Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng., 28(6) : 685~693, 2018
https://doi.org/10.5050/KSNVE.2018.28.6.683

한국소음진동공학회논문집 제 28 권 제 6 호, pp. 685~693, 2018
ISSN 1598-2785(Print), ISSN 2287-5476(Online)

층간소음 성가심과 생활감에 대한 설문조사

Questionnaire Survey on Annoyance and Disturbance of Floor Impact Sound

정 정 호† · 이 평 직*

JeongHo Jeong† and PyoungJik Lee*

(Received July 18, 2018 ; Revised September 14, 2018 ; Accepted September 14, 2018)

Key Words : Floor Impact Sound(층간소음), Questionnaire Survey(설문조사), Annoyance(성가심), Disturbance (생활감)

ABSTRACT

In order to investigate the characteristics of floor-impact sounds generated in apartment buildings and the annoyance and disturbance caused by floor-impact sounds, a questionnaire survey was conducted twice with an 11- or 12-year interval for respondents living in apartments. Questions in the survey were on the characteristics of real impact sounds, and the subjective annoyance, disturbance, or satisfaction for heavy and light impact sources. From the first survey, which was conducted in 2005, it was found that the most annoying time of day and space were 8 p.m. to midnight in the living room. It was also revealed that the main source of the floor impact sound from the upper floor is a child's jumping and running from 6 to 9 p.m. More than half of the respondents were not satisfied by the floor impact isolation performance of their own apartments. The results of the second questionnaire survey, which was conducted from 2016 to 2017, show that 44.6 % of respondents responded that they felt annoyed by floor-impact sounds, and 38.5 % of them felt disturbed. From the results of both questionnaire surveys, it was commonly found that females are more sensitive than males, and people in their 20s are usually less sensitive than people in their 30s and 40s. It can be concluded that, for a subjective evaluation and questionnaire survey on floor-impact sounds, females in their 30s and 40s should be included in the subject group.

1. 서 론

주거 공간에서 발생되는 다양한 생활소음에 대한 설문조사결과 바닥충격음에 대한 피해가 가장 많은 것으로 나타났다[1]. 이후 다양한 완충재가 개발되었으나, 중량충격음을 효과적으로 저감할 수 있는 재료 또는 구조개발은 여전히 필요한 실정이다. 고성능 층간소음 저감재 개발 및 관련 민원의 지속적인 발생으로 공동주택 층간소음에 대한 관심이 지속되고 있다. 2005년 바닥충격음 차단구조 인정제도 시행이후 다양한 층간소음 완충재 및 저감구조가 210 mm 두께의 슬래브를 기반으로 개발, 적용되어 왔으며, 최근에는 기존 공동주택의 리모델링 및 성능 향상을 위한 다양한 연구, 개발이 진행되고 있다[2~4].

공동주택 층간소음 차단성능 향상을 평가하기 위해서는 물리적인 평가량 저감이 기본이지만, 실제 거주자가 느끼는 감각량을 저감하는 것이 가장 중요하다. 바닥충

† Corresponding Author ; Member, Fire Insurers Laboratories of Korea
E-mail : jhjeong92@gmail.com
* Member, University of Liverpool

‡ Recommended by Editor Jong Kwan Ryu

© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

격음 평가 등급 수립에 있어서도 거주자가 체감할 수 있는 평가 방법 및 평가 등급을 수립하기 위해 실제 거주 환경과 유사한 환경에서 청감실험을 실시하고 있다[5~9].

실제 공동주택 거주자들이 만족하는 바닥충격음 차단 구조를 개발, 시공하기 위해서는 거주자 대상 설문조사 등 대규모 추적 연구가 필요하다. 층간소음 만족도에 대한 대규모 추적 연구 수행에는 여러 가지 제한점이 있다. 대규모 추적 연구의 대안으로 이 연구에서는 설문조사 방법을 통하여 공동주택에서 발생되는 층간소음의 실태 및 특성, 층간소음(중량, 경량 등)에 대한 거주자의 주관적 반응(중량 및 경량충격음이 들리는 정도, 성가심 등)을 조사하였다. 층간소음에 대한 성가심과 함께 실제 거주자들이 층간소음에 의한 생활 방해를 받는 정도를 조사하기 위해 생활 방해에 대한 항목도 조사하였다.

또한 1차 설문조사 수행 후 바닥충격음 제도 개선이 시행되어 슬래브 두께 증가와 완충재 개선 등이 이루어진 기간이 지난 12년 이후 공동주택 층간소음에 대한 성가심(annoyance) 반응과 생활방해(disturbance)에 대한 추가 설문조사를 실시하였다.

