

# 다층 공동주택의 중량충격원 전파 특성 해석

## Heavy-weight floor impact noise propagation in a multi-story building

이신엽<sup>†</sup> · 황덕영<sup>‡</sup> · 박준홍<sup>\*</sup>

Sinyeob Lee, Dukyoung Hwang and Junhong Park

**Key Words :** 중량 충격음(Heavy-weight floor impact sound), 통계적 에너지 해석(statistical energy analysis)

### ABSTRACT

In multi-story buildings, heavy-weight floor impact noise propagates through multiple layers. In order to evaluate the influence of structural vibration and propagation, the actual twelve-story building was excited by an impact ball. Sound and vibration responses of each floor was measured using accelerometers and a microphone. Vibration characteristics and its transfer paths were different depending on the excitation floor locations due to differences in the structural characteristics. From the measurement result, transfer characteristics were quantified by statistical energy analysis. It was confirmed that the heavy-weight floor impact noise influence not only adjacent floor. The impact noise transferred and affected multiple layers.

### 1. 서 론

국내 대부분의 주거 환경은 고층으로 이루어진 벽식 구조 이거나 주상복합형태의 대부분을 이루고 있는 라멘구조를 중심으로 형성되어 있다. 이러한 환경에서 상하층 세대 간 고체 전달음에 의해 발생하는 소음 문제는 필연적인 문제이다. 소음 문제를 해결하기 위해 다양한 규제 기준이 제시되고 있으나 슬라브 두께를 두껍게 하여 강성을 높이거나 설계요소를 변경하고, 제진재를 활용하는 방안으로 국한되어 있다. 공동주택 형태로 이루어진 주거환경에서 발생하는 층간소음 문제는 삶의 질이 높아질수록 주거 만족도를 좌우하는 필수적인 요소가 되었다. 매년 이러한 층간소음에 관한 관심이 높아지고 있으며, 2014년 현재 층간소음으로 인한 민원 건수는 매달 500건 이상이 접수되고 있다. 이로 인해 이웃 간의 갈등 정도가 심각하거나 악의적인 사항이 있다고 나타나고 있으며 쉽게 간과할 수 없는

사회 문제임이 드러났다.

일반적인 상식으로 층간소음 문제는 위층이 가해 세대가 되며 아래층이 피해세대가 되는 것으로 알고 있다. 하지만 층간소음은 단순히 인접한 위층과 아래층의 문제만은 아닌 것을 여러 사례를 통해 알 수 있다. 층간 소음 문제가 발생했을 때, 피해 세대의 바로 위층이 아닌 그보다 고층에서 발생한 문제인 경우도 있으며, 아래층에서 발생한 충격이 위 세대의 소음으로 발생하는 경우도 있다. 하지만 이러한 원인과 영향을 명확하게 밝혀낸 연구는 전무하며, 위세대가 아래세대에 대한 가해세대인 것이 당연하게 여겨져 왔다. 건축물의 소음, 진동은 상하 세대에만 국한된 문제가 아니다. 이러한 소음, 진동은 건축물 전 층에 상호 영향을 미치고 있으며 고층에서 발생한 진동이 저 층에서 소음문제로 발생하기도 하며 저층에서 발생한 중량 충격에 의해 고층에 소음이 전달되기도 한다. 따라서 건축물에서 발생하는 진동이 전 세대로 전파되며 어떠한 변화를 가지게 되는지 분석할 필요가 있으며, 그 특성을 파악하고자 한다.

본 연구에서는 이러한 문제의 정확한 분석과 현상 해석을 위해 12층 높이의 벽식 공동주택 건축물을 대상을 측정을 진행하였다. 각 층의 측정 결과를 바탕으로 SEA(statistical energy analysis)를 적

<sup>†</sup> 발표자; 한양대학교 융합기계공학과

<sup>‡</sup> 한양대학교 융합기계공학과

<sup>\*</sup> 교신저자; 정희원, 한양대학교 융합기계공학과

E-mail : parkj@hanyang.ac.kr

Tel : 02-2220-0424, Fax :

