

이슈와 연구동향 #4

충간소음 (2008~2013)

최근 충간소음으로 인한 갈등이 이웃 간의 다툼을 넘어 폭력·살인사건으로까지 이어지면서 사회적인 문제로 대두되고 있다. 충간소음으로 인한 분쟁 건수 및 피해정도가 증가함에 따라 정부는 최근 충간소음과 관련한 규정(주택건설기준기준 등에 관한 규정, 공동주택 바닥충격음 차단구조 인정 및 관리기준 등)을 강화하였으며, 합리적인 충간소음 분쟁조정을 위하여 '충간소음이웃사이센터'를 운영하고 있다.

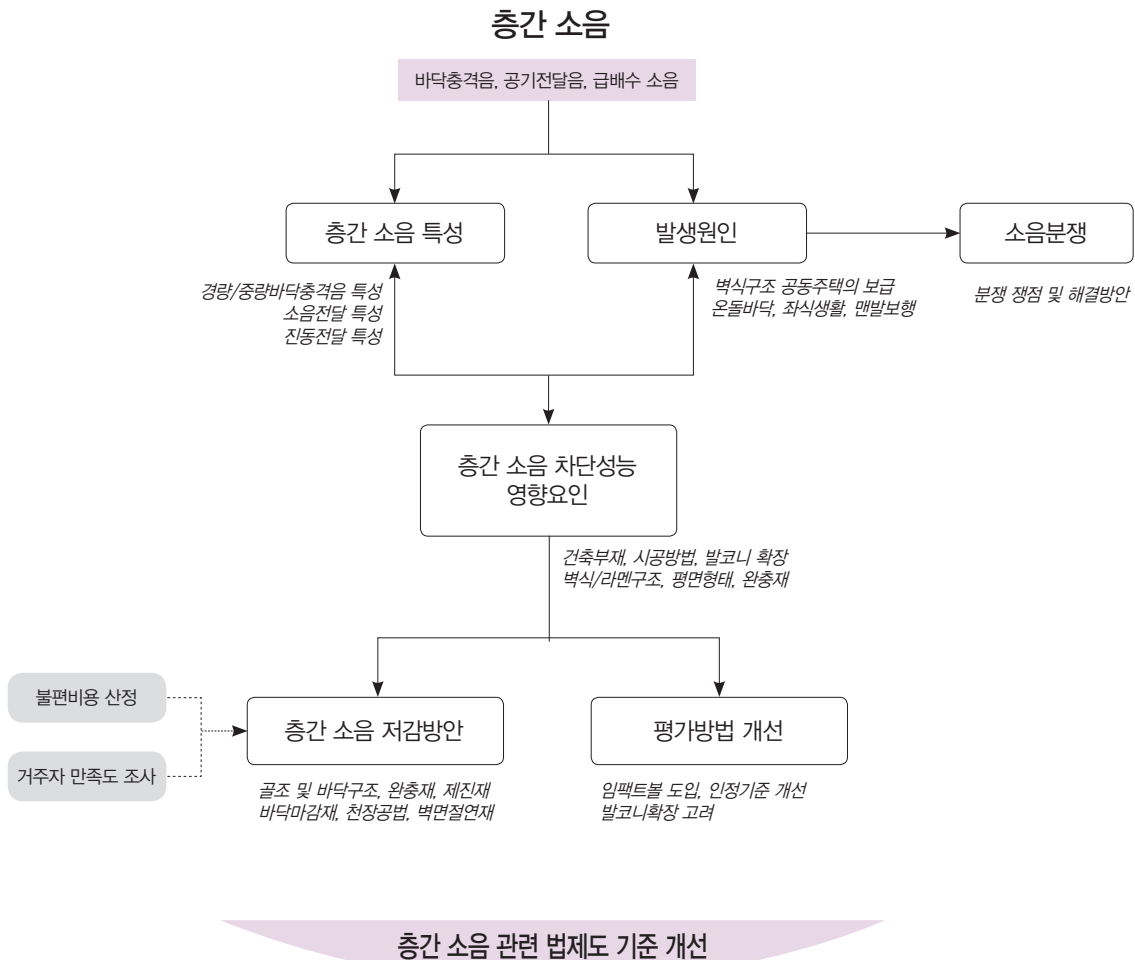
개정된 충간소음 기준 내용을 살펴보면, 슬래브 두께가 210mm 이상으로 강화되고, 슬래브 두께와 소음 차단성능을 모두 충족하는 바닥구조로 시공하도록 하였으며, 시험실 구조를 실제 주택과 동일하게 구성해 실제 소음과 측정치 차이를 최소화하도록 하였다. 또한 표준중량충격원에 임팩트볼을 추가하여 그동안 많은 연구에서 지적되었던 중량바닥충격음 측정방법이 개선되었으며, 소음완충재의 성능평가를 의무화하고 평가방법도 개선되었다.

국내 충간소음과 관련한 연구는 공동주택 보급이 활발해진 1980년대 후반부터 시작되었으며, 이후 충간소음 개선을 위한 연구가 꾸준히 진행되어왔다. 연구를 통해 살펴본 충간소음 개선 방법은 슬래브 두께 및 구조개선, 중량충격음 저감성능 향상, 임팩트볼 측정방법 도입, 완충재 성능향상 등이 있으며, 이는 최근 개정된 충간소음 개선 방향과 상당부분 유사함을 알 수 있었다.

본고에서는 2008년부터 2013년까지의 최근 국내 충간소음과 관련된 연구들을 살펴보고 세부 주제별로 주요 연구결과를 간략히 소개하고자 한다.

충간소음은 공동주택에서 인접세대간에 전달되는 거주자에게 불쾌감을 주는 소리로, 건축부재를 통해 전달되는 소음 대부분을 충간소음이라는 용어로 표현하고 있다. 충간소음은 바닥면에 직접 충격이 가해짐으로써 발생하는 바닥 충격음과 피아노 소리, 대화 소리와 같은 공기전달음, 설비배관에서 발생하는 급배수 소음으로 구분된다. 이중에서 우리나라는 온돌바닥 구조와 좌식생활을 하는 주거문화 특성상 맨발보행으로 인한 바닥충격음이 주요 소음원으로, 충간소음 연구에서도 바닥충격음과 관련한 연구가 가장 큰 비율을 차지한다.

