

## 항공기소음에 노출된 학교 교실 창호 설계에 관한 연구

### A Study on the Window Design of Classroom Exposed to the Aircraft Noise

송 혁<sup>†</sup> · 송 민 정\* · 박 현 구\*\* · 김 선 우\*\*\*

Hyuk Song, Min-Jeoung Song, Hyeon-Ku Park and Sun-Woo Kim

(2003년 10월 16일 접수 : 2004년 2월 9일 심사완료)

**Key Words** : Aircraft Noise(항공기 소음), Sound Insulation Performance of Windows(창호 차음 성능), Absorption Material(흡음재료)

#### ABSTRACT

This study aim to find an appropriate window for classrooms to provide proper sound insulation against aircraft noise and to achieve this goal, measurements were taken of the sound insulation performance of windows with various thicknesses of inner air space and sound absorption materials in the inner air spaces. As a result of this study the improvement of the sound insulation performance of windows(single, double and triple window) was shown through the analysis and the measuring of windows with these characteristics. These results may be applied to the manufacture of window frames and provide basic data for the improvement of the sound insulation performance of windows.

#### 1. 서 론

우리나라의 항공기소음에 대한 대책을 살펴보면, 1987년 8월 심야(23:00~06:00)시간대에 항공기의 정비와 운항을 규제하였고, 1988년 1월부터는 소음레벨이 높은 DC 8과 B-707기를 운항제한조치 하였다. 또한 1991년 12월 14일 항공법 시행령 가운데 소음 관련규정이 신설되었다. 1993년 6월에는 김포공항 주변 지역에 항공기 소음피해 지역 및 예상지역이 선포 되었으며, 1998년 9월에는 항공기 피해 예상 지역인 3종 구역을 "가"지구와 "나"지구로 재분류하기 위해 항공법 시행규칙에 대한 개정이 이루어졌다. 이러한 법개정으로 공항주변 지역에 대한 방음공사와 피해

보상대책의 근거를 마련하고 있다.

그러나 산업이 발전함에 따라 도심의 공동화 및 가속화가 심화되어, 주택난이 심각한 사회문제로 대두 되고 있다. 이에 새로운 택지를 조성하여 인구의 과 밀화 및 주택난을 해소 하고자 노력하고 있다. 그리 하여 정해진 항공법에 따라 공항주변에 주택단지를 건설되었으나 항공기소음이 생활기준보다 높기 때문에 건물에 대한 방음대책이 마련되어야 한다. 항공기 소음에 노출된 지역에서의 실내소음에 영향을 주는 요소로써, 건물 외피의 차음성능이 가장 중요한 요소 이다. 특히 학교 교실에서의 수업환경에 적합한 실내 의 소음레벨을 확보 되어야 한다. 이에 본 연구에서 는 항공기소음에 노출된 지역에서의 소음레벨을 측정 하였다. 측정된 결과를 분석하여 입사음 레벨을 선정 하였고, 학교 수업환경에 적합한 실내소음 목표값 NC 30~40으로 선정 하였다. 또한 창호의 차음성능 을 향상 시키고자 흡음재를 창과 창 사이의 공기층의 넓이, 재료 및 두께를 변화 시키면서 다양하게 실험 을 실시하였다. 그러나 흡음재료, 두께 및 넓이의 변 화만으로는 차음성능을 향상시키기에 한계가 있으며

† 책임저자 : 정회원, 전남대학교 공업기술연구소

E-mail : capikki@hanmail.net

Tel : (062) 530-0789, Fax : (062) 530-0780

\* 정회원, 전남대학교 공업기술연구소

\*\* 정회원, 전남대학교

\*\*\* 정회원, 전남대학교 건축학부

로, 단일창, 이중창 및 삼중창에 대한 다양한 창호 구조체의 실험은 실험실 실험을 통하여 실시하고, 데이터를 축적 하였다. 이 데이터를 바탕으로 학교 수업 환경에 적합한 구조를 판별 하여, ASHRAE에서 권장하는 교육시설의 실내목표 소음레벨 NC 30 ~ 40 을 만족하는 창호에 대한 규격을 제안하고자 하였다.

## 2. 항공기 소음 이론적 고찰

### 2.1 우리나라 항공기 소음 규제현황

우리나라 환경정책 기본법에는 항공기소음 측정량으로 WECPNL을 정하고 있으며 그 측정절차는 소음진동공정시험법에 명시되어 있다. 법률 제 4435호로 1991년 12월 14일자로 개정 시행되고 있는 항공법은 항공에 관한 전반적인 관련업무 및 규정에 관한 기준을 정하고 있으며 동법 시행규칙이 '93년 12월 7

일 입법 예고되어있다. 현재 예고되어 있는 시행규칙에 따르면 WECPNL 기준 90이상을 소음피해지역으로, 90미만은 소음피해 예상지역으로 구분하고 있다. 또한 규칙에는 대상시설의 종류와 성격에 따라 건축의 증개축과 방음시설 공사 등을 의무화하고 있다. 시행규칙에서 지정하고 있는 공항소음 피해의 구분기준과 시설물 설치제한이 있고, 또한 시설물에 대한 용도제한기준은 Table 1과 같다.

