pISSN 1598-2033
eISSN 2233-5706

J. Korea Inst. Build. Const., Vol. 15, No. 1
http://dx.doi.org/10.5345/JKIBC.2015.15.1.123

www.jkibc.org

공동주택의 생활 소음원별 특성 분석

Analysis on the Characteristic of Living Noise in Residential Buildings

신 재 민[1] 송 효 민[1] 신 윤 석[2*]

Shin, Jaemin[1] Song, Hyomin[1] Shin, Yoonseok[2*]

Graduate School, Kyonggi University, Yeongtong-Gu, Suwon, 443-760, Korea [1]

Department of Plant and Architectural Engineering, Kyonggi University, Yeongtong-Gu, Suwon, 443-760, Korea [2]

Abstract

The purpose of this study is to analysis the noise characteristics about noise type, sound level, and noise occurrence frequency of living noise in residential buildings. The field measurement was conducted to classify the types of living noise and to examine the actual states of noise occurrence for each living noise source. Among the 24 types of living noise, 10 noise sources were selected based on the loudness and frequency of each living noise. The result indicated that 10 noise sources show the difference on each noise occurrence characteristic by time zones. Therefore, to reduce noise, a management plan should be introduced based on the actual state of the noise occurrence, considering the individual noise source and the time slot during noise frequently occurs. Moreover, the noise standard for each noise types of living noise should be specificated and the education for residents about characteristics of living noise types should be conducted to improve the consciousness of residents.

Keywords : residential building, living noise, noise between floors, noise types, equivalent sound level

1. 서 론

1.1 연구의 목적

우리나라에서는 토지의 효율적 이용과 주택공급의 용이성 등의 이유로 인해 1980년 이후 정부의 주택보급 정책에 따라 공동주택의 수가 급속하게 증가하였다[1]. 2010년 인구주택 총 조사 결과에 따르면 현재 국내에 보급된 총 주택수 중 60% 이상을 공동주택이 차지하는 것으로 나타났다[2]. 이와 더불어 국민소득이 증가됨에 따라 공동주택의 거주민들의 삶의 질 향상에 대한 요구도 증가하고 있다. 그러나 인접세대와 벽과 바닥을 공유해야하는 공동주택의 구조적 특성 상 거주민들은 층간소음 및 생활 소음원들에 쉽게 노출되어 있다[3]. 특히 층간소음의 경우에는 민원발생 건수가 매년 증가하고 있으며, 이에 따른 이웃간의 불화 문제가 폭행, 방화사건으로 이어지며 심각한 사회적 문제로 대두되고 있다.

층간소음을 포함한 공동주택의 생활소음 완화를 위해 정부에서도 바닥구조 기준과 바닥충격음 차단성능 기준 등 관련 법규를 제정 및 개정하고 있다. 2014년 6월부터 정부에서 시행한 「공동주택 층간소음의 범위와 기준에 관한 규칙[4]」에서는 시간대별(주간/야간) 1분 등가소음레벨을 '주간 43dB, 야간 38dB'로 소음규제기준으로 제시하고 있다. 그러나 이러한 규제만으로 공동주택의 생활 소음 문제 해결하기에는 한계가 있다. 즉, 공동주택에서 발생하는 실내 · 외 소음의 주체는 거주자로서 이웃 간의 소음 문제를 저감시키기 위해서는 층간소음 및 건물 외부 소음뿐만 아니라 주거 내 · 외부에서 발생하는 생활소음을 체계적으로 분석하고 관리하려는 노력이 필요하다[5].

이에 따라 단위 주택에서 발생하는 내부 생활 소음 및 설비소음에 대해 소음원의 종류 및 시간대 별 소음 레벨을

Received : December 18, 2014
Revision received : January 15, 2015
Accepted : January 28, 2015
* Corresponding author : Shin, Yoonseok
[Tel: 82-2-1234-5678, E-mail: shinys@kgu.ac.kr]
ⓒ2015 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

분석하고, 생활 소음에 대한 거주자의 주관적인 반응을 조사한 연구가 이미 진행되었다[3,5,6,7,8]. 하지만 대부분의 연구는 공동주택의 모든 소음원들을 대상으로 단위 주택별 소음레벨을 통합적으로 분석하여 관리방안을 도출하였으며, 개별소음원에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 기존의 연구결과에서는 어떠한 소음원이 어떠한 특징을 가지고 있는지를 파악하는 것이 불가능하다. 그러나 공동주택의 소음 문제를 완화시키는 전략을 구축하기 위해서는 단위 주택에서 발생하는 생활 소음원별로 특징을 분석하는 것이 선행되고 그 특징에 맞는 관리 방안을 도출하는 것이 효과적일 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 공동주택에서 발생하는 실내 · 외 생활소음원들의 종류를 파악하고 소음원별 발생 실태 및 특성을 분석하는 것이다. 본 연구에의 결과는 향후 공동주택에서 발생하는 소음원들에 대한 개별적인 관리 방안 및 소음 기준 설정을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 공동주택의 생활소음원별 발생 실태를 분석하고자 한다. 공동주택의 주거유형 중에서는 '건축법'에서 정의하고 있는 공동주택의 4가지 유형인 아파트, 연립주택, 다세대 주택, 그리고 기숙사 중에서 가장 많은 주택 공급 수를 차지하고 있는 공동주택 및 다세대 주택만을 대상으로 한정하여 실태조사를 실시하였다.