세부 주제별로는 층간소음의 특성 및 각 소음원별로 차단성능에 영향을 주는 인자에 대한 분석, 층간소음 개선을 위한 저감방안 연구, 현 바닥충격음 측정방법의 문제점 분석 및 개선 방안 연구를 중심으로 활발하게 진행되었다. 그밖에 층간소음분쟁의 이슈 및 해결방안에 대한 연구와 층간소음에 대한 거주자 만족도 조사, 층간소음 저감을 위한 지불의사금액 추정과 관련한 연구도 진행되었다.



충간소음의 주요 소음원은 바닥충격음과 공기전달음, 급배수 소음으로 구분된다. 이 중에서 충간소음 분쟁의 주요 원인인 바닥충격음은 경량바닥충격음과 중량바닥충격음으로 분류된다. 경량충격음은 하이힐 소리나 물건 떨어지는 소리 등 가볍고 딱딱한 충격에 의한 소리가 해당되며, 중량충격음은 사람의 보행 및 어린이가 뛰 때 발생하는 무겁고 부드러운 소리로 슬래브 진동에 의해 전달되며 잔향이 남아 경량충격음에 비해 더 불쾌감을 준다. 다음은 바닥충격음을 중심으로 한 충간소음의 특성 분석 및 각 소음원에 영향을 주는 요인들을 분석한 연구들이다.

이병권 (2013)

- ➡ 바닥충격음에 영향을 주는 요인으로 슬래브 두께 및 완충재의 성능, 조인트필러(측면 완충재)의 시공방법, 환기배관 시공에 따른 단면손실 등이 있음
- ➡ 공기전달음에 영향을 주는 인자로는 면밀도(기밀성능)가 주요한 원인이며, 소음 전달 경로에도 영향을 받음(경로가 짧으면 차음성능 저하)
- ➡ 급배수 소음에 영향을 주는 요인으로는 배관의 위치(당해층인지 하부세대를 관통하는지)와 배관의 재질, 천장의 단면구조에 따라 하부세대로 전달되는 소음에 영향을 줌
- ➡ 충간소음의 구성요소인 바닥충격음과 공기전달음은 부재자체의 성능뿐 만이 아니라, 시공상에서의 오차 및 오류, 시공방법에 대한 설정, 재질에 따라 충간소음에 영향을 주는 것으로 나타남

함진식 (2013)

- ➡ 실험주택이 아닌 실제로 건축된 아파트를 대상으로 중량 및 경량충격음 차단 성능과 소음 및 진동 전달 특성을 분석함
- ➡ 소음전달은 충격을 가한 가진층에서 상하층으로 멀어질수록 소음레벨이 낮아지는 반면, 진동전달은 가진층의 직상·하층은 다소 높게 측정되었으나 상하층으

충간소음의 특성 및 영향요인 분석에 관한 연구

“공동주택의 충간소음
차단성능 영향인자”

“신축공동주택의 상하충간
소음 및 진동전달 특성과
충간소음 차단성능에 관한
연구”

“공동주택 발코니 확장에 따른 바닥 충격음 측정 및 평가 연구”

“완충재 구성방법에 따른 동탄성계수 및 중량바닥 충격음 저감특성 평가”

로 멀어져도 진동레벨에는 큰 차이가 없는 것으로 나타남

- ▶ 슬래브 두께가 두꺼울수록 소음 및 진동의 전달특성이 낮게 측정되었으며, 경량 및 중량 충격음 모두 차음성능에 유리한 것으로 평가됨
- ▶ 슬래브 두께에 관계없이 실의 크기가 작을수록 차음성능이 낮아짐

송국곤·김선우 (2010)

- ▶ 현재의 바닥 충격음 측정 방법은 음원실 및 수음실의 발코니 확장 여부에 대해 고려되지 않음. 측정면적에 발코니 공간의 포함 여부에 따라 수음실의 측정방법 (측정위치)이 달라지며, 측정방법에 따라 측정값도 달라지는 것으로 나타남
- ▶ 발코니 확장 시기(사전/설계변경/사후)에 따라 바닥 구조에 차이가 있으며, 사전 확장 및 설계변경을 통해 확장한 거실은 측정방법에 따른 차이가 거의 없었으나, 사후 확장한 거실은 측정방법에 따라 충격음 저감 레벨에 차이가 있는 것으로 나타남. 사후 확장시에는 벽체와 바닥이 일체화 되지 어렵기 때문에 차이가 발생하는 것으로 보이며, 이러한 차이는 공동주택의 발코니를 확장하는 것이 바닥충격음 차단성능에 영향을 미칠 수 있음을 보여줌

김경우·정갑철·손장열 (2008)

- ▶ 완충재 종류와 두께, 완충재 적층에 따른 중량충격음 저감특성을 살펴봄
- ▶ 완충재의 동탄성계수는 경량충격음과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 동탄성계수가 증가하면 경량충격음 저감량은 감소함
- ▶ 중량충격음 저감량은 완충재의 재질과는 상관성이 떨어지고, 완충재의 동탄성계수가 낮을수록 저감량이 큰 것으로 나타나 상관성이 있는 것으로 판단됨
- ▶ 다층으로 구성된 완충재의 동탄성계수 측정결과와 계산치를 비교한 결과 일치하는 것으로 나타나 단일구성 완충재의 동탄성계수를 알면 다층구조의 동탄성계수를 유추할 수 있음

- ➡ 동일한 재료의 완충재의 두께가 증가될수록, 단일구조보다 적층한 구조일수록 동탄성계수가 낮아져 충격음 저감량이 높았으며, 적층순서와는 관계가 없음

김재철·조성우·장승재·김용태·이경희 (2008)

- ➡ 바닥충격음 측정결과 라멘구조가 벽식구조보다 경량충격음레벨이 낮게 분석됨에 따라 바닥충격음 차단성능이 더 우수한 것으로 판단됨
- ➡ 동일한 라멘구조일 경우 슬래브 두께가 증가하면 경량충격음에 비해 중량충격음 저감효과가 보다 큰 것으로 판단됨

박현구·박찬웅·김선우 (2008)

- ➡ 음원실의 거실평면이 일반형(베란다설치형)인 경우가 베란다 확장형에 비해 경량 및 중량충격음 차단에 효과적인 것으로 평가됨
- ➡ 공간의 배치형태에 따라서는 일자형 배치보다 분리형 배치가 경량 및 중량충격음 차단에 효과적인 것으로 평가됨

ISO 및 미국, 독일 등에서는 바닥 충격음 측정시 하이힐 소리와 유사하도록 고안된 경량표준충격원(Tapping Machine)만을 사용하고 있다. 그러나 우리나라와 일본은 좌식생활을 하고 맨발로 활동하기 때문에 보행 및 어린이의 뛰는 소리와 유사한 중량충격음 성능에 대한 평가(Bang Machine)도 함께 사용해왔다. 이후 평가방법과 관련한 연구를 통해 뱀머신(Tire)이 실제 사람들이 느끼는 저주파대의 소음패턴과 달라 중량충격음 측정결과와 정확성이 떨어진다는 문제점이 지속적으로 제기되었으며, 문제 개선을 위해서는 실제 충격원과 가장 유사한 임팩트볼을 활용한 평가방법 도입의 필요성을 강조하고 있다.

