

축소시편 실험을 통한 공기전달음 차단성능 분석

Analysis of airborne sound insulation performance by the experiment using small size specimen

김항*
Kim, Hang

박현구**
Park, Hyeon Ku

구희모***
Goo, Hee Mo

김선우****
Kim, Sun-Woo

Abstract

The residents' demand for the comfortable life is promoting development of wall and window which has high sound insulation performance. To develop wall system, various aspects should be considered on the environment, material, construction and structure. Especially focusing on the acoustical view, the economical solution is one of the most critical point. Recently the interest on the partition wall is being increased, because it is useful for the Rahmen type apartment which is considered as an alternative to reduce floor impact sound. This study examines simplified measurement method of airborne sound insulation applied small size specimen, in order to save money to be used for the standard specimen then to promote the development process. The results showed that the simplified method could be effective for the wall system the sound insulation performance upto Rw 50 dB, and for the judgement of rank order of sound insulation performance of the similar wall type while developing.

키워드 : 축소시편, 공기 전달음, 차단성능

Keywords : small size specimen, airborne sound transmission, insulation performance

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

소득수준이 향상될수록 의식주 문제에서 벗어나 다양한 욕구를 충족시키고자 한다. 특히 생활 공간에 있어 그 다양한 욕구는 개인의 안락한 공간을 요구하게 되는데, 음환경적 측면에서 볼 때, 소음으로부터 자유로운 공간을 추구하게 된다. 여기에서 말하는 소음이란 주로 상하층으로부터 전달되는 충격소음과 주변 실로부터 전달되는 공기전달음이 대부분이며, 문제가 되는 요소가 된다. 그 중 공기전달음은 경계에 설치된 벽과 같은 물체를 진동함으로써 인접공간으로 전달되게 되는데, 주변실로부터의 음악소리, TV 청취음, 대화소리 등 다양한 음들이 전달되어 공간의 프라이버시 및 음환경적 쾌적성과 밀접한 관련이 있는 것이다.

건축물에서는 사무공간 혹은 주거공간이 주변 실로부터 전달되는 공기전달음의 문제가 중요한 공간이 되며, 선박에 있어서도 공기전달음이 문제가 되는 경우가 있다. 고부가가치 선박으로 불리는 초대형 유조선(VLCC), LNG선, 초대형 컨

테이너선 등 대형화, 고속화됨에 따라 주요 장비를 비롯해 보조 기기들의 성능이 향상되어 왔다. 최근에는 기계적인 측면 외에도 선박의 고급화에 따라 질적인 면도 중요시 되어 가고 있는 추세이다. 선주들 또한 거주공간인 선실의 중요성을 인지하고 있으며, 선실에 대한 요구 성능이 점차 강화되고 있다. 이로 인해 그동안 선실 자재들을 생산하는 조선 기자재 업체에서는 고차음 성능을 가지는 패널 개발에 힘쓰고 있다.

패널 개발 단계에서의 문제점 중 하나는 시제품의 성능 평가에 따르는 시간과 비용이 많이 든다는 점이다. KS F 2808 및 KS F 2860과 같이 표준화된 방법을 사용할 경우 벽체의 면적이 10 m² 이상의 시제품이 필요한데, 개발단계에서 큰 면적을 만들어 설치하는 것도 문제가 되며 여러 종류의 제품을 비교해야 하는 점에 있어 경제적인 부담이 크게 작용하게 된다. 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 방법이 제품 설계단계에서 여러 가지 벽체의 성능을 예측하는 중요한 방법이지만, 해석을 위해 재료의 전달특성을 정확하게 입력해야 하고, 벽체의 조합이 많아지고 복잡해질수록 한계가 발생하게 된다. 이와 같은 해석적 방법은 단일재료로 이루어진 벽체에 대하여 좋은 결과를 보이지만, 복잡한 구조 혹은 중간에 공기층이 있는 경우 등에 대해 실제 결과와 차이를 보이는 등 적용상에 한계가 있다. 특히 기존 13개의 이중 패널에 대한 예측 모델을 분석한 결과에 따르면 예측 모델마다 결과의 편차가 크게 나타나며 중요한 변수들에게 대한 보원이 필요한 것으로 나타났다.

