

복합지지구조를 가진 뜬바닥 시스템 Floating Floor of Multi-Supporting System

■ 박영환* · 정환돈** · 오호진***

Park, Young Hwan , Jeong, Hwan Don , Oh, Ho Jin

Key Words : Floor Impact Noise(바닥충격음), Floating Floor (뜬바닥), Multi-Supporting System(복합지지구조), Shock-Absorbing Material(완충재)

ABSTRACT

In this research, we suggest the effective technique that the thickness of slab isn't increased, and considering proper shock absorbing material and supporting point, we make the floating floor which has multi-supporting system floating floor. As the result, it is effective in reduction of heavy weight system as well as one of light weight

1. 서 론

연간 공동주택형태의 주택 보급량이 30만호에 이르고, 공동주택의 리모델링에 있어서도 바닥 온돌층의 보수와 더불어 적용이 가능하기 때문에, 바닥충격을 저감제품의 시장이 조만간 연간 약 1조원 가까이 될 것으로 전망될 뿐만 아니라, 공동주택 건설업체에 있어서도 층간소음방지 방안이 분양 및 수주에 중요사항으로 부각될 것으로 예상되어, 현재 여러 분야에서 다양한 층간소음저감재료와 공법의 연구개발이 한창이다. 여기서 신중하여야 할 것은 시장이 큰 만큼 당분간 다양한 제품과의 경쟁을 고려하여야 할 것이며, 대량생산이기 때문에 설비투자에 대한 리스크 등을 고려하여, 시장을 바라보는 욕심보다는 저비용, 고성능, 환경변화에 대한 성능의 안정성, 시공성, 공간 및 하중의 제약성 최소화, 안전성, 바닥 크랙 및 냄새 발생의 원인제거 등의 필요성능에 대한 지속적인 개발 노력을 통하여 진행되어야 할 것이다. 물론

재료나 공법을 통하여 층간소음을 완벽하게 차단하는 것은 한계가 있기 때문에 이웃 간에 이해하고 조심하는 분위기 조성과 이를 위한 공동주택의 공동개선이 가장 시급하다고 생각된다.

최근 공동주택의 층간소음이 사회적으로 문제화되어감에 따라 정부는 내년 4월부터 층간소음에 대한 규제를 입법 예고하였다. 층간소음의 저감을 위한 다양한 대책을 주택건설사 및 완충재 제조사 등을 중심으로 많은 제품과 방안이 연구되고 제시되어 왔으나 현재까지 나타난 대책방안은 경량충격음에 대한 저감에 있어서는 우수한 효과를 보이고 있으나 중량충격음에 대한 대안은 구조용 슬래브를 늘이는데 그치고 있다.

본 연구에서는 슬래브의 두께를 증가시키지 않고 다양한 완충재를 사용한 복합지지구조를 가진 뜬바닥(Floating Floor)을 만들어 경량은 물론 중량충격음 저감에 있어서 효율적인 저감기술을 제시하고자 한다.

2. 층간소음 저감방안

2.1 개요

층간소음 저감방안은 일반적으로 슬래브 바닥의 두께를 늘이거나 밀도를 높여 중량화(重量化)하는 방법, 강성을 높이는 재료나 구조로 하는 방법, 완충재를 사용한 뜬바닥 구

* 남산방음(주) 층간소음연구소

E-mail : nanovic@korea.com

Tel : (02) 3431-2232, Fax : (0303) 103-2232

** 남산방음(주) 층간소음연구소 소장

*** 남산방음(주) 층간소음연구소 선임연구원

조를 형성하는 방법, 유연한 바닥감재를 사용하는 방법, 하부 층의 천장 및 벽체를 차음구조로 하여 상부 층 슬래브로부터 전달되는 음을 추가적으로 차단하는 방법 등에 대책으로 제시되고 있다.

