



특집

층간소음

천장구조 개선을 통한 층간소음 저감

김 경 호*
(KCC 중앙연구소)

1. 머리말

국내의 공동주택 보급률은 지속적으로 증가하고 있는 추세이지만 대표적으로 사용되는 바닥구조는 대량시공에 적합한 완충재를 사용한 뜬바닥 구조가 일반적이다. 또한 바닥충격음의 차단성능을 법으로 규제하여 그 성능에 제한을 두고 있지만 실험실에서 인정받은 차단성능이 현장에서는 재현되지 않는 등의 문제가 발생하여 규제제도의 실효성에도 많은 의문점이 존재하는 실정이다. 완충재를 적용한 뜬바닥 공법이 충격음을 차단하지 못하는 주요 원인은 첫째, 저주파수 대역에 공진을 발생시켜 충격음을 저감 효과를 악화시킨다는 것이다. 둘째, 직하층 세대에 설치되는 천장의 공기층에서 에어스프링 작용에 의해 마찬가지로 저주파 대역의 충격음이 증폭되어 직하층 세대에 더 크게 전달되는 문제가 발생된다.

특히 직하층 세대의 천장에 의해 증폭되는 현상은 법 개정과 맞물려서 더 큰 문제로 대두되었는데, 소방시설 및 설치 유지에 관한 법률 시행령 별표에 따르면 층수가 11층 이상인 특정소방대상물의 경우 전층에 스프링 쿨러를 설치하도록 의무화하는 규정을 신설했다(2008.12.15.). 또한 건축설비 기준 등에 관한 규칙(2002.02)에 따르면 100세대 이상 공동주택에 대해 자연환기 설비 또는 강제환기 설비 설치가 의무화 되었다. 따라서 최근 공동주택에서는 스프링쿨러와 환기유닛의 덕트를 설치하기 위해 천장에 목재틀이나 경량철골을 이용하여 최소

180 mm이상의 공기층을 형성한다. 그러나 기존 주택에서는 보통 30 mm 내외의 공간을 확보한 후 천장 석고보드를 시공하기 때문에 충격음 증폭현상이 큰 문제가 되지 않았지만 스프링쿨러와 환기유닛 설치를 위해 200 mm 정도의 공간을 확보함에 따라 충격음 증폭현상은 큰 문제로 지적되고 있다. 따라서 이 글에서는 천장 공기층이 바닥충격음 성능 저하에 미치는 영향력을 평가하고 그 대안을 제시해 보기로 한다.

2. 실험개요

2.1 실험 조건

먼저 천장 공기층의 크기에 따른 충격음 증폭현상에 대해서 분석해 보았다. 먼저 천장 공기층이 없는 조건과 천장 공기층이 200 mm 설치된 조건에서의 바닥충격음 차단성능을 평가했다. 천장구조는 그림 2와 같이 목재를 이용하여 200 mm의 공간을 두고 석고보드 9.5 mm 1겹으로 마감하였다. 또한 천장 공기층의 에어스프링 작용이 방지하기 위해서 석고보드 표면을 타공처리한 후 바닥충격음 성능을 평가해보았다.

그리고 나서 에어스프링을 방지할 수 있는 하부층 천장 공법을 제시하고 충격음 차단성능을 평가해 보기로 한다. 이 글에서 제시하고 있는 하부층 천장 공법은 천장 내부에 갇혀 있는 공기가 소통될 수 있도록 우물천장과 천장물딩에 통기성을 부여하는데 초점을 맞추었으며 자세한 형상은 시험결과에

* E-mail : khkim92@kccworld.co.kr / Tel : (031)288-3374

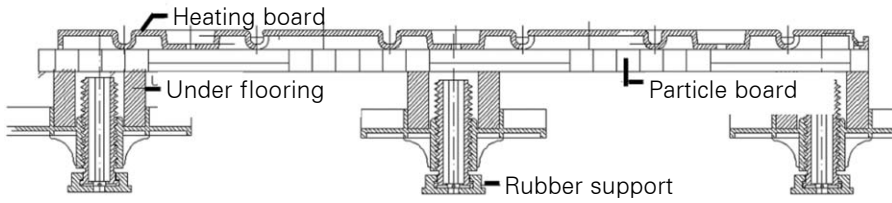


그림 1 건식 이중바닥의 단면도



그림 2 하부층 세대의 천장에 석고보드를 시공한 후 표면에 타공을 하는 장면

서 소개하기로 한다.