## 3. 현장측정 및 분석

### 3.1 대상 현장 개요

본 연구의 대상은 항공기 소음에 영향을 받는 지역으로써, 공항에서 3 km이내에 위치하는 신도심 지역의 택지 개발지 이다. 이 지역은 공동주택이 밀집되어 항공기 소음에 대한 피해가 증가 되고 있는 실정이다. 아래 Fig. 1은 측정 대상지역이다.

Table 1 Use restriction criteria for facility

Noise value (WECPNL) Facility	Area damaged by the airport noise		Anticipated to be amaged
	Type 1 Above 95	Type 2 Above 90 Below 95	Type 3 Above 80 Below 90
Facility for residence	Prohibition of building, extension and reconstruction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prohibition of building</li> <li>Permission of reconstruction and extension below the terms of soundproofing</li> </ul>	Permission of reconstruction and extension below the terms of soundproofing
Facility for education and medicine	Prohibition of building, extension and reconstruction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prohibition of building</li> <li>Permission of reconstruction and extension below the terms of soundproofing</li> </ul>	Permission of reconstruction and extension below the terms of soundproofing
Public facilities	Prohibition of building, extension and reconstruction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prohibition of building</li> <li>Permission of reconstruction and extension below the terms of soundproofing</li> </ul>	Permission of reconstruction and extension below the terms of soundproofing
Factory, storehouse and transportation facilities	Permission of facilities related to airport management	Permission of building, extension and reconstruction for facilities not related to aircraft noise	

### 3.2 항공기 소음의 측정 및 결과

대상 현장은 2년에 걸쳐 3차례 항공기소음에 대한 측정을 실시하였다. 1차 측정은 택지내의 다섯 위치

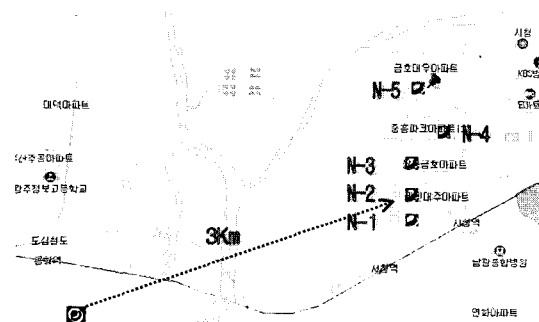


Fig. 1 Object site from airport

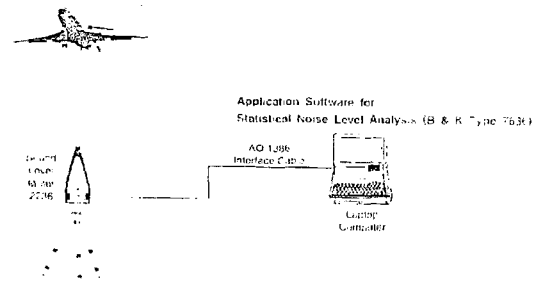


Fig. 2 Measurement of method

에서 실시하였으며, 2차 측정은 1차 측정 후 특히 심하다고 생각되는 N-3 지점에서 측정을 실시하였다. 3차 측정은 N-2 지점을 측정대상으로 실시하였다. (Fig. 2)

아래의 Table 2는 측정기기 구성도이다.

대상지역에서의 주된 소음원이 항공기 소음이었기 때문에 민항기와 군용기에 대하여 소음측정을 실시하였으며, 요일별 최대값 및 주파수별 최대값 등을 추출함으로써 측정결과를 분석하였다. Fig. 3은 측정된 항공기 소음의 요일별 Peak값에 대한 최소값과 최대값을 보여주고 있다. 최소 값은 전체적으로 65 dB(A) 수준을 보이고 있으며, 최대 값은 군용기가 뜨지 않은 날과 적게 뜬 날을 제외하면, 최대음압레벨이 95 dB(A)를 상회하고 있음을 알 수 있다.

