



## 공기전달음 차단성능 현장측정 방법에 따른 현대 신한옥 차음성능 비교 평가

### Comparative Evaluation on the Airborne sound Insulation Performance of Modern New Han-oks according to the Field Measurements

이주엽\* · 이태강\*\*

Ju-Yeob Lee\* · Tai-Gang Lee\*\*

\* Main author and Corresponding author, Adjunct professor, Dept. of Architecture, Chonnam National Univ, South Korea (weaponlee@hanmail.net)

\*\* Technical director, Building and Environment Noise Consulting Co., Ltd, South Korea (leetaigang@hanmail.net)

#### ABSTRACT

**Purpose:** The purpose of this study is to verify the reasonable measurement method that can evaluate airborne sound insulation performance in filed conditions though the comparison evaluation according to the global and element measurement method in Modern New Hanoks. **Method:** To achieve this purpose, field measurements were performed in 6 Han-oks which the same materials were constructed. Followings are evaluation details; the comparison of the evaluation indexes according to the separation distance between sound source and outdoor receiving microphone, the influence according to the specimen size of window, the comparison the evaluation indexes between apartment houses and modern new Han-oks, the method that can easily estimate and evaluate indexes though the correlation analysis between KS standard and field temporary indexes, and so on. **Result:** It was analyzed that the global methods were more reasonable to evaluate the airborne sound insulation performance which the characteristics of Han-oks reflected in filed conditions. And, it was found that it is possible to evaluate indirectly refer to the results measured in similar field conditions( $d > 3.5m$ ), in case of difficult condition not to secure the proper separation distance( $d > 5m$ , global method). When the results between element method and global method were many differences, it was analyzed that the area calculation of the specimen size considering Han-ok's column space was necessary. It was analyzed that it is possible to estimate simple evaluation values through equivalent sound level deviation analysis simultaneously measured indoors and outdoors, when trying to easily determine the airborne sound insulation performance level of Han-ok under field measurement conditions

© 2020. KIEAE all rights reserved.

#### KEYWORD

신한옥  
차음성능  
부재법(스피커)  
전체법(스피커)  
현장측정방법

New Han-ok  
Sound Insulation Performance  
Element Method(speaker)  
Global Method(speaker)  
Field Measurement Method

#### ACCEPTANCE INFO

Received Aug. 3, 2020  
Final revision received Aug. 28, 2020  
Accepted Sep. 2, 2020

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 필요성

우리의 전통 주거 양식인 한옥은 환경친화적 건축이라는 인식으로 인해 최근에는 쾌적한 주거환경을 희망하는 거주자들에게 신한옥이라는 개념으로 공급되고 있다. 신한옥은 전통성을 계승하면서 새로운 기술과 접목된 구법을 통해 구축되고, 현대인의 삶을 수용한 내부공간을 가지는 현재 지어지거나 개선된 한옥건축물로서 전통구법을 취하되 구조체가 되는 목조와 다른 이질재(건식벽체, 창호시스템, 단열재, 바닥시스템 등)의 접합 형식의 건축물이라 할 수 있다 [1]. 이러한 신한옥에 대해 한옥 거주자들은 한옥의 환경 성능 개선을 위한 가장 대표적인 방법으로 고성능 고단열 창호 시스템을 외벽에 도입하여 한옥 내부의 온열환경을 개선하고 소음 프라이버시를 확보하기 위한 설계 및 시공방법을 적용하고 있다.

물론 고성능 고단열 창호 시스템을 외벽에 도입함에 따라 외벽 전반에 걸쳐 차음성능이 향상되는 효과를 기대할 수 있다. 그러나, 신

한옥이 다양한 부재의 접합으로 구축된다는 점을 고려할 때 고성능 창호 시스템 도입만이 온열환경 개선 및 소음 프라이버시 개선을 담보할 수 없다. 특히, KS 규격[2]에 의한 실험실 성능평가를 받은 창호를 시공한 점에 포커스를 맞춰 한옥의 성능을 평가할 경우 현장 여건에 따라서는 실험실에서 평가받은 창호 시스템의 성능이 제대로 구현되지 않을 수 있기 때문이다.

따라서, 현장 여건에서 현대 건축물과는 구별이 다른 한옥 외벽의 차음성능을 적절히 평가하기 위해서는 현행 KS 규격에서 제시하고 있는 현장 측정 방법에 대한 검증은 통해 적절한 한옥 현장 차음성능 측정 및 평가방법을 검토할 필요가 있다.

현재 현장에서 한옥 외벽부의 차음성능을 평가할 수 있는 방법으로는 KS F 2235(외벽 및 외벽 부재의 공기전달음 차단 성능 현장 측정방법)이 있다[3]. 해당 규격에서는 크게 2가지 방법으로서 측정 방법을 제시하고 있다. 첫 번째는 부재법(element method)으로 창문과 같은 외벽 부재의 음향 감쇠 계수를 산출할 목적으로 사용되는 방법으로 측정시 외부 마이크로폰을 시험편 중앙에 부착하여 측정하는 방법이다. 이 방법은 정밀도가 만족되는 경우 KS F ISO 10140-2에 의해 측정되는 음향 감쇠 계수와 비교될 수 있다고 언급하고 있다[2].

두 번째는 전체법(global method)으로 실제적인 교통조건에서 외부-내부 음압 레벨차를 산출하는 것에 목적이 있으며, 실제 교통소음 원이나 스피커 음원을 사용할 수 있다. 두 방법 모두 스피커, 도로교통소음, 철도소음, 항공기소음을 음원으로 활용할 수 있다.

### 1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 건축물의 외벽 및 외벽 부재의 공기전달음 차단성능을 현장에서 측정할 수 있는 부재법과 전체법 적용시 차음성능 평가량을 비교하고자 하였다. 평가 대상으로는 기존 한옥기술개발 연구를 통해 조성되어 실제 운영중인 실증 한옥마을로 강릉 오죽한옥마을의 한옥을 대상으로 하였다[4].

평가대상의 범위를 특정 실증한옥단지로 국한한 것은 평가 대상 한옥마을이 R&D연구 결과를 반영하여 실증구축된 단지이며 모든 한옥 동이 동일한 구법과 주요 건축마감재 및 창호시스템 등으로 시공하였기 때문이다. 연구의 목적이 전체법과 부재법에 의한 현장 측정 방법에 따른 평가량을 비교하여 적합한 평가방법을 찾는 데 있으므로, 각기 다른 구법과 건축마감재가 적용된 경우 객관적인 비교가 어렵다는 점에서 해당 실증한옥마을의 한옥을 대상으로 선정하였다.

연구를 위해 한옥 건축물을 대상으로 외벽 및 외벽체의 차음성능 평가를 실시한 기존 연구를 고찰하였다. 이주엽 외(2019) 연구에서는 강릉 실증한옥을 대상으로 전체법 차음성능 평가를 진행하여 공간별 차음성능 수준, 시공성 및 유지관리에 의한 영향 분석, 주택법 실내소음도 기준과의 비교 평가를 진행한 바 있다[5]. 한옥에 대해 전체법 측정방법만을 적용하여 평가를 진행하였다. 장현충(2014)의 연구에서는 전라남도 행복마을 한옥을 대상으로 외벽 및 외벽 부재에 차음성능 평가를 진행하였다[6]. 상기 연구에서는 각기 다른 외벽 및 창호 구조 시스템의 적용방식에 따라 다양한 수준의 차음성능 결과를 분석한 바 있다. 이주엽 외(2012)는 현대식 창호와 전통창호의 차음성능을 비교하여 전통창호 방식으로는 차음성능 한계점을 분석한 바 있다[7]. 이 두 연구도 전체법 측정방법으로 진행되었다. 이외에도 이주엽 외(2014) 연구에서는 실험실 조건에서 한식 창호의 개구 면적에 따라 기밀성과 차음성의 상관성 연구를 진행한 바 있다[8]. 통제된 조건에서 창호 자체의 기밀성과 차음성의 상관성을 밝혀낸 부분이 주요 포커스라 할 수 있으며 측정방법은 실험실 조건의 측정방법이 적용되었다.

한옥 외에는 김명준 외(2004) 및 조창근(2010) 연구에서 공동주택을 대상으로 한 외벽체 차음성능 평가 연구로서 현대 건축물의 외벽체 발코니 창호의 차음성능 평가 방법과 실험실 성능평가량과의 비교한 연구가 있다. 이 연구는 우회전달음의 영향이 적은 현대 공동주택을 대상으로 한 연구로 본 연구의 대상과는 직접적으로 다르다고 할 수 있다[9,10]. 다만, 김명준 외(2004)의 연구에서는 부재법과 전체법을 사용하여 평가를 하였으며 부재법 평가 결과가 전체법 평가 결과에 비해 높게 평가되는 것을 확인하였다. 조창근(2010) 연구에서는 실험실에 측정된 창호의 차음성능과 현장에 시공된 공동주택 창호와의 차음성능에 3.5dB(A) 정도의 보정 적용이 필요함을 제시한 바 있다. 이러한 연구 결과 고찰을 통해 신한옥을 대상으로 적정한 공기전달음 차음성능 측정 및 평가 방법에 대한 연구가 필요하다고 할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 한옥 건축물에 대해 현장 여건에서 외벽 및 외벽 부재의 차음성능 수준을 부재 및 공간적으로 평가할 수 있는 측정방법으로 KS F 2235 내 부재법과 전체법을 활용한 측정 평가를 실시하여 두 방법 적용에 따른 차음성능 평가량을 비교 평가하였다.

