

잔향실법 흡음률 측정에 미치는 확산체의 영향

The effect of diffusers on the measurement of sound absorption in a reverberation room

한희갑[†] · 김경호^{*}

Han Hee-Kab, Kim Kyung-Ho

Key Words : Sound absorption ratio(흡음률), reverberation room(잔향실), Diffusion(확산)

ABSTRACT

Recently, international standard for measurement of sound absorption in a reverberation room has been amended. In the revised version, temperature, humidity and air pressure conditions are strictly restricted and also the concrete procedures are presented to reduce the differences in test results by adding inspection of diffusion, measurement uncertainty etc. In this paper, the systematic tests are conducted based on the inspection guide of diffusion defined by ISO 354 and the effects of diffusers on the measurement of sound absorption ratio are considered. As a result, we perceived that the averaged sound absorption ratio in mid and high frequency range is expected to measure around 0.05~0.1 higher in high sound absorption material. Therefore, as for the reverberation room for measurement of sound absorption, we need to take into consideration not only the spatial standard deviation of sound pressure mandated by ISO 3741, but also, inspection regulation of diffusion showed by ISO 354.

1. 서론

WTO 체제하에 자유무역협정(FTA), 상호인정 약정(MRA) 등의 체결이 급속히 진행되면서 국가 간 제품 뿐만 아니라 문화, 서비스, 기술 등 사회 거의 모든 분야에 대한 장벽이 허물어짐에 따라 제품의 인증이나 시험 등도 국제적으로 통용될 수 있도록 하기 위한 각종 시스템이 속속 마련되고 있다. 그 일환으로 시험소간 시험결과의 적합성을 인정할 수 있는 시험방법과 시험기관의 표준화 절차도 매우 빠르게 진행되고 있는 가운데 최근 개정되고 있는 ISO 시험규격들도 시험소간 편차를 줄이기 위해 측정조건을 점차 구체적이고 엄격하게 명시하고 있는 추세이다.

한편, 음향소재의 흡음성을 실험적으로 구하기 위해서는 잔향실법 흡음률 측정방법이 가장 널리 이용된다. 그러나, 이 방법은 측정실의 온도, 습도, 대기압 등의 환경조건, 실의 체적 및 형상과 같은 기하학적 조건 그리고 음장의 확산성 및 잔향시간 분석기법 등 흡음률 측정결과에 영향을 미칠 수 있는 많은 편차요인이 존재하며, 이는 그대로 시험소간 시험결과의 편차로 나타나게 된다.

이에 잔향실법 흡음률 측정방법에 관한 국제규격인 ISO 354 도 최근 개정판(2003 년도)에서 온도, 습도 및 대기압 조건을 엄격하게 제한하고 있을 뿐만 아니라 흡음률 산출 시 이를 보정하도록

명시하고 있다. 또한, 확산음장의 검사방법을 규정하고, 측정불확도 (measurement uncertainty)에 대한 내용을 언급하는 등 측정편차를 줄이기 위한 보다 구체적인 절차를 마련하였다.

본 연구는 ISO 354:2003 에서 규정하고 있는 흡음률 측정 잔향실의 확산성 검사방법에 근거하여 일련의 시험을 실시하고, 확산체가 흡음률 측정에 미치는 영향을 규명하는 것이다.

2. 시험 개요

2.1 확산음장 조건

ISO 354 에서 규정하고 있는 흡음률 측정 잔향실의 확산음장 조건과 검사방법은 다음과 같다.

1) 음장의 확산

잔향실 형상에 관계없이 확산을 만족하기 위해서는 고정 확산체 또는 회전날개형 확산판이 일반적으로 필요하다.

2) 확산체의 조건

- 흡음률이 낮을 것
- 면밀도 5kg/m²의 판재
- 0.8~3m²의 서로 다른 면적을 골고루 설치

3) 확산성 검사 시편의 조건

- 5~10cm 두께의 다공성 흡음재
- 500~4000Hz 대역에서 0.9 이상의 흡음률
- Ex) 유리면, 암면, 폴리우레탄 폼 등

4) 확산성 검사 방법

- 확산체가 없는 조건의 흡음률을 측정한다.
- 확산체 면적을 약 5m²씩 증가시키면서 흡음률을 측정한다.

