

방재시험연구소

음향시험동 차음성능 시험장치 소개

임 홍 순
(방재시험연구소 연구원)

1. 개요

급변 도입된 차음 성능 시험 장치는 건축물내 실간 경계벽, 칸막이재 및 바닥, 천정재와 출입문 또는 창호 등 각종 건축 구조 부재의 차음성능, 흡음률, 바닥 충격음 성능 측정과 실내 공조 및 급배수 등 건축 설비와 가전기류의 실내 음력을 측정하는 장치로써 건축 차음부재 성능 측정 및 공법의 개발 등 연구에 필수적인 장치이다. 이 장치는 연면적 340m²(약 100평) 규모의 지상 1층, 지하 1층으로 잔향실 3개, 계측실, 작업장 등이 있으며 ISO 국제 규격 및 KS, ASTM, JIS 등의 국내·외 규격에 부합하도록 하였다.

특히, 이번 장치는 시험의 편의성과 효율성을 감안하여 국내 처음으로 시험체 카트리리지 및 공기 튜브 음차폐 방식을 도입하여 급증하는 사회적 시험 수요에 대비하였다.

차음 성능 시험 장치의 의의 및 활용분야, 구성 등을 소개하면 다음과 같다.

2. 도입 의의

국내 산업의 급속한 발달과 국민 소득 수준의 향상으로 인하여 쾌적한 환경에서 삶을 추구하고자 하는 욕구가 점점 증가하고 있다. 따라서, 주거 환경에서의 보다 광범위한 고품질 성능을 요구하게 되었고 더우기, 주택 수요의 증가에 따라 국가 정책적으로 주택의 대량생산·공급체계의 정비와 더불어 ‘공업화 주택 성능 및 생산 기준(주택건설기준에 관한 규칙 제22조 1993.7.20)’이 보완되어 주택의 구조 안전성(구조적 안전 및 방내화), 거주성(음환경, 열환경, 환기 기밀성), 내구성(방수, 방청, 방부성) 등이 요구되게 되었다. 특히, 거주성은 실생활의 질에 미치는 영향이 커서 사회적으로 시험 수요가 증가하고 있으며 이들 중 차음, 흡음 등 모든 환경 분야에서 시험 수요가 급증하여 적체되고 있는 추세이나 국내에서 건축 구조 부재의 차음, 흡음 등의 성능을 측정할 수 있는 곳은 한국표준과학연구원 등 4개소 뿐이며 각 시험에 소요되는 기

간이 길어 사회적 시험 수요에 대처하지 못하고 있는 실정이다.

이에 방재시험연구소에서는 최적의 시험 시설을 확보하여 산·학·연의 긴밀한 협력을 통하여, 건축 차음 부재 등 자재 및 공법의 성능 측정은 물론, 개발 연구 등 보다 폭넓은 음환경 분야에서 사회적 역할을 수행할 수 있게 되었다.

3. 활용 분야 및 품목

가. 활용 분야

- 각종 건축 자재의 흡음률, 차음 성능 측정
- 바닥 부재 및 천정재의 바닥 충격음 차단성능 측정
- 각종 실내 공조 및 급배수 등 건축 설비의 가동 소음력 측정
- 각종 가전 제품 등 소음원의 실내 소음력 측정
- 실내 음향 특성 및 소음 방지 대책 연구

나. 대상 품목

- 건축 자재 : 벽판벽, 석고판, 지붕판, PC콘크리트, 천정재, 바닥판, 방음 샷시, 판유리, 방음벽, 방음문, 압면, 유리면, 흡음

- 타일, 뿔칠 흡음재 등
- 건축 설비 : 공조설비, 덕트, 사이렌서, 냉동기, 송풍기, 콤프레서, 펌프, 육조펌프 등
- 가전 기기류 : 냉장고, 세탁기, 진공청소기, 선풍기, 에어컨 등 가동 소음원

4. 장치의 구성 및 특징

가. 개요

차음 성능 시험 장치는 잔향실(Reverberation Room)이라는 무향실(Anechoic Room)과는 반대적 개념의 실로서 내부 벽면에서 가능한 흡수하지 않고 반사하게 하여 발생한 소리가 쉽게 소멸되지 않는 실험실에서 잔향특성(메

아리)을 이용, 차음 및 흡음률, 소음원의 성능을 평가하는 시험장치로서 <그림 1>과 같이 철근콘크리트(두께 30cm) 일체식 구조의 7면체 부정형 잔향실 3개와 계측실, 작업장 등 부속실로 구성되는 음향실험동과 측정 분석 장비들로 구성된다.

