

건물 및 건물부재의 차음성능 측정을 위한 표준 측정실의 KS 규격화에 관한 연구

○오 양 기*, 김 흥 식**, 김 선 우***

A Study on the KS Standardization of Test Rooms for the Measurement of Sound Insulation in Buildings and of Building Elements

Yang-Ki Oh, Heung-Sik Kim, Sun-Woo Kim

Abstract

Revision of KS, Korean Standards, is currently actively discussed. It is just the time for a new world class standards under the new system with WTO, World Trade Organization. This paper is a part of "Researchs on the Standards in the Building Acoustic Field", as one of KS revision projects. The aim of this study is to define the requirements of laboratory test facilities with suppressed flanking transmission. In the former KS, there is no items matched with this purpose. Therefore comparing several results with different measuring conditions of a laboratory and results between different laboratories was impossible. On these basis, a new part of KS is proposed, and some problems remained and further discussions in the proposed draft are described in this study .

1. 서 론

음향분야 KS 규격의 새로운 제정 및 개정이 최근 활발히 논의되고 있다. 세계무역기구 체제에 발맞추어 우리나라에서 뿐 아니라 세계적으로 통용될 수 있는 측정의 기준을 마련하는 일은 일본 등 외국의 예를 굳이 들추지 않더라도 시기적으로 매우 시급한 일이다. 또한, 이러한 세계화의 추세와 더불어 아직 그 체계가 확고히 굳어지지 않은 우리의 측정기준 KS를 짜임새있게 개편하는 일도 중요한 의미를 갖는다. 위의 배경에 따라 산업자원부 산하 기술표준원에서는 "건축물 음향경분야

표준화 연구"를 수행하고 있으며, 이 논문은 이 사업에 의해 얻어진 결과의 일부이다.

이 논문은 벽이나 바닥 등 건물 부재의 차음성능을 측정하기 위한 표준 측정실의 조건을 규정하기 위한 것이다. 과거의 KS 체제에서는 측정방법에 관한 규정은 있으나, 측정실의 조건에 관한 규정이 없었으므로 한 측정실 내의 조건 변화에 따른, 혹은 여러 측정실 사이의 결과를 검증하고, 비교하는 데 어려움이 있었다. 이 논문에서는 국제 규격으로서 표준화의 구심점에 서 있는 ISO의 측정실 관련 기준(ISO 140-1)을 참조하여 우리나라의 규정을 제안하고, 그 문제점을 파악하며 이에 따른 앞으로의 논의 방향을 설정하고자 하는 데 목적을 두고 있다.

* 정회원, 공학박사, 목포대학교 교수

** 대한주택공사 주택연구소 수석연구원

*** 전남대학교 건축학과 교수

본 연구는 기술표준원의 학술연구용역에 따른 "건축물 음향경분야 표준화 연구"의 연구결과의 일부임

2. 측정실 조건에 관한 KS 규정 시안(발췌)

1 범위

이 규격은 음원실과 수음실의 구조적 절연을 포함하여 시편 이외의 경로에 의한 간접투과가 잘 차단되어있는 실험실적 측정 방법에 적용한다.

2 관련 규격

이 규정의 조항은 KS와 ISO 등 국내/외 규격을 참조하여 만들어졌다.

3. 확산음장에서의 공기전달음 차음 측정을 위한 실험실 측정장치

표준 측정실은 시편이 설치되는 개구부를 공유하며 인접한 두 개의 잔향실로 구성된다.

3.1 실험실

- 표준 측정실의 두 잔향실은 그 용적과 칫수가 정확히 일치해서는 안되며, 적어도 10% 이상의 차이를 갖고 있어야 한다. 실의 용적은 최소 50m³ 이상이어야 한다.

- 방의 형태나 칫수 비율은 저주파 대역의 모드 중첩이 발생하지 않도록 하여야 한다. 혹은 적어도 저주파 대역 모드가 가능한 균일하게 분포하도록 선택하여야 한다. 실내에서 모드 중첩에 의한 음압레벨의 큰 변동이 있다고 판단될 때에는 실내에 확산체를 반드시 설치하여야 한다. 확산체는 음감쇠지수에의 영향이 없어야 하며, 이 목표를 만족하는지에 대하여 그 위치와 갯수를 실험에 의해 평가하여야 한다.