충격음은 충격력, 슬래브의 탄성 및 저항계수, 밀도, 두께, 경계조건, 하부 층의 크기, 흡음력 등에 따라 달라지며 차음성능에 대한 질량법칙 특성과 마찬가지로 저주파수 대역에서는 저감효과가 적고 고주파로 갈수록 저감효과가 크게 나타나는 특성을 나타낸다.

일반적으로 공동주택에 있어서 슬래브의 재료는 콘크리트로 정해져 있으며, 두께를 늘려서 충격음을 개선하는 것은 공간적, 구조적, 경제적 문제 때문에 층간소음 저감방법은 뜬바닥 구조를 대안으로 삼아왔으나, 최근에 뜬바닥 구조가 중량충격음에 대한 실제 저감효과가 적거나 오히려 부정적 영향을 준다는 결과가 나오고 있어 슬래브의 두께를 늘이는 방안이 제시되고 있다.

2.2 기존의 뜬바닥 구조

일반적으로 뜬바닥 구조는 높은 차음성능을 요구하는 기실, 녹음스튜디오, 소음 측정실 등의 바닥방음방법이다. 이 방법을 공동주택에 적용할 경우 다음과 같은 제한점이 있으며 이에 따른 문제점 <표-1>과 같다.

<표-1> 공동주택용 뜬바닥 구조의 제한점과 문제점

제한점	문제점
뜬바닥의 두께 100mm 내외	강성 및 강도 보강 한계
온돌과 단열 기능구조	마감재(카펫, 다다미) 사용을 통한 대책의 한계
고정하중(뜬바닥+가구 등)이 크다	유연한 층간소음저감재의 압밀현상
주요 충격음 아이들 뛰는 소리 (중량충격음)	층간소음저감재의 차음성능 저조
공법: 시공성, 경제성, 하자요인 제거	적용 가능한 공법의 한계

뜬바닥 구조를 구성하는 것은 가장 일반적인 층간소음 저감방법으로 알려져 있으나 기존의 뜬바닥 구조는 어린이 뛰는 소음과 같은 중량충격음을 저감시키기에는 한계가 있다. 물론 하부 층의 벽체와 천장의 추가적인 차음시공에 의해서도 저감효과를 증대시킬 수 있으나 저감효과 대비 비용의 파다, 내부사용 공간 축소 등은 해결해야 될 문제로 판단된다. 또한 충격원의 충격위치가 실 중앙부일 경우에 비해 단부일 때 벽체 등에 의한 주변구속의 영향으로 천장면의 음방사가 크게 저하되며 이러한 충격위치에 따른 음방사 저하는 중량충격원에서 두드러지게 나타난다. 최근 페 타이어 칩, E.V.A, PE, 글라스파이버, 스티로폼, 글라스울, 폴크 도

는 이들을 조합한 다층구조의 재료 등 다양한 층간소음 방지재료가 개발되고 있으나 아직까지는 차단성능에 대한 만족스러운 개선효과를 얻지 못하고 있는 실정이다.

완충재의 탄성계수가 큰 경우 중량충격원의 충격력을 제대로 흡수하지 못하고 하부 구조 층(콘크리트 슬래브)으로 전달하여 효율적인 저감효과를 거두지 못하고, 탄성계수가 작은 경우는 상부 온돌 층(기포콘크리트, 배관 및 모르타르) 및 가구 등의 고정하중에 눌러 압축된 상태로 중량충격원의 충격력을 받게 됨으로써 탄성계수가 큰 경우와 비슷한 결과를 보이게 된다.

또한 탄성계수가 작은 재료를 두껍게 깔았을 경우 저감효과는 다소 증가되지만 비용증가, 크랙발생, 고정하중의 편중에 따른 기울임, 보습감 등의 문제가 발생되어 현실적용에 한계가 있다.

최근에는 차선택으로 바닥 구조용 슬래브의 두께를 늘이거나 강성을 증가시키는 방법을 중량충격음을 줄이는 방안을 검토하고 있지만 추가비용 문제와 더불어 구조 및 공간적 제한이 따르고 있어 특히 고층인 아파트의 경우에 있어서는 현실적용에 어려움이 있다.

