한국음향학회지 제40권 제1호 pp. 84~91 (2021)
*The Journal of the Acoustical Society of Korea* Vol.40, No.1 (2021)
https://doi.org/10.7776/ASK.2021.40.1.084

pISSN : 1225-4428
eISSN : 2287-3775

# 고층아파트 로프식 승강기의 운행 소음 및 진동 특성과 실태에 관한 연구

# A study on the characteristics and actual conditions of operation noise and vibration of rope elevators in high-rise apartments

강민우,[1] 오양기[1†]

(Min-Woo Kang[1] and Yang-Ki Oh[1†])

[1]목포대학교 건축학과

(Received November 30, 2020; revised December 31, 2020; accepted January 5, 2021)

**초 록**: 승강기는 고층아파트에서 매우 중요한 설비기기이다. 이러한 승강기가 운행할 때 발생하는 소음은 거주민에게 불편함을 주고 있다. 하지만 승강기 소음에 대한 법규 및 규정은 없는 실정이며, 승강기 소음을 측정하고 평가하는 방법 또한 명확하지 않다. 이러한 문제는 승강기 운행 시 발생하는 소음과 진동의 특성 파악이 우선 시 되어야 한다. 본 연구에서는 고층아파트 로프식 승강기 운행 시 발생하는 소음과 진동을 측정 층수와 측정 실의 종류에 따라 나누어 측정 하였다. 소음과 진동의 동시 측정을 진행하여 소음과 진동의 특성을 파악하고, 상관성 분석을 통해 각 실험 조건에 따른 상관계수를 파악 하였다. 그 결과 승강기 소음은 125 Hz ~ 500 Hz 대역의 성분이 주요하고, 125 Hz ~ 500Hz 대역에서 진동과의 상관성 또한 유의미한 것으로 파악 되었다. 최상층의 경우 상관계수가 0.8 수준으로 매우 높음을 확인 하였다.
**핵심용어**: 아파트, 승강기, 진동, 소음

**ABSTRACT:** An Elevator is a very important equipment in high-rise apartments. The noise generated by an elevator is causing inconvenience to residents. However, there are no laws and regulations on elevator noise, and moreover it is not clear how to measure and evaluate elevator noise. For these problems, the first priority should be given to grasping the characteristics of noise and vibration generated during elevator operation. In this study, noise and vibration generated when operating a rope-type elevator in a high-rise apartment are divided according to the number of floors and the type of room, and the noise and vibration are simultaneously measured to understand the characteristics of noise and vibration. The correlation coefficient according to the experimental conditions was determined. As a result, it was found that elevator noise was mainly composed of components in the 125 Hz to 500 Hz band, and the correlation with vibration in the 125 Hz to 500 Hz band was also significant. For the top layer, it was confirmed that the correlation coefficient was very high at 0.8 level.
**Keywords:** Apartment houses, Elevator, Vibration, Noise

**PACS numbers:** 43.55.Br, 43.40.Qi

## I. 서 론

아파트가 고층화됨에 따라 승강기는 필수 설비기기로 그 역할이 중요해 지고 있다. 하지만 거주민의 편의를 위해 필수적인 승강기에서 발생하는 소음과 진동이 거주민의 정온한 생활환경을 방해 하고 있다.[1,2] 우리나라 고층아파트는 대부분 벽식 구조이다. 벽식 구조의 특성상 승강기 작동 및 운행 시 여러 가지 요인에 의해 소음과 진동이 벽과 바닥을 통해

†**Corresponding author:** Yang-Ki Oh (oh@mokpo.ac.kr)
Department of Architecture, Mokpo National University, 1666 Yeongsan-ro, Cheonggye-myeon, Muan-gun, Jeollanamdo 58554, Republic of Korea
(Tel: 82-61-450-2723, Fax: 82-61-450-2723)

Copyright ⓒ2021 The Acoustical Society of Korea. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

