

항공기소음에 노출된 학교 교실 창호 설계에 관한 연구

A Study on the Window Design of School Class Room

Exposed to The Aircraft Noise

송 혁* 송민정* 박현구** 김선우***
Song Hyuk, Song Min-Jeoung, Park Hyeun-Gu, Kim Sun-Woo

Abstract

This study aim to find an appropriate window for class rooms to provide proper sound insulation against aircraft noise and to achieve this, measurements were taken of the sound insulation performance of windows with varying 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) has been 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 data for the improvement of the sound insulation performance of windows.

Key Words : Aircraft noise(항공기 소음), Sound insulation performance of windows(창호 차음 성능), Absorption material(흡음재료)

1. 서론

항공기 소음의 규제는 세계적으로도 1971년 ICAO(국제민간항공기구) Annex 16을 채택하여 항공기소음대책에 관한 국제 표준이 민간항공기에 도입되었다. 항공기 소음에 대한 대책을 우리나라에서도 항공기 소음 대책은 1987년 8월 심야(23:00~06:00)시간대에 항공기의 정비와 운항을 규제하기에 이르렀다. 이러한 조치는 민간항공기에 적용 하였으며, 1988년 1월부터는 소음레벨이 높은 DC 8과 B-707기를 운항조치 하였다. 또한 1991년 12월 14일 항공법 시행령 가운데 소음관련규정이 신설되었다. 1993년 6월에는 김포 공항 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 공항 주변 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 택지 조성하여 인구의 과밀화 및 주택난을 해소하고자 노력하고 있다. 대 도시 주변에서의 새로운 대지 조성은 절대녹지를 훼손하거나 과거에는 사용하지 않았던 땅을 사용해야 가능하다. 그리하여 공항근처에 대지를 조성하여 주택난을 해소 하는 하나의 방안이 되었다. 그러나 공항의 주변에 조성된 택지는 항공기 소음에 노출된 지역으로

대책 마련이 시급한 형편이다. 이에 본 연구에서는 항공기 소음에 노출된 지역에서의 창호에 차음성능을 향상 시키고 자 흡음재를 창과 창 사이의 공간에 다양하게 실험을 실시 하였다. 그러나 흡음재료의 사용만으로는 차음성능을 향상 시키기엔 한계가 있으므로, 단일창, 이중창, 삼중창에 대한 창호의 실험을 병행하여 방음대책에 대한 자료를 제공하고 자 한다.

2. 항공기 소음 이론적 고찰

2.1 소음진동 규제법

소음진동 규제법은 1990년 8월 1일 법률 제 4295호로 공포 되고 '93년 12월 27일 개정 공포되어 시행되고 있다. 국내의 항공기소음 측정방법은 실태조사에 대한 측정방법의 하나로서 항공기의 소음폭로상황을 파악하기 위한 측정방법이라 할 수 있다. 그 주요 내용은 측정점과 측정조건, 측정기기의 조작, 측정시간 및 기간, 측정자료의 분석 등 측정방법과 평가절차를 명시하고 있다.¹⁾ 항공기소음 평가법은 각국의 연구방법이나 조사결과에 따라서 달라 여러 가지 평가법이 발표되어 있다. 국내에서는 WECPNL(Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level)을 평가절차의 방법으로만 채택하고 있다. 원래, WECPNL은 국제민간항공기구(ICAO)가 국제간의 상호비교와 정보교환을 이유로 항공기에 의한 장기 연속폭로의 척도로서 제안한 것이다. 그 후, 일본에서 공항주변의 환경기준 척도로서 ICAO가 제안한 WECPNL을 극히 간략화한 형을 채용하였는데,

* 정희원, 전남대학교 공업기술연구소, 공학박사
** 정희원, 전남대학교 박사과정
*** 정희원, 전남대학교 건축학부 교수, 공학박사

1) 환경부, 소음·진동공정시험방법, 환경부 고시 제1995-10호, 1995. 1. 28.