특히, 동일 재료와 구법, 외벽 및 창호 시스템으로 건축된 실증한옥 마을을 대상으로 평가를 실시하여 측정방법에 따른 단일수치평가량 차이, 측정방법간 거리 변화에 따른 평가수치 변화량 분석을 실시하였다. 또한, 부재법에 의한 창호 시험편의 면적 변화에 따른 평가량 비교를 하였다. 마지막으로 KS F 2862에 제시된 건물의 공기전달음 차단성능 평균값 지표와 실내외 위치에서 측정된 등가소음도간 편차를 활용하여 현장에서 신한옥 외벽 및 외벽 부재의 차음성능을 비교적 간이 지표로 평가할 수 있는 방법에 대한 상관성 분석을 진행하고, 한옥 현장에서 적절한 외벽 및 외벽 부재의 차음성능 평가 방법을 도출하였다[11].

## 2. 평가 방법 및 내용

### 2.1. 평가 대상

본 연구 평가 대상인 강릉 신한옥 시범마을은 2016년 9월에 국토교통부 실증사업으로 구축된 한옥으로 현재 한옥 체험을 희망하는 숙박객을 위한 숙박시설로 총 30채의 한옥 숙박동이 구축되어서 운영되고 있다[12].

본 연구에서는 한옥마을 내 한옥 동 중에서 각기 다른 6개 유형의 한옥 1채씩 총 6채의 한옥을 평가 대상으로 하였다. 다만, 현재 한옥이 숙박객을 위해 상시 운영되고 있으므로 측정 과정에서 숙박객에 불편함을 유발할 수 있으므로 숙박 유무에 따라 숙박이 이루어지는 동에서 거리가 이격된 한옥을 선별하였다. 이는 측정을 위한 외부 음원으로서 스피커를 활용하기 때문이다.

Table 1., 2.는 평가 대상 한옥의 평면과 외벽의 주요 상세를 나타낸 것이다. 한옥의 주 외벽의 구성은 실내측부터 『지정마감+석고보드+투습방수지+OSB합판+유리섬유단열재+OSB합판+투습방수지+시멘트보드+테라코다일반마감』의 건식벽체로 해당 벽체 구조의 열관류율 수준은 0.337W/m<sup>2</sup>k(계산치)이다. 창호는 외창은 아크릴한식창호지 목재 여닫이창 구조와 22mm 복층유리 미서기창이 결합된 이중창 구조로 시공되어 있다. 창호는 에너지소비효율3등급 수준의 창호로 시험성적서 상 기밀등급 등급 단열성능 3등급 창호로 되어 있다.



Fig. 1. Landscape of OJUK Han-ok Village[3]

Table 1. Division of Floor Plan Types

Division	Floor Plan
Hanok-1 Luxurious type (one-storied) 1F 50.40m <sup>2</sup>	
Hanok-2 Luxurious type (duplex) 2F 104.40m <sup>2</sup>	
Hanok-3 Super Luxurious 1F 65.52m <sup>2</sup>	
Hanok-4 General type-1 1F 72.36m <sup>2</sup>	
Hanok-5 General type-2 1F 72.00m <sup>2</sup>	
Hanok-6 General type-3 1F 64.80m <sup>2</sup>	

1) Division of Floor Plan Type(name) : O-juk Hanok village homepage

Table 2. Details of Main External Elements

External wall (Exposure of Wooden members)	Windows
<ul style="list-style-type: none"> <li>THK3 Terracotta Finish</li> <li>THK6 Cement Board</li> <li>THK18 Venticul</li> <li>Waterproof Paper (Outdoor)</li> <li>THK11 Plywood</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inner Window: Acrylic Changhoji (wood/Casement)</li> <li>Outer Window: 22mm Pair-glass (PVC/sliding)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rectangular Lumber</li> <li>THK90 Glass-fiber Insulator</li> <li>THK11 Plywood</li> <li>Waterproof Paper(Indoor)</li> <li>THK12.5 Gypsum Board</li> <li>Finish</li> </ul>	

1) Changhoji : Traditional Korean paper

## 2.2. 측정 및 평가방법

측정방법은 KS F 2235 규격에 따라 실시하였다. 음원으로는 외벽면에 모두 일정한 소음을 주기 위해 스피커를 이용하였다.

Fig. 2와 Table 3.은 부재법과 전체법을 적용한 측정방법과 측정음원의 종류를 정리한 것이다. KS F 2235에서는 음원에서 시편까지의 최단거리를 부재법의 경우 5m(d>3.5m)로 하고, 전체법의 경우 7m(d>5m)로 하도록 되어 있으므로 현장 여건(담장, 장애물 등)을 고려하여 부재법은 d>3.5m이상, 전체법은 d>5m 이상 여건이 되도록 하였다. 다만, 부재법과 전체법의 비교에 목적이 있으므로 적용거리로 3.5m, 5m를 두 방법 모두 적용하여 측정하였다. 스피커의 입사각은 규격에 따라 45±5° 가 되도록 설치하였다.

부재법은 기준거리 d>3.5m에 d>5m인 경우를 추가하였으며, 전체법은 기준거리 d>5m에 d>3.5m인 경우를 추가하여 측정하였다. 측정 위치별로 총 4가지 음원 및 수음 조건을 설정하였다.

부재법 측정시 마이크로폰의 배치는 외부 목재창은 부착할 수 없으므로 모든 측정 대상 한옥의 목재 외창을 열고 내창에 부착하여 진행하였다.

단, 부재법 측정을 위해서는 KS F 2235(부속서2 측정 시험편 주변 벽을 통한 음의 투과를 제어하는 법)에 의하면, 측정 대상 시험편과 시험편의 안쪽면만을 100mm의 유리면 또는 12.5mm 이상의 석고 보드로 감싸고 차음량을 측정하도록 제시하고 있다. 전체 또는 일부 주파수 대역에서 6dB 이하의 차음성능 개선을 보인다면 주위벽

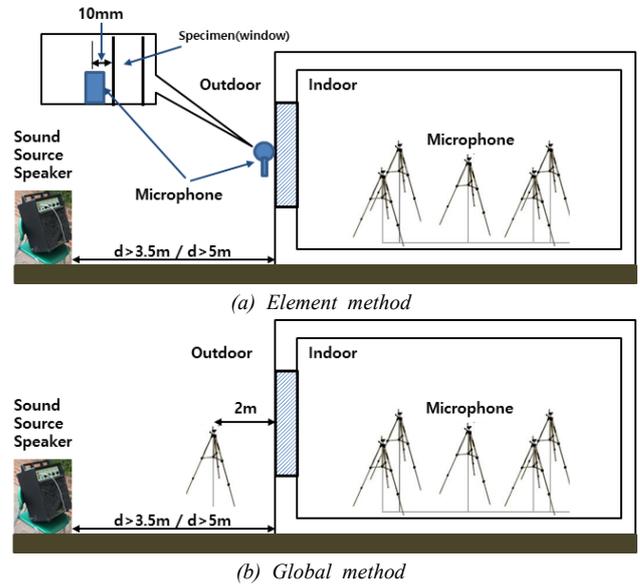


Fig. 2. Layout of Sound Source and Receiving points

Table 3. Condition of Source Measurement

Source Division	Measurement method	Distance between Sound Source and Specimen(m)
Source-1	Element method	d>5m
Source-2	Element method	d>3.5m
Source-3	Global method	d>3.5m
Source-4	Global method	d>5m

을 통한 투과손실을 허용할 수 없을 정도로 높다고 할 수 있기 때문이다. 그러나, 본 연구에서는 부속서에서 지정하는 방법의 제어를 적용하지 않고 진행하였다. 대상 한옥은 숙박객에 수시로 이용할 수 있도록 운영되므로 별도의 보강이 수월하지 않을뿐더러 본 연구의 목적이 현장 여건에서 부재법과 전체법 적용시 보다 적절한 측정 방법을 검증하는데 있기 때문이다.

평가는 KS F 2862 규격에 따라 주파수 대역별 특성을 고려하여 다음과 같은 방법으로 단일수치평가량을 산출하여 평가하였다.

1) 겉보기 음향 감쇠계수(Apparent Sound Reduction Index  $R'_{45^\circ}$ ) 음원이 스피커이고 입사각이  $45^\circ$  인 경우의 겉보기 음향 감쇠 계수(단위 dB)

$$R'_{45^\circ} = L_{1,s} - L_2 + 10 \log(S/A) - 1.5$$

단,  $L_{1,s}$ : 시료면에서의 평균 음압레벨(dB)

$L_2$ : 수음실의 평균 음압레벨(dB)

S: 시험편의 면적(본 연구에서는 창호면적,  $m^2$ )

A: 수음실의 등가흡음력( $m^2$ )

2) 표준화 음압레벨차(Standardized Sound Level Difference  $D_{1s,2m,nT}$ ) 수음실의 잔향시간 기준값에 대응하는 음압 레벨차(단위 dB)

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log(T/T_0)$$

단,  $L_{1,2m}$ : 외벽 전방 2m에서의 음압레벨(dB)

$L_2$ : 수음실의 평균 음압레벨(dB)

T: 수음실의 잔향시간(sec)

$T_0$ : 기준잔향시간(0.5sec)

상기 식에 의해 산출된 측정 결과를 KS F 2862 규격에 따라 단일 수치평가량을 산출하였다. 부재법의 경우 가중 겉보기 음향감쇠계수(Weighted Apparent Sound Reduction Index  $R'_{45^\circ, w}$ )를 전체법은 가중 표준화 음압레벨차(Weighted standardized sound level difference,  $D_{1s,2m,nT, w}$ )를 산출하여 분석하였다. 각 분석 모두 분석 과정에서 음원의 특성에 따라 결정되는 스펙트럼 조정항 특성도 함께 산출하여 분석에 반영하였다.

