



유리의 단면구성과 미서기 창호 창틀이 창의 차음성능에 미치는 영향

Effect on Sound Insulation Performance of Double Sliding Window According to Glass Sectional Structures and Window Frame

양 관 섭[†]·신 혜 경^{*}·김 경 우^{*}

Kwan-seop Yang[†], Hye-kyung Shin^{*} and Kyoung-woo Kim^{*}

(Received October 8, 2019 ; Revised November 20, 2019 ; Accepted November 20, 2019)

Key Words : Window(창호), Sound Insulation Performance(차음성능), Glass Sectional Structure(유리 단면구조), Double Sliding(미서기창)

ABSTRACT

In general, indoor noise due to external noise such as automobiles and airplanes is determined by the sound insulation performance of the window. However, windows do not only provide sound insulation from external noise but also perform various functions such as providing views, ventilation, insulation, and airtightness. Among these functions, the national insulation standards, including windows, have been strengthened to achieve greenhouse gas reduction for the building sector. Therefore, the cross-sectional structure of glass (air-layer thickness between glasses, presence of argon filling in the air layer, etc.) or surface treatment state of glass is changed to meet the insulation standards for windows in each region. In this study, we investigated how the sound insulation performance of windows changes according to these changing conditions through laboratory tests.

1. 서 론

우리나라에서는 정온한 공동주택의 실내환경 확보를 위해 「주택건설기준 등에 관한 규정」 등 관련 법령에 벽체 차음, 바닥충격음, 교통소음, 화장실소음 등에 대한 음환경기준을 규정하여 운용하고 있다. 이들 음환경기준 중 교통소음은 외부 발생소음에 대한 기준으로서 2가지 형태로 운용되고 있는데, 하나는 단지 내 야외활동시 정온성을 확보할 수 있도록 공동주택 5층 이하의 실외소음은 무조건 65 dB(A) 미만

이 되도록 해야 하며, 6층 이상의 경우에는 공동주택 세대 안에 법에서 정하는 환기설비를 갖춘 경우에 한해 실내소음 기준 45 dB(A)을 적용할 수 있도록 하고 있다. 그러나 대부분의 공동주택은 도로나 철도 등 소음원에 근접하여 건설됨에 따라 6층 이상의 세대에 대해서는 실내소음기준을 적용하고 있다고 할 수 있다. 이와 같이 실내소음기준을 적용할 경우, 차음설계 부위는 외벽이며, 외벽 중에서도 차음성능이 상대적으로 떨어지는 창호가 주 차음설계 대상부위가 되므로 「주택건설기준 등에 관한 규정」 제 9조(소음방지 대책의 수립)에 따라 세부사항을 규정하고 있는 「공

[†] Corresponding Author ; Member, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology
E-mail : ksyang@kict.re.kr

^{*} Member, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

[‡] Recommended by Editor Jong Kwan Ryu
© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

동주택의 소음측정기준」(국토교통부고시)에서도 창호의 차음성능만을 고려하여 실내소음도를 예측하도록 규정하고 있다⁽¹⁾.

또한 공향소음대책지역 거주자에게 일정 수준의 정온한 환경을 제공하기 위해 「공향 소음대책지역의 방음시설 설치기준」(국토교통부고시)이 시행되고 있는데, 주거시설, 교육시설, 의료시설 및 공공시설을 대상으로 동일한 실내 소음영향도 기준 60(WECPNL)을 적용하고 있다. 그리고 창에 대해서는 기존이나 신축 건축물 모두 소음영향도 기준별(제1종 구역, 제2종 구역, 제3종 구역(‘가’지구, ‘나’지구, ‘다’지구))로 차음성능기준과 시방기준을 정하여 운용하고 있다⁽²⁾.

이와 같이 자동차나 항공기 등 외부소음에 대해 실내소음 레벨을 결정하는 것은 결국 창호의 차음성능 수준이다. 그러나 창호의 기능에는 외부소음에 대한 차음기능만 있는 것이 아니라 조망, 환기, 단열, 기밀 등 다양한 기능들이 있으며, 이들 기능 중 건물부분에 대한 온실가스 감축량 달성을 위해 정부에서는 2008년 이후 4차례에 걸쳐 창을 포함한 「건축물 에너지절약설계기준」을 강화한 바 있다. 이 단열기준 강화정책에 따라 지역별 단열기준에 적합하도록 복층 유리의 단면구성이나 유리에 표면처리상태가 달라져야 되는데 창호의 차음성능에 대한 기존 연구에서는^(3,4) 단열성능보다는 차음성능 중심으로 실험실시험이나 현장시험 결과를 제시하고 있어 현 시점에서는 활용하기가 적절하지 않다.

따라서 이 연구에서는 단열성능과 관련되는 복층 유리의 단면구성방법(유리와 유리사이 공기층 두께, 공기층내 아르곤 충전유무 등)이나 유리의 표면처리 여부 등이 창호의 차음성능에 미치는 영향을 살펴보고, 또한 미서기(sliding) 창호에서 창틀이 차음성능 수준에 어떠한 영향을 미치는지를 실험실 시험을 통해 확인하고자 하였다.

2. 시험체 창의 구성 및 시험방법

현재 창에 대한 단열(열관류율)기준은 우리나라를 중부1지역, 중부2지역, 남부지역, 제주도 등 4개 지역으로 나누고, 각 지역별로 창이 외기에 직접 면하는 경우와 간접 면하는 경우, 그리고 공동주택과 공동주택 외의 건축물로 구분하여 정하고 있다⁽⁵⁾.

