완충재의 시공결함과 경량충격음 편차에 관한 사례 연구

A Case Study of the Relationship between the Defects of resilient materials and the deviation of Light-weight Floor Impact Noise

성요한[1*] · 김진식[2] · 김혜원[3] · 조성준[4]
Seong, Yo-Han[1*] · Kim, Jin-Sik[2] · Kim, Hye-won[3] · Cho, Seong-Jun[4]

Abstract : The floating floor is a structure which introduced to reduce the noise of apartment houses. This structure can decrease vibration energy through resilient materials. However, it is limited to completely construct resilient materials in South Korea due to floor heating structure and other reasons. And It is a controversial issue how well the resilient materials should be constructed to prevent floor impact noise. These resilient defect areas are typically found in wall corners, door sills, hot water dispenser in kitchen and areas where thermal insulation is attached. This study investigates the acoustical effect of the defect areas in two ways. First, it is analyzed by several assumption conditions and calculated how much deviation would occur. Then we researched the deviation of the 76 field test data about light-weight floor impact noise. This study could be useful for a constructor to determine how much should minimize resilient materials defect areas.

키워드 : 뜬바닥구조, 경량충격음, 완충재
Keywords : floating floor, light-weight floor impact noise, resilient material

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

본 논문은 뜬바닥구조 현장 시공 시 같은 형태의 바닥구조임에도 불구하고 경량충격음의 편차가 발생하는 원인을 분석하기 위한 연구로서, 완충재의 시공 수준 따라 경량충격음의 편차가 어느 정도로 발생하는지를 분석하기 위한 사례 연구이다. 경량충격음의 편차를 계산하기 위해서 가정조건을 수립하고, 76개의 현장 측정자료를 활용하여 경량충격음의 편차를 분석하고자 하였다.

현장 시공 시에는 완충재가 완벽하게 설치되기에 어려운 장소가 다소 존재하며, 특히 바닥난방이 필수 조건인 우리나라의 공동주택에서는 완충재 시공의 어려움이 더 크게 작용하게 된다. 이러한 완충재의 결함 부위는 일반적으로 벽의 모서리 부분이나 문틀, 단열재 부착 부위, 단열재와의 접촉 부위 등에서 주로 발생한다. 층간소음의 시공 시 성능저하를 최소화하기 위해서는 뜬바닥구조에서 완충재를 어느 수준으로 시공해야 바닥충격음을 충분히 차단할 수 있는지를 분석하는 것이 필요하다.

기존 연구에 의하면, 경량충격음의 성능은 구조적·재료적 특성보다는 완충재로 구성되는 뜬바닥구조와 바닥마감재의 종류에 의한 영향을 더 크게 받는 것으로 조사된다[1,2]. 뜬바닥 구조는 주파수가 높을수록, 특히 뜬바닥구조로 형성된 공진주파수보다 높아질수록 더 효과적으로 진동소음을 차단하게 된다[3]. 경량충격음의 평가지표는 250 ~ 1kHz 주파수 대역에 의한 영향이 높으므로[4], 완충재 시공결함은 경량충격음의 중·고주파수 대역에서 성능 편차를 일으키는 요인이 될 것으로 판단된다.

2. 완충재 시공결함에 의한 뜬바닥 구조의 편차 분석

2.1 완충재 시공결함을 고려한 뜬바닥 구조의 감쇠레벨 산출

완충재의 시공결함에 의한 경량충격음 편차를 분석하기 위해서, 다음과 같은 가정조건을 세워 표 1과 같이 산출하였다.

- 이상적인 바닥구조는 완충재에 의해 뜬바닥 구조를 구성하고 있고, 100Hz 이하에서 공진주파수가 형성되며, 1/1 옥타 브 밴드 기준 125Hz 대역 이상부터 선형적으로 저감 효과를 갖는 바닥구조로 가정한다. 완충재에 의한 감쇠량은 125Hz 대역 이상에서 선형적이고, 옥타브밴드 당 -6 dB의 저감 효과를 갖는 것으로 가정한다.
- 완충재 결함부위는 거실 바닥면적 대비 비율로서 계산되며, 음교현상에 의해 0 dB의 저감효과를 갖는 것으로 가정한다. 완충재

1) 우미건설(주) 건설부문 품질기술, 대리, 교신저자(syh@wm.co.kr)
2) 우미건설(주) 건설부문 품질기술, 팀장
3) 우미건설(주) 건설부문 건축기술,상무
4) 우미건설(주) 건설부문, 대표

결함부위의 발생위치는 고려하지 않는다. 즉, 진동의 점성감쇠나 기하학적 감쇠는 고려하지 않는다.

- 완충재 시공결함을 고려한 뜬바닥구조의 옥타브밴드 당 감쇠레벨은 면적 비율을 사용하여 평균 값을 산출한다.