또한, 부대 설비로서 시험체 카트리지 및 공기튜브 차폐 방식을 국내 처음으로 도입하였고, 기타 잔향실 및 모니터 설비(CCTV), 운송 설비(대형크레인) 및 온습도 조절 장비 등을 갖추고 있다.

나. 잔향실(Reverberation Room) 특성

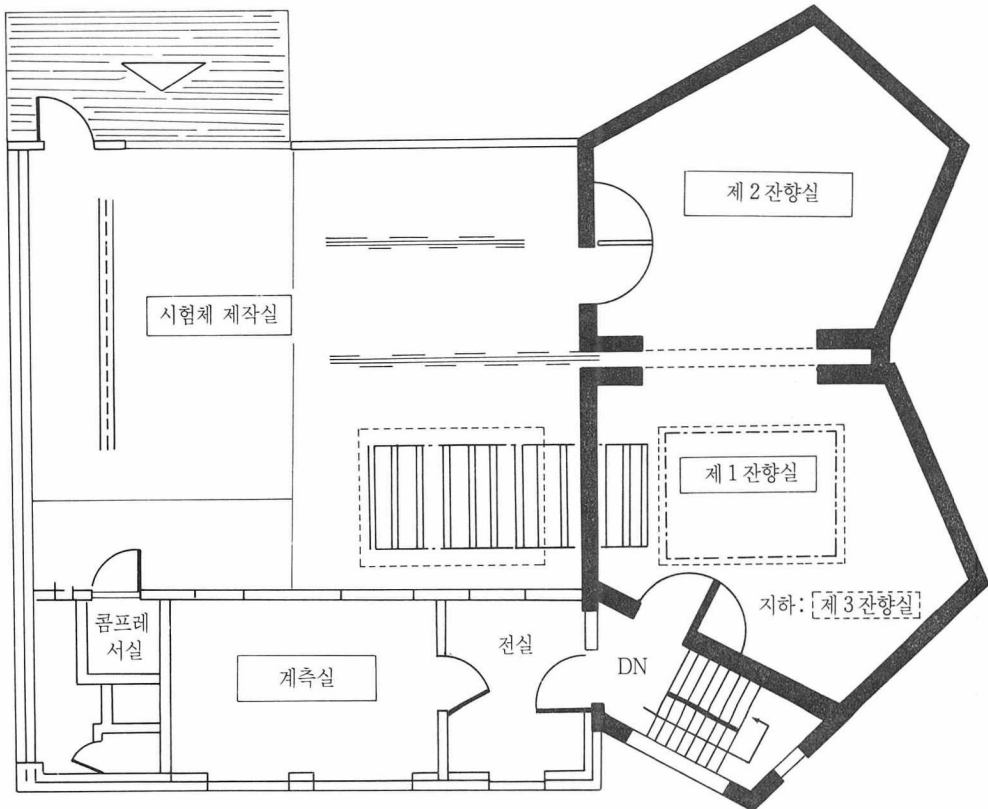
잔향실이란 무향실과 정반대적

인 조건을 갖추고 주위 벽면의 음흡수를 극도로 적게한 것으로서 실내의 음장이 완전 확산 상태가 되도록 한 실을 말한다.

그러므로 실내 벽면은 평평하고 반사성이 높고 두꺼운 콘크리트와 같은 재료로 구성하고 6~8면체의 모양으로 만들되, 주요 벽면은 평행하지 않게 하여 실내가 완전 확산 음장으로 되게 한 것이다. 따라서, 잔향실내 어느 위치에 있어서도 음압이 일정하고 가능한한 음에너지가 소멸되지 않도록 되어 있다.

이러한 잔향실이 갖추어야 하는 중요 조건으로는 다음과 같은 것이 있다.

<그림 1> 음향 시험동 개요도



(1) 실내 음에너지는 잔향실내 어느 지점에 있어서도 일정하게 분포되어 있고

(2) 실내 어느 지점에 있더라도 모든 음에너지의 흐름 방향이 균등하여야 하며

(3) 반향된 음의 에너지는 대수적(對數的)으로 감소되어야 한다.