용 하여 중량 충격 소음의 층 별 거리간 소음 전파 특성

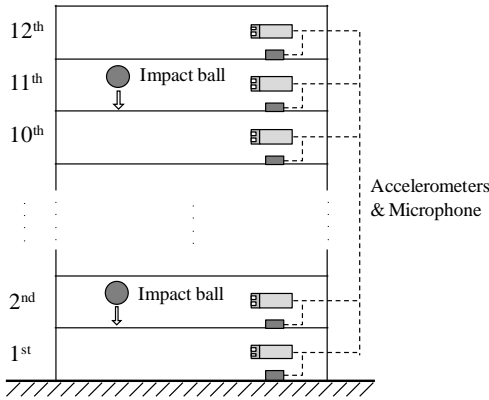


Figure 1. Multi-layered apartment house measurement setup

을 분석하고 거리에 따른 소음 진동 크기를 예측하였다.

## 2. 실 건축물 측정

측정은 Fig. 1 과 같이 이루어졌다. 11 층과 2 층에서 거실을 기준으로 임팩트볼을 이용하여 중량 충격음을 발생한 후 각 층 별의 거실에서 바닥의 가속도신호와 소음 신호를 취득하였다. 측정 환경의 제한으로 가속도신호와 소음신호를 각 층별로 측정하였으며 각 측정마다 동일한 중량 충격신호를 발생시켰다. 임팩트볼에 의한 가진력은 항상 동일하였다. 중량충격음 평가는 KS F 2863-2 에 규정되어 있는 기준곡선을 이용하여 역 A 특성 가중 바닥 충격음 레벨(LiFmax, AW)로 나타낸다. 이를 기반으로 소음과 진동을 비교하기 위하여 1/1 옥타브 분석의 중심 주파수 63~500Hz 의 4 개의 주파수 성분들의 합산(LiFmax)을 통하여 각 층별 추이를 분석하였다.

## 3. SEA 적용

통계적 에너지 해석법은 서로 연결된 하부 시스템 사이의 파워 균형과 시스템간 에너지 전달을 기초로 이루어진다. 따라서 이러한 해석법을 이용하면, 임의의 가진 위치에서 시스템의 응답추이를 예측할 수 있다. 두 개의 서로 연결된 하부 시스템을 고려

해 보면, 두 시스템은 동적 에너지를 서로 공유하며, 두 시스템의 파워 균형 방정식은 다음과 같다.

$$\Pi_{1,in} = \omega\eta_1 E_{1,tot} + \omega\eta_{12} N_1 \left( \frac{E_1}{N_1} - \frac{E_2}{N_2} \right) \quad (1)$$

$$\Pi_{2,in} = \omega\eta_2 E_{2,tot} + \omega\eta_{21} N_2 \left( \frac{E_2}{N_2} - \frac{E_1}{N_1} \right) \quad (2)$$

## 3. 결 론

본 연구는 중량 충격원에 의해 발생하는 공동주택에서의 진동과 소음의 측정을 통해 전파 특성을 이해하고 그 영향을 평가하였다. 12층 건축물을 선정하여 상층부에서 하층부로 전달되는 소음, 진동 특성과 하층부에서 상층부로 전달되는 특성을 평가하였다. 건축물에서 발생한 중량 충격 소음이 인접한 아래 세대에만 영향을 미치는 것이 아니라 다른 세대까지도 전달되는 것을 확인하였다. 이러한 전달 특성을 statistical energy analysis를 통해 정량화하였다.

## 후 기

본 연구는 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었습니다. (2012R1A2A2A01004746).

## 참 고 문 헌

- (1) J. Y. Jeon, J. K. Ryu, J. H. Jeong, and H. Tachibana, "Review of the impact ball in evaluating floor impact sound," *Acta. Acust. Acust.* 92, 777-786 (2006).
- (2) B. Park, J. Y. Jeon, and J. Park, "Force generation characteristics of standard heavyweight impact sources used in the sound generation of building floors," *J. Acoust. Soc. Am.* 128, 3507-3512 (2010).
- (3) KS F 2810: Method for Field Measurement of Floor Impact Sound Insulation. Part 2: Method Using Standard Heavy Impact Source (Korean Standards Assn, Seoul, Korea, 2011).
- (4) Ki-sang Chae. Identification of input Power and Transmission Paths of Vibro-acoustic Systems by Using Statistical Energy Analysis, Master thesis, KAIST