

# 배경소음이 다른 동일 건물내 사업장의 소음 수인한도 및 인지 정도에 관한 연구

## An study on the annoyance and loudness for the different background noises in complex building

이 태 강\*      장 길 수\*\*      김 선 우\*\*\*  
Lee, Tai-Gang    Jang, Gil-Soo    Kim, Sun-Woo

### Abstract

There are many business in complex building, and recently noise claims have increased in those buildings. It is one of the most desirable methods reducing the noise level to establish the noise criteria considering the admissible noise level between the source and receiving room, which are to be derived from the subjective response in the real conditions. Because the degree of annoyance and loudness for the intruding noises in complex building could be changed with background noise level, it is suggested to be researched the relationship between the noise levels and subjective response.

In this study, the subjective response for three different background levels in receiving business or rooms were investigated for the typical eight business noise source including aerobic music.

The results can be summarized as follows.

In conditions of low background noise level(40 dB(A)), there is a tendency of intentionally attention situation (listening) in a subjective test. The other hand in conditions of relatively high background noise level(50 dB(A)), there is a unconscious situation (hearing).

As the degree of moderately heard or annoyed in SD rating scale means that the noise is easily recognized in neighboring shops, usually the limit of noise criteria were decided on this rating point, so it will be reasonable to be adopted the criteria rating scale as slight heard or annoyed degree (SD criteria 3).

키워드 : 소음 규제 기준, 청감실험, 배경소음, 어의차분 척도, 소음 인지 및 수인 한도, 사업장 소음, 동일건물,  
Keywords : Noise regulation, Subjective test, Back ground noise, Semantic differential Scale, Extent of loudness and annoyance, Business noise, Complex building

### 1. 서 론

환경부가 발표한 2008년도 환경백서에 의하면 인구증가와 더불어 도시화, 산업화에 따른 생활소음 배출원인이 급격히 증가하고 있는 반면에 생활수준 향상에 따른 정온한 생활환경에 대한 욕구 증가로 2007년도의 생활소음 민원은 38,159건으로 2006년도의 32,800에 비해 16.3% 증가하였고, 환경 분야 전체 민원중 27%(2006년 26%)를 차지하는 등 이에 대한 대책마련이 중요한 과제로 대두되고 있다.

또한 소음진동 배출업소도 매년 증가하는 추세로 2005년 전국의 배출업소는 37,646 개소로 2004년 보다 5.6% 증가하고 있고, 소음·진동 배출업소의 소재지는 소음·진동 관리지역에 51.8%, 도시지역에 34.6%로 대부분의 배출업소가

관리지역과 도시에 분포하고 있다.

도시건물의 대부분은 복합용도의 사업장이 동일 건물에 위치하는 복합빌딩의 성격을 지닌다. 이 경우 사업장의 고유 기능과 특성에 따라 다양한 음향환경과 요구가 발생하게 되어 소음 발생원이 되는 사업장과 발생사업장으로부터 소음 방해를 받지 않으려는 사업장 사이의 상호 상반되는 요구를 근본적으로 해결하기 위해서는 사업장의 유사용도 별 배치나 요구되는 정온함의 요구되는 정도를 완전히 분리한 것이 가장 바람직한 방법이라 할 수 있다. 그러나 이것은 현실적으로 완전한 제도적 분리는 불가능한 상황이며, 그 차선택으로 차음성능의 확보를 통해 수음실의 소음도를 최소화하여 소음발생 사업장의 공기전달음 또는 바닥충격음에 대한 차단성능을 확보하는 것이 차선택이라 할 수 있으며, 이는 실간 차음성능을 높임으로써 인접 사업장으로서의 소음 전달을 수인한도 이하로 줄이는 방법이라 할 수 있다.