생활소음 실태 조사는 2014년 01~08월에 수행하였으며, 수도권에 위치한 아파트와 다세대 주택 17곳을 대상으로 단위 주택 내 거실에서 모든 창이 닫힌 상태로 24시간동안 발생하는 생활 소음의 종류 및 등가소음레벨(Equivalent sound level; Leq)을 1분 간격으로 관찰 · 측정하였다. 등가소음레벨의 측정에는 01dB사의 'SOLO SLM' 소음계를 사용하였다. 이를 바탕으로 주거 유형별 실내 · 외에서 발생되는 소음원의 종류를 도출하였으며, 개별 생활소음원별 발생 실태를 분석하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 선행연구 고찰

국내의 공동주택 생활소음에 관한 연구는 층간소음 및 생활소음에 대한 소음 실태 조사와 거주자들의 주관적 반응을 조사한 연구가 주로 이루어졌다. Choi[9]는 대학주변 원룸형 다가구주택을 대상으로 거주자 설문조사 및 현장소음 측정을 통해 실내 소음원의 종류 및 소음레벨을 조사하였다. 그 결과 1곳을 제외한 모든 주택들의 평균소음레벨이 소음 기준인 40dB(A)보다 높게 나타났으며, 실내소음레벨이 높은 경우, 주요 소음원은 외부소음, 실내의 생활소음, 생활기기소음, 급배수소음, 복도소음으로 나타났다. 또한 Choi[7]는 아파트의 단위주택 20곳을 대상으로 소음레벨을 측정하고 소음의 종류를 관찰 · 기록하였다. 그 결과 주택 20곳의 전체 평균 소음레벨은 53.4dB(A)로 19곳의 주택이 소음 기준인 45dB(A)을 초과하는 것으로 나타났다. 이에 따라 현재까지 진행된 연구는 주로 단위주택별 소음레벨을 측정 · 분석하였음을 알 수 있다. 하지만 Jeon *et al.*[8]은 공동주택 거주자를 대상으로 소음에 대한 주관적 만족도 설문조사를 실시한 결과, 소음원에 따라 소음만족도에 영향을 미치는 요소가 상이한 것으로 나타났다. 이를 통해 소음원의 특성에 따라 거주자들이 느끼는 주관적 반응의 영향요소가 다르다는 것을 알 수 있었다. 따라서 공동주택에서 발생하는 생활 소음원에 대한 개별적인 실태 조사 및 이에 따른 관리방안이 필요하다고 사료된다. 이에 본 연구에서는 공동주택의 생활소음별 등가소음레벨 및 발생빈도수가 가장 높은 생활 소음원들을 대상으로 소음원별 소음 발생 실태 및 특성을 분석하였다.

2.2 소음 평가 지표

소음이 미치는 영향을 평가하기 위해서는 크게 물리적인 요인과 심리적인 요인을 경우에 따라 고려해야 한다. 물리적인 요인으로는 소음의 강도 및 주파수 구성상의 특성이 있으며, 심리적인 요인으로는 개개인의 주관적인 감정이나 정서, 가치 판단 등이 해당된다[9]. 소음의 물리적 평가지표는 소음수준, 지속시간과 장소에 따라 상이하게 적용이 된다. 실내소음 평가지표의 종류는 A-보정 음압레벨(A-weight sound level)과 등가소음레벨, NC(Noise criteria)값, NR(Noise rating)값 등이 있다[7].

A-보정 음압레벨은 소음 전반에 사용되는 소음평가 기초 량으로써 여러 나라에서 널리 사용되고 있다. 또한 유럽과 미국에서는 NC값과 NR값이 주로 사용되고 있다[10]. NC값은 1957년 Beranek에 의해 제안된 것으로, 대상되는 소음을 1/1 옥타브 밴드로 분석한 후 그 결과로 실내소음을 평가하는 방법이다. 미국 공기조화냉동공학회

(America Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; ASHRAE)에서 제안한 아파트와 연립주택의 설계 기준치는 NC 30~40으로 소음레벨(dB(A))로 환산 시 35~45dB(A)임을 알 수 있다. NR값은 국제표준화기구(International Organization for Standardization; ISO)에서 소음을 청력장애, 회화방해, 시끄러움의 3가지 관점에서 평가하여 제안한 평가 지표이다. 특정 공간의 허용 소음레벨을 결정하는 기준인 NRN값은 NR값에 음의 스펙트럼 요소(Spectrum factor), 반복성, 습관성, 계절, 시간대, 지역별 등에 따른 보정치를 보정한 후의 값을 말한다. ISO에서 제안하는 침실 및 거실의 권장 소음레벨은 NRN 20~30으로 dB(A)로 환산 시 25~35dB(A)이다.

실내소음 평가 지표 중 대한민국에서는 환경소음 기준치 설정 시 등가소음레벨을 사용하고 있다[11]. 등가소음레벨이란 변동하는 소음을 주어진 시간 동안 변동하지 않는 평균레벨의 크기로 환산한 지표로서, A-보정음압레벨의 값을 기본으로 사용한다. 또한 주로 소음의 크기가 일정하지 않고 시간에 따라 변동이 심한 경우 사용되는 실내소음지표이다. 따라서 본 연구에서는 공동주택 생활소음의 평가지표로 국내 소음 기준들에 사용되고 있는 등가소음레벨을 적용하였다. 등가소음레벨의 권장 소음레벨은 국내 소음기준으로 Table 1에 제시된 「공동주택 층간소음의 범위와 기준에 관한 규칙」을 적용하였다.

