

# 공항 인근 건물(호텔)에서의 벽체구조의 차음성능에 관한 연구

°이 성 호\*, 정 감 철\*, 양 관 섭\*\*

## An experimental study on sound insulation of building elements of the hotel near airport

°S. H. LEE, G. C. Jeong, K. S. Yang

### ABSTRACT

This study has measured and evaluated the sound insulation of building elements of the hotel near airport. That measurement was made in both the actual site and laboratory. The differences of sound insulation performance in between granite and double glass were measured. Moreover, the difference of sound insulation was analyzed. For the measurement, this study has tried several methodologies, and analyzed the differences respectively. The results from this analysis were applied to produce a design guides for sound insulation to prevent external noise and to make more silent indoor space which satisfied the standard rate of noise.

### 1. 서 론

현대생활의 다양화에 따른 호텔의 형태도 입지 조건 및 영업방침에 따라서 도심의 고급호텔에서부터 비즈니스호텔, 리조트호텔 등의 여러 형태가 있고 어느 것에 있어서도 기본으로 되는 것은 휴식, 취침의 장소가 되는 객실의 적절한 정숙함과 프라이버시의 확보이다. 즉, 도로, 항공기 등의 외부소음 및 공조설비, 급배수 설비등의 내부소음을 방지해서 객실에서의 정숙함을 유지하고 실내에서 발생하는 생활음을 차단해서 인접한 실에서 영향이 미치지 않도록 하는 것이 필요하다.

호텔의 객실에 요구되는 음향성능은 공동주택과 잘 비교된다. 양자 모두 다수의 공통점이 있지만 근본적으로 다른 점은 호텔에서는 일반적으로 숙박만 아니라 편리성이나 경관과 같은 다른 목적을

얻기 위한 장소로 이용되고 있고, 재실의 시간이 단기간이라는 것이다. 따라서 음향성능기준도 공동주택보다 약간 낮은 값으로 정하고 있다.

본 논문에서는 공항 주변에 건설되고 있는 호텔 객실의 음향성능에 영향을 주는 외벽 및 세대간 경계벽의 차음성능을 실험실 및 현장에서 측정하고 평가하였다. 또한 객실부의 외벽 마감재 화강석판 및 칼라 복층유리로 구성되어 있어 창호와 나머지 부분에 대한 차음성능 차이를 평가하고 현장과 실험실에서의 측정된 투과손실의 차이를 평가하였다. 따라서 외부 벽체에 대한 차음성능 평가를 여러 가지 방법으로 측정하고 각각의 방법에 의한 차이점을 검토하였으며 이를 바탕으로 외부소음을 적절하게 차단하여 실내를 기준치 이하의 정온한 환경으로 만들 수 있는 차음설계 시의 고려해야할 방향을 제시하려 한다.

\* (주)대우건설 기술연구소 주임연구원

\* (주)대우건설 기술연구소 책임연구원

\*\* 한국건설기술연구원 선임연구원

## 2. 차음 기준

건축물의 차음성능의 평가척도로 설정되어진 기준으로써 미국과 ISO는 STC 곡선, 일본은 JIS A 1419 기준 안을 사용하고 있고 독일은 DIN 4109, 영국은 BS 5812 part 2,3이 설정되어 있다.

### 2.1 일본 건축학회 기준

일본 건축학회에서는 호텔의 객실에 대해서 객실 세대간 벽체의 차음성능, 바닥충격음 차음성능, 외벽의 차음성능, 실내소음의 적용등급을 특급에서부터 3급까지 4단계로 표 1과 같이 규정하고 있다.