현행 사업장 소음의 규제는 소음원의 근접위치에서 배출

\* 전남대학교 바이오하우징연구단, 공학박사 (leetaigang@hanmail.net)

\*\* 동신대학교 문화건축학부 교수, 공학박사 (gsjang@dsu.ac.kr)

\*\*\* 교신저자, 전남대학교 건축학부 교수, 공학박사 (swk@chonnam.ac.kr)



그림 1. 청감실험의 개요도

하는 소음도를 기준으로 규제하는 소음원의 음향출력을 규제함으로써 인근 수음점의 소음도를 최소화하려는 목적으로 시행되고 있다. 그러나 건물 내에서의 소음 또는 진동을 발생하는 사업장은 다양한 소음원이 존재하고 사업장 특유의 특성을 규제할 수 없으므로, 소음이나 진동이 전달되어 영향을 미치는 수음점에서의 전달 정도를 기준으로 규제할 수밖에 없다.

따라서 본 연구에서는 동일 건물내 사업장 사이에 발생하는 소음·진동 규제기준안을 마련을 위한 기초적인 연구로서, 건물 내의 주거시설, 병원 등 정숙을 요하는 시설에서 생활하는 거주자가 동일건물 내에서 발생하는 소음에 대하여 비교적 불편함을 느끼지 않으면서 생활할 수 있는 최저한도를 제시하는데 목적을 두고 있다. 이를 위해 비음향적 요소를 최소화한 청감실험을 실시하여 건물내의 배경소음과 정온 환경 조건별로 다양한 소음원을 제시할 때 신경쓰임과 들리는 정도에 대한 주관적 반응 결과를 분석하여 그 수인한도 및 인지 정도를 가늠하고자 한다.

이 연구의 결과는 동일건물내 사업장 사이에 전달되는 소음에 대한 실내소음 허용기준의 차단성능 및 감응성능 판단 기준 뿐만 아니라 각종 용도별 실내소음 설계 목표 설정에 기초적인 자료로서 활용이 기대 된다고 할 수 있다.

## 2. 연구내용 및 방법

본 연구의 목적은 동일 건물내 사업장에서 제기되고 있는 인접실간 소음진동 문제를 적절히 평가하는 것으로서, 적정 기준의 제시와 측정 및 평가방법의 표준화를 기하는 것이다. 이를 위해서는 사업장의 소음진동 영향을 물리적으로 평가하는 것은 물론 음원실에서 수음실로 전달되는 소음진동에 대해 다양한 양-반응의 관계를 조사하여야 한다.

그러나 대규모의 사회조사는 앞서 언급하였듯이 사업장의 영업방해나 이미지 악화 우려에 따른 비협조, 이웃 사업장과의 인간관계 등의 이유로 현실적 어려움이 있으며, 사회조사를 수행할 수 있다고 하더라도 반응치에 매우 큰 편차를 보여, 이를 평균하여 대표치로서 사용할 경우에도 조사자가 기대하는 일관성을 얻기 어렵다. 이는 설문에 응하

는 대상자의 비음향적 요인(non-acoustic factor)이 작용하는 것으로서 개인의 심리적 상태, 나이, 인접 사업장과의 관계, 생활습관 등과 수음실의 내부소음 및 외부노출소음정도가 상이하기 때문이다.

따라서 비음향적 요인을 최대한 배제할 수 있고, 음향적 요인에 집중할 수 있는 실험실 실험 즉 청감실험을 통해 다양한 양-반응(does-response)의 관계를 도출하고자 하였다.

## 3. 실험 방법 및 내용

동일 건물내 사업장에서 발생하는 각종 소음진동은 직접투과 (Direct sound transmission) 또는 간접투과(Indirect flanking sound transmission)의 형태로 인접 사업장에 전달된다. 이러한 전달과정을 단순화하여 현장감 있는 청감실험을 위해 그림 1.과 같은 음원실, 수음실을 설정하였다.

벽체를 통해 전달된 크고 작은 다양한 소음을 수음실의 피험자로 하여금 동일 건물내 인접 사업장으로부터 전달되는 소리에 대한 인지 및 수인정도를 파악하기 위해 ‘들리는 정도’와 ‘신경쓰이는 정도’를 7단계 척도로서 평가하도록 하였고, 수음실은 사업장에 따라 배경소음레벨이 달라질 수 있음에 유의하여 병실, 주택과 같이 정온 요구도에 따라 3단계 ( 40dB(A), 45dB(A), 50dB(A))로 구분하고 이러한 상태를 인위적으로 조성하였다. 배경소음의 최저값을 40dB(A)로 설정한 것은 많은 사업장이 정온한 환경보다는 번잡한 도심에 위치하는 경우가 많아 주변도로에서 들리는 도로교통소음이나 생활음에 노출되는 경우가 많고, 앞서의 이전 실험결과<sup>1)</sup> 정온한 장소의 수인한도를 40dB(A)로 설정할 수 있는 가능성에 유의하였기 때문이다.