축소시편에 의한 실험은 개발 대상 재료를 실제로 실험실에 적용하여 측정할 수 있는 장점이 있으며, 다양한 조합을 통해 벽체의 성능을 평가할 수 있는 장점이 있다. 표준화된 방법과

* Senior Researcher, KOMERI

** Corresponding Author, Research Professor, Chonnam National University (soundpark@crimail.net)

*** Senior Researcher, KOMERI

**** Professor, School of Architecture, Chonnam National University

다소 차이가 발생할 수 있지만, 축소 시편 실험의 중요한 목적은 제품 개발 단계에서 벽체의 성능의 차이를 본다는 점에 있으므로 다양한 벽체 구성에 대한 실험을 통해 성능의 차이를 판단할 수 있게 된다. 축소 시편 실험을 통해 개발된 소수의 벽체를 표준화된 방법에 의해 평가하게 된다면, 기존의 방법에 비해 경제적 및 시간적으로 보다 효율적일 것으로 사료된다.

공기전달음에 관한 축소실험 연구로는 정진연 등(2007)이 축소실험 타당성을 살펴보았으며, 단일벽 및 공기층에 의한 영향이 적은 것을 검토하였다(8). 검토를 위해 사용된 벽체는 단순한 패널과 그 패널을 사용한 이중 패널이었으므로 더 많은 구조에 대한 검토를 필요로 하고 있다. 양홍석 등(2007)도 소형 경량 패널을 사용하여 차음성능 영향요인별 특성을 검토하였으나(9), 주로 축소 시편을 통한 차음 특성을 분석하기 위한 목적이었으며 사용된 축소 시편의 크기도 2.7㎡로서 보다 더 축소된 시편에 대한 검토를 필요로 한다. 이영현 등(2009)도 간이 잔향실을 이용하여 축소된 시편의 차음성능을 검토하여 표준 잔향실의 실험결과와 유사한 결과를 얻었다(10). 그러나 실험을 위해 사용된 대상 시편이 샌드위치 패널만을 대상으로 하였기 때문에 보다 더 다양한 벽체에 대한 검토가 필요하며, 간이 잔향실 구축을 위한 기술적, 경제적인 부담 또한 해결해야 할 과제가 된다. 특히 간이 시험장치의 경우 시험장치에 사용된 음원실 및 수음실의 크기가 작아 저주파수 대역에서의 값에 큰 오차가 발생하게 되며(11), 공기전달음 차단성능 평가에 있어 저주파수 대역에 의해 단일성능 평가값이 좌우되는 경우가 많으므로 제품 개발을 위한 사용에는 다소 문제점이 있는 것으로 판단된다.

이에 따라 구희모 등(2010)은 보다 축소된 크기인 1.2㎡의 시편을 사용하여 Steel 강판으로 된 선박용 패널과 건축용으로 사용되는 경량 콘크리트 패널을 사용하여 축소 실험의 가능성을 검토하였다(12). 본 연구는 선행 연구에 대상 시편을 더욱 다양하게 하였으며, 선박 및 건축물에 주로 사용되는 벽체 및 외벽에 사용되는 창을 포함하였다. 본 연구의 목적은 표준화된 측정 방법시 제기되는 비용 및 시간적 문제를 해결하기 위한 방안으로 간략화된 실험방법의 가능성을 검토하고자 한 것이며, 벽체의 시편을 작게 하여 평가한 차음성능에 대해 표준화된 시편 크기에 대한 결과와의 비교를 통해 간략화된 시험방법의 적용 범위를 제안하고자 하였다.

1.2. 연구방법 및 범위

본 연구는 (재)한국조선해양기재연구원에서 보유중인 ISO 10140-1 TYPE II에서 정의 되어진 실험실에서 진행하였다.

1) TYPE II 차음실

실험실 조건은 용적과 치수가 정확히 일치해서는 안되며, 적어도 10%이상 차이를 갖고 있어야 한다. 측정용 개구부는 벽이나 바닥 전체에 걸쳐 떨어져 있도록 하여, 시편이 실험실의 벽면 혹은 바닥면의 전체를 구성하도록 해야 한다. 실내 잔향시간이 음향 감쇠 계수에 영향을 미친다고 판단 될 경우에는 실의 저주파수 대역에서의 잔향 시간(t)을 다음의 범위로 수정하여야 한다.

$$1 \leq t \leq (V/50)^{2/3}$$

여기에서 t :잔향 시간(s)

V :실의 용적(m^3)

본 실험실은 내부 흡음재 설치를 통해 실내의 잔향 시간을 1 ~ 2 초의 범위로 설정하였다. Fig. 1, 2는 각각 차음성능 시험을 위한 시험실의 외부 및 내부 구성을 보여주는 사진이다.