Table 4. Measurement Scene of External Wall

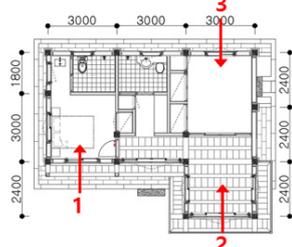
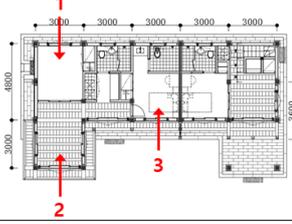
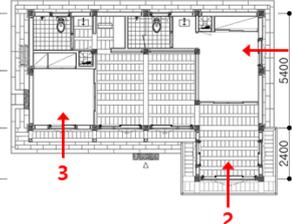
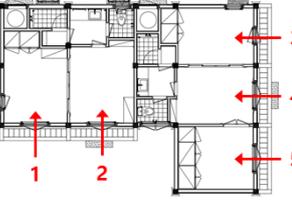
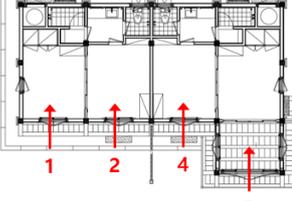
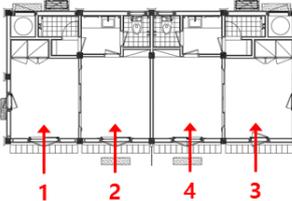
Division	External wall	
Element method		
	Outdoor microphone	Sound source
Global method		
	Outdoor microphone	Sound source

### 2.3. 평가 내용

차음성능 평가는 각 한옥별로 창호가 위치한 외벽 및 외벽 부재면을 대상으로 측정하고 다음과 같은 항목을 중심으로 비교 분석하였다(Table 5.).

첫째, 각 한옥의 측정 위치별로 부재법 2식, 전체법 2식 총 4개 음원 조건에 따른 차음성능을 비교분석하였다. 측정 음원의 기준거리 변화에 따라 측정 방법별로 나타나는 차이를 분석하고자 하였다. 특

Table 5. Measurement Details

Division	Direction of Sound Sources
Hanok-1 Luxurious type (one-storied)	
Hanok-2 Luxurious type (duplex)	
Hanok-3 Super Luxurious	
Hanok-4 General type-1	
Hanok-5 General type-2	
Hanok-6 General type-3	

히, 직접 비교는 어려우나 부재법과 전체법을 측정된 결과와의 차이를 분석하고자 하였다.

둘째, 부재법 거리 조건 및 전체법 거리 조건에 따른 차음성능 상관성을 분석하였다. KS 규격에서 제시하고 있는 거리 조건에 의해 측정을 진행하는 경우 장애물로 인해 측정거리 확보가 되지 않을 경우를 고려한 것으로 상관성 분석을 통해 거리 여부에 따라 보정치 산출이 가능하다면 유사 조건에서 평가시 보정치의 활용이 가능할 것으로 판단하였다.

셋째, 부재법 평가시 창호 시험편의 크기(면적)가 차음성능 평가량에 미치는 영향을 비교분석하였다. 부재법은 기본 평가량 산정 방법이 시험편의 면적에 의한 영향을 분석하기 위해 창호에 마이크로폰을 부착하고 창호의 면적을 계산에 반영하여 평가하는 방법이다. 시험편의 크기에 따라 동일 측정 방법 적용시 평가량에 미치는 영향을 보고자 하였다. 다만, 해당 KS규격 부속서에서는 측정 시험편 주변 벽을 통한 음의 투과를 제어하고 진행해야 하는 부분이 있으나, 추가적인 보강없이 진행하였다. 이는 투과음이 제어되지 않은 조건의 부재법 평가량과 전체법 평가량과의 차이를 확인하고 적절한 측정 방법을 검증하기 위함이다.

넷째, KS 규격에 의한 단일수치평가량과 현장 조건에서 간편하게 활용가능한 평가 지표간 상관성 분석을 실시하였다. KS F 2862 부속서 4의 건물의 공기음 차단성능의 평균값에 의한 평가량(이 방법은 일본에서 입증되어 왔던 것으로 투과음의 라우드니스에 대한 심리 실험에 의거, 그 타당성이 입증되고 있어 해당 표준에 참고표준으로 되어 있으나, ISO 717-1에서는 규정되어 있지 않음[11]) 및 실내외 공간의 등가소음도 편차 간의 상관성 분석을 통해 한옥의 외벽 및 외벽 부재를 통한 차음성능 수준을 현장 측정을 통해 사전 분석할 수 있는 지표로서의 활용가능성을 검증해 보기 위함이다.

### 3. 평가 결과 분석

측정 음원 조건 및 위치별 결과를 Table 6.에 정리하였다. 단일수치평가량(가중 겉보기 음향감쇠계수, 가중 표준화 음압레벨차)과 스펙트럼 조정항-1,2, 실내외 공간의 등가소음도 편차, 건물의 공기 전달음 차단성능 평균값 평가량을 정리하였다.

#### 3.1. 부재법 및 전체법 위치별 차음성능 분석

한옥별로 4종의 음원 방식을 적용한 부위별 단일수치평가량에 의한 차음성능 결과를 정리하였다(Fig. 3~ Fig. 8., Table 6.). Fig.에 나타난 단일수치평가량은 스펙트럼 조정항을 비적용한 결과를 정리한 것이다.

각 한옥별로 4가지 측정방법에 따른 단일수치평가량을 산출한 결과, 부재법인 가중겉보기음향감쇠계수 단일수치평가량과 전체법에 의한 가중표준화음압레벨차를 직접 비교할 수 없으나 평가량은 전체법에 의한 평가량이 부재법에 의한 평가량에 비해 높은 수치가 산출되었다. 한옥에 따라 평균적으로 8dB~12dB 정도 전체법에 의한 평가량이 부재법에 의한 평가량에 비해 높게 나타났다.

한옥별로는 먼저 지어진 1번~3번 한옥이 나중에 지어진 4번~6번 한옥보다 더 낮은 차음성능을 갖는 것으로 분석되었다. 한옥 내 내부 사용공간에 따른 편차는 크지 않은 것으로 나타났다.

측정방법에 따라 시험편으로부터 이격거리가 더 긴 방법 source-1,4가 Source-2,3에 비해 차음성능 평가량이 높게 나타났다. 시험편으로부터 음원 이격거리가 길어짐에 따라 수음실 내 소음도는 낮아지지만 시험편 외부 수음점 소음도는 이격거리에 영향을 받지 않고 비슷한 수준으로 측정되어 이격거리가 길어짐에 따라 차음성능이 높게 나타나는 것으로 확인되었다.

부재법의 경우 기본 거리( $d > 3.5m$ )보다 전체법 기본 거리( $d > 5m$ )

Table 6. Evaluation Results According to the Analysis Condition

Division	Indoor Space	Measurement No.	Single Number Quantity ( $R'_{45,W}$ ) ( $D_{1s,2m,T,W}$ ) dB	Spectrum Adaptation Term 1 dB	Spectrum Adaptation Term 2 dB	Deviation between Outdoor and Indoor Equivalent Sound Level, dB	Average Evaluation $D_m(1/3)$ dB	
Source-1 (Element method)	Hanok-1	Bedroom-1	1	4	-1	-1	9	10
		Numaru-1	2	8	0	-1	11	10
		Bedroom-2	3	7	0	0	13	15
	Hanok-2	Bedroom-2	1	3	0	0	9	10
		Numaru-1	2	7	-1	-2	11	10
		Bedroom-1	3	1	0	-1	6	7
	Hanok-3	Bedroom-1	1	5	-1	-1	12	13
		Numaru	2	8	0	-1	11	10
		Bedroom-2	3	6	0	0	10	11
	Hanok-4	Bedroom-1	1	21	-1	-2	27	26
		Daechung-1	2	22	-1	-3	26	24
		Bedroom-2	3	23	0	-2	30	30
		Daechung-2	4	22	-1	-2	26	24
		Numaru	5	21	-1	-3	27	26
	Hanok-5	Bedroom-1	1	22	-1	-3	27	26
		Daechung-1	2	24	-1	-3	27	25
		Numaru	3	21	-1	-5	22	24
		Daechung-2	4	24	-1	-3	27	25
Hanok-6	Bedroom-1	1	21	-1	-3	26	25	
	Daechung-1	2	22	-1	-3	26	25	
	Bedroom-2	3	27	-1	-2	29	29	
	Daechung-2	4	17	-1	-2	26	24	