### 3.1 청감실험실

청감실험을 수행한 실험실의 구성도는 그림 2와 같다. 음원실은 3.0 × 4.5 m의 크기이며, 라우드스피커와 앰프에

1) 환경부, 동일건물내 사업장 소음진동 규제기준 및 측정방법마련을 위한 연구, pp.129~132, 2007. 01

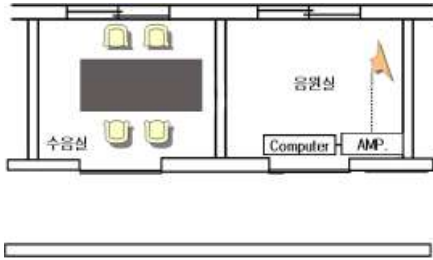


그림 2. 청감실험실 구성도

의해 음원을 발생시킬 수 있는 구조로 되어 있으며, 수음실은 일반 사무실과 같이 유사한 형태의 가구 배치와 테라조 마다마감, 벽체 시멘트 모르타르 마감, 텍스마감 천정으로 구성되어 있다. 또한 수음실과 음원실은 4인치 블록으로 차단되어 있으며, 인접실에서 발생하는 소음의 느낌이 들도록 구성하였다.

### 3.2 청감실험 대상 음원 및 청취레벨

사업장에서 발생할 수 있는 대상음원으로서 다음의 8가지 유형을 선정하였으며, 8가지 대상음원의 15초간 지속시간에 따른 레벨변동 특성은 그림 3과 같다.

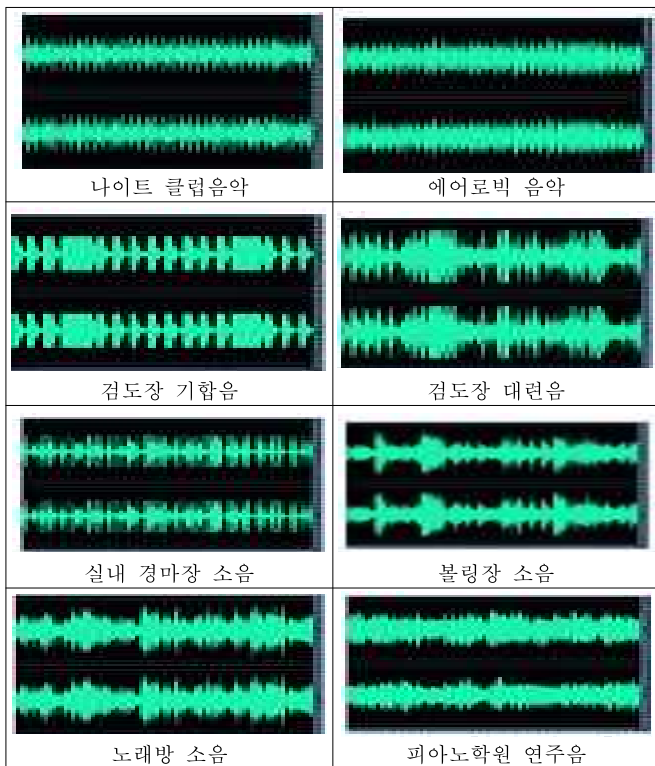


그림 3. 청감실험 대상음원의 시간변동 특성

- 나이트 클럽 음악 : 중저음역의 악기 밴드음
- 에어로빅 음악 : 에어로빅 운동상에 제공되는 경쾌한 음악
- 검도장 기합음 : 상호 대련시, 또는 연습시 지르는 함성
- 검도장 대련음 : 상호 대련시 발생하는 발구르는 소리와 속도부딪히는 소리
- 실내 경마장 소음 : 마이크를 이용하여 발생하는 아나

