

대우건설기술연구소 음향실험동의 성능 평가

Evaluation on Acoustic Performance of the DICT's Acoustic Laboratory

°정갑철*, 이주원**, 윤창연**, 박철림***

G C Jeong, J W Lee, C Y Youn, C L Park

Key Words : Acoustic Laboratory(음향실험동), Anechoic room(무향실), Reverberation room(잔향실), Inverse square law(역이승법칙), Transmission Loss(투과손실), Reverberation Time(잔향시간)

ABSTRACT

Acoustic performance of DICT's acoustic laboratory was evaluated. As a result, background noise and inverse square law of an anechoic room were satisfied with ISO 3745 standard value. Also, reverberation time and standard deviation of sound pressure level distribution in reverberation rooms were within maximum error limit that was ruled on ISO 3741.

1. 서 론

대우건설기술연구소의 음향실험동은 올 1월에 준공되었다. 철근 콘크리트 구조로 지하 3층으로 구성되어 있으며 연면적은 999m²이다. 음향실험동은 무향실, 3조의 잔향실, 모델실험실 및 측로전파음 실험실과 부대시설로서 계측실, 공조실 및 각종 자동화 시설로 꾸며진 준비실을 갖추고 있으며 이들은 모두 ISO에서 규정하고있는 음향실에 대한 음환경 및 운송도에 대한 규정을 만족하도록 설계 시공되었다.

준공 후 당사의 자체 성능검사와 표준과학연

구원의 시험을 거쳤으며, 이 결과로부터 본 음향실험동의 성능을 평가하여 대내외적으로 활용가치를 높이고자 하는데 목표를 둔다.

2. 건물개요

지하 1층은 지면과 동일한 높이에 위치하며 시료 반입시설과 공조실이 있다. 시료 출입구는 단열과 함께 대형 시료의 반출입을 쉽게 하기 위하여 대형 단열셔터(4×4.5^H(m))를 설치하였다.

지하 2층은 음향실험동의 핵심시설로서 완전 무향실, 제 1,2 잔향실, 계측실 및 준비실이 있으며, 지하 3층에는 제 3 잔향실, 모델실험실, 측로전파음 실험실 및 흡음재 배후공기층 이송장치실이 있다. 이 실험실들은 다양한 실험들

*대우건설기술연구소 설비연구팀 선임연구원

**대우건설기술연구소 설비연구팀 연구원

***대우건설기술연구소장

을 신속하고 편리하게 수행하도록 최적 배치되었으며 기능적으로 서로 연계되어 있다. Fig. 1에 본 실험동의 평면도 및 단면도를 도시하였다.

3. 실험실의 재원 및 용도

3.1 실험실의 재원

실험실에 대한 재원을 정리하면 다음과 같다.

Table 1 Specification of acoustic laboratory

설명	재원	설계목표치
무향실	7.2×7×6 ^H (m)	f _c =100Hz
제 1 잔향실	S=64.2m ² V=325m ³	
제 2 잔향실	S=43.7m ² V=249m ³	
제 3 잔향실	S=64.2m ² V=214m ³	f _c =800Hz
모델실험실	16×8×5 ^H (m)	
측로전파음 실험실	6×9×5 ^H (m)	

(S는 바닥면적, V는 체적, f_c는 차단주파수를 의미)

Table 2 Specification of adjunct room

실명	재원
계측실	5.5×7.5×2.4 ^H (m)
공조실	7.5×5×5.5 ^H (m)
작업장	20×10.5×9.5 ^H (m)
흡음재 배후 공기층 이송장치실	3×3.5×3.1 ^H (m)

3.2 실험실의 용도

1) 무향실

자유음장의 조건은 음의 차음성능, 음원의

파워레벨, 지향성 등을 시험할 수 있는 조건이다. 무향실의 용도로서는, 제 2 잔향실과의 개구부를 통한 복합 차음재료의 국부 투과손실을 시험할 수 있고, 각종 건설장비의 음향파워레벨과 지향특성을 파악할 수 있으며, 음악 홀의 설계를 위한 청감시험 및 음장제한 연구 등을 할 수가 있다.

2) 잔향실

차음성능, 흡음률, 바닥 충격음 등의 시험을 위해서 3조의 실험실이 요구된다. 제 1 잔향실은 건축재료의 흡음률 및 장비의 음향파워레벨 측정을 위해 사용되어지며, 특히 배후 공기층의 두께를 변화 시키기 위한 테이블 리프트가 설치되어 있어 흡음재의 측면이 노출됨으로써 발생할 수 있는 측정오차를 없앴고, 흡음재 후면의 공기층에 따른 흡음률 변화까지도 시험할 수 있도록 준비되었다.