“신축공동주택에서
벽식구조와 라멘구조의
바닥충격음 특성”

“거실평면형태에 따른
공동주택 바닥충격음
차음특성 변화에 관한
실험적 연구”

바닥충격음 평가방법 개선방안에 관한 연구

“바닥충격음 차단구조
인정기준의 문제점”

“바닥구조 보행감 문제 및
평가방법”

“공동주택 바닥충격음의
현황 및 개선방향”

오양기·주문기 (2012)

- ▶ 바닥충격음 측정 및 평가에 관한 국제표준과의 비교·검토하여 우리나라의 현행 바닥충격음 차단구조 인정기준의 문제점을 제기함
- ▶ 경량바닥충격음 인정기준의 문제점으로는 수음실 흡음면적 산정을 위한 용적의 불명확성, 카펫이나 흡음성 가구가 많지 않은 우리나라 거실의 특성을 고려하지 않고 ISO 140-7의 규정에서 그대로 차용한 표준 잔향시간(0.5초) 기준, '실제의 환경에서 들리는 그대로의' 층간소음을 측정하고 평가하지 못하는 문제점이 있음
- ▶ 중량바닥충격음과 관련해서는 측정위치 관한 인정기준의 문제점이 있음. 국제 표준의 마이크로폰을 공간적으로 고르게 분포 시키는 방식의 왜곡된 해석에 의하여 인정기준 제20조에서는 마이크로폰의 위치를 높이 1.2m, 벽면으로부터 0.75m 떨어진 지점으로 규정하고 있음. 규정된 특정점들은 대체로 소리의 중첩이나 상쇄가 같은 경향으로 발생하는 공간적으로 고르지 않은 위치로 측정 및 평가의 결과가 크게 달라질 가능성이 있음

이병권 (2012)

- ▶ 밀도 및 동탄성계수가 낮은 바닥충격음 완충재를 사용할 경우, 바닥충격음 완충성능은 우수하나 상부 온돌층의 균열·침하 등으로 구조적 안정성이 저하 및 이로 인한 바닥충격음 성능이 저하되며, 맨발 보행시 보행감 문제가 발생함
- ▶ 보행감 평가는 미세한 진동, 특히 보행 후 발에 전달되는 후기 진동에 대한 감각을 평가할 수 있는 방법이 필요하며, 기존의 진동 피크값에 의한 물리적 평가방법보다는 초기감쇠시간(EDT : early decay time)이 보행감에 대한 실제 평가결과와 상관성이 더 높은 것으로 나타남

정갑철 (2010)

- ▶ 표준바닥구조 제정 당시 중량충격음 기준 만족을 위해서는 슬래브두께가 240mm 이상 되어야 하나, 슬래브 두께를 늘리는데 따르는 비용증가의 부담으

로 인하여 210mm의 표준바닥구조안이 채택됨

- ▶ 슬래브 두께 210mm인 바닥구조의 성능평가 결과, 경량바닥충격음 기준에는 대체로 만족하는데 비해 중량바닥충격음 법적기준 만족율에는 큰 효과가 없었음
- ▶ 뜬 바닥공법(완충재 사용)의 채택으로 경량충격음의 차단에는 효과가 있으나 중량충격음에 대해서는 저주파 증폭문제가 발생함. 현재 측정에 사용하는 뱅머신 중량충격원은 실제 생활에서 발생하는 충격원(아이들 뽀박질 및 점핑)과 차이가 있으므로 실제 충격원과 유사성이 있는 임팩트볼의 도입이 필요함
- ▶ 임팩트볼의 장점은 아이들이 뛰어다니는 소음특성과 비슷한 충격원으로, 뱅머신 측정결과에 비하여 완충재 특성에 따른 차음성능 변별력이 높고 측정편차가 작게 나타나며, 슬래브 공진과는 관계가 없는 주파수 대역이므로 법적기준 충족률이 높아짐. 또한 무거운 뱅머신 장비에 비해 측정 방법이 간단하고, 뱅머신은 타이어 공기압에 따라 측정값이 변하는 반면 임팩트볼은 높이만 유지하면 충격량 변화가 적음

박현구·김선우 (2009)

- ▶ 발코니 확장을 고려한(음원의 위치 및 수음점의 위치 변경) 바닥충격음 측정결과, 사전확장 아파트는 측정방법별 바닥충격음 레벨 차이가 거의 나타나지 않는 반면, 사후확장 아파트는 상대적으로 차이가 크게 나타남
- ▶ 중량충격원에 비해 경량충격원에 대한 측정방법별 편차가 크게 나타났으며, 경량충격음에 대해서는 음원실을 확장형으로 측정한 경우 평가 값이 높아진 반면 중량충격음에 대해서는 평가 값이 낮게 나타남
- ▶ 따라서 발코니를 확장한 공동주택의 바닥충격음 평가시, 음원의 위치는 사전·사후 확장에 관계없이 경량충격음은 확장형 방법으로, 중량충격음은 비확장형 방법으로 평가하고, 수음점의 위치는 경량·중량충격음에 상관없이 사전확장일 경우 확장형방법, 사후확장의 경우 비확장형 방법으로 하는 측정할 것을 제안함

“발코니 확장에 따른
공동주택 바닥충격음
차단성능의 측정방법 비교
및 분석”

“현행 중량바닥충격음
평가방법 개선을 위한
주관평가 실험”

“중량충격원별 바닥충격음
레벨 저감량의 비교 분석”

신훈·김선우·장길수 (2009)