운서 상황 중계음

- 볼링장 소음 : 공이 floor를 구를때 발생하는 육중한 저음역의 소리
- 노래방 소음 : 반주음과 그에 수반되는 마이크 노래소리
- 피아노 학원 연주음 : 피아노 연주음

한편 음원실에서 발생한 각종 음원이 벽체를 투과하여 수음실의 피험자가 듣는 레벨이 음원의 유형별로 각각 40, 45, 50, 55, 60 dB(A)가 되도록 하였다. 이를 위해 음원실의 발생음원의 레벨을 적정 레벨이 될 수 있도록 사전 조정하고, 이를 제시 레벨로서 설정하였다.

### 3.3 수음실의 환경조성

현장조건의 수음실은 다양한 상태의 배경소음이 존재한다. 배경소음에 따라 청취레벨의 평가가 상대적으로 변화할 수 있음에 유의하여, 수음실의 배경소음을 3가지 조건으로 설정하였는데, 정온 요구도에 따라 각각 40, 45, 50 dB(A)로 하였다.

수음실의 배경소음은 백색소음(white noise)과 대화음으로서 다음과 같이 조성하였다.

- 배경소음 40 dB(A) 음원: white noise 40dB(A)
- 배경소음 45 dB(A) 음원: white noise 45dB(A) + 대화음(녹음된 온라인 강의음)
- 배경소음 50 dB(A) 음원: white noise 50dB(A) + 대화음(녹음된 온라인 강의음)

표 1. 조건별 수음실의 환경조성 개념

수음실 조건 구분	조건 1	조건 2	조건 3
수음실 배경소음	40dB(A)	45dB(A)	50dB(A)
정온성 요구도	매우 높음	보통	약간
가상의 용도	주택 거실, 병실, 독서실	일반사무실, 병원, 학원	음식점 등 일반사업장

### 3.4 청감실험

수음실의 청취레벨을 8개 유형의 음원별로 각각 40, 45, 50, 55, 60 dB(A)이 될 수 있도록 조정된 음원을 무작위 순서로 제시될 수 있도록 구성하였으며, 이를 도시하면 다음의 그림 4와 같다.

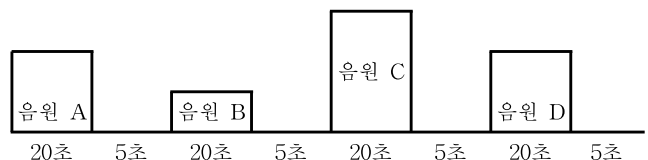


그림 4. 음원의 구성 및 제시순서

20초간의 음원제시 후 5초간의 여유시간을 주었으며, 이때 피험자가 들었던 음원을 평가할 수 있도록 하였다.

실험에 참여한 피험자는 사전에 일상 생활하는데 청력상 전혀 지장이 없는 20대의 정상 청력을 가진 남녀 대학생 30명

(남자 18명, 여자 12명)으로 구성되었다. 실험에 임하여 실험 방법과 제시조건을 충분히 설명하고 이해하도록 하였고, 사업장에서 들려오는 소리에 귀를 기울이는 상태(listen)가 아닌 소리를 듣는 상태(hear)를 가상하여 독서상태에서 편안하게 평가하도록 주지하였다.

표 2. 7단계 SD척도

들리는 정도	전혀 들리지 않는다 1	거의 2	약간 3	보통 4	꽤 5	상당히 6	매우 잘 들린다 7
음원 1			◎				
음원 2				◎			
음원 3							

신경 쓰이는 정도	전혀 신경 쓰이지 않는다 1	거의 2	약간 3	보통 4	꽤 5	상당히 6	매우 신경 쓰인다 7
음원 1			◎				
음원 2				◎			
음원 3							

피험자가 듣게 되는 각종 소음은 다음의 2개 어휘를 7단계 SD척도(1.전혀~7.매우)로서 평가하도록 하였으며, 평가 척도에 예는 다음과 같다.