[†] (주)KCC 중앙연구소 건축음향연구실

E-mail : sound@kccworld.co.kr

Tel : (031) 288-3000, Fax : (031) 288-3015

^{*} (주)KCC 중앙연구소 건축음향연구실

- 확산체 면적에 따른 500~5000Hz 대역의 평균흡음률을 도출한다.
- 최적의 확산체 개수는 확산체 증가에 따라 평균흡음률이 최고점에 달하고, 그 후 일정한 값에 도달할 때이다.

여기서 주목할만한 점은 잔향실내 음향파워 측정방법인 ISO 3741에서는 실내 음압의 공간표준편차가 확산성 검사대상이지만, ISO 354에서는 흡음률 값이 확산성 조사기준이 되고 있다는 점으로, 이는 측정목적에 따라 확산성 검사도 그에 적합한 기준으로 규정되어야 함을 암시한다.

2.2 시험조건

다음은 본 연구의 시험조건을 정리한 것이다.

1) 잔향실 조건

형상	부정형 7면체
체적	246.4 m ³
표면적	234.5 m ²
시료설치면적	12 m ²

2) 시편 조건

시편구분	두께 (mm)	밀도 (kg/m ³)	비고
PU 50	50	35	다공질 폴리우레탄 폼
NRT	15	-	슬릿 공명형 목재 흡음판 (노벨로덤톤) 공기층:100mm
MT 420	15	380	미네랄울 천장재 (KCC 마이톤)

3) 확산체 조건

- 재질: polycarbonate
- 두께: 5 mm
- 면밀도: 5.4 kg/m²

구분	L(m) × W(m)		면적(m ²)	개수
A	0.9	1.0	0.90	1
B	0.8	1.2	0.96	1
C	1.0	1.1	1.10	1
D	0.8	1.8	1.44	1
E	0.9	1.8	1.62	1
F	1.0	1.8	1.80	2
G	1.0	2.0	2.00	5

4) 확산체 설치 조건

구분	확산체 설치 조건	면적(m ²)
DF0	없음	0
DF5	E+F+G	5.42
DF10	A+E+F+G(3)	10.32
DF15	A+D+E+F(2)+G(4)	15.56
DF20	A+B+C+D+E+F(2)+G(5)	19.62

3. 시험결과 및 고찰

Fig. 1은 동일한 시편(PU 50)에 대하여 본 시험의 재현성을 시험한 결과이다. 시험일을 달리하거나 시편을 재설치 하는 등의 방법으로 총 6회에 걸쳐 재시험을 한 결과, 전 주파수대역에 걸쳐 흡음률의 표준편차가 0.01 이하로서 재현성이 우수한 것으로 나타난다.

Fig. 2는 다양한 디퓨저 설치조건에 대하여 PU 50 시편의 흡음률 측정결과를 도출한 것이다. PU 50 시편은 ISO 354에서 규정하는 확산성 검사 표준시편으로 간주될 수 있는 다공질 시편이다. 그림에서 확산판을 설치한 경우 500Hz 이하의 저주파 영역에서는 흡음률 변화가 미미하나, 500Hz 이상의 중고주파 대역에서는 평균흡음률이 약 0.05~0.06 정도 증가됨을 알 수 있다.

Fig. 3은 다공질과 흡음특성이 다른 공명형 흡음시편으로 중고주파 흡음률이 0.8에 근접하는 목재 흡음판을 대상으로 시험한 결과이다. 시편설치의 어려움과 시간적 제약으로 확산판 튜닝 전후만의 시험결과로, 고흡음 다공질 흡음재와 유사하게 확산판이 있는 경우 중고주파 대역에서 평균 0.07 정도 흡음률이 높게 측정됨을 알 수 있다.

Fig. 4는 미네랄울 흡음 천장재(MT 420)를 대상으로 시험한 결과로서, 흡음률이 0.6이하인 경우 확산판의 영향이 거의 없는 것을 알 수 있다.

시편의 종류별로 확산판 조건에 따른 평균흡음률의 추이를 종합적으로 도출하면 Fig. 5와 같다. 그림에서 확산판이 흡음률 측정에 영향을 미치는 조건이 흡음률이 높은 재료의 중고주파 대역임을 알 수 있다. ISO 354의 확산성 검사 규정의 의미를 짐작할 수 있는 결과라 할 수 있다.

