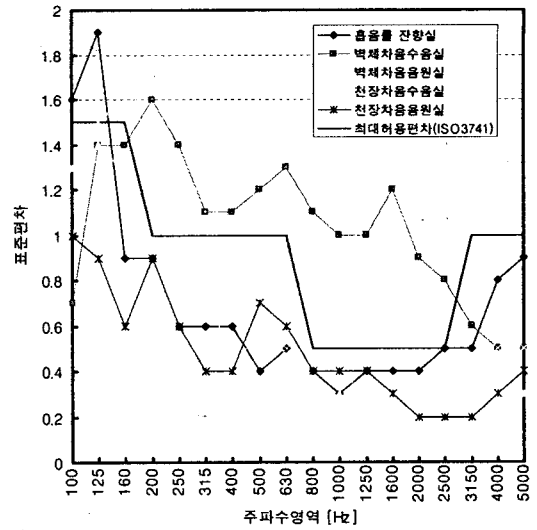


Fig. 4 Standard deviation of sound pressure level distribution in Reverberation chamber

잔향실의 음압분포에 대한 측정결과는 Fig. 4와 같다. 천장차음잔향실은 대체적으로 ISO 3741:1999의 Annex E에서 규정하고 있는 최대 허용 편차 범위 이내를 만족하였다. 하지만 벽체차음 잔향실과 흡음률 잔향실의 저주파수 대역에서는 허용편차 범위를 벗어나 대책이 필요한 것으로 나타났다.

### 3.3 기준 칸막이의 투과손실

벽체차음 잔향실의 개구부에는 차음성능이 우수한 기준 칸막이 벽체가 설치되어 있으며 KS F 2808에 근거하여 이 벽체의 투과손실을 측정하였다

차음시험결과 저주파수 대역에서 70dB 이상, 중주파수 대역에서 80dB 이상 고주파수 대역에서 90dB 이상의 차음성능을 나타내어 고차음벽체의 투과손실을 측정하는데 이상이 없음을 확인하였다

Table 7. Transmission loss of reference wall

크기	361 mm(W) x 277 m(H)
두께	520 mm
구조상세	일반석고보드(12.5T)+차음시(2)+P/W15T+차음석고보드 12.5T 2장 +G/W48K100T+철근콘크리트 벽체 200T+G/W48K100T+차음석고보드 15T 2겹 +P/W15T+ 차음시트(2)+ 일반석고보드 12.5T
측정일자	2004. 05. 07
측정기관	한국표준과학연구원
Rw	85

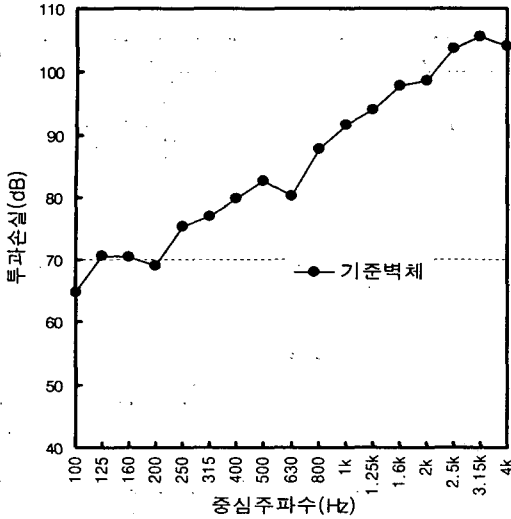


Fig. 5 Transmission loss of reference wall

### 3.4 천장차음 잔향실 비교시험

각종 천장재 및 천장시스템의 차음성능을 시험하는 천장차음 잔향실에서 당사에서 생산하는 천장재인 MT420 제품의 Ceiling attenuation( $D_c$ )를 ASTM E 1414에 의거하여 측정하였다.

천장 공기층 벽면에는 ASTM 시험방법에 따라 G/W 48K 100T 흡음재를 Fig. 6과 같이 전면에 부착하였다.

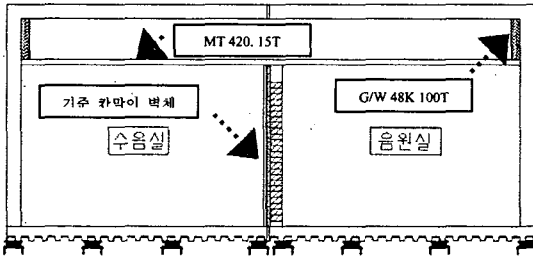


Fig. 6 section drawing of suspended ceiling room  
Table 8. sound attenuation of suspended ceiling

제품명	MT 420
주성분	Mineral wool
설치구조	T & H bar 공법.(천장 깊이 700 mm)
칸막이벽체	벽돌 1.0B 쌓기+G/W48K50T+12.5T 석고보드 2겹
측정규격	ASTM E 1414
CAC 지수	KCC 43, B 기관 43

MT420 제품의 Ceiling attenuation( $D_c$ )에 대한 시험결과는 Fig. 7과 같으며 당사 시험동에서의 시험결과와 B 기관의 시험결과가 거의 차이가 나지 않음을 알 수 있다.

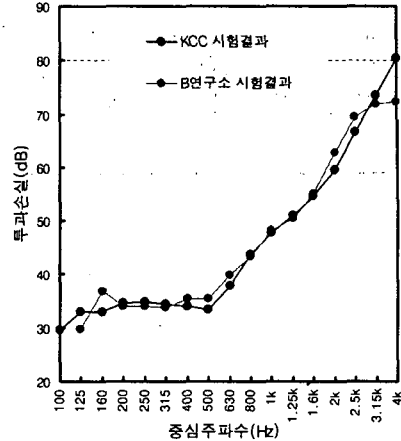


Fig. 7 Sound attenuation of suspended ceiling

## 4. 결론

케이씨중양연구소 음향시험동의 설계 및 음향 특성에 대한 측정결과를 요약한 결론은 다음과 같다.

(1) 암소음은 모든 잔향실에서 약 14dB(A) 이하로 측정되어 설계값인 25dB(A)보다 낮게 측정되었다.

(2) 흡음률 시험실의 잔향시간을 등가흡음면적으로 환산한 결과 등가흡음면적은 모든 주파수 대역에서 ISO 354:2003에서 규정하는 상한값보다 작았으며 주파수 영역별 차이가 15% 이하의 완만한 차이를 갖는 것으로 나타났다.

(3) 벽체 차음 잔향실에 설치되어 있는 기준 칸막이 벽체의 투과손실은  $R_w-85$ 로 고차음벽체의 투과손실을 측정하기에 충분하였다.

(4) 각 잔향실 별 음압분포는 ISO 3741:1999에서 규정하는 각 주파수 대역별 음압분포의 최대 허용 표준편차를 적용할 경우 흡음률 잔향실과 천장차음 잔향실은 대체적으로 만족하고 있으나 벽체 차음 잔향실은 개선책이 필요한 것으로 나타났다.

## 참고문헌

- (1) Acoustics -- Measurement of sound absorption in a reverberation room, 2003, ISO354.
- (2) 음향-음압법에 의한 소음원의 음향과외래법 측정방법-잔향실에서의 정밀 측정방법, 2002, KSAISO3741.
- (3) 시험실에서의 음향 투과손실 측정방법, 2001, KSF2808.
- (4) 천장속 공간을 공유하는 탈반자의 실간 공기전달음 차단성능 시험실 측정방법, 2003, KSF2866.
- (5) 음향시험동의 개요, 1999, 니제야스 기술시보 No.311 1999년 1호.
- (6) 음향시험시설의 설계, 2004, 소음제거 Vol28. No3