Fig. 1. Outside of test room



Fig. 2. Inside of test room

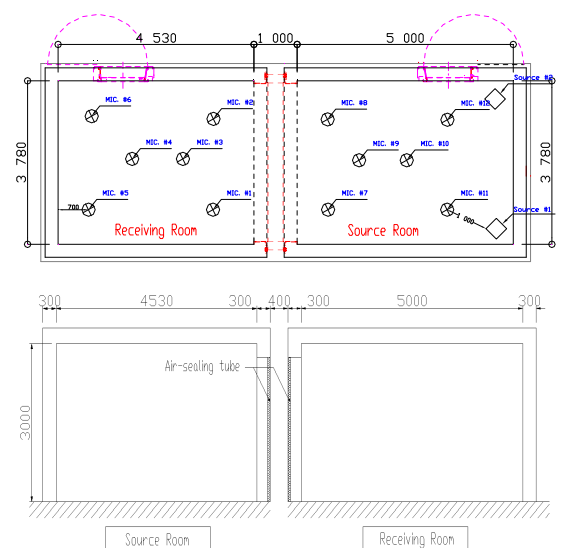


Fig. 3. Drawing of test room (Top : floor plan, bottom : section)

2) 시험틀 설치

실험을 진행하기 위해 ISO에 규정된 설치방법을 토대로 과 본 연구에서는 크기가 작은 시편을 축소 시편(Small size specimen)으로 명명하였다. 표준 시편(Full size specimen)의 설치는 개구부 전체를 사용하여 설치하였으며, 설치 면적은 3.650(L) * 2.740(H)로 12 m²이다.

아울러 축소 시편의 경우는 채움벽체(Rw = 70dB)의 중앙에 별도의 개구부를 뚫었으며, 개구부의 측면에 철제 프레임을 설치하여 시편 설치가 가능하게 제작하였다. 설치 면적은 1.200 (L) * 1.000(H)로 표준 시편의 1/10 크기인 1.2 m²이다(Fig. 4).



Fig. 4. Installed Test specimen of Test Room(Left : Full size, Right : Small size)

2. 실험실에서의 차음성능 실험

2.1. 실험방법

실험은 ISO 10140-2:2010(13)에 따라 이루어지며, 음원실에서 음원(스피커)을 발생시켜 음원실과 수음실에서의 평균 음압 레벨을 측정하여 아래 식에 따라 음향감쇠계수(음향투과손실) R을 산출한다.

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \left(\frac{S}{A} \right)$$

여기에서, L₁, L₂는 음원실, 수음실에서의 평균 음압레벨이며, S는 시료의 면적, A는 등가흡음력을 의미한다.

2.2. 평가방법

차음성능 평가는 가중음향감쇠계수 Rw를 이용하여, 계산

한다. 평가값은 ISO 717-1:1996에 따르며, 16개의 1/3옥타브 밴드에 대해 기준곡선 값을 하회하는 값의 총합이 32.0 dB을 상회하지 않는 범위에서 가능한 한 기준곡선을 1 dB 단위로 위로 이동시킨 후 그 때 기준곡선의 500 Hz에서의 값을 의미한다.

2.3. 실험대상 및 실험절차

1) 실험대상

실험을 위해 제작된 시편은 선박용 월패널과 건축에 사용되는 경량 콘크리트 패널, 창호 그리고 벽돌 조적벽을 기본으로 다양한 조합을 구성하였다(Table 1). Rw 20 ~ 40 dB 정도의 성능을 가진 단일구조를 포함하여 Rw 40 dB이 넘는 2중 복합구조에 대해서 적용하였으며, 시편의 두께는 10 mm부터 300 mm까지 구성되었다. 본 실험에 사용된 시편 목록은 Table 2와 같다.

Table 1. Detail of Test Specimen

Mark	Object	Note
1	Wall panel(single insertion material)	2 Type
2	Wall panel(multi insertion material)	4 Type
3	Light weight concrete panel	3 Type
4	Window	2 Type
5	Masonry wall	3 Type