표 1. 완충재 시공결함에 의한 뜬바닥구조의 감쇠레벨 편차 계산자료

완충재 시공결함 면적비율 [%]	뜬바닥구조의 1/1 옥타브밴드 별 감쇠레벨 계산자료 [dB]				
	125 Hz 대역	250 Hz 대역	500 Hz 대역	1,000 Hz 대역	2,000 Hz 대역
0% (이상적인 구조)	−6	−12	−18	−24	−30
1%	−5.9 (0.1 하락)	−11.4 (0.6 하락)	−15.9 (2.1 하락)	−18.6 (5.4 하락)	−19.6 (10.4 하락)
2%	−5.7 (0.3 하락)	−10.9 (1.1 하락)	−14.5 (3.5 하락)	−16.2 (7.8 하락)	−16.8 (13.2 하락)
3%	−5.6 (0.4 하락)	−10.4 (1.6 하락)	−13.4 (4.6 하락)	−14.7 (9.3 하락)	−15.1 (14.9 하락)
4%	−5.5 (0.5 하락)	−10.0 (2.0 하락)	−12.6 (5.4 하락)	−13.6 (10.4 하락)	−13.9 (16.1 하락)
5%	−5.4 (0.6 하락)	−9.6 (2.4 하락)	−11.9 (6.1 하락)	−12.7 (11.3 하락)	−12.9 (17.1 하락)

2.2 경량충격음 측정자료 분석

측정 대상 바닥구조는 210mm 슬래브에 EPS 완충재 + 경량기포콘크리트 + 몰탈로 구성되어 있으며, 바닥마감재는 강마루이다. 경량충격음레벨은 개정된 기준에 따라 잔향시간이 보정된 1/1 옥타브밴드 별 표준화 바닥충격음레벨을 사용하였다[5]. 각 주파수 대역별 측정자료의 편차는 그림 1과 같다.

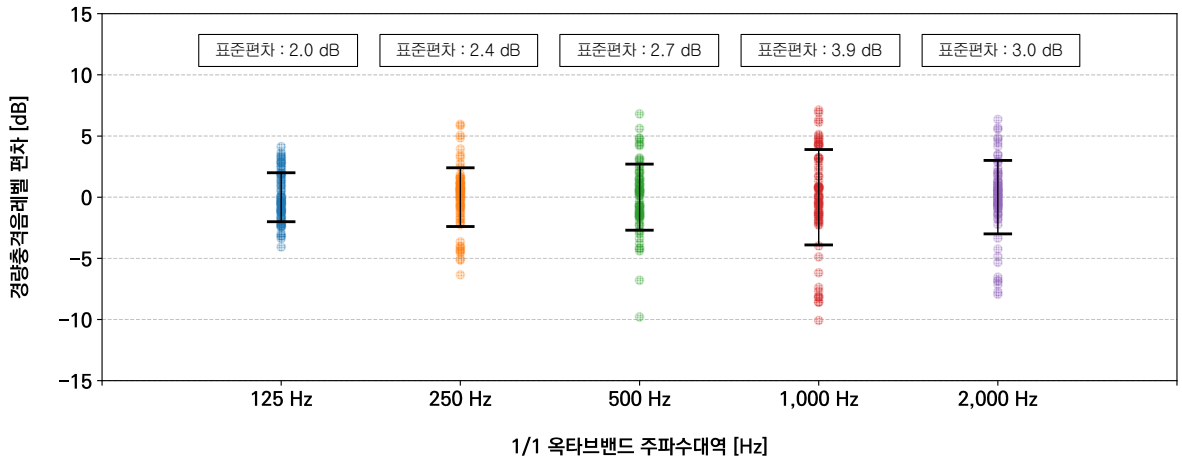

그림 1. 76개 현장의 주파수대역 별 경량충격음 레벨 편차 그래프 자료

3. 결 론

완충재 시공결함에 의한 경량충격음레벨의 편차를 검토한 결과, 주파수 대역이 높을수록 감쇠성능의 하락폭이 높으며, 이로 인해 편차가 더 크게 발생할 수 있음을 확인하였다. 따라서 주파수 대역이 높은 1,000 Hz 대역으로 인한 경량충격음 성능하락이 가장 유효하게 작용할 것으로 예상된다. 현장 측정결과 역시 주파수 대역이 높아질수록 편차가 높게 발생하고 있음을 확인하였으며, 1,000 Hz 대역에서의 표준편차는 약 3.9 dB로 산출되었다. 단, 2,000 Hz 대역은 바닥충격음 레벨이 25 ~ 40 dB 수준으로 낮아서, 배경소음의 영향 등으로 인해 1,000 Hz 대역보다 편차가 더 적게 발생하는 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 문종욱, 박선욱. 공동주택 층간차음 개선을 위한 실물평가 연구. 대한건축학회연합논문집. 2014. 제16권 2호. p. 109-116.
2. 이원학, 한찬훈. 마감모르타르 물결합재비에 따른 바닥충격음 특성 변화. 한국음향학회지. 2021. 제40권 6호. p. 671-677.
3. Jens Holger Rindel. Sound Insulation in Buildings. CRC Press. 2017. p. 275-312.
4. 김 경우, 신혜경. 경량충격음 차단성능 평가지표 및 주파수 대역별 상관성 분석. 한국소음진동공학회논문집. 2019. 제29권 55호. p. 617-623.
5. KS F ISO717-2:2020. 음향-건물 및 건물 부재의 차음 성능 평가 방법-제2부:바닥 충격음 차단 성능.