Table 1. Standard of noise between floors

[Unit:dB(A)]

Classification		Criteria	
		Daytime (06:00~22:00)	Night time (22:00~06:00)
1.Direct impact noise	Equivalent sound level for 1 minute (Leq)	43	38
	Maximum sound level (Lmax)	57	52
2.Air borne noise	Equivalent sound level for 5 minutes (Leq)	45	40

2.3 국내 공동주택의 생활 소음 기준

국내의 공동주택 생활 소음에 대한 기준은 크게 공동주택의 실내 · 외 소음 레벨 및 바닥구조에 대한 규정과 공동주택 건물의 외부 소음 기준, 그리고 공동주택의 층간소음 기준으로 구분할 수 있다. 주택법 규정에 의한 「주택건설기준 등에 관한 규정」 제9조(소음방지대책의 수립)에는 "공동주택의 실외소음도를 65데시벨 미만"으로 명시하고 있으며, 이를 초과할 시 소음방지대책을 수립하도록 하였다. 다만 「소음 · 진동관리법」에 따라 지정된 지역에 건축되는 경우로서 적합한 환기시설을 갖춘 6층 이상인 세대에서 실내소음도가 45데시벨 미만인 경우에는 실외소음도 기준을 적용하지 않는다. 또한 본 규정의 제14조 2(바닥구조)에서는 "공동주택 세대 내의 층간바닥의 콘크리트 슬래브 두께는 210mm 이상으로 해야하며, 각 층간 바닥충격음이 경량충격음은 58데시벨 이하, 중량충격음은 50데시벨 이하의 구조가 되도록 할 것"이라는 규정이 제시되어있다[12]. 하지만 본 규정의 경우 경량충격음 또는 중량충격음 중 하나만 충족하도록 하여 실제 층간 소음 해결에는 한계가 있다.

공동주택 건물의 외부에서 발생하는 소음에 대한 기준으로는 「소음 · 진동관리법」에 따른 '생활소음 · 진동의 규제기준'과 「환경정책기본법」의 '환경 기준' 중 소음에 관한 사항이 있다[13,14]. 전자의 경우 공장, 사업장, 공사장에서 발생하는 소음원의 시간대별 소음 기준을 제시하며, 후자의 경우는 항공기, 철도, 건설 작업 소음을 제외한 모든 환경 소음에 대한 소음기준을 제시하고 있다. 그 중 '주거지역'에서 발생하는 공사장 소음 및 환경소음에 대한 기준은 Table 2,3과 같다.

Table 2. Regulation standard of living noise in residential areas

[Unit : dB(A)]

Target area	Noise source by time zone	Morning, Night (05:00~07:00, 18:00~22:00)	Daytime (07:00~18:00)	Night time (22:00~05:00)
'A'. Residential area	workplace (same building)	below 45	below 50	below 40
	workplace (etc.)	below 50	below 55	below 45
	Construction workplace	below 60	below 65	below 50

Table 3. Environment noise standard in residential areas

[Unit: Leq dB(A)]

Classification area	Application target area	Daytime (06:00~22:00)	Night time (22:00~06:00)
General area	'A': exclusive residental area	50	40
	'B': general residential area and semi-residential area	55	45
	'C' commercial area and semi-industrial area	65	55
Roadside area	'A' and 'B': exclusive residental area and semi-residential area	65	55
	'C' semi-industrial area	70	60

공동주택의 층간소음에 관한 기준으로는 「공동주택 층간소음의 범위와 기준에 관한 규칙」에서 층간소음의 범위를 뛰거나 걷는 동작 등으로 인하여 발생하는 직접충격 소음과 텔레비전, 음향기기 등의 사용으로 인해 발생하는 공기전달소음으로 구분하였다[4]. 층간소음의 구분에 따른 시간대별 소음기준은 Table 1과 같다.

3. 공동주택 생활소음 실태 조사

3.1 실태 조사 개요

본 연구에서는 공동주택의 주거 유형 중 아파트와 다세대 주택에서 발생하는 생활 소음원의 종류 및 개별 소음원의 발생실태를 조사하기 위한 실태조사를 실시하였다. 조사 대상 공동주택의 특성은 Table 4와 같다. 실태 조사는 2014년 1월부터 8월까지 수도권 내에 위치한 공동주택(아파트, 다세대주택) 17곳을 대상으로 소음 측정 조사를 수행하였다. 소음 측정 공간은 공동주택 내 주 생활공간인 거실로 설정하였으며, 주택 내 모든 창이 닫힌 상태에서 측정을 진행하였다. 소음 측정 장치는 01dB사의 'SOLO SLM' 소음계를 사용하였다. 소음 측정 조사는 단위 주택 당 24시간동안 1분 간격으로 생활 소음의 종류 및 등가소음레벨(Equivalent sound level; Leq)을 관찰 · 측정하였다.

Table 4. Summery of residential-unit household

No.	Housing Type	Investigation date	Storey (survey/total)	Area (pyeong)	Upstair residents (headcount)
1	Apartment housing	2014.01	4/19	45	2(Adult:2)
2		2014.02	5/20	16	2(Adult:2)
3		2014.03	2/18	35	4(Adult:2,Child:2)
4		2014.04	14/25	35	4(Adult:2,Child:2)
5		2014.04	4/6	40	5(Adult:2,Child:3)
6		2014.04	9/14	34	4(Adult:2,Child:2)
7		2014.04	1/6	22	2(Adult:2)
8		2014.05	13/17	25	3(Adult:2,Child:1)
9		2014.06	20/26	45	4(Adult:2,Child:2)
10		2014.06	1/18	35	3(Adult:2,Child:1)
11		2014.06	5/6	18	2(Adult:2)
12		2014.07	2/12	24	3(Adult:3)
13		2014.08	4/19	45	2(Adult:2)
14	Multi-family dwelling	2014.02	3/4	18	3(Adult:2,Child:1)
15		2014.03	3/4	18	4(Adult:2,Child:2)
16		2014.05	3/4	22	4(Adult:2,Child:2)
17		2014.05	2/3	15	4(Adult:2,Child:2)

3.2 실태 조사 분석 방법

생활 소음원의 종류는 단위 주택 17곳에서 24시간동안 관찰된 모든 소음원을 소음의 발생 위치에 따라 건물외부 및 내부, 그리고 단위주택 내부로 분류하여 정리하였다. 개별 생활 소음원들의 실태 조사는 17곳의 주택에서 각각 24시간동안 1분 간격으로 측정한 등가소음레벨을 다시 3시간 간격으로 8개의 시간대별로 분류하여 정리하였다. 그 다음 시간대별 17곳의 주택에서 발생한 등가소음레벨의 평균과 최저치, 최고치를 단순통계를 이용하여 정리한 후 그래프를 작성하였다.