Table 2. Detail of Test Specimen

StructureNo.	Composition of elements*	Remark
1	1-1 Al Steel 0.6T + Mineral wool(140k) 50T + Al Steel 0.6T	1-1f 1-1s
	1-2 STS Steel 0.6T + Mineral wool(140k) 50T + STS Steel 0.6T	1-2f 1-2s
2	2-1 STS Steel 0.6T + Mineral wool 5 layers (equal density) 50T + STS Steel 0.6T	2-1f 2-1s
	2-2 STS Steel 0.6T + Mineral wool 5 layers (high density(240 kg/m ³) at middle, the other four layers : 140 kg/m ³) 50T + STS Steel 0.6T	2-2f 2-2s
	2-3 STS Steel 0.6T + Mineral wool 5 layers (high density(240 kg/m ³) at source room side, the other four layers : 140 kg/m ³) 50T + STS Steel 0.6T	2-3f 2-3s
	2-4 STS Steel 0.6T + Mineral wool 5 layers (high density(240 kg/m ³) at receive room side, the other four layers : 140 kg/m ³) 50T + STS Steel 0.6T	2-4f 2-4s
3	3-1 Lightweight concrete panel 50T	3-1f 3-1s
	3-2 Lightweight concrete panel 50T + Air gap 100T + Lightweight concrete panel 50T	3-2f 3-2s
	3-3 Light weight concrete panel 50T + Glass wool(24k) 50T + Air gap 50T + Lightweight concrete panel 50T	3-3f 3-3s
4	4-1 Single Window (6 mm + air gap 10 mm + 6 mm)	4-1f 4-1s
	4-2 Double Window (same as with 4-1)	4-2f 4-2s
5	5-1 Brick(0.5B) 100T	5-1f 5-1s
	5-2 Brick(0.5B) 100T + Air gap 100T + Brick(0.5B) 100T	5-2f 5-2s
	5-3 Brick(0.5B) 100T + Glass wool(24k) 50T + Air gap 50T + Brick(0.5B) 100T	5-3f 5-3s

* f : Full Size, s : Small Size

T : mm, k : kg/cm³
 Al : Aluminum, STS : Stainless

2) 실험절차

실험에 사용된 벽체 및 창은 각각 표준 시편과 축소 시편을 동일한 구조로 사용하였으며, 사용된 측정 기기는 Table 3과 같다. 표준 시편의 경우, 음원실과 수음실 사이에 형성되는 개구부 전체에 시편을 설치하며, 한쪽 면을 'L'자 철재 앵글을 이용해 피스로 고정하고 실리콘으로 마감하였다. 축소 시편은 시편의 무게와 작업의 편의성을 고려하여 철재 앵글을 대신하여 목재를 이용해 고정하고 실리콘으로 마감하는 방식으로 진행하였다. 그리고 여기에 사용된 충전벽체는 Rw 70 dB의 성능을 가지는 고차음 벽체를 이용하였다.

Table 3. Test Equipments

Equipment	Model	Maker
Signal Analyzer	SA-01	RION
Microphone	40AE	G.R.A.S
Microphone Pre-amplifier	26CA	G.R.A.S
Speaker #1	SS-05T	Wakabayasi Acoustic Design
Speaker #2	SR 4145SUB	VASCOSM

3. 시험 결과

3.1. 단일재료로 충전한 월패널의 차음성능

측정값에 대한 시편의 차음성능은 단일지수인 Rw를 사용하여 비교하였다. 일반적인 경량스틸벽체인 선박용 월패널 중 단일재료로 충전된 월패널의 차음성능은 Fig. 5와 같다. 1-1 구조는 알루미늄 재료를 사용한 패널로서 차음성능은 표준시편과 축소시편 모두 Rw 29 dB로서 같은 성능을 나타냈다. 그렇지만 160 Hz 이하의 저주파수 대역에서 5~10 dB 정도의 차이를 나타내고 있다. 1-2 구조는 표준 시편이 Rw 31 dB, 축소 시편이 Rw 35 dB로 4dB의 차이를 나타냈다. 차음특성은 유사하지만, 200 Hz 이상의 주파수 대역에서 약 4 dB 정도의 차이를 나타내고 있다.

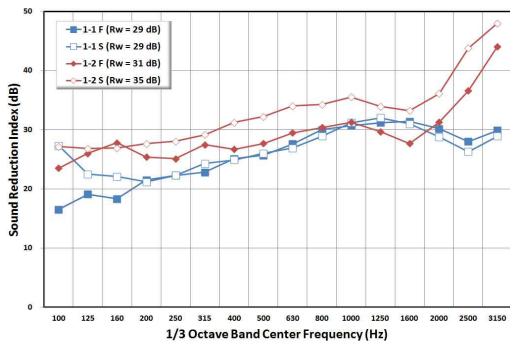


Fig. 5. Comparison of sound reduction index of wall panel(single material inserted)

3.2. 다중 재료로 충전한 월패널의 차음성능

일반패널에 단일소재가 아닌 다중 재료(밀도의 차이가 있는 내부 충전 흡음재)를 사용하여 차음성능을 측정할 결과는 Fig. 6과 같다. Table 2에서 보여준 바와 같이 내부에 사용된 다중재료는 다층으로 구성된 흡음재료의 밀도의 구성을 다르게 하여 제작한 것으로 흡음재 밀도 구성 방법에 따른 차음성능의 변화를 살펴보고자 하였다.