Table 1은 2015년 개정기준과 2018년 9월 개정기준

중 창이 외기에 직접 면하는 경우의 공동주택에 대한 지역별 열관류율 기준을 비교한 것이다.

그리고, Table 2는 「건축물의 에너지절약설계기준」

Table 1 Heat transmission rate standard when the window is directly exposed to outside air an apartment house (Unit : W/m² · K)

Division	Year	
	2015	2018.9
Central 1 area	-	0.90
Central 2 area	1.20	1.00
Southern area	1.40	1.20
Jeju Island	2.00	1.60

Table 2 Types of windows by heat transmission rate

Heat transmission rate	Window type
0.90 W/m ² ·K	No example window meets this criterion
1.00 W/m ² ·K	
1.20 W/m ² ·K	Double glass (Ar) 16 mm + low-e double glass 16 mm (S.Coat)
1.40 W/m ² ·K	Double glass (Ar) 16 mm + low-e double glass 16 mm
	Double glass (Ar) 16 mm + low-e single glass 5 mm (S.Coat)
	Double glass 16 mm + low-e double glass 16 mm (H.Coat)
	Double glass 12 mm + low-e double glass 12 mm (S.Coat)
1.60 W/m ² ·K	Double glass 16 mm + low-e single glass 5 mm (H.Coat)
	Double glass 12 mm + low-e single glass 5 mm (S.Coat)
	Double glass (Ar) 12 mm + low-e single glass 5 mm (H.Coat)
	Double glass (Ar) 16 mm + double glass 16 mm
	Double glass (Ar) 6 mm + low-e double glass 6 mm (H.Coat)
2.00 W/m ² ·K	Low-e (H.Coating) double glass 16 mm (Ar)
	Double glass 16 mm + single glass 5 mm
	Double glass 6 mm + low-e single glass 5 mm (S.Coat)
	Double glass (Ar) 12 mm + single glass 5 mm

(국토교통부고시) 별표4(창 및 문의 단열성능)에서 제시하고 있는 창외 종류별 열관류율 중 2015년과 2018년 창외 단열기준에 부합하는 창외 종류를 정리한 것이다. 그리고 창틀과 창밖의 재료는 우리나라에서 공동주택 시공현장에 가장 많이 적용되고 있는 플라스틱(PVC) 창호를 대상으로 하였다.

Table 2에서도 알 수 있듯이 제주도 지역은 창외 단열기준이 $2.00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 에서 $1.60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 로 강화될 경우 유리가 2장으로 구성된 복층유리는 사용할 수 없고, 최소한 삼중유리 이상을 사용하되 공기층의 두께를 늘리거나 공기층 안에 아르곤을 주입 또는 코팅한 로이유리를 사용해야 하는 것으로 나타나고 있다. 남부지역도 단열기준이 $1.40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 에서 $1.20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 로 강화될 경우 삼중유리는 사용할 수가 없으며, 최소한 사중유리를 사용하되 유리의 재질이 단열성능에 유리한 소프트코팅을 한 제품을 사용해야 하는 것으로 나타나고 있다. 그리고 중부 1지역과 2지역에 적합한 창외에 대한 예시는 없으나 양 복층유리에 아르곤을 주입하거나 코팅한 로이유리 등을 사용해야 하는 등 유리의 구조나 재질 등이 달라질 것으로 판단된다.

2.1 시험체의 구성

먼저 창외 단열성능과 관련되는 요소들이 차음성능에 어떠한 영향을 미치는지를 파악하기 위해 단판유리(단판유리 2장)를 대상으로 공기층의 두께 등 복층유리의 단면구성방법이나 코팅유무, 공기층 내 아르곤가스 충전여부 등에 따른 차음성능시험을 실시하였으며, 단판유리와 단판유리를 2중으로 구성한 이중창과의 차음성능 비교를 위해 Table 5와 같이 시험체를 구성하였다. 그리고 창틀과 창밖 사이의 틈새에 의한 영향을 배제하고 유리의 가공조건 변화에 따른 차음성능 비교를 위해 창틀없이 유리가 부착되어 있는 창밖을 개구부 조정벽(창과 같이 소형 건축부재의 차음성능 시험을 실시할 때 시험대상 시험체 외의 공간을 차음성능이 6 dB 이상 좋은 재료로 막는 벽)에 직접 밀착하여 부착한 후 시험을 실시하였다.

두 번째로는 창틀과 창밖 사이의 틈새 등의 영향에 따른 차음성능을 파악하기 위해 1개의 창틀을 시험체에 설치한 후 각 타입별 창호를 교체해 가면서 차음성능시험을 실시하였다.

(1) 창밖에 부착된 복층유리의 가공조건별 시험체 창밖에 부착된 유리의 가공 조건이나 공기층 두께 등 유리의 조합 조건별 차음성능 현황을 파악하기 위해 Fig. 1과 같이 시험체를 구성하였다. 그리고 창틀이 없이 창밖에 유리가 부착된 상태 즉, 여단이 타입의 창호 형태로 시험체를 구성한 이유는 미서기 창호와 시험체 면적이나 이중창 구성조건 등을 동일하게 하여 2개 창호 타입 간에 차음성능 차이를 파악하기 위한 목적도 있다.