공기전달음 차단성능 현장측정 방법에 따른 현대 신한옥 차음성능 비교 평가

Division	Indoor Space	Measurement No.	Single Number Quantity ( $R'_{45,W}$ ) ( $D_{1s,2m,T,W}$ ) dB	Spectrum Adaptation Term 1 dB	Spectrum Adaptation Term 2 dB	Deviation between Outdoor and Indoor Equivalent Sound Level, dB	Average Evaluation $D_m(1/3)$ dB		
Source-2 (Element method)	Hanok-1	Bedroom-1	1	2	-1	-1	7	8	
		Numaru-1	2	7	-1	-2	10	9	
		Bedroom-2	3	4	-1	-1	9	11	
	Hanok-2	Bedroom-2	1	1	-1	-1	6	7	
		Numaru-1	2	5	-2	-3	8	7	
		Bedroom-1	3	2	-1	-1	3	3	
	Hanok-3	Bedroom-1	1	1	-1	-1	9	9	
		Numaru	2	7	-1	-2	10	9	
		Bedroom-2	3	4	-1	0	7	9	
	Hanok-4	Bedroom-1	1	20	-1	-2	25	24	
		Daechung-1	2	19	0	-2	24	22	
		Bedroom-2	3	19	0	-2	28	26	
		Daechung-2	4	20	-1	-3	24	22	
		Numaru	5	17	-1	-2	24	23	
	Hanok-5	Bedroom-1	1	19	0	-2	24	22	
		Daechung-1	2	21	-1	-3	24	22	
		Numaru	3	18	-1	-1	24	22	
		Daechung-2	4	21	-1	-3	24	22	
	Hanok-6	Bedroom-1	1	19	0	-3	23	22	
		Daechung-1	2	18	0	-2	23	21	
		Bedroom-2	3	21	-1	-2	24	23	
		Daechung-2	4	14	-1	-3	23	21	
	Source-3 (Global method)	Hanok-1	Bedroom-1	1	10	-1	-2	7	7
			Numaru-1	2	13	-1	-1	10	10
Bedroom-2			3	13	-1	-1	9	10	
Hanok-2		Bedroom-2	1	13	-1	-2	10	9	
		Numaru-1	2	14	-1	-3	12	10	
		Bedroom-1	3	9	-1	-1	6	6	
Hanok-3		Bedroom-1	1	12	-1	-1	9	10	
		Numaru	2	13	-1	-1	10	10	
		Bedroom-2	3	10	-1	-1	7	7	
Hanok-4		Bedroom-1	1	26	-1	-4	25	22	
		Daechung-1	2	24	-1	-3	23	20	
		Bedroom-2	3	28	-1	-3	27	24	
		Daechung-2	4	24	-1	-2	23	21	
		Numaru	5	25	-1	-3	23	21	
Hanok-5		Bedroom-1	1	25	-1	-4	24	21	
		Daechung-1	2	25	-1	-3	24	21	
		Numaru	3	26	-2	-6	22	22	
		Daechung-2	4	24	-1	-3	24	21	
Hanok-6		Bedroom-1	1	24	-1	-4	23	21	
		Daechung-1	2	24	-1	-3	23	20	
		Bedroom-2	3	26	-1	-3	24	21	
		Daechung-2	4	24	-1	-3	23	20	
Source-4 (Global method)		Hanok-1	Bedroom-1	1	12	-1	-2	9	9
			Numaru-1	2	14	-1	-1	12	10
	Bedroom-2		3	16	-1	-1	12	13	
	Hanok-2	Bedroom-2	1	16	-1	-1	13	13	
		Numaru-1	2	16	-2	-2	14	12	
		Bedroom-1	3	13	-1	-1	10	9	
	Hanok-3	Bedroom-1	1	15	-1	-1	12	12	
		Numaru	2	14	-1	-1	12	10	
		Bedroom-2	3	13	0	-1	10	10	
	Hanok-4	Bedroom-1	1	29	-1	-4	27	25	
		Daechung-1	2	27	-1	-3	25	23	
		Bedroom-2	3	30	0	-3	30	27	
		Daechung-2	4	27	-1	-3	26	24	
		Numaru	5	28	-1	-3	26	24	
	Hanok-5	Bedroom-1	1	28	-1	-4	26	24	
		Daechung-1	2	27	-2	-5	25	22	
		Numaru	3	27	-2	-6	23	23	
		Daechung-2	4	28	-1	-3	27	24	
	Hanok-6	Bedroom-1	1	27	-1	-5	25	23	
		Daechung-1	2	27	-1	-3	26	24	
		Bedroom-2	3	30	-1	-3	28	26	
		Daechung-2	4	27	-1	-3	26	23	

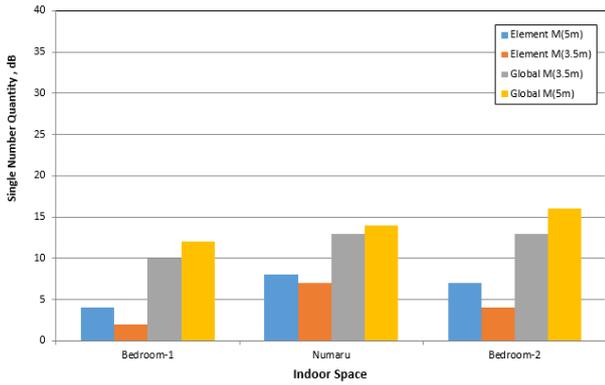


Fig. 3. Comparison Analysis of Measurement Methods (Hanok-1)

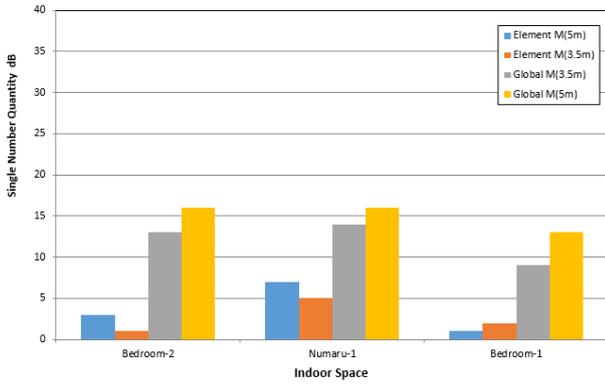


Fig. 4. Comparison Analysis of Measurement Methods (Hanok-2)

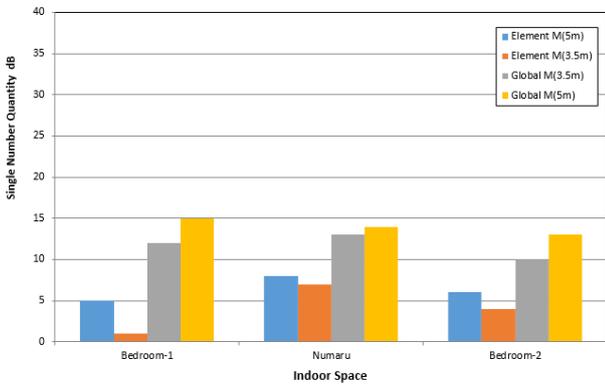


Fig. 5. Comparison Analysis of Measurement Methods (Hanok-3)

를 적용하여 평가할 경우에는 2dB~4dB 수준으로 단일수치평가량이 증가하는 것으로 나타났다. 전체법의 경우 기본 거리( $d > 5m$ )보다 부재법 기본 거리( $d > 3.5m$ )를 적용하여 전체법으로 평가할 경우 2dB~3dB 수준으로 단일수치평가량이 낮아지는 것으로 나타났다. 현장 여건에서 시험편과 음원과의 거리를 3.5m, 5m를 적용하였을 때 최소 2dB 이상 평가량이 달라지는 것으로 나타났다.

### 3.2. 이격거리별 상관성 분석

부재법 거리 조건( $d > 3.5m$ ,  $d > 5m$ ) 및 전체법 거리 조건( $d > 3.5m$ ,  $d > 5m$ )에 따른 차음성능 수치에 대해 상관성을 분석하였다(Fig. 9.~Fig. 12.).

이는 측정 여건에 따라 시험편과의 거리가 확보되지 않을 경우 부

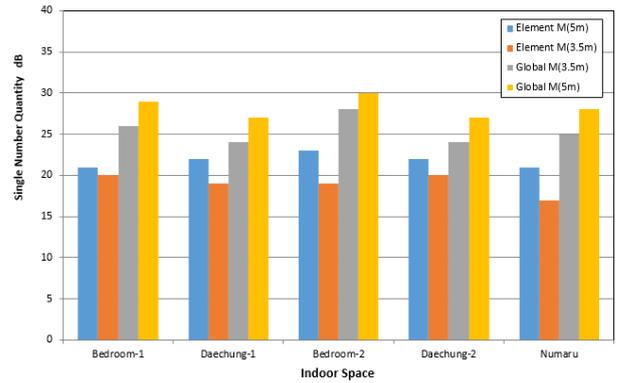


Fig. 6. Comparison Analysis of Measurement Methods (Hanok-4)

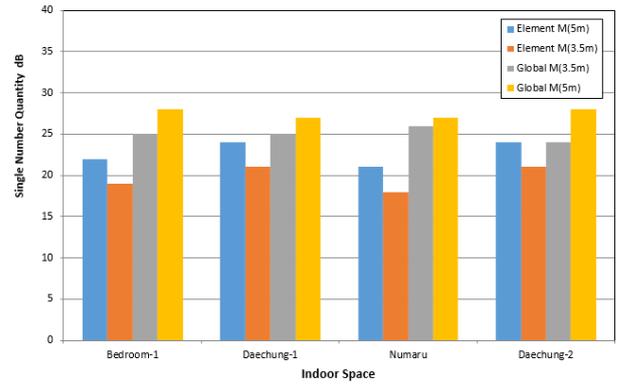


Fig. 7. Comparison Analysis of Measurement Methods (Hanok-5)

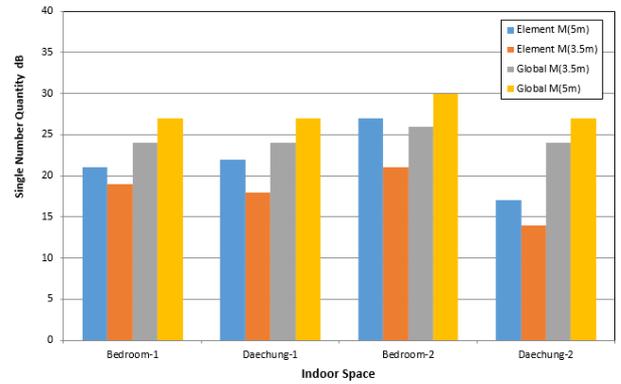


Fig. 8. Comparison Analysis of Measurement Methods (Hanok-6)

재법 및 전체법 측정 방법에 따라 측정 결과에 어떤 영향을 주는지 분석하기 위함이다. 실제 한옥 거주 환경을 보면 한옥 주변에 담장을 시공하는 경우나 나무와 같은 장애물이 있는 경우가 많으므로 기본 거리에 음원 배치가 불가능한 경우가 발생하기 때문이다. KS 규격에서 제시하고 있는 거리 조건에 의해 측정을 진행하는 경우 장애물로 인해 측정거리 확보가 되지 않을 경우를 고려한 것으로 상관성 분석을 통해 거리 여부에 따라 보정치 산출이 가능하다면 유사 조건에서 평가시 보정치의 활용이 가능할 것으로 판단하였다.

