

# 210 mm 미만 콘크리트 슬라브 공동주택의 바닥충격음 저감을 위한 바닥구조 방안

## Floor structure for the reduction of floor impact noise of apartment with concrete slab less than 210 mm

홍성신,<sup>1</sup> 이승민,<sup>2</sup> 한찬훈<sup>2†</sup>

(Seong-Shin Hong,<sup>1</sup> Seung-Min Lee,<sup>2</sup> and Chan-Hoon Haan<sup>2†</sup>)

<sup>1</sup>DL이앤씨 미래기술센터, <sup>2</sup>충북대학교 건축공학과

(Received October 2, 2024; revised November 5, 2024; accepted November 9, 2024)

**초 록:** 바닥충격음 저감을 위해 많은 기술이 제시되어 왔으며 기존 공동주택 바닥충격음 저감을 위한 바닥구조 개발 및 적용이 진행 중에 있다. 이에 대해, 본 연구는 슬라브 두께 210 mm 미만 노후 공동주택을 대상으로 바닥구조 개선 및 모르타르 두께 변화를 통해 바닥충격음의 저감성을 파악하고자 하였다. 두 공동주택을 대상으로 세대 내 바닥구조 및 천장구조를 개선하는 주택과 모르타르 두께를 달리하여 바닥구조를 개선하는 주택으로 구분하였다. 모르타르 두께는 기초모르타르 20 mm~50 mm, 마감모르타르 40 mm~70 mm로 차이를 두어 동일 공동주택의 네 세대를 대상으로 적용하였다. 세대 내 바닥충격음은 KS F ISO 16283-2:2015를 통해 측정하여 KS F ISO 717-2:2020에 따라 평가하였다. 측정결과, 기존 바닥구조 대비 중량충격음은 17 dB, 경량충격음은 16 dB 저감되는 효과를 보였다. 또한, 중량충격음은 기초 및 마감 모르타르의 두께가 두꺼움에 따라 높은 저감효과를 보였고 경량충격음은 Ethylene Vinyl Acetate (EVA) 및 Expanded Polystyrene(EPS)가 적용되는 완충재 및 마감모르타르 타설 시 저감효과가 뚜렷하게 나타났다. 다만, 노후 공동주택 리모델링 시 특정 주파수 대역의 공진현상이 발생할 수 있다. 따라서 모르타르를 포함하여 구성요소별 바닥충격음 저감에 효과적인 주파수 특성을 충분히 고려하여 바닥구조를 형성해야 한다.

**핵심용어:** 바닥충격음, 노후 공동주택, 리모델링, 모르타르 두께

**ABSTRACT:** Many technologies have been proposed to mitigate floor impact noise, and advancements in floor structure design and implementation are underway to address this issue in existing apartments. This study aimed to evaluate the effectiveness of floor structure improvements and mortar thickness variations in reducing floor impact noise in aging apartment buildings with slab thicknesses below 210 mm. Two apartments were selected for the study. In one apartment underwent both floor and ceiling structure enhancements. In the other, floor structure improvements were implemented by adjusting mortar thickness. Mortar thicknesses were varied between 20 mm and 50 mm for base mortar and 40 mm and 70 mm for finishing mortar, applied to four households within the same apartment. Floor impact noise levels were measured according to KS F ISO 16283-2:2015 and assessed based on KS F ISO 717-2:2020. Floor impact noise levels were measured according to KS F ISO 16283-2:2015 and assessed based on KS F ISO 717-2:2020. The results indicated a significant reduction in heavyweight impact noise by 17 dB and lightweight impact noise by 16 dB compared to the original floor structure. Additionally, thicker base and finishing mortars correlated with higher reductions in heavyweight impact noise. Lightweight impact noise reduction was most pronounced when incorporating resilient materials and finishing mortars containing Ethylene Vinyl Acetate (EVA) and Expanded Polystyrene (EPS). However, remodeling aging apartments can lead to resonance phenomena within specific frequency bands. Therefore, floor structure design should carefully consider the frequency characteristics of each component, including mortar, to optimize floor impact noise reduction.

**Keywords:** Floor impact noise, Aging apartment, Remodeling, Mortar thickness

**PACS numbers:** 43.55.Vj, 43.55.Ti

† **Corresponding author:** Chan-Hoon Haan (chhaan@chungbuk.ac.kr)

Department of Architectural Engineering, Chungbuk National University, 1, Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju, Chungcheongbuk-do 28644, Republic of Korea

(Tel: 82-43-261-2438, Fax: 82-43-260-2438)



Copyright©2024 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.

## I. 서 론

대한민국 공동주택에서 크게 문제되는 층간소음 문제를 해결하고자 2022년 사후검사제도가 도입되며 법규가 개정되었다. 사전 인정관리 기준 당시 바닥충격음은 표준시험실 또는 실제 공동주택 현장에서 인정평가를 진행할 수 있었지만 대부분 표준시험실에서 인정평가가 진행되었다. 2019년 4월 감사원 감사결과 인정서 상의 성능과 실제 현장에서의 성능이 차이가 나는 문제점이 지적되었다. 이러한 사유로 신축 공동주택에 대해서는 보다 강력한 층간소음문제 개선방안으로 사후검사제도가 도입된 것으로 바라볼 수 있다.<sup>[1,2]</sup> 또한, 최근 발표된 층간소음 연구 로드맵에 따르면 빅데이터, 인공지능 등 첨단기술을 연구에 도입하여 층간소음으로 인한 민원 처리 비용, 경제적 손실 등의 사회적 비용을 2034년까지 15% 저감시키는데 목표를 두고 있다.<sup>[3]</sup>

주택건설기준 등에 관한 규정 제 14조의 2(바닥구조)를 통해 두께 210 mm의 바닥 슬래브가 적용되고 있는 현재와는 달리 2004년 3월 30일 바닥충격음 관리기준 제정시 슬래브 두께 기준이 180 mm 이상으로 규정되었다.<sup>[4]</sup> 해당 기준이 수립되기 이전 슬래브 두께는 1990년대 130 mm~150 mm, 1980년대에는 바닥 슬래브 두께가 120 mm 수준이었다. 이처럼 준공년도에 따라 바닥 슬래브 두께에 큰 차이가 있다. 서울특별시 조례에 따르면 노후 공동주택을 구분 짓는 기준은 건물의 층수와 준공년도를 고려한다. 1981년 이전에 지어진 건축물은 20년 이상이 되면 노후 공동주택으로 분류하며 1991년 이후 지어진 건축물은 30년 이상이 되면 노후 공동주택으로 분류한다. 이러한 노후 공동주택의 경우 210 mm 이상 두께를 가지는 지금의 공동주택과는 달리 층간소음 문제를 개선하기 위해서는 리모델링이 필수적이다.