- 저주파 대역에서의 잔향시간이 2초를 넘거나 1초 이하일 경우, 측정된 음감쇠지수가 잔향시간에 의해 영향을 받았는지의 여부를 체크하여야 한다. 영향이 있다고 판단될 경우, 확산체가 설치되어 있다고 할 지라도, 실의 저음 잔향시간을 아래의 범위로 수정하여야 한다.

$$1 \leq t \leq 2(V/50)^{2/3}, V \text{는 실의 용적}(m^3)$$

- 수음실의 배경소음레벨은 음원실의 음원 파워와 시편의 차음량을 고려하여, 음원실로부터 투과된 음의 측정이 가능할 정도로 충분히 작아야 한다.

- 음감쇠지수를 측정하기 위한 실험실에는 간접투과경로에 의해 전달된 음이 시편을 투과한 음에 비해서 무시할 수 있을 정도로 작아야 한다. 간접투과에 의해 제한되는 최대 측정가능 음감쇠지수 R'_{max} 의 평가 방법이 부록 A에 기술되어 있다.

3.2 개구부

3.2.1 벽과 바닥

- 벽의 측정을 위해서는 10m²의, 바닥은 10m² 내지 20m²의 시편이 사용되며, 벽과 바닥 모두에 대하여 단면의 길이가 2.3m 이상이어야 한다.

- 측정 대상인 최저주파수가 시편 단면의 1/2보다 작은 경우, 가능하면 부록 C의 유리 측정용 개구부 조건을 사용하는 것이 바람직하다.

3.2.2 문 및 이와 유사한 부재

- 문 및 문과 유사한 부재를 측정하기 위해서는 10m² 보다 적은 개구부 면적이 적절하다.

3.2.3 창문과 유리

- 창문 및 유리를 측정하기 위해서는 10m² 미만의 유리샘플이나 창문부재가 채움벽체(filler wall)에 삽입되어야 한다.

- 채움벽체는 아래의 요구조건을 따라야 한다.

- a) 채움벽체의 차음량은 모든 주파수 대역에서 측정용 시편보다 적어도 6dB 이상, 바람직하게는 15dB 이상 커야 한다.

- b) 채움벽체의 총 두께가 50cm을 초과해서는 안된다.

- c) 시편의 두께가 채움벽체의 두께보다 얇을 경우, 채움벽체의 양쪽에서 시편쪽으로 들어간 깊이(니치)는 서로 달라야 하며, 대략 2:1의 비율이 되도록 한다. 니치면은 모든 측정주파수에서 0.1 이하의 흡음률을 가진 재료로 사용하여야 한다.

- 측정용 개구부가 있는 채움벽체의 적절한 구성 예가 부록 C에 나와 있다.

4 바닥과 바닥바감재의 충격음 차음성능 측정을 위한 실험실 측정장치

4.1 수음실

- 수음실의 용적은 50m³ 이상이어야 한다.

- 수음실의 형태나 칫수 비율은 저주파 대역의 모드 중첩이 발생하지 않도록 하여야 한다. 혹은 적어도 저주파 대역 모드가 가능한 균일하게 분포하도록 선택하여야 한다. 실내에서 모드 중첩에 의한 음압레벨의 큰 변동이 있다고 판단될 때에는 실내에 확산체를 반드시 설치하여야 한다. 확산체는 음감쇠지수에의 영향이 없어야 하며, 이 목표를 만족하는지에 대하여 그 위치와 갯수를 실험에 의해 평가하여야 한다.

- 저주파수 대역에서의 잔향시간이 2초 이상이거나 1초 이하이면 충격음 차음성능의 측정값이 잔향시간에 의해 영향을 받는지를 체크하여야 하며, 영향이 있다고 판정되면 실내의 확산체 유무에도

불구하고 저주파수 대역에서의 잔향시간이 아래의 범위에 들 수 있도록 실험실을 개수하여야 한다.

$$1 \leq t \leq 2(V/50)^{2/3}, V \text{는 실의 용적}(m^3)$$

- 수음실의 배경소음레벨은 음원실의 태핑머신의 특성과 시편의 충격음 차음량을 고려하여, 음원실로부터 투과된 음의 측정이 가능할 정도로 충분히 작아야 한다.
- 수음실과 음원실의 공기전달음 차음량은 충분히 커서 수음실의 음장이 측정 대상 바닥의 충격음에 의해서만 조성될 수 있어야 한다.

4.2 측정용 개구부

- 측정용 개구부의 크기는 10m'부터 20m' 사이에 있어야 하며, 단변의 길이가 2.3m보다 작아서는 안 된다.
- ISO 140-8에 의하여 바닥마감재에 의한 바닥충격음 음압레벨의 감소량을 측정할 때에는 측정용 개구부의 면적이 적어도 10m' 이상이어야 한다.