고스란히 세대 내로 전달된다. 이러한 이유로 음압 레벨이 낮음에도 불구하고 민감도에 따라 거주민이 느끼는 불쾌함의 정도가 다르게 나타나지만[3] 분명 신경 쓰이는 소음이다. 승강기 소음 측정에 있어 낮은 레벨의 승강기 소음은 주변 생활 소음이나 배경 소음의 영향에 의해 측정이 쉽지 않고, 측정하더라도 낮은 신호 대 잡음비의 영향으로 그 타당성을 신뢰하기 힘든 문제가 있다.[4] 이러한 점을 문제로 승강기 운행시의 거주 공간 진동레벨 측정에 의해 소음환경을 평가하고자 하는 시도가 있었지만 그 가능성만을 확인하는 수준에 머무르고 있다.[5,6] 이에 본 연구에서는 고층아파트 로프식 승강기의 운행 시 발생하는 소음과 진동의 특성 및 실태를 면밀히 파악하고자 하였다. 측정은 배경소음 및 외부소음 레벨을 고려하여 아파트 6세대를 선정하였으며, 승강기 운행 소음과 진동의 동시 측정 데이터를 확보하고 분석 하였다.

## II. 선행연구 고찰 및 연구내용

### 2.1 선행연구를 통한 문제점 도출

앞선 선행연구[5]에서는 강민우 외, '진동측정을 통한 공동주택 엘리베이터 소음 레벨 평가' 에서는 현행 측정 규격[7,8]에서 제시한 승강기 소음 측정 방법은 현재 건설되고 있는 30층 수준의 고층 아파트에서는 15분 이상의 측정 시간과 외부 소음의 영향에 의해 측정 자체가 어려운 점에 대해 언급하고 있다. 승강기 소음이 낮게는 25 dBA 수준에서 높게는 50 dBA 수준에 이르기까지 다양한 범위에 있지만 평균적으로 35 dBA를 나타내고 있는 점에서 판단 할 때, 생활환경에 따른 외부소음의 영향에 의해 신호대비 잡음비 확보가 어렵다. 또한 진동 측정을 통해서 승강기 소음레벨을 평가 하는 방법에 대한 가능성을 확인하였다. 하지만 이 선행 연구는 중간층 1세대에서 측정한 데이터의 분석 결과로 경향파악과 논리의 검토 수준의 연구로 객관성이 많이 부족하였다. 이러한 점에서 고층아파트 로프식 승강기 운행 시 발생하는 소음과 진동의 특성 및 실태를 보다 면밀히 파악하고 분석 하는 과정이 필요하다.

### 2.2 연구내용

이 연구에서는 보다 객관적인 분석 및 실태파악을 위해 측정 세대를 최하층, 중간층, 최상층으로 구분하였으며, 각 세대 내에서는 거실과 침실로 주요 공간을 구분하여 소음과 진동의 동시측정을 진행하였다. 거실과 침실은 가장 많이 사용되는 공간과 가장 정온해야하는 공간으로 구분되고, 최하, 중간, 최상층은 승강기 기계실과의 거리에 따른 소음과 진동의 영향을 파악하기 위해서 이다. 진동측정 데이터를 통해서는 거실과 침실의 벽면 진동 전달 특성을 파악하고자 하였다. 소음측정 데이터를 통해서는 승강기 운행 소음의 주요 주파수대역을 파악하고, 진동측정 데이터와의 상관성 분석을 통해 고층아파트 로프식 승강기의 운행 소음과 진동의 상관관계를 검증하고자 하였다.

## III. 측 정

### 3.1 측정개요

실험 현장은 서울시에 위치한 W아파트이다. 총 6개 세대에서 측정을 진행 하였다. 재건축 대상 아파트로 거주민이 모두 이주한 상태에서 실험을 진행하였다. 수명이 약 25년 수준의 오래된 기존 아파트로 승강기는 기계실이 있는 Machine Room(MR) 타입의 로프식 승강기이다. 측정 실은 거실과 침실 이다. 승강기 가동 조건은 최하층의 경우 최상층에서 최하층에 정지 후 승강기 도어가 열고 닫히는 순간 까지이며, 나머지 중간층과 최상층은 최하층에서 출발하여 해당 층에 정지하고 승강기 도어가 열고 닫히는 순간까지를 측정 하였다. 탑승인원은 승강기 이동에 필요한 최소 인원 1명이 탑승 하였다. 마이크로폰의 위치는 침실의 경우 출입문을 제외한 모서리 3지점과 중앙 1점 총 4지점을 측정 하였으며, 거실의 경우 승강로와 인접한 벽면과 발코니 창호 모서리 3지점과 중앙 1점 총 4지점을 측정 하였다. 진동픽업의 위치는 벽면 진동전달 특성의 파악과 진동측정을 통한 소음레벨 평가 방법의 정량적 분석을 위해 선행연구와 같은 측정 방법으로 폭 7지점, 높이 5지점으로 총 35지점을 측정 하였다. 측정 내용은 아래 Table 1과 같으며, 측정기기에 대한 정보는 Table 2와 같다.