공동주택의 리모델링은 노후화된 공동주택의 기능성을 높이거나 노후화된 시설을 개선하여 미적요소를 강화하는데 목적이 있다. 서울시의 재건축·재개발 정비사업 현황 자료에 따르면 2023년 3월 기준 조합설립인가를 받은 재건축·재개발 사업지는 150여 곳으로 집계되었다. 1970년대, 국가 주도의 산업화가 가속화되며 도시인구 비율이 급증하고 주택

수요가 증가하여 공동주택은 현재에 이르기까지 지속적으로 공급되어 왔다. 때문에 재건축 대상이 되는 공동주택은 2020년대부터 2030년대까지 상당수에 이를 것으로 보인다. 공동주택의 리모델링은 대수선과 소수선으로 구분할 수 있다. 건축법 제2조에서 개념 짓는 대수선은 건축물의 기둥, 보, 내력벽, 주계단 등의 구조나 외부형태를 수선·변경하거나 증설하는 것을 의미한다. 반면, 대수선 이외 범위에 해당하는 소수선은 구조체가 아닌 바닥구조, 천장구조 등을 수선하기에 비용과 시공면에서 이점을 갖는다. 때문에 노후 공동주택에서 층간소음 저감을 위해서는 바닥구조를 개선하는 등의 소수선 개선 방식을 활용하는 것이 합리적으로 판단된다.<sup>[5]</sup>

현재까지 주택법 및 하위 법령에 따라 리모델링 대상현장은 바닥충격음 성능검사 대상이 아니다. 슬래브 두께에 따른 바닥충격음 저감성능 연구결과에 따르면 슬래브 두께에 따라 충격음 저감정도과 더불어 결정 주파수대역에 차이가 발생되기 때문에 리모델링시 바닥충격음 저감을 위한 조치가 필요하다.<sup>[6]</sup> 또한, 노후 공동주택 바닥구성층 수선에 따른 충격음 차단성능 개선연구에 따르면 일정 수준 이상의 성능향상을 위해서는 수선의 규모 증가가 불가피하다는 결과가 발표된 바 있다.<sup>[7]</sup>

층간소음 저감을 위한 바닥구조 최적화 연구는 다양한 방면으로 이루어져 왔다. 기존 표준바닥구조를 구성하는 바닥표면마감재-마감모르타르-경량기포콘크리트-완충재-콘크리트 슬래브에 해당하는 각 요소에서 바닥충격음을 저감하기 위한 많은 연구들이 수행되어 왔다. 특히 모르타르는 밀도와 중량을 높여 바닥충격음을 저감시킬 수 있는 고중량 모르타르 개발 연구결과들이 제시되었다. 이러한 고중량 모르타르는 마감모르타르에 사용되기도 하며 완충재 시공 전 슬래브 상부에 타설하여 슬래브의 평활도 개선 및 두께 증가 효과를 기대할 수 있다.

이에 따라, 본 연구는 노후 공동주택 두 곳을 대상으로 세대 내 리모델링을 통해 바닥충격음 저감효과를 살펴보고자 하였다. 또한, 모르타르의 두께변화를 중심으로 기초모르타르와 마감모르타르의 두께 변화에 따른 바닥충격음 저감량을 살펴보고자 하였다.

## II. 기존 연구 고찰

바닥표면 마감재는 바닥표면 상부에 추가로 설치하는 바닥 매트 포함하여 Polyvinyl chloride(PVC) 류 마감재, 마루 등을 의미한다. 관련 연구로는 PVC 류 마감재와 바닥 매트를 혼합하여 실험실 조건에서 경량충격을 저감에 효과적이라는 연구가 진행된 바 있다.<sup>[8]</sup> 또한, 다양한 바닥표면마감재를 세대 내에서 발생하는 실제 충격원을 통해 비교한 연구결과 바닥표면마감재에 따라 충격음 저감에 효과적인 주파수 영역의 다름을 확인하였다.<sup>[9]</sup>

모르타르는 중량을 높이는 방식으로 연구된 바 있다. 경량기포콘크리트와 모르타르 대신 중량모르타르로 치환하여 시공 후 측정된 연구결과 중량충격음이 3 dB ~ 10 dB 저감되는 효과를 확인하였다.<sup>[10]</sup> 또한, 일반 모르타르의 단위용적질량에 비해 약 35% 증가시킨 초중량모르타르로 효과적인 바닥충격음 저감효과가 확인된 바 있다.<sup>[11]</sup> 이외에도 마감모르타르의 양생기간에 따라 4주차 까지 저감능능이 급격히 증가하고 모르타르의 물결합재비에 따라 70% 이상인 경우 52%일 때 보다 63 Hz에서 충격음 레벨이 5 dB 이상 증가되었다는 연구결과가 발표된 바 있다.<sup>[12,13]</sup>

바닥충격음 저감을 위해 가장 많이 연구되고 있는 완충재는 종류, 형태, 두께, 구성에 따라 저감능능의 차이가 난다. Ethylene Vinyl Acetate(EVA), Expanded Polystyrene(EPS), 페타이어 칩 등 다양한 소재를 통해 9가지 시료로 중량충격음 저감량을 시험한 결과, 복합소재 두께가 두꺼울수록 동탄성계수는 낮아지고 이로 인해 중량충격음 저감에 효과적이라는 연구결과가 발표된 바 있다.<sup>[14]</sup> 이는 완충재의 두께 및 구성에 따라 변하는 바닥충격음 저감 요인의 연구결과와 동일하다.<sup>[15]</sup> EVA 단일 재료에 대해 형상변환을 통해 바닥충격음의 저감능능 차이를 조사한 결과, 충격음의 주파수 특성에 따라 효과적인 형태 차이가 있음을 확인하였다.<sup>[16]</sup> 또한, 동일한 재료임에도 비율에 따라 바닥충격음 저감능능 향상을 확인한 연구결과가 확인되었다.<sup>[17,18]</sup>

경량기포콘크리트는 공동주택 바닥구조를 구성하는 요소로 배합비에 따른 연구 등이 진행된 바 있

다.<sup>[19]</sup> 다만, 마감모르타르를 중량모르타르로 대체하는 것과 같이 마감모르타르의 4분의 1정도로 가벼운 경량기포콘크리트가 중량충격음 저감을 기대하기 힘들다는 이유에서 일부 건설사들이 경량기포콘크리트를 타설하지 않고 마감모르타르를 두껍게 하거나 슬래브 두께 증가를 위해 기초모르타르로 대체하는 경우가 있다.<sup>[20,21]</sup> 일반적인 뜬바닥구조의 구성은 슬래브 상단에 완충재를 설치하고 기포콘크리트를 타설 후 마감 모르타르를 타설하거나 완충재 설치 후 바로 마감모르타르를 타설한다. 반면 기초모르타르는 완충재 설치 전 슬래브 상단에 직접 타설하는 모르타르를 의미하며 슬래브 보강 및 평활도 유지 역할을 한다.

콘크리트 슬래브 또한 바닥충격음 저감을 위해 벽식 및 혼합식 구조에서 슬래브 두께를 250 mm까지 증가시켜 적용하는 것을 계획하고 있다.<sup>[22]</sup> 기존 공동주택은 얇은 슬래브 두께의 한계로 신축 공동주택 수준의 바닥충격음 저감능능을 구현하기 어렵다. 이러한 이유에서 기존 공동주택의 리모델링 시 바닥충격음 차단능능 향상을 위한 현황 및 실태 파악에 관한 연구가 진행되어 가고 있다.<sup>[23]</sup>

이처럼 바닥충격음 저감을 위해 각 요소별로 많은 연구들이 이루어지고 있으며 천장구조에 방진달대를 적용하여 바닥충격음 및 진동가속도레벨을 효과적으로 저감하는 연구가 진행된 바 있으며 공명기형 천장 흡음체를 통해 천장상부 공기층의 영향을 최소화하고 100 Hz 이하 저주파 흡음을 목표로 한 연구결과가 발표된 바 있다.<sup>[24,25]</sup> 이외에도 천장구조물, 공동주택 구조체 및 슬래브 보강 등 공동주택 세대 내 다양한 구성요소별 바닥충격음을 저감시키고자 연구가 지속되고 있다.<sup>[26-28]</sup>

다만 현재까지 공동주택 세대 내의 기존바닥 구조를 해체하고 슬래브 두께를 유지한 채 새로운 바닥구조를 적용하였을 때 여러 세대를 대상으로 모르타르 등 구성요소의 변화에 따른 차이는 조사된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 세대 내 리모델링 시 기존바닥구조 대비 바닥충격음 저감능능 확보수준과 120 mm 이하 슬래브의 노후 공동주택에서 모르타르 두께 차이에 따른 바닥충격음 저감효과를 중점적으로 알아보고자 하였다.

