

이중창 내부공기층의 흡음력과 창외 차음성능 변화에 관한 연구

이 옥균*, 정진연**, 박현구***, 김선우****

*전남대학교 석사과정, **전남대학교 석사과정 ***전남대학교 박사수료 ****전남대학교 건축학과 교수

A Study on the Sound Insulation Performance of the Double Window with Absorbing Materials in the Air Space

Ok Kyun Lee, Jin Yun Chung, Hyeon Ku Park, and Sun Woo Kim

* Graduate School of Chonnam National University, u9997061@chonnam.ac.kr

** Graduate School of Chonnam National University, u9797061@chonnam.ac.kr

*** Graduate School of Chonnam National University, roomacoustic@hanmail.net

**** Department of Architecture, Chonnam National University, swk@chonnam.ac.kr

Tel : +82-62-530-1635/0789 Fax : +82-62-530-0780

1. 서론

창을 사용하여 차음대책을 수립하는데 있어서 문제점은 단창의 경우 요구하는 차음량을 만족시키기 어렵다는 점이고, 이중창의 경우 시공정도에 따른 기밀성과 창틀의 구성 및 종류에 따라 차음성능의 차이가 크게 된다는 점이다.

창외 차음성능을 높이는 방법으로는 창에 설치되는 유리의 차음성능을 높이거나 창틀의 기밀성능을 높이는 방법이 있으며, 더 높은 차음성능을 요구하는 곳에는 이중창이나 삼중창과 같이 창외 다중설치를 통해 차음성능을 높이는 방법이 있다. 특히 항공기나 철도소음에 노출된 지역에 신설되는 학교나 관공서의 경우에는 창외 차음성능이 크게 중요시되며 같은 이중창의 구조라 할지라도 시공정밀도, 내부공기층의 이격거리에 따라 그 차음성능이 달라진다는 사실은 기존의 연구를 통해서 잘 알려져 있다. 그러나 건축적으로 외부벽체의 두께는 한정되기 때문에 내부공기층의 이격거리를 외부벽체 이상으로 두껍게 할 수 없게 된다. 따라서, 동일한 이격거리의 내부공기층에 대하여 차음성능을 높일 수 있는 방법을 고려해 볼 때, 공기층 내부 창틀면에 흡음재를 부착함으로써 창외 차음성능을 높이는 방법을 고려해 볼 필요가 있게 된다.

따라서, 본 연구에서는 이중창의 내부공기층에 흡음성능이 다른 여러 종류의 흡음재를 설치하여 내부공기층의 흡음력을 변화시킨 후 창외 차음성능을 측정함으로써 내부공기층의 흡음력과 창외 차음성능과의 상관관계를 분석해 보고자 한다.

표 1은 실험에 사용된 창 구조의 내역을 나타낸 것이다. 공기층 이격거리에 따른 차음성능의 변화를 살펴보기 위하여 공기층 이격거리를 100mm에서 400mm까지 각각 100mm씩 증가시키면서 4개구조를 실시하였다. 또한, 내부공기층의 흡음재 사용에 따른 차음성능의 변화를 살펴보기 위하여 내부공기층 200mm에서 10개 구조, 500mm에서 5개 구조에서 실험을 실시하였다.

표 1 실험대상구조 내역

구분	외측 창		내부 공기층		내측 창		
	유리두께 (mm)	창틀 재질	이격거리 (mm)	흡음재 종류	두께	유리두께 (mm)	창틀 재질
1	8	PVC	100	A	12	5t	PVC
2			200				
3			300				
4			400				
5	8	PVC	200	A	12	5t	PVC
6				S	15		
7				U	25		
8				I			
9				H			
10				W1			
11				W2			
12				B1			
13				B2			
14				G			
15	A	12	12	PVC			
16	S	15					
17	U	25					
18	H						
19	G				50		

*16mm의 유리구조: 5mm+6Air-gap+5mm

12mm의 유리구조: 3mm+6Air-gap+3mm

2. 측정대상구조의 선정

본 연구는 창틀 내부공기층의 흡음력 변화에 따른 차음성을 분석하기 위한 것으로 실험에 사용된 창틀은 P.V.C와 알루미늄 창틀을 사용하였으며 사용된 유리는 외측창과 내측창의 두께를 각각 8mm+5mm, 16mm+12mm 두 가지 구조를 사용하였다. 그림 1은 실험에 설치된 창틀의 종단면 프로파일이다.