부재법은 시험편과의 기본거리를  $d > 3.5m$ 로 규정하고 있으며, 전체법은 시험편과의 기본거리를  $d > 5m$ 로 규정하고 있다. 본 연구에서는 부재법에 전체법 거리  $d > 5m$ 를 적용한 경우와 전체법에 부재법 기

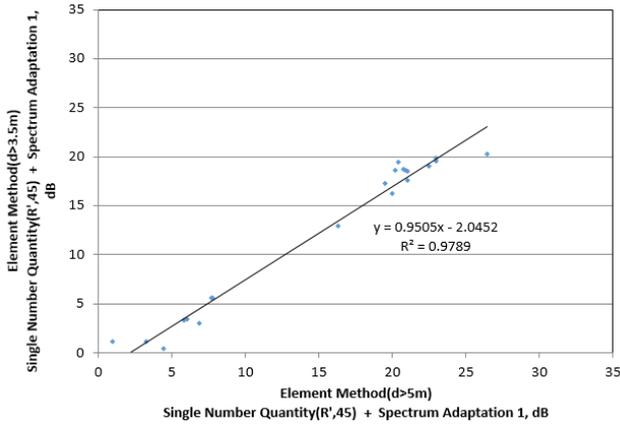


Fig. 9. The Correlation Analysis between Weighted Single Number Quantity ( $d > 3.5m$ ) and Weighted Single Number Quantity ( $d > 5m$ ) (Spectrum Adaptation term 1) - Element Method

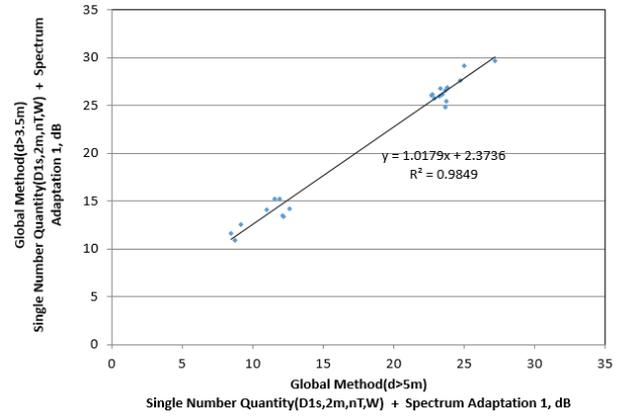


Fig. 11. The Correlation Analysis between Weighted Single Number Quantity ( $d > 3.5m$ ) and Weighted Single Number Quantity ( $d > 5m$ ) (Spectrum Adaptation term 1) - Global Method

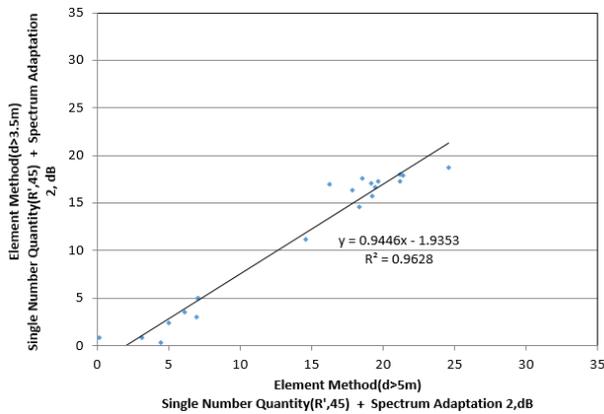


Fig. 10. The Correlation Analysis between Weighted Single Number Quantity ( $d > 3.5m$ ) and Weighted Single Number Quantity ( $d > 5m$ ) (Spectrum Adaptation term 2) - Element Method

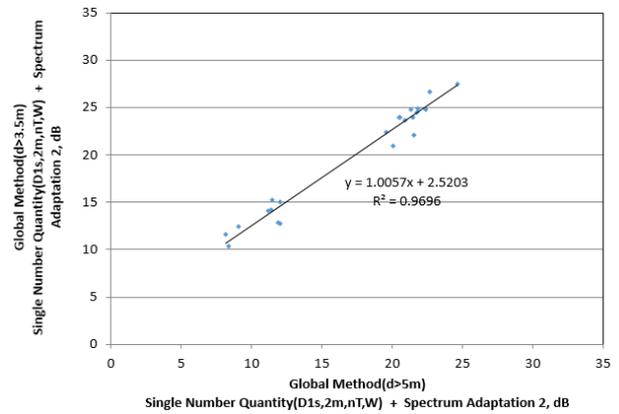


Fig. 12. The Correlation Analysis between Weighted Single Number Quantity ( $d > 3.5m$ ) and Weighted Single Number Quantity ( $d > 5m$ ) (Spectrum Adaptation term 2) - Global Method

Table 7. The Correlation Analysis between Single Number Quantity ( $d > 3.5m$ ) and Weighted Single Number Quantity ( $d > 5m$ )

Division		R <sup>2</sup>	Deviation between Element Method( $d > 3.5m$ ) and Element Method( $d > 5m$ )
Element Method	R' <sub>45,W</sub> ( $d > 3.5m$ ) + R' <sub>45,W</sub> ( $d > 5m$ ) Spectrum Adaptation1	0.9789	3
	R' <sub>45,W</sub> ( $d > 3.5m$ ) + R' <sub>45,W</sub> ( $d > 5m$ ) Spectrum Adaptation2	0.9628	3
Global Method	D <sub>1s,2m,nT,W</sub> ( $d > 3.5m$ ) + D <sub>1s,2m,nT,W</sub> ( $d > 5m$ ) Spectrum Adaptation1	0.9849	3
	D <sub>1s,2m,nT,W</sub> ( $d > 3.5m$ ) + D <sub>1s,2m,nT,W</sub> ( $d > 5m$ ) Spectrum Adaptation2	0.9696	3

본거리  $d > 3.5m$ 를 적용한 경우를 추가하여 측정하고 분석하였다.

단일 수치 평가량에 스펙트럼 보정항1,2를 적용하여 산출된 각각의 결과에 대한 상관성 분석 결과, 부재법( $R^2=0.9789, 0.9628$ ) 및 전체법( $R^2=0.9849, 0.9696$ ) 모두 높은 상관성을 갖는 것으로 나타났다. 시험편과 음원과의 충분한 거리 확보가 어려운 경우 전체법을 진행하는 경우 거리를 줄여 측정을 진행하여도 높은 상관성을 보이므로 필요한 경우 거리를 조절하여 측정하는 것도 가능한 것으로 나타났다.

분석 결과를 보면 부재법 및 전체법 모두 기본거리와 적용거리에 따른 편차 평균이 모두 동일하게 3dB 수준으로 나타났다(Table 7.). 다만, 위 결과는 시험편이 오픈된 조건의 평가 결과이므로 현장 측정 시 규격에서 제시하고 있는 기준 거리 확보가 어려운 여건의 측정을 진행 연구를 통해 기준 거리 평가량과 비교하여 분석할 수 있는 연구

가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 주변 반사소음의 영향이 미치는 영향을 분석하여 신뢰성 높은 현장 평가 방법을 찾는 노력이 필요할 것으로 사료된다.

### 3.3. 창호 시험편 크기에 따른 차음성능 분석

한옥의 경우 전면에는 칸마다 1식 이상의 창이 계획 시공되는 경우가 있다. 따라서, 각 칸에 시공된 창호의 면적에 따른 차음성능 수치를 비교평가하였다. 각 칸은 모두 동일한 길이와 면적을 갖기 때문에 창호의 크기가 해당 칸의 차음성능 수치에 미치는 영향을 분석하고자 하였다(Fig. 13.~ Fig. 16.).

다만, 한옥의 특성상 옆 칸을 통한 우회음이 전달될 수 있다는 점을 감안하여 분석 대상 유형을 한옥별로 구분하여 비교적 동일한 조건

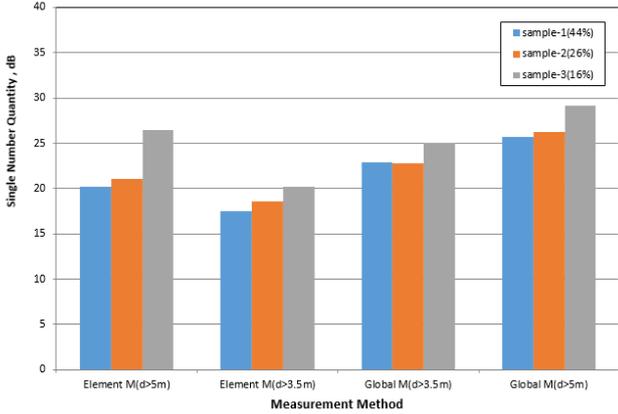


Fig. 13. Comparison Analysis of Specimen Size (Hanok-6, Spectrum Adaptation term 1)

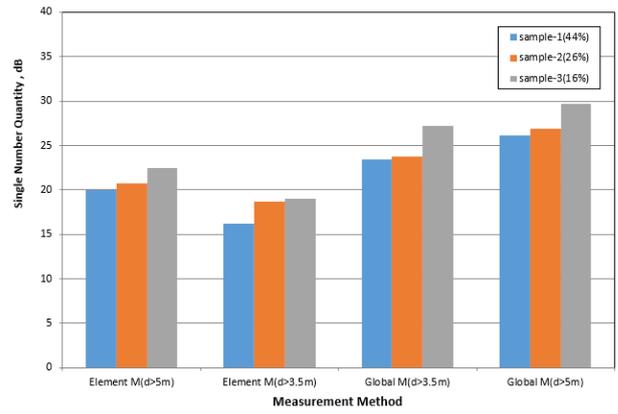


Fig. 15. Comparison Analysis of Specimen Size (Hanok-4, Spectrum Adaptation term 1)