측정결과 다섯 겹으로 구성된 흡음재의 가운데 부분에 고밀도를 설치한 2-2 구조의 차음성능이 가장 높게 나타났으며, 음원실에 고밀도를 설치한 2-3 구조가 그 다음의 성능을 나타내었다. 반면, 동일한 밀도로 구성된 2-1 구조의 차음성능은 가장 낮았으며, 중, 고주파수 대역으로 갈수록 그 차이가 크게 나타남을 알 수 있었다.

주파수에 따른 전체적인 차음특성은 유사한 경향을 보이고 있으며, 축소 시편의 차음성능이 표준 시편에 비해 1~12 dB의 차이만큼 높게 나타나고 있다.

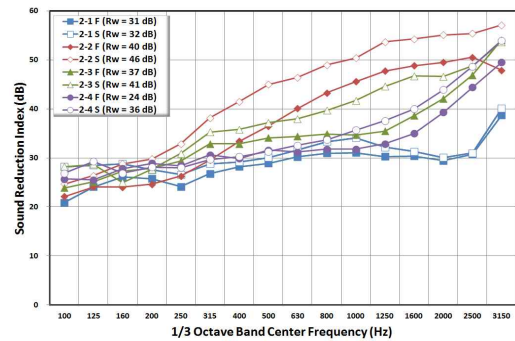


Fig. 6. Comparison of sound reduction index of wall panel(multiple material inserted)

3.3. 경량 콘크리트 패널의 차음성능

초고층 빌딩이나, 호텔 등에 하중을 줄이며, 가변형 벽체를 구성하기 위한 경량 콘크리트 패널은 최근 공동주택 등에도 벽식 구조에 대한 하나의 대안으로 사용되고 있다. 실험에 사용된 경량 콘크리트 패널은 실제 적용을 고려하여 단일벽체, 중간에 공기층으로 구성된 이중벽체 및 중간에 흡음재를 삽입한 이중벽체를 대상으로 하였다.

단일벽체 및 중공 이중벽의 차음성능은 앞에서 본 사례와 같이 축소 시편의 차음성능이 4 dB 높게 나타났다. 단일벽체의 차음특성은 유사한 반면, 중공 이중벽은 중공층의 물리적 크기에 따른 공기층의 공진 현상의 결과가 달리 나타나 차음특성이 다른 유형을 나타내고 있다. 중간에 흡음재를 삽입한 구조는 이전의 결과와는 반대로 축소 시편의 차음성능이 표준 시편에 비해 10 dB 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 앞에 사용된 월패널의 외부 재료가 얇은 스틸 패널임과 비교할 경우, 상대적으로 경량 콘크리트 패널의 차음성능이 높은 것이 차이를 발생한 요인이 될 수 있으며, 중간에 삽입된 흡음재가 축소 시편의 경우 적게 반영되어 나타난 요인으로 생각할 수도 있으므로 변수에 대한 차이를 심도있게 분석해야 할 필요가 있다.

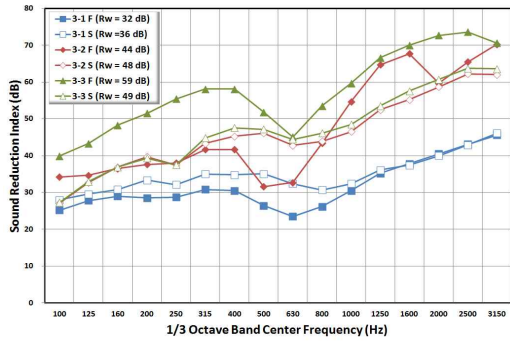


Fig. 7. Comparison of sound reduction index lightweight concrete panel

3.4. 창의 차음성능

창은 사용된 유리의 크기, 종류, 틀의 재료, 창틀과 창을 끼우는 외부 틀의 기밀성 정도 등에 따라 차음성능이 다르게 나타난다. 따라서 동일한 창의 재료를 사용하고, 틀의 기밀성 정도가 동일하다고 가정할 수 있다면, 축소 시편에 의한 실험은 창의 개발에 매우 효과적일 것으로 사료된다. ISO에서는 일반 벽체의 실험 크기를 12 m²로 규정한 반면, 창의 실험 크기는 실제 크기를 사용하여 측정하도록 하고 있다. 그럼에도 불구하고, 거실 창과 같이 큰 창의 경우 소요되는 비용과 실험의 용이성 측면에서 축소 시편을 사용하는 방법이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서 사용된 창은 단일창과 이중창을 대상으로 하였으며, Fig. 8과 같이 매우 유사한 특성의 차음성능을 보이고 있음을 알 수 있다. 축소 시편의 차음성능은 표준 시편에 비해 2 dB 낮게 나타나고 있으나, 표준 시편의 차음특성을 잘 반영하고 있는 것으로 알고 있다.