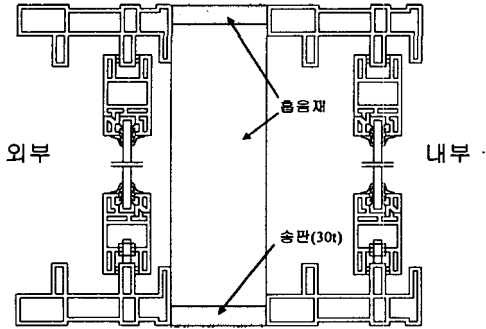


그림 1 실험에 사용된 창틀의 종단면 프로파일

위의 그림에서 내부공기층의 바닥에는 송판(30mm)을 설치하였으며, 측면 및 상부에는 흡음재를 부착하였다. 표 2는 내부공기층에 사용된 흡음재료의 제원을 나타낸 것이다. 사용된 흡음재료의 두께는 12mm에서 50mm로 시중에서 사용되고 있는 흡음재를 사용하였다. 그림 2는 실험에 사용된 흡음재료의 흡음특성 및 성능을 비교하기 위

표 2 실험에 사용된 흡음재의 제원

구분	흡음재 종류	두께	비고
A	석고보드	12	
S	천연경량흡음판	15	왕겨앞축흡음재
U	폴리우레탄 유공폼	25	표면유공 지름5, 간격3
I	폴리우레탄 패브릭폼	25	폴리우레탄위 직물마감
H	가교폴리에틸렌폼	25	표면유공 지름1-2, 간격9
W1	멜라민폼	25	스폰지형
W2	멜라민 패브릭폼	25	멜라민위 직물마감
B1	연사류	25	플리에스텔
B2	연사류	50	플리에스텔
G	유리면	50	

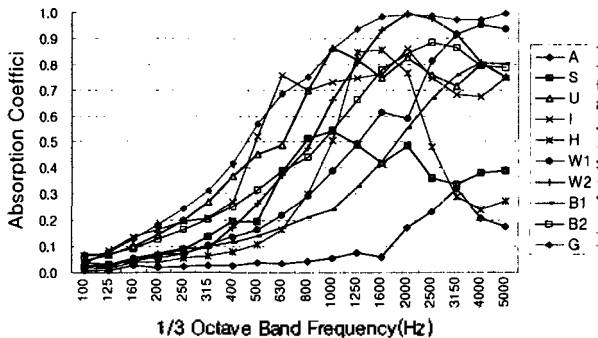


그림 2 실험에 사용된 흡음재의 흡음특성

하여 관내법 실험을 통하여 얻은 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 석고보드의 흡음능력이 전주파수 대역에 걸쳐 가장 낮게 나타나고 있으며 다공질성 흡음재인 유리면이 가장 높은 차음성을 나타내고 있다.

3. 이중창의 투과손실 측정

창의 투과손실 측정은 전남대학교 잔향실험실에서 실시하였다. 스피커에서 발생시킨 음원에 대하여 음원실의 마이크로폰과 시편을 투과한 수음실의 마이크로폰을 사용하여 동시에 측정하였으며, 두 실의 음압레벨 차이를 통해 투과손실값을 계산하였다.

구체적인 실험방법은 그림 3에서와 같이 KS F 2808(실험실에서의 음향 투과 손실 측정 방법)에 준하여 실시하였다. 측정위치는 각 실에서 다섯 위치를 선정하였으며, 각 위치에서 세 번씩 측정한 값을 산술평균하여 시편의 투과손실값을 산출하였다. 실험 기기의 구성도는 그림 3과 같으며, 사용된 기기의 내역은 다음과 같다.