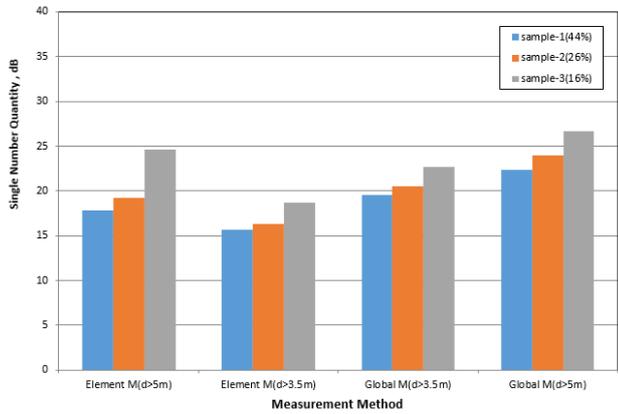


Fig. 14. Comparison Analysis of Specimen Size (Hanok-6, Spectrum Adaptation term 2)

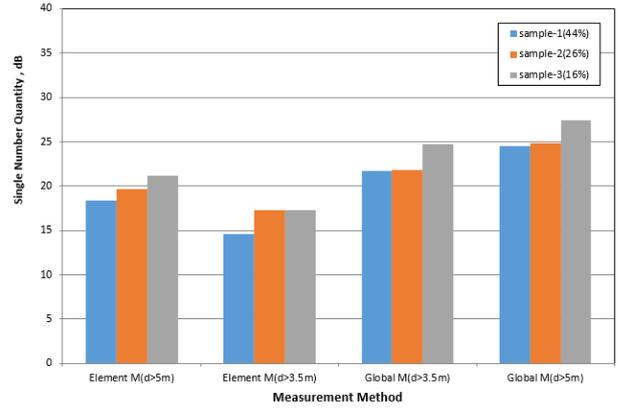


Fig. 16. Comparison Analysis of Specimen Size (Hanok-4, Spectrum Adaptation term 2)

에서 스피커의 음원을 받도록 하여 측정하고 그 결과를 비교하였다. 한옥 건축물의 방향별로 나란하게 배치된 형태(hanok-4,6)를 선택하여 비교하였다. 비교 대상이 된 창 설치 면적의 유형은 크게 3가지 타입으로 구분하였다. 한옥 평면 유형에 따라 돌출형태가 나오는 누마루가 있는 타입은 돌출된 부분으로 인해 정면 이외에도 좌우 측면을 통한 우회전달이 발생하므로 비교 대상에서 제외하였다. Fig.의 범례는 1칸 면적 대비 창호가 차지하는 면적의 비율을 의미한다.

평가 대상이 된 2동의 한옥의 경우 창의 크기에 따라 전체적인 단일수치평가량이 영향을 받는 것으로 나타났다.

외벽 전방에 대한 차음성능을 제공하는 방법으로 활용하는 전체법[3]의 경우 비교적 창의 크기와 면적이 커짐에 따라 차음성능수치가 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 창호 부재에 대한 성격이 짙은 부재법의 경우에도 창의 크기에 따라 차음성능이 영향을 받는 것으로 나타났다. 다만, 부재법 평가시 시험편 주변 벽에 대한 음의 투과 제어가 불가능하므로 외벽 전체의 특성이 반영되어 전체법과 유사한 패턴을 보이는 것을 알 수 있다.

분석결과 한옥 외벽에 시공되는 창호의 면적이 커질수록 차음성능은 낮아지고 있으므로 외벽 전방에 걸친 차음성능을 유지하기 위해서는 창호의 크기도 고려대상이 되어야 할 것으로 보인다. 특히 기존 연구에서 창의 설치 개수를 증가시키에 따라 공간의 기밀성능이 낮아지는 것을 확인한 바 있듯이 한옥의 열적성능, 기밀성능, 차음

Table 8. Single Number Quantity According to the Variation of Specimen Size

Division	Before			After(100%)		
	Element Method (d>3.5m)	Global Method (d>5m)	deviation	Element Method (d>3.5m)	Global Method (d>5m)	deviation
sample-1 (44%)	18	27	9	22	27	5
sample-2 (26%)	19	27	8	25	27	2
sample-3 (16%)	21	30	9	25	30	5

성능 등의 환경성능을 고려한 설계 시공시 과도한 창호의 시공은 자제할 필요가 있는 것으로 판단된다[13]. 벽에 비해 상대적으로 낮은 차음성능을 갖는 창호가 외벽 전방에 의해 성능 영향을 받는다는 점을 고려해야 할 것이다.

추가적으로 부재법에 따른 단일수치평가량 산출시 시험편(창호) 크기의 영향을 받기 때문에 시험 규격을 시험편이 설치된 1칸 크기(면적비 100%)로 조정하여 창호를 포함하는 벽면 1칸을 시험 규격으로 단일수치평가량을 재산출 해 보았다(Table 8.).

그 결과, 기존보다 시험편의 크기가 증가함에 따라 부재법의 평가량이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 전체법 단일수치평가량과 비교시 처음보다 그 편차가 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

공동주택 외벽에 대해 부재법과 전체법에 대한 평가를 진행한 기존 선행연구[9]에서는 부재법 평가 결과가 전체법 평가 결과에 비해 높게 평가된 결과를 제시한 바 있다. 본 한옥을 대상으로 한 측정 결과와는 상반된 결과라고 할 수 있다. 이는 공동주택의 경우 시험편이 되는 창호를 제외한 부분에서 실내로 소음이 유입될 외벽이 없는데 반해 한옥은 측정 대상이 되는 칸의 옆 칸을 통해서도 소리가 유입될 수 있고 건물 외벽의 다른 부분을 통해서도 전달되기 때문으로 판단된다.

이 결과로부터 한옥의 경우 외벽 및 외벽 부재에 대한 차음성능 평가는 부재법 보다 전체법을 적용하는 것이 합리적임을 의미하는 결과라 할 것이다. 부재단위의 평가보다는 공간단위 평가를 통해 한옥 공간 전반에 대한 평가를 하는 것이 적절한 평가방법일 것으로 판단된다.

### 3.4. 차음성능 평가지표간 상관성 분석

본 절에서는 부재법 및 전체법을 활용하여 측정된 결과에 대해 KS 규격에서 제시하는 단일수치평가량과 동시에 활용 가능한 단순 평가 지표간 상관성 분석을 하였다. 앞서 언급한 바와 같이 KS 규격의 건물의 공기음 차단성능 평가량 및 실내외 공간의 등가소음도 편차 간의 상관성 분석을 통해 한옥의 외벽 및 외벽 부재를 통한 차음성능 수준을 판별하기 위한 적절한 현장 측정방법과 사전 분석할 수 있는 간이 평가지표의 활용가능성을 검증하였다.

본 연구에 앞서 진행하였던 선행연구[5]에서 전체법을 사용하는 경우 단일수치평가량인 가중표준화음압레벨차와 실내외 등가소음도 편차, 건물의 공기음 차단성능 평가량과의 비교 평가 및 상관성 분석을 통해 각 평가량이 높은 상관성을 갖는 것을 확인한 바 있다. 본 연구에서는 부재법 측정 및 평가방법의 적용 가능성도 함께 검토해 보았다.

분석은 KS규격에 의한 평가방법인 음원의 특성을 고려한 스펙트럼 조정항 적용 단일수치평가량(가중 겹보기 음향 감쇠 계수, 가중표준화 음압레벨차)과 KS F 2862 부속서 4에 제시된 건물의 공기음 차단성능의 평균값에 의한 평가량(Dm(1/3)) 및 실내외 위치에서 동시 측정된 등가소음도 편차 지표와의 상관성 분석을 통해 그 적정성을 검토하였다. 단일수치평가량은 스펙트럼 조정항을 반영하여 분석하였다.

부재법 및 전체법으로 평가하는 경우 스펙트럼 보정항을 적용한 각 평가량(부재법-가중겹보기음향감쇠계수, 전체법-가중표준화음압레벨차)과 실내외 등가소음도 편차, 건물의 공기음 차단성능 평가량과의 상관성 분석을 실시한 결과, 부재법의 경우 0.93~0.95 수준의 설명력을 보이는 것으로 나타났다. 전체법의 경우에는 0.98~0.99 수준의 설명력을 보이는 것으로 나타나 부재법에 비해 상대적으로 더 높은 상관성을 갖는 것으로 분석되었다(Fig. 17., 18., 20., 21., Table 9.).

부재법의 경우도 높은 상관성을 갖는 것으로 나타났으나, 전체법과의 차이 분석을 위해 각 단일수치평가량과 실내외 등가소음도 편차, 건물의 공기음 차단성능 평가량과의 편차를 산출하고 그 평균치를 비교분석한 결과, 부재법은 각 평가량에 따라 6dB~7dB의 편차를 보이는 것으로 나타났다. 전체법의 경우 스펙트럼 보정항을 적용한 단일수치평가량과 실내외 등가소음도 편차, 건물의 공기음 차단성능 평가량과의 편차가 1dB 수준으로 부재법과 비교하여 편차가 상대적으로 줄어드는 것을 확인하였다(Fig. 19., 22., Table 9.).

실내외 등가소음도 편차는 한옥 내외부 위치에서 일정한 시간동안의 등가소음도 값 간의 편차이므로 현장에서 한옥의 차음성능 수준을 간이 판별하기에 적합한 지표로 활용될 수 있음을 확인하였다. 건물의 공기음 차단성능 평가량 또한 전체법의 경우 1dB의 편차와 높은 상관성을 보이고 있으므로 실내외 등가소음도 편차와 같이 현장에서 간이 평가 지표로 활용이 가능하다고 할 것이다.