Table 1 호텔객실의 차음기준

차음량		등급				
		특급	1 급	2 급	3 급	
실간 평균 음압 레벨차	경계벽	D-50	D-45	D-40	D-35	
	경계바다					
내외 음압 레벨차	S-45	D-30"	D-25	D-20	D-30	
	S-55	D-35	D-30'	D-30"	D-30	
	S-65	D-40	D-35	D-30'	D-30"	
	S-75	-	D-40	D-35	D-30'	
실내소음		N-30	N-35	N-40	-	

### 2.2 미국의 기준

공동주택의 벽체와 바닥판에 대한 차음등급 기준치는 미연방 주택국(FHA : Federal Housing Administration)에서 처음으로 제시하였으며 1968년 주택도시 개발국(HUD : Department of Housing and Urban Development)은 도시개발, 지리적 위치, 경계조건 등 폭넓은 범위를 적절히 고려한 3가지 등급으로 구분하여 보다 자세하고 엄격한 내용의 권장치를 채택하였다. 표 2는 주택도시 개발국에서 제시하고 있는 공동주택 경계벽의 차음성능 기준이다.

Table 2 공동주택 경계벽의 차음성능 기준

인접세대간 실용도		공기전달음(STC)		
A세대	B세대	1등급	2등급	3등급
침실	침실	55	52	48

## 2.3 현장 시방

표 3은 건설되고 있는 검토대상 호텔의 설계 기준으로 객실 외부 벽체, 객실간 경계벽 및 실내소음에 대하여 규정하고 있다.

Table 3 현장 기준

구 분		기 준
실내소음	객실내 소음	NC-30
건축부재	객실 외부벽체	STC 46
	객실간 경계벽	STC 55
	객실간 경계벽 (전기 BOX)	STC 53

## 3. 차음성능 측정 방법

호텔 객실의 음향성능에 영향을 주는 외벽 및 세대간 경계벽의 차음성능을 실험실 및 현장에서 측정하였다. 측정방법은 외벽의 차음성능 측정의 경우 KS F 2235(외벽 및 외벽부재의 공기전달음 차단성능 현장 측정방법)와 KS F 2808(건축부재의 공기전달음 차단성능 실험실 측정방법)에 준하여 측정하였으며, 객실간 경계벽의 경우는 KS F 2808과 KS F 2809(공기전달음 차단성능 현장 측정방법)에 준하여 측정하였다. 또한 외벽의 경우 화강석판 및 칼라 복층유리로 구성되어 있어 창호와 나머지 부분에 대한 차음성능 차이를 평가하기 위하여 ISO 15186-1(Measurement of sound insulation in building elements using sound intensity)에 의해 측정하였으며 잔향실법을 이용한 차음성능과 비교 평가하였다.

### 3.1 외벽부재의 차음성능 측정

#### (1) 현장 측정

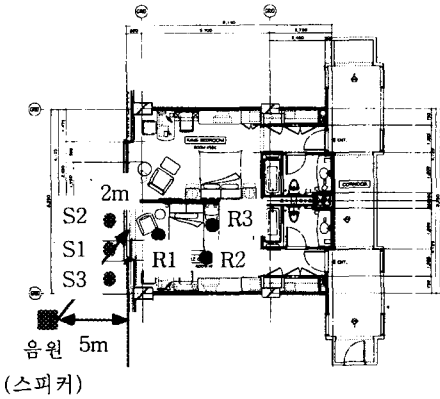
KS F 2235 : 2001에 의거하여 외벽 부재 및 외벽 전체의 공기전달음 차단성능을 측정하는 방법은 부재법과 전체법이 있으며 부재법(element method)은 창문과 같은 외벽부재의 음향감쇠계수를 산출할 목적으로 사용된다. 가장 정확한 방법은 스피커를 음원으로 사용하는 것이며 다소 정확도가 떨어지는 다른 방법은 가능한 교통소음을 이용

하는 것이다. 그리고 전체법(global method)은 실제적인 교통조건에서 외부-내부 음압레벨차를 산출하는 것에 목적이 있으며, 실제의 교통소음원을 사용하는 것이 가장 정확한 방법이고 스피커를 음원으로 사용할 수도 있다.