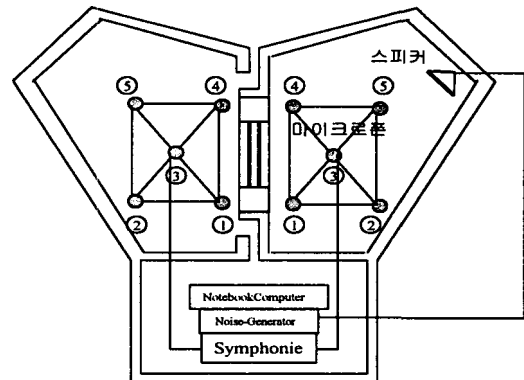


그림 3 잔향실 내부 음원실, 수음실 및 측정순서와 기기 구성도

- 1) Symphonie Measurement System (01dB)
- 2) Microphones (B&K Type 4134)
- 3) Preamplifiers (B&K Type 2669)
- 4) Notebook Computer (Samsung)
- 5) Noise Generator (B&K Type 1405)
- 6) Sound Power Source (B&K Type 4205)
- 7) Tripods
- 8) Speakers (B&K Type HP1001 외)

4. 측정결과의 분석

4.1 내부공기층의 이격거리에 따른 차음특성 비교
이중창 내부의 공기층 이격거리는 벽체의 두께에 따라 자유롭게 변화될 수 있다. 그에 따라 내부공기층의 이격거리가 변화하게 되는데 차음성

능 또한 달라지게 된다. 본 절에서는 내부공기층의 이격거리 변화에 따른 차음성능을 살펴보기 위하여 사용된 흡음재 중 가장 흡음성능이 낮은 A흡음재를 설치한 후 공기층의 이격거리를 100mm, 200mm, 300mm, 400mm가 되도록 두 개의 창틀을 이격시켜 실험을 실시하였다.

그림 4는 이중창 내부공기층의 변화에 따른 차음성능을 비교한 그래프이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 315Hz 대역을 기준으로 중·고주파수 대역에서는 공기층 이격거리에 따른 차이를 보이지 않고 있다. 반대로 저주파수 대역으로 갈수록 공기층의 이격거리에 따른 차이가 크게 나타나므로 알 수 있으며, 공기층의 이격거리가 증가할수록 투과손실값이 높게 나타나고 있다.

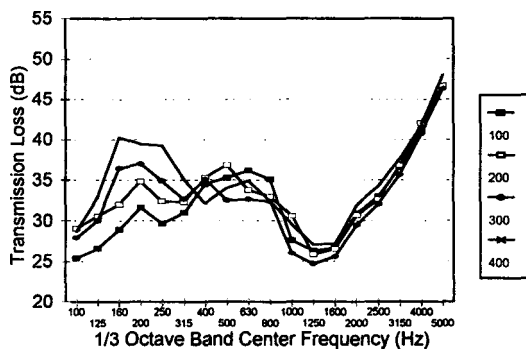


그림 4 내부공기층의 이격거리변화에 따른 창의 차음성능비교

4.2 공기층에 사용된 흡음재의 종류별 차음특성

이중창의 차음성능은 내부공기층의 이격거리에 따라 달라질 뿐 아니라 내부공기층에 설치하는 흡음재에 따라라도 차음성능이 달라질 수 있다. 따라서 공기층의 이격거리를 200mm와 500mm로 설치한 후 이중창의 내부벽면에 표 2에 기술한 여러 종류의 흡음재를 부착하여 창의 차음성능 변화를 고찰하였다.

(1) 내부공기층이 200mm인 경우

내부공기층의 이격거리를 200mm로 이격시킨 후 흡음특성이 다른 10가지의 흡음재를 공기층 벽면에 차례로 설치하면서 측정한 창의 차음특성 결과는 그림 5와 같다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 동일 구조의 창이라 할지라도 내부공기층에 설치하는 흡음재의 종류에 따라 창의 차음성능이 달라짐을 알 수 있다. A흡음재를 설치했을 경우 창의 투과손실값이 평균 33.4dB로써 가장 낮게 나타나며 B2흡음재를 설치했을 경우 평균 38.9dB로서 가장 높게 나타나고 있다. 또한 그 차이는 일차 주파수 영역인 1.25kHz 대역에서 가장 크게 나타나며 A흡음재와 B2흡음재를 설치했을 경우의 차이는 10dB의 차이를 보이고 있다.