측정방법면에서 한옥의 외벽 및 외벽 부재에 대한 차음성능 측정에 적합한 방법을 고민하였다. 그 결과, 부재법도 산출된 결과의 상관성은 높은 것으로 나타났으나 다른 평가지표와의 편차가 크게 나타나므로 보다 정확한 측정 결과를 요하는 경우 전체법에 비해 적합하지 않은 것으로 분석되었다.

부재법에 의한 평가량은 전체법에 의한 평가량보다 상대적으로 낮게 나타나고 있다

부재법은 측정 방법이 시편에 마이크로폰을 부착하여 측정하므로 부재 자체의 평가를 진행할 수 있으나, 측정 시험편(창호) 주변 벽을 통한 음의 투과를 제어하지 않은 조건에서 측정이 진행된 결과이므로 투과음이 반영되어 낮아진 차음성능 수치로 평가된 것으로 판단된다.

Table 9. The Correlation Analysis between Single Number Quantity ( $d > 3.5m$ ) and Weighted Single Number Quantity ( $d > 5m$ )

Division		Correlation Coefficients		Deviation Average between (Rating Index) and (A)	Deviation Average between (Rating Index) and (B)
		Deviation between Outdoor and Indoor Equivalent Sound Level (A)	Average Evaluation, Dm(1/3) (B)		
Element Method	Single Number Quantity(R',45) + Spectrum Adaptation1 dB (Rating Index-1)	0.9533	0.9485	6	7
	Single Number Quantity(R',45) + Spectrum Adaptation2 dB (Rating Index-2)	0.9340	0.9325	7	6
Global Method	Single Number Quantity(D1s,2m,nT,W) + Spectrum Adaptation1 dB (Rating Index-3)	0.9933	0.9845	1	1
	Single Number Quantity(D1s,2m,nT,W) + Spectrum Adaptation2 dB (Rating Index-4)	0.9945	0.9802	1	1

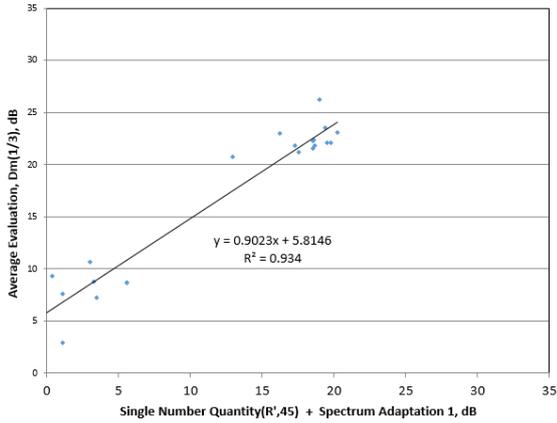


Fig. 17. The Correlation Analysis between Weighted Single Number Quantity(Spectrum Adaptation term 1) and Average Evaluation, Dm(1/3) - Element Method

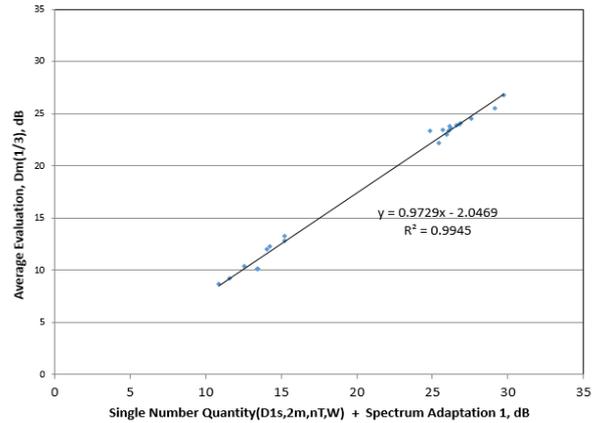


Fig. 20. The Correlation Analysis between Weighted Single Number Quantity(Spectrum Adaptation term 2) and Average Evaluation, Dm(1/3) - Global Method

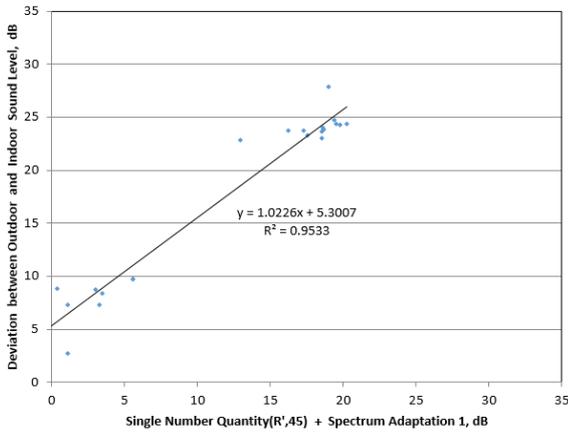


Fig. 18. The Correlation Analysis between Weighted Single Number Quantity(Spectrum Adaptation term 1) and Deviation between Outdoor and Indoor Equivalent Sound Level - Element Method

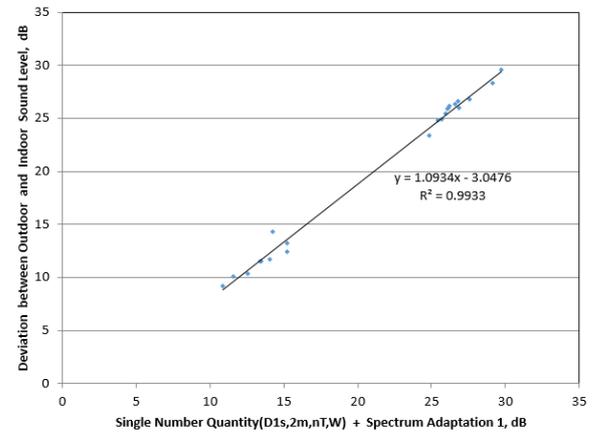


Fig. 21. The Correlation Analysis between Weighted Single Number Quantity(Spectrum Adaptation term 2) and Deviation between Outdoor and Indoor Equivalent Sound Level - Global Method

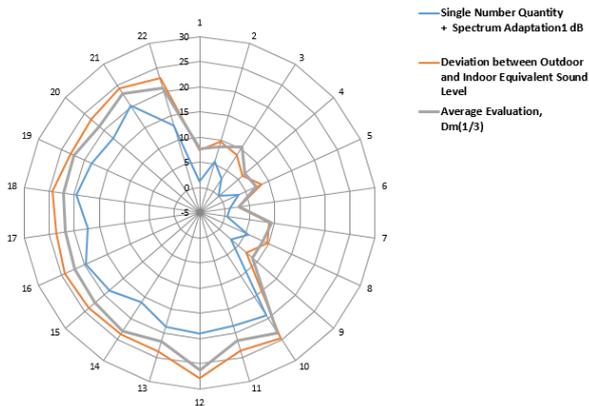


Fig. 19. Comparison Analysis of Three Indexes(Spectrum Adaptation term 1) - Element Method

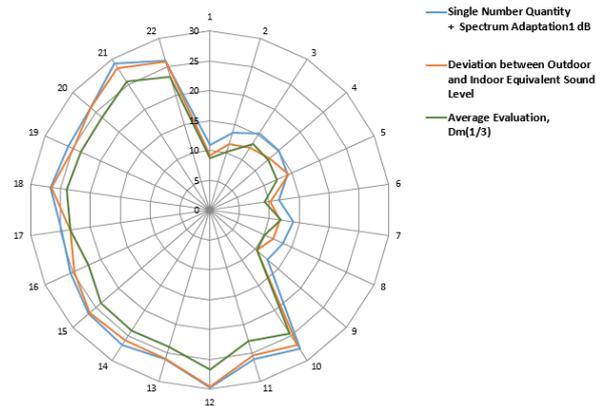


Fig. 22. Comparison Analysis of Three Indexes(Spectrum Adaptation term 1) - Global Method

한옥의 경우 각종 부재의 접합으로 이루어진 구조이므로 시험편 주변에 대한 차음성을 강화한 조건에서의 측정은 현실적으로 불가능하다는 점을 감안한다면, 현장에서 한옥의 외벽 및 외벽 부재의 차음성능을 측정하기 위한 적합한 방법으로는 부재법보다는 전체법이 적절함을 확인할 수 있다. 특히, 부재 접합의 특성을 반영한 측정이

므로 부재단위 측정보다는 공간단위 측정이 한옥 건축물 전반에 대한 측정으로서 의미를 갖는다고 판단된다.

물론, 시험편 주변의 영향을 상대적으로 덜 받을 수 있는 유형의 공동주택의 경우는 다른 결과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구는 공기전달음 차단성능 현장 평가 방법인 부재법과 전체법에 대한 비교 평가를 통해 한옥을 대상으로 한 현장 평가시 적절한 평가 방법을 찾고자 하였다. 시험편으로부터의 이격거리, 창호 면적이 평가량에 미치는 영향, 두 방법에 따른 평가량과 공동주택 평가량과의 비교, 다른 평가지표와의 상관성 분석을 통해 현장 여건에서 한옥 외벽 및 외벽 부재에 대한 적정 측정 방법을 분석하였다.

본 연구를 통해 도출된 결과를 정리하면 다음과 같다.

1) 한옥의 특성을 반영한 공기전달음 차단성능 현장 성능 평가에 적합한 방법으로는 부재법보다 전체법을 적용한 평가가 합리적이다.

부재법에 의한 평가량 산출은 시험편 크기에 대한 평가가 목적적이지만 한옥 구법의 건축물에서는 현장 평가 과정에서 시험편 주변 부위를 통한 우회 전달음이 발생하기 때문에 전체법 평가량과 차이를 보이며 낮아지게 된다. 기존 공동주택 연구 결과와 상반된 결과가 나오는 것은 한옥에 대해 부재단위의 평가 방법보다는 공간단위의 평가방법으로서 건축물의 외벽 및 외벽 부재의 차음성능을 평가하는 것이 실제적인 환경성능을 반영하는 것이라는 반증이 될 수 있다.