본 측정은 스피커를 음원으로 사용한 전체법을 사용하였으며, 외벽 2m 전방의 음압레벨 및 수음실의 음압레벨, 잔향시간을 측정하여 측정 대상 외벽의 표준화 음압 레벨차를 산출하였다.

스피커의 위치는 외벽으로부터 거리 5m 떨어진 건물 외부의 장소에  $45^\circ \pm 5^\circ$ 의 입사각이 되도록 설치하였고, 옥타브밴드별 음을 발생시켰다. 측정주파수는 100 ~ 3150Hz까지 1/3 옥타브밴드 중심주파수 대역에서 측정해야 하나 수음실의 음압레벨이 배경소음레벨 보다 적어도 6dB 이상 높은 조건을 만족하는 100 ~ 2500 Hz까지 측정하였다.

그림 1은 외벽 2m 전방의 음압레벨 및 수음실의 음압레벨, 잔향시간을 측정하기 위한 측정점의 배치도이다.



\* S1, S2, S3 : 외벽 전방 마이크로폰의 위치  
 \* R1, R2, R3 : 수음실 마이크로폰의 위치  
 그림 1. 측정점의 배치도

(2) 실험실 측정

KS F 2808에 의거하여 음원용의 제 1잔향실과 수음용의 제 2잔향실 사이의 시료 설치용 개구부 (가로 3.0m X 세로 3.5m, 10.5 m<sup>2</sup>)에 돌부분(포천 석 물갈기 30mm + 석고보드, 유리섬유 450mm)을 길이 1220mm X 폭 3000mm X 두께 480mm 크기로 설치하고 나머지 부분인 길이 2280mm X 폭 3000mm X 두께 278mm 부분을 알루미늄 창호(유리 51mm), 석고보드 및 유리섬유로 시료를 설치하

고 각각의 평균음압레벨 및 흡음력을 측정하여 시료의 음향투과손실을 측정하였다.

그림 2는 외부벽체의 단면도이며 그림 3은 시험체의 설치모습이다.

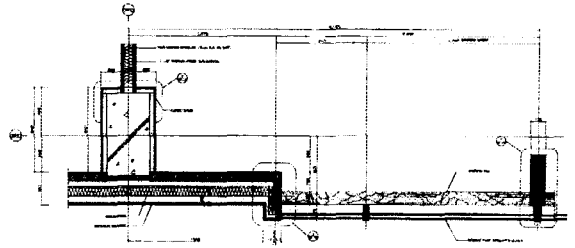


그림 2. 외부벽체의 단면도



그림 3. 시험체의 설치모습

(3) 실험실 측정(음의 세기를 이용한 차음시험)

ISO 15186-1에 의거하여 음원용의 제 2잔향실과 수음용의 무향실 사이의 시료 설치용 개구부에 시료를 설치하고 음원실의 평균음압레벨(Average sound pressure level)을 측정하고 수음실의 시료 표면에서의 평균음의세기레벨(Average sound intensity level)을 측정하여 시료의 음세기감쇠계수를 계산하였다.

음원실의 측정점은 실 경계면으로부터 0.5m 이상 떨어지고, 서로 0.7m 이상 떨어진 5점의 측정점을 공간적으로 균등히 분포시킨 후 100 ~ 5000Hz 까지 1/3 옥타브밴드 중심주파수 대역에서 실내 평균음압레벨을 측정하였다. 또한 음의 투과율이 서로 다른 재료로 구성된 시험체에서의 국부적인 차음능력 즉, 대리석 부분과 유리 창호부분에서의 투과되는 음의 전달경로를 파악하기 위해 500mm X 500mm 으로 시험체를 구분하고 그 중심점에서 시

협체 표면으로 부터 10 ~ 30 cm 떨어진 지점에 수직으로 Intensity Probe을 설치하고 시료의 평균 음의세기레벨을 측정하였다. 그림 4는 음의 세기레벨 측정사진이다.