우리나라에서는 이 방법에 항공기의 수에 대한 보정을 변형 운용하고 있다.

$$WECPNL = L_A + 10\log_{10}N - 27$$

여기서, L_A : 암소음보다 10dBA이상 큰 항공기소음의 피크 레벨(소음계의 동특성은 SLOW)의 에너지 평균(dBA)

N : 발생시각에 의한 보정을 한 항공기의 수

$$(N = N_2 + 3N_3 + 10(N_1 + N_4))$$

N_1 : 00:00 ~ 07:00의 대수

N_2 : 07:00 ~ 19:00의 대수

N_3 : 19:00 ~ 22:00의 대수

N_4 : 22:00 ~ 24:00의 대수

2.2 항공법

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 7일 입법 예고되어 있다. 현재 예고되어 있는 시행규칙에 따르면 WECPNL 기준 90 이상을 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 설치제한은 Table 2 에 보여진다. 또한 시설물에 대한 용도제한기준은 Table 2와 같다.

Table 1 Use restriction criteria for facility

Zone	Category of area	Noise value (WECPNL)	Restricted zoning
Area damaged by the airport noise	Type 1	above 95	1. Buffer green zone (safety zone of taking off and landing) 2. Permission of facilities related to airport management
	Type 2	above 90 below 95	1. Exclusive industrial district 2. Common manufacturing zone 3. Green zone 4. Permission of building, extension and reconstruction for facilities not related to aircraft noise
Anticipated to be damaged	Type 3	above 80 below 90	1. Semi-industrial zone 2. Commercial zone 3. Soundproofing obligatory zone

3. 현장측정 및 분석

3.1 대상 현장 개요

본 연구의 대상은 항공기 소음에 영향을 받는 지역으로써, 공항에서 3Km이내에 위치하는 신도심 지역의 택지 개발지이다.

Table 2 Use restriction criteria for facility

noise value (WECPNL) Facility	Area damaged by the airport noise		Anticipated to be amaged
	Type 1	Type 2	Type 3
	above 95	above 90 below 95	above 80 below 90
Facility for residence	Prohibition of building, extension and reconstruction	<ul style="list-style-type: none"> Prohibition of building Permission of reconstruction and extension below the terms of soundproofing 	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"> Prohibition of building Permission of reconstruction and extension below the terms of soundproofing 	Permission of reconstruction and extension below the terms of soundproofing
Public facilities	Prohibition of building, extension and reconstruction	<ul style="list-style-type: none"> Prohibition of building Permission of reconstruction and extension below the terms of soundproofing 	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	

이 지역은 공동주택이 밀집되어 항공기 소음에 대한 피해가 증가 되고 있는 실정이다. 아래 Fig 1은 대상지역이다.

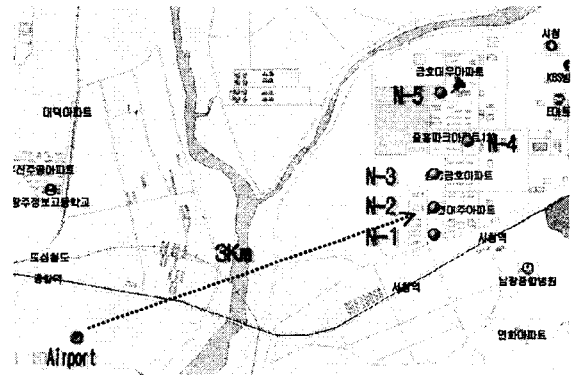


Fig 1 Site of object location

3.2 항공기 소음의 측정 및 결과

대상 현장은 2년에 걸쳐 3차례 항공기소음에 대한 측정을 실시하였다. 1차 측정은 택지 내의 다섯 위치에서 실시하였으며, 2차 측정은 1차 측정 후 특히 심하다고 생각되는 N-3 지점에서 측정을 실시하였다. 3차 측정은 N-2 지점을 측정대상으로 실시하였다. (Fig 2)

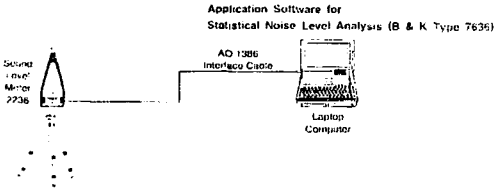


그림 2 현장 측정 방법

아래의 표 3 측정기기 구성도 이다.