Table 2 Measurement devices in the field

1	Symphonie dBtrig32	01dB	Measurement S/W
2	Symphonie dBtrait32	01dB	Analysis S/W
3	Microphones	B&K	
4	Calibrator	B&K	Calibration
5	Wind screen	B&K	
6	Asman Temperature & Humidity		Measurement of Temperature & Humidity
7	Camera		Keep record
8	Record paper		Keep record
9	Tripod		
10	Lemo extension cable	-	
11	Wind velocity DVA 6000T		Wind velocity

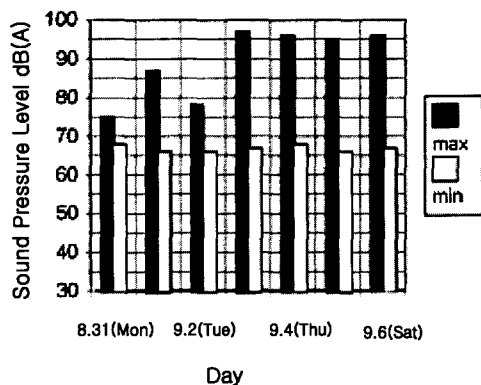


Fig. 3 Peak level of week (dB(A))

Table 3은 항공기소음 중 최대 값을 보였던 요일로부터 추출한 상위 값으로써 차음대책을 위한 입사음원의 주파수별 레벨을 나타낸 것이다.

### 3.3 실내 소음 평가 척도 및 기준

옥타브밴드 음압레벨로 주어진 실내의 소음을 평가 하든가 각종 용도의 방에 대해서 소음대책의 설계목표치가 주파수 특성으로 주어질 때 NC곡선이 사용되는 수가 많다. 이에 본 연구에서는 ASHRAE에서 권장하는 값을 NC 30에서 40의 범위 이며 값은 Table 4와 같다.

문헌조사 및 인터뷰를 통하여 항공기 소음에 대한 문제점은 없을 것으로 판단되는 ASHRAE NC 30을 차음설계를 위한 실내소음레벨 기준 목표치는 Table 5와 같다.

### 3.4 측정대상 구조의 선정 및 방법

장의 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 KS F 2808(건물 부재의 공기전달음 차단성능 실험실 측정방법)에 준하여 실시

Table 3 Level by frequency of incident sound (dBA)

Incident sound	71.3	77.6	78.1	78.2	76.7	68.6
----------------	------	------	------	------	------	------

Table 4 Range of design target for indoor noise recommend in ASHRAE

Room Name	dB(A)	NC
classroom, school		
Church	25-35	20-30
Library	35-45	30-40
<b>Classroom</b>	<b>35-45</b>	<b>30-40</b>
Laboratory	40-50	35-45
Recreation hall	40-55	35-50
Corridor, hall	40-55	35-50
Kitchen	45-55	40-50

하였다. 측정위치는 각 실에서 다섯 위치를 선정하였으며, 각 위치에서 세 번씩 측정된 값을 산술평균하여 시편의 투과손실값을 산출하였다. 실험 기기의 구성도는 Fig. 5와 같으며, 사용된 기기의 내역은 아래와 같다.

- (1) Symphonie Measurement System (01dB)
- (2) Microphones (B&K Type 4134)
- (3) Preamplifiers (B&K Type 2669)

Table 5 design target value by frequency

Room	ASHRAE NC	SPL (dB)							Target value (NC)
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	
Classroom	30-40	57	48	41	36	31	29	28	30

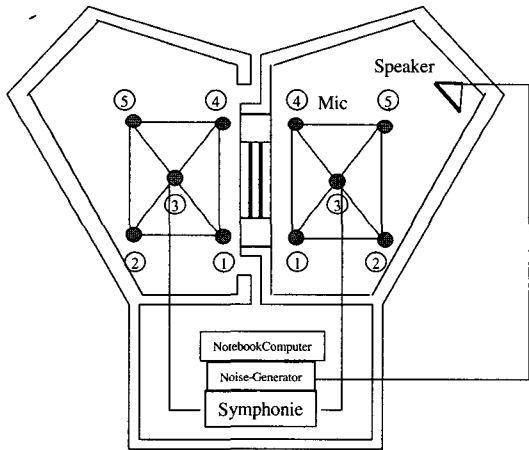


Fig. 4 Measurement devices in the reverberation chamber

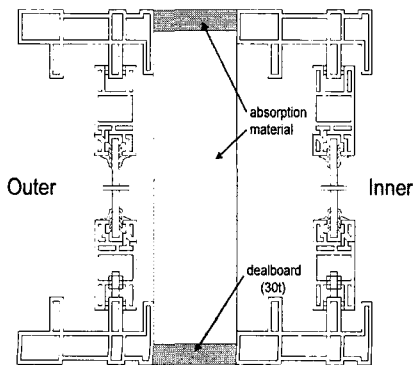


Fig. 5 Vertical section profile of window frame (No.1~No.28)

- (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)

Table 6은 실험에 사용된 창 구조의 내역을 나타낸 것이다. 공기층 이격거리에 따른 차음성능의 변화를 살펴보기 위하여 공기층 이격거리를 100 mm에서 400 mm까지 각각 100 mm씩 증가시켰으며, 470 mm까지 5개 구조를 실시하였다. 또한 거리변화에 따른 석고보드의 흡음성능을 파악하기 위한 목적으로 No. 1~10 까지는 석고보드 12 mm이다. 측정대상 구조 No.1~28까지는 흡음재를 이용한 다양한 구조를 실험하기 위한 형태로 Fig. 5와 같다.