공동주택 생활소음원들의 등가소음레벨 평가기준은 국내 공동주택 생활소음기준을 적용하였다. 건물 외부 소음 기준치는 내부소음도를 기준으로 45dB(A)을 적용하였으며, 건물 내부 소음과 단위 주택 내부 소음의 기준은 Table 1을 적용하였다. 이 기준의 경우 급배수설비를 제외한 층간소음만을 대상으로 하기 때문에 본 연구에 직접 적용하기에 무리가 있지만 국내에는 공동주택의 생활소음기준이 명확하게 규정되어 있지 않으며, 거주자에게 주는 영향 면에서는 비슷할 것으로 사료되어 본 기준을 적용하였다.

3.3 공동주택 실내·외 소음원 종류

본 연구에서는 선행연구[6,8,10,15] 고찰을 통해 조사한 공동주택 소음원의 종류를 바탕으로 실태조사를 통해 관찰된 소음원들을 소음의 발생 위치 및 소음의 범위로 구분하여 정리하였다. 공동주택의 소음 발생 위치는 건물의 외부 및 내부, 그리고 단위주거 내부로 구분하였으며, 건물 내부 소음은 계단 및 복도 소리와 이웃집과 윗집에서 발생하는 공기전달 소음, 그리고 윗집에서 발생하는 직접충격 소음으로 한 번 더 구분하였다. 소음의 발생위치별 상세 소음원의 종류는 Table 5와 같다.

실태 조사를 통해 도출한 생활 소음원 24개의 소음원 중 실태조사 분석을 위해 소음의 발생 빈도 및 소음레벨이 높은 소음원 10개를 선정하였다. 선정된 10개의 생활 소음원은 측정 소음원으로 분류하여 Table 5에 표시하였다.

4. 생활소음원별 실태 조사결과 및 분석

4.1 실태 조사 결과

생활 소음원별 등가소음레벨 측정치에 대한 시간대별 평

균과 최대치, 최소치, 기준치 초과여부, 그리고 소음발생 총 빈도수에 대한 결과는 다음과 같다.

Table 5. Types of living noise in residential buildings

Classification		Living Noise Source	Measurement
Building outdoor		Traffic Noise(including aricraft noise)	O
		Construction Work Noise	
		Noise by stores	
		Conversation noise	
		Pets and birds noise	
Building indoor	Stair & Hallway	Foot-stepping and conversation noise	
	Neighborhood and upstairs (Air borne noise)	Doorbell and front door noise	
		Conversation noise	O
		Pet noise	
		Musical instrument and music noise	
		Electric appliance noise	O
		Living noise	O
		Plumbling equipment noise	O
		Cooling and heating system noise	
	Upstairs (Direct impact noise)	Door opening and closing noise	
		Foot-stepping noise	O
		Running noise(including hopping noise)	
		Object dropping noise	O
		Furniture, chair, object turning-off noise	O
Residential-unit households		Living noise from residents	O
		Electric appliance noise	O
		Plumbling equipment noise	
		Cooling and heating system noise	
		Pet noise	

4.1.1 건물 외부 - 교통소음

건물외부에서 발생하는 교통소음은 자동차, 오토바이에 의한 소리가 주를 이루었으며, 그 외에도 지하철, 항공기 소리도 발생함을 알 수 있었다. 교통소음에 대한 등가소음레벨의 전체 범위는 16.7~38.2dB(A)로 법적 규정인 45dB(A)를 초과하는 소음은 발생하지 않은 것으로 나타났다. 소음의 발생 빈도는 오전 6시~9시 사이가 가장 높으며, 21~24시 사이가 그 다음으로 높은 값을 보였다.

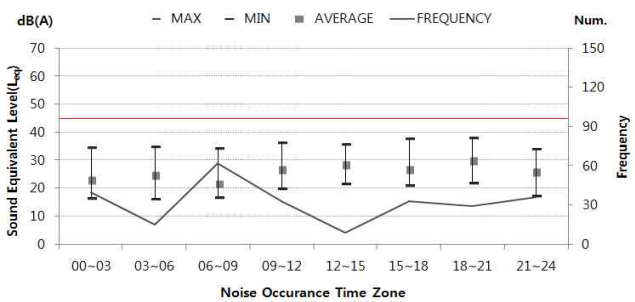

Figure 1. Result of traffic noise

4.1.2 건물내부 공기전달소음 - 대화소리

이웃집과 윗집에서 발생하는 대화소리의 경우 등가소음레벨의 전체 범위가 16.8~53.8dB(A)로 기준치를 초과한 소음이 발생했다. 전체 등가소음레벨 범위의 최소치와 최대치 모두 18~21시에 발생한 소음이며, 18~21시를 제외한 시간대에서는 17.0~39.1dB(A) 범위의 소음이 발생하였으며, 모두 기준치를 초과하지 않았다. 또한 18~21시에는 소음발생빈도 수도 99회로 모든 시간대 중 가장 높게 나타났다.