1회의 청감실험에 소요되는 전체 시간은 약 17분으로서 피험자가 크게 피로감을 느끼지 않도록 배려하였다.

4. 실험 결과 및 분석

청감실험을 통해 얻어진 피험자의 양-반응의 관계를 구하기 위해, 제시레벨과 그에 대응하는 7단계 SD척도의 평균값을 산출하였다.

배경소음의 3가지 조건별 양-반응의 관계는 다음과 같다.

(1) 조건1 : 배경소음 40dB(A)의 경우

그림을 통해 알 수 있듯이 소음레벨이 낮은 40~45 dB

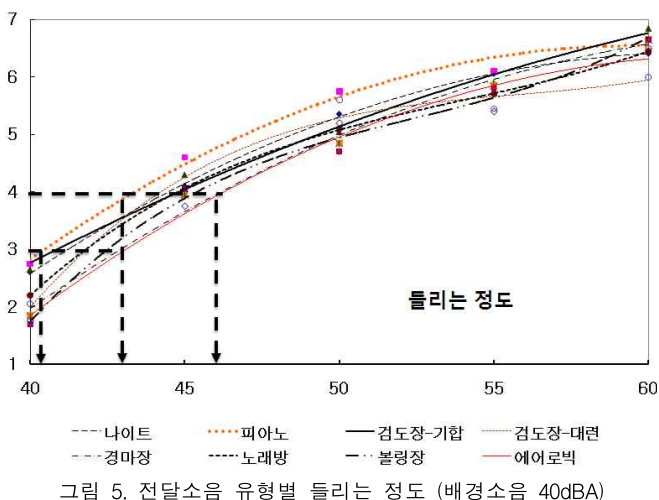


그림 5. 전달소음 유형별 들리는 정도 (배경소음 40dB(A))

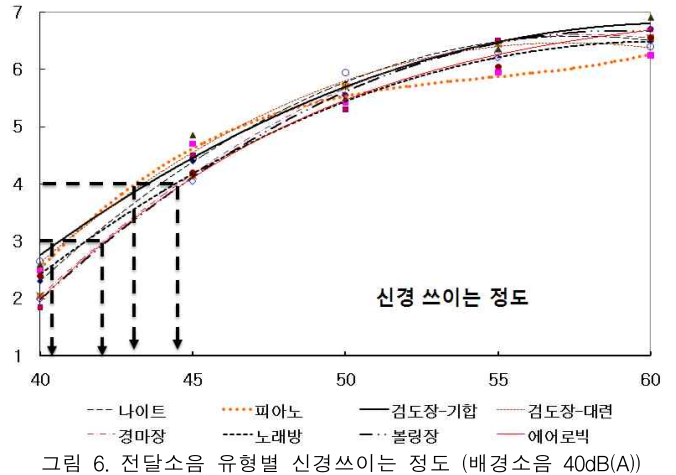


그림 6. 전달소음 유형별 신경쓰이는 정도 (배경소음 40dB(A))

(A)의 영역에서 반응이 급격히 변화하는 형태를 보여주고 있다. 정온한 환경일수록 전달소음에 민감해지기 때문이라고 해석할 수 있어, 인접 사업장으로부터의 최저수인한계도 이러한 영역에서 결정되어야 함을 시사하고 있다.

소음의 유형별로 보면 피아노소리, 검도장 대련음 등이 가장 잘 들리며, 에어로빅 음악은 상대적으로 잘 들리지 않거나 덜 신경쓰이는 소리로서 평가되었다.

일반적으로 규제기준의 설정을 위해서는 현 사업장 구조의 대부분(약 85%정도)이 만족하는 최저레벨(또는 차음구조)을 근간으로 하여야 한다는 점에서 척도 '3' 또는 '4'에 해당하는 기준을 고려하는 것이 타당하다고 판단하였다.

이와 같은 관점에서 그림에서의 SD척도 '3'은 일반적으로 '약간 들린다' 또는 '약간 신경쓰인다'에 해당한다고 할 수 있고 척도 '4'는 중성점(보통)이라 할 수 있어 이에 해당하는 레벨을 구하면 다음과 같다.