또한 이 글에서는 상층세대의 바닥에 기존의 완충재가 적용되는 뜬바닥구조 대신 국책과제로 수행중인 건식 이중바닥구조를 적용하여 진행하였다. 실험에 사용된 구조는 그림 1과 같이 일정한 간격의 고무 지지각을 목재 장선으로 연결하여 상부에는 PB(파티클 보드) 18 mm와 골판지 보드가 얹혀지는 형태이다. 또한, 단열 성능을 만족하기 위해서 상판재 하부에는 글라스울을 시공하고 상판의 상부에는 방열판을 시공한다. 상부층에 건식이중바닥이 시공될 경우에도 하부층 천장의 에어스프링 작용은 상부층의 구조와 상관없이 항상 발생하는 현상이기 때문에 결과값에 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단된다.

그림 1은 상부층에 시공된 건식 이중바닥의 단면도이며 그림 2는 하부층 세대의 천장에 석고보드를 시공한 후 표면에 타공을 하는 장면이다. 측정은 KCC 중앙연구소 바닥시험실에서 진행하였으며, 단위실 크기는 가로 5.0 m, 세로 4.4 m 규모로서 180 mm 슬래브로 이루어져 있다. 바닥충격음 차단성능

표 1 바닥충격음 측정결과

천장공기층	중량충격음	경량충격음	천장마감소재
없음	41	40	없음
200 mm	47	37	9.5 mm 석고보드
200 mm	42	39	9.5 mm 타공석고보드

을 평가하기 위해 KS F 2810-1,2에 의거하여 측정을 진행하였다. 실험은 주파수 분석기를 옥타브 밴드로 설정하여 각각 측정하였으며, 중량충격원의 공기압은 2.4 Kgf/m²로 맞춘 후 동일한 공기압 조건에서 측정하였다.

2.2 실험결과

200 mm의 공기층이 시공될 경우 경량충격음은 3 dB 저감된 반면 중량충격음은 오히려 6 dB 증폭되는 것을 볼 수 있다. 경량충격음은 구조체전달음보다는 공기전달을 통해 직하층 세대로 전달되기 때문에 석고보드가 시공될 경우 전체 주파수 대역에서 2~3 dB 저감되는 것을 볼 수 있었다. 하지만 중

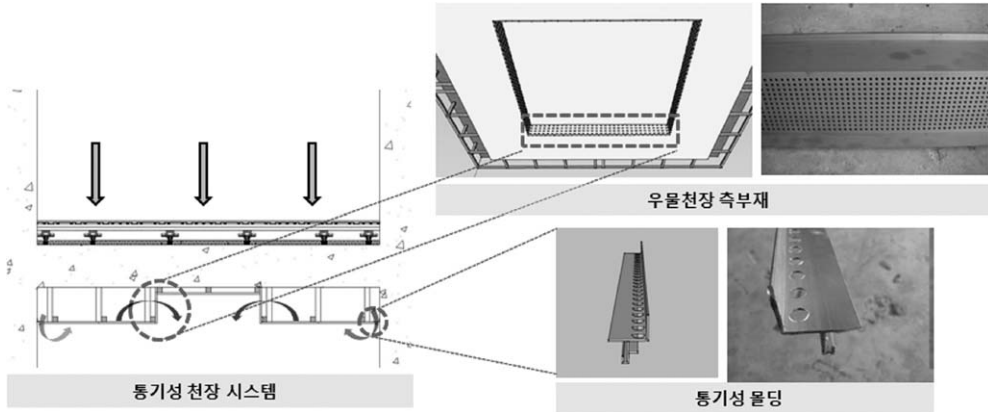


그림 3 통기성 천장 시스템 설계

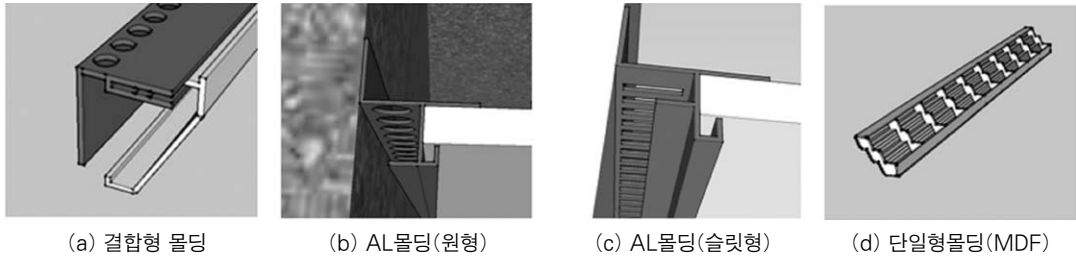


그림 4 통기성 몰딩 설계안

량충격음의 경우 오히려 63 Hz 대역에서 차단성능이 6 dB 가량 저하되는 것으로 나타났다. 이는 앞서 예측했던 내용과 동일한 결과로 공기층의 탄성작용에 의해 1차 고유진동수가 저주파 대역으로 이동하였기 때문에 발생한 결과다. 이러한 결과는 두 번째 측정결과를 통해서 그 원인이 보다 정확히 나타나는데 석고보드에 지름 10 mm, 간격 200 mm로 구멍을 뚫고 재측정한 결과 차단성능이 다시 5 dB 정도 개선되는 것을 볼 수 있다.

