

표준 시험동과 아파트 현장 간의 소음 및 진동 분석

An analysis of the floor impact sound and vibration by a standard experimental building and apartment building

이재익, *박찬용, **배상준, **안기용, *이정희, **이준근, **김정호

Lee Jae Ik, Park Chan yong, Bae Sang Jun, Ann Ki Yong, Lee Jung Hee, Lee Jun Keun, Kim Jung Ho

1. 서론

1980년 이후 급속하게 건설이 증가한 공동주택은 현재는 전체 보급 주택의 약 50% 이상을 차지하고 있으며, 매년 평균 약 40만호 이상이 건설되고 있는 실정이다. 그러나 우리나라의 공동 주택은 콘크리트로 이루어진 온돌 바닥구조로서 벽체 및 바닥이 서로 연결되어 콘크리트에 충격이 가하여질 때 발생하는 고체전달음이 콘크리트 자체의 진동감쇠능력의 부족으로 아래층에 쉽게 전달되는 특성이 있다. 공동 주택에서의 이러한 고체 전달음은 위층에서 뛰는 소리, 물건을 떨어뜨리는 소리 등으로 빈번히 거주자의 귀를 거슬리게 한다. 따라서 바닥 충격음의 차음 성능 확보는 거주자에게 쾌적한 공간을 제공해 준다는 측면에서 매우 중요하다. 하지만 현행 공동 주택 바닥 구조의 특성을 고려할 때 바닥 충격음의 문제를 근본적으로 해결하는데 많은 어려움이 있다. 이런 문제가 대두되면서 건설 교통부에서는 바닥 충격음 문제를 줄여주기 위한 방편으로 '주택건설기준 등에 관한 규정 제 14조 제 3항'의 규정을 구체적인 성능 기준을 정하여 개정을 추진하였다. 그러나 국내 공동 주택의 구조형식인 벽식 구조의 습식 온돌시스템에서는 성능 개선 한계가 있어 현행 법적 기준 (중량 50dB, 경량 58dB)을 표준 시험동에서는 만족하더라도 모든 아파트 현장에서는 그 성능을 구현하기 힘든 상황이다. 표준 시험동과 아파트 현장 간의 충격음 차이 발생 인자를 도출하고 아파트 현장에서 우수한 충격음 성능을 나타내는 제품 개발 기술은 본 연구 분야에서 핵심 기술이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 표준 시험동 두 곳과 아파트 현장 한 곳 간의 충격음 / 진동 가속도 차이를 분석하여 최적의 충격음 저감재 설계를 도출하기 위한 기본 자료로 활용하고자 하는데 그 목적이 있다.

2. 본론

2.1 바닥 충격음 측정 및 방법

표준 시험동과 아파트 현장 간의 충격음 성능 분석을 위해 표준 시험동 2 곳과 아파트 현장 1 곳에서 bare slab 및 당사가 개발한 완충구조에 대해 바닥 충격음 레벨과 진동 가속도를 측정하였다.

Table 1. 시험동 & 아파트 현장 구조

공동 주택	Slab 두께	벽체 두께	치수
표준 시험동 A	180	180	4.5m x 5.1m
표준 시험동 B	180	200	4.5m x 5.1m
아파트 현장 A	180	180	33 PY

바닥 충격음은 KS F 2801-2에 의하여 중량 충격음을 측정하였다. 충격원 가진 위치는 벽으로부터 0.75m 떨어진 바닥 평면 내로 중앙점 포함 5지점을 선정하였다. 수음실에서 마이크로폰의 위치는 가진 위치와 동일하게 벽으로부터 0.75m 떨어진 바닥 평면 내로 중앙점 포함 5지점을 선정하고 측정된 옥타브밴드 중심주파수별 최대 음압 레벨의 에너지 평균 값을 바닥 충격음 레벨로 하였다. 또한 가진에 따른 진동 가속도를 측정하기 위해 중앙점을 포함하여 벽으로부터 0.75m 떨어진 수음실 천장 내로 9개의 가속도계를 설치하였다. 바닥 충격음의 성능 평가는 KS F 2810-2에 의해 측정된 옥타브밴드 중심 주파수 63 ~ 500 Hz 의 바닥 충격음 레벨 값에 기준곡선을 이동시켰을 때 기준 곡선의 500Hz 대역에 있어서의 값을 단일 수치로 평가하였다.

2.2 측정 결과 및 분석

(1) Bare slab 측정

두 개의 표준 시험동과 아파트 현장의 bare slab 의 바닥 충격음 성능을 측정한 결과 같은 slab 두께와 동일한 형태임에도 불구하고 두 시험동 간 그리고 시험동과 아파트 현장 간에 큰 차이를 보였다.