기존의 공동주택용 뜬바닥 구조의 특성을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 슬래브 전체면적에 동일탄성계수의 재료분포
 - ② 충격력 지속시간이 긴 중량충격음에 대한 차단성능 저조
 - ③ 고정하중과 충격하중의 차이가 크기 때문에 적정탄성계수의 적용이 어려움
 - ④ 슬래브 전체적으로 충격력이 전달되어 발생소음도가 크다
 - ⑤ 중량충격음의 경우 저음역의 소음이 발생되어 저감대책이 어렵다
 - ⑥ 하부 층 벽체에서의 고체전달음 방사가 크다.(천장의 기여도와 유사한 수준)
 - ⑦ 저감재료 개발위주의 기술에 국한
- 이에 따라 경량충격음에 대해서는 소음저감효과를 가질 수 있으나 중량충격음에 있어서는 소음저감효과를 기대하기 어려운 현실이다.

3. 복합 지지구조의 뜬바닥

3.1 개요

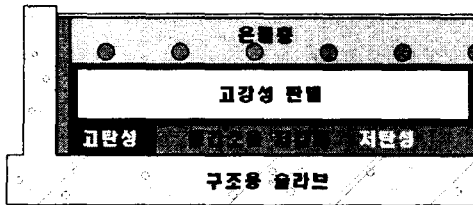
복합지지구조는 기존의 방법에서 동일한 탄성계수의 재료를 전체 면에 균일하게 분포시킴으로 실질적인 뜬바닥 구조를 이루지 못했던 층간소음 저감기술에 대한 한계점을 극복하기 위해 새로운 구조적인 방법을 제시한다.

바닥의 평면적인 위치별로 탄성계수가 다른 완충재를 분포시켜 보다 효과적인 뜬바닥 구조를 이루도록 한다. 무거

운 중량인 상부 온돌 층의 고정하중은 바닥 면의 가장자리에 고 탄성계수의 재료를 위치시켜 지지하도록 하고 가장자리 이외의 부분은 저 탄성계수의 재료를 위치시켜 상대적으로 가벼운 중량의 충격하중의 흡수, 슬래브의 처짐 방지와 단열층의 역할을 하도록 구성한다. 따라서 바닥의 어느 곳에서 충격을 가하더라도 하부 층으로의 전달은 벽에 의하여 구속되어 강성이 큰 가장자리 부위로만 전달이 되기 때문에 음 방사효율이 떨어져 슬래브 상부 충격음이 하부 층에서 음 방사되는 것을 최소화하는 구조가 된다.

3.2 구성

복합지지의 뜬바닥 시스템은 온돌 층, 고 강성 판넬로 이루어진 뜬바닥, 고 탄성계수의 매트, 저 탄성계수의 매트(충간소음 저감재) 및 벽체와의 절연을 위한 절연재로 이루어진다.



[그림-1] 복합지지의 뜬바닥 시스템의 구성

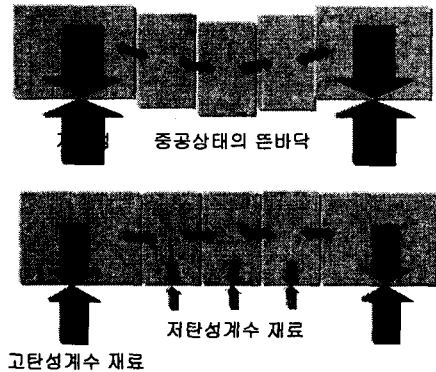
고 강성 판넬은 표면에 섬유질이 포함된 고화재 판막을 입힌 EPS 심재로 만들어져 있다. 고 강성 판넬의 고화재 판막은 상부 뜬바닥의 하중을 지지점으로 전달하는 역할을 한다. 고 강성 판넬의 EPS 심재는 상부 온돌 층에서 발생한 열의 하부로 전달을 차단하는 단열재의 역할을 한다. 고 탄성계수의 매트는 단성계수가 비교적 큰 EVA를 사용한다. 고 탄성계수의 매트는 상부 뜬바닥을 지지하는 주요 역할을 하며 상부에서 발생하는 충격음의 대부분을 전달하는 매질이 된다. 저 탄성계수의 매트는 상부 뜬바닥 층의 처짐 및 균열을 방지하고 상부에서 발생하는 충격음이 하부 슬래브 면에 직접 전달될 때 발생하는 방사음을 차단하는 역할을 한다. 절연재는 뜬바닥 층의 충격음이 벽체로 전달되는 것을 차단한다.