부록 A 최대 측정가능 음감쇠지수의 평가

A.1 개요

A.2 대표시험구조체

A.2.1 벽체

- A 타일 : 경량패널
- B 타일 : 경량 조적벽
- C 타일 : 중량 조적벽

A.2.2 바닥

- A 타일 : 경량바닥
- B 타일 : 경량 조적바닥
- C 타일 : 중량 콘크리트바닥

부록 B 창문이나 유리 등 개구부의 측정을 위한 채움벽체의 음감쇠지수 측정

B.1 개요

B.2 권장방법

B.3 대안적 방법

B.4 결과의 표기

부록 C 유리의 차음성능을 측정하기 위한 측정용 개구부

채움벽체는 면밀도 1800Kg/m³ 이상인 두 개의 콘크리트나 미장된 벽돌벽으로 만들어진다. 두벽 사이의 틈은 광면으로 채워지며 기밀성이 있는 반사재료로 마감되어야 한다.

3. 문제점 및 논의

3.1 저주파대역 모드중첩의 정량적 규정

“실의 형태나 컷수 비율은 저주파 대역 모드가 가능한 균일하게 분포하도록 결정하여야....”

실제로 잔향실에서 차음 측정을 하는 이유는 음원실과 수음실의 두 방이 확산음장을 이루고 있다는 가정 때문이다. 그러나 방의 형태나 컷수, 확산체의 유무, 마감재료 등에 따라 실제로 저음대역에서는 modal overlap이 발생하는 경우가 많으며, 육면체 형태의 방에서는 그 경향이 더욱 커지게 된다. 따라서 확산체가 없는 경우, 확산음장을 위해서는 현행 KS의 규격과 같이 비대칭면의 잔향실을 규정하는 것이 바람직할 것이나, 실험실 건축비용이나 시편설치의 불편 등에서 확산체를 갖는 육면체의 형태를 규정할 수도 있다. 그러나 이 모두의 경우, 음원실이나 수음실에서 측정된 음압레벨(SPL)의 타당성 여부를 검증할 수 있는 검사절차가 있어야 할 것으로 보인다. 즉 ISO에서도 인정하고 있듯이 실험실 내부에 저음의 모드 중첩현상이 있다면, 음원/수음실의 특정 부위에서 측정된 SPL은 크고 다른 특정부위의 SPL은 매우 작아지는 등 측정의 일관성이 크게 저하될 수 있기 때문이다. (예를 들어 음원실의 최저음압위치와 수음실의 최고음압위치에서 측정된 저주파의 투과손실량은 그 반대의 경우에 비해 10dB 이상 작아질 수 있다.) 따라서 음원실과 수음실 모두에서, 적어도 잔향실법의 측정방식에서는, 측정실의 유효성 검증을 위한 사전 절차가 필요하며, 그 검사의 결과 특정 주파수대역에서 모드중첩이 있는 것으로 판단된다면 음원이나 마이크로폰의 위치를 다양하게 변화시켜 가면서 여러 차례 측정한 결과를 평균하는 방법 등을 사용하여야만 할 것이다 즉, 적어도 측정실에 관한 이 규정이나 측정방법에 관한 관련 규정에서 1)저주파 모드의 존재 여부를 확인할 수 있는 검증방법과 2)모드중첩이 있을 경우 음원과 마이크로폰의 위치를 어떻게 다양화하여야 하는지, 3)그리고 몇차례의 측정결과를 어떻게 평균하여야 하는지 등을 규정하여야 할 것으로 사료된다.

3.2 확산체 설치조건 및 설치방법의 모호성

“실내에서 음압레벨이 크게 변동한다면 강한 정재파가 존재하는 것이므로, 적절한 위치와 개수의 확산체를 설치....”

확산체를 설치하거나, 부정형의 형태를 갖도록 함으로써 정재파, 혹은 저음의 모드 중첩을 없앨 수도 있지만, 그렇지 못할 수도 있다. 따라서 “확산체를 설치함으로써 정재파를 없애야 하며 그 위치

등은 실험에 의해 평가한다” 식으로 막연하게 규정하는 것 보다 정재파 등의 유무를 정량적 기준에 의해 검사하도록 하여 유/무의 경우에 해당하는 측정방법을 별도로 규정하는 것이 합리적이다. 이때 정재파가 없을 경우의 측정이 그 횡수나 위치 등에서 훨씬 단순할 것이므로 실험실을 만들 때 부정형이나 확산체, rotating vane, 저음흡음재 등을 이용하여 확산음장을 조성하려 노력할 것이다. 즉 정재파의 존재나 그 정도 등을 좀 더 명확하게 규정화하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

3.3 잔향시간이 측정 결과에 미치는 영향
 “음감쇠지수가 잔향시간에 의해 영향을 받았다고 판단될 경우.....”