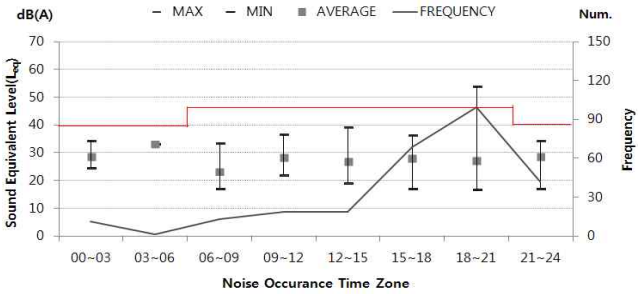

Figure 2. Result of conversation noise

4.1.3 건물내부 공기전달소음 - 생활기기소음

이웃집과 윗집에서 발생하는 생활기기 소음의 상세 소음원으로는 세탁기, 청소기, TV와 같은 가전제품 소음 및 전화벨소리로 나타났다. 생활기기 소음의 등가소음레벨 범위는 0~63.3dB(A)로 최소치와 최대치의 차이가 가장 크게 나타났다. 또한 09~12시와 18~21시, 21~24시에는 법적 기준치인 주간 40dB(A), 야간 45dB(A)를 초과하는 소음이 발생하였다. 기준치를 초과하는 등가소음레벨의 주된 원인은 윗집 재실자의 전화벨소리인 것으로 관찰되었다. 생활기기 소음의 경우 소음 발생 빈도는 다른 소음에 비해 적게 나타났으며, 00시~06시에는 소음이 발생하지 않았고, 18~21시에 49회로 가장 많이 발생하였다.

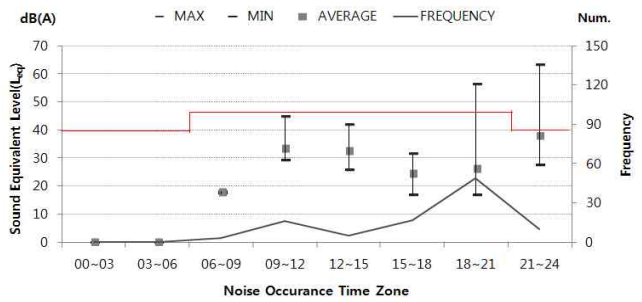

Figure 3. Result of electric appliance noise

4.1.4 건물내부 공기전달소음- 생활소음

이웃집과 윗집 재실자에 의한 생활 소음은 주로 창문 개폐소리와 집안 정리 소리, 가사작업 소리로 나타났다. 생활소음에 대한 등가소음레벨 범위는 17.4~48.4dB(A)로 12~15시에만 기준치를 초과하는 소음이 발생하였다. 반면 소음 발생 빈도는 18~21시, 21~24시에 각각 78회 60회로 가장 높게 나타났다.

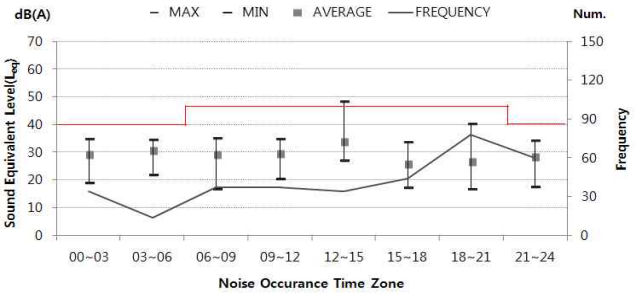

Figure 4. Result of living noise at neighborhood

4.1.5 건물내부 공기전달소음- 급배수설비 소음

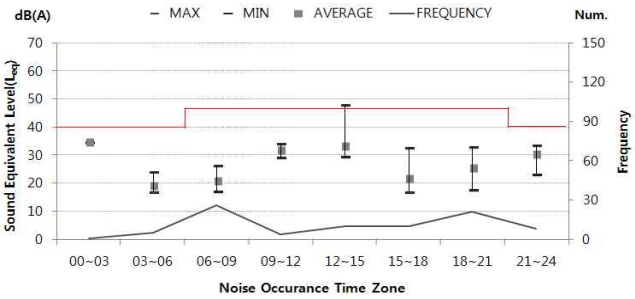

Figure 5. Result of plumbing equipment noise at neighborhood

이웃집과 윗집의 급배수 설비 소음은 주로 화장실 물 내리는 소리와 샤워하는 소리, 주방에서 물을 사용하는 소리로 나타났다. 등가소음레벨의 전체 범위는 16.9~47.8dB(A)로 12~15시에서만 기준치를 초과하는 소음이 발생하였다. 급배수설비 소음의 경우 발생 빈도는 다른 소음에 비해 낮게 나타났으며, 06~09시와 18~21시에 각각 26회 21회로 가장 높게 나타났다.

4.1.6 건물내부 직접충격소음 - 발걸음소리

윗집에서 발생하는 가장 대표적인 층간소음원으로 발걸음 소리는 아이와 성인의 발걸음에 따라 소음레벨이 다르게 나타났다. 등가소음레벨의 범위도 16.5~44dB(A)로 모든 시간대에서 범위가 비슷하게 나타났다. 그 중에서 15~18시에만 기준치를 초과하는 소음이 발생하였다. 소음 발생 빈도도 15~18시에 120회로 가장 높게 나타났으며, 18~21시에는 108회로 두 번째로 높게 나타났다.

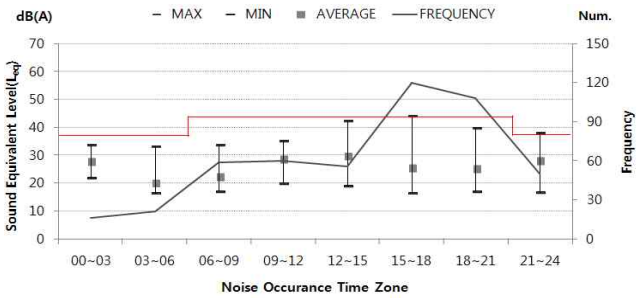

Figure 6. Result of foot-stepping noise at upstairs

4.1.7 건물내부 직접충격소음- 물건 떨어뜨리는 소리

층간소음의 또 다른 주된 소음원은 물건을 떨어뜨리는 소리이다. 물건 떨어뜨리는 소리에 대한 등가소음레벨의 전체 범위는 16.2~58.8dB(A)로 8개의 시간대 중에서 절반을 차지하는 4개의 시간대(09~12시, 12~15시, 15~18시, 18~21시)에서 기준치 초과 소음이 발생했음을 알 수 있다. 하지만 소음발생 빈도는 다른 소음에 비해 상대적으로 적게 나타났으며, 18~21시에 89회로 가장 높게 나타났다.