표3. 현장 측정 기기 구성도

	기기명	제작회사	비고
1	Symphonie dBtrig32	01 dB	측정소프트웨어
2	Symphonie dBtrate32	01 dB	분석소프트웨어
3	Microphones	B&K	
4	Calibrator	B&K	음향교정
5	Wind screen	B&K	
6	아스만 통풍 건습도계		온습도측정
7	카메라		기록보존
8	기록지		기록보존
9	Tripod		
10	Lemo extension cable	제작	
11	풍속계 DVA 6000T		풍속측정

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

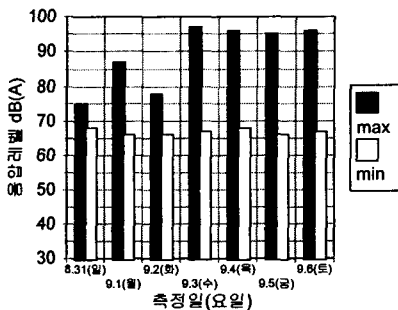


그림 3 요일별 피크치(dB(A))

3.3. 측정대상 구조의 선정 및 방법

창의 투과손실 측정은 전남대학교 잔향실험실에서 실시하였다. 스피커에서 발생시킨 음원에 대하여 음원실의 마이크

로폰과 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 측정된 값을 산술평균하여 시편의 투과손실값을 산출하였다. 실험 기기의 구성도는 그림 4과 같으며, 사용된 기기의 내역은아래와 같다.

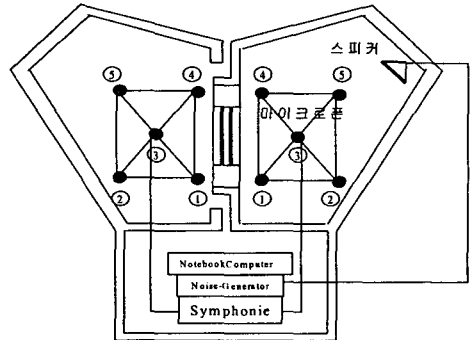


그림 4 실험 기기의 구성도

- 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)

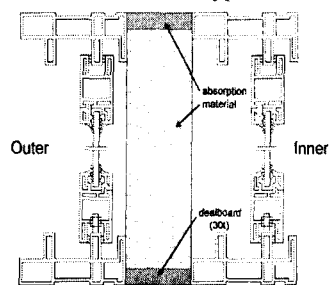


그림 5. 측정 대상구조 1-28까지의 프로파일

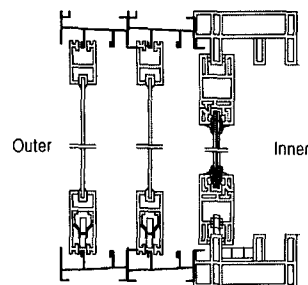


그림 6. 측정 대상구조 29-47까지의 프로파일

Table 4은 실험에 사용된 창 구조의 내역을 나타낸 것이다. 공기층 이격거리에 따른 차음성능의 변화를 살펴보기 위하여 공기층 이격거리를 100mm에서 400mm까지 각각 100mm씩 증가시켰으며, 470mm까지 5개구조를 실시하였다. 이는 같은 흡음재의 구조(A : 석고보드)를 12mm를 측정하였다. 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 200mm에서 10개 구조와 흡음재를 사용하지 않은 구조를 합하여 11개 구조를 실험하였다, 500mm에서 흡음재를 사용하지 않은 한개구조와 흡음재를 사용한 5개 구조에서 실험을 실시하였다.