Table 1. Measurement information.

| No. | Site number | E/V type | E/V position (Adjacent room) | Route | Duration (s) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 102 | MR | Bed room | 14F-1F | 50 |
| 2 | 801 | | | 1F-8F | 35 |
| 3 | 1401 | | | 1F-14F | 50 |
| 4 | 109 | | Living room | 14F-1F | 50 |
| 5 | 808 | | | 1F-8F | 35 |
| 6 | 1508 | | | 1F-15F | 50 |

Table 2. Measurement system.

| Description | | Model | Manu-facturer | Details |
|---|---|---|---|---|
| Noise | Analyzer | Apollo | SINUS | Bandwidth : DC~80 KHz/ Dynamic range : 120 dB |
| | Micro-phone | 40AF free field microphone | G.R.A.S | Bandwidth : 3.15 KHz ~ 20 KHz/ Dynamic range : 135dB |
| Vib-ration | Analyzer | SA-01 | RION | Bandwidth : 0.5 KHz ~ 20 KHz/ Dynamic range : 140 dB |
| | Accelero-meter | Single axis accelero-meter (SW) | B.S.W.A | Bandwidth : 0.5 KHz ~ 14 KHz/ Maximum Acceleration : 0.0002 g rms |

측정 주파수 대역은 마이크로폰과 진동픽업이 동시에 측정 할 수 있는 주파수 범위인 1/3oct. 25 Hz ~ 5000 Hz를 선정하여 측정 하였으며, 모두 소음과 진동의 동시측정으로 진행 되었다. 벽면의 35지점은 벽면을 정면으로 바라보았을 때 좌측 가장 위 점을 1번으로 정하고, 1번을 기준으로 고정시켜놓은 상태에서 나머지 3지점만을 차례로 이동시키며 측정 하였다. 측정 시 매번 미세하게 변할 수 있는 승강기 진동에 대해 보다 정확하게 상대비교하기 위함이다. 각 측정에 대한 승강기와 측정 실의 위치 및 마이크

Table 3. Floor plans and measurement points.

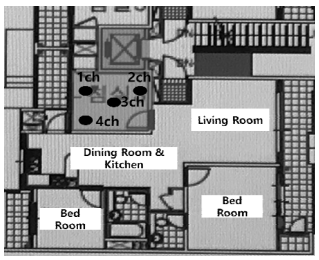
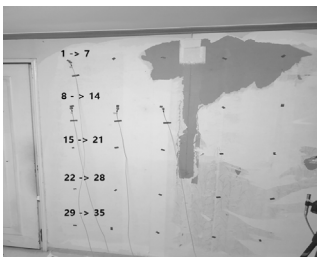
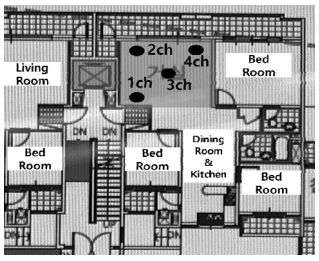
| | Bed room (adjacency) |
|---|---|
| Floor plan and E/V position |   |
| Measurement of SPL | |
| Measurement of VAL |   |
| | Living room (adjacency) |
| Floor plan and E/V position |   |
| Measurement of SPL | |
| Measurement of VAL | |

Table 4. Measured noise levels at 6 residences.

| | 1 ch | 2 ch | 3 ch | 4 ch |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 66.0 | 64.4 | 64.1 | 67.5 |
| 2 | 60.7 | 60.8 | 59.7 | 61.2 |
| 3 | 58.2 | 63.2 | 68.1 | 54.5 |
| 4 | 58.8 | 62.8 | 52.7 | 60.4 |
| 5 | 60.8 | 55.7 | 48.0 | 53.2 |
| 6 | 58.0 | 55.8 | 53.0 | 59.1 |

Unit : SPL (dB). Lmax

Table 5. 35 Point measurement result value of measured VALs at 35 measurement points.