### III. 연구 방법

본 연구에서 두 공동주택을 대상으로 리모델링을 세대 내에 적용하여 바닥충격음 저감성능을 평가하고자 하였다.

공동주택 세대 내에 적용할 수 있는 리모델링 방법은 아래와 같다. 중량(고밀도)모르타르 적용, 기초 모르타르 두께 변화, 완충재 변화, 마감 모르타르 두께 변화, 바닥표면마감재 변화, 천장구조 개선 등이 있다. 두 공동주택은 동일하게 중량모르타르를 적용하였으며 A 공동주택은 바닥구조개선, 바닥표면마감재 개선, 천장구조 개선 등의 방안을 적용하였으며 B 공동주택은 모르타르 두께 차이를 중심으로 바닥구조 및 바닥표면마감재만 개선하였다.

두 공동주택은 전용면적, 측정면적 등의 차이가 있지만 코어링 결과 슬래브 두께는 120 mm로 동일하였다. A 공동주택은 한 세대를 대상으로 기존바닥구조 철거 후 맨 슬래브 측정, 개선바닥구조 측정, 바닥표면마감재 시공 후 측정, 천장구조 개선 후 측정의 절차를 거쳤다. B 공동주택은 바닥구조 전체 두께는 동일하되 기초모르타르와 마감모르타르의 두께를 조정한 네 세대를 대상으로 기존바닥구조 철거 후 맨 슬래브 측정, 기초모르타르 타설 후, 완충재 시공 및 마감모르타르 타설 후, 바닥표면마감재 시공 후 측정하였다. A 공동주택과 B 공동주택의 측정간 비교사항은 Table 1에 나타낸 바와 같다.

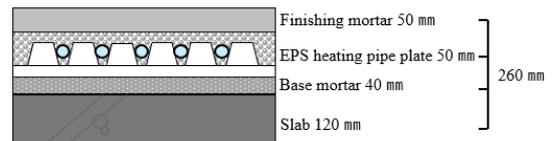
Table 1. Comparison between A apartment and B apartment.

Classification	A apartment	B apartment
Household area	40 m <sup>2</sup>	84 m <sup>2</sup>
Measurement area	11.6 m <sup>2</sup>	21.6 m <sup>2</sup>
Slab thickness	120 mm	
Number of measurement room	1	4
Measurement process	Existing floor	●
	Bare slab	●
	Base mortar (high density)	●
	Finishing mortar (high density)	●
	Floor finishes	●
	Ceiling structure	●

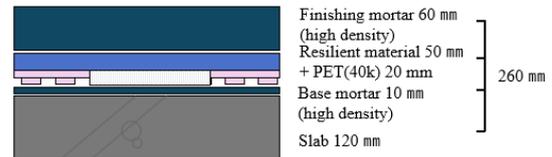
### 3.1 측정 대상 및 현장 조건

#### 3.1.1 A 공동주택(측정면적 11.6 m<sup>2</sup>)

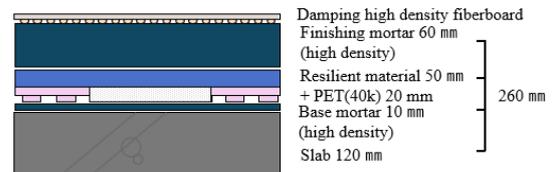
1986년 준공된 A 공동주택은 40 m<sup>2</sup>의 전용면적, 120mm의 얇은 슬래브 두께가 확인되었다. 바닥충격음 저감을 위한 요소기술을 적용하기 위해 세 단계를 진행하였다. 첫 번째로 기존 바닥구조를 제거하고 바닥구조를 개선하였다. 두 번째로 댄핑 강마루를 적용하여 마감층에서 바닥충격음 차단 성능을 개선하였다. 댄핑강마루는 도포 후 경화되는 에폭시 접착제 대신 양생이 되어도 탄성을 가지는 하이브리드 계 접착제를 말한다. 세 번째로 천장구조를 보강하여 하부 세대로 전달되는 바닥충격음을 저감하고자 하였다. 천장구조의 개선은 바닥구조 개선세대의 하부세대에서 수행하였으며 천장 마감 석고보드를 지지하는 기존 M Bar - Carrier Bar 대신 벽체 지지형 경량 철골 시스템과 천장 반자 내부 흡음재를 적용



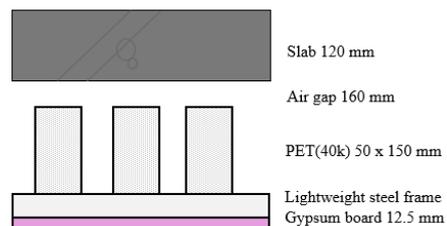
(a) Existing floor structure



(b) Remodeling floor structure



(c) Remodeling floor finishes



(d) Remodeling ceiling structure

Fig. 1. (Color available online) Floor structure of A apartment.

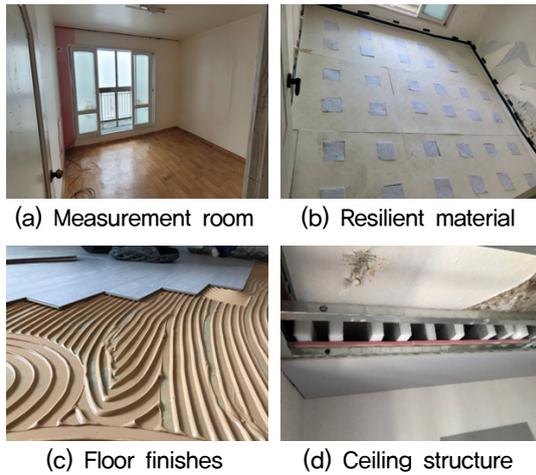


Fig. 2. (Color available online) Field conditions of A apartment.

하였다. A 공동주택의 기존 바닥구조와 리모델링 후 바닥구조는 Fig. 1에 나타낸 바와 같다. A 공동주택의 실험공간인 침실 1 내부 사진, 바닥구조 시공, 바닥표면마감재 시공 및 천장구조 시공 사진은 Fig. 2에 나타낸 바와 같다.

### 3.1.2 B 공동주택(측정면적 21.6 m<sup>2</sup>)

B 공동주택은 기존 바닥구조를 철거하고 바닥구조만 진행하였다. 리모델링 대상 B 공동주택은 1983년 준공되어 120 mm의 얇은 슬래브 두께로 건설되었다. 리모델링 대상 공동주택의 기존 바닥구조와 리모델링 후 바닥구조는 Fig. 3에 나타낸 바와 같다. 완충재 두께는 EPS, EVA 각 20 mm, 총 40 mm로 통일하고 바닥구조 총 두께는 250 mm로 기준하여 기초 모르타르와 마감 모르타르의 두께를 네 가지 경우로 변화를 주었다. 실제 공동주택 바닥구조 리모델링을 위해 동일 건물에서 84 m<sup>2</sup> 전용면적의 네 세대를 선정하였다. 측정하는 네 세대는 A세대부터 D세대로 나타내었으며, 각 세대의 바닥 구성요소별 두께는 Table 2에 나타낸 바와 같다.