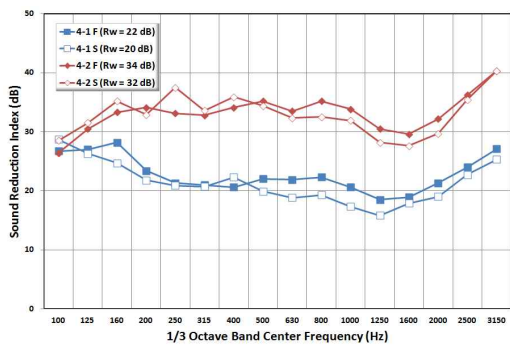


Fig. 8 Comparison of sound reduction index of window

3.5. 조적 벽체의 차음성능

실험에 사용된 조적 벽체는 일반 벽돌 0.5B 쌓기(100T)와 중간 공기층 100T인 이중벽, 중간 공기층 50T 및 흡음재 50T로 구성된 이중벽을 대상으로 하였다. 이들 벽체의 유형은 공동주택에 가장 많이 사용되는 일반적인 구조이다.

Fig. 8은 조적 벽체의 차음성능을 보여주는 것으로 전반적인 차음특성은 유사한 경향을 보이고 있다. 단일 벽체인 5-1 구조는 축소 시편이 표준 시편에 비해 높은 차음성능을

보이고 있으나, 중간 공기층이 있는 5-1 및 5-2 구조는 반대로 축소시편의 차음성능이 낮게 나타나고 있다. 이와 같은 결과는 앞의 경량 콘크리트 패널의 결과에서도 볼 수 있는 것처럼, 내부에 흡음재가 들어갈 경우 축소 시편의 차음성능이 표준 시편에 비해 매우 낮은 값을 보임을 알 수 있다.

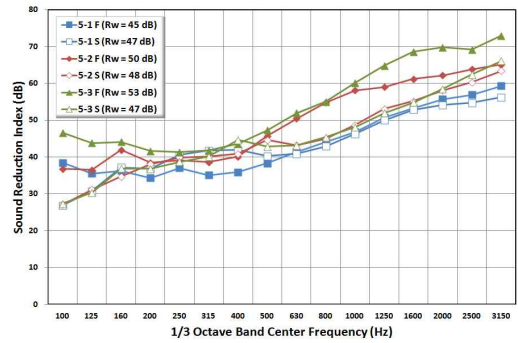


Fig. 8 Comparison of sound reduction index of masonry wall

4. 분석 및 토론

다섯 가지 유형의 벽체에 대해 실험실 실험을 통해 표준 시편과 축소 시편의 차음성능을 비교한 결과, 단일 벽체와 같은 단순한 구조에 대해서는 축소 시편의 차음성능이 표준 시편에 비해 높게 나타났다. 반면, 이중벽의 경우 공기층만 있는 경우 차음특성이 다소간 차이를 나타내었으며, 이중벽 내부에 흡음재를 삽입할 경우에는 축소 시편의 차음성능이 표준 시편에 비해 낮게 나타났다. 창에 대해서는 축소 시편과 표준 시편의 차음특성이 매우 유사한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과를 종합해 볼 때, 축소 시편과 표준 시편은 차음성능값이 높은 비례관계(Rw 값을 사용하여 2차식 회귀분석 결과 결정계수(R²)=0.947로 나타남)를 보이고 있다(Fig. 9). 단, 벽체의 구성 방식에 따라 성능값의 편차가 다르게 나타나므로 다양한 벽체의 유형을 분류하여 표준 시편과 축소 시편의 관계성을 분석하는 것도 간략화 시험 방안에서 필요할 것으로 사료된다.

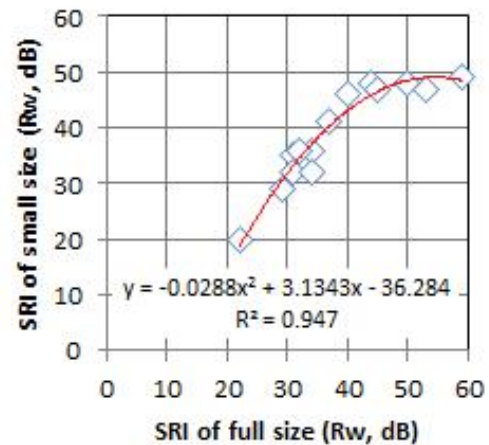


Fig. 9 Determination coefficient and relationship of sound reduction index(SRI) between full size and small size test.