- ▶ 단일수치평가량을 기반으로 중량바닥충격음의 저감대책을 수립하는 것도 중요하지만, 청감적 특성이 단일수치평가량에 적절히 반영되었는지 검토하는 것이 보다 근본적인 저감방법임
- ▶ 중량바닥충격음에 대한 저감의 한계나 제약 등을 고려하여, 기존 단일수치평가량을 청감적 측면에서 검토하였으며, 특정주파수 대역에 의해 평가가 결정되는 평가방법보다는 전체 주파수 대역이 평가에 반영되는 산술평가방법이 중량바닥충격음 평가에 보다 적절한 것으로 나타남

신훈·백건종·송민정·국찬·장길수 (2008)

- ▶ 임팩트볼의 유용성을 검토하고 중량충격원의 차이가 바닥충격음 레벨감소량에 미치는 정도를 비교함
- ▶ 충격원별 저감량의 주파수 특성을 비교한 결과 뱅머신과 임팩트볼의 경우 모두 저주파수(63Hz)에서 저감량의 차이가 매우 작은 반면에, 임팩트볼의 경우는 완충재의 배열구성에 따른 주파수 레벨 저감 특성이 다양하게 변하는 것으로 나타남. 즉 충격원의 차이에 따라 바닥충격음 저감량 주파수 특성도 변함
- ▶ 충격원의 차이에 따라 완충재의 저감량의 양부가 크게 달라지는 것을 확인할 수 있었으며, 뱅머신에서 저감량이 가장 큰 것으로 나타났던 완충재가 임팩트볼 평가시에는 가장 적은 저감량을 나타냄
- ▶ 충격원이 다른 경우 완충재의 바닥충격음 저감량 특성분석 결과에 큰 차이를 보이므로 바닥충격음 평가체계 검토시 유의해야 할 필요가 있음

앞서 살펴본바와 같이 층간소음에 영향을 주는 요인으로 슬래브 두께 및 물성, 구조형식, 완충재 성능, 시공방법, 설비시설 등이 있으며, 이러한 영향요인을 고려하여 층간소음을 저감시키기 위해 많은 연구가 진행되었다. 하지만 대다수의 연구결과는 경량충격을 저감에 효과가 큰 것으로 나타났으며, 아직까지 중량충격음에 대한 소음저감 방법에 대해서는 명확한 해답을 제시하지 못하고 있다. 중량충격음은 슬래브 진동에 의해 전달되는 소음으로 슬래브의 두께, 질량, 면적, 지지조건, 벽체유무 등과 매우 밀접한 관련이 있으며, 중량충격음 저감을 위하여 완충재의 형상과 물성치 조절을 통한 차음성능 향상에 관한 연구가 주로 이루어졌다.

이종익·박근준 (2013)

- ➡ 완충재의 재료나 구조에 상관없이 저주파대역(63Hz)에서의 중량충격음 저감량이 현저하게 떨어짐. 저주파대역에서의 공진현상을 피하기 위해서는 적어도 8MN/m³ 이하의 동탄성계수를 가진 재료를 사용해야함
- ➡ 슬래브 두께 증가시 바닥충격음은 줄일 수는 있지만 철근, 콘크리트와 같은 골조의 시공물량이 증가함. 이에 대한 대안으로 기존 슬라브 두께(150mm)를 유지하고 완충기를 50mm 두께로 배치, 그 위에 판넬(10mm)과 완충재(20mm) 적층, 그 위에 모르타르(45mm이상)를 타설하고 바닥마감재로 마무리하는 완충기 차음바닥구조를 제안함

김경호 (2012)

- ➡ 건식 이중바닥은 습식 뜬바닥에 비해 공기 단축 및 건물의 경량화, 우수한 난방 효율, 유지보수의 용이함, 친환경적인 다양한 장점을 가지고 있음에도 불구하고, 중량충격음 차단성능 확보 및 보행감 확보, 경제성(시공성 포함) 문제로 인해 적용이 되지 않고 있음
- ➡ 건식 이중바닥의 충격음 차단성능 개선을 위해 방진고무를 지지대 하부에 시공하는 방법이 있는데, 고무의 경도를 낮게 하여 탄성력이 확보될수록 차단성능은

층간소음 저감방안에 대한 연구

“공동주택 중량충격음
개선을 위한 완충기
차음바닥구조”

“건식 이중바닥에서의
중량충격음 차단성능 확보”

“법제화에 따른 바닥충격음
현황과 이에 대한 대응”

“벽식구조 공동주택의
바닥충격음 개선에 대한
연구”

향상되지만 구조의 안정성과 보행감에는 지장을 주게 됨. 안정적인 보행감을 확보하기 위해서는 최소한 정도 70이상의 고무가 필요하나 반대로 중량충격음 차단성능이 떨어지는 문제가 있음

- ▶ 바닥에 시공되는 방진고무만으로는 국내 바닥충격음 관련 법규를 만족하기 어렵기 때문에 하층부 천장에서의 바닥충격음 저감이 필요한. 하층부 천장 공기층의 탄성 작용을 방지할 수 있는 방향으로의 개발이 필요하며, 차음구조로 설치하는 방법으로는 우물천장 및 천장몰딩 공법, 통기성 벽면 절연재 사용 등이 있음

유승엽 (2012)

- ▶ 충격음 성능 조사 및 입주자 설문조사 결과, 법제화 이후 경량충격음에 있어서는 저감효과가 나타났으나 중량충격음에 있어서는 효과가 크지 않았던 것으로 분석됨
- ▶ 중량충격음 저감 문제를 보완하기 위하여 기존 완충재와는 다른 물성을 가지는 점탄성 제진재(주로 기계진동 등에 있어 사용) 사용을 검토함. 제진재 사용시 완충재를 사용한 바닥 구조보다 저감성능이 우수하고, 기존 완충소재에 비해 비교적 얇은 두께로 시공이 가능해 리모델링 주택이나 기존 건물의 보수보강에 효과적이며, 청감적인 충격음 개선효과도 큰 것으로 나타남

김선우 (2012)

- ▶ 라멘구조가 벽식구조에 비해 중저주파수 대역에서 양호한 특성을 보였으며, 바닥충격음 차단성능도 우수하게 나타남. 이는 라멘구조의 기둥과 보가 충격력에 의한 슬래브의 진동을 제어하기 때문으로 보임
- ▶ 바닥충격음 저감 방법으로는 경량충격원의 경우 마감재를 사용하여 충격력의 바닥으로의 입력특성을 변화시키거나, 완충재의 적절한 사용으로 충격에너지의 구조체 전달을 억제하는 방법이 있으며, 중량충격원의 경우에는 충격에 대해서 바닥 진동을 억제하는 방법이 가장 효과적임. 진동 억제를 위해서는 질량과 강