그림 4. 측정모습

### 3.2 객실간 경계벽의 차음성능 측정

현장에서의 객실간 경계벽의 차음성능 측정은 KS F 2809 : 2001에 의거하여 음원용의 KING BEDROOM(ROOM # 536)과 수음용의 DOUBLE QUEEN BEDROOM(ROOM # 534) 사이의 벽체를 통과하는 음향과위를 측정하였으며, 음원실과 수음실내의 실내 각각의 평균음압레벨 및 수음실의 흡음력을 측정하여 측정대상 벽의 겉보기 음향감쇠계수를 구하였다. 또한 실험실 측정은 KS F 2808에 의거하여 음원용의 제 1잔향실과 수음용의 제 2잔향실 사이의 시료 설치용개구부에 시료를 설치하고 각각의 평균음압레벨 및 흡음력을 측정하여 시료의 음향투과손실을 측정하였다.

### 3.3 실내소음 측정

FCU, 냉장고 등을 가동시킨 상태 및 항공기의 운항 등의 소음원에 노출된 상태에서 실내 평균 음압 레벨을 측정하였다. 측정점은 실 경계면으로부터 0.5m 이상 떨어지고, 서로 0.7m 이상 떨어진 3점의 측정점을 공간적으로 균등히 분포시킨 후 등가 음압 레벨을 측정하였다. 측정 주파수 범위는 1/1 옥타브밴드로 63 ~ 4000 Hz까지 측정하였다.

## 4. 차음성능 측정 결과 및 검토

### 4.1 외벽부재의 차음성능

외벽 부재에 대한 현장 및 실험실의 측정결과는 표 4와 같다. 측정대상인 외벽에 대한 공기전달음에 대한 실험실 측정결과는 STC 41 이었고 현장에서는 STC 43이었다. 또한 현장에서의 조건과 같이 실내 흡음력을 증가시키기 위해 유리창 부분에 커튼을 보강한 후에는 3dB의 증가를 보였다.

Table 4. 외벽부재의 차음성능 측정결과

측정 조건	공기전달음	비고
실험실 측정	STC 41	
	STC 44	커튼보강후
현장측정	STC 43	
현장기준	STC 43	

현장에서의 측정결과가 실험실 보다 2dB의 증가를 보이고 있는데 이것은 실내흡음력의 증가에 따른 것이라 판단된다. 그림 5는 커튼 설치전과 후의 실험실에서의 측정결과이며 그림 6은 현장에서의 측정결과 이다.

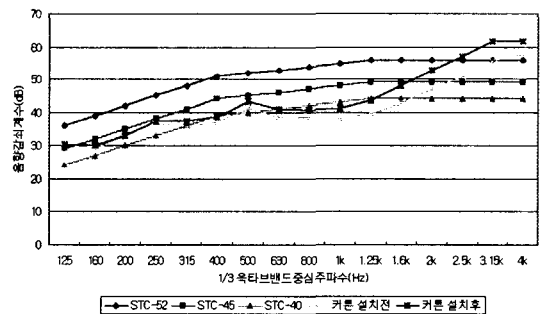


그림 5. 실험실에서의 측정결과

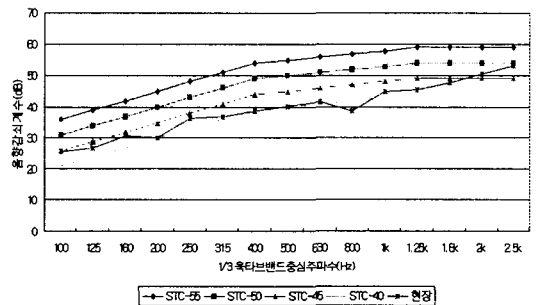


그림 6. 현장에서의 측정결과

또한 음의 투과율이 서로 다른 재료로 구성된 시험체에서의 국부적인 차음성능 즉, 대리석 부분과 유리 창호부분에서의 투과되는 음의 전달경로를 파악하기 위해 음의세기레벨을 측정하였으며 그림 7 ~ 9는 주파수 대역별 음의 세기레벨 측정 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는바와 같이 창호의 유리창 부분에서 투과되는 음의 세기가 다른 부분에서 투과되는 음의 세기 보다 5 ~ 10 dB 더 크다는 것을 알 수 있다. 즉, 창호를 통해서 수음실로 투과되는 공기전달음의 크기가 다른 부분에 비해 5 ~ 10 dB 더 크다는 것이다.