### 3.2 측정 및 평가방법

측정방법은 KS F ISO 16283-2:2015 건물 및 건물 부재의 차음성능 현장측정방법에 의거하여 표준충격원인 태핑머신, 임팩트볼 사용하였다.<sup>[29]</sup> 바닥충격음 차단성능 평가는 KS F ISO 717-2:2020 건물 및 건

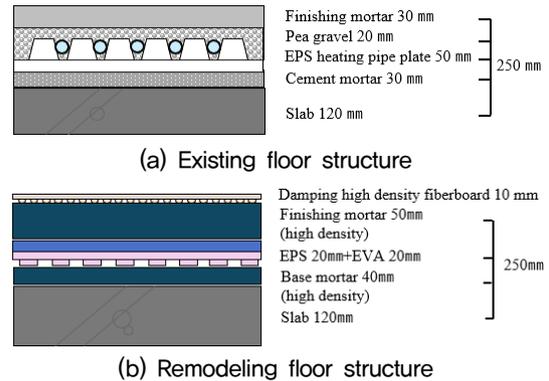


Fig. 3. (Color available online) Floor structure of B apartment.

Table 2. Thickness by floor components of B apartment.

Classification	Room A	Room B	Room C	Room D
Finishing mortar (High density)	40 mm	60 mm	50 mm	70 mm
EPS + EVA	20 mm + 20 mm			
Base mortar (High density)	50 mm	30 mm	40 mm	20 mm
Slab	120 mm			
Total thickness	250 mm			

물 부재의 차음성능 평가 방법에 따라 중량충격음은  $L'_{iA,Fmax}$ , 경량충격음은  $L'_{nT,w}$ 의 단일수치평가량으로 평가하였다.<sup>[30]</sup> KS F ISO 16283-2에 따라 현장에서 측정된 결과는 1/3 옥타브 대역 측정결과를 바탕으로 계산한 단일수치 평가량이다. 측정에 활용된 장비는 다채널 소음측정분석기(SA-02)를 사용하였으며 바닥충격음 차단성능 등급기준은 Table 3과 같다. A 공동주택은 과거 일반적인 공동주택의 특성상 세대 내에서 침실이 주된 면적을 차지하여 거실이 아닌 침실에서 측정이 이루어졌으며 면적은 11.6 m<sup>2</sup>로 확인하였다. 측정면적이 14 m<sup>2</sup> 미만이므로 벽체에서 0.5 m 이격된 위치에서 수음점 및 가진점을 선정하고 중앙 지점을 포함한 5개 지점에서 측정하였다. B 공동주택은 측정 대상 거실의 바닥면적이 21.6 m<sup>2</sup>이며 벽체에서 0.75 m 이격된 위치에서 수음점 및 가진점을 선정하고 중앙 지점을 포함하여 5개 지점에서 측정하였다. 측정세대의 평면조건과 수음점 위치는 Fig. 4와 같다.

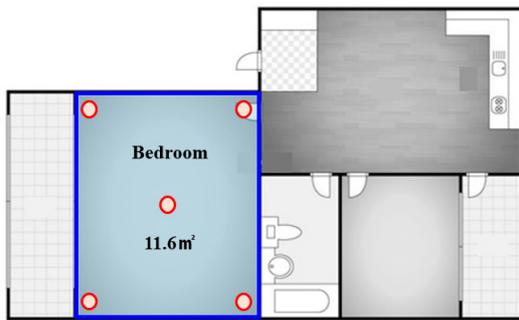
Table 3. Heavy and light-weight floor impact sound insulation performance grade standard.

(a) Heavy weight floor impact noise (dB)

Grade	$L'_{iA,Fmax}$
1	$L'_{iA,Fmax} \leq 37$
2	$37 < L'_{iA,Fmax} \leq 41$
3	$41 < L'_{iA,Fmax} \leq 45$
4	$45 < L'_{iA,Fmax} \leq 49$

(b) Light weight floor impact noise (dB)

Grade	$L'_{nT_w}$
1	$L'_{nT_w} \leq 37$
2	$37 < L'_{nT_w} \leq 41$
3	$41 < L'_{nT_w} \leq 45$
4	$45 < L'_{nT_w} \leq 49$



(a) A apartment



(b) B apartment

Fig. 4. (Color available online) Floor plan and sound receiving points.

#### IV. 바닥충격음 저감성능 분석

##### 4.1 A 공동주택(측정면적 11.6 m<sup>2</sup>)

중량충격음 측정결과 맨슬라브 대비 바닥구조 개선, 댄핑강마루 적용, 천장구조 보강에 따라 각각 19

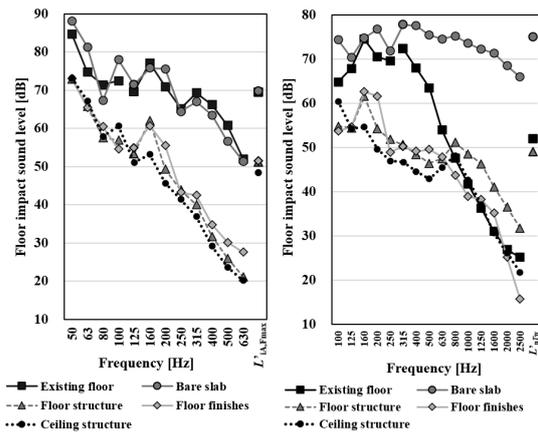
Table 4. Measurement results of the floor impact noise of A apartment.

(a) Heavy weight floor impact noise

Frequency (Hz)	63	125	250	500	$L'_{iA,Fmax}$	Variation
Existing floor structure	74.7	69.5	65.2	60.8	69	-
Bare slab	81.3	71.5	64.4	56.6	70	+1
Floor structure	65.7	53.3	43.9	26.0	51	-18
Floor finishes	65.4	54.8	43.3	30.2	51	-18
Ceiling structure	67.5	51.1	41.4	23.7	48	-21

(b) Light weight floor impact noise

Frequency (Hz)	125	250	500	1 k	2 k	$L'_{nT_w}$	Variation
Existing floor structure	68.0	69.7	63.6	41.7	26.9	52	-
Bare slab	70.4	71.9	75.5	73.6	68.5	75	+23
Floor structure	54.4	51.9	46.5	48.6	36.5	49	-3
Floor finishes	54.7	49.0	49.6	38.9	25.2	52	-
Ceiling structure	54.3	47.0	42.9	42.7	26.1	52	-



(a) Heavy weight floor impact noise (b) Light weight floor impact noise

Fig. 5. Measurement results of the floor impact noise of A apartment.

dB, 19 dB, 22 dB 저감되었다. 경량충격음 측정결과, 각 시공과정에 따라 26 dB, 23 dB, 23 dB 저감되었다.

공동주택 바닥충격음 차단성능 등급 기준과 비교하였을 때, 맨슬래브 측정결과 69 dB로 등급기준을 초과하였으며 천장구조까지 개선하였을 경우 중량충격음은 48 dB로 4등급의 성능을 확인하였다. 바닥구조 성능개선으로 기존 바닥구조 대비 중량충격음은 18 dB, 경량충격음은 3 dB 저감되었으며 천장 구조 개선으로 중량충격음이 3 dB 저감되는 것을 확인할 수 있었다. A 공동주택의 성능평가 결과는 Table 4와 Fig. 5에 나타낸 바와 같다.