| NO. | Measurement apartment number | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 68.5 | 68.0 | 73.0 | 58.6 | 58.4 | 72.8 |
| 2 | 66.8 | 67.8 | 79.2 | 59.2 | 59.2 | 72.3 |
| 3 | 67.3 | 73.0 | 75.7 | 61.9 | 59.4 | 70.9 |
| 4 | 65.4 | 76.7 | 74.5 | 67.3 | 61.0 | 76.0 |
| 5 | 68.9 | 69.0 | 71.8 | 62.6 | 58.4 | 70.2 |
| 6 | 69.9 | 74.9 | 72.4 | 61.8 | 60.0 | 68.3 |
| 7 | 65.6 | 70.1 | 77.3 | 64.9 | 58.6 | 67.8 |
| 8 | 65.4 | 71.6 | 73.7 | 63.4 | 61.9 | 77.0 |
| 9 | 64.8 | 74.1 | 73.5 | 61.2 | 59.9 | 76.8 |
| 10 | 65.4 | 76.3 | 77.4 | 63.3 | 62.0 | 75.2 |
| 11 | 65.5 | 72.2 | 70.1 | 68.0 | 62.0 | 79.4 |
| 12 | 67.4 | 74.3 | 78.2 | 64.2 | 58.1 | 75.4 |
| 13 | 64.8 | 70.9 | 76.7 | 65.8 | 61.1 | 72.5 |
| 14 | 71.0 | 70.5 | 73.4 | 63.9 | 59.2 | 68.7 |
| 15 | 71.4 | 70.9 | 75.5 | 59.2 | 60.7 | 71.4 |
| 16 | 70.8 | 74.1 | 79.6 | 60.6 | 58.2 | 68.5 |
| 17 | 65.0 | 69.9 | 78.3 | 68.9 | 58.4 | 69.9 |
| 18 | 68.1 | 70.8 | 75.6 | 73.0 | 59.4 | 71.6 |
| 19 | 67.6 | 70.2 | 79.0 | 69.1 | 58.9 | 69.9 |
| 20 | 68.0 | 68.5 | 75.1 | 63.3 | 59.4 | 67.9 |
| 21 | 72.1 | 69.9 | 75.7 | 65.6 | 59.9 | 68.3 |
| 22 | 71.0 | 69.5 | 75.1 | 62.4 | 60.3 | 70.7 |
| 23 | 67.2 | 74.9 | 72.2 | 60.5 | 59.8 | 68.7 |
| 24 | 69.4 | 76.1 | 78.3 | 61.3 | 60.8 | 79.1 |
| 25 | 70.6 | 74.3 | 75.5 | 65.3 | 64.1 | 74.3 |
| 26 | 70.5 | 70.9 | 70.3 | 61.4 | 58.7 | 76.4 |
| 27 | 70.5 | 71.9 | 79.6 | 62.9 | 58.3 | 70.8 |
| 28 | 68.5 | 72.7 | 86.1 | 62.9 | 59.1 | 69.0 |
| 29 | 68.7 | 69.0 | 70.6 | 66.5 | 61.6 | 68.6 |
| 30 | 68.7 | 70.4 | 75.7 | 65.5 | 60.8 | 69.3 |
| 31 | 70.3 | 70.5 | 64.6 | 64.4 | 60.6 | 72.4 |
| 32 | 64.8 | 73.1 | 72.9 | 66.8 | 65.8 | 81.7 |
| 33 | 68.1 | 72.0 | 72.9 | 64.7 | 62.3 | 70.0 |
| 34 | 64.7 | 71.9 | 76.6 | 64.5 | 63.1 | 68.9 |
| 35 | 66.2 | 73.2 | 81.8 | 65.6 | 62.0 | 66.0 |

Unit : VAL (dB). Lmax

로폰, 진동 픽업 실험 상황을 아래 Table 3에 나타냈다. 소음 및 진동의 모든 측정값은 보정회로를 적용하지 않은 Linear값을 표기하였다.

### 3.2 소음 및 진동 레벨 동시 측정 및 결과

6세대에 대한 소음 측정 결과를 Table 4에 나타냈다. 세로 1~6은 각 측정 세대를 나타낸 번호이고, 가로축은 측정 지점을 나타낸 것이다.

6세대에서 총 35지점 진동 측정 결과를 Table 5에 나타냈다. 가로 1~6은 각 측정 세대를 나타낸 번호이고, 세로 1~35는 포인트 번호를 의미한다.