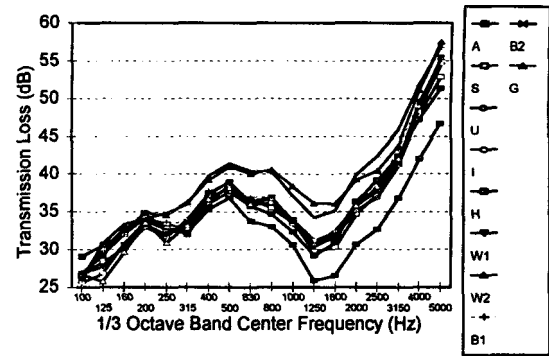


그림 5 흡음재 종류별 창의 차음성능 비교(200mm이격시)

(2) 내부공기층이 500mm인 경우

내부공기층의 이격거리를 500mm로 이격시킨 후 흡음재 종류별로 창의 차음성능을 살펴보면 그림 6과 같다. 그림에서와 같이 이중창 내부공기층을 500mm로 하였을 때에는 흡음재 종류별 창의 차음성능 차이가 200mm 공기층을 이격하였을 때보다 더욱 크게 나타나며, 특히 중·고주파수 대역에서 흡음재에 따른 창의 차음성능 차이가 뚜렷이 나타남을 알 수 있다. 이는 내부공기층의 이격거리가 커지면서 흡음재의 면적도 커져서 흡음력이 증가했기 때문으로 사료된다.

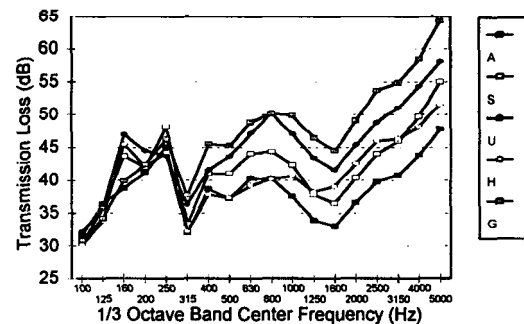


그림 6 흡음재 종류별 창의 차음성능 비교(500mm이격시)

4.3 흡음율과 차음성능의 상관성 분석

앞에서 살펴본 바와 같이 내부공기층에 사용된 흡음재의 흡음성능이 증가할수록 차음성능 또한 증가하고 있음을 살펴보았다. 따라서 내부공기층의 흡음력 증가에 따른 차음성능과의 상관성을 살펴보기 위하여 각 주파수별 흡음율, 평균흡음율을 계산하였으며, 그에 따른 창의 차음성능과의 상관계수를 산출하였다. 상관계수 추출을 위해 사용된 차음성능값은 주파수별로 산출평균한 투과손실값과 STC값을 사용하였다.

표 3은 내부공기층의 이격거리에 따라 흡음력 및 차음성능과의 상관계수를 정리한 것이다. 표에서 알 수 있는 바와 같이 주파수별 흡음율과 평균투과손실값 및 STC값과의 상관계수가 0.50 이

표 3. 평균흡음력과 차음성능과의 상관계수

내부공기층 : 200mm																				
주파수 (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1.25k	1.6k	2k	2.5k	3.15k	4k	5k	평균 흡음력	평균 STC
평균 투과손실	0.90	0.64	0.59	0.66	0.66	0.68	0.64	0.56	0.50	0.50	0.50	0.53	0.63	0.65	0.72	0.67	0.67	0.71	0.72	1
STC	0.93	0.75	0.76	0.81	0.80	0.79	0.77	0.74	0.68	0.65	0.64	0.64	0.71	0.74	0.78	0.71	0.70	0.75	0.84	0.96
내부공기층 : 500mm																				
평균 투과손실	0.98	0.98	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.97	0.95	0.79	0.77	0.87	0.96	0.93	0.97	0.98	0.99	1
STC	0.96	0.91	0.95	0.94	0.93	0.91	0.90	0.93	0.89	0.88	0.93	0.90	0.90	0.96	0.99	0.89	0.91	0.94	0.99	0.96

상을 보이고 있으며 특히 내부공기층의 간격이 500mm일 경우 상관계수가 대부분 0.90 이상을 상회하고 있어 매우 높은 상관성을 보이고 있음을 알 수 있다.