### 4.2 B 공동주택(측정면적 21.6 m<sup>2</sup>)

#### 4.2.1 기존 바닥구조 측정

리모델링 이전 기존 바닥구조의 바닥충격음 차단 성능을 확인하였다. 중량충격음 측정결과, A세대부터 D세대까지 60 dB, 61 dB, 59 dB, 59 dB로 측정되었다. 경량충격음 측정결과, 57 dB, 58 dB, 54 dB, 54 dB로 측정되었다. 이는 중량충격음과 경량충격음 차단성능 등급기준 등급 외에 해당한다. 기존 바닥구조의 바닥충격음 측정결과는 Table 5와 Fig. 6에 나타낸 바와 같다.

#### 4.2.2 맨슬래브 측정

기존 바닥구조를 철거하고 맨슬래브의 바닥충격음을 확인하였다. 중량충격음 측정결과, A세대부터 D세대까지 60 dB, 57 dB, 56 dB, 56 dB로 측정되었다. 경량충격음 측정결과, 66 dB, 63 dB, 72 dB, 66 dB로 측정되었다. 이는 중량충격음과 경량충격음 차단성능 등급기준 등급 외에 해당된다. 맨슬래브의 바닥충격음 측정결과는 Table 6과 Fig. 7에 나타낸 바와 같다. 경량충격음은 기존바닥구조 대비 맨슬래브일 때 높게 측정되었으나, 중량충격음은 기존 바닥구조 대비 맨슬래브임에도 낮게 측정되는 경향을 보였다. 이는 슬래브 상부의 기존 레이어 구성이 오히려 중량충격음을 증폭시키는 것으로 확인되었다.

#### 4.2.3 기초모르타르 타설 후 측정

기초모르타르 타설 후 중량충격음 측정결과, A세대부터 D세대까지 55 dB, 56 dB, 54 dB, 52 dB로 측정되었다. 경량충격음 측정결과, 72 dB, 66 dB, 72 dB, 69 dB로 측정되었다. 이는 여전히 차단성능 등급기준

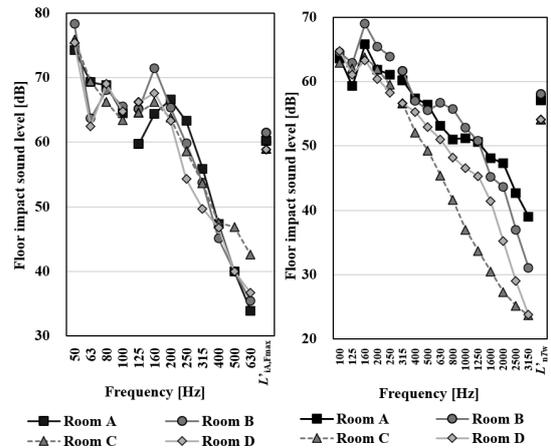
Table 5. Measurement results of the existing floor structure.

(a) Heavy weight floor impact noise (dB)

Frequency (Hz)	Room A	Room B	Room C	Room D
63	69.3	63.7	69.4	62.5
125	59.7	65.1	64.5	66.2
250	63.3	59.8	58.6	54.3
500	40.0	40.0	46.9	40.0
$L'_{iA,Fmax}$	60	61	59	59

(b) Light weight floor impact noise (dB)

Frequency (Hz)	Room A	Room B	Room C	Room D
125	59.3	62.9	62.0	61.1
250	61.1	63.9	59.5	58.3
500	56.4	55.5	49.3	52.9
1000	51.2	52.8	37.0	46.5
2000	47.3	43.6	27.3	35.2
$L'_{n7w}$	57	58	54	54



(a) Heavy weight floor impact noise

(b) Light weight floor impact noise

Fig. 6. Measurement results of the existing floor structure.

등급외에 해당하는 값이다. 맨슬래브 대비 중량충격음은 최대 5 dB 저감성능을 확인하였다. 기초모르타르 타설 후 바닥충격음 측정결과는 Table 7과 Fig. 8에 나타낸 바와 같다.

#### 4.2.4 마감모르타르 타설 후 측정

완충재 시공 및 마감모르타르 타설 후 중량충격음

Table 6. Measurement results of the bare slab.

(a) Heavy weight floor impact noise (dB)

Frequency (Hz)	Room A	Room B	Room C	Room D
63	70.7	67.4	68.4	69.6
125	58.1	60.6	58.8	58.5
250	58.1	55.8	55.0	51.7
500	49.8	40.8	44.7	40.9
$L'_{iA,Fmax}$	60	57	56	56
Variation	-	-4	-3	-3

(b) Light weight floor impact noise (dB)

Frequency (Hz)	Room A	Room B	Room C	Room D
125	59.5	60.5	59.9	58.9
250	66.4	65.4	64.5	61.1
500	65.6	60.5	64.4	59.7
1000	64.6	59.3	66.7	61.7
2000	61.0	56.6	66.2	59.2
$L'_{nT/w}$	66	63	72	66
Variation	+9	+5	+18	+12

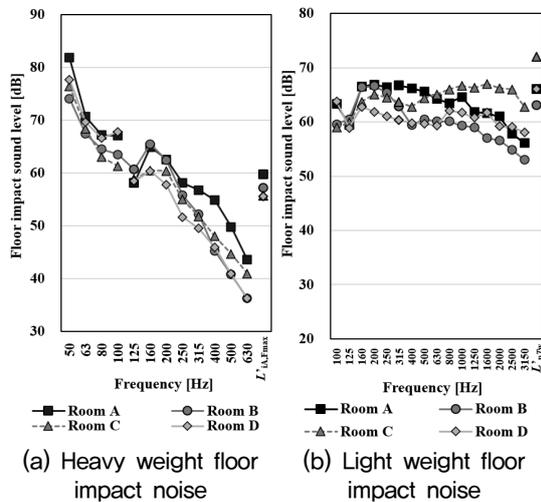


Fig. 7. Measurement results of the bare slab.

측정결과, A세대부터 D세대까지 47 dB, 46 dB, 48 dB, 45 dB로 측정되었다. 경량충격음 측정결과, 43 dB, 44 dB, 43 dB, 54 dB로 측정되었다. 중량충격음의 경우 D세대는 3등급, 이외의 세대는 4등급에 해당하며 경량충격음의 경우 D세대는 등급 외, 이외의 세대는 3등급에 해당된다. 이는 기초모르타르만 타설한 경우 대비 중량충격음은 최대 10 dB, 경량충격음은 최

Table 7. Measurement results of the base mortar.

(a) Heavy weight floor impact noise (dB)

Frequency (Hz)	Room A	Room B	Room C	Room D
63	67.9	64.4	66.2	64.0
125	53.9	58.2	57.2	54.6
250	53.7	56.3	51.5	49.4
500	44.9	41.4	43.8	39.2
$L'_{iA,Fmax}$	55	56	54	52
Variation	-5	-1	-2	-4

(b) Light weight floor impact noise (dB)

Frequency (Hz)	Room A	Room B	Room C	Room D
125	55.7	58.2	58.2	56.7
250	63.6	66.6	61.6	60.2
500	65.5	60.7	63.5	60.0
1000	66.8	60.1	65.4	61.9
2000	66.1	60.5	66.3	62.0
$L'_{nT/w}$	72	66	72	69
Variation	+6	+3	-	+3

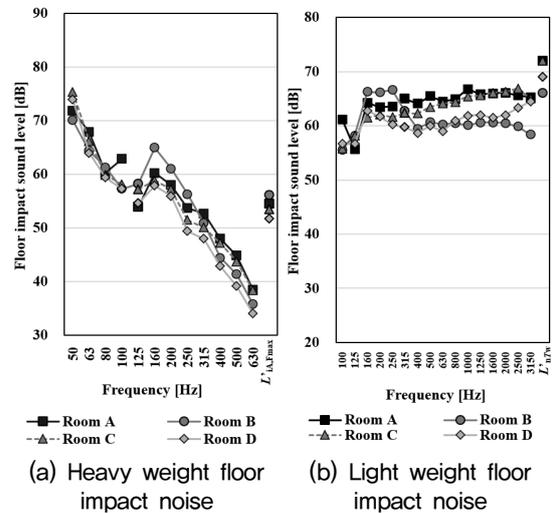


Fig. 8. Measurement results of the base mortar.