저주파의 잔향시간이 지나치게 짧을 경우는 (수음실의 저음 흡음력에 의해) 저음의 투과손실이 실제보다 큰 것으로 측정되는 현상이 발생하며, 저음의 잔향시간이 지나치게 긴 경우는 저음의 모드중첩 발생 가능성이 커진다. 그러나 위 “저주파 대역”의 한계가 어디인지 명확하게 정의하여야 할 필요가 있다. 50m’ 정도의 용적이라면, 대개는 250Hz 정도까지 높게는 500Hz 대역까지에도 가시적인 모드중첩이 생길 우려가 있으므로, 그 한계에 대한 논의가 필요하다.

3.4 측정시 신호대잡음비의 허용기준 및 보정방법
 “수음실의 배경소음레벨은 음원파워와 차음량을 고려하여 측정이 가능할 정도로 충분히 낮아야...”
 소스의 on/off시 측정음 레벨의 차이, 즉 신호대잡음비의 구체적인 값으로 규정하여야 할 것이다. 이 신호대잡음비가 지나치게 낮을 경우(특히 고주파대역) 이를 보정하는 방법이라든지 혹은 무시하는 방법 등에 대해서도 규정하여야 한다. 간접투과경로에 의한 잡음이 차음성능의 평가에 미칠 영향을 고려하여 이를 자세하게 보정할 수 있도록 규정하면서도, 이와 유사하게 측정의 결과를 왜곡시킬 수 있는 낮은 신호대잡음비의 영향은 애매하게 판단하도록 맡기는 것은 규정 전체의 균형을 해칠 수 있다.

3.5 측정실의 적정 용적
 “측정실의 용적은 50m’ 이상이어야 하며 50m’에서 60m’ 사이가 권장.....”
 측정실이 지나치게 큰 것도, 작은 것도 확산음장이거나 저주파모드, 잔향시간 등에 부정적 요인을 제공하게 된다. 이러한 근거에서 50 내지 60m’ 정도의

용적을 권장하는 것이다. 그러나 측정실의 용적은 실의 평면이나 단면 형태와 관련을 갖고 변한다. 같은 용적일지라도 부정형 평/단면의 측정실은 상대적으로 측정 지점의 가용 범위가 줄어들게 되므로 이에 대한 고려가 필요하다.

3.6 측정 방법의 다양성에 대한 고려
 “표준 측정실은 두 개의 인접한 잔향실로.....”

표준적 측정방법의 다양성을 위하여, 무향실 조건의 수음실도 고려해볼 필요가 있다. 이러한 방법은 측정실에 관한 이 규정에 의해서만 가능한 것은 아니며, 실험실적 측정 방법이 있어서도 다양성이 허용되는 것을 전제로 하여야 한다.

3.7 바닥충격원의 다양성에 대한 고려
 “여섯 개의 대표시험구조체가.....”

국제 규격의 대부분이 아직은 중량충격원에 의한 바닥충격음의 평가를 표준화하고 있지 않다., 그러나 바닥패널 히팅방식을 채용하고 있는 우리의 여건을 고려하면, 중량충격원에 의한 차음성능 측정이 필요하며 KS의 이 부분에서 이를 반영할 수 있는 곳은 대표 시험구조체의 정의에서이다.

4. 결론

이상의 논의에서 제기한 문제점들중 많은 부분이 일련의 타당성 판단에 있어서 정량적 기준을 제시하지 못하고 실험자의 판단에 맡기는 모호한 규정에 있음을 알 수 있다. 또한 국제화와 더불어 고려되어야 할 우리나라에서의 필요성에 대한 판단이 요구됨을 알 수 있다.

참고문헌

- 1) ISO 140-1, Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1 : Requirements for laboratory test facilities with suppressed flanking transmission
- 2) ISO 140-3, Acoustics-Measurement of sound insulation buildings and building elements-Part 3 : Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements
- 3) ISO 140-8, Acoustics-Measurement of sound insulation buildings and building elements-Part 8 : Laboratory measurements of the reduction of transmitted impact noise by floor coverings on a heavyweight standard floor