Table 4. 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	S								
8			470									
9			470									
10			-	-							-	-
11	16	PVC	200	-	-	-	-	-	5t	PVC		
12				A	12							
13				S	15							
14				U	20							
15				I								
16				H								
17				W1								
18				W2	50							
19				B1								
20				B2								
21	G	-	-	-	-	-	-	-	-			
22	16	PVC	500	-	-	-	-	-	12	PVC		
23				A	12							
24				S	15							
25				U	20							
26				H	50							
27	G	-	-	-	-	-	-	-	-			
28	8t	Aluminum	-	-	-	-	-	Aluminum	-	PVC		
29	-			-	8t							
30	-			-	-				-		-	5t
31	16			-	-				-		-	-
32	-			-	-				-		-	-
33	-	-	-	-	-	12						
34	8t	Aluminum	114	-	-	104	Aluminum	-	PVC			
35	16			-	-			8t				
36	16			-	-			16				
37	16			-	-			-				
38	8t			-	-			-		5t		
39	16			-	-			-		5t		
40	16			-	-			-		12		
41	-	-	-	8t	5t							
42	-	-	-	16	12							
43	8t	Aluminum	114	-	-	104	Aluminum	5t	PVC			
44	16			-	-			8t		5t		
45	16			-	-			16		5t		
46	16			-	-			16		12		

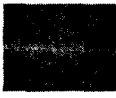









* Thickness 12mm : 3mm glass + 6mm Air-gap + 3mm glass

Thickness 16mm : 5mm glass + 6mm Air-gap + 5mm glass

3.4 흡음재료의 종류 및 특성

아래의 Table 5는 흡음재료의 특성을 나타낸 것이다. 판상형 구조와 유공형 구조로 되어 있으며, 임피던스관에 의한 흡음계수와 임피던스 결정방법 - 전달함수법 으로 실시하여 흡음특성을 살펴보았다.

Table 5. 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		

흡음재의 실험은 KS F 2814-2에 의거 하여 실시하였다. Fig 7 기기 구성도 이며, Fig 8과 같이 흡음재를 관내에 깔

부분에 설치되어 있으며, 마이크로폰을 2개를 사용하여 측정 하였다.

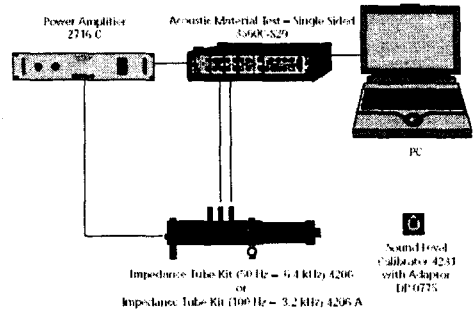


Fig 7. The equipment diagram of sound absorption coefficient measurement tests

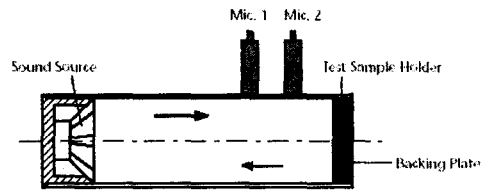


Fig 8. The concept diagram of sound absorption coefficient measurement experiments

4. 측정결과 분석

4.1 전달함수법에 의한 흡음재료 특성

아래의 Fig 9 에 보는 바와 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 : 50mm)가 가장 흡음성능이 우수한 것으로 나타난다.

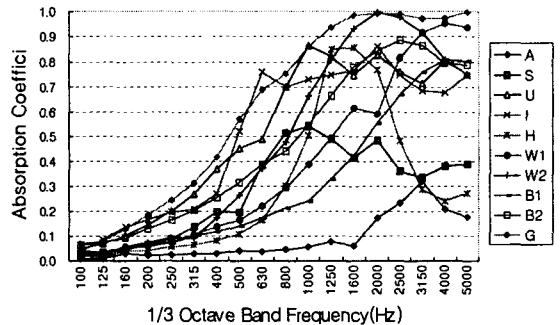


Figure 9. The sound absorption characteristics of specimens

Fig 10은 판상형구조와 다공질성 흡음재는 같은 재료일 경우 두께가 두꺼울수록 흡음성능이 우수 한다는 것을 나타내 주었다.