대 29 dB 저감된 수준이다. 마감모르타르 타설 후 바닥충격음 측정결과는 Table 8과 Fig. 9에 나타난 바와 같다.

#### 4.2.5 바닥표면마감재 시공 후 측정

탄성을 가진 마루 접착제를 사용한 바닥표면마감재 시공 후 바닥충격음 차단성능을 측정하였다. A세

Table 8. Measurement results of the finishing mortar.

(a) Heavy weight floor impact noise (dB)

Frequency (Hz)	Room A	Room B	Room C	Room D
63	66.5	62.7	66.2	63.4
125	50.3	50.4	52.3	45.8
250	38.6	40.6	40.4	38.0
500	24.9	26.0	32.0	31.4
$L'_{iA,Fmax}$	47	46	48	45
Variation	-8	-10	-6	-7

(b) Light weight floor impact noise (dB)

Frequency (Hz)	Room A	Room B	Room C	Room D
125	50.7	51.8	52.2	48.4
250	44.5	46.9	43.6	43.9
500	38.2	36.2	40.8	46.0
1000	34.7	29.6	39.6	49.4
2000	23.7	20.3	29.6	48.2
$L'_{nTw}$	43	44	43	54
Variation	-29	-22	-29	-15

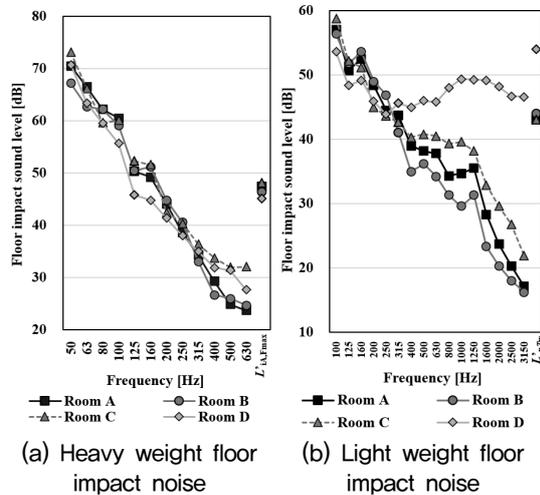


Fig. 9. Measurement results of the finishing mortar.

대와 C세대는 현장 사정에 의해 측정에서 제외되었다. 중량충격음은 B, D세대 모두 44 dB, 44 dB로 측정되었다. 경량충격음은 42 dB, 44 dB로 측정되었다. 중량충격음은 B세대와 D세대와 모두 3등급에 해당하였으며, 경량충격음도 B세대와 D세대 모두 3등급에 해당하였다. 댄핑 강마루 설치 후 바닥충격음 측정결과는 Table 9와 Fig. 10에 나타낸 바와 같다.

Table 9. Measurement results of the damping engineered wood flooring.

(a) Heavy weight floor impact noise (dB)

Frequency (Hz)	Room B	Room D
63	61.5	61.7
125	48.6	44.3
250	37.6	38.7
500	24.8	31.2
$L'_{iA,Fmax}$	44	44
Variation	-2	-1

(b) Light weight floor impact noise (dB)

Frequency (Hz)	Room B	Room D
125	50.4	47.0
250	45.6	44.8
500	42.6	47.4
1000	32.8	45.0
2000	19.3	29.6
$L'_{nTw}$	42	44
Variation	-2	-10

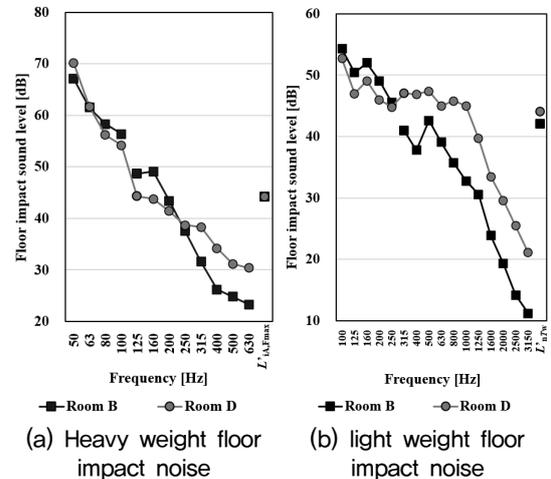


Fig. 10. Measurement results of the damping engineered wood flooring.

#### 4.2.6 소결

맨슬래브부터 마감모르타르 적용 시 각 시공과정에서의 저감량을 비교하였다. 중량충격음의 경우 맨슬래브에서 가장 큰 저감량을 보인 것은 기초모르타르가 가장 두껍게 타설된 A세대로 나타났다. 경량충격음은 기초모르타르 타설 시 맨슬래브 보다

Table 10. Comparison of measurement results according to mortar thickness.

(a) Heavy weight floor impact noise

Classification	Bare slab	Base mortar	Finishing Mortar
Room A (Base mortar 50 mm, Finishing mortar 40 mm)	60	55	47
Room B (Base mortar 30 mm, Finishing mortar 60 mm)	57	56	46
Room C (Base mortar 40 mm, Finishing mortar 50 mm)	56	54	48
Room D (Base mortar 20 mm, Finishing mortar 70 mm)	56	52	45

(b) Light weight floor impact noise

Classification	Bare slab	Base mortar	Finishing Mortar
Room A (Base mortar 50 mm, Finishing mortar 40 mm)	66	72	43
Room B (Base mortar 30 mm, Finishing mortar 60 mm)	63	66	44
Room C (Base mortar 40 mm, Finishing mortar 50 mm)	72	72	43
Room D (Base mortar 20 mm, Finishing mortar 70 mm)	66	69	54

높게 측정되었지만 기초모르타르가 두 번째로 두껍게 타설된 C세대만 증가하지 않았다. 마감모르타르 적용시 가장 낮은 측정값을 보인 경우, 중량충격음은 마감모르타르가 가장 두꺼운 D세대, 경량충격음은 두 번째로 얇은 C세대로 나타났다. 이를 통해, 중량충격음은 모르타르 두께에 영향을 받는 것을 확인할 수 있었다. 모르타르 두께에 따른 세대별 측정 결과는 Table 10에 나타난 바와 같다.

기존 바닥구조부터 댐핑 강마루까지 적용되고 중량충격음, 경량충격음의 등급이 가장 준수한 B세대를 대상으로 바닥충격음 저감량을 비교해보고자 하였다. 중량충격음은 기존 바닥구조에서 61 dB로 측정된 값이 리모델링 바닥구조를 적용한 경우 17 dB 저감된 44 dB로 바닥충격음 차단성능 등급 기준이 3

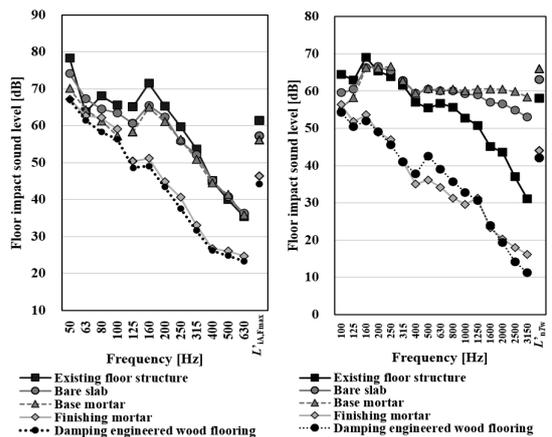
Table 11. Comparison based on the measurement process of Room B.

