

# 바닥충격음 차단을 위한 뜬바닥 구조의 진동응답특성에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Vibration Response Characteristics of Floating Floor Systems for Heavyweight Impact Noise Reduction.

최경석<sup>1</sup> · 석원균<sup>2</sup> · 목지욱<sup>3</sup> · 신이섭<sup>4</sup> · 김형준<sup>5</sup> · 김정진<sup>6\*</sup>

Choi, Kyung-Suk<sup>1</sup> · Seok, Won-Kyun<sup>2</sup> · Mauk, Ji-Wook<sup>3</sup> · Shin, Yi-Seop<sup>4</sup> · Kim, Hyung-Joon<sup>5</sup> · Kim, Jeong-Jin<sup>6\*</sup>

**Abstract :** A floating floor generally consists of mortar bed separated from the structural RC slab by a continuous resilient layer. It is known that the floating floors are a type of vibration-isolation system to improve the impact sound insulation performance. However, some researchers have demonstrated that the amplification of vibration response at a specific range of frequencies results in an increase in the impact sound level. This study carried out the forced vibration tests to obtain the frequency response function (FRF) of a floating floor compared with a bare RC slab. Test results shows that the additional peak occur in vibrational spectrum of the floating floor except natural vibration modes of the bare RC slab. This is because the relatively flexible resilient material and mass of the mortar bed offer an additional degree of freedom in the structural system. Therefore, it could be efficient for reduction of floor impact vibration and noise to control the additional mode frequency and response of floating floors.

**키워드 :** 바닥충격음, 뜬바닥 구조, 주파수응답함수

**Keywords :** heavyweight floor impact noise, floating floor, frequency response function

### 1. 서론

뜬바닥 구조는 슬래브 상부에 완충재, 기포콘크리트, 마감 몰탈의 적층 구조로 구성되기 때문에, 맨바닥 구조와 다른 진동 응답 특성을 보인다. 뜬바닥 구조는 일종의 방진시스템으로 상부에서 가려진 진동이 중간에 위치한 완충재에 의해 저감되어 바닥충격음 성능이 향상되는 것으로 알려져 있다. 하지만 일부 연구 결과에서는 뜬바닥 구조가 일부 주파수 대역에서 진동 응답이 증폭되는 현상이 발생하였으며, 이로 인해 바닥충격음 역시 증폭되는 것으로 확인되었다[1,2].

본 연구에서는 일반적인 공동주택을 대상으로 임팩트 해머 충격 시험을 통해 맨바닥 구조와 뜬바닥 구조의 주파수 응답함수(Frequency Response Function, FRF)를 비교·분석하였으며, 이를 바탕으로 뜬바닥 구조의 고유한 동특성을 파악하였다.

### 2. 뜬바닥 구조의 진동 응답 특성

#### 2.1 임팩트 해머 충격 시험 개요

임팩트 해머 충격 시험은 그림 1과 같은 평면의 벽식 구조로 시공된 공동주택의 거실에서 수행하였다. 거실 모서리에 위치한 벽체 및 창호로부터 각각 750mm 떨어진 지점에 임팩트 해머를 가력하였고, 진동 가속도 계측 센서는 슬래브 중앙부 하부면에 설치하였다. 시험은 총 4회 수행하였고, 각 구조 시스템별로 맨바닥 측정을 우선 수행한 후, 뜬바닥 시공 이후 추가 시험을 수행하였다. 뜬바닥 구조는 RC 슬래브 210mm, 완충재 40mm, 마감몰탈 70mm로 구성하였다.

#### 2.2 바닥 구조별 주파수 응답함수 결과

그림 2에 임팩트 해머 충격 시험 결과인 가속도 주파수 응답 함수, 이너턴스(inertia)를 나타내었다. 여기서 회색 및 검정 선은 각각 맨바닥 및 뜬바닥 구조의 이너턴스를 의미한다.

바닥 구조별 이너턴스를 비교하면, 뜬바닥 구조의 1, 2차 모드의 고유 진동수가 맨바닥 구조의 1, 2차 모드 고유 진동수보다 대략

1) 롯데건설(주) 기술연구원, 책임연구원  
2) 롯데건설(주) 기술연구원, 원장  
3) 롯데건설(주) 기술연구원, 선임연구원  
4) 서울시립대학교 건축공학과, 박사과정  
5) 서울시립대학교 건축공학과, 교수  
6) 롯데건설(주) 기술연구원, 수석연구원, 교신저자(jeongjin.kim@lotte.net)