2. 설문조사 개요

층간소음 관련 설문조사로는 2001년 대한주택공사에서 바닥충격음 차단성능 기준설정을 위한 중량충격음과 경량충격음에 대한 주관적 반응 조사[1]와 함께, 2002년에는 바닥충격음의 인지도와 바닥충격음 차단성능 향상을 위한 구조개선 비용에 대한 설문조사[11]가 수행되었다. 위의 설문조사 수행 이후 설문조사를 바닥충격음 인지도 등에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이 연구의 설문조사는 12년의 간격을 두고 1차 설문조사와 2차 설문조사를 수행하였다. 1차 설문조사에서는 공동주택 층간소음 발생 실태를 서울, 경기지역 공동주택 거주자 1000여 명을 대상으로 2005년 10월~11월에 조사하였다. 설문조사 항목은 일반사항(성별, 연령, 공동주택 평형 및 거주연수), 위층 발생 소음(위층의 어린이 유무, 바닥마감재, 층간소음이 성가시는 시간대 및 위치)과 층간소음의 주관적 반응(중량 및 경량충격음이 들리는 정도와 느낌, 층간소음(중량+경량)에 대한 성가심 및 만족도)으로 구성하였다.

2차 설문조사는 바닥충격음에 대한 제도시행 효과 및 층간소음에 대한 인식 변화를 확인하기 위해 서울, 경기 지역 공동주태 거주 경험자 약 230명을 대상으로

Table 1 Survey items of 1st and 2nd questionnaire survey on floor impact sound

Survey items	1st	2nd
Sex. age	●	●
Size of apartment unit	●	
Years of residence	●	●
Presence of child	●	●
Floor finishing material	●	
Time and place of floor impact sound generation	●	
Extent to which a light & heavy-weight impact sound is heard	●	
Feeling on light & heavy-weight impact sound	●	
Annoyance & satisfaction on floor impact sound	●	●
Disturbance of floor impact sound		●

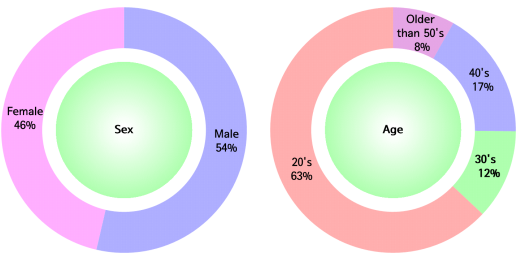

Fig. 1 Demographic information of 1st survey respondents

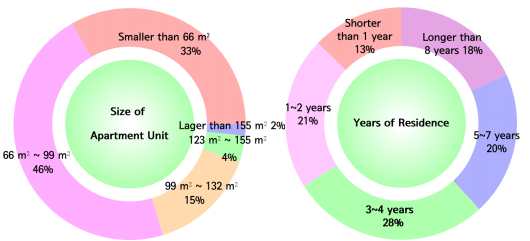

Fig. 2 1st survey respondents' residential living experience

일반사항(성별, 연령, 어린이 유무 및 거주연수), 층간소음으로 인한 성가심, 일상생활 방해 정도에 대하여 2016년~2017년 사이에 조사하였다. Table 1은 1차 및 2차 설문에서 조사한 설문항목을 비교하여 나타낸 것이다.

2.1 1차 설문조사

1차 설문조사 응답자는 Fig. 1과 같이 남성은 54 %, 여성은 46 %이었으며, 20대가 63 %, 30대~40대가 28 %, 50대 이상이 9 %로 나타났다. 응답자가 거주하고 있는 공동주택의 평형분포는 Fig. 2에서와 같이 30평형에 거

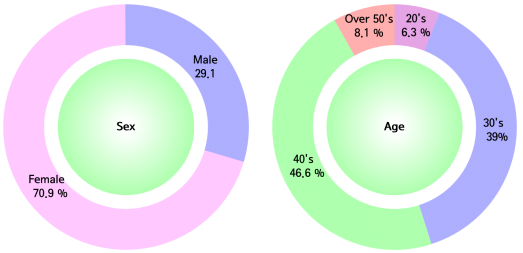

Fig. 3 Demographic information of 2nd survey respondents

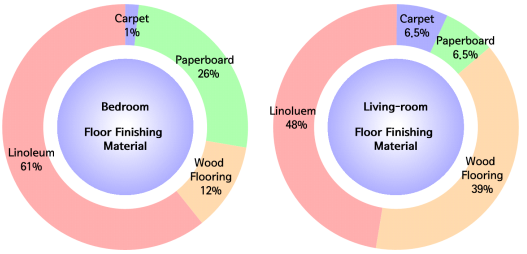

Fig. 5 Status of the finishing materials of the apartment in which the survey respondent resides

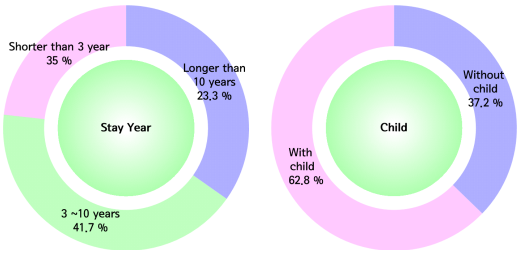

Fig. 4 2nd survey respondents' residential living experience

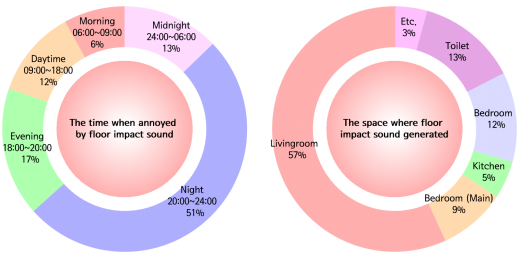

Fig. 6 Survey results on the time and place of floor impact sound

주하고 있는 응답자가 가장 높은 비율(46 %)로 나타났으며, 20평형(33 %), 40평형 이상(19 %)의 순서로 나타났다. 현재 살고 있는 공동주택 거주연수 중 1년~2년은 24 %, 3년~4년은 28 %, 5년~7년은 20 %, 7년 이상은 18 %로 나타났다.