(a) Heavy weight floor impact noise

Frequency (Hz)	63	125	250	500	$L'_{iA, Fmax}$	Variation
Existing floor structure	63.7	65.1	59.8	40.0	61	-
Bare slab	67.4	60.6	55.8	40.8	57	-4
Base mortar	64.4	58.2	56.3	41.4	56	-5
Finishing Mortar	62.7	50.4	40.6	26.0	46	-15
Damping engineered wood flooring	61.5	48.6	37.6	24.8	44	-17

(b) light weight floor impact noise

Frequency (Hz)	125	250	500	1k	2k	$L'_{n7w}$	Variation
Existing floor structure	62.9	63.9	55.5	52.8	43.6	58	-
Bare slab	60.5	65.4	60.5	59.3	56.6	63	+5
Base mortar	58.2	66.6	60.7	60.1	60.5	66	+8
Finishing Mortar	51.8	46.9	36.2	29.6	20.3	44	-14
Damping engineered wood flooring	50.4	45.6	42.6	32.8	19.3	42	-16



(a) Heavy weight floor impact noise (b) Light weight floor impact noise

Fig. 11. Comparison based on the measurement process of Room B.

등급임을 확인하였다. 또한, 경량충격음은 기존 바닥구조에서 58 dB로 측정된 값이 리모델링 바닥 구

조를 적용한 경우 16 dB 저감된 42 dB로 바닥충격음 차단성능 등급 기준이 3등급임을 확인하였다. 중량 충격음의 경우 측정 순서에 따라 지속적인 저감 추세를 보였으나 경량충격음의 경우 마감모르타르 적용 전까지 기존 바닥구조 대비 충격음이 높게 측정되었다. B세대의 측정 결과는 Table 11과 Fig. 11에 나타낸 바와 같다.

## V. 결 론

본 연구는 슬래브 두께가 210 mm 이하에 해당하는 노후 공동주택을 대상으로 세대 내 바닥구조를 개선하고 모르타르 두께 차이를 두어 바닥충격음 저감성능을 확인해보고자 하였다. 네 세대를 대상으로 기초모르타르와 마감모르타르의 두께를 달리 하였고 기존 바닥구조부터 맨슬라브, 기초모르타르, 마감모르타르, 댐핑 강마루 설치 후 측정의 과정을 통해 측정된 바닥충격음으로 도출한 결론은 아래와 같다.

1. 슬래브 두께가 120 mm 이하에 해당하는 노후 공동주택에 대해서 바닥구조를 개선한 경우, 경량충격음과 중량충격음의 바닥충격음 차단성능 등급 기준이 등급외에서 3등급을 만족하는 등 바닥충격음 저감에 충분한 효과가 있음을 확인하였다.
2. A 공동주택의 경우 바닥표면마감재의 접착제의 완충성능은 확인되지 않았지만 천장구조를 개선하였을 때 63 Hz는 약 2 dB 증폭하였으나 125 Hz 이상의 주파수대역에서 2 dB 이상 저감하면서 단일 수치값이 3 dB 저감되는 것을 확인하였다. 이는 리모델링 사업지 뿐만 아니라 사후검사제도에서 성능 미달 시 천장 개선을 통한 성능 확보 연구가 계속되어야 할 것으로 보인다.
3. B 공동주택의 경우 기존 바닥구조가 A 공동주택보다 단일수치값이 낮게 확인되었다. 슬래브 두께는 동등한 수준으로 확인되었지만 측정 공간의 체적 차이와 구성된 바닥구조의 차이로 인한 것으로 판단된다.
4. B 공동주택에서 기존바닥구조 대비 맨슬라브에서 중량충격음은 0 dB~5 dB 저감되었으며 경량충

격음은 5 dB~18 dB 증가하였다. 이는 뜬바닥구조 구성 시 중량충격음은 일부 증폭하고, 경량충격음은 저감하는 경향을 보여준다.

5. B 공동주택에서 기초모르타르 타설 후 측정결과 기초모르타르가 50 mm로 가장 두껍게 타설한 세대에서 중량충격음이 5 dB 저감된 것을 확인하였으나 다른 세대에서는 그 경향성을 확인할 수 없었다. 이는 맨슬라브에서 슬래브의 평활도 차이로 인해 기초모르타르의 두께에 따른 저감량 차이의 경향이 나타나지 않은 것으로 보인다.
6. B 공동주택에서 마감모르타르 타설 후 측정결과 중량충격음은 6 dB~10 dB, 경량충격음은 15 dB~29 dB 저감되는 것을 확인하였다. 마감모르타르의 두께에 따른 중량충격음의 저감성능이 비례하지는 않았으며 충격원 특성을 고려한 모르타르와 완충재의 두께와 물성의 설계가 중요한 것으로 판단된다.
7. 강마루 시공 시 양생 후 경화하는 에폭시 접착제 대신 양생 후에 완충성능을 가진 하이브리드 계 접착제를 적용한 결과 중량충격음은 0 dB~3 dB, 경량충격음은 2 dB~10 dB 저감하는 것을 확인하였다. 충격이 발생하는 곳에서 완충성능을 부여했을 때, 바닥충격음이 1차적으로 저감된 것으로 보인다.
8. 중량충격음은 맨슬라브에서 기존 바닥구조대비 63 Hz에서 바닥충격음이 오히려 증폭되었다. 이는 기존 바닥구조의 레이어 구성에서 공진현상이 있었음이 예측된다. 경량충격음은 바닥구조마감시 마감모르타르 대비하여 500 Hz, 1,000 Hz에서 증가하였다. 이처럼 바닥구조를 형성하는 각 과정에서 발생하는 공진현상을 제어하고 저감하고자 하는 바닥충격음 주파수 특성에 적합한 재료를 활용하는 것이 바람직하다.

본 연구를 통해 노후 공동주택의 바닥구조를 개선하는 방식으로 바닥충격음 저감성능을 조사하였다.

바닥구조 개선을 통해 바닥충격음 차단성능이 등급 외에서 각 3등급 수준으로 차단성능이 개선되는 것을 확인하였다. 현재 210 mm 두께의 바닥슬래브 조건과 달리 과거 120 mm의 바닥슬래브의 노후 공

동주택에서 3등급 성능이 확인된 것은 상당히 고무적이다.

연구 과정에서 과거 공동주택들은 벽식구조 외에도 기둥식, 라멘구조 등 다양한 구조로 시공되었으며 평면의 크기에 따라 형태도 다양하여 현재 대부분 벽식구조 기준으로 개발된 바닥구조의 주파수대역 특성과 성능의 경향과는 다소 다를 것으로 예측되며 본 연구에서 진행한 A, B 공동주택 역시 수습세대의 음장 조건의 차이로 인해 결과 값에 영향을 준 것으로 보인다. 앞으로 슬래브 두께, 구조 형식, 바닥 마감 및 천장 구조 등에 있어 다양하고 많은 실험데이터 도출을 통해 저감 성능의 경향과 검증이 이루어져야 한다.

