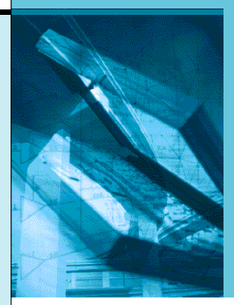
공동주택 상하층간 바닥충격음문제, 해결방안은 없는가?

김홍식교수 | 호남대학교건축토목공학부건축학과



공동주택 민원발생 1순위를 달리고 있는 상하층간 바닥충격소음! 지금 이순간에도 위층 아이들의 쿵쾅거리며 뛰노는 소리에 스트레스를 받고 진정한 대책이없을까를고민하는거주자들이있을것이다.

그동안상하층간소음에대한민원과주거문화개선시민운동본부와같은NGO그룹, 건설업체, 방음방진업체 등 각계 각층의 요구에 따라, 건교부에서는 2002년 11월 15일, 주택건설기준에관한규정 개정안 입법예고를 통하여 공동주택의 층간 바닥충격음에 대한 기준(안)을 발표하였고 금후, 일반국민 및 관계기관의 의견과 규제심사위원회 심의결과 등을 반영하여 12월중에는 주택건설기준등에 관한 규정을 개정, 공포할 예정임을 발표하였다. 상하층간 소음문제에대해서본격적으로정부가나선것이다.

이러한시점에서상하층간소음의원인은무엇이고과연이에대한적합한정책이나제도및기술적대응방안은 진정 없는 것인지? 건설업체나 방음방진제조업체는 무엇을준비하고어떤대응책을고려해야할것인지? 우리 모두가 한번쯤 되새겨보고 각자의 입장에서 생각하고받아들여야할것이무엇인지를되짚어보기로한다.

▲ 우리나라 공동주택의 바닥구조, 층간소음 차단에 형편없는 구조인지?

답은"NO"이다

우리나라의 공동주택 바닥구조는 바닥슬래브나 목재판넬위에카펫트를설치하는미국이나유럽및일본에 비하면 음향상으로는 유리한 구조이다. 우리나라의 경우에는 바닥 슬래브위에 온돌구성층 이라는 또하나의구조체가얹히기때문이다.

일본의 주택은 지진을 고려하여 대체로 목구조가 많고, 바닥구조는 목조판넬위에 다다미를 설치하는 구조로 되어 있으며, 미국이나유럽은난방방식의 차이로 인하여 120-130mm의 콘크리트 슬래브 위에 두꺼운 카펫트를 설치하는 구조로 되어 있다. 반면, 우리나라의 공동주택 바닥구조는 120-180mm의 콘크리트슬래브위에120mm 정도의온돌구성층을별도로 갖고 있어서 외국의 바닥구조에 비하여 층간소음차단측면에서매우유리한구조라말할수있다.

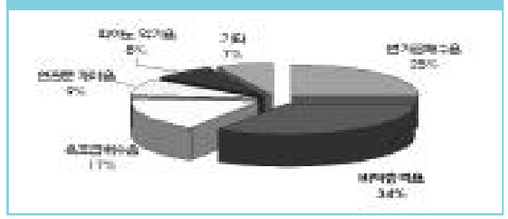
▲ 층간소음에 대한 민원이 끊임없이 발생하는 원인은 ?

외국의 바닥구조에 비해서 층간소음의 차단효과가 유리함에도 불구하고 상하층간 충격소음에 대한 많은 민원이 발생하고 이웃간의 분쟁으로까지 발전하는원인은과연무엇때문일까?

이는 과거에 비하여 건물구조체의 경량화와 함께 바닥슬래브의 두께가 얇아지고 자재난으로 온돌구성층의 자갈이 경량기포 콘크리트로 대체되는 등의 공법변화에따른문제야기도한몫을차지하고있다. 아울러, 생활수준의 향상과 더불어 공동주택이 부가가치 높은 고급맨션의 개념으로 인식되면서 공동주택도 단독주택과 마찬가지로 자기세대 내에서 마음대로소리내며뛸수있고이웃으로부터의소음은거의 들리지 않는 공간으로 건립되어져야 한다는 강한 욕구가한몫하는것이아닐까한다.

공동주택의 각종 하자 발생요인 중" 소음"이 차지하는 비중은 급진적으로증가하고있는실정이다. 그림 1은 최근에 공동주택의 내부소음문제와 관련하여 조사한입주자들의반응을조사한결과이다.

[그림1] 내부소음원에대한지적율실태



공동주택거주자의약1/3 (34%)정도가상부층바닥충격음에 " 꽤 ;" " 상당히 " 신경쓰인다라고응답하고있음을알수있다.

▲ 외국의 법적규제방안은?

독일에서는 연방질서 위반법에의하여 공공이나 이웃을 괴롭히거나 타인의 건강을 해칠 수 있는 불필요한 소음의 배출은 위법이라 정하고 이를 위반하면 약 630만원 정도의 과태료를 부과하고 있다. 또한, 공해방지법에서는 밤 10시 부터 다음날 오전 7시 까지는 타인의수면을방해하는일과이웃에소음을일으키는 악기연주및음향재생기의사용등을금지하고있다.