제 2 잔향실은 양측과 하부로 다른 실험실들과 연계시켜 음원실의 역할을 한다. 그리고, 제 3 잔향실은 상부측의 개구부를 통해 경량, 중량 바닥 충격음 시험을 수행할 수가 있다. Fig. 2에 3조의 잔향실에 대한 구성도 및 개략적인 시험내용을 나타내었으며, 시편설치를 위한 개구부의 크기는 모두 3.5×3.0^H(m)로 동일하다.

3) 모델실험실

도로나 철도소음에 대한 환경 평가는 압소음 영향으로 인해 정확한 평가가 힘들다. 따라서 모델실험실에서는 외부소음의 영향을 차단한 후 측정 대상을 1/10 ~ 1/100 축소모형으로 제작하여 교통소음, 공장소음 및 건설작업장에 의한 소음전파를 예측하는 실험을 수행할 수가 있다. 또한, 음악 홀과 같은 건축물에 대한 축소모형(1/10 ~ 1/30)을 제작하여 실내의 음압분포, 잔향시간, Echo pattern 및 음장제한 등을 실험할 수 있다.

4) 측로전파음 실험실

건축물의 벽체나 슬라브 등을 통해서 투과되는 소음이 아닌 복도나 발코니 등 우회 경로를 통해 전달되는 소음이 문제시 되는 사례가 많이 있다. 이들은 사무실이나 복도식 아파트에서 많이 발생될 수 있는 경우로서 무향실이나 잔향실 등 완전한 음향조건 하에서 실험하는 것은 어렵고 평면적인 입지조건이 잘 갖추어진 실험실에서 실험하여야 한다. 본 실험동의 측로전파음 실험실은 이런 요구를 만족하는 시설을 가지고 있어 향후에 많은 응용연구가 행해질 것으로 기대된다.

5) 준비실

시료의 반출입, 제작 및 설치 등을 위한 공간으로서 자동화를 위한 각종 기계장치가 설치되어 있다. 상부에 시료의 운반을 위한 10ton Hoist가 설치되어 있으며, 차음시험용 시편재료의 설치를 위한 Cassette는 Cart를 이용해 자동으로 이송이 가능하게 되어 있다. 그리고 바닥충격 시험재의 이송을 위해 임시 대차가 이동할 수 있도록 레일장치가 바닥에 마련되어 있다.

4. 음향성능

1) 무향실의 역이승 특성 및 암소음

건축재료의 시험에 필요한 음향성능은 1/3 옥타브밴드 대역으로 100Hz에서 5kHz이므로 무향실 벽면에 부착된 흡음재의 차단주파수도 100Hz로 설계되었다. 따라서, 무향실의 음향성능을 판단하기 위한 기준으로 역이승 특성을 측정하기 위해 무향실 가운데에 무지향성 음원을 설치한 후 거리 0.5m 떨어진 위치에서부터 0.3m씩 평행으로 이동시키면서 100Hz 이상의 주파수에서 음압을 측정하였다. 무향실내의 각기 세 방향으로 측정을 하였는데 Fig. 3은 이중

한 방향에 대한 결과값으로 ISO 3745에서 규정하는 오차한도 범위 내를 만족한다.

또한, 무향실의 암소음을 측정된 결과 실내의 온습도를 일정상태로 유지시켜 주기위한 공조기의 가동 유무에 따라 12dB(A), 6dB(A) 이하로 측정되어 암소음의 영향은 없음을 확인하였다.

2) 잔향실의 암소음 및 잔향시간

3개의 잔향실에 대한 암소음 및 잔향시간을 Table 3과 Fig. 4에 나타내었다. 공조기 가동시 3개의 잔향실 모두 설계치인 20dB(A) 이하를 만족하였고, 잔향실 성능 평가의 중요한 요소인 잔향시간은 100Hz 이상에서 일본규격인 JIS 규정치를 상회하여 충분한 잔향시간을 확보하였다.