3. 하부층 천장시공법의 차단성능 평가

3.1 천장공법 개발

하부층 천장에 적용할 공법의 기본 방향은 에어 스프링 작용에 의한 저주파 공진현상을 방지할 수 있는 방향으로 개발했다. 즉 천장에 형성되는 공기를 하부로 소통시키기 위한 출구를 만드는데 초점을 맞추었다. 그림 3은 우물천장의 측부에 공기가 소통될 수 있는 우물천장에 대한 설명이다. 우물천

장의 측부에 타공판을 설치하여 갇혀있던 공기가 빠져나갈 수 있는 출구역할을 하게 된다. 또한 그림 4와 같은 통기성 천장몰딩을 측부에 설치하여 마찬가지로 공기의 소통을 돕는 역할을 한다. 상층부 바닥의 중앙점 부근에서 충격이 발생할 때는 우물천장의 통로에서 충격음을 저감하는 역할을 하며 상층부 바닥의 단부에서 충격이 발생할 때는 통기성 몰딩의 통로가 저감하는 역할을 한다.

3.2 천장공법의 차단성능 평가

앞서 제시한 천장공법을 바닥시험동에 목업시공한 후 저감성능에 대한 평가를 실시했다. 먼저 그림 5와 같이 천장을 시공하기 위해 달대/반자틀을 설치한 후 중앙에는 우물천장을 시공하고 측부 테두리에는 통기성 몰딩을 설치한 후 저감성능을 평가했다. 설치된 우물천장과 몰딩의 상세 사양은 표 2와 같다.

바닥충격음의 저감성능을 측정한 결과 중량충격음은 최대 3 dB까지 저감되는 것으로 나타났으며,



그림 5 통기성 천장 시스템 목업시공

이는 상부구조에 설치되는 완충재의 성능등급을 한 등급 정도 상향시킬 수 있는 수준의 저감성능이다. 그러나 하부층 천장의 설치에 따른 충격음 변화량이 크지 않은 구조에서는 저감성능이 조금씩 달라질 수 있을 것이다. 따라서 추후 연구에서는 천장 공법의 천장 저감 성능에 대한 현장 적용 데이터를 좀더 확보하여 저감성능의 정량화에 대한 연구를 지속할 계획이다. 또한 주거공간에 시공했을 때 재실자의 선호도에 부합할 수 있는 디자인적 요소가 가미된 제품을 개발하기 위해 제품의 소재와 디자인 요소를 연구할 계획이다.

5. 맺음말

집합형 공동주택, 특히 아파트에서 발생하는 바닥충격음은 단순히 세대간 마찰이 아닌 사회문제로까지 확대되어 큰 이슈가 되고 있는 해결하기 힘든 분야이다. 특히 현재 국내에 시공되고 있는 공동주택의 경우 바닥충격음에 취약한 벽식구조를 채택하고 있어 그 해결책 또한 쉽지 않은 실정이다. 아파트의 구조방식 이외에도 각 아파트의 슬래브 강도, 평면 형태에 따라서 충격음이 발생하는 특성이 각각 다르기 때문에 실험실에서 평가받은 성능이 아파트 현장에서는 재현되지 않는 어려움 또한 존재하고 있다. 따라서 이 글에서는 상층부 바닥에 시공되는 완충재의 저감성능을 보완하기 위한 대

표 2 목업시공 구조 사양

구분	상세 사양	비고
시공면적	4500×5000 mm	KICT 바닥실험동
천장높이	200 mm	-
반자틀 간격	450 mm	목구조
우물천장 면적	2000×2000	단차 150 mm
타공몰딩 설치 길이	19 m	AL 몰딩

책으로 진행되었다. 상층부 바닥의 완충재에 의존하여 바닥충격음을 제어할 경우 규제법의 최고 등급인 1등급을 만족하기 위해서는 과도한 탄성계수를 갖는 완충재의 사용이 불가피 한데, 이럴 경우 바닥의 장기침하나 마감몰탈의 크랙발생 등이 우려되며 더 큰 문제로는 보행감의 확보가 쉽지 않은 실정이다. 현재까지 개발되어 시판되고 있는 완충재를 조사해본 결과 가격경쟁력, 시공성, 구조적 안정성의 3가지 요소를 만족하는 조건에서 상부 완충재에 기대할 수 있는 차단성능은 중량충격음 3등급 수준인 것으로 분석되고 있다. 그러나 중량충격음 3등급은 재실자로 하여금 만족스러운 상태의 차단 성능이 되기에는 다소 부족하다. 따라서 이 연구 결과와 같이 바닥 이외에 천장 또는 벽면에서 충격음을 저감할 수 있는 공법의 연구 개발이 필요하다고 판단된다. **KSNVE**