그림 10은 음의 세기레벨을 이용하여 산정한 투과손실과 잔향실을 이용해서 측정한 투과손실을 비교한 그림이다. 비교결과 ISO 15186에서 권장하고 있는 값에 만족하고 있다.

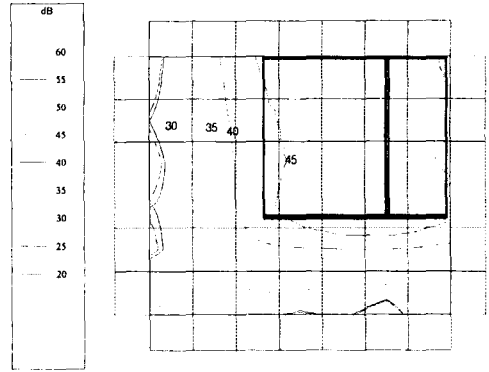


그림 9. 음의 세기레벨(1000 Hz)

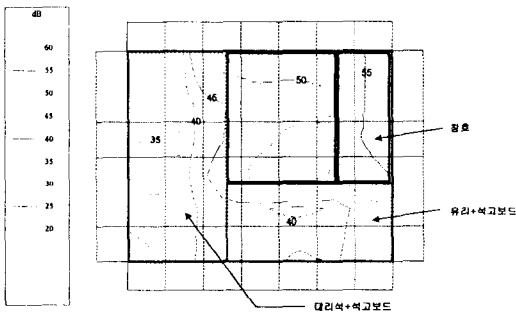


그림 7. 음의 세기레벨(125 Hz)

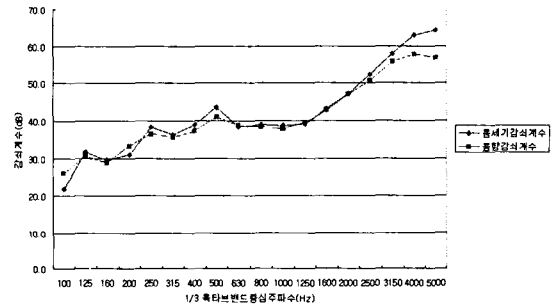


그림 10. 방법에 따른 투과손실 측정값의 차이

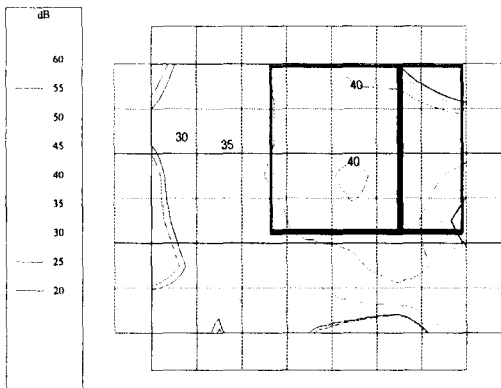


그림 8. 음의 세기레벨(500 Hz)

#### 4.2 객실간 경계벽의 차음성능

객실간 경계벽에 대한 현장 및 실험실의 측정결과와는 표 5와 같다. 측정대상인 객실간 경계벽에 대한 공기전달음에 대한 실험실 측정결과는 STC 51 이었고 현장에서는 STC 51이었다. 또한 전기박스 설치시 공기전달음에 대한 실험실 측정결과는 STC 50 이었다.