위의 표를 통해 볼 때 각 주파수별로 개별적인 흡음력에 비해 주파수별 흡음력을 산술평균한 평균흡음력과 STC값과의 상관성이 상대적으로 높게 나타남을 알 수 있었다. 그에 따라 평균흡음력과 차음성능과의 관계를 더 살펴보기 위하여 회귀식이 포함된 그래프를 통하여 분석하였다.

그림 7, 8은 평균흡음력과 STC값과의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 그림을 통해 알 수 있는 바와 같이 내부공기층의 이격거리가 500mm인 경우 결정계수가 97%를 보임으로써 매우 높은 설명력을 보이고 있음을 알 수 있으며 200mm 이격시에도 회귀식의 설명력이 70% 이상을 보이고 있음을 알 수 있다.

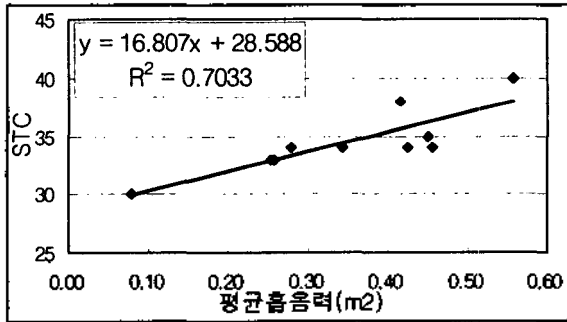


그림 7 평균흡음력과 STC값의 관계(200mm이격시)

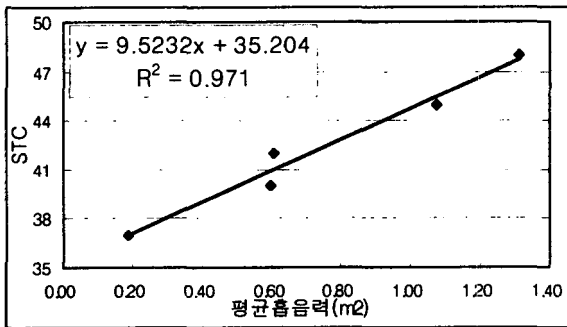


그림 8 평균흡음력과 STC값의 관계(500mm이격시)

5. 결 론

본 연구는 이중창의 차음성능을 높이기 위한 방법으로 내부공기층에 흡음재를 사용함으로써 내부공기층의 흡음력에 따른 차음성능의 변화를 분석하고자 하였으며 본 연구를 통해 도출된 결론을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 내부공기층에 흡음재를 설치할 때 400Hz대역 이상의 중·고주파수대역에서 차음성능이 증가하였다.
- 2) 이중창 내부공기층의 흡음력에 따른 차음성능의 상관관계를 살펴본 결과 주파수별 흡음력과 차음성능과 높은 상관을 보였으며, 특히 전주파수대역에서 흡음력을 산술평균한 평균흡음력과 STC값과의 상관계수가 매우 높은 값을 나타내었다.
- 3) 평균흡음력과 STC값과의 관계를 회귀식을 통해 분석한 결과 500mm 내부공기층 이격시 97%이상의 설명력을 보였으며, 200mm 이격시에도 70% 이상의 설명력을 보였다.
- 4) 이상의 결론을 통해 이중창 내부공기층에 사용하는 재료의 평균흡음력을 알고 있을 때, 창외 차음성능 개선정도를 예측식을 통해 예측할 수 있음을 확인하였으며, 창틀의 제조 및 차음성능 향상을 위한 곳에 적용가능하리라 사료된다.

참고문헌

1. 박현구, 김선우, 장현충, 송혁, 기노갑, 유리의 종류 및 두께에 의한 차음특성 변화에 관한 실험적 연구, 한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집, 1999.5, p.680
2. 이옥균, 박현구, 장현충, 송혁, 김선우, 실험실 실험을 통한 창의 차음특성 변화에 관한 실험적 연구, 한국음향학회 학술발표대회 논문집, 1999
3. 日本建築學會 編, 建物の遮音設計資料, 技報堂出版株式會社, 1988
4. 日本建築學會 編, 實務的騒音對策指針 第2版, 技報堂出版株式會社, 1987
5. 日本音響材料協會 編, 騒音・振動對策 핸드북, 集文社, 1983