2.2 2차 설문조사

2차 설문조사의 응답자 성별 분포는 여성이 70.9 %, 남성이 29.1 %로 1차 설문조사에 비해 여성의 비율이 증가하였다. Fig. 3에서와 같이 설문조사 응답자의 연령 분포는 30대 39 %, 40대 46.6 %로 30대~40대의 응답자가 대부분을 차지하였다. 20대 응답자가 주를 이루었던 1차 설문조사와는 차이가 있는 것으로 나타났다.

Fig. 4는 2차 설문 응답자의 공동주택 거주연수와 어린아이 유무 조사결과를 정리한 것이다. 공동주택 거주연수 조사결과 3년 이하는 35 %, 3년~10년은 41.7 %, 10년 이상은 23.3 %로 나타났으며, 어린이 유무 조사결과 62.8 %의 응답자 가정에 어린이가 있는 것으로 조사되었다.

3. 1차 설문조사 분석결과

3.1 층간소음 발생

1차 설문조사의 경우 공동주택에서 발생되는 층간소음에 대한 조사항목으로는 바닥마감재 종류, 주요 층간소음 발생 공간, 거슬리는 시간대, 중량 및 경량충격음이 들리는 정도와 느낌 그리고 층간소음에 대한 전체적인 느낌, 성가심과 만족정도를 조사하였다. 또한 표준충격원의 실제 충격원 재현성 향상을 위한 기초자료로 활용하기 위하여 실제 바닥충격음을 주로 발생시키는 어린이의 연령대 및 충격형태를 조사하였다. 주거 공간의 바닥마감재에 대한 조사결과 Fig. 5에서와 같이 침실은 륨류(61 %)가 가장 많이 사용된 것으로 나타났다. 거실은 륨류(48 %)와 마루재(39 %)로 나타났다. 기타 공간에서도 륨류(66 %)가 가장 많이 사용되는 것으로 나타났다. 층간소음이 거슬리는 주요 시간대와 공간에 대한 조사결과는 Fig. 3에 나타내었다. 층간소음이 주로 거슬리는 시간대는 밤시간(20시~24시)이며, 거슬리는 공간은 거실(57 %)로 나타났다. 화장실의 경우도 13.4 %로 나타났는데, 이는 바닥충격음에 의한 층간소음보다 공기 전달음 및 화장실 급배수 소음에 의한 영향으로 판단된다.

표준충격원의 실제 충격원 재현성 향상을 위한 기본 자료로 활용하기 위하여 공동주택에서 실제로 발생되는 바닥충격음의 형태 및 이를 발생시키는 연령대를 조사하였다. Fig. 7에서와 같이 주요 층간소음 발생 형태는 기존의 연구[11,12]에서와 유사하게 거실 등

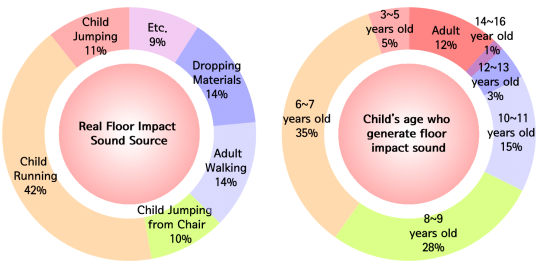

Fig. 7 Survey results on actual impact sound generation and children's age

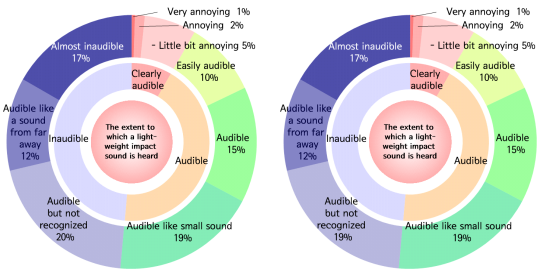

Fig. 8 The results of the questionnaire survey on the loudness of heavy and light weight impact sound (9 point scale)

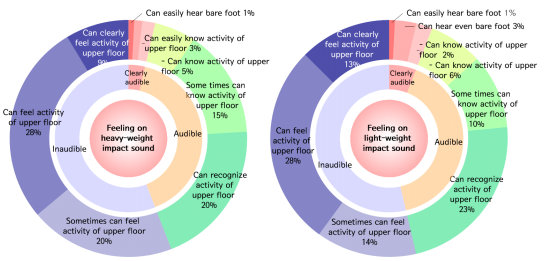

Fig. 9 The results of the questionnaire survey on the feeling on heavy and light weight impact sound (9 point scale)