측정대상구조 No.29~47은 단일창, 이중창, 삼중창에 대한 차음특성을 파악하기 위한 구조로 프로파일은 Fig. 6과 같다. 또한, 내부공기층의 흡음재 사용에 따른 차음성능의 변화를 살펴보기 위하여 내부공기층 200 mm에서 10개 구조와 흡음재를 사용하지 않은 구조를 합하여 11개 구조를 실험 하였다, 500 mm에서 흡음재를 사용하지 않은 1개 구조와 흡음재를 사용한 5개 구조에서 실험을 실시하였다.

### 3.5 흡음재료의 종류 및 특성

Table 7은 흡음재료의 특성을 나타낸 것이다. 판상형 구조와 유공형 구조로 되어 있으며, 임피던스관에 의한 흡음계수와 임피던스 결정방법 - 전달함수법으

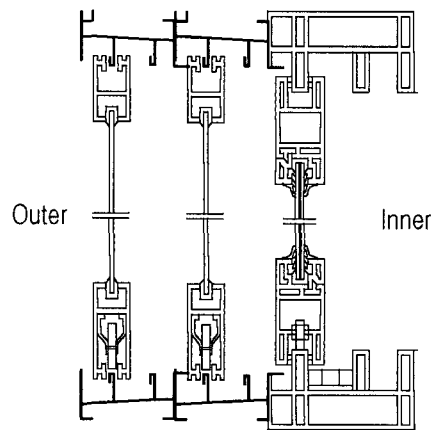



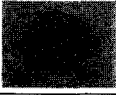


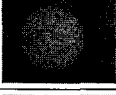





Fig. 6 Vertical section profile of window frame (No.29~No.46)

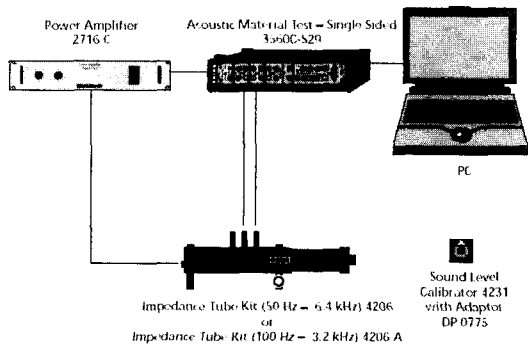
Table 6 Specimens used in experiments

No.	Outer window		Inner air space			Middle window			Inner window	
	Thickness of glass(mm)	Frame materials	Distance (mm)	Absorption material		Thickness of glass(mm)	Distance (mm)	Frame materials	Thickness of glass(mm)	Frame materials
				Classification	Thickness					
1	8	PVC	100	H	12	-	-	-	5t	PVC
2			100	B						
3			100	A						
4			200							
5			300							
6			400							
7			470							
8			470	S						
9			470	H						
10			-	-						
11	16	PVC	200	-	-	-	-	-	5t	PVC
12				A	12					
13				S	15					
14				U	20					
15				I						
16				H						
17				W1						
18				W2						
19				B1	50					
20				B2						
21				G						
23	16	PVC	500	-	-	-	-	-	12	PVC
24				A	12					
25				S	15					
26				U	20					
27				H	50					
28				G						
29	8t	Aluminum	-	-	-	-	-	-	PVC	
30	-			-	8t					
31	-			-	-					
32	16			-	-					
33	-			-	16					
34	-			-	-					
34	-			-	12					
35	8t	Aluminum	114	-	-	104	Aluminum	-	PVC	
36	16			-	-			8t		
37	16			-	-			16		
38	8t			-	-			-		
39	16			-	-			-		
40	16			-	-			-		
41	-			-	-			8t		
42	-			-	-			16		
43	8t	Aluminum	114	-	-	104	Aluminum	5t	PVC	
44	16			-	-			8t		
45	16			-	-			16		
45	16			-	-			5t		
46	16			-	-			16		

\* Thickness 12 mm : 3 mm glass + 6 mm Air-gap + 3 mm glass  
 Thickness 16 mm : 5 mm glass + 6 mm Air-gap + 5 mm glass

**Table 7** The kinds and characteristics of sound absorption materials

	Absorption materials	Thickness (mm)	Remark	Fig
A	Gypsum board	12		
S	Chaff compression board	15		
U	Perforated polyurethane foam	25	Diameter 5 pitch 3	
I	Fabric polyurethane foam	25	Fabric clothing	
H	Crosslinked polyethylene foam	25	Diameter 1-2 pitch 9	
W1	Melamine foam	25	Sponge	
W2	Fabric melamine foam	25	Fabric clothing	
B1	Polyester yarn	25		
B2	Polyester yarn	50		
G	Mineral wool	50		



**Fig. 7** The equipment diagram of sound absorption coefficient measurement tests

로 실시하여 흡음특성을 살펴보았다.