표 3. 배경소음 40dBA 조건의 청감실험 결과

구분	SD척도 3("약간")	SD척도 4("보통")
들리는 정도	41~42 dB(A)	43~47 dB(A)
신경쓰이는 정도	41~43 dB(A)	43~45 dB(A)

들리는 정도와 신경쓰이는 정도가 거의 유사한 반응을 보임에 비추어, 낮은 배경소음에서는 들리는 것만으로도 신경쓰이는 것으로 판단된다. 또한 배경소음과 거의 유사하거나 2~3dB(A) 높은 환경에서도 약간 들리는 것으로 평가함을 알 있다. 반면 배경소음보다 약 3dB(A) 이상 높은 레벨에서는 '보통'정도의 반응을 보임을 알 수 있다.

(2) 조건2 : 배경소음 45dB(A)의 경우

분석결과인 그림 7, 그림 8 및 표 4 의 반응정도를 분석한 결과, 조건 1의 배경소음 40dB(A)과 거의 유사한 양-반응의 관계를 보여 배경소음이 45dB(A)의 비교적 조용한 환경에서는 각종 사업장의 소음유형이 레벨에 따라 별다른 차이가 없음을 알 수 있으나 대체적으로 약간의 청취레벨(최대 2dB) 상승 경향을 볼 수 있다.

표 4 .배경소음 45dB(A) 조건의 청감실험 결과

구분	SD척도 3("약간")	SD척도 4("보통")
들리는 정도	43~46 dB(A)	46~48 dB(A)
신경쓰이는 정도	43~46 dB(A)	46~47 dB(A)

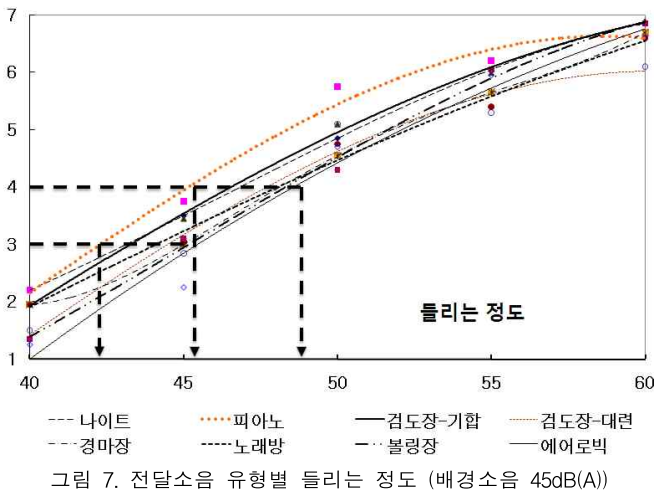


그림 7. 전달소음 유형별 들리는 정도 (배경소음 45dB(A))

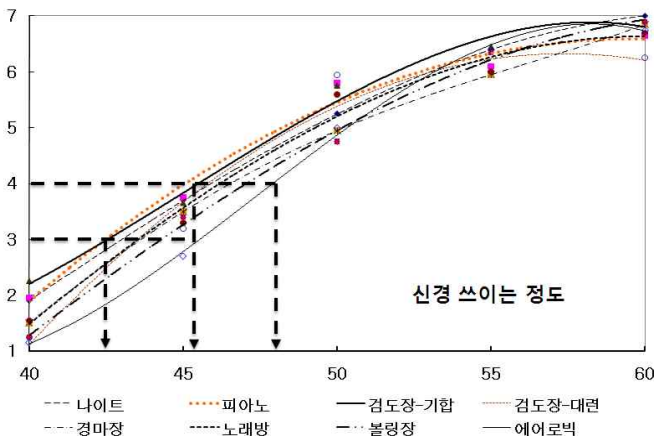


그림 8. 전달소음 유형별 신경쓰이는 정도 (배경소음 45dB(A))