이 시험체는 창틀만 없을 뿐 현장에서의 설치조건과 유사하게 맞추기 위해 창틀 대신 각재를 사용하여 창밖을 고정하였으며, 차음시험용 창외의 크기는 2000 mm (가로) \times 1000 mm (세로)이다.

그리고 Tables 3~5는 비교분석 대상 시험체별 구성현황을 나타낸 것으로서 여기에서 말하는 복층유리 OO mm란 단판유리와 단판유리 사이의 공기층 두께가 OO mm라는 것을 의미하며, 양쪽의 단판유리 두께는 모든 시험체에 동일하게 5 mm를 사용하였다. 예를 들면 복층유리 6 mm라고 표시한 창외는 단판유리 5 mm + 공기층 6 mm + 단판유리 5 mm로 전체 두께는 16 mm 이나 이 연구에서는 복층유리 안의 공기층 두께만을 나타낸 것이다.

이들 시험체 중 로이유리를 제외하고는 일반유리를 사용하였으며, 아르곤(Ar)이라고 표시된 창외는 복층유리 내의 공기층에 아르곤이 충전되었다는 것을 의미한다. 그리고 로이유리(H.Coat)는 하드코팅한 로이유리를 나타낸 것이고, 로이유리(S.Coat)는 소프트코팅한 로이유리를 나타낸 것이다.

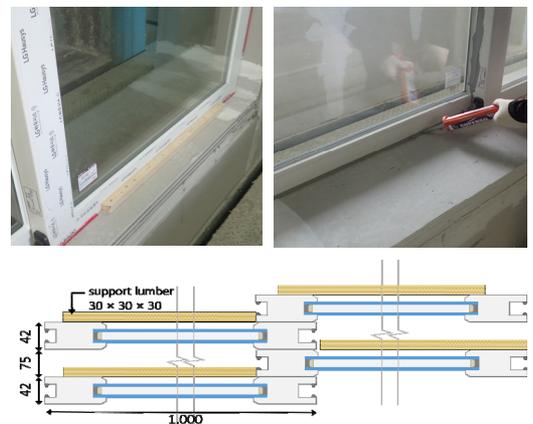


Fig. 1 Install test specimen without window frame

(2) 현장시공방법(창틀+창짝)을 준용한 시험체

미서기 창의 차음성능 현황을 파악하기 위해 현장에서 시공하는 방식대로 창틀에 창짝을 설치하여 차음시험을 실시하였다. 창틀 두께는 창짝 2세트(창짝으로 보면 이중창이고, 유리구성으로 보면 사중창임)가 설치될 수 있도록 235 mm로 하였으며, 1개의 창틀을 시험체틀에 설치한 후 Table 4에 나타난 시험체를 창틀에 설치한 후 시험을 실시하였다.

그리고 창틀이나 창짝에 사용하는 모헤어 등 기밀성 재료는 현장 시공시와 동일하게 제작하도록 하였으며, 창틀과 창짝의 재질은 PVC이다.

이 시험체 또한 유리 두께는 전부 5 mm를 사용하였으며, 시험체 이외의 부분은 개구부 조정벽으로 마감하였다.

Table 3 Test specimen considering the processing method of the double-layer window

Division	Window cross section
1-1	Double glass 16 mm
1-2	Double glass (Ar) 16 mm
1-3	Low-e (S.Coat) double glass (Ar) 16 mm
1-4	Low-e (H.Coat) double glass 16 mm
1-5	Low-e double glass 6 mm
1-6	Double glass 6 mm
1-7	Low-e double glass (Ar) 6 mm

Table 4 Test specimen considering air-layer thickness

Division	Window cross section
2-1	Double glass 6 mm
2-2	Double glass 12 mm
2-3	Double glass 16 mm

Table 5 Double glazing

Division	Window cross section
3-1	Double glass 16 mm + double glass 16 mm
3-2	Double glass 6 mm + single glass 5 mm
3-3	Double glass 12 mm + single glass 5 mm

2.2 시험방법

차음성능 시험은 ‘KS F ISO 10140-2 음향-건축 부재의 차음 성능 실험실 측정방법 -제2부:공기 전달음 차단 성능 측정방법’에 따라 실시하였으며, 가중음향계수(R_w)는 ‘KS F 2862 건물 및 건물 부재의 공기 전달음 차단 성능 평가 방법’에서 정하는 방법에 따라 산출하였다.

그리고 Fig. 2는 음원용 잔향실의 체적이 $57 m^3$, 수음용 잔향실 체적이 $52 m^3$ 인 차음시험용 잔향실험실을 나타낸 것이다. 이 2개의 실험실 사이에 차음시험 대상 시험체를 끼워넣어 시험을 실시하는데 Fig. 3은 $3600 mm \times 2750 mm$ 의 시험체 설치틀에 $2000 mm \times 2000 mm$ 규격의 창호가 설치된 모습을 나타낸 것이다.