본 연구는 바닥충격음 저감을 위한 많은 요소가 적용될 수 있는 신축 공동주택과 달리 제한된 조건에서의 노후 공동주택을 대상으로 바닥충격음 저감 성능 적용 가능성을 확인한 것에 의미가 있다. 뿐만 아니라 사후검사제도가 도입된 현재 보강방법의 대안으로 검토될 수도 있을 것이다. 본 연구와 같이 노후 공동주택의 바닥충격음 저감을 위한 연구가 지속된다면 신축 공동주택의 층간소음 문제 해결과 더불어 기존 공동주택의 층간소음 문제를 해결하는데 큰 도움이 될 것으로 보여진다.

## References

1. Ministry of Land Infrastructure and Transport, "Certification and inspection standards of floor impact sound insulation structures in apartments," Rep., 2023-494, 2023.
2. J. O. Yeon, "Current status of post-performance verification system for floor impact sound in apartment houses" (in Korean), Proc. AIK Annual Spring Conference, **42**, 368 (2022).
3. H. K. Shin, "2025-2034 research roadmap for floor impact noise" (in Korean), Noise and Vib. **34**, 41-46 (2023).
4. The Board of Audit and Inspection of Korea "Operation status of apartment floor impact noise reduction system," Audit. Rep., 2019.
5. J. Y. Chung, "Minor repair technology using floor covering to reduce floor impact sound" (in Korean), Archit. Sci. Rev. **67**, 41-44 (2023).
6. C. G. Cho, C. Y. Yun, and M. J. Kim, "Comparison of heavy-weight impact sound pressure level according to slab thickness and floor area" (in Korean), J. Korean Soc. Living Environ. Sys. **22**, 768-776 (2015).
7. S. T. Kim, H. M. Cho, and M. J. Kim, "Study on improvement of floor impact sound insulation performance in repairing floor layers of aged apartment" (in Korean), Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng. **29**, 206-215 (2019).
8. D. H. Mun, G. G. Song, C. S. Lee, and H. G. Park, "Reduction of floor impact noise and impact force for pvc floor covering and floor mat" (in Korean), Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng. **24**, 501-508 (2014).
9. J. O. Yeon, M. J. Kim, and S. C. Lee, "Evaluation methods of transmitted impact sound reduction by floor covering materials using real impact source and heavy-weight impact sound" (in Korean), J. KIAEBS, **12**, 361-372 (2018).
10. Y. S. Chun, B. S. Lee, M.H. Jun, and D. H. Lee, "Evaluation of the performance of heavy-weight mortar-based buffer-type floor structure against floor impact sound" (in Korean), Proc. KCI Annual Spring Conf. 385-386 (2017).
11. H. S. Kim and J. S. Ha, "Reduction technology of noise between floors in floor structures using ultra-weight mortar" (in Korean), Proc. KCI Annual Autumn Conf. 525-526 (2022).
12. B. S. Koo, S. S. Hong, S. T. Kim, and M. J. Kim, "Analysis of heavy-weight impact sound insulation during curing period of floor finishing mortar in apartment building" (in Korean), J. KIAEBS, **18**, 61-71 (2024).
13. W. H. Lee and C. H. Haan, "Characteristics of the floor impact sound by water to binder ratio of mortar" (in Korean), J. Acoust. Soc. Kr. **40**, 671-677 (2021).
14. K. W. Kim, G. C. Jeong, and J. Y. Sohn, "Evaluation of the dynamic stiffness and heavy-weight floor impact sound reduction by composition of resilient materials" (in Korean), Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng. **18**, 247-254 (2008).
15. J. K. Ryu, G. Jeong, J. Lee, and H. Kim, "Effect of thickness and composition of isolator for standardized floor structure on floor impact sound level" (in Korean), Proc. KSNVE, 382-383 (2013).
16. J. Lee, S. M. Lee, and C. H. Hann, "Investigation of the level difference of floor impact noises through the shape variation of EVA resilient materials with composite floor structure" (in Korean), J. Acoust. Soc. Kr. **43**, 60-71 (2024).
17. B. S. Koo, B. K. Lee, and S. S. Hong, "Developed plaster type of floor insulation material for remodel apartment" (in Korean), Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng. **4**, 267 (2018).

18. B. S. Koo, B. K. Lee, and S. S. Hong, "Analysis of reduction method of floor impact noise in remodeling apartment" (in Korean), *Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng.* **11**, 176 (2020).
19. C. Y. Yun, J. H. Jeong, and M. J. Kim, "The effect of aerated concrete containing foam glass aggregate on the floor impact sound insulation" (in Korean), *Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng.* **23**, 414-422 (2013).
20. HYUNDAI E&C, "Heavy mortar composition for flooring," Patent: 10-2447340, 2022.
21. DL E&C, Floor "Structure for reducing floor impact sound," Patent: 10-2023-0011071, 2023.
22. *Korea Land and Housing Corporation*, [https://www.lh.or.kr/gallery.es?mid=a10502000000&bid=0003&list\\_no=11377&act=view](https://www.lh.or.kr/gallery.es?mid=a10502000000&bid=0003&list_no=11377&act=view), (Last viewed March 14, 2024).
23. Y. H. Kim, M. J. Kim, and G. G. Song, "Current conditions of floor impact noise reduction performances of the existing apartment buildings to be remodelled with design criteria" (in Korean), *Proc. AIK Annual Spring Conf.* **42**, 359-362 (2022).
24. D. H. Hong, S. T. Kim, and M. J. Kim, "Reduction in floor impact sound and vibration acceleration levels of ceiling structure" (in Korean), *Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng.* **34**, 374-384 (2024).
25. H. S. Song, J. K. Ryu, Y. H. Kim, G. G. Song, and W. H. Lee, "Effect of an resonator absorber in the ceiling on floor impact sound level," *Proc. Joint Conf. by KSNVE, ASK and KSME(DC)*, 338 (2017).
26. H. K. Shin and K. W. Kim, "Analysis effects of perforated gypsum board ceiling structure for floor impact sound reduction" (in Korean), *Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng.* **29**, 511-517 (2019).
27. S. T. Kim, H. M. Cho, and M. J. Kim, "Effects of wall-to-wall supported ceilings on impact sound insulation for use in residential buildings," *Buildings.* **11**, 587 (2021).
28. D. H. Mun, Y. K. Oh, G. C. Jeong, and H. G. Kim, "Floor impact noise level for concrete slab integrated with floor finishing layers" (in Korean), *Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng.* **26**, 130-140 (2016).
29. KS F ISO 16283-2:2015, *Acoustics - Field Measurement of Sound Insulation in Buildings and of Building Elements - Part 2: Impact Sound Insulation*, 2017.
30. KS F ISO 717-2:2020, *Acoustics - Rating of Sound Insulation in Buildings and of Building Elements - Part 2: Impact Sound Insulation*, 2022.

## 저자 약력

### ▶ 홍 성 신 (Seong-Shin Hong)



2013년 2월 : 충북대학교 건축공학과 학사  
 2015년 2월 : 충북대학교 건축공학과 석사  
 2021년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 건축공학과 박사과정  
 2017년 9월 ~ 현재 : DLI앤씨 미래기술센터 차장

### ▶ 이 승 민 (Seung-Min Lee)



2022년 2월 : 충북대학교 건축공학과 학사  
 2023년 2월 : 충북대학교 건축공학과 석사  
 2023년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 건축공학과 박사과정

### ▶ 한 찬 훈 (Chan-Hoon Haan)



1983년 2월 : 홍익대학교 건축학과 학사  
 1985년 2월 : 연세대학교 건축공학과 석사  
 1994년 6월 : University of Sydney Ph.D  
 1999년 ~ 2000년 : Salford Univ. 연구교수  
 1994년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 건축공학과 교수