Table 5. 객실간 경계벽의 차음성능 측정결과

측정 조건	공기전달음	비고
실험실 측정	STC 51	전기박스 설치시
	STC 50	
현장측정	STC 51	
현장기준	STC 55	전기박스 설치시
	STC 53	

현장에서 측정한 결과가 실험실에서의 공기전달음 차단성능 보다 1dB 큰 결과를 보이고 있다. 통상 건축물 현장에서는 실험실과는 달리 실간 경계벽을 통한 소리의 전달이외에 창이나 문등을 통한 우회전달음, 접합부위나 틈새를 통한 전달음, 보나 기둥등 다른 부위에 비해 차음성능이 약한 부분을 통한 전달음 등이 존재하기 때문에 실험실에서 측정한 결과보다 낮은 성능이 나오는 것이 일반적이거나 이번에 측정한 결과는 호텔의 평면타입이나 경계벽의 사용재료나 공법, 특히 실내의 큰 흡음력에 따른 차음성능의 감소가 없었던 것으로 판단된다. 그림 11은 측정대상인 경계벽의 단면을 나타내고 있고 그림 12은 측정결과이다.

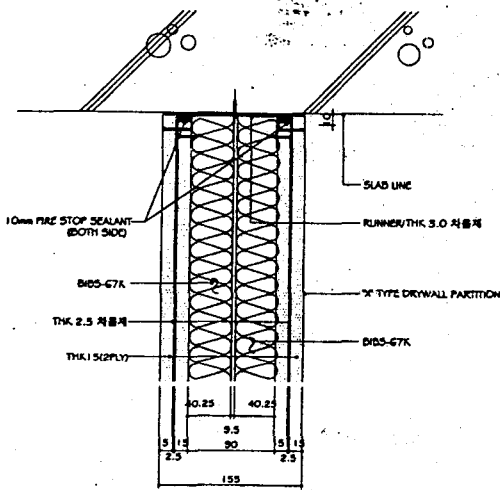


그림 11. 세대간 경계벽의 단면도

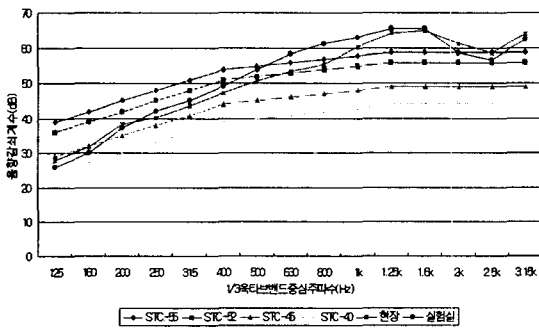


그림 12. 차음성능 측정결과 비교

### 4.3 실내소음 측정

냉장고를 가동시킨 상태에서 FCU의 운전조건을 Low, High로 변경시킨 상태와 냉장고, FCU (High로 운전) 및 항공기가 운항될 때의 실내 소음을 측정하였으며 측정결과는 표 6과 같다.

Table 6. 실내소음 측정결과

측정조건	NC 평가	dB(A)	비고
냉장고+FCU(High)	NC-24	30.1	평균
	NC-26	32.1	최대
	NC-22	27.7	최소
냉장고+FCU(High)+ 항공기	NC-32	37.4	평균
	NC-34	38.8	최대
	NC-30	35.2	최소
현장 기준	NC-30	35	

Table 7. 실내소음의 보정치(AS1055, the Noise Control Act and local building codes)

구분	Maximum Continuous Mechanical Plant Noise		Maximum Intrusive Traffic or other intermittent	
	Noise Rating	dB(A)	L90	L10
Auditoria	NR 25	30	30	35
Concert Halls	NR 25	30	30	35
Conference Rooms	NR 30	35	35	45
Executives Offices	NR 35	40	40	45
General Offices	NR 40	45	45	55
Law Courts	NR 30	35	35	40
Lecture Theatres	NR 30	35	35	40
Libraries	NR 35	40	40	45

표 7은 순간적인 피크소음이나 간헐적으로 발생하는 간헐적으로 발생하는 소음에 대하여 실내소음의 보정치를 나타내고 있다. 현장의 경우 객실의 권장치가 NC 30으로 명시되어 있으나 항공기의 소음은 간헐적인 소음이므로 순간소음에 대한 기준은 조정되어야 한다. 즉 FCU나 냉장고와 같이

연속된 소음에 대한 규정과 동일한 규정을 항공기의 소음에 적용하는 것을 불합리 하다고 생각된다.