- 차음시험에 사용된 시험 장비는 아래와 같다.
- 주파수분석장치 : SA-01, RION
- 마이크로폰: RION(GRAS 40AE, UC 59)
- 스피커 : CESVA(BP 012)
- 앰프 : NU1000, Behringer
- 프리앰프 : G.R.A.S.(Type 26CA), RION(NH-22)

Table 6 Test specimen with sliding window

Division	Window cross section
1	Low-e double glass 6 mm (single window)
2	Double glass 6 mm + single glass 5 mm
3	Double glass 6 mm (Ar) + single glass 5 mm
4	Double glass 6 mm + double glass 6 mm
5	Double glass 16 mm + single glass 5 mm
6	Double glass 12 mm + single glass 5 mm
7	Double glass 16 mm + double glass 16 mm
8	Double glass 16 mm (Ar) + double glass 16 mm (Ar)
9	Double glass 6 mm (Ar) + double glass 16 mm
10	Low-e (S.Coat) double glass (Ar) 16 mm + double glass 16 mm
11	Low-e (H.Coat) double glass 16 mm + double glass 16 mm
12	Low-e (S.Coat) double glass (Ar) 16 mm + low-e (H.Coat) double glass 16 mm

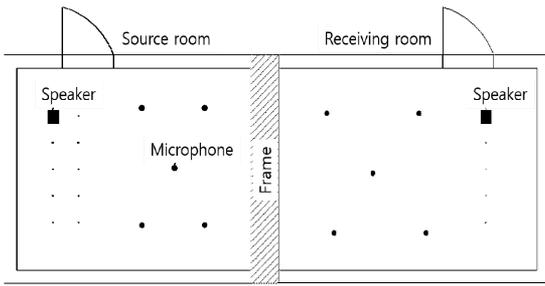


Fig. 2 Soundproofing laboratory floor plan



Fig. 3 Sound insulation performance measurement set-up

3. 차음성능 시험결과 및 분석

3.1 복층유리의 가공조건별 차음성능 시험결과

(1) 복층유리 가공조건별 차음성능

Table 7과 Fig. 4에서 알 수 있듯이 복층유리의 공기층 안에 아르곤을 주입한 경우나 그렇지 않은 경우, 그리고 유리의 종류가 일반유리이거나 소프트 코팅한 로이유리 또는 하드 코팅한 로이유리이던 관계없이 단일수치평가량($R_w(C)$)은 거의 유사한 것으로 나타났다. 다만 아르곤을 주입한 복층유리의 경우에는 저주파대역에서 아르곤을 주입하지 않은 복층유리보다 유리하나, 중고주파대역에서는 불리한 것으로 나타나 추가적인 연구가 필요하다.

이러한 경향은 공기층 두께가 6 mm에서도 동일하며, Table 8과 Fig. 5는 그 결과를 나타낸 것이다.

(2) 복층유리 안의 공기층 두께별 차음성능 현황

Table 9와 Fig. 6은 복층유리 안의 공기층의 두께가 다른 경우에 대한 차음성능 시험결과를 나타낸 것이다

Table 7 Sound insulation performance by multi-layer window processing condition (air layer 16 mm)

Frequency (Hz)	Sound reduction index (dB)			
	Double glass 16 mm	Double glass 16 mm (Ar)	Low-e (S.Coat) double glass (Ar) 16 mm	Low-e (H.Coat) double glass 16 mm
100	26.5	29.7	27.4	26.5
125	30.8	34.7	31.4	31.8
160	27.0	30.1	27.2	26.8
200	20.0	29.2	19.2	18.9
250	21.2	25.1	19.7	19.2
315	25.0	23.7	24.3	23.3
400	29.4	24.5	28.6	28.7
500	29.1	27.6	28.8	28.6
630	33.4	30.4	32.8	32.6
800	36.6	34.4	36.7	36.1
1000	39.9	37.6	39.7	39.3
1250	39.6	38.0	39.6	39.8
1600	40.2	38.6	40.4	40.7
2000	37.6	35.3	38.4	37.4
2500	30.9	30.3	33.3	32.3
3150	33.8	31.0	35.0	34.3
4000	39.7	34.8	39.6	39.5
5000	43.7	40.6	43.8	44.2
$R_w(C)$	33(-1)	32(-1)	33(-1)	32(0)

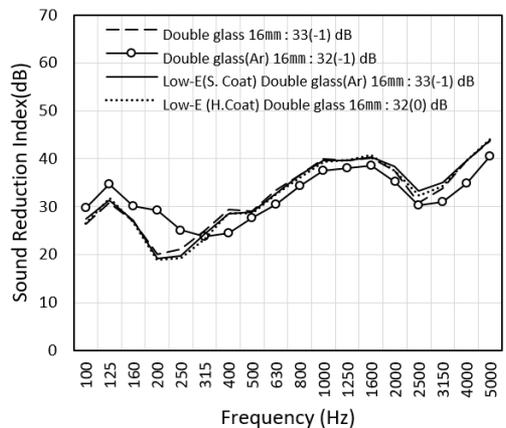


Fig. 4 Sound insulation performance by multi-layer window processing condition (air layer 16 mm)

Table 8 Sound insulation performance by multi-layer window processing condition (air layer 6 mm)

Frequency (Hz)	Sound reduction index (dB)		
	Low-e double glass 6 mm	Double glass 6 mm	Low-e double glass (Ar) 6 mm
100	30.5	29.7	29.8
125	35.5	34.6	35.3
160	29.9	30.0	30.3
200	28.5	28.6	28.6
250	23.5	23.4	25.0
315	24.1	24.2	23.7
400	25.0	24.8	24.3
500	28.7	28.6	27.3
630	32.0	32.0	30.5
800	35.7	35.8	34.5
1000	38.4	38.5	38.1
1250	37.9	37.9	38.5
1600	37.2	37.4	38.2
2000	35.5	35.5	35.2
2500	30.5	30.7	30.6
3150	31.6	31.3	31.4
4000	36.0	35.4	35.2
5000	41.1	40.4	40.6
R _w (C)	32(0)	32(0)	32(-1)