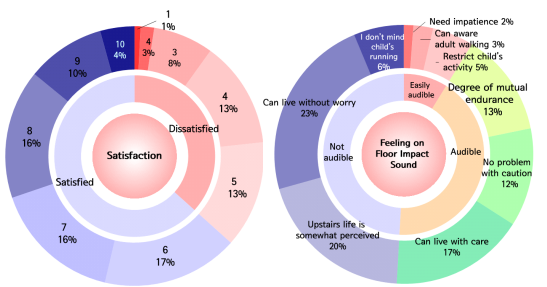

Fig. 10 The results of the questionnaire survey on the satisfaction and feeling on floor impact sound (9 point scale)

의 공간에서 달리는 형태(42 %)와 의자 및 제자리에서 뛰는 형태(20 %)로 나타났다. 물건낙하는 14 %, 성인보행은 14 %의 응답자가 선택하였다. 층간소음을 주로 발생시키는 어린이의 연령은 6세~9세(63 %)가 가장 높게 나타났다. 이상의 결과에서와 같이 우리나라 실정에 맞는 표준 충격원의 재현성 향상을 위해서는 6세~9세 어린이가 달리거나 뛰는 형태를 기준으로 하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

3.2 층간소음에 대한 주관적 반응

중량충격음에 대한 실태 조사를 위해 위층에서 뛰는 소음 또는 발걸음처럼 쿵쿵거리는 소리가 들리는 정도와 느낌을 구분하여 조사하였다. 바닥충격음이 들리는 정도와 느낌에 대하여서는 9개 세부 설문조사 항목을 구성하였으며, 9개 항목은 단계별로 잘 들리는 정도, 들리는 정도 및 안 들리는 정도와 3개 그룹으로 구분하여 분석하였다.

Fig. 8에서와 같이 중량충격음이 들리는 정도에 대한 반응 중 안 들리는 정도는 37 %, 들리는 정도는 52 %, 잘 들리는 정도는 11 %로 나타났다. 경량충격음(의자와 같은 가구를 움직일 때나 물건 떨어지는 소리)의 경우 잘 들리는 정도는 8 %, 들리는 정도는 44 %로 나타났으며 안 들리는 정도는 48 %로 조사되었다. 63 %의 응답자가 중량충격음을 들을 수 있는 정도(잘 들린다 + 들린다)로 응답하였지만, 경량충격음에 대해서는 52 %로 중량충격음에 대한 반응보다 약 11 % 낮게 나타났다.

중량충격음에 대한 느낌으로는 Fig. 9에서와 같이 54 %의 응답자가 신경 쓰이지 않는 정도, 40 %는 신경 쓰이는 정도 그리고 6 %는 매우 신경 쓰이는 정도라고 응답하였다. 경량충격음에 대한 느낌으로는 55 %가 신경 쓰이지 않는 정도, 39 %가 신경 쓰이는 정도로 응답하였다. 매우 신경 쓰이는 정도는 중량충격음과 동일한 6 % 수준으로 조사되었다.

경량충격음이 들리는 정도는 52 %, 느껴지는 정도는 45 %로 조사되어, 경량충격음은 들리는 정도보다는 신경 쓰이게 느껴지는 정도는 덜한 것으로 나타났다. 중량충격음의 들리는 정도는 약 46 %, 신경 쓰이게 들리는 정도는 52 %로 조사되었으며, 중량충격음은 들리는 것보다 더욱 신경 쓰이는 것을 알 수 있다.

Fig. 10은 층간소음에 대한 만족도와 생활감에 대한 설문조사결과를 정리한 것이다. 공동주택의 층간소음 만족도 조사결과 38 %의 응답자가 거주하고 있는

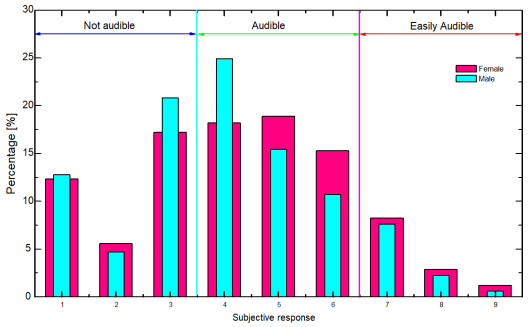

Fig. 11 Difference between male and female on audibility of heavy-weight impact sound

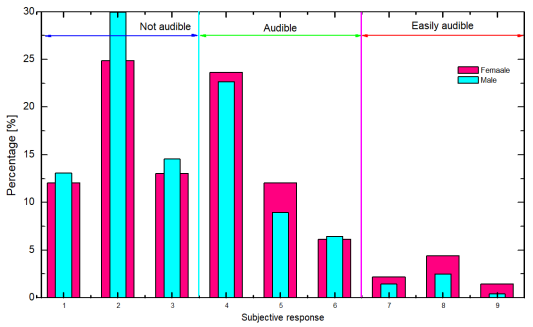

Fig. 12 Difference between male and female on audibility of light-weight impact sound

층간소음 차단성능에 만족하지 못하는 것으로 조사되었다. 층간소음과 관련된 생활감에 대한 응답에서 약 49 %가 신경 쓰지 않고 살고 있거나 다소 의식되지만 생활에 무리는 없는 것으로 응답하였다. 약 42 %의 응답자는 층간소음에 의한 성가심은 있으니 이웃 간에 서로 주의하면 큰 문제는 발생하지 않고 살 수 있는 것으로 응답하였다. 그러나 약 10 %의 응답자는 어린이를 꾸짖거나 참고 사는 것으로 응답하였다. 어린이를 꾸짖거나 참고 산다고 응답한 응답자는 잠재적인 민원 발생 가능성이 있는 것으로 판단된다.