## IV. 측정 결과 및 분석

### 4.1 인접실의 종류에 따른 승강기 진동 전달 분포 특성

6세대의 측정결과를 인접실의 종류 즉, 침실과 거실의 벽면 면적에 따라 진동 전달의 특성이 어떻게 달라지는지 확인 해 볼 필요가 있다. 아래 그림 Fig. 1은 침실 벽면 35지점을 측정한 값을 통해 그 분포를 나타낸 것이고, Fig. 2는 거실 벽면에서의 분포를 나타낸 것이다.

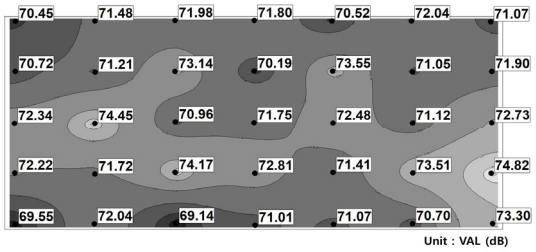



Fig. 1. Bed-room wall vibration transmission characteristics 35 points.

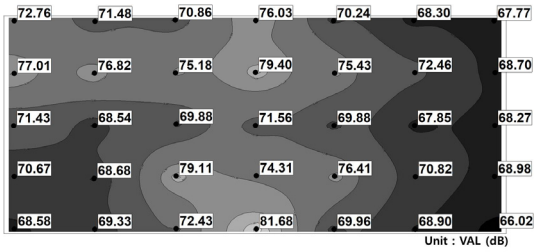



Fig. 2. Living-room wall vibration transmission characteristics 35 points.

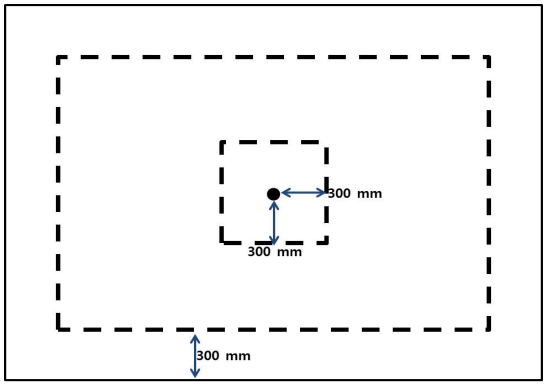



Fig. 3. An example of a vibration measurement location.

인접실이 거실인 경우와 침실인 경우 진동 측정 결과 공통적으로 중심점 주변에서의 진동 전달 값이 상대적으로 높게 분포 되어 있음을 위 분포도를 통해 확인 할 수 있다. 이는 상대적으로 좁은 침실의 벽면 면적과 넓은 거실의 면적과는 상관없이 중심 부근에서의 값이 평균적으로 높음을 확인 할 수 있는 결과 이다. 일부 모서리 부근에서 과도하게 높게 측정되는 값이 나타나는 경향을 보였으나 모서리 부근에서 발생하는 모드의 중첩에 의한 것으로 판단된다. 즉, 벽면의 모서리에서의 측정은 진동 모드의 중첩에 의해 편차가 크기 때문에 측정 지점으로 선정하기 어렵다.[9] 이러한 승강기 진동 전달 특성 분포 분석 결과 승강기 운행 시 전달되는 진동은 침실 또는 거실에 상관없이 벽면 각 모서리에서 300 mm 이상 이격하고 중심점에서 상, 하, 좌, 우 300 mm 이상 이격된 공간 내 임의 4지점에서 측정하는 것이 가장 타당할 것으로 사료 된다. 아래 Fig. 3은 위 내용을 간략히 그림으로 표시한 것이다.

## 4.2 진동 측정 레벨과 소음 측정 레벨의 상관성 분석

선행연구[5]에서 검증한 결과를 토대로 상관계수가 가장 높게 나타난 1/3 oct. 중심주파수 125 Hz ~ 500 Hz까지 측정한 결과의 상관성 분석을 하였다. 소음의 경우 1 ~ 4 ch의 최대음압레벨 측정 값의 평균을 산출 하였다. 진동 측정의 경우 앞선 Figs. 1, 2와 Fig. 3을 참고하여 35 포인트 측정 데이터 중 해당되는 4지점의 최대진동레벨 측정 데이터를 선정하여 4지점에

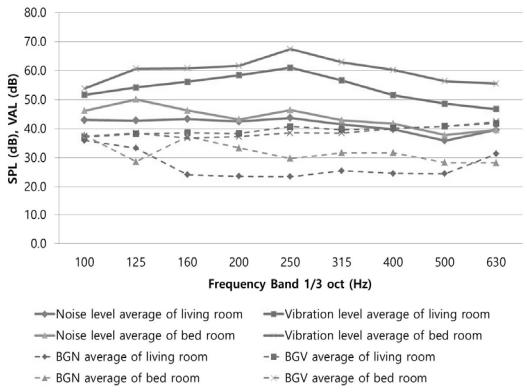



Fig. 4. Frequency band analysis of adjacent room type.