Table 9 Sound insulation performance by air-layer thickness in double-glazed windows

Frequency (Hz)	Sound reduction index (dB)		
	Double glass 6 mm	Double glass 12 mm	Double glass 16 mm
100	29.7	28.3	26.5
125	34.6	33.7	30.8
160	30.0	28.8	27.0
200	28.6	20.7	20.0
250	23.4	18.2	21.2
315	24.2	23.1	25.0
400	24.8	27.3	29.4
500	28.6	30.0	29.1
630	32.0	33.5	33.4
800	35.8	37.1	36.6
1000	38.5	40.6	39.9
1250	37.9	39.8	39.6
1600	37.4	39.5	40.2
2000	35.5	37.8	37.6
2500	30.7	31.9	30.9
3150	31.3	33.3	33.8
4000	35.4	38.3	39.7
5000	40.4	44.0	43.7
R _w (C)	32(0)	32(-1)	33(-1)

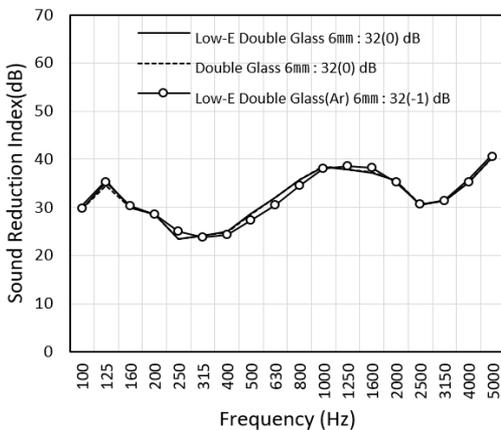


Fig. 5 Sound insulation performance by multi-layer window processing condition (air layer 6 mm)

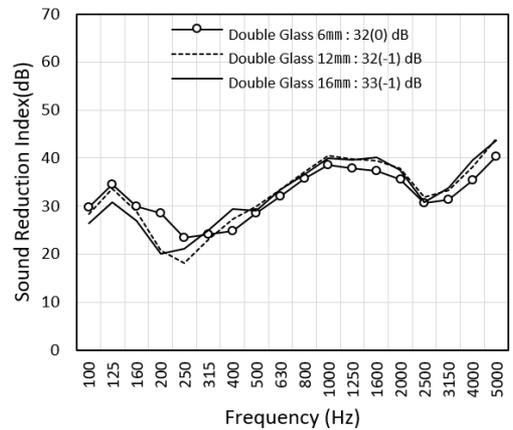


Fig. 6 Sound insulation performance by air-layer thickness in double-glazed windows

Table 10 Sound insulation performance of double glazing

Frequency (Hz)	Sound reduction index (dB)		
	Double glass 16 mm + double glass 16 mm	Double glass 6 mm + single glass 5 mm	Double glass 12 mm + single glass 5 mm
100	37.9	35	36.1
125	45.1	43.7	44.7
160	42.4	39.7	42.4
200	43.4	36.5	37.4
250	43.8	39.3	37.5
315	38.9	41.1	43.3
400	40.1	41.9	44.1
500	42.3	40.7	43.4
630	45.0	41.1	43.7
800	46.9	43.1	46.4
1000	49.2	44.7	47.4
1250	50.3	46.6	48.9
1600	50.4	47.4	49.2
2000	47.8	46.2	48.0
2500	45.8	41.0	43.5
3150	44.9	40.6	43.8
4000	46.4	44.1	45.8
5000	48.8	47.4	48.3
$R_w(C)$	46(0)	44(-1)	46(-1)

다. Fig. 6에서 볼 수 있듯이 저주파수 영역에서는 공기층의 두께가 얇은 복층유리가 두꺼운 복층유리보다 차음성능이 다소 좋은 것으로 나타났으나 중고주파수 영역에서는 오히려 떨어지는 것으로 나타나고 있다. 그러나 Table 9에서도 알 수 있듯이 단일수치평가량은 복층유리 안의 공기층 두께와 관계없이 유사한 것으로 나타났다.

(3) 이중창의 차음성능 현황

Table 10과 Fig. 7은 복층유리 16 mm+복층유리 16 mm (각 복층유리 사이의 공기층 두께는 00 mm)로 구성된 이중창과 복층유리 6 mm(나머지 1개 시험체는 12 mm) + 단판유리 5 mm의 단판유리로 이중창을 구성하