Fig. 6은 본 연구에서 실시한 확산판 유무와 설치 조건에 따라 실의 공간음압표준편차를 도출한 것으로, ISO 3741의 확산성 기준을 모두 만족하는 것을 알 수 있다. 이는 흡음률 시험의 확산성 검사대상이 음압 분포가 아닌 흡음률이 되어야 함을 반증하는 결과라 할 수 있다.

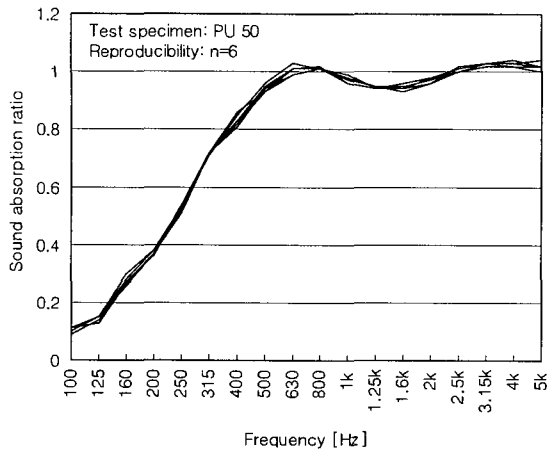


Fig. 1 Reproducibility for the measurement of sound absorption ratio; test specimen PU 50, n=6

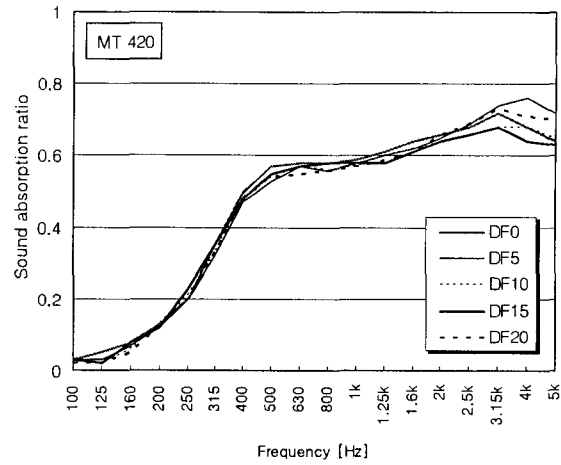


Fig. 4 Sound absorption ratio of the MT 420 with various diffuser setup

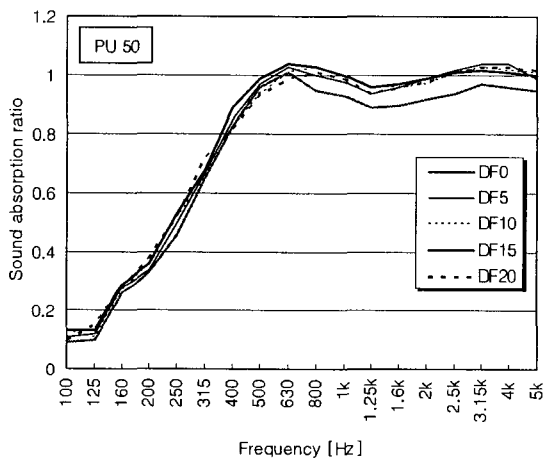


Fig. 2 Sound absorption ratio of the PU 50 with various diffuser setup

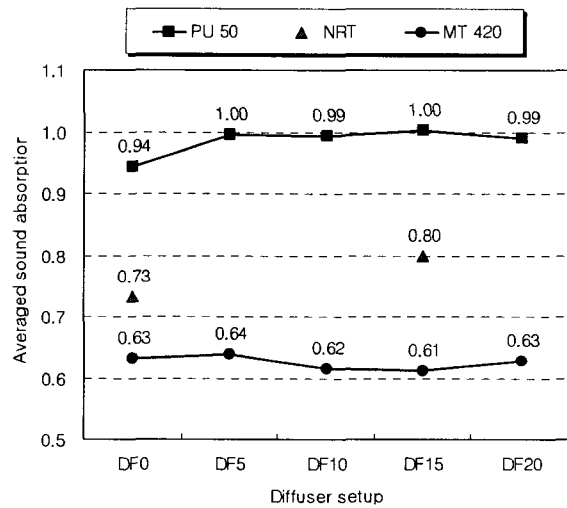


Fig. 5 Changes of averaged sound absorption ratio with various diffuser setup in 500~5000Hz range