성이 큰 철근콘크리트 슬래브조건(두께, 면적, 지지조건)을 강화하는 방법이 있음

이상섭·홍성엽·박금성·허병욱·배규웅 (2012)

- ▶ 층간소음 저감, 슬래브 경량화, 개별유닛 조인트와 연계한 4가지의 경량합성바닥 구조시스템 기술을 도출함. 제시된 바닥구조는 스테드형 바닥구조, 스테드 이중 패널형 바닥구조, 스테드 이중바닥형 바닥구조, 데크형 바닥구조 중에서 가장 진동 저감에 우수한 구조는 스테드 이중 패널형 바닥구조임
- ▶ 스테드 이중 패널형 바닥구조는 스테드 상하 플랜지가 콘크리트에 매입되어 콘크리트 사이에 단열재가 위치한 바닥구조 시스템

주문기·한명호·오양기 (2010)

- ▶ 바닥충격음은 슬래브와 보강재의 일체화가 충격력 저감에 중요한 요소이며, 특히 중량바닥충격음의 경우 슬래브 강성보강시 저감효과가 크게 나타남
- ▶ 급배수 설비소음에서는 급수음 보다 배수음이 문제가 되는 것으로 나타났으며, 절수형변기로 교체 하였을 때 배수음이 더 커지는 것으로 나타남
- ▶ 당해층 배관방식의 경우 안방에 비해 욕실에서의 배수음 저감량이 컸으며, 저주파 대역보다는 중고주파 대역에서의 저감량이 큰 것으로 나타남
- ▶ 배수관 재료의 경우 일반 PVC 관에 비해 주철과 3중엘보를 적용하였을 때 소음 저감 효과가 크게 나타났으며, 시공의 편리성이나 공사비를 고려했을 때 3중엘보가 가장 효과적인것으로 판단됨
- ▶ 따라서 중량바닥충격음과 급배수 설비소음의 경우 강성보강과 함께 당해층 배관방식 적용과 배수관 재료를 변경할 경우 실내음향성능이 개선될 가능성이 있음

“층간소음 대응 유닛
모듈러 경량합성바닥
구조시스템”

“노후 아파트의 바닥충격음
및 급·배수 소음
저감방안에 관한 연구”

“라텍스 모르타르
바닥구조의
바닥시공구법에 따른
바닥충격음 개선효과”

이원학·한찬훈 (2010)

- SBR 라텍스를 혼합한 모르타르는 폴리머 필름막 형성으로 인해 9% 혼합비율을 제외하고는 압축 및 인장강도가 증가하여 경량충격음 저감에 효과가 있는 것으로 나타남
- 반건식구조에서 사용된 EVA완충재를 사용하면 저주파수 대역의 중량충격음에서도 저감효과를 보임
- 또한, 서로 다른 매질의 적층(슬래브+단열재+경량기포+마감모르타르)으로 구성된 습식구조가 반건식구조보다 경량·중량충격음 저감에 효과적인 것으로 나타남

층간소음 분쟁의 이슈 및
해결방안에 관한 연구

“공동주택 하자소송의 소음
하자에 관한 쟁점고찰”

층간소음으로 인한 분쟁 및 판례 분석을 통해 소음 분쟁시 문제가 되는 쟁점사항을 정리하고, 분쟁을 해결할 수 있는 합리적인 대안을 마련하기 위한 연구가 진행되었다. 층간소음 분쟁의 주요 원인으로는 시공결함 즉, 바닥충격음 차단성능 기준에 못 미치는 바닥시공으로 인해 발생하는 것으로 나타났다. 실생활에서는 생활소음으로 인한 거주자간의 분쟁이 더 빈번하지만, 소송 및 신고·접수로까지 진행되는 경우는 거주자와 시공사간의 분쟁이 대다수이기 때문으로 보인다.

김민정·박준모·김옥규·서덕석·최정현 (2011)

- 공동주택에서 발생하는 소음하자분쟁은 차음 설계 및 시공 상의 하자로 인해 발생하는 생산자의 문제와 거주자의 생활습관에 의해 소음이 발생하는 사용자 문제로 구분됨. 특히 생산자에 의해 발생하는 소음은 하자소송의 원인이 되는 주요쟁점 사항임
- 사용자에게 의한 문제는 주로 거주자의 생활소음이 원인으로 세대내·세대간·통로 및 공용 공간 모두 비슷한 양상의 문제가 발생함
- 생산자에 의한 문제는 소음진동규제법의 바닥 슬래브의 바닥충격음기준 초과 및 배관·덕트에서의 하자로 인한 소음문제가 발생함

- ➡ 설비관련 하자소송의 경우 법적대리인(감정인)의 주관적인 판단으로 1차적인 하자판정이 이루어지기 때문에 감정인들의 자질에 대한 검토와 판단기준 정량화가 필요함
- ➡ 바닥충격음으로 인한 하자소송의 경우 표준바닥구조의 기준 공표 후 사업승인이 행해진 사례에서만 생산자가 하자 및 배상책임을 인정함

조선준·김태희·한찬훈 (2010)

- ➡ 층간소음 분쟁 원인으로는 시공결함(바닥충격음을 충분히 차단하지 않은 채 분양)이 가장 큰 비중을 차지하며, 다음으로는 생활소음으로 인한 분쟁이 주요 원인으로 나타남. 판례를 보면 실질적인 보상이 이루어져야하는 분쟁이 대다수였음에도 불구하고 보상이 이루어진 것은 12%정도로 대부분 간단한 보수공사나 당사자간의 화해 및 합의로 처리됨
- ➡ 분쟁 해결을 위하여 사회적 측면에서는 입주민들을 대상으로 층간 소음 분쟁 해결 방법 등에 대한 교육이 필요하며, 법률적으로는 금전적인 보상이 필요한 분쟁의 경우 보상금에 대한 기준이 필요함(이 연구에서는 피해자의 거주기간에 따라 등급을 나누고 등급별로 보상금에 대한 기준을 제시). 또 건축 기술적으로는 유연한 바닥 마감재의 사용, 뜬바닥 구조나 완충재 사용, 슬래브 강성을 높이고 중량화 하는 방법, 하부층의 천장을 차음구조로 설치하는 방법이 있음

그밖에 실제 거주자들이 주관적으로 느끼는 바닥충격음의 특성 및 만족도를 조사하고 층간소음 개선을 위한 비용 발생시 지불의사금액 추정에 관한 연구도 있었다. 연구결과 층간소음 저감을 위한 지불의사금액은 가구당 연간 약 5만원 정도였으며, 대다수가 층간소음으로 인해 불편함을 느끼더라도 이를 개선하기 위한 추가적인 비용부담은 원하지 않는 것으로 나타났다.