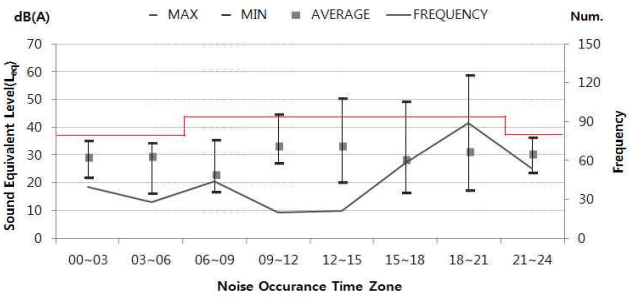

Figure 7. Result of object dropping noise at upstairs

4.1.8 건물내부 직접충격소음- 가구, 의자 등을 끄는 소리

윗집에서 발생하는 가구, 의자 등을 끄는 소리의 경우 전체 등가소음레벨의 범위는 0~48.4dB(A)로 나타났다. 00~03시에는 소음이 전혀 발생하지 않았으며, 03~06시, 06~09시에도 소음 발생 빈도수가 각각 7회, 4회로 거의

소음이 발생하지 않았음을 알 수 있다. 하지만 12~15시에는 등가소음레벨의 최대치가 48.4dB(A)로 기준치를 초과하는 소음이 발생하였으며, 소음발생빈도도 39회로 18~21시(45회) 다음으로 높게 나타났다.

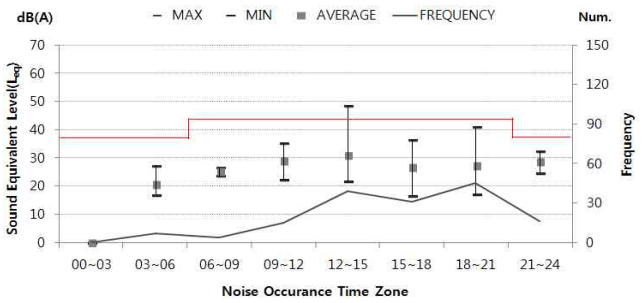

Figure 8. Result of furniture, chair object turning-off noise at upstairs

4.1.9 단위 주택 내부- 재실자에 의한 생활소음

단위 주택 내부에서 재실자에 의해 발생하는 생활소음은 대화 소리, 발걸음 소리, 물건 떨어뜨리는 소리, 방문 개폐 소리 등으로 다양하게 나타났다. 등가소음레벨의 범위도 18.4~58.8dB(A)로 건물 내·외부에서 발생하는 소음에 비해 높게 나타났다. 또한 09~12시, 12~15시, 18~21시에는 최대치가 각각 53.4dB(A), 50.4dB(A), 58.8dB(A)로 기준치를 초과했음을 알 수 있다. 반면에 소음 발생 빈도는 15~18시에 110회로 가장 높게 나타났다.

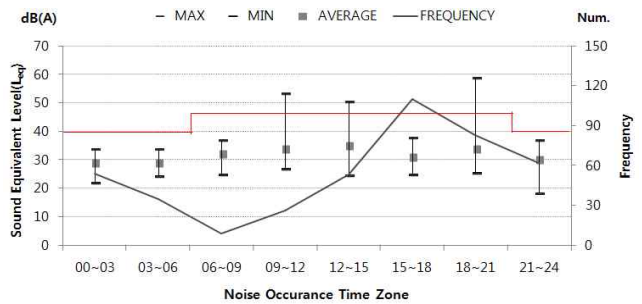

Figure 9. Result of living noise from residents at apartment-unit households

4.1.10 단위 주택 내부 - 생활기기 소음

생활기기 소음의 상세 종류로는 가전제품 소리와 컴퓨터, 핸드폰과 같은 전자제품 소리, 그리고 시계소리로 나타났다. 특히 시계소리와 전자제품 소리는 소음레벨이 매우 낮아 위층 및 이웃집에서는 관찰되지 않았고, 단위 주택 내부에서만 관찰되었다. 생활기기 소음에 대한 전체 등가소음레벨의 범위는 16.5~63.6dB(A)로 변동 차이가 심했다. 특히 09~12시, 18~21시에는 소음의 최대치가 각각 63.6dB(A), 56.3dB(A)로 기준치를 초과하였다. 기준치를 초과하는 소음을 발생한 생활기기는 청소기 및 TV소리로 관찰되었다 소음 발생 빈도의 경우 21~24시에 146회로 가장 높게 나타났다. 소음 발생 빈도가 주간에 비해 야간에 높게 나타난 이유로는 몇몇 주택의 경우 시계 소리가 24시간 내내 발생하였으며, 주간 시간에는 건물 내·외부 소음으로 인해 시계 소리가 상대적으로 작게 들렸기 때문이다.