Table 3 The background noise of reverberation

rooms			(dB(A))
제 1 잔향실	제 2 잔향실	제 3 잔향실	
18.3	19.6	11.8	

3) 잔향실의 음압분포

잔향실이 최적 성능을 갖추기 위해서는 실내부가 완전한 확산음장으로 이루어져야 한다. 이를 위해서는 벽면 근처를 제외한 실내부의 모든 측정점에서 음압레벨값이 균일하게 분포되어야 하나, 현실적으로 동일한 음압레벨값이 얻어질 수는 없으므로 측정점마다 평균 음압값과의 표준편차를 구하여 확산음장의 충실도를 판단한다. 그 결과 Fig. 5와 같이 제 1,3 잔향실의 경우 설계치인 차단주파수 100Hz (제 3 잔향실 125Hz)이상의 범위에서 ISO 3741에서 규정하는 최대 허용 표준편차 범위 이내를 만족함을 보였으나, 제 2 잔향실의 경우 차단주파수인 100Hz 대역에서 허용

기준치인 1.5dB 를 약 0.6dB 정도 벗어나 측정 시 고려하여야 할 사항으로 남았다. 그러나 전체적으로 볼 때 잔향시간의 적절함과 아울러 잔향실로서의 성능을 충분히 갖추었다고 판단된다.

4) 차음시험용 기준판의 투과손실

건축자재에 대한 차음시험법중 실험실법 (ISO 140/3)에 근거하여 제 1,2 잔향실 사이에서 기준판에 대한 투과손실을 측정하였다. 저주파수 대역에서 40dB 이상, 500Hz 이상 중고주파수 대역에서 50dB 이상의 차음성능을 나타내었으며, 일본 건설사들의 데이터와 비교할 때 거의 동일한 성능 내지 1kHz 이상 대역에서는 오히려 상회하는 결과를 보였다. 기준판 투과손실값의 결과를 볼 때 시험체의 자동이송장치와 시험체 설치 후 벽체의 틈새를 메워주는 공기튜브 장치가 이상이 없음을 확인하였다. Fig. 6에 그래프를 도시하였다.

5. 결 론

대우건설기술연구소 음향실험동내의 무향실 및 3조의 잔향실에 대한 음향성능 평가 결과 압소음, 역이송 특성, 차음성능, 잔향시간, 음압 레벨분포 등 모든 면에서 기준치를 만족하였다.

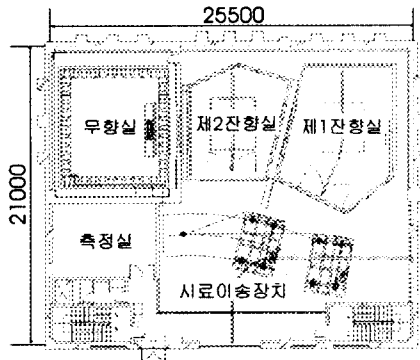
본 음향실험동은 건설분야의 소음, 진동 문제 해결에 크게 기여할 것으로 보며, 선진국들의 그것과 비교해 뒤지지않는 규모와 시설을 자랑한다. 특히, 성능면에서 국제규격인 ISO 및 일본의 JIS 규격에 충분히 부합되는 음향성능을 갖추었고, 자동화 시설을 완비함으로써 신속하고 정확한 시험을 수행할 수 있다.

또한, 다수의 실험실들의 연계성을 통해 다양한 시험과 연구를 여러 관점에서 병행해 나갈 수 있다는 점은 측정 데이터들의 오차를 줄

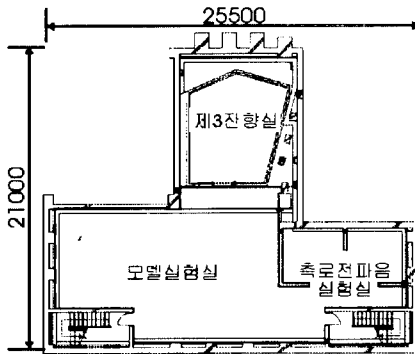
이고 데이터베이스화시켜 국내 소음, 진동 분야의 한 기준이 될 수 있으리라 생각되며 향후 많은 연구를 수행해 나가겠다.

6. 참고문헌

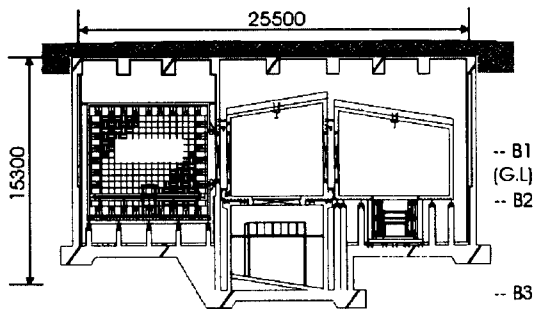
- 1) Yasuoka Hirohito, Akao Shinichi, “三井建設技術研究所의 新音響實驗室에 대해서”, 일본건축학회대회 학술강연논문집, 昭和 58 年, pp. 143-144
- 2) Masanao Ohwaki, “熊谷技術研究所 音響實驗棟의 音響特性에 대해서”, 일본음향학회 강연논문집, 平成 2 年, pp. 719-720
- 3) ISO 140/3-1978 건축자재의 차음특성-실험실법
- 4) ISO 3741, KS 0704, 잔향실내에서 음원의 Sound Power Level 측정
- 5) ISO 3745-1977 무향실내 자유음장의 이론치와 실험치의 편차
- 6) 표준과학연구원, “대우건설기술연구소 음향실험동 음향특성 평가 보고서”