김경우·최현중·김영수·양관섭 (2010)

- ➡ 충격음 크기에 대한 인지정도는 경량충격음보다는 중량충격음에 대한 인지정도

“공동주택 층간소음
분쟁해결에 대한 기준조사”

“공동주택 바닥충격음에
대한 거주자 만족도 조사
연구”

“충간소음의 불편비용 추정”

가 더 높았으며, 충격음에 대한 느낌에서도 중량충격음이 좀 더 신경 쓰이는 것으로 나타남

- ➡ 신경 쓰이는 시간대는 저녁시간대(18시~22시)와 밤시간대(22시~24시)로 주로 거실에 있을 때 가장 거슬리는 것으로 나타남
- ➡ 만족도 조사 결과에서는 표준바닥구조와 인정바닥구조 도입 후의 지어진 공동주택에서 바닥충격음 차단성능이 향상된 것으로 나타남
- ➡ 소음발생 등 주민의식조사에서는 대부분의 거주자가 자신의 행위에 의한 소음으로 이웃세대에 피해를 주지 않을까 우려하고 있었으며, 위층에서 다소 소음이 발생되더라도 어느 정도 이해하려는 주민의 의식이 높았음
- ➡ 충간소음 저감을 위해 건물의 구조개선에 비용이 발생된다면 어느 정도까지 부담할 용의가 있는가에 대한 질문에는 구조개선 할 용의가 없다는 의견이 46.7%, 100만원 이하로 응답한 비율이 42.5%로 대부분 추가적인 비용부담을 원하지 않는 것으로 조사됨

유승훈 · 이주석 (2008)

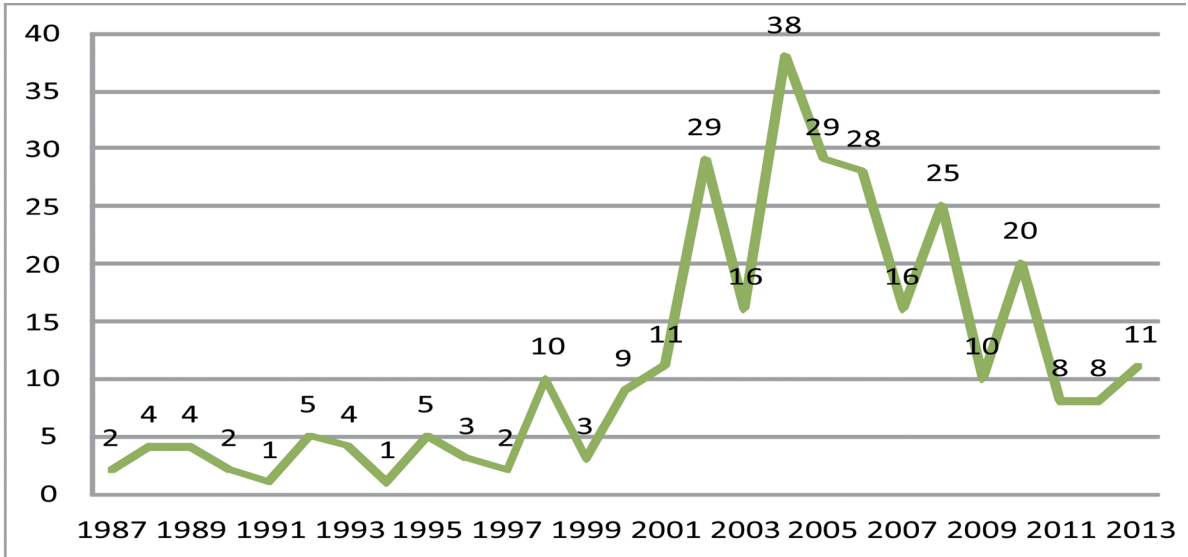
- ➡ 충간소음의 저감을 위한 다양한 정책과 기술들은 시행에 앞서 비용대비 효과가 충분한가에 대한 경제적 효율성의 판단여부와 관리기준을 강화할 경우 수반되는 비용을 주민들이 수용가능한가에 대한 논의도 중요함
- ➡ 비시장재화의 가치측정에 널리 활용되는 양분선택형 조건부 가치측정법(CVM)을 활용하여 분석한 결과 충간소음 저감을 위한 지불의사금액(WTP) 즉, 충간소음으로 인한 불편비용은 가구당 연간 54,442원으로 나타남
- ➡ 응답자의 사회, 경제, 주거적 특성 중 주택의 크기를 제외한 나머지 특성들은 응답자들의 충간소음 저감을 위한 WTP에 영향을 미치지 않는 것으로 나타남(응답자의 주거 면적이 넓을수록, 충간소음의 심각성이 높다고 판단하는 응답자일수록 지불확률이 높음)

[충간소음] 키워드 분석 리포트

- 검색 키워드 : 충간소음, 바닥충격음, 공기전달음, 배수소음
- 검색 사이트 : <http://www.auric.or.kr>, <http://www.ndsl.kr>

● 국내 발표 논문 수

년도	1985-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2013
논문수	12	16	27	123	99	27
증감률	-	33%	69%	356%	-20%	-73%



■ 충간소음관련 논문발표 증감 추세

● 주요저널

순위	저널명	논문수
1	한국소음진동공학회 학술대회 논문집	146
2	대한건축학회논문집	46
3	한국소음진동공학회 논문집	18
4	소음진동	11
5	한국생활환경학회지	7
6	한국음향학회지	7
7	설비저널	6

● 국내 주요 연구자



● 주요 관련 키워드



[충간소음] 관련 주요 논문 리스트 (2008~2013)