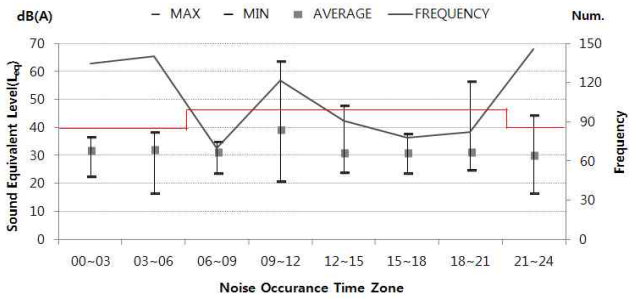

Figure 10. Result of electric appliance noise at apartment-unit households

4.2 결과 분석

생활 소음원별 실태 조사 결과, 건물 외부 교통소음을 제외한 9개의 소음원이 일부 시간대에서 법적 기준치를 초과한 것을 알 수 있었다.

층간소음 문제의 주된 원인이 되는 건물 내부 발생 소음의 경우 각 소음원별로 대부분 1~2개의 시간대에서 등가소음레벨의 최대치가 법적 소음 기준치를 초과하였다. 소음원별 시간대를 자세히 보면 대화소리의 경우 18~21시, 생활기기 소음의 경우 18~21시와 21~24시, 생활 소음의 경우 12~15시, 급배수설비 소음의 경우 12~15시로 나타났다. 또한 직접충격소음 중에서는 발걸음 소리가 15~18시, 가구 및 의자 등을 끄는 소리가 12~15시, 물건 떨어지는 소리가 09~21시 사이 4개의 시간대에서 기준치 초과 소음이 발생하였다. 특히 물건 떨어뜨리는 소리의 경우 24시간 중 12시간을 포함하는 시간대에서 기준치 초과 소음이 발생하였다. 소음 발생 빈도수를 보면 건물 내부 소음원들은 대부분 직장인들의 출·퇴근 시간이자 학생들의 등·하교 시간인 06~09시와 18시~21시에 가장 높게 나타났다. 또한 새벽과 오전 시간 보다는 오후와 밤 시간에 소음

발생 빈도수가 높은 것을 알 수 있다. 따라서 층간소음을 포함한 건물 내부 생활 소음 저감을 위해서는 구조체의 차음성능 향상 및 흡음성이 큰 실내 마감재 사용으로 인한 소음 저감 방안뿐 만 아니라 소음원별로 소음이 크게 발생하거나 자주 발생하는 시간대에 대해 법적 소음 기준을 강화시켜야 할 것이다.

단위 주택 내부에서 발생하는 소음의 경우, 재실자에 의한 생활 소음 및 재실자가 사용하는 생활 기기 소음에 대한 등가소음레벨 및 소음 발생빈도가 높게 나타났다. 이 소음원들의 경우 층간소음에 비해 거주자 본인의 신경쓰임 정도는 건물 내 · 외부 소음에 비해 낮겠지만 아래층 및 이웃집 거주자에게는 층간소음으로 다가갈 수 있으므로 흡음성이 높은 실내 마감재 사용 및 카펫트 사용 등으로 인한 소음 저감 방안을 고려해야 할 것이다.

따라서 생활 소음원에 따른 이웃간의 문제를 저감할 수 있는 생활 소음 관리 방안으로 소음원의 종류 및 소음원별로 소음레벨 및 발생 빈도에 따른 시간대별 발생 특성에 따른 법적 소음 기준의 구체화 및 현 기준보다 강화된 기준의 적용이 필요할 것이다. 또한 공동주택 거주자들을 대상으로 생활 소음원별 발생 특성에 대한 교육을 통해 생활 소음에 대한 이해도를 향상시키고, 생활 소음 발생의 주체자인 거주자들의 의식 개선이 필요할 것으로 사료된다.

5. 결 론

본 연구는 공동주택의 주거 유형 중 아파트와 다세대 주택에서 발생하는 생활 소음원들의 종류 및 발생 빈도와 소음레벨이 높은 생활 소음원에 대한 소음 발생 실태를 개별적으로 분석하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위하여 2014년 01~08월 사이에 공동주택 17곳에서 현장 측정 조사를 진행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1) 실태조사를 통해 공동주택 건물의 내 · 외부 및 단위주택 내에서 발생하는 생활 소음의 종류 24개를 도출하였다. 도출한 24개의 생활소음은 소음의 발생 위치에 따라 구분하였으며, 그 중에서 발생빈도 및 등가소음레벨이 높은 소음원 10개를 선택하여 소음원별 실태조사를 실시하였다. 선택된 측정 소음원 10개에는 건물 외부에서 발생하는 교통 소음과 건물 내부에서 발생하는 공기전달소음 중 대화소리, 생활기기 소음, 생활소음, 급배수 설비 소음과 직접충격소음 중 발걸음 소리와 물건 떨어뜨리는 소리, 가구 및 의자 등을 끄는 소리, 마지막으로 단위 주택 내부에서 발생하는 재실자에 의한 생활 소음, 생활기기소음이 포함되었다.
2) 17개의 공동주택에서 발생한 10개의 생활소음원별 발생 실태 조사를 위해 시간대별 등가소음레벨의 범위와 평균, 최대치와 최소치, 그리고 총 발생 빈도수를 측정하였다. 그 결과, 건물 외부 교통소음을 제외한 9개의 소음원이 특정 시간대에서 법적 기준치를 초과하였다. 특히 건물 내부 물건 떨어뜨리는 소음과 단위 주택 내부 생활기기 소음이 4개의 시간대에서 등가소음레벨의 최대치가 법적 기준치를 초과하였다. 소음의 총 발생 빈도수는 건물 내부 대화 소리와 발걸음 소리, 그리고 단위주택 내부 생활기기 소음이 가장 높게 나타났으며, 대부분의 소음원이 거주자들의 출입이 잦은 06~09시, 18~20시에 가장 높게 나타났다.