(3) 조건3 : 배경소음 50dB(A)의 경우

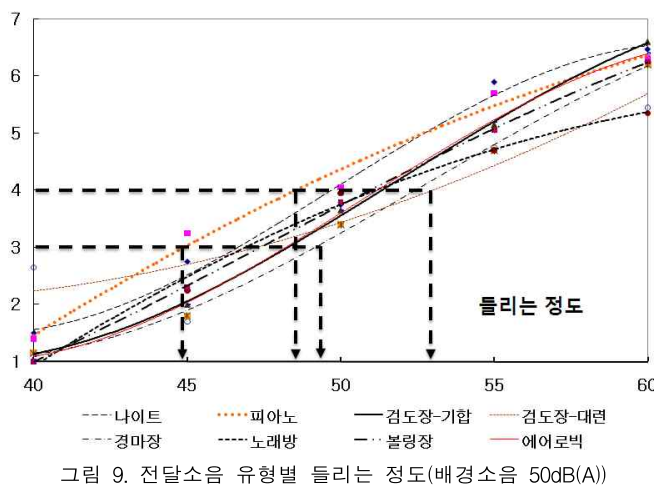


그림 9. 전달소음 유형별 들리는 정도(배경소음 50dB(A))

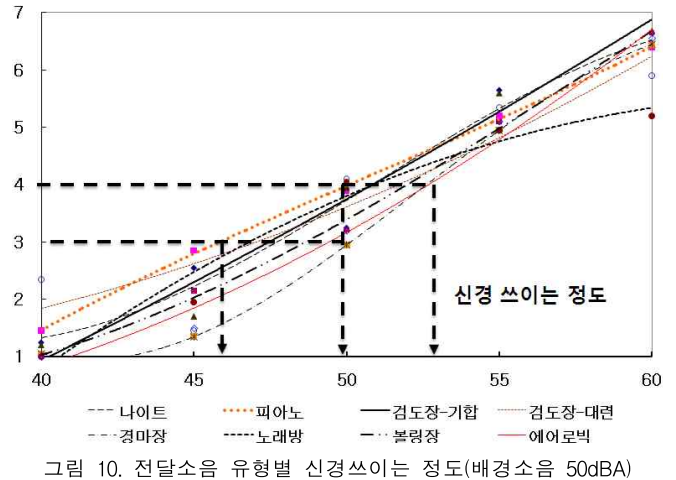


그림 10. 전달소음 유형별 신경쓰이는 정도(배경소음 50dB(A))

그림 9, 그림 10의 분석 결과에서 알 수 있듯이 앞서의 배경소음이 40dB, 45dB이었던 조건 1, 2와는 달리 조건 3의 경우에는 조건 1과 2의 결과에 비해서 들리는 정도와 신경쓰이는 정도에서는 확연하게 청취레벨이 높아지는 경향(약 5dB)을 보였으며, ‘신경쓰이는 정도’는 ‘들리는 정도’보다 다소 높은 레벨로 나타나고 있음을 알 수 있다.

이는 배경소음보다 5dB 낮아도 약간 들리거나 신경이 쓰이며, 소음의 의미 유무에 따라 3~5dB 정도의 변화가 있을 것으로 판단되며, 실내소음 기준 설정시 약간의 인지정도(척도 3)를 기준의 준거로 고려하여도 타당하다고 생각된다.

표 5. 배경소음 50dB(A) 조건의 청감실험 결과

구분	SD척도 3("약간")	SD척도 4("보통")
들리는 정도	45~49 dB(A)	48~53 dB(A)
신경쓰이는 정도	46~50 dB(A)	50~53 dB(A)

5. 토의 및 결론

동일 건물내 사업장의 소음진동 규제를 위해 그 기준을 설정하기 위해서는 사업장의 유형별 분류를 통해 실태를 조사하고 실제 생활에서 느끼는 거주자의 반응조사 및 이용자의 평가 결과를 토대로 그 기준안이 마련되어야 한다.