3.3 성별 및 연령별 주관적 반응 차이

설문조사 결과에 대하여 성별, 연령 등의 기본 조사 항목과 유의한 차이를 정리하였다. 성별에 따른 설문조사 분석결과 중량충격음이 들리는 정도, 경량충격음의 느낌이 차이가 있는 것으로 나타났다. 중량충격음의 경우 성별에 따라 주관적 반응의 차이는, Fig. 11에서와 같이 여성의 경우 남성보다 중량충격음이 들리거나 잘 들린다고 응답한 비율이 높게 나타났다. 경량

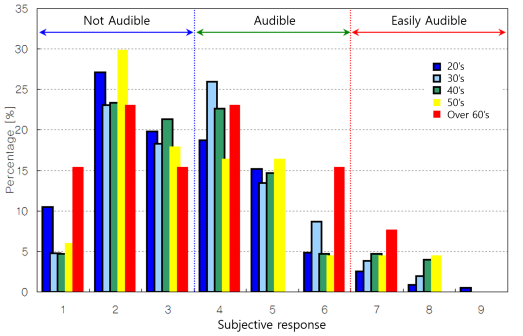

Fig. 13 Subjective response difference of heavy-weight impact sound among ages

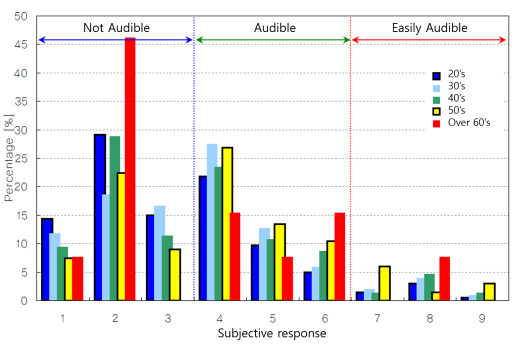

Fig. 14 Subjective response difference of light-weight impact sound among ages

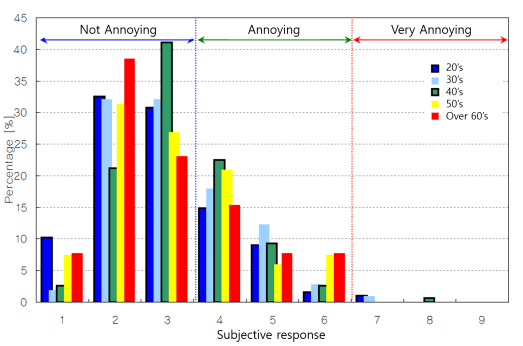

Fig. 15 Annoyance difference among ages

충격음의 경우도 Fig. 12에서와 같이 신경 쓰이거나 매우 신경 쓰인다고 응답한 비율이 여성이 더 높은 것으로 나타났다. 이상과 같이 여성이 남성보다 층간소음에 대해 더 민감한 것을 알 수 있다.

층간소음에 대한 거주자의 주관적 반응(들리는 정도, 느낌, 성가심 및 만족도)은 연령별로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 중량충격음의 느낌에 대한 응답은 20대의 경우 안 들리는 정도라고 응답한 비율

이 다른 연령대에 비해 높았으나, 30대~40대의 경우 들리는 정도라고 응답한 비율이 다른 연령에 비해 높게 나타났다.

경량충격음에 대한 느낌의 경우도 50대의 경우 20대에 비해 거슬리는 정도 또는 매우 거슬리는 정도를 선택한 비율이 상대적으로 높게 나타났다. 층간소음 전체 느낌의 경우 중량, 경량충격음의 경우에서와 같이 40대가 신경 쓰이거나 매우 신경 쓰이는 정도라고 응답한 비율이 높게 나타났다.

층간소음에 대한 어노이언스와 만족도 항목에서도 연령별(20대, 40대)로 차이가 있는 것으로 나타났다. 중량, 경량의 경우와 유사하게 40대의 경우 신경 쓰이거나 매우 신경 쓰이는 정도를 선택한 비율이 다른 연령대에 비해 높게 나타났다. 층간소음 만족 정도에 있어서도 불만족에 포함되는 비율이 다른 연령대에 비해 높게 나타났다.

4. 2차 설문조사 분석결과

2차 설문조사에서는 층간소음에 대한 성가심(annoyance)과 일상생활 방해 정도(disturbance)를 11점 척도를 활용하여 조사하였다. 두 가지 항목에 대하여 각각 "윗집의 층간소음(아이들 뛰는 소리, 발소리, 가구 끄는 소리 등)으로 인해 얼마나 성가심을 느끼셨습니까?", "윗집의 층간소음이 얼마나 귀하의 일상생활(수면, 휴식, 대화, 집중 등)을 방해하였습니까?"라는 질문을 제시하였으며, 0~10의 숫자 중에서 선택하도록 하였다. 0은 "전혀 성가시지 않거나 방해되지 않음"으로, 10은 "엄청나게 성가시거나 방해됨"으로 설정하였다. 11점 척도로 반응한 결과를 비교하기 용이하도록 11점 척도로 조사된 설문조사 응답은 5개의 그룹(0~2: 1그룹, 3~4: 2그룹, 5~6: 3그룹, 7~8: 4그룹, 9~10: 5그룹)으로 구분하여 Fig. 16과 같이 정리하였다.