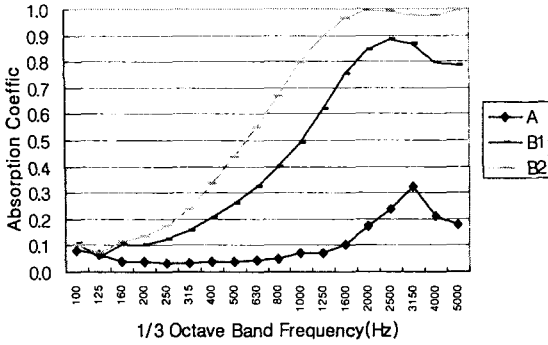


Fig 10. The comparison among boards and cavity sound absorption materials

4.2 이중창의 거리 이격에 따른 차음특성

이중창의 내부의 공기층의 이격거리는 벽체의 두께에 영향을 받는다. 그러나 벽체의 두께 내의 범위에서는 자유롭게 변화될 수 있다. 내부 공기층의 변화가 창음 차음 성능에 어떠한 변화를 나타내는가를 알아보기 위하여 공기층의 내부를 100mm에서 400mm까지와 470mm의 공기층을 두어 실험을 실시한 결과는 아래와 같다. 아래의 Fig은 실험체 3 - 7까지의 결과이다. Fig 11은 이중창의 내부 공기층을 변화에 따른 차음성능을 비교한 그래프이다. Fig에서 알 수 있듯이 315Hz 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.(Fig 11)

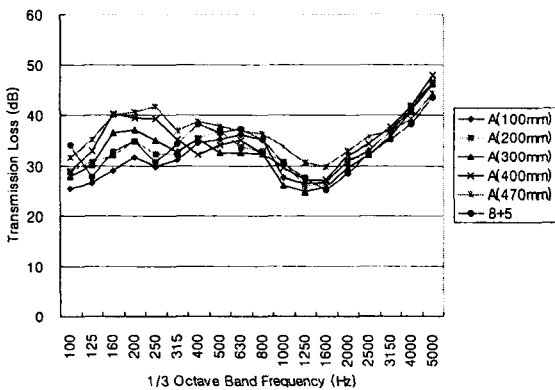


Figure 11. The sound insulation performance of double pane due to the inner space distance

아래의 Fig 12은 같은 거리 100mm에 다른 흡음재료를 사용 하였을 경우 그래프이다. Fig에서 알 수 있듯이 공기층의 간격이 좁아 흡음재료의 특성이 잘 나타나지 못하고 있다. 그러나 1KHz을 기점으로 하여 판상형흡음재료와 다공

질성 흡음재료의 차이가 점점 더 크게 나타난다. 이러한 결과는 앞절에서 관내법 실험의 결과에서 알 수 있듯이 다공질성 흡음재료는 중·고주파수 대역에서 흡음성능이 뛰어나, 차음성능이 우수한 것으로 나타난다.

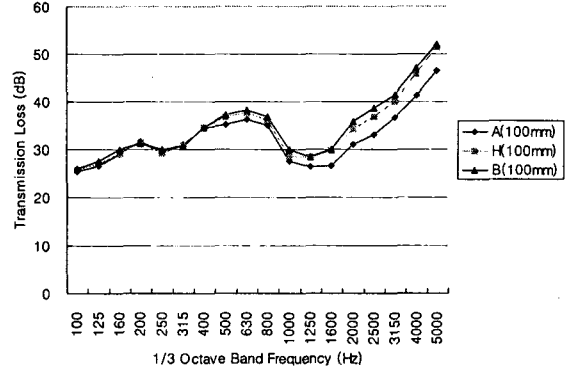


Fig 12. The sound insulation characteristics due to 100mm absorption materials

4.3 흡음재 종류에 따른 차음 특성비교

내부공기층의 이격거리를 200mm로 이격시킨 후 흡음특성이 다른 10가지의 흡음재를 공기층 벽면에 차례로 설치하면서 측정된 창음 차음 특성 결과는 Fig 13과 같다. Fig에서 알 수 있는 바와 같이 동일 구조의 창이라 할지라도 내부공기층에 설치하는 흡음재의 종류에 따라 창음 차음 성능이 달라짐을 알 수 있다. A흡음재를 설치했을 경우 창음 투과실값이 평균 33.4dB로써 가장 낮게 나타나며 B2흡음재를 설치했을 경우 평균 38.9dB로써 가장 높게 나타나고 있다. 또한 그 차이는 일차 주파수 영역인 1.25kHz 대역에서 가장 크게 나타나며 A흡음재와 B2흡음재를 설치했을 경우의 차이는 5.5dB의 차이를 보이고 있다.