제 목	저 자	수 록 지	발행년	권	호
1 발포유리 혼합기포 콘크리트의 바닥충격을 차단성능 영향에 관한 연구	윤창연 ; 정정호 ; 김명준	한국소음진동공학회논문집	2013	23	5
2 천장구조 개선을 통한 충간소음 저감	김경호	소음진동	2013	23	3
3 공동주택 충간소음 실태 및 현황	이재원	소음진동	2013	23	3
4 신축공동주택의 상하충간 소음 및 진동전달 특성과 충간소음 차단성능에 관한 연구	함진식	한국주거학회 논문집	2013	24	2
5 충간소음 해외 기준 및 측정 평가 방법	정정호	소음진동	2013	23	3
6 바닥충격을 저감을 위한 슬래브 보강	이병권	소음진동	2013	23	3
7 수음실 진향 시간변화에 따른 바닥충격음레벨 특성 - 진향실을 중심으로 -	정정호 ; 김정욱 ; 정재균	한국소음진동공학회논문집	2013	23	3
8 건식이중바닥구조의 중량충격음에 대한 실험적 평가 - 지지구조 및 천장구조 구성에 따른 영향 -	연준오 ; 김경우 ; 최현중 ; 양관섭 ; 김경호	한국소음진동공학회논문집	2013	23	1
9 자철석 혼입 모르타의 기초물성 연구	윤상천 ; 양성철	한국구조물진단유지관리공학회 논문집	2013	17	3
10 공동주택 충간소음 관련 제도개선 방향	조재훈	소음진동	2013	23	3
11 공동주택의 충간소음 차단성능 영향인자	이병권	설비저널	2013	42	3
12 법제화에 따른 바닥충격음 현황과 이에 대한 대응	유승엽	소음진동	2012	22	1
13 공기 전달음 및 충격음의 측로 전달 측정	정정호	소음진동	2012	22	5
14 공동주택 바닥충격음 저감방법별 보행감 평가	이병권	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2012	-	-
15 바닥충격음 인장구조 성능 현황	정진연 ; 임정빈 ; 이성찬	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2012	-	-
16 천장 타공에 따른 바닥충격음 특성분석 및 천장 공기유동 시스템 개발	최현중 ; 김경우 ; 연준오 ; 양관섭 ; 김경호	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2012	-	-
17 프리패브 주택의 바닥충격음 특성	이원학 ; 김경우 ; 임석호	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2012	-	-
18 완충재 장기치짐과 ISO 20392 대응 연구	김경우 ; 연준오 ; 양관섭	한국소음진동공학회논문집	2012	22	12

제 목	저 자	수 록 지	발행년	권	호
19 천장구조에 따른 바닥충격음 저감성능 평가	김경호 ; 최현중 ; 김양규	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2011	-	-
20 건식 이중바닥 구조의 바닥충격음 저감 방안 분석	최현중 ; 김경우 ; 연준오 ; 양관섭 ; 김경호	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2011	-	-
21 실험조건에 따른 임팩트 볼의 바닥충격음 변화 고찰	이원학 한찬훈	한국음향학회지	2011	30	2
22 벽식구조 바닥판의 중량충격음 특성 분석을 위한 축소모형의 활용	유승엽 ; 전진용	한국소음진동공학회논문집	2011	21	9
23 바닥충격음 해석시 실 내부 공기층의 영향에 관한 연구	이연중 ; 박성수	대한건축학회논문집	2011	27	11
24 뜬바닥용 바닥충격음 완충재 잔류변형 측정 및 평가에 관한 연구	김 우 ; 최현중 ; 연준오 ; 양관섭	대한건축학회논문집	2011	27	4
25 층간소음저감재 장기 내구성 평가를 위한 가열시험의 문제점 및 개선방안에 관한 연구	박연준 ; 이찬규	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2011	-	-
26 공동주택 바닥충격음의 현황 및 개선방향	정갑철	건축환경설비	2010	4	1
27 SBR 라텍스 혼합 모르타르를 활용한 콘크리트 슬라브의 바닥충격음 개선효과	이원학 ; 한찬훈	대한건축학회논문집	2010	26	4
28 충격원별 중량바닥충격음 레벨 변화에 관한 실험적 연구(축소시편을 중심으로)	신훈 ; 송민정 ; 백건중 ; 백은선 ; 국찬	한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집	2010	-	-
29 지속가능형 공동주택 구현을 위한 건식온돌 이중바닥 시스템 개발	오진균 ; 손장열	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2010	-	-
30 다양한 층간소음 저감재료의 동특성 평가	김재호 ; 유승엽 ; 박준홍 ; 전진용	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2010	-	-
31 다구치 법을 활용한 바닥충격음 저감구조 평가	유승엽 ; 김재호 ; 전진용	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2010	-	-
32 통합배수시스템의 배수성능 및 배수소음 평가에 관한 실험적 연구	김용경 ; 박주양 ; 이정재	대한건축학회논문집	2010	26	4
33 연속인가하중에 의한 층간소음저감재 물성변화에 관한 연구	박연준 ; 이찬규	한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집	2010	-	-
34 중량 바닥충격음의 옥타브밴드 스펙트럼이 어노이언스에 미치는 영향	류종관 ; 히로시 사토 ; 쿠라키타 켄지 ; 전진용	한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집	2010	-	-
35 현장실험을 통한 바닥충격음 표준충격원과 실제충격원의 주파반응	박현구 ; 김경모 ; 김을 ; 김선우	한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집	2010	-	-
36 하중을 받는 층간소음 저감재의 열가속시험 결과	김현실 ; 김봉기 ; 이성현	한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집	2010	-	-
37 수음실 음장변화가 바닥충격음 레벨에 미치는 영향	정정호 ; 김정욱 ; 정재균	한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집	2010	-	-
38 바닥충격음 표준충격원 및 실제충격원의 물리적 특성 분석	김을 ; 강종구 ; 박현구 ; 이태강 ; 김선우	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2010	-	-
39 완충재의 동특성에 따른 중량충격음 증폭에 관한 해석적 연구	황재승 ; 문대호 ; 박홍근 ; 홍성걸 ; 홍건호	한국소음진동공학회논문집	2010	20	7