흡음재의 실험은 KS F 2814-2에 의거 하여 실시 하였다.

Fig. 7 기기 구성도 이며, Fig. 8과 같이 흡음재를 관내에 끝 부분에 설치되어 있으며, 마이크폰을 2개를 사용하여 측정 하였다.

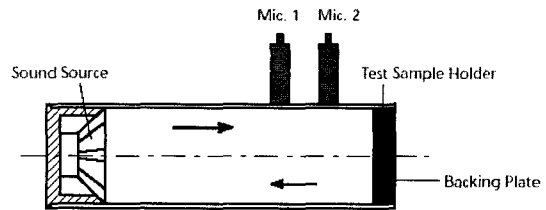
#### 4. 측정결과 분석

##### 4.1 전달함수법에 의한 흡음재료 특성

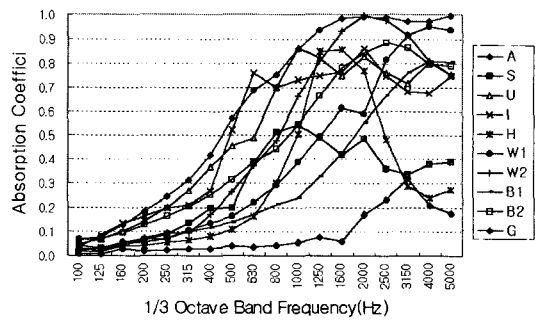
Fig. 9에 나타난 것과 같이 판상형구조의 흡음재료와 유공형 구조의 흡음재료간의 차이를 볼 수 있다. 가장 아래의 재료는 A(석고보드 : 판상형 구조)로 전주파수 대역에 걸쳐 가장 낮게 나타나고 있으며, 다공질성 흡음재료 G(유리면 : 50 mm)가 가장 흡음능이 우수한 것으로 나타난다. 또한 판상형구조와 다공질성 흡음재는 같은 재료일 경우 두께가 두꺼울수록 흡음능이 우수 한다는 것을 나타내 주었다.

##### 4.2 이중창의 거리 이격에 따른 차음특성

이중창의 내부의 공기층의 이격거리는 벽체의 두께



**Fig. 8** The concept diagram of sound absorption coefficient measurement experiments



**Fig. 9** The sound absorption characteristics of specimens

에 영향을 받는다. 그러나 벽체의 두께 내의 범위에서는 자유롭게 변화될 수 있다. 내부 공기층의 변화가 창 의 차음성능에 어떠한 변화를 나타내는가를 알아보기 위하여 공기층의 내부를 100 mm에서 400 mm까지와 470 mm의 공기층을 두어 실험을 실시한 결과는 다음과 같다. Fig. 10은 실험체 No. 3 ~ No. 7까지의 결과이다. Fig. 10은 이중창의 내부 공기층을 변화에 따른 차음성능을 비교한 그래프이다. Fig. 10에서 알 수 있듯이 315 Hz 대역을 기준으로 하여 중·고주파수 대역에서는 공기층 이격거리에 따른 차이를 보이지 않고 있다. 반대로 저주파 대역으로 갈수록 공기층의 이격거리에 따른 차이가 크게 나타남을 알 수 있다. 즉, 공기층의 차이가 클수록 투과손실 값이 높게 나타나고 있다.

아래 Fig. 11은 같은 거리 100 mm에 다른 흡음재료를 사용 하였을 경우 그래프이다. Fig. 11에서 알 수 있듯이 공기층의 간격이 좁아 흡음재료의 특성이

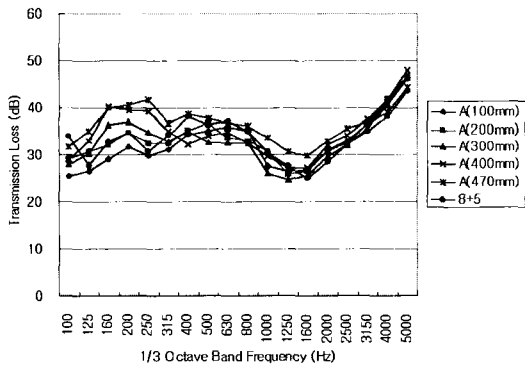


Fig. 10 The sound insulation performance of double pane due to the inner space distance