아래의 표의 사례에서 보듯이 교통소음과 같은 경우는 최대치를 45dB(A)까지 허용 가능함을 알 수 있다. 따라서 현장에서의 항공기의 소음에 대한 실내 최대소음도는 38.8dB(A)로써 45dB(A)를 만족한다.

## 5. 결론

공항 주변에 건설되고 있는 호텔 객실의 음향성능에 영향을 주는 외벽 및 세대간 경계벽의 차음성능을 실험실 및 현장에서 측정하고, 현장과 실험실에서의 측정된 결과를 정리하면 다음과 같다.

가. 측정대상인 외벽에 대한 공기전달음에 대한 실험실 측정결과는 STC 41 이었고 현장에서는 STC 43이었다. 또한 현장에서의 조건과 같이 실내 흡음력을 증가시키기 위해 유리창 부분에 커튼을 보강한 후에는 3dB의 증가를 보였다.

나. 음의 투과율이 서로 다른 재료로 구성된 시험체에서의 국부적인 차음성능 즉, 대리석 부분과 유리 창호부분에서의 투과되는 음의 전달경로를 파악하기 위해 음의세기레벨을 측정하였으며 측정결과 창호의 유리창 부분에서 투과되는 음의 세기가 다른 부분에서 투과되는 음의 세기 보다 5 ~ 10 dB 더 크다는 것을 알 수 있었다. 또한 음의 세기레벨을 이용하여 산정한 투과손실과 잔향실을 이용해서 측정한 투과손실을 비교한 결과 ISO 15186에서 권장하고 있는 값에 만족하였다.

다. 객실간 경계벽에 대한 현장 및 실험실의 공달음 차단성능 측정결과 실험실은 STC 51 이었고 현장에서는 STC 51이었다. 또한 전기박스 설치시 공기전달음에 대한 실험실 측정결과는 STC 50 이었다. 현장에서 측정된 결과가 실험실에서의 공기전달음 차단성능 보다 1dB 큰 결과를 보이고 있는데 이는 호텔의 평면타입이나 경계벽의 사용재료나 공법, 특히 실내의 큰 흡음력에 따른 차음성능의 감소가 없었던 것으로 판단된다.

라. 냉장고를 가동시킨 상태에서 FCU의 운전조건을 Low, High로 변경시킨 상태와 냉장고, FCU (High로 운전) 및 항공기가 운항될 때의 실내 소

음을 측정하였으며 측정결과 FCU와 냉장고 등의 설비가 가동될때의 실내소음은 NC-23이었고 항공기가 운항될때는 NC-32였다.

마. 현장의 경우 객실의 권장치가 NC 30으로 명시되어 있으나 항공기의 소음은 간헐적인 소음이므로 순간소음에 대한 기준은 조정되어야 한다. 즉 FCU나 냉장고와 같이 연속된 소음에 대한 규정과 동일한 규정을 항공기의 소음에 적용하는 것을 불합리 하다고 생각된다.

## 6. 참고문헌

1. 건축물 음환경분야 표준화 연구, 산업자원부 기술표준원, 2000. 11
2. ISO 15186-1, Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity- Part 1, 2000. 3
3. ISO 9614-1, Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity- part 1, 1993
4. 일본건축학회, 건축물의 차음성능 기준과 설계 지침, 1993
5. 일본건축학회 : 건물의 차음설계 자료, 기보당 출판, 1988