공동주택에서 발생하는 생활 소음원별 소음 저감을 위해서는 소음원별로 각각 소음레벨이 크거나 발생빈도가 높은 시간대를 중심으로 법적 소음 기준의 세분화 및 현 기준보다 강화된 기준이 필요하다. 또한 생활 소음원별 발생 특성에 관한 거주자 대상의 교육 시행을 통해 거주자들의 생활 소음에 대한 이해도를 향상시키며, 소음 발생에 대한 의식 개선이 필요할 것이다.

본 연구에서는 공동주택에서 발생하는 소음원들에 대한 개별적인 관리 방안 및 소음 기준 설정을 위한 기초자료 확보를 위한 자료 분석이 주를 이루었다. 향후 보다 실효성 있는 연구결과 도출을 위해서 본 연구의 생활 소음별 특성 분석 결과를 바탕으로 소음원별 개별적인 관리방안 및 구체적인 소음기준 설정에 대한 추가 연구가 이루어져야 할 것이다.

요 약

본 연구의 목적은 공동주택에서 발생하는 실내 · 외 생활 소음원들의 종류를 파악하고, 발생 빈도가 높거나 소음레벨이 높은 특정 소음원을 선정하여 소음원별 발생 실태 및 특성을 분석하는 것이다. 공동주택 생활 소음원 실태 조사를 통해 24개의 생활 소음원을 도출하였으며, 그 중 소음의 발생 빈도 및 소음레벨이 높은 소음원 10개를 선정하여

실태조사 분석을 수행하였다. 연구 결과, 생활 소음원 10개 모두 시간대별 소음 발생 특징이 다르게 나타났다. 따라서 생활 소음 저감을 위해서는 소음원별 소음레벨이 크거나 발생빈도가 높은 시간대를 중심으로 강화된 법적 소음 기준 및 소음원별 발생 특성에 관한 거주자 대상의 교육 시행이 필요할 것이다.

키워드 : 공동주택, 생활소음, 층간소음, 소음유형, 등가소음레벨

Acknowledgement

This research was partly supported by a National Research Foundation of ICT R&D program of MSIP/IITP [2014-044-055-002. Loudness Based Broadcasting Loudness and Stress Assessment of Indoor Environment Noises].

This work was supported by Kyonggi University's Graduate Research Assistantship 2014.

References

1. Yang KS, Kim KW, Lee SE. Floor Impact Sound Level of Apartment Housing with Wall & Slab Structure. Journal of Korean Society of Living Environment System. 2004 Jun;11(2):99-104.
2. The Population and Housing Census [Internet]. Seoul (Korea): Statistics Korea. 2010 - [cited 2014 Sep 27]. Available from: http://www.census.go.kr/.
3. Lee TG, Ko KP, Kim H, Song GG, Kim SW. An Experimental Study on the Subjective Response for Water Supply and Drain Installations in Apartment Bathroom. Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering. 2008 Jun;18(6):663-73.
4. Regulation on Standards and Scope of Noise Between Floors on Residential Building [Internet]. Seoul (Korea): Ministry of Environment and Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2014 - [cited 2014 Sep 27]. Available from: http://www. law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=155403&efYd=20140603#0000
5. Choi YJ. Present Condition on Noise Level and Types Including Residents' Living Noise in Apartment Units. Proceeding of Spring Annual Conference of Korea Housing Association; 2008 Apr 19; Daejeon, Korea. Seoul (Korea): Korea Housing Association; 2008. p. 427-30.
6. Lee WY, Shin IS, Cho CG, Sohn JY. A Study on the field survey for indoor noise generated of high-rise apartments in the floor impact sound, sound insulation of walls and HVAC noise, Proceeding of Architectural Institute of Korea 2004 Spring Conference; 2000 Oct 20; Yongin, Korea. Seoul (Korea): Architectural Institute of Korea; 2000. p. 801-4.
7. Choi YJ. Actual State and Characteristics of Indoor Noise Including Residents' Living in Apartment Units. Journal of the Korean Housing Association. 2009 Feb;20(1):83-90.
8. Jeon JY, Ryu JK. A Combined Rating System for Multiple Noises in Residential Buildings. Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, 2006 Oct;16(10):1005-13.
9. Choi YJ. Present Condition of Indoor Noise Level in One-Room Type Multi-Family Housings around Campus. Korea Institute of Interior Design Journal. 2005 Jun;14(3):191-8.
10. Kim HS. Indoor Noise Criteria and Rating Methods of Building Structure. Journal of Korea Association of Air Conditioning Refrigerating and Sanitay Engineers. 1999 Jan;16(1):34-42.
11. Kook JH. A Study on the Evaluation and Characteristics of Architectural Facility Noise in Building [dissertation]. [Iksan (Korea)]: Wonkwang University; 2008. 73 p.
12. Regulations on Standards, etc. of Housing Construction [Internet]. Seoul (Korea): Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2013 - [cited 2014 Sep 27]. Available from: http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=165391&efYd=20141225#0000.
13. The Government Organization, Enforcement Rule of Noise and Vibration Control Act [Internet]. Seoul (Korea): Ministry of Environment. 2011 - [cited 2014 Sep 27]. Available from: http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=166691&ancYd=20150102&efYd=20150102&ancNo=00587#0000.
14. Enforcement Decree of the Framework Act on Environmental Policy [Internet]. Seoul (Korea): Ministry of Environment. 2013 - [cited 2014 Sep 27]. Available from: http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=129965&ancYd=20121127&efYd=20130101&ancNo=24203#0000.
15. Cha SG. The Results of Analyzing the Status of Floor Noise at Apartment Houses in Gyeonggi-Do Province. Proceeding of Korea Society for Noise and Vibration Engineering 2012 Annual Autumn Conference; 2012 Oct 25-26; Wonju, Korea. Seoul (Korea): Korea Society for Noise and Vibration Engineering; 2012. p. 413-4.