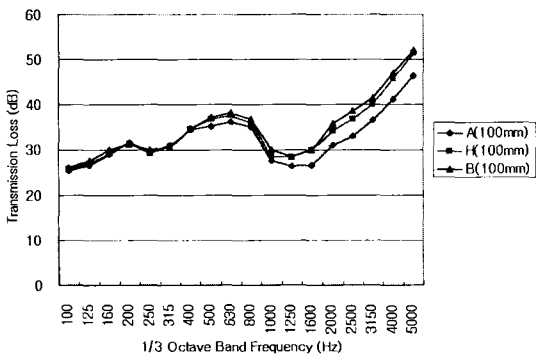


Fig. 11 The sound insulation characteristics due to 100 mm absorption materials

잘 나타내지 못하고 있다. 그러나 1 kHz을 기점으로 하여 판상형 흡음재료와 다공질성 흡음재료의 차이가 점점 더 크게 나타난다. 이러한 결과는 앞 절에서 관내법 실험의 결과에서 알 수 있듯이 다공질성 흡음재료는 중·고주파수 대역에서 흡음성능이 뛰어나, 차음성능이 우수한 것으로 나타난다.

### 4.3 흡음재 종류에 따른 차음 특성비교

내부공기층의 이격거리를 200 mm로 이격시킨 후 흡음특성이 다른 10가지의 흡음재를 공기층 벽면에 차례로 설치하면서 측정된 창 의 차음특성 결과는 Fig. 12과 같다. Fig. 12에서 알 수 있는 바와 같이 동일 구조의 창이라 할지라도 내부공기층에 설치하는 흡음재의 종류에 따라 창 의 차음성능이 달라짐을 알 수 있다. A흡음재를 설치했을 경우 창 의 투과손실 값이 평균 33.4 dB로써 가장 낮게 나타나며 B2흡음재를

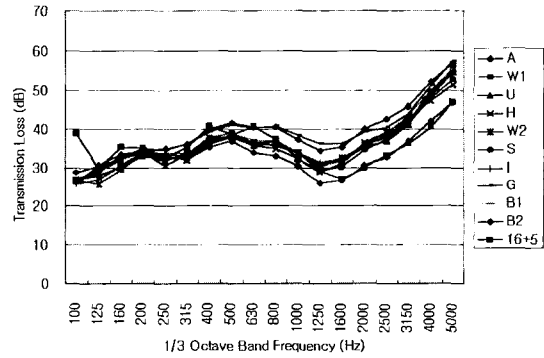


Fig. 12 The sound insulation performance due to sound absorption materials in case of 200 mm inner cavity space

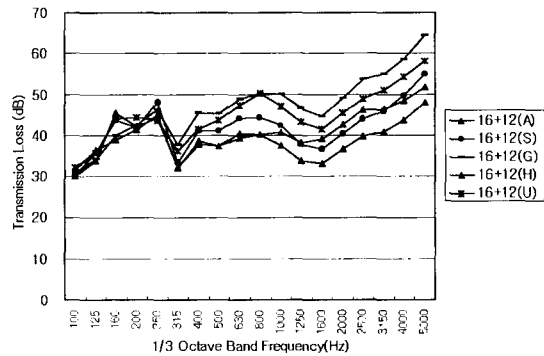


Fig. 13 The sound insulation performance due to sound absorption materials in case of 500 mm inner cavity space

설치했을 경우 평균 38.9 dB로서 가장 높게 나타나고 있다. 또한 그 차이는 일차 주파수 영역인 1.25 kHz 대역에서 가장 크게 나타나며 A흡음재와 B2흡음재를 설치했을 경우의 차이는 5.5 dB의 차이를 보이고 있다.

내부공기층의 이격거리를 500 mm로 이격시킨 후 흡음재 종류별로 창의 차음성능을 살펴보면 Fig. 13 와 같다. 이중창 내부공기층을 500 mm로 하였을 때에는 흡음재 종류별 창의 차음성능 차이가 200 mm 공기층을 이격하였을 때보다 더욱 크게 나타나며, 특히 중·고주파수 대역에서 흡음재에 따른 창의 차음성능 차이가 뚜렷이 나타남을 알 수 있다. 이는 내부 공기층의 이격거리가 커지면서 흡음재의 면적도 커져서 흡음력이 증가했기 때문으로 사료된다.