이는 수음측의 레벨과 피해의식이 사업장의 이해관계에 따라 서로 양해되거나 불만의 표출이 왜곡되기 때문에 양-반응(dose-response)관계와 수음실 전달소음의 영향을 파악하기 위해서는 주관적 반응 조사가 할 수 있는 청감실험이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 동일 건물내 사업장 사이에 발생하는 소음·진동 규제기준안을 마련하고자, 동일 건물 내의 주거시설, 병원 등 정숙을 요하는 시설의 거주자가 정온한 생활을 영위하는데 불편함을 느끼지 않으면서 생활할 수 있는 최저한도를 제시하는데 목적을 두고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 청감실험을 실시하여 건물내의 배경소음과 정온 환경 조건별로 다양한 소음원을 제시할 때 신경쓰임과 들리는 정도에 대한 주관적 반응 결과를 분석하여 그 수인

한도 및 인지 정도를 분석한 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

배경소음이 낮은 상태에서는 의식적으로 집중하는(listen) 성향이 있으나, 배경소음이 비교적 높은 상태에서는 실생활에서 무의식으로 듣는 상태(hear)가 되기 쉬워 소음의 의미 유무에 따라 3dB 정도의 변화를 보이고 있음을 알 수 있었다.

배경소음과 유사하거나 낮은 레벨도 소리에 집중하거나 의미가 있는 소음은 쉽게 인지되는 경향이 있으므로 매우 정온한 환경에서는 수음실의 물리적 레벨만으로 기준을 삼는 것은 무리가 있다고 판단되나, 상기의 결과를 통해 수음실 유형별 적정 실내소음레벨을 유추할 수 있을 것으로 판단된다.

보통의 들리는 정도나 신경 쓰이는 정도는 인접 사업장으로부터 소음이 쉽게 인지됨을 의미하기 때문에 이를 바탕으로 실내소음기준을 설정할 경우, 기준의 의미를 상실할 수 있다고 보며 약간의 인지정도(척도 3)를 기준의 근거로서 채택하는 것이 타당하다고 판단된다.

그러나 동일 건물내 발생하는 사업장 사이의 전달 소음에 대한 적합한 기준을 선정하기 위해서는 건물내 사업장의 실태조사와 더불어 청감실험 및 각종 관련 기준과의 비교를 통해 기준설정이 모색되어야 할 것이다.

## 후 기

이 논문은 2010년도 교육과학기술부(지역거점연구단 육성사업/바이오하우징연구사업단)지원과 환경부 지원 “동일 건물내 사업장 소음진동 규제기준 및 측정방법 마련을 위한 연구”결과의 일부임.

## 참고문헌

1. 신훈, 박사근, 송민정, 장길수, "시각 및 청각정보가 소음의 인지도에 미치는 영향", 한국생태환경건축학회 논문집, 6권 4호, pp.69~75, 2006.12.
2. 이태강, 전지현, 송민정, 김선우, "노래반주기기 설치된 실내공간의 소음실태에 관한 연구", 한국생태환경건축학회 추계학술발표대회 논문집, 13호, pp.37~40, 2007.11.
3. 조경숙 외, "주관평가방법에 의한 환경소음 음질평가", 한국소음진동공학회 춘계학술발표대회 논문집, pp.712~717, 2003.05
4. 국찬, "청감실험에 의한 도시 주거지역 도로교통소음의 평가에 관한 연구", 전남대학교 박사학위논문, 1991.2
5. 환경부, 동일건물내 사업장 소음진동 규제기준 및 측정방법 마련을 위한 연구, 한국소음진동공학회, 2007. 1
6. 환경부 중앙환경분쟁조정위원회, "공동주택 공기전달소음 피해평가방안에 관한 연구" 2003.12
7. 환경부 중앙환경분쟁조정위원회, "진동으로 인한 건축물 피해평가방안에 관한 연구", 2002.4.
8. 日本建築學會, 建築物の遮音性能基準と設計指針, 第2版, 技報堂出版, 1983
9. 日本騒音制御工學會, 建物における騒音対策のための測定評価, 2006
10. 日本音響學會, 環境騒音・建築音響の測定, コロナ社, 2004

11. 日本建築學會, 環境振動・固體音測定技術マニュアル, Ohmsha, 1999.2

투고(접수)일자: 2010년 1월 12일

심사일자: 2010년 1월 13일

게재확정일자: 2010년 10월 22일