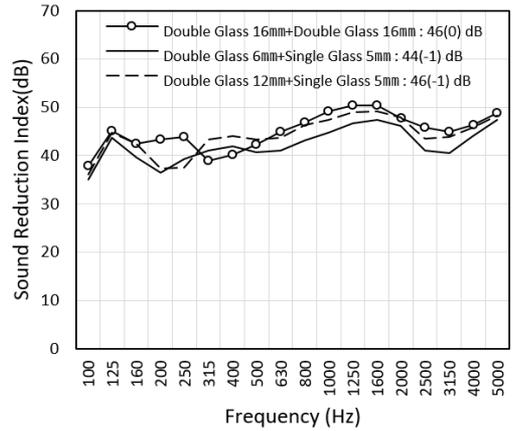


Fig. 7 Sound insulation performance of double glazing

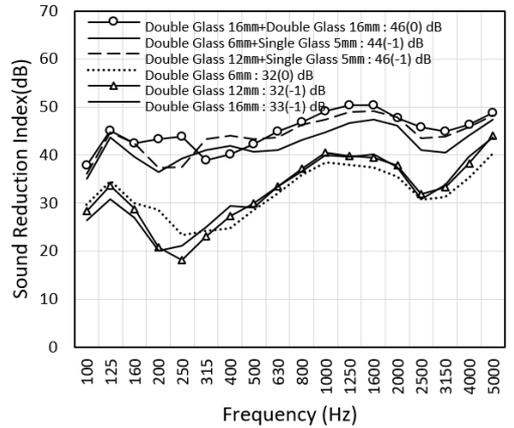


Fig. 8 Sound insulation performance of double glazing and single glazing

였을 때의 차음성능 시험결과를 나타낸 것이다.

그림과 표에서도 알 수 있듯이 차음성능은 복층유리 2개로 구성된 이중창의 차음성능이 다소 좋은 것으로 나타났으나 이 시험결과만 놓고 경향성을 파악하기는 어려울 것으로 판단된다.

Fig. 8은 창틀 없이 유리가 부착된 창작을 시험체에 밀착하여 부착한 후 코킹처리한 경우에 있어서의 이중창과 단판유리의 차음성능을 비교한 것으로서 틈새를 통한 음의 전달이 최소화됨에 따라 주파수별로 차음성능 차이가 명확하게 나타나고 있는 것으로 판단된다.

3.2 미서기 창호의 차음성능 현황

(1) 미서기 창호의 차음성능 측정결과

Tables 11~13, Fig. 9는 주택 시공현장에서 설치

Table 11 Sound insulation performance measurement result by sliding window type1

Frequency (Hz)	Sound reduction index (dB)			
	Low-e double glass 6 mm (single window)	Double glass 6 mm + single glass 5 mm	Double glass 6 mm (Ar) + single glass 5 mm	Double glass 6 mm + double glass 6 mm
100	25.1	32.4	32.4	35.1
125	30.5	40.3	39.5	42.8
160	26.8	40.8	38.5	41.5
200	26.6	38.9	38.5	40.4
250	23.3	39.0	38.3	37.2
315	20.9	38.6	37.8	34.9
400	21.7	35.8	33.6	34.9
500	22.7	36.5	34.1	36.3
630	22.1	36.7	34.5	36.7
800	21.0	37.4	35.3	37.5
1000	19.8	35.9	32.8	35.9
1250	19.4	35.3	32.3	35.1
1600	21.3	36.2	35.3	36.2
2000	23.3	38.2	36.8	37.4
2500	24.2	38.9	38.1	38.5
3150	24.5	38.4	38.8	39.9
4000	25.9	42.7	42.4	42.5
5000	29.4	45.4	45.6	46.2
R _w (C)	22(0)	37(0)	35(0)	37(0)

되는 방식 그대로 창틀에 창짝을 설치하는 슬라이딩 (미서기) 방식의 창을 차음성능 시험실의 시험체틀에 설치한 후 실시한 차음성능 측정결과를 나타낸 것이다. 창짝에 설치된 유리는 단열성능을 고려하여 복층 유리 내의 공기층 두께를 달리하거나 공기층 안에 아르곤가스를 주입, 또는 코팅유리를 사용하여 제작하였다.

이렇게 창을 제작하여 차음성능 시험을 실시한 결과, 표에서도 알 수 있듯이 1번 시험체인 로이유리 복층유리 6 mm 단판유리를 제외하고는 복층유리+복층유리로 구성된 창이나 복층유리+단판유리로 구성된

Table 12 Sound insulation performance measurement result by sliding window type2

Frequency (Hz)	Sound reduction index (dB)			
	Double glass 16 mm + single glass 5 mm	Double glass 12 mm + single glass 5 mm	Double glass 16 mm + double glass 16 mm	Double glass 16 mm (Ar) + double glass 16 mm (Ar)
100	31.7	32.0	33.1	33.3
125	38.7	39.6	38.1	38.9
160	39	39.6	37.7	38.3
200	35.9	34.9	31.8	26.4
250	36.5	33.1	31.5	29.0
315	38.3	38.3	36.7	35.1
400	36.2	36.1	35.9	35.9
500	35.8	36.3	36.3	36.2
630	37.0	36.8	36.7	36.8
800	37.1	37.2	37.0	37.7
1000	35.4	35.7	35.2	35.3
1250	36.0	35.7	34.8	34.7
1600	36.9	36.3	36.9	36.2
2000	38.4	37.9	37.4	36.5
2500	39.2	39.1	38.2	36.5
3150	38.8	39.2	40.5	39.6
4000	42.7	43.3	41.7	42.1
5000	44.8	45.4	45.1	44.8
R _w (C)	37(0)	37(0)	37(0)	37(-1)