3.3 특징

충간소음의 차단을 위한 뜬바닥 구조를 중량이 큰 고정하중과 중량이 작은 충격하중으로 구분하여 부담토록 하여 각각의 하중에 적합한 탄성계수를 가진 재료로 분리하여 적용하고 고체음의 전달부가 되는 지지점(고탄성계수의 재료)을 슬래브의 가장자리 부위에 두어 하부 층으로 충격음 전달이

최소화 되도록 한다.

즉, 슬래브 중앙부분에 충격력이 가해지더라도 중앙부위의 상부(온돌) 슬래브와 하부(구조) 슬래브가 저탄성계수의 재료에 의해 진동 절연된 구조(실질적인 뜬바닥 구조)를 이루고 있기 때문에 충격력은 주로 가장자리에 위치한 고탄성계수의 재료 부분을 통해서 하부 슬래브에 전달되게 되며 슬래브의 주변부는 벽체에 의하여 구속되어 있기 때문에 강성이 매우 커서 소음의 발생을 줄일 뿐 아니라 하부 층 벽체로의 고체음전달도 줄여주기 때문에 기존의 뜬바닥 구조의 성능적 한계점을 개선할 수 있다.



[그림-2] 복합지지의 뜬바닥 시스템의 개요

또한 고 강성 판넬을 개발하여 적용함으로써 기존 공법의 축열층(기포콘크리트)을 대체하여, 단열효과 증대(50T 스티로폼의 단열성), 공기 단축(기포콘크리트 양생기간), 경량화(m^2 당 65kg 감소)를 이룰 수 있을 것으로 기대된다.

4. 결론

본 연구는 기존의 뜬바닥 구조의 성능적 한계점을 개선하여 중량충격음에 대해서도 우수한 차음성능을 가질 뿐만 아니라 타 공법 및 제품과 비교했을 때 단열성능의 향상, 건축물의 경량화 및 공기절감 등 실용적인 면에서도 우수한 기술을 제안하고자 하였다.

후 기

향후 본 연구의 결과로 적용될 충간소음 저감재료는 특별한 특성의 재료를 새롭게 개발하는 것이 아니라 기존의 재료를 중 해당 물성에 적절한 대상들을 찾아 다양한 슬래브 조건(크기, 재질, 두께 등)에 따른 적합성을 검토하여, 최선의 지지모델(지지 위치 및 재료)을 도출하기 위한 실험 및

평가와 결과의 DB화를 통해 적용하고자 한다.

참 고 문 헌

- (1) 장재희, 1999, 한국소음진동공학회 1999년도 건축물의 소음·진동현상 및 저감대책 세미나
- (2) 김선우 외, 1990. 4, 대한건축학회 논문집, "바닥충격음 차음성능기준 및 등급화에 관한 연구 (1), 차음성능 결정요인 분석을 중심으로"

(3) 장길수, 1991. 8, "청감실험에 의한 공동주택 바닥충격음 차음성능 평가방법 연구," 전남대 박사학위논문

(4) 김명준, 1999. 6, 한양대 박사학위논문, "공동주택 바닥충격음의 부위별 전달특성 평가"

(5) 대한주택공사 주택연구소, 1996. 9, "은돌시스템 개발연구", "바닥충격음의 차음성능기준"