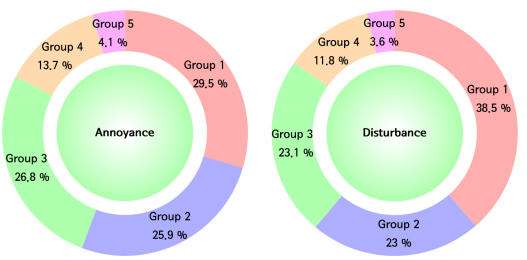

Fig. 16 The results of 2nd questionnaire survey on annoyance and disturbance of floor impact sound

층간소음으로 인한 성가심은 Fig. 16에서와 같이 "전혀 성가시지 않는다"에 가깝게 응답한 1그룹은 29.5 %로, "엄청나게 성가신다"에 가깝게 응답한 5그룹은 4.1 %로 나타났다. 층간소음이 성가신다고 응답한 것으로 판단되는 3그룹~5그룹의 비율은 44.6 %로 과반수에 가까운 응답자들이 층간소음으로 인한 성가심을 느끼고 있는 것으로 조사되었다.

층간소음으로 인한 생활 방해는 "엄청나게 방해된다"에 가깝게 응답한 5그룹은 3.6 %, "전혀 방해되지 않는다"에 가깝게 응답한 1그룹의 비율은 38.5 %로 나타났다. 층간소음으로 인한 생활 방해를 느끼고 있는 응답자는 38.5 %로 나타났다. 층간소음으로 인한 생활 방해를 느끼는 응답자 비율은 성가심을 느끼고 있는 응답자 비율보다 약 6.1 % 낮은 것으로 나타났다.

Fig. 17은 성별에 따른 성가심과 생활 방해 반응을 구분하여 나타낸 것이다. 남성의 경우 여성보다 12 %~15 % 정도 성가심과 생활 방해 모두에서 성가시거나, 방해되지 않는다고 응답한 비율이 높은 것으로 나타났다. 3그룹~5 그룹의 성가심 반응에서 영성의 응