2) 현장측정시 음원과 외부 마이크로폰 수음점간 이격거리(KS규격 전체법 기준 거리  $d > 5m$ ) 확보가 어려운 경우, 비슷한환경 여건에서 이격거리( $d > 3.5m$ )를 달리하여 측정된 결과를 참조하여 간접 보정을 통한 평가가 가능할 것으로 판단된다.

시험편으로부터 음원 이격거리가 길어지면 수음실 내 소음도는 낮아지지만 시험편 외부 수음점 소음도는 이격거리에 영향을 받지 않고 비슷한 수준으로 측정되어 이격거리가 길어짐에 따라 차음성능 평가량이 변하는 것을 확인하였다. 전체법으로 평가할 경우 2dB~3dB 수준으로 단일수치평가량이 낮아지는 것으로 나타났다. 현장 여건에서 시험편과 음원과의 거리를 3.5m, 5m를 적용하였을 때 최소 2dB 이상 평가량이 달라지는 것으로 나타났다.

2종 이상의 이격거리에 따른 평가량 확보가 가능한 경우 이 평가량 차이로부터 이격거리 확보가 불가능한 위치에서의 차음량을 보정 산출할 수 있을 것으로 판단된다.

3) 부재법에 의한 현장 평가과정에서 시험편의 크기 산정은 전체법 평가량과 차이가 많이 나는 경우 시험편이 설치된 외벽 칸 규격을 고려한 평가량 산정이 필요하다.

우회전달음의 영향으로 부재법 평가량이 전체법 평가량과 큰 차이를 보이며 낮게 평가되는 경우 작은 규격의 시험편 자체의 평가량이 큰 의미를 갖지 못하기 때문이다. 시험편의 크기가 증가함에 따라 부재법의 차음성능 평가량이 증가하여 전체법 단일수치평가량과 비교시 처음보다 그 편차가 줄어드는 것으로 나타났다. 즉, 전체법과 차이가 많이 나는 부재법 평가량은 외벽 및 외벽 부재에 대한 정확한 평가량이라고 제시하기가 어려울 것이기 때문이다.

4) 현장 측정시 실내외 등가소음도 측정을 통한 overall 편차 산출 과정을 통해 한옥 외벽 및 외벽 부재의 차음성능 간에 평가가 가능할 것으로 판단된다.

전체법의 경우 스펙트럼 보정항을 적용한 단일수치평가량과 실내외 등가소음도 편차, 건물의 공기음 차단성능 평가량과의 편차가 1dB 수준으로 편차를 보이는 것을 확인하였다. 특히, 상관성 분석을 통해 0.98~0.99 수준의 설명력을 보이는 것으로 나타나 충분한 수준의 추정평가가 가능한 것으로 분석되었다.

한옥의 환경성능 평가를 위해 정확한 평가량을 산정하기 위해서는 KS규격을 활용한 단일수치평가량 산출 방법을 따라야 하겠으나 간략화된 방법으로 추정평가가 가능하다면, 현장에서 간략한 사전 진단을 통해 시공 과정에서의 개선 요소를 찾기 위한 노력으로 이어질 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 공기전달음 차단성능 현장 평가 방법인 부재법과 전체법에 대한 비교 평가를 통해 한옥을 대상으로 한 현장 평가시 적절한 평가 방법을 찾고자 하였다.

그 결과 고성능 고단열 창호 시스템을 외벽에 도입함에 따라 외벽 전반에 걸쳐 차음성능이 향상되는 효과를 기대할 수 있으나, 신한옥 건축물이 다양한 부재의 접합으로 구축된다는 점을 고려할 때 고성능 창호 시스템 도입만이 소음 환경 개선을 담보할 수 없다는 점을 확인하였다. 특히, KS 규격에 의한 실험실 평가를 통해 성능을 검증받은 창호를 시공한다고 하더라도 한옥 외벽 및 외벽 부재에 대한 평가는 부재단위 평가가 아닌 공간단위 평가로서 그 성능을 검증해야 하는 결과를 확인하였다.

다만, 본 연구는 동일한 구조와 재료로 시공된 복수의 실증한옥을 대상으로 평가한 결과를 정리한 것이므로 다양한 한옥의 특성을 반영하지 못한 점이 한계라 할 수 있다. 각기 다른 구법과 재료를 사용하여 구축된 한옥에 대한 평가를 통해 한옥 유형에 따른 평가량을 유형화할 수 있다면 추후 건축될 한옥의 성능 향상에 기여할 수 있을 것으로 사료 된다.

또한, 한옥의 성능 향상 개발은 부재 중심보다는 공간 중심으로 연구가 진행될 필요가 있다. 공간 단위로 차음성이 개선된다는 것은 곧 단열성능, 기밀성능 모두 향상된다는 점을 의미하므로 공간단위 한옥 건축 기술 개발을 통해 한옥의 전반적인 환경성능 향상으로 연결되기를 기대해 본다.

#### Acknowledgement

This work was supported by a grant(20AUDP-B128638-04) from Urban Architectural Research Program funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport Affairs of Korean Government.

#### Reference

[1] 건축도시공간연구소, 한옥활성화를 위한 신한옥 모델 개발 연구(1) -

- 한옥 생활공간 리모델링 매뉴얼 개발, 2012.12, pp.27-35. // (Developing Design Models for Revitalizing Hanok(1) - A Hanok Remodelling Guide to Living Spaces-, 2012.12, pp.27-35.)
- [2] 한국표준협회, KS F ISO 10140-2:2010(음향 - 건물 부재의 차음 성능 시험실 측정방법 - 제2부: 공기 전달음 차단 성능 측정 방법), 2016. // (Korean Standards Association, KS F ISO 10140-2, Acoustics-Laboratory measurement of sound insulation of building elements-Part2 : Measurement of airborne sound insulation, 2016.)
- [3] 한국표준협회, KS F 2235(외벽 및 외벽 부재의 공기전달음 차단 성능 현장 측정 방법), 2016. // (Korean Standards Association, KS F 2235, Field measurements of sound insulation of building facades and facade elements, 2016.)
- [4] 강릉 오죽한옥마을 홈페이지 // <http://www.ojuk.or.kr>, 2016
- [5] 이주엽, 천득염, 박혜진, 서혜린, 이태강, 전체법(스피커)을 이용한 현대 신한옥 외벽 및 외벽 부재의 차음성능 평가, 한국생태환경건축학회 논문집, 제19권 제5호, 2019.10, pp.63-73. // (J.Y. Lee, D.Y. Cheon, H.J. Park, H.R. Seo, T.G. Lee, Evaluation on the Airborne Sound Insulation Performance of Building Facades and Facade Elements of Modern New Han-oks Using Global Method(speaker), Journal of The Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, Korea Vol. 19, No. 6, 2019.10, pp.63-73.)
- [6] 장현충, 신한옥, 외벽 및 외벽 부재의 기밀 및 차음성능에 관한 연구, 전남대학교 박사학위논문, 2014.8. // (H.C. Jang, A Study on the Airtightness and Sound Insulation Performance of New Hanok Facades and Facade elements, 2014.8.)
- [7] 이주엽, 송민정, 이태강, 김선우, 한옥 구성 부재의 차음성능 평가에 관한 실험적 연구, 한국소음진동공학회 추계학술표대회, 제12권 제10호, 2012, pp.409-410. // (J.Y. Lee, M.J. Song, T.G. Lee, S.W. Kim, An Experimental Study on Evaluation of the Sound Insulation for Han-ok composition elements, 2012.10 pp.409-410.)
- [8] 이주엽, 장현충, 송민정, 이태강, 김선우, 한식 창호의 개구 면적에 따른 기밀 및 차음 성능간 상관성 연구, 한국생태환경건축학회 논문집, 제14권 제3호, 2014.6, pp.87-95. // (J.Y. Lee, H.C. Jang, M.H. Song, T.G. Lee, S.W. Kim, A Correlation Analysis between the Airtightness and Sound Insulation Performance on the Opening Spaces of Han-style Windows, Journal of The Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, Korea Vol. 14, No. 3, 2014.6, pp.87-95.)
- [9] 김명준, 김하근, 공동주택 발코니 창호의 차음성능 평가에 관한 실험적 연구, 한국소음진동공학회 논문집 제14권 제11호, 2004, pp. 1137-1146. // (M.J. Kim, H.G. Kim, An Experimental Study on Evaluation of the Sound Insulation Balcony Window in Apartment Houses, Journal of The Korea Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 14, No. 11, 2004, pp.1137-1146.)
- [10] 조창근, 염성곤, 아파트 외벽 창호의 차음성능 측정 및 평가방법 비교, 한국건축환경설비학회 논문집, 제4권 제1호, 2010, pp54-60. // (C.G. Cho, S.G. Yum, Comparison of Measuring and Rating Methods of Airborne Sound Insulation of Facade Window in Apartment Building, Vol. 4, No. 1, 2010 pp54-60.)
- [11] 한국표준협회, KS F 2862(건물 및 건물 부재의 공기전달음 차단 성능 평가 방법), 2017. // (Korean Standards Association, KS F 2862, Rating of airborne sound insulation in buildings and of building elements, 2017.)
- [12] 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 한옥기술개발연구단, 신한옥 시범마을 실증구축보고서, 2016.10. // (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement, Development of Modernized technology, The Report on constructing demonstration of Modernized Hanok Model Village, 2016.10.)
- [13] 이주엽, 한승훈, 천득염, 환기회수 평가를 통한 현대 신한옥 기밀성능 평가 연구, 한국건축역사학회 추계학술발표대회 논문집, 2018.11., pp.321-324. // (J.Y. Lee, S.H. Han, D.Y. Cheon, A Study on the Airtightness Performance of Modern New Han-oks Using Evaluation of Air Change, Korea Association for Architectural History, 2018.11., pp.321-324.)