이와 같은 잔향실은 상기 잔향조건(잔향실법)에 의한 차음, 흡음, 소음원의 실내 소음력 성능 측정 분석에 필수적 실험실이다.

다. 잔향실 규모

잔향실은 제1·제2·제3잔향실 등 3개의 잔향실로 구성되며, 부속실은 계측실, 시험체 제작장, 기타실(컴프레서실 등)로 구성된다. 시험체 개구부는 제1·2잔향실간에 벽용이, 제1·3잔향실간에 바닥용이 설치되었다.

〈표 1〉 잔향실 규모

실명	실용적(m ³)	바닥면적(m ²)	실표면적(m ²)
제1잔향실	261	42	241
제2잔향실	189	39	196
제3잔향실	208	42	209

라. 당 연구소 잔향실 형태 및 구조

각 잔향실 형태는 외부와의 음차단과 실내의 음확산을 좋게 하기 위해서 철근콘크리트(두께 30cm)구조의 7면체 부정형으로 하고, 실내 마감은 에폭시 페인트 도장을 행하여 표면 반사율을 최대한 도모하였으며 5개 벽면이 서로 다른 둔각을 유지하고 천정, 바닥, 벽이 상호 대면 방향으로 평행벽면이 없도록 하였다.

또한, 각 잔향실에서 실내 모서리와 대각선 최대거리 및 측정 주파수 등은 잔향실 용적 및 형태를 결정하는 중요한 요소로서 실간의

용적차이 및 대각선비 등 ISO 등 국내·외 주요 규격에서 요구하는 잔향실 설계 기준이 모두 충족되도록 제작하였다.

위와 같은 국내외의 설계 기준 및 방재시험연구소에 설치된 잔향실 제원은 〈표 2〉와 같다.

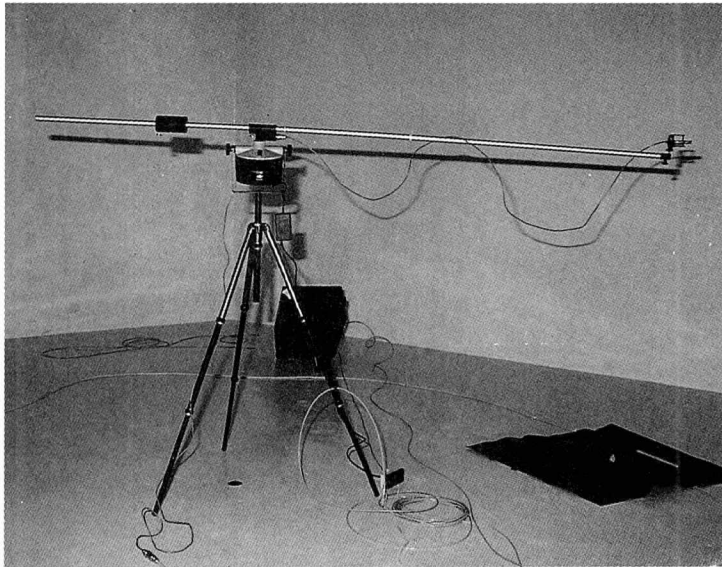
마. 부대 설비

(1) 시험체 카트리리지 및 공기 튜브 차폐 장치

벽 및 바닥 부재의 차음 시험시 시험체 제작에 소요되는 시간을 절약하기 위하여 시험체를 미리 준비된 카트리리지에 제작하여 시험실의 시험체 개구부에 슬라이딩 삽입하는 구조로서, 카트리리지 삽