Table 6. Correlation analysis of adjacent room type.

| 125 Hz-500 Hz | |
|---|---|
| LN - BN | LV - BV |
| 0.9 | 0.9 |
| LN - LV | BN - BV |
| 0.7 | 0.4 |
| LN - BV | BN - LV |
| 0.5 | 0.6 |

Living Room Noise : LN, Living Room Vibration : LV
Bed Room Noise : BN, Bed Room Vibration : BV

대한 평균을 산출 하였다. 그 결과를 바탕으로 인접실의 종류에 따른 소음과 진동의 상관성과 측정 세대의 층수에 따른 소음과 진동의 상관성을 각각 분석 하였다.

### 4.2.1 인접실의 종류에 따른 진동측정과 소음측정의 상관성

Fig. 4는 거실과 침실에서의 소음과 진동 측정 데이터를 1/3 oct 중심주파수 125 Hz ~ 500 Hz의 주파수 대역별 평균값과 배경소음 및 배경진동 값을 나타낸 것이다.

진동과 소음의 증가 및 감쇠 경향은 유사하게 나타났다. 주요주파수대역으로 판단할 수 있는 125 Hz ~ 250 Hz 대역에서의 경향은 상당히 유사한 것으로 나타났다. 아래 Table 6은 인접실에 따른 소음과 진동의 상관계수를 분석한 것이다. 상관성 분석은 1/3 oct.로 측정된 각 주파수대역별 소음과 진동의 최대레벨측정값을 125 Hz ~ 500 Hz 주파수대역에 대해 상관성을 분석 하였다. 거실의 경우 0.7 이상의 상관계수를 나

타내고 있다. 침실에서는 0.4의 상관계수를 나타내고 있으며, 공간이 다른 겨우도 0.5 수준의 상관계수를 보인다. 이러한 분석 결과로 판단 할 때 실내 공간의 종류에 큰 관계없이 영향력이 높은 125 Hz ~ 500 Hz대역에 대해서는 승강기 승강로와 인접한 벽면의 진동 측정 결과는 소음측정 결과와 어느 정도 상관관계가 있음을 확인하였다.

#### 4.2.2 층수에 따른 진동과 소음측정레벨의 상관성

거실과 침실과의 종류와는 상관없이 층수에 따라 소음과 진동의 관계를 분석 하였다. 앞선 분석 결과를 바탕으로 125 Hz ~ 500 Hz 대역에 대해서 상관계수를 분석 하였다. 분석 층은 최하층으로 1층과, 중간층인 8층 그리고 최상층인 14층 이다. Fig. 5는 각 층별 배경 소음 및 진동과 각 측정 값을 그래프로 나타낸 것이다. 확연히 나타나는 특이점은 보이지 않으며, 전반적으로 비슷한 경향을 나타내고 있다. Table 7은 각 층별 상관계수를 분석하여 나타낸 것이다. 진동과 소음 모두 1/3 Oct 기준 중심주파수 125 Hz ~ 500 Hz 대역의 최대레벨의 각 주파수대역별 평균값을 산출하여 분석을 진행 하였다. 최하층의 경우는 0.2 수준으로 매우 낮은 상관계수를 나타내고 있다. 중간층에서는 어느 정도 유의미하다고 할 수 있는 0.6 수준의 수치를 나타내고 있으며, 최상층에서는 0.8 수준의 높은 상관계수를 보이고 있다.

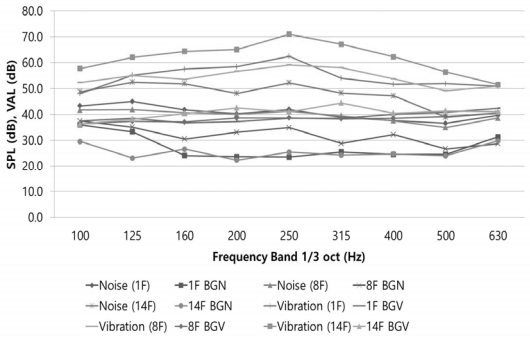



Fig. 5. Frequency analysis of noise and vibration for each floor (1F, 8F, 14F).