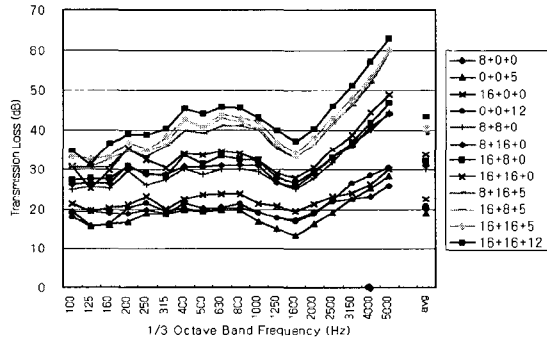


Fig. 14 Comparisons of sound insulation characteristic single, double, triple windows

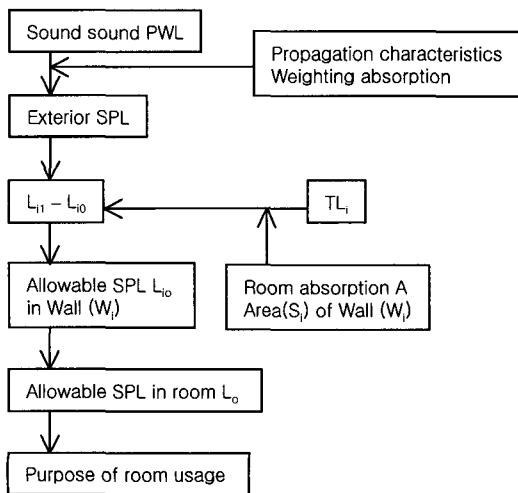


Fig. 15 sound insulation design process

#### 4.4 창의 종류에 따른 차음특성

Fig. 14를 보면 알 수 있듯이 삼중창의 차음성능을 비교해보면 음원 측에 면한 창이 8 mm 단창과 16 mm 단창의 차이가 삼중창에서도 그대로 보이고 있다. 따라서 가능한 개별적인 창호의 차음성능을 높임으로써 이중창 또는 삼중창의 차음성능을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

#### 4.5 차음성능 판정 및 구조제안

실험체 구조의 판정은 아래와 같은 방법으로 46개 구조를 실시하였다. 입사음에서 허용소음(NC-30)에 해당하는 값을 뺀후, 다시 평면파에 대한 보정값을 뺀다. 그런후 흡음력(A)을 구한 후, 흡음보정값을 뺀다. 그 값이 각 주파수별로 구조체 투과 손실 값보다

Table 8 No. 7 calculation of sound insulation (failure)

	Frequency(Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	Remark
1	Incidence SPL	71.3	77.6	78.1	78.2	76.7	68.6	
2	Allowable SPL	48	41	36	31	29	28	NC-30
3	Weighting plane	-6	-6	-6	-6	-6	-6	
4	Absorption A	32.1	46.1	55.0	64.9	69.8	77.8	
5	$10\log_{10}A/s$	4.4	6.0	6.8	7.5	7.8	8.3	s:11.52
6	Total used TL	24.9	29.6	41.3	45.7	45.9	38.3	1-2-3-5
7	TL of structure	42.0	45.2	42.9	39.1	38.4	46.3	TL+5
8	(○: O.K ×: No Good)	○	○	○	×	×	○	○: 6<7

Table 9 No. 46 calculation of sound insulation (success)

	Frequency(Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	비고
1	Incidence SPL	71.3	77.6	78.1	78.2	76.7	68.6	
2	Allowable SPL	48	41	36	31	29	28	NC-30
3	Weighting plane	-6	-6	-6	-6	-6	-6	
4	Absorption A	32.1	46.1	55.0	64.9	69.8	77.8	
5	$10\log_{10}A/s$	4.4	6.0	6.8	7.5	7.8	8.3	s:11.52
6	Total used TL	24.9	29.6	41.3	45.7	45.9	38.3	1-2-3-5
7	TL of structure	39.8	44.4	50.2	48.6	47.8	64.4	TL+5
8	(○: O.K ×: No good)	○	○	○	○	○	○	○: 6<7



상회 하는 구조체를 검사한다.

이러한 과정을 거쳐 구조체 검사결과 각 주파수 대역에서 상회 하는 값은 적당한 구조로 판정 한다. Table 8은 차음성능 결과 각 주파수 대역에서 상회 하지 못하는 구조체와 각 주파수 전 대역에서 상회 하는 만족하는 값 이다(Table 9). 이와 같은 검사 결과를 토대로 만족하는 값을 갖는 구조체 No. 8, No. 9, No. 21, No. 25, No. 28, No. 46 등이 NC-30을 만족 하는 결과로 나타났다.

### 5. 결 론

항공기 소음은 넓고, 광범위한 지역에 피해를 준다. 그러나 우리나라 국토가 협소한 여건상 공항주변에 건축물이 건축 될 수 밖에 없는 실정이다. 이에 본 연구는 항공기 소음 피해예상 지역, 특히 학교 수업 환경을 영향을 미치는 항공기 소음에 대한 방음대책 방안으로 연구를 진행 하였다. 특히 외피 성능은 차음성능을 결정하는 중요한 요소로써, 가장 취약한 창 의 차음성능 및 수업환경에 적합한 창호 구조체를 제안 하는 것을 연구 목표로 진행하였다. 차음성능의 향상 시키는 변수로써, 흡음재, 이중창 내부 공간 거리의 변화, 단일창, 이중창, 삼중창의 차음성능 실험 을 실험실에서 KS F 2808에 의거 하여 실험을 실시 하여 얻은 주요 내용 및 결론은 다음과 같다.