모든 이중창의 단일수치평가량(R_w)은 36 dB 전후로 거의 유사한 것으로 나타나고 있다. 이는 단열성능향상을 위해 취하는 아르곤 충전, 복층유리 내부 공기층 두께 증가, 유리코팅 등의 조치가 차음성능에는 큰영향을 미치지 못하고 있음을 나타내는 것이라고 판단되며, 다만 기밀성이 약한 미서기 창이라 할지라도 창짝의 수는 차음성능에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Fig. 9는 차음성능 측정결과를 나타낸 것으로서 창 의 타입별로 저주파수대역에서는 차음량의 폭이 다소

Table 13 Sound insulation performance measurement result by sliding window type3

Frequency (Hz)	Sound reduction index (dB)			
	Double glass 6 mm (Ar) + double glass 16 mm	Low-e (S.Coat) double glass 16 mm (Ar) + double glass 16 mm	Low-e (H.Coat) double glass 16 mm + double glass 16 mm	Low-e (S.Coat) double glass 16 mm (Ar) + Low-e (H.Coat) double glass 16 mm
100	32.5	33.1	33.6	33.3
125	37.6	38.9	37.8	38.0
160	38.2	38.8	37.9	38.2
200	30.3	30.6	30.2	28.3
250	30.6	31.5	32.2	31.0
315	35.5	36.5	36.9	35.2
400	36.2	36.5	36.9	36.1
500	36.6	37.0	37.0	36.8
630	37.1	37.5	37.9	37.0
800	37.6	37.6	38.3	37.3
1000	34.9	35.9	36.5	35.6
1250	34.6	35.8	36.3	36.0
1600	36.1	37.6	38.0	37.7
2000	36.7	37.8	38.9	38.2
2500	37.4	38.5	39.8	38.7
3150	39.9	41.8	42.0	42.1
4000	41.7	43.9	44.2	43.9
5000	44.6	45.6	46.2	46.1
R _w (C)	37(-1)	38(-1)	38(0)	38(-1)

크게 분포하고 있으나 단일수치평가량은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

(2) 틈새처리 방법에 따른 창호의 차음성능 변화

옆으로 밀어서 여는 미서기 창호는 창짝 하부에 레일을 설치하여 움직임이 좋도록 하고 있으며, 움직임이 용이하도록 창틀과 창짝 사이에는 일정한 유격을 두게 된다. 이렇게 함으로서 개폐의 용이성은 좋아지나 상대적으로 기밀성은 떨어지기 때문에 소리에 대한 차단능력 또한 떨어지기 마련이다. 이 문제를 보완하기 위해 모헤어 등 기밀재를 설치하여 성능개선을 도모하고는 있으나 유리의 두께 등 동일한 조건의 여닫이 창호보다는 차음성능이 낮다는 것이 일반적인 의견이다.

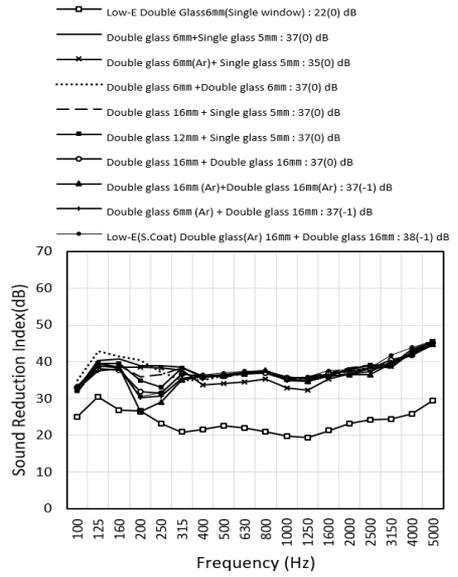


Fig. 9 Sound insulation performance measurement result by sliding window type

Table 14 Comparison of sound insulation performance according to clearance treatment

Frequency (Hz)	Sound reduction index (dB)			
	Sliding window	One side taping	Double sided taping	No window frame
100	33.3	34.4	36.4	37.9
125	38.9	39.2	39.2	45.1
160	38.3	38.8	39.7	42.4
200	26.4	25.7	26.3	43.4
250	29.0	28.0	28.1	43.8
315	35.1	35.3	35.4	38.9
400	35.9	37.6	38.4	40.1
500	36.2	37.4	37.6	42.3
630	36.8	38.2	38.8	45.0
800	37.7	40.2	41.3	46.9
1000	35.3	39.8	41.1	49.2
1250	34.7	41.0	43.0	50.3
1600	36.2	43.3	45.5	50.4
2000	36.5	43.0	44.8	47.8
2500	36.5	41.8	43.1	45.8
3150	39.6	44.3	44.9	44.9
4000	42.1	45.7	46.0	46.4
5000	44.8	47.8	48.0	48.8
R _w (C)	37(-1)	40(-1)	41(-1)	46(0)

따라서 이 절에서는 복층유리 16 mm(아르곤)+복층유리 16 mm(아르곤)의 이중유리 구조(창틀이 없는 창은 복층유리 내에 아르곤 충전되지 않았으나 차음 성능은 유사함)에 대해 시험조건을 달리하여 실시한 차음 성능 시험결과를 분석하였다. 첫 번째 시험조건은 창틀없이 창짝을 시험체 틀에 고정하고, 모든 틈새는 코킹처리하는 것이고, 두 번째 방법은 창틀에 창짝을 개폐가 가능하도록 설치(미서기 창)하는 것이며, 세 번째는 두 번째 방법으로 설치된 창의 창틀과 창짝 사이 등의 틈새를 면테이프로 한쪽 면만 막거나 양쪽 모두를 막고 차음시험을 실시하는 것이다.