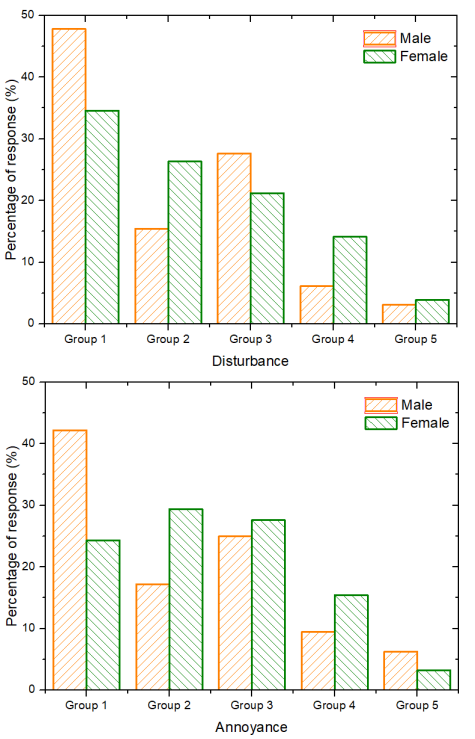

Fig. 17 Annoyance and disturbance difference between male and female

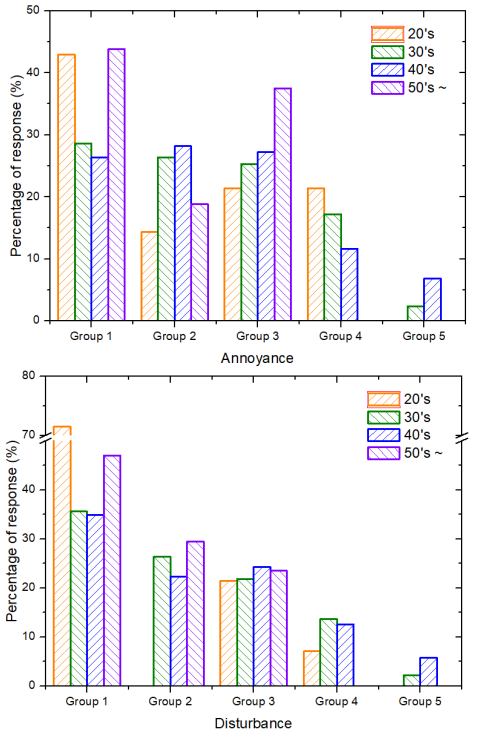

Fig. 18 Annoyance and disturbance difference by ages

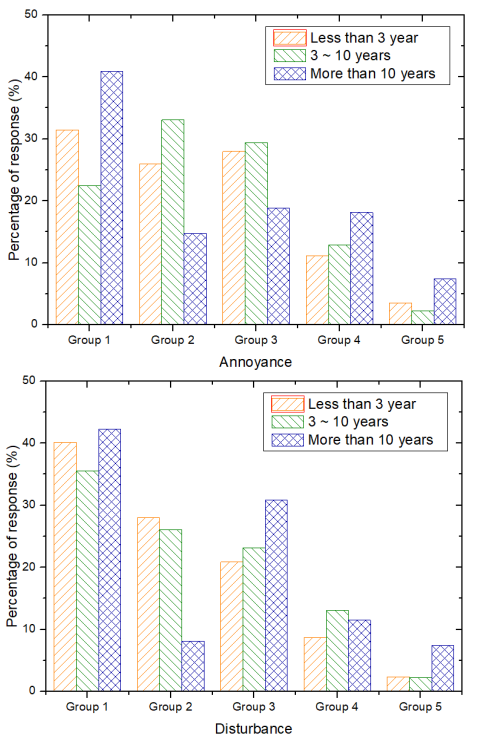

Fig. 19 Annoyance and disturbance difference by stay years

답 비율이 높은 것으로 나타났다. 생활 방해 반응에서도 3그룹~5 그룹 선택 비율이 여성이 높은 것으로 나타났다. 그러나 3그룹에서는 남성의 비율이 높게 나타났다. 이는 남성의 경우 전체적으로는 여성에 비해 층간소음에 대한 성가심이나 생활 방해 정도가 낮은 것으로 나타났으나, 일부 다소 민감한 계층이 있는 것으로 사료된다.

연령대별로 층간소음에 대해 성가심과 생활방해를 느끼는 정도를 비교하여 Fig. 18에 정리하였다. 20대의 경우 성가심과 생활방해에서 1그룹을 선택한 비율이 가능 높은 것으로 나타났으며, 생활방해의 경우 71.5 %의 응답자가 전혀 방해되지 않는다고 응답하였다. 30대와 40대 응답자의 반응은 유사한 경향을 갖는 것으로 나타났으며, 5개의 그룹에 고르게 분포하고 있는 것으로 판단된다. 50대 이상 응답자의 경우 20대와 유사한 경향을 갖지만, 성가심의 경우 3그룹을 선택한 비율이 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 일부 50대 이상의 응답자는 해당 연령대의 평균보다 높은 층간소음에 대한 민감도를 갖고 있는 것으로 판단된다.

5. 결 론

층간소음에 대한 1차 설문조사 결과 층간소음이 주로 거슬리는 시간대는 20시~24시, 주로 발생하는 공간은 거실로 나타났다. 대표적인 층간소음 형태는 6세~9세의 어린이가 달리거나 뛰는 경우로 나타났다. 층간소음 차단성능을 평가하기 위한 표준 충격원은 위의 결과를 기준으로 하여야 할 것으로 판단된다.

우리나라 공동주택의 층간소음에 대한 주관적 반응으로는 52 %~63 %의 응답자들이 신경쓰는 정도(안 들리는 정도 또는 신경 쓰이는 않는 정도)로 인식하고 있는 것으로 나타났으며, 경량충격음보다는 중량충격음 대한 불만족이 더 큰 것으로 나타났다. 또한 경량충격음은 들리는 정도보다는 신경 쓰이게 느껴지는 정도는 덜한 것으로 나타났다. 중량충격음은 들리는 것보다 더욱 신경 쓰이는 것을 알 수 있다. 층간소음 발생 시 약 10 %의 응답자는 어린이를 꾸짖거나 참고 사는 것으로 응답하였다. 어린이를 꾸짖거나 참고 산다고 응답한 응답자는 잠재적인 민원 발생 가능성이 있는 것으로 판단된다.

성별, 연령 및 공동주택 평형에 따른 층간소음 반응 분석한 결과 남성보다는 여성이 층간소음에 더 민감한

것으로 나타났다. 또한 20대보다는 40대~50대가 층간소음에 더 민감한 것으로 나타났다.

2차 설문조사 결과 층간소음이 성가신다고 응답한 비율은 44.6 %로 과반수에 가까운 응답자들이 층간소음으로 인한 성가심을 느끼고 있는 것으로 조사되었다. 층간소음으로 인한 생활 방해를 느끼고 있는 응답자는 38.5 %로 나타났다.

남성의 경우 전체적으로는 여성에 비해 층간소음에 대한 성가심이나 생활 방해 정도가 낮은 것으로 나타났으나, 일부 다소 민감한 계층이 있는 것으로 사료된다. 30대와 40대 응답자의 반응은 유사한 경향을 갖는 것으로 나타났으며, 5개의 그룹에 고르게 분포하고 있는 것으로 판단된다. 50대 이상의 일부 응답자는 해당 연령대의 평균보다 높은 층간소음에 대한 민감도를 갖고 있는 것으로 판단된다.