Fig. 9를 통해 표준 시편과 축소 시편의 차음성능값의 상관성이 매우 높게 나타나고 있으나, 차음성능이 높은 경우와 그렇지 않은 경우의 관계가 달리 나타나 그림의 데이터를 분리하였다. Fig. 10은 중간에 공기층이 없는 1, 2, 4번 구조와 3-1, 5-1 구조의 축소 시편 및 표준 시편에 대한 차음성능값을 비교한 것이다. 그림에서와 같이 시편의 크기에 따른 차음성능값의 관계가 선형적으로 매우 높은 상관성을 보이고 있음을 알 수 있다.

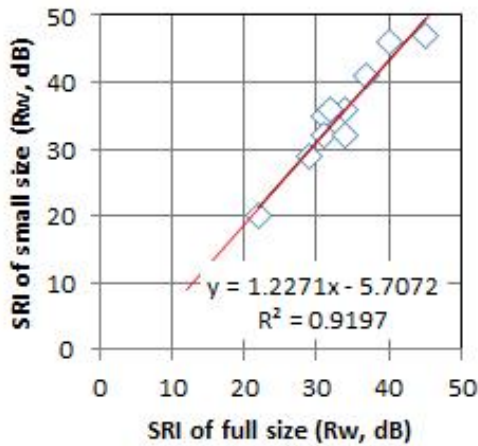


Fig. 10 Relationship of sound reduction index(SRI) between full size and small size test for the simple wall structure without air gap.

반면, Fig. 11은 중간에 공기층이 있는 3-2, 3-3 및 5-2, 5-3번 구조에 대한 차음성능값을 비교한 것으로서 중간에 공기층이 있는 경우 및 흡음재를 설치한 벽체의 차음성능은 표준 시편에 비해 낮게 나타나고 있으며, 표준 시편의 차음성능이 증가함과 있음에도 불구하고, 축소 시편은 차음성능값에 변화가 거의 없음을 보여준다.

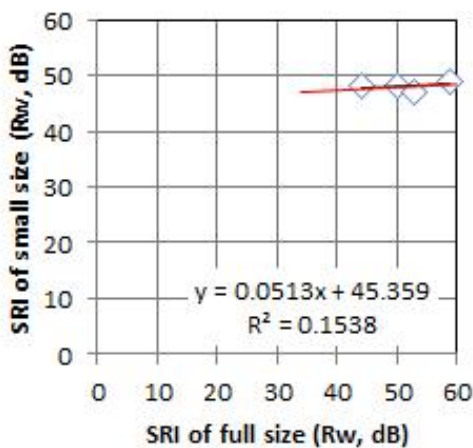


Fig. 11 Relationship of sound reduction index(SRI) between full size and small size test for the double wall structure with air gap and/or sound absorbent.

이와 같은 결과를 통해 축소 시편의 활용 가능성에 대해 다음과 같은 사항을 유추할 수 있다. 첫째, 축소 시편의 경

우 단일벽체와 같이 단순한 벽체의 차음성능을 적절하게 예측할 수 있다. 둘째, 표준 시편의 차음성능이 50 dB 이하인 벽체에 대한 차음성능을 적절하게 예측할 수 있다. 셋째, 중간에 공기층이 있는 이중 벽체의 차음성능은 표준 시편에 비해 낮게 평가할 수 있으며, 예측 능력에 한계가 있다.

축소 시편을 활용하는 가장 중요한 목적 중 하나는 개발되는 벽체의 차음성능 변화를 예측하는 것이다. 다른 구조로 된 벽체나 재료가 다른 벽체의 차음성능을 높은 예측력으로 예측하는 것도 중요하다. 그러나 동일한 재료 혹은 구성방식으로 이루어진 벽체의 차음성능에 대한 우열을 비교하는 것은 벽체 시스템의 개발에 있어 필수적인 사항이라 할 수 있다. Table 4는 동일한 구조 및 재료를 사용한 벽체 내부에 흡음재의 구성만 변화시킨 2번 구조의 성능을 비교한 것이다. 2번 구조가 내부에 삽입한 다층 흡음재의 종류 및 배열순서만 바꾸었음에도 불구하고 성능의 서열값은 동일하게 나타나고 있다. 이를 통해 축소 시편을 통한 실험이 유사한 구조로 이루어진 벽체에 대한 성능을 비교할 수 있는 방법으로 사용될 수 있음을 알 수 있다.