(1) 이중창의 내부의 공기층의 이격거리는 벽체의 두께에 영향을 받는다. 그러나 벽체의 두께 내의 범위에서는 자유롭게 변화될 수 있다. 내부 공기층의 변화가 창 의 차음성능에 어떠한 변화를 나타내는가를 알아보기 위하여 공기층의 내부를 100 mm에서 400 mm까지와 470 mm의 공기층을 두어 실험을 실시한 결과는 315 Hz 대역을 기준으로 하여 중·고주파수 대역에서는 공기층 이격거리에 따른 차이를 보이지 않고 있다. 반대로 저주파 대역으로 갈수록 공기층의 이격거리에 따른 차이가 크게 나타남을 알 수 있다. 즉, 공기층의 차이가 클수록 투과손실값이 높게 나타나고 있다.

(2) 내부공기층의 이격거리를 200 mm로 이격시킨 후 흡음특성이 다른 10가지의 흡음재를 공기층 벽면에 차례로 설치하면서 측정한 창 의 차음특성 결과는 동일 구조의 창이라 할지라도 내부공기층에 설치하는

흡음재의 종류에 따라 창 의 차음성능이 달라짐을 알 수 있다. A흡음재를 설치했을 경우 창 의 투과실값이 평균 33.4 dB로써 가장 낮게 나타나며 B2흡음재를 설치했을 경우 평균 38.9 dB로서 가장 높게 나타나고 있다. 또한 그 차이는 일치 주파수 영역인 1.25 kHz 대역에서 가장 크게 나타나며 A흡음재와 B2흡음재를 설치했을 경우의 차이는 5.5 dB의 차이를 보이고 있다.

(3) 단창 No. 29~No. 43까지의 평균 투과손실값 19.5 dB를 나타내었고, 이중창 No. 35~No. 42는 평균 투과손실값 32.3 dB, 삼중창 No. 43~No. 46는 40.2 dB를 나타내었다. 이러한 결과를 종합해보면 단 창 보다는 이중창이 차음성능이 10 dB 정도 향상을 가져왔으며, 이중창 보다는 삼중창이 10 dB정도 차음 성능이 우수한 것으로 판단된다.

(4) 실험실 실험을 통한 구조체 46개 구조 판정 결과 NC 30에 적합한 No. 8, No. 9, No. 21, No. 25, No. 28, No. 46 창호구조 6개 구조를 선정 할 수 있었다. 그러나 현장의 상황과 시공 상태를 고려한 구조로는 삼중창 구조로 설계하는 것이 타당 하다고 사료 된다. 더욱이 이중창 구조로 된 경우 학교 학생들이 창 사이의 간격을 이용한 놀이가 가능 하여 위험 이 산재해 있다.

단, 이상과 같은 결과는 교실에서 가정한 예상잔향 시간 및 실흡음력을 고려하여 계산한 결과이므로 실제 시공시 실내부 잔향시간이 가정한 잔향시간보다 짧을 경우에는 구조별 차음성능이 높게 나타나며, 잔향시간이 더 짧아 실흡음력이 낮을 경우에는 구조 별 차음성능이 더 낮게 나타날 수 있음을 고려해야 한다.

### 참 고 문 헌

- (1) 한국소음진동공학회, 2001, "항공기 및 철도 소음의 환경기준 설정에 관한 연구", 환경부.
- (2) 김선우의, 1997, 항공기소음 영향평가 척도에 대한 실험적 고찰, 한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 388~393
- (3) 김경모, 1998, 항공기소음이 학교수업환경에 미치는 영향평가에 관한 실험적 연구, 전남대학교 석사학위논문.
- (4) 대한주택공사, 1992, 외부창호의 차음설계에

관한 연구.

(5) 송 혁, 2001, 공동주택 창의 차음성능과 실내 음장분포 특성에 관한 연구, 전남대학교 박사학위논문.

(6) 일본음향재료협회, 소음·진동대책핸드북, 집문사.

(7) Song, H. 2003, Window Design for School Class Rooms for the Reduction Aircraft Noise, inter-noise 2003 pp. 1065~1070.

(8) 日本建築學會, 1988, 建物の遮音設計資料, 技報堂出版.

(9) 木村翔, 1977, 建築音響と騒音防止, 彰國社刊.

(10) 吉岡 序, 1995, 航空機騒音の測定方法, 騒音制御, Vol. 19, No. 3.

(11) Rindel, J. H. 1975, Transmission of Traffic Noise through Windows, The Acoustics Laboratory.