표준 시험동 A 의 경우 중량 충격음이 57~58 dB,

† 교신저자: LS 전선 중앙 연구소
E-mail : lj18322@lscable.com
Tel : (031) 450-8388, Fax : (031) 450-8268

* LS 전선 중앙 연구소
** LS 전선 연구소, 생산기술 센터

표준 시험동 B 의 경우 51~52 dB 로 각각 다른 충격음 성능을 보였다. 주파수 band 별로 분석 결과 500 Hz band 에서는 거의 같은 성능을 나타냈지만 63 ~ 250 Hz band 에서는 각 주파수 band 별로 5 ~ 11 dB 정도의 차이를 나타냈다. 특히, 63Hz band 에서 두 시험동 간 차이가 약 11 dB 로 가장 큰 차이를 보였다. 또한 아파트 현장 A 의 경우 중량 충격음이 51 ~ 52 dB 로 표준 시험동 B 와 유사했지만 63 Hz band 에서는 6 ~ 7 dB 정도 높고 다른 주파수 band 에서는 낮은 특성을 나타냈다.

(2) 충격음 저감재 설치 후 측정 결과

2 가지 표준 시험동과 아파트 현장에서 측정 결과 Fig 1 과 같은 각 주파수 band 별 삽입 손실을 보였다. 저주파수 대역에서의 소음 저감은 63Hz band 가 가장 큰 표준 시험동 A 에서 가장 크게 나타났으며 아파트 현장 A 에서 전 주파수 대역에서 가장 작은 삽입 손실을 나타냈다

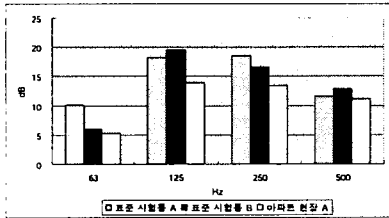


Fig.1 저감재 시공 후 주파수 별 충격음 삽입 손실

시험동 A, B 와 아파트 현장 A 간의 주파수 별 삽입 손실 차이를 확인하기 위해 중앙점 가진 시 발생하는 진동 가속도와 벽체 부근의 진동 가속도를 비교한 결과 시험동 A 와 아파트 현장 A 는 중앙 가진 시 발생하는 진동 가속도와 벽체 부근 가진 시 발생하는 진동 가속도의 차가 시험동 B 의 경우에 비해 상대적으로 작게 나타났다. 보통 구속 조건이 취약한 중앙부를 가진하였을 때 가장 큰 진동 가속도가 발생되고 상대적으로 구속 조건이 우수한 벽 근처를 가진 하였을 경우 낮은 진동 가속도가 발생할 것으로 생각되나 시험동 A 와 아파트 현장 A 의 경우 중앙부와 큰 차이가 없는 것은 벽과 slab 간의 구속 조건이 취약한 slab 구조를 가지고 있기 때문이라 판단된다. 특히, 아파트 현장 A 의 경우 부엌이 거실과 연결되어 위치하므로 2 면만 구속되어 3 면이 구속된 시험동에 비해 벽체 근처에서 상대적으로 높은 진동 가속도가 나타난 것으로 생각된다.

3. 결 론

본 연구에는 표준 시험동과 아파트 현장 간 충격음

성능 차이를 분석하기 위해 2 개의 시험동과 신축 공사 중인 아파트 현장에서 동일한 자재를 시공한 후 충격음 성능 및 진동 가속도를 측정하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 완충재를 적용하지 않은 Bare slab의 경우 두 시험동의 slab의 두께, 면적, 형태 등이 거의 동일 하지만 전혀 다른 충격음 특성 및 진동 특성을 보였다. 충격음 분석 결과 중앙점 가진 시 발생하는 소음의 크기와 벽체 근처를 가진하였을 때 발생하는 소음의 크기 차이가 두 시험동에서 상이했으며 각 가진 위치에 따른 진동 가속도를 분석한 결과 벽체와 slab 간 구속 조건의 차이에 기인한 것이 충격음 차이를 발생시키는 요인 중 하나로 추정하였다. 또한 시험동과 아파트 현장의 bare slab의 충격음 특성과 진동 특성도 큰 차이를 보였는데 이것 또한 아파트 현장의 벽체 구속이 2 면인 것에 비해 시험동은 3면으로 구속 조건 차이 및 건물 구조, 면적, 콘크리트 강도 등에 의한 것으로 판단된다.
- 2) 저감재를 적용한 경우 bare slab에 의한 각 건물들의 충격음 및 진동 특성이 반영되어 나타난 것으로 보인다. 시험동 A와 아파트 현장 A는 그들의 slab에서 나타난 것처럼 중앙점 가진 시 발생하는 진동 및 소음이 벽체 부근 가진 시에 발생하는 것들과 큰 차이를 보이지 않았고 시험동 B의 경우 중앙점과 벽체 부근과 차이를 보였다. 이것 또한 벽체 구속 조건의 차이에 의한 것으로 추정되지만 중앙점 가진 시 발생하는 소음 저감량은 시험동 B와 아파트 현장 A가 거의 유사하였고 진동 저감량은 아파트 현장이 작은 것을 확인할 수 있었는데 이것은 수음실 형태나 용적에 따른 room mode에 의한 것이 요인이 될 수 있을 것으로 추정된다.