이러한 방법으로 차음 성능 시험을 실시한 결과를 Table 13에 나타낸 것처럼 아무 처리도 없는 미서기 창의 경우보다 음원실 쪽에 면해 있는 창의 각 틈새(창틀과 창짝 사이, 창짝과 창짝 사이 등)를 면테이프로 막은 경우가 3 dB, 양쪽을 모두 막은 경우에는 4 dB 정도로 차음 성능은 개선된 것으로 나타났다. 그리고 창틀이 없이 창짝을 시험체틀에 바로 맞대어 설치하고 모든 틈새는 코킹처리한 경우에는 같은 창의 구조라 할지라도 차음 성능이 미서기 창보다 무려 10 dB 정도 좋은 것으로 나타났다.

결국 창의 차음 성능은 개폐 방식에 따라 달라지며, 차음 성능을 높이기 위해서는 틈새가 없도록 제작과 시공 과정에서 관심을 가져야 할 것으로 판단되며, 창의 차음량이 40 dB 이상이 요구되는 지역에 건설되는 공동주택 6층 이상의 창에 대해서는 슬라이딩 창의 차음 성능 한계를 고려하여 시스템 창과의 조합을 통해 안정적인 차음 성능을 확보하는 방안의 검토도 필요하다.

4. 결 론

지역별 창의 단열기준이 강화됨에 따라 달라지는 창 구조에 대한 차음 성능 변화를 확인하고, 유리의 단면구성(유리와 유리사이 공기층 두께, 공기층내 아르곤 충전유무 등)이나 유리의 표면처리상태, 그리고 틈새처리 방법 등의 차이가 차음 성능에 어떠한 영향을 미치는지를 파악하기 위해 몇 가지 조건을 설정하여 실험실 시험을 실시하였다. 다음은 그 결과를 정리한 것이다.

(1) 복층유리의 공기층 안에 아르곤을 주입한 경우나 그렇지 않은 경우, 그리고 유리의 종류가 일반유

리이거나 소프트 코팅한 로이유리 또는 하드 코팅한 로이유리이던 관계없이 단일수치평가량($R_w(C)$)은 거의 유사한 것으로 나타났으며, 또한 복층유리 내의 공기층 두께와도 관계가 없는 것으로 나타났다.

(2) 주파수별로 차음 성능 차이가 명확하게 나타날 정도로 창짝이 이중으로 구성되어 있는 이중창(복층유리+복층유리와 복층유리+단판유리)가 창짝 1개로 구성되어 있는 단판유리보다 차음 성능이 10 dB 이상 양호한 것으로 나타났다.

(3) 복층유리+복층유리나 복층유리+단판유리로 구성된 모든 미서기 이중창의 단일수치평가량(R_w)은 36 dB 전후로 거의 유사한 것으로 나타나고 있는데 이는 단열 성능 향상을 위해 취하는 아르곤 충전, 복층유리 내부 공기층 두께 증가, 유리코팅 등의 조치가 차음 성능에는 큰 영향을 미치지 못하고 있음을 나타내는 것이라고 판단되며, 다만 기밀성이 약한 미서기 창이라 할지라도 창짝의 수는 차음 성능에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

(4) 틈새에 대해 아무 처리도 없는 미서기 창의 경우보다 음원실 쪽에 면해 있는 창의 각 틈새(창틀과 창짝 사이, 창짝과 창짝 사이 등)를 면테이프로 막은 경우가 3 dB, 양쪽을 모두 막은 경우에는 4 dB 정도로 차음 성능은 개선된 것으로 나타났으며, 같은 창의 구조라 할지라도 틈새가 없도록 제작하고 시공할 경우에는 차음 성능이 미서기 창보다 10 dB 정도 좋은 것으로 나타나 미서기 창의 차음 성능 향상을 위해서는 틈새처리 등 기밀성 확보가 무엇보다 중요한 것으로 나타나고 있다.

창의 차음량이 40 dB 이상이 요구되는 지역에 건설되는 공동주택 6층 이상의 창에 대해서는 슬라이딩 창과 시스템 창의 조합을 통해 안정적인 차음 성능을 확보하는 방안의 검토도 필요하다.

References

- (1) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2017, Noise Criteria for Apartment(Seperate Table 1): Indoor Noise Prediction Method, Notice.
- (2) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2018, A Study on the Revised Plan for Soundproofing and Air Conditioning Facilities in Airport Noise Control Areas.
- (3) Kim, S. W., Kim, H. G. and Kim, M. J., 1993, Improvement of Sound Insulation Performance of Exterior

Windows, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 3, No. 3, pp. 209~219.

(4) Kim, S. W., Jung, J. Y., Lee, O. K. et al., 2001, A Study on the Improvement of Sound Insulation Performance of Windows through Laboratory Experiments, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 11, No. 2, pp. 307~314.

(5) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2015, Energy Saving Design Standard of Building(Separate Table 1) Heat Transmission Rate Table of Building Parts by Region, Notice.



Kwan-seop Yang is senior researcher at KICT (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology). He received his Ph.D. in architecture engineering from ChonBuk university in 1997. his research interest is sound quality, apartment room mode analysis and floor impact sound. especially base on architecture environment.