제 목	저 자	수 록 지	발행년	권	호
40 바닥충격음을 고려한 건식온돌 이중바닥 시스템 개발	오진균 ; 조창근 ; 손장열	한국생활환경학회지	2010	17	6
41 환경분쟁조정사례 - 아파트 층간소음 건축주 배상판결	도기영	환경정보	2010	32	389
42 공동주택 바닥충격음에 대한 거주자 만족도 조사 연구	김경우 ; 최현중 ; 김영수 ; 양관섭	한국소음진동공학회논문집	2010	20	2
43 바닥충격음 인접구조의 중량충격음과 동탄성계수와의 상관성 분석 및 임피던스 예측법에 관한 연구	오진균 ; 손장열	대한건축학회논문집	2010	26	6
44 점탄성 전단연결재를 이용한 바닥충격음 저감에 관한 연구	황재승 ; 김재형 ; 문대호 ; 박홍근	한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집	2010	-	-
45 혼합기포 배합비별 바닥충격음 차단성능 영향에 대한 실험적 연구	윤창연 ; 황동규 ; 조성준 ; 김명준 ; 문성환	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2010	-	-
46 바닥충격음 표준충격원과 실제충격원의 비교	김율 ; 송국곤 ; 박현구 ; 송민정 ; 김선우	한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집	2009	-	-
47 바닥충격음 저감을 위한 리텍스폴리머 콘크리트의 배합비율산정에 관한 사전연구	이원학 ; 이반라줄 ; 한찬훈 ; 한상훈	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2009	-	-
48 슬래브 상부 몰탈층에 사용된 작은시편의 유효성 검토(중량충격음을 중심으로)	정진연	한국소음진동공학회논문집	2009	19	2
49 현행 중량바닥충격음 평가방법 개선을 위한 주관평가실험	신훈 ; 김선우 ; 장길수	한국소음진동공학회논문집	2009	19	3
50 하중 스펙트럼의 변화가 바닥충격음에 미치는 영향	문대호 ; 황재승 ; 박홍근 ; 홍건호 ; 임주혁	한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집	2009	-	-
51 선실 바닥충격음 성능 평가	김보연 ; 김극수 ; 김노성	한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집	2009	-	-
52 발코니 확장에 따른 공동주택 바닥충격음 차단성능의 측정방법 비교 및 분석	박현구 ; 김선우	대한건축학회논문집	2009	25	8
53 Access Floor 바닥충격음 차음성능에 관한 실험적 연구	송국곤 ; 김계중 ; 이태강 ; 김선우	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2009	-	-
54 공동주택 리모델링 현장의 바닥충격음 저감대책	박철용 ; 홍구표 ; 이종원	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2009	-	-
55 포스트텐션 적용 무량판 공동주택의 바닥진동 및 바닥충격음 특성	이규동 ; 김일호	한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집	2009	-	-
56 완충재 동탄성계수와 경량바닥충격음 저감량의 상관성	김경우 ; 정갑철 ; 손장열	한국소음진동공학회논문집	2008	18	8
57 완충재 구성방법에 따른 동탄성계수 및 중량바닥충격음 저감특성 평가	김경우 ; 정갑철 ; 손장열	한국소음진동공학회논문집	2008	18	2
58 중량 바닥충격음 측정의 신뢰성 향상을 위한 측정방법 검토	주문기 ; 박종영 ; 양관섭 ; 오양기	한국음향학회지	2008	27	4
59 평균진동량을 이용한 바닥충격음 평가	김정철 ; 조호규 ; 김태희	건설안전기술	2008	47	
60 층간소음을 유발하는 충격원의 진동발생 모델링 및 충격량 측정	류지명 ; 박준홍 ; 전진용 ; 이평직	한국소음진동공학회 추계학술대회논문집	2008	-	-

제 목	저 자	수 록 지	발행년	권	호
61 중량충격음의 변환 및 바닥충격음의 비선형성 고찰	이평직 ; 전진용	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
62 임팩트볼(Impact Ball)을 활용한 바닥충격음 측정 및 평가	정정호	방재기술	2008	45	
63 발코니 확장 공동주택의 바닥충격음 측정에 관한 연구	박현구 ; 송국곤 ; 박찬웅 ; 김선우	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
64 현행 중량바닥충격음 평가방법 개선을 위한 주관평가실험	신훈 ; 백건중 ; 송민정 ; 장길수	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
65 주택성능등급제내 바닥충격음 개선방안 연구	고종철	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
66 바닥충격음 완충재의 동적특성에 관한 연구	김홍식 ; 김도형 ; 방민	한국생활환경학회지	2008	15	1
67 층간소음의 불편비용 추정	유승훈 ; 이주석	국토연구	2008	58	
68 완충층 조합에 따른 바닥충격음 차단성능 변화 사례연구 -T사의 사례를 중심으로-	신훈 ; 백건중 ; 송민정 ; 장길수	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
69 T사 바닥충격음 실험동 소개	백건중 ; 신훈 ; 송민정 ; 장길수	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
70 측정 불확도에 따른 중량충격음 측정편차에 관한 연구	유승엽 ; 김용희 ; 심명희 ; 전진용	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
71 거실평면형태에 따른 공동주택 바닥충격음 차음특성 변화에 관한 실험적 연구	박현구 ; 박찬웅 ; 김선우	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
72 표준시험동에서 바닥마감재에 따른 바닥충격음 특성평가	김학천 ; 김용길 ; 김상철 ; 이현열 ; 조형호	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
73 현장측정자료를 이용한 중량바닥충격음 산술평균 평가량의 유용성 고찰	신훈 ; 송민정 ; 백건중 ; 장길수	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
74 공동주택 화장실 층간 소음 저감기 개발	김영수 ; 이재국 ; 김창열	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
75 CFT 기둥-RC 무량판 슬래브 외부접합부의 횡저항 성능	송호범 ; 송진규 ; 오상원 ; 김병조	한국콘크리트학회 주계 학술발표회	20	2	11
76 KS F 2862의 단일수치평가량에 의한 건축용 건축 벽체의 차음성능 분류	장길수 ; 이태강 ; 송민정 ; 김선우	한국건축환경설비학회 논문집	2008	2	1
77 현대산업개발, 화장실 층간소음 개선 시스템 개발	대한설비건설협회	설비건설	2008	11	
78 다목적 공간의 소음 및 실내음향 제어	정정호 ; 김정중 ; 조창근	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
79 완충재 종류에 따른 경량바닥충격음 저감특성 평가	김경우 ; 양관섭 ; 정진연 ; 임정빈 ; 정갑철	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-
80 온돌층의 구조안정성을 고려한 바닥충격음 완충재의 선정기준에 관한 연구	임정빈 ; 이병권 ; 고종철 ; 황규섭	한국소음진동공학회 주계학술대회논문집	2008	-	-