Table 7. Correlation coefficient and regression analysis of noise and vibration for each floor (1F, 8F, 14F).

| | 1 F | 8 F | 14 F |
|---|---|---|---|
| Correlation coefficient | 0.22 | 0.56 | 0.75 |
| Pearson's R2 | 0.05 | 0.32 | 0.57 |

즉, 이러한 결과로 미루어 볼 때 승강기 소음과 진동은 거실 및 침실과는 상관없이 최상층의 경우 높은 상관성이 있음을 확인 하였다. 추가로 회귀분석을 진행 하였다. 회귀분석은 등간 혹은 비율척도로 측정된 하나 이상의 독립변수와 하나의 종속변수 사이의 관계를 밝혀주는 대표적인 인과관계 분석기법

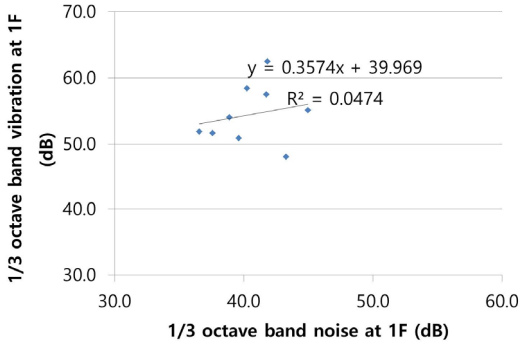



Fig. 6. (Color available online) Regression curve of 1F noise analysis and vibration analysis.

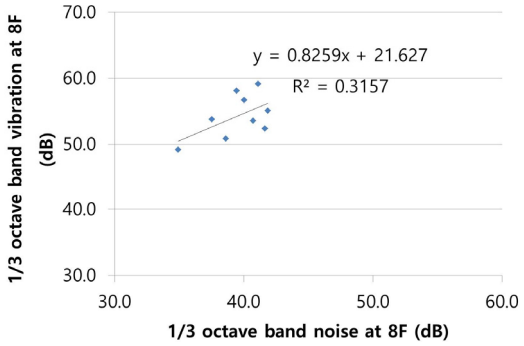



Fig. 7. (Color available online) Regression curve of 8F noise analysis and vibration analysis.

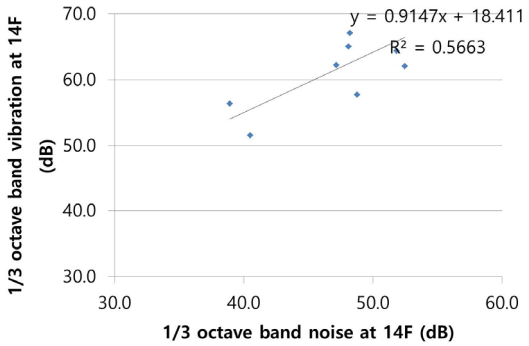



Fig. 8. (Color available online) Regression curve of 14F noise analysis and vibration analysis.

이다. 이를 통하여 독립변수와 종속변수 사이의 상호관련성 여부를 알 수 있으며, 상관관계가 있다면 이러한 관계는 양의 관계인지 혹은 어느 정도인지 등에 대하여 관계의 크기와 유의도를 알 수 있다.

회귀 분석 결과 1층(최하층)과, 8층(중간층)은 유의도가 낮으나 14층(최상층)의 경우 유의도 5.7 수준으로 나타났다. Figs. 6~8에 회귀식과 회귀곡선을 나타냈다. 이와 같은 결과는 승강기 소음 및 진동의 주요 원인인 기계실과의 거리 차이로 판단된다. 기계실과 가장 인접한 최상층이 기계실에서 발생하는 진동과 소음을 가장 잘 전달하기 때문이다. 반면 기계실에서 멀어질수록 진동 전달이 감쇠되어 최하층의 경우 매우 낮은 값을 나타낸 것으로 판단 할 수 있다. 위와 같은 상관성 분석과 회귀분석을 통해 인접실의 종류와는 상관없이 최상층에서는 125 Hz~500 Hz 주요 주파수대역의 상관성이 높음을 검증 하였다.