1차 설문조사 이후 약 11년~12년 이후 유사한 설문 내용으로 2차 설문조사를 실시하였다. 1차 설문조사에서는 약 50 % 이상의 응답자가 층간소음에 대해 만족하지 못하거나 성가심을 느끼는 정도로 나타났으나, 11년~12년 후에는 약 45 %의 응답자가 층간소음에 대해 성가심을 느끼는 것으로 나타났다. 또한 현재 거주하고 있는 공동주택 거주연수가 증가함에 따라 주관적 반응은 민감해지는 경향이 있는 것으로 판단된다.

1차, 2차 설문조사에서 공통적으로 남성보다는 여성의 층간소음 민감도가 높으며, 20대보다는 30대~50대의 민감도가 높게 나타났다. 따라서 공동주택 층간소음 관련 청감실험, 기준설정을 위한 설문조사 등을 위해서는 30대~40대 여성의 비율을 충분히 확보하는 것이 연구결과의 대표성을 확보할 수 있는 방안으로 판단된다.

References

(1) Kim, H. S., Kim, H. G., Kim, M. J. and Cho, C. G., 2001, The Criteria of Floor Impact Sound Insulation for Apartment Houses, Land & Housing Institute, Gyeonggi, Korea.

(2) Kim, S. T., Cho, H. M., Lee, H. G. and Kim, M. J., 2018, Experimental Study on Floor Impact Sound Insulation Performance According to the Inner Filler and Air Layer Thickness of the Ceiling on the Floor System Condition in Existing Apartment, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, p. 93.

(3) Yeon, J. O., Kim, K. W., Choi, H. J., Yang, K. S. and Kim, K. H., 2013, Experiment Evaluation for the Heavyweight Impact Sound of Dry Double Floor System－Effect of Rubber Hardness and Ceiling Structure, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 23, No. 1, pp. 34~40.

(4) Baik, Y. S., Park, S. G. and Jung, M. Y., 2015, Analysis Study of the Floor Impact Sound Transition Associated with the Construction Process, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 679~681.

(5) Jeong, J. H., 2014, Heavy/soft Impact Sound Criteria and Regulation in Korea, Proceedings of Inter-noise 2014, pp. 731~737.

(6) Jeong, J. H., 2016, Evaluation Method of Runner Ball Impact Sound, Proceedings of EuroNoise 2015, Maastricht, Netherlands, pp. 1901~1904.

(7) Jeong, J. H., Ryu, Y. H., Kim, J. K. and Kim, K. H., 2017, Single Number Quantity of Heavy/soft Impact Sound, Proceedings of Inter-noise 2017, pp. 3814~3817.

(8) Jeong, J. H., Kim, Y. H., Ryu, J. K. and Kim, K. H., 2018, Just Noticeable Difference of Rubber Ball Impact Sound, Paper presented at Baltic-Nordic Acoustic Meeting 2018, Harpa, Reykjavík, Iceland. https://events.artegis.com/urlhost/artegis/customers/1571/.lwtemplates/layout/default/events_public/12612//Papers/2026831_Jeongho_BNAM2018.pdf

(9) Jeong, J. H., Kim, Y. H., Ryu, J. K. and Kim, K. H., 2018, Classification Criteria of Heavy/soft Impact Sound, Proceedings of EuroNoise 2018, pp. 1137~1140.

(10) Kim, K. H. and Jeon, J. Y., 2002, The Analysis of Perceptual Levels for Floor Impact Noise in Apartments, J. Korean, Soc, Living. Environ. Sys. Vol. 9, No. 2, pp. 160~165.

(11) Jeong, J. H., 2004, Floor Impact Noise Classification Based on Subjective Evaluations and Comparisons of Standard Impact Sources, Doctoral dissertation, Hanyang University.

(12) Jeon, J. Y., Ryu, J. K., Jeong, J. H. and Tachibana, H., 2006, Review of the Impact Ball in Evaluating Floor Impact sound, Acustica United with Acta Acustica, Vol. 92, No. 5. pp. 777~786.

(13) Kim, Y. H., Song, G. G., Lee, W. H., Park, J. H. and Kim, M. J., 2016, Reduction of Floor Impact Noise in the Existing Apartment Buildings to be Redeveloped,

Proceedings of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems (KIAEBS) Autumn Conference, pp. 167~168.

(14) Kim, K. W., Shin, H. K., Jeong, A. Y. and Yang, K. S., 2017, Analysis of Floor Impact Sound Insulation Performance of Old Apartment Houses, Proceedings of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems (KIAEBS) Autumn Conference, pp. 61~62.

JeongHo Jeong is currently a senior researcher at Fire Insurers Laboratories of Korea (FILK). He received his MS and Ph. D degree in architectural engineering from Hanyang University, Korea. His research is interests include standardization in building acoustics field. Also, he has interest on the sound localization research for AES (Acoustic Evacuation Signal).

PyoungJik Lee has been is a Lecturer (Assistant Professor) in the Acoustics Research Unit, School of Architecture at the University of Liverpool since January 2014. Previously, he was a postdoctoral researcher at the Institute of Sound and Vibration Research (ISVR), University of Southampton and Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA). He has a degree Architectural Engineering and a PhD in Architectural Acoustics from the Hanyang University in Korea. His research primarily focuses on the subjective aspects of sound and vibration in the built environments.