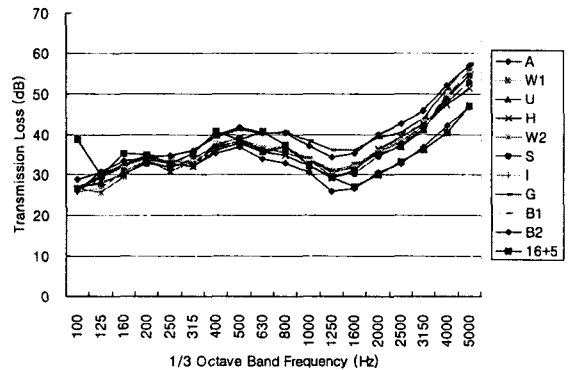


Fig 13. The sound insulation performance due to sound absorption materials in case of 200mm inner cavity space

또한 공기층의 두께가 일정하고, 흡음재의 두께를 변화시킬 경우 B1의 경우 36.6dB로 나타났다. 두께 변화에 대한

차이는 약 2,4dB를 보이고 있다. 또한 전대역에서 고르게 차음성능이 우수한 것으로 판단된다.(Fig 14)

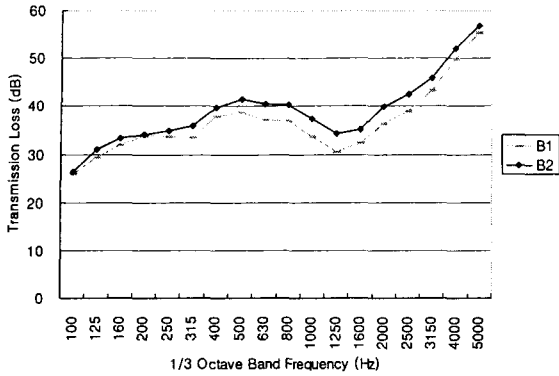


Fig 14. The sound insulation characteristics due to thickness of sound absorption materials

내부공기층의 이격거리를 500mm로 이격시킨후 흡음재 종류별로 창의 차음성능을 살펴보면 Fig 15와 같다. Fig에서와 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.

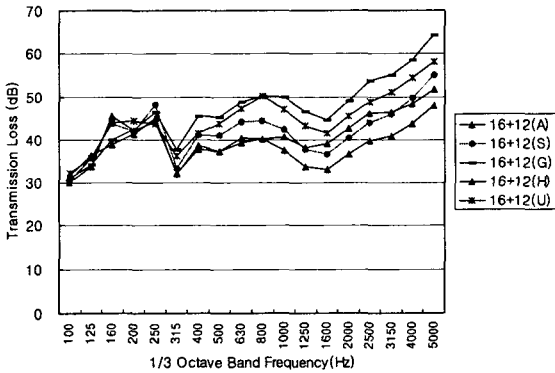


Fig 15. The sound insulation performance due to sound absorption materials in case of 500mm inner cavity space

4.4 창의 종류에 따른 차음특성

창의 기밀정도 및 창틀의 형태, 두께에 따라 차음특성이 다르게 나타난다. Fig 16 단일창의 차음특성을 나타낸 그래프이다(평균값 : 19.5dB). Fig 17은 이중창에 대한 차음특성을 나타낸 그래프로 단일창의 경우보다 10dB 정도 차음성능이 우수하게 나타난다. 삼중창의 그래프의 경우(Fig 18) 전대역에 걸친 차음성능의 평균이 40.2dB로 나타나, 단일창 보다는 20dB, 이중창 보다는 약 10dB 정도 차이를 나

타내고 있어 개선의 차이가 뚜렷이 나타남을 알 수 있다.