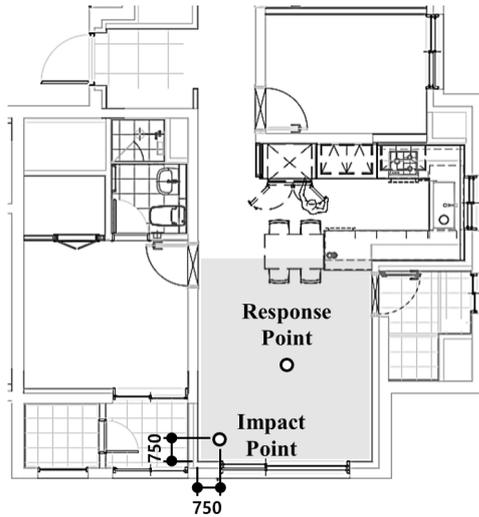


그림 1. 시험 세대 평면

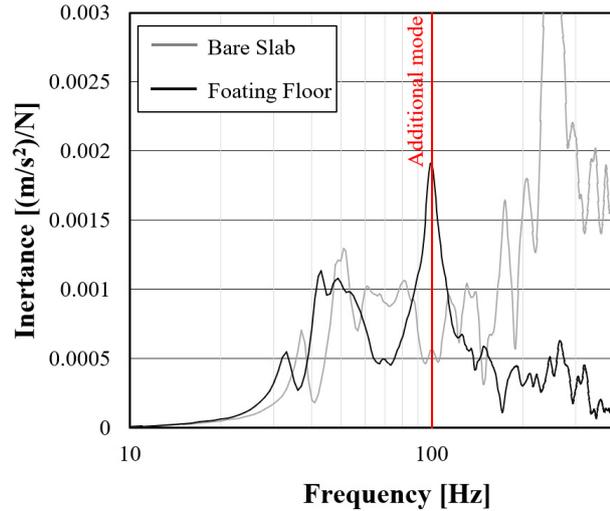


그림 2. 가속도 주파수 응답 함수(이너턴스)

5Hz 정도 감소하는 것으로 나타났으며, 3차 이후 고차 모드에서 상당한 진동 응답의 차이가 발생하였다.

맨바닥 구조는 1차 모드 이후 다수의 고유 모드 진동수에서 응답이 증폭되는 현상을 보이며, 고주파수 대역으로 갈수록 응답이 전반적으로 증가한다. 반면 뜬바닥 구조는 1차 모드 이후 특정 진동수에서 응답이 증폭한 이후 그 이상 진동수에서는 응답이 점차 감소하는 특성을 보인다. 뜬바닥 구조의 응답이 증폭하는 특정 진동수는 맨바닥 구조와 달리 완충재, 마감 몰탈에 의한 영향으로 추가적인 진동 응답 모드가 발생한 것으로 나타났다. 뜬바닥 구조에서 발생하는 추가 모드 진동수는 100Hz로 확인되었다.

결과적으로 뜬바닥 구조는 주파수가 커짐에 따라 진동 응답이 감소하는 특성으로 인해 2kHz 주파수 대역까지 고려하는 경량 바닥 충격음을 효과적으로 저감 가능할 것으로 예상된다. 반면, 중량 바닥충격음 측면에서는 상대적으로 저주파수 대역에서의 응답이 큰 영향을 미치기 때문에, 뜬바닥 구조의 추가 진동 모드 발생으로 인해 저감 효과가 미미하거나 오히려 증폭될 가능성이 있다. 따라서 중량 바닥충격음을 효과적으로 저감시키기 위해서는 뜬바닥 구조로 인해 발생하는 추가 모드의 주파수 및 응답을 제어하여야 한다.

### 3. 결론

본 연구에서는 뜬바닥 구조의 진동 응답 특성을 파악하기 위해 임팩트 해머 충격 시험을 수행한 후 주파수 응답 함수를 산출하였으며 맨바닥 구조의 주파수 응답 함수와 비교, 분석하였다. 시험 결과, 뜬바닥 구조는 맨바닥 구조의 고유 모드 이외에 추가 진동 모드가 발생하는 것으로 나타났다. 이는 맨바닥 구조 상부에 상대적으로 강성이 작은 완충재와 몰탈의 질량체 역할로 인해 자유도가 증가하는 방진 구조와 동일한 물리적 특성을 가지기 때문이다. 따라서 추가 진동 모드의 주파수 및 응답 제어를 통해 효과적으로 진동 및 바닥충격음을 저감 할 수 있을 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 논문은 2023년 롯데건설(주)의 연구과제인 “바닥구조 동특성 분석 및 해석 기법 정립”의 일환으로 수행된 연구 결과임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

### 참고문헌

1. 문대호. 공동주택의 바닥충격음 영향요인 분석. 서울대학교. 2015.
2. 양홍석, 김태민. 공동주택 뜬바닥 구조층 구성에 따른 바닥충격음 차단성능 실험적 연구. 한국소음진동공학회논문집. 2020. 제30권 2호. p. 119-128.