(a) Plane drawing of B1



(b) Plane drawing of B3



(c) Section drawing

Fig. 1 Plane and section drawing of a laboratory

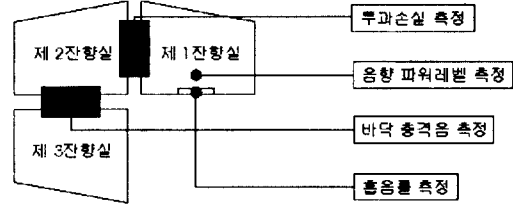


Fig. 2 Constitution sketch and experimental item on the Reverberation room

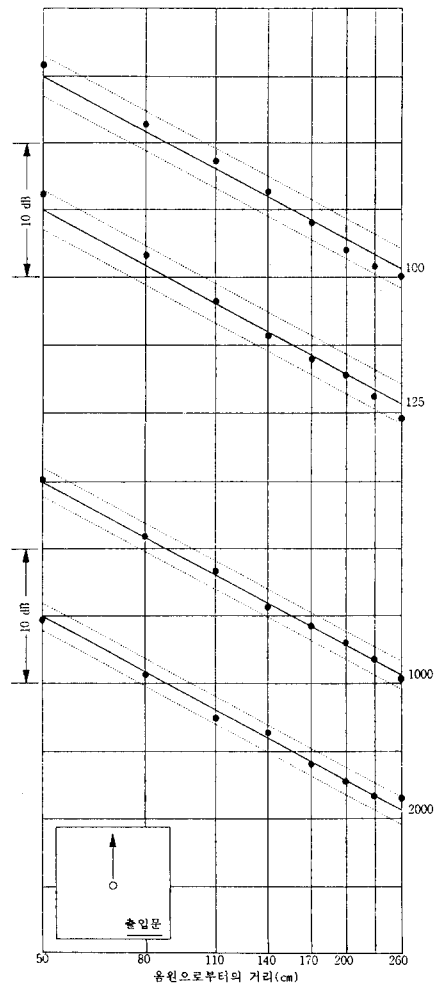


Fig. 3 The inverse square law of an Anechoic room

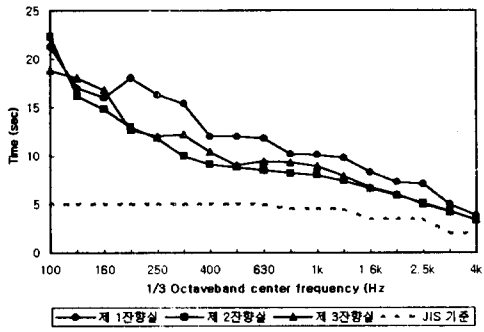


Fig. 4 Reverberation Time of Reverberation rooms

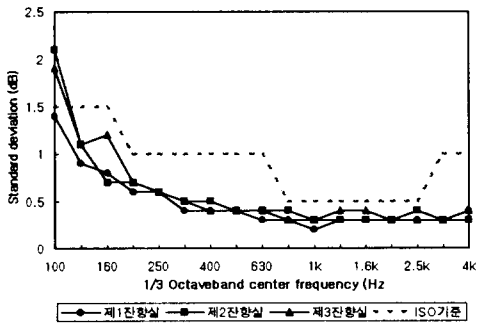


Fig. 5 Standard deviation of sound pressure level distribution in Reverberation rooms

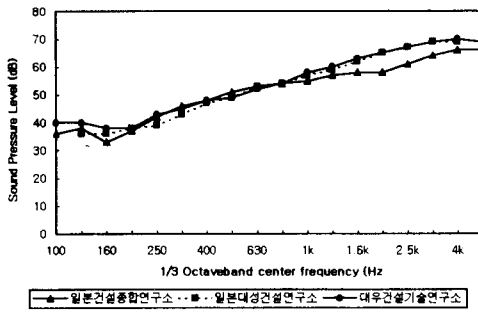


Fig. 6 Transmission Loss of the concrete block (150mm)