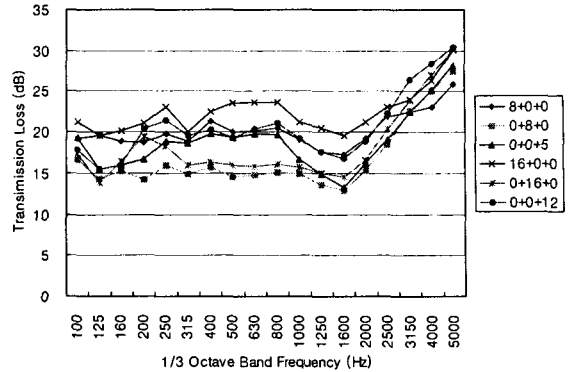


Fig 16 Transmission loss of single windows

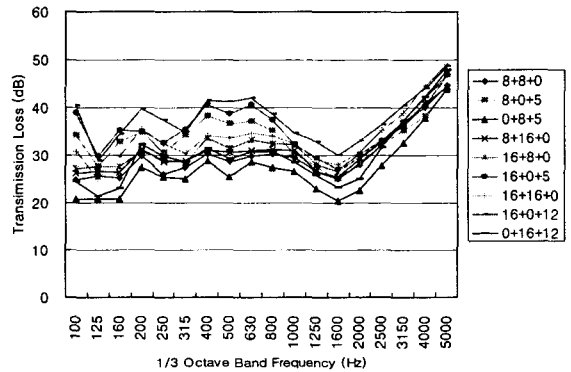


Fig 17 Transmission loss of double windows

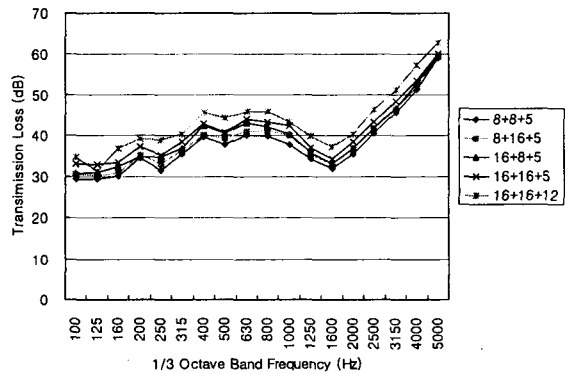


Fig 18 Transmission loss of triple windows

위의 Fig 19을 보면 알 수 있듯이 삼중창의 차음성능을 비교해보면 음원측에 면한 창이 8mm 단창과 16mm 단창의 차이가 삼중창에서도 그대로 보이고 있다. 따라서 가능한 개별적인 창호의 차음성능을 높임으로써 이중창 혹은 삼중창의 차음성능을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구는 항공기 소음에 피해를 받고 있는 지역을 대상으로 하여, 항공기 소음에 대한 방음대책의 수립하고자 본 연구를 진행하였다. 특히 외피 성능이 차음성능을 결정하는 중요한 요소로써, 가장 취약한 창 차음성능 향상을 목표로 두고 연구를 진행하였다. 차음성능의 향상 시키는 변수로써, 흡음재, 이중창 내부 공간 거리의 변화, 단일창, 이중창, 삼중창의 차음성능 실험을 실험실에서 KS F 2808에 의거 하여 실험을 실시하여 얻은 주요 내용 및 결론은 다음과 같다.