Table 4. Rank order of sound insulation performance for the walls of structure no.2 which are consisted of same type.

Structure no.	Full size (Rw, dB)	Rank	Small size (Rw, dB)	Rank
2-1	31	4	32	4
2-2	40	1	46	1
2-3	37	2	41	2
2-4	34	3	36	3

5. 결론

본 연구는 벽체의 개발을 위해 표준 방법을 사용하여 실험실 실험을 할 경우 소요되는 비용과 시간을 절약하기 위해 벽체를 통한 공기전달음 실험의 간략화 방안을 검토하였다. 간략화 방안으로서 축소 시편을 사용한 실험실 실험을 실시하였으며, 측정된 차음성능값과 표준 시편을 통해 측정된 차음성능값을 비교하였다. 그 결과 축소 시편을 사용하여 측정된 벽체 차음성능은 Rw 50 dB 이하의 단순한 벽체에 대하여 매우 높은 수준의 관계를 나타냄을 알 수 있었다. 중간에 공기층이 있는 이중벽의 경우에는 축소 시편의 차음성능이 표준 시편에 비해 크게 나타났다. 이는 차음성능이 50 dB 이상으로 높아질 경우 축소 시편의 한계가 있는 것인지 혹은 중간 공기층의 공진 특성이 축소된 시편에서 반영하지 못해서 한계가 있는 것인지에 대해서는 추후 중간 공기층이 있는 벽체 구조에 대한 실험을 통해 분석해야 할 것으로 사료된다.

특히 간략화 방안으로서 가장 중요한 목적인 개발 벽체의 성능 비교를 위해서 축소 시편의 활용 가능성은 매우 큰 것으로 나타났다. 벽체 개발시 동일한 재료 혹은 유사한 구성으로 비교하게 되는데, 분석 결과 유사한 구조의 차이에 대해 표준 시편의 결과와 동일하게 나타났다. 따라서 축소 시편을 사용함으로써 벽체 개발시 저비용으로 짧은 시간 동안 다양한 벽체 시스템의 성능을 비교할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 50 dB 이상의 성능을 갖는 벽체에 대해 구체적으로 분석할 수 있는 대상 구조가 부족한 한계가 있었다. 따라서 계속되는 연구를 통해 차음성능이 50 dB 이상의 높은 벽체를 대상으로 축소 시편 실험 가능 범위를 더 넓힐 수 있는 방안과 동일 구조의 차음특성이 유사하게 측정할 수 있는 방법적 측면이 진행되어야 할 것이다.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology(2012006695, No. 2005-0049719).

References

- [1] Kim S. H. et. al., Improvement of sound transmission loss of ship's bulkhead at low frequency range, Proc. of the Korean Society for Noise and Vibration, 2009, pp.167-168
- [2] Choi D. et. al., Evaluation of sound insulation for durability of insertion material of shipboard panel, Proc. of the Korean Society for Noise and Vibration, 2010, pp.736-737
- [3] KS F 2808:2011, Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements, 2011
- [4] KS F 2860, Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Requirements for laboratory test facilities with suppressed flanking transmission, 2011
- [5] <http://www.insul.co.nz/>
- [6] A. Tadeu et. al., Prediction of airborne sound and impact sound insulation provided by single and multilayer systems using analytical expressions, Applied Acoustics 68, 2007, pp.17-42
- [7] V. Hongisto, J. Keränen and M. Lindgren, Sound insulation of doors - Part 2: Comparison between measurement results and predictions, Journal of Sound and Vibration 230(1), 2000, pp.149-170
- [8] Chung J. Y. et. al., An acoustic evaluation of bottom-ash light-weight concrete panel using small-scale panel, Proc. of the Korean Society for Noise and Vibration, 2007, pp.951-955
- [9] Yang H. S. et. al., Characteristics of sound reduction index through small sized lightweight panel, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration. 17(12), 2007, pp.1184-1194
- [10] Lee Y. H. et. al., Study on analysis of sound transmission characteristics fo shipboard panels using a scale reverberation chamber, Proc. of the Korean Society for Noise and Vibration, 2009, pp.611-612
- [11] Lee H. S. et. al., Development of a simplified test apparatus for measuring sound transmission loss, Proc. of the Korean Society for Noise and Vibration, 2003, pp.892-897
- [12] Goo H. M. et. al., Evaluation of sound insulation of shipboard panel using small scale test, Proc. of the Korean Society for Noise and Vibration, 2010, pp.734-735
- [13] ISO 10140-2:2010, Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation, 2010.8

Received January 15, 2014;

Final revision received February 7, 2014;

Accepted February 12, 2014;