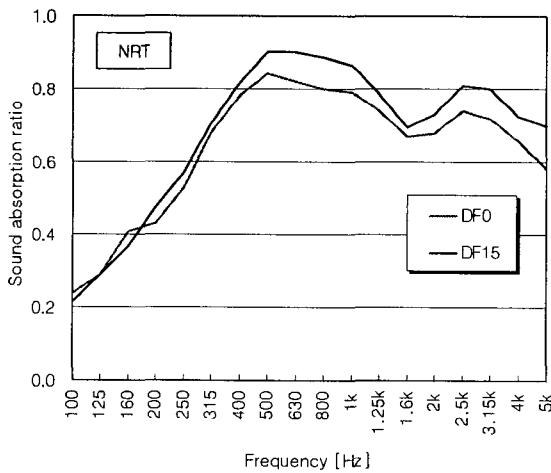


Fig. 3 Sound absorption ratio of the NRT with different diffuser setup

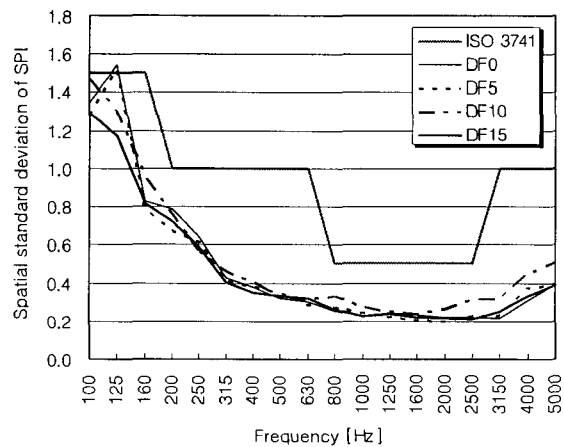


Fig. 6 Spatial standard deviation of sound pressure level in a reverberation room with various diffuser setup

4. 결 론

잔향실법 흡음률 시험에 있어서 ISO 354:2003의 규정에 따라 확산체를 설치하여 확산성을 검사하였다. 그 결과 흡음률이 높은 소재의 경우 확산체를 설치하지 않은 공실 조건에 비해 중고주파대역(500~5000Hz)의 흡음률이 평균 0.05~0.1 정도 높게 측정될 수 있음을 확인하였다. 그러나, 흡음률이 0.6 이하인 소재의 흡음률 측정에는 확산판의 영향이 미미한 것으로 파악되었다.

확산체의 유무, 확산체의 설치면적에 관계없이 잔향실내 음압분포 즉, 음압의 공간적 표준편차가 ISO 3741의 기준에 모두 만족한 수준이었음에도 불구하고, 확산체를 설치함으로써 흡음률 측정결과가 증가하여 일정 수준으로 수렴되는 것을 볼 때 흡음률 측정 잔향실에 대한 확산성을 만족하기 위해서는 ISO 354:2003에 근거하여 반드시 재검토 되어 할 필요가 있다고 판단된다. 또한 ISO 354의 확산성 검사규정이 시험소간 편차를 줄이기 위한 주요 검토대상이자 일련의 대책이 될 수 있음을 확인하였다.

후 기

본 연구에 협조해 주신 ㈜사차원엔지니어링 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

- (1) International Standard, 2003, ISO 354, Acoustics-Measurement of Sound Absorption in a Reverberation Room, International Organization for Standardization.
- (2) 한국산업규격, 2004, KS F 2805, 잔향실법 흡음률 측정방법, 한국표준협회
- (3) Satoshi Sugie, 2004, “小林理學研究所の音響實驗施設”, 騒音制御, Vol.28, No.3, pp.167~172
- (4) Hidetoshi Tsurita, 2004, “Nichias 音響實驗施設”, 騒音制御, Vol.28, No.3, pp.177~179
- (5) 한희갑, 김경호, 2005, “ISO 음향시험동 설치사례” 한국소음진동공학회 춘계학술대회