〈표 2〉 ISO 등 주요 기준 대비 방재시험연구소의 잔향실 제원

구분	ISO	ASTM	KS & JIS	방재시험연구소
차음용	용적 및 형상 -음원실과 수음실의 용적이 같아서는 안되며, 최소 10%의 실용적 차이를 권장하고 있음. -최소 실용적: 50m ³	-음원실과 수음실의 용적이 같아서는 안됨. -각변치수 비는 2:1 이내 -실용적은 V=4λ ³ 이상 (최소 80m ³ 이상)	음원실 및 수음실 용적: 각각 100m ² 이상	-실용적: (제1)261m ³ (제2) 189m ³ (제3) 208m ³ -실용적차이: (제1,2간)27.5% (제1,3간)20.3%
	개구부 -벽용:10m ² 이상 -바닥용:10~20m ² -단변:2.3m 이상	-한변:2.4m 이상	-면적:10m ² 이상 -한변:2.5m~4.0m -장방향	-벽용:11.2m ² (2.8m×4.0m) -바닥용:11.2m ² (2.8m×4.0m)
흡음용	용적 및 형상 -용적:150m ³ 이상 (200m ³ 권장) -대각선 최대거리:Lmax (1.9V * 1/3 (V: 실용적)	-실용적은 V=4λ ³ 이상 (최소 85m ³ 이상)	실용적:150m ³ 이상 (100~150m ³ 은 160Hz 이상에만 적용) -형상 6~8면체 -대각선비:1~2	-용적:261m ³ -형상:7면체 -대각선 최대거리: (제1)12.1m (제2)10.9m (제3)11.2m -대각선비:1~2
	시료부 -면적:10~12m ² -장·단변비:0.7~1.0 -시편 주변 경계거리 1m 이상	-면적:6.69m ² (72ft ²) -최소:4.46m ² (48ft ²)	-면적:8.5~12m ² -장·단변비:1.3~1.5(장방향) -주변 이격 거리:1m 이상	-면적:11.2m ² -장·단변비:1.4 -시편 주변 경계거리:1m 이상



입후 시험체 주변 틈은 압축 공기 주입식 공기튜브를 이용한 음차폐 방식을 국내에서 처음으로 도입하여 시험체 제작, 설치 과정의 소요 시간을 대폭 단축하였다.

(2) 실내 온습도 조절 장비

잔향실내에서 음반사 및 흡음 특성은 실내의 온습도에 따라서 크게 변화한다. 이에 당 연구소의 잔향실은 소형 전열 히터, 온습도 센서, 팩키지 전기 히터 및 제습기 유닛을 설치하여 잔향실의 온습도 조건을 수시 확인, 조절이 가능하도록 하였다.

(3) 모니터 설비

시험 중 잔향실에 시험 진행 상황을 모니터할 수 있는 설비로서 각 잔향실마다 1대씩 CCTV 카메라를 설치하여 원격 조정에 의하여 계측실에서 동시에 관찰이 가능하도록 하였다.

(4) 운송 설비

중량물인 시험체의 이동 및 설치를 위하여 대형 크레인(10ton)

1대와 바닥 부재 및 흡음 성능측정 시험체를 위한 컨베이어롤러 장치 1대, 제1잔향실 전용 체인블럭 3대를 설치하여 PC 콘크리트 판넬 등 중량 시험체의 시험이 가능하도록 하였다.

(5) 음측정 분석 기기

당 연구소의 보유 장비는 음향 측정 장비 분야에서 세계적인 신뢰성을 지니고 있는 B&K제품으로 음발생기기 3종, 수음기기 6종, 음분석 장비 6종 등 15종 22점의 장비를 갖추고 있으며, 그 보유 현황은 다음과 같다.

가) 음발생 기기

- Sound Source (B&K 4224)
- Tapping Machine (B&k 3204)
- Bang Machine (표준타이어 : 5.29-10-4PR)
- 나) 수음 기기
- Microphone (B&K 4166)
- Microphone Pre-Amplifier (B &K 2639T)

- Rotating-Microphone Boom (B&K 3923)
- Sound Intensity Probe (B&K 3548)
- 다) 음분석 장치
- Intensity & Realtime Frequency analyzer (B&K 2153)
- Portable Build Acoustic Analyzer (B&K 2144)
- Building Acoustic program (B&K 5305)
- Computer System (Compaq XL560)
- Lazer Printer (HP-Lazerjet 4)
- GPIB(NI-AT-GPIB)
- 라) 부속품
- Microphone Cable (B&K A00029)
- Sound Intensity probe/Remote Control cable (B&K A00325)
- Rotating microphone Boom/sound source Remote Control cable (B&K WL0974)
- IEEE488 Interface cable

5. 맺는 말

최근 환경 문제가 실로 복잡한 양상을 보이며 심각한 사회 문제로 확산되어 더이상 방치할 수 없는 상태에 이르고 있다. 이번 방재시험연구소의 차음 성능 실험장치의 도입을 계기로 환경 공해의 주요 원인이며, 시급한 대책이 필요한 소음공해를 방지하는데 본 시험 시설을 적극 활용, 관련 제품의 품질 향상과 신소재 및 실험법의 개발에 기여하는 계기가 되기를 바란다. (㉞)