## V. 결 론

실내에서 승강기 소음은 외부소음의 영향이나 기타 잡음으로 인해 신호 대 잡음비 확보가 어려워 승강기 소음을 측정하는데 문제가 발생한다. 이러한 문제점을 근거로 승강기 운행 진동측정을 통해 소음레벨을 평가하는 연구가 앞서 진행되었지만 객관성이 많이 부족하였다. 이에 본 연구에서는 승강기 운행 시 발생하는 소음과 진동의 면밀한 특성 분석과 실태파악을 위해 다양한 조건에서 소음과 진동을 동시 측정 하여 그 결과를 분석하였다. 먼저, 진동 전달 특성으로는 거실, 침실과 관계없이 중심부근에서 진동 전달이 가장 높게 나타남을 확인 하였다. 두 번째로 인접실 종류에 따른 소음과 진동의 상관성 분석 결과 인접실 종류와는 상관없이 승강기 소음의 주요 영향 요인으로 판단되는 125 Hz~500 Hz 대역에 대해서는 상관계수가 0.6~0.7 수준으로 유의미함을 확인 하였다. 세 번째 층수에 따른 실험은 인접실의 종류와는 상관없이 최하층, 중간층, 최상층으로 분류하여 분석 하였다. 분석 결과, 최상층에서 0.8 수준의 높은 상관계수를 나타냈다. 인접실 종류에 관한 분석 결과와 층수에 따른 분석 결과를 모두 종합해 판단해 볼 때 인접실 종류와는 상관없이 최상층에서 승강기 승강로와 가장 인접한 실 벽면의 진동 측정 결과는 소음측정 결과와 주요 주파수대역인 125 Hz~500 Hz에서 매우 밀접한 관계가 있음을 검증 하였다. 이후 연구에서는 이 연구결과를 바탕으로 신호 대 잡음비 확보가 어려운 현장에서 승강기 운행 진동측정을 통해 소음레벨을 평가하는 하나의 측정 방법에 대한 연구가 진행 되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 주거환경연구사업의 연구비지원(20RERP-B082204-07)에 의해 수행되었습니다.

## References

1. N. S. Lee, M. J. Song, M. W. Kang, and Y. K. Oh, “A study on the dgree of satisfaction on the facility noise of apartment houses” (in Korean), JKIAEBS. **9**, 65-72 (2015).
2. M. W. Kang and Y. K. Oh, “A survey on the response of apartment house resident on elevator noise” (in Korean), The Regional Association of Architectural Institute of Korea, **19**, 181-188 (2017).
3. J. H. Jeong and S. C. Lee, “A study on the annoyance and disturbance of floor impact noise according to noise sensitivity based on questionnaire survey” (in Korean), J. Acoust. Soc. Kr. **37**, 428-436 (2018).
4. Y. K. OH, J. K. Ryu, and H.S. Song, “Effect of noise and reverberation on subjective measure of speech transmission performance for elderly person with hearing loss in residential space” (in Korean), J. Acoust. Soc. Kr. **37**, 369-377 (2018).
5. M. W. Kang, M. J. Song, and Y. K. Oh, “Evaluation of elevator noise level of apartment houses through vibration measurement” (in Korean), JKIAEBS. **12**, 641-6483 (2018).
6. M. W. Kang, Y. K. Jang, and Y. K. Oh, “Analysis of noise level and measurement method for elevator in apartment houses” (in Korean), JKIAEBS. **13**, 491-502 (2019).
7. ISO 16032, “Acoustics - Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings – Engineering method,” 2004.
8. KS F ISO 16032, “Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings – Engineering method,” 2016.
9. Y. K. Oh, M. W. Kang, K. C. Lee, and S. K. Kim,

"Construction management solutions to mitigate elevator noise and vibration of high-rise residential buildings," J. Sustainability, **12**, 08924 (2020).

## 저자 약력

▸ 강 민 우 (Min-Woo Kang)

2013년 2월 : 목포대학교 건축학사
2016년 2월 : 목포대학교 건축학석사
2019년 2월 : 목포대학교 건축학박사 수료
2019년 3월 ~ 현재 : 목포대학교 친환경건축연구센터 연구원

▸ 오 양 기 (Yang-Ki Oh)

1984년 2월 : 서울대학교 건축학과 공학사
1986년 2월 : 서울대학교 대학원 건축학과 공학석사
1990년 2월 : 서울대학교 대학원 건축학과 공학박사
1991년 3월 ~ 현재 : 목포대학교 건축학과 교수