- 1) 대상 현장측정 결과 일반 주거지역 보다 항공기 피해가 심각하므로, 외피에 대한 차음성능을 높여 항공기 소음에 대한 차음성능을 높여야 한다.
 - 2) 창 차음성능을 향상시키기 위하여 흡음재를 사용한 결과 판상형이 아닌 다공질성의 흡음재가 차음성능을 높이는 데 효과적으로 판단된다.
 - 3) 단창, 이중창, 삼중창의 실험결과 단창 보다는 이중창이 차음성능이 10dB 정도 향상을 가져왔으며, 이중창 보다는 삼중창이 10dB정도 차음성능이 우수한 것으로 판단된다.
 - 4) 일반적으로 창 유리 두께가 두꺼울수록 차음성능이 우수하다는 상관관계수가 0.60 이상이 나왔으며, 기밀성이 높은 창 경우 유리 두께와 차음성능과의 관계는 0.90 이상을 보이므로써, 창 차음성능은 기밀성이 크게 좌우 한다고 판단된다.
- 단, 이상과 같은 결과는 창호의 형태와 재질에 따라 크게 다를 수 있으므로 다양한 형태 및 구조의 실험의 보완이 필요하리라 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) 한국소음진동공학회, "항공기 및 철도 소음의 환경기준 설정에 관한 연구", 환경부, 2001. 3
- 2) 김선우외, 항공기소음 영향평가 척도에 대한 실험적 고찰, 한국소음진동공학회 춘계학술대회논문집, 1997.
- 3) 김경모, 항공기소음이 학교수업환경에 미치는 영향평가에 관한 실험적 연구, 전남대학교 석사학위논문, 1998.2
- 4) 대한주택공사, 외부창호의 차음설계에 관한 연구, 1992.12
- 5) 송 혁, 공동주택 창 차음성능과 실내음장분포 특성에 관한 연구, 전남대학교 박사학위논문, 2001. 2
- 6) 일본음향재료협회, 소음·진동대책핸드북, 집문사
- 7) Song Hyuk, Window Design for School Class Rooms for the Reduction Aircraft Noise, inter-noise2003 pp 1065-1070
- 8) 日本建築學會, 建物の遮音設計資料, 技報堂出版, 1988.7
- 9) 木村翔, 建築音響と騒音防止, 彰國社刊, 1977
- 10) 吉岡 序, 航空機騒音の測定方法, 騒音制御, Vol. 19, No. 3, 1995.6
- 11) J.H.Rindel, Transmission of Traffic Noise through Windows, The Acoustics Laboratory, 1975.12

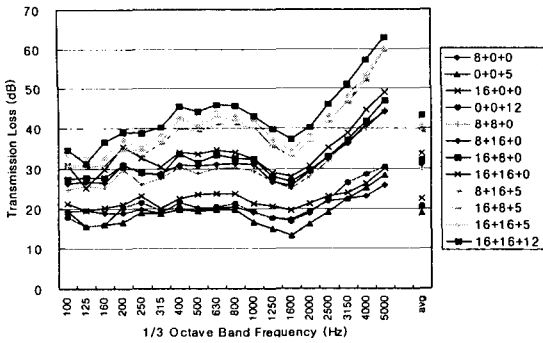


Fig 19. Comparisons of sound insulation characteristic Single, double, triple windows

4.5 창 유리 두께에 따른 상관성 분석

앞에서 살펴본 바와 같이 창 유리에 사용된 두께가 두꺼울수록 차음성능 또한 증가하고 있음을 살펴보았다. 따라서 유리 두께 증가에 따른 차음성능과의 상관성을 살펴보기 위하여 각 주파수별 평균값을 계산 하였으며, 그에 따른 창 차음성능과의 상관계수를 산출하였다. 상관계수 추출을 위해 사용된 차음성능값은 주파수별로 산술평균한 투과손실값과 유리 두께를 사용하였다.

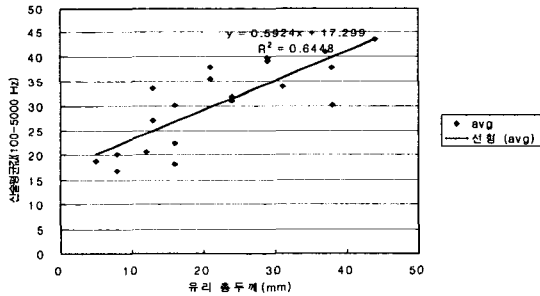


Fig 20 Sound insulation correlation due to glasses thickness

Fig 20에서 알 수 있는 바와 같이 주파수별 평균값과 창 종류와 형태에 관계없이 상관계수가 0.50 이상을 보이고 있다. 그러나 기밀성이 높은 삼중창의 경우는 0.90 이상 보여주고 있다.

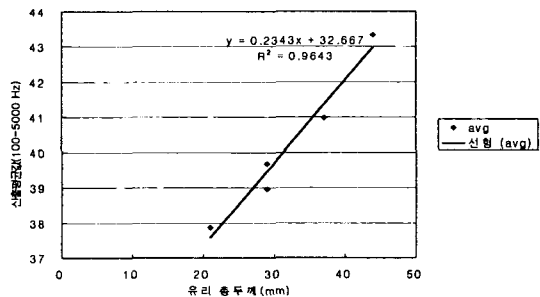


Fig 21 Sound insulation correlation due to triple windows thickness