공동주택은 단독주택과는 달리 말 그대로 벽체와 바닥하나 사이를 두고 이웃세대가 함께 공동으로 생활을 영위하는 공간이다. 따라서, 구조적으로 소음을 차단하는데 취약한 특성을 지니고 있다. 독일, 호주 등 선진국에서 소음을 일으키는 행위를 법이나 공동주택규약등으로규제하고있는것도이러한 공동주택에대한기본적인생활특성을고려했기때문이다.

이웃나라 일본에서는 주택품질확보촉진법에 공동주택층간소음의차단성능에대한5개등급의기준을 마련하여 건설업체가 주택을 건설하거나 입주자가 주택을선택시활용할수있도록제시하고있다.

▲ 기준마련을 통한 건축관련법규의 제 · 개정과 실내소음을 규제하는 법적제도마련 필요

공동주택의 생활소음 문제를 해결하기 위해서는 건축관련법규의제 · 개정및강화를통한건물자체에서의 방음대책 마련과 함께 이웃에 피해를 주는 소음을 일으키는행위를규제하는법이나제도의마련이조속히 추진되어야 할 것이다. 건교부는 주택건설기준 등에관한규정제14조3항등을개정하여대한주택공사 주택도시연구원에서 2001년에 제안한 " 공동주택 바닥충격음 차단성능 기준(안) "을 바탕으로 2002년도 12월중에는관련기준(안)을마련하기위하여금년 11월 15일, 층간바닥충격음의기준(안)을포함한주택건설기준등에관한규정개정안을입법예고하였다..

현재, 건교부에서제시하는기준(안)은역A특성기준곡선을 이용한 바닥충격음 차단성능 단일수치 평가량을 이용하여중량충격음(어린이뛰는소리) 성능레벨50dB, 경량충격음(작은물건떨어지는소리) 성능레벨 58dB이하로하거나, 건설교통부장관이바닥충격음 기준을 충족하도록 정한 표준바닥구조로 시공하도록함을제시하고있다. 이값은위층세대의세대구성원및생활양식 등에따라불만이 나타날수도 있으나 차음성능상 대체로 만족하는 수준으로서 최소치의 기준을 의미하고 있다. 따라서, 고급아파트의 경우에는 이보다 우수한 성능 등급화 방안을 통하여 소비자가선택할수있도록하여야할것이다.

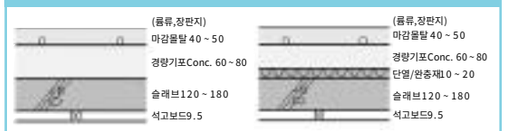
아울러, 환경부에서도 관련 민원의 증가로 이에대한대처방안을검토하고있는중이다.

그러나, 건교부나환경부에서추진하고있는상기의법개정만으로는 입주민들의 소음민원을 충분히 해소하기엔 어렵다. 우선 관계부처에서 추진중인 소음관련 법개정작업은 절실한 실정이다. 하지만 정부부처에서 검토하고 있는 사항은 신축아파트를 주 대상으로 하기 때문에기존의아파트 소음은 해결하기가어려운 실정이다. 따라서, 공동주택 실내소음을 외국의 경우와 같이 입주자의 소음발생행위를 규제할 수 있는 민법이나 공중질서위반법 또는 공동주택 규약과 같은제도적인장치가동시에이루어져야할것이다.

▲ 국내 공동주택 바닥구조의 층간소음 차단성능 실태는?

국내 공동주택 현장에서 측정한 106개 바닥구조를 대상으로 충격음 차단성능 실태를 분석하였다. 조사대상 바닥구조의충격음실측데이터는주공, 민간등 국내 건설업체에서 실측한 데이터와 학술지 등에 발표된 자료를 참조로 하였다. 대표적인 바닥(온돌) 구성층은 [그림 2]와 같이 두께 120 180㎜ 철근콘크리트로 이루어진 슬래브상부에 경량기포콘크리트와 마감몰탈을 사용하고 있다. 최근에는 기준층에 대한 단열성능의 강화로 슬래브와 상부 구성층 사이에 단열성과 충격음 저감성능을 지닌 자재를 시공하는 사례가급격히늘어나고있는추세이다.

[그림2] 대표적인국내바닥구조예

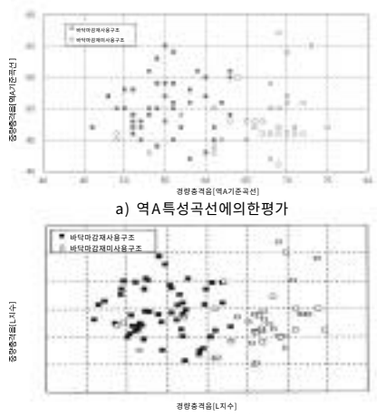


▲일반적인바닥구조(기존) ▲최근의바닥구조

[그림 3]은 평가방법을 L지수와 역 A특성곡선을 적용하였을때, 국내바닥구조의 충격음차단성능 실태를각각나타낸것이다.

중량충격음의 경우 역 A특성곡선: 45 50 (L지수 50 55)부근에서 집중되어 있는 반면 경량충격음은 중량충격음에비해평가결과가넓게분포되어있음을 알수있다. 또한바닥마감재유무에따른성능은경량충격음에크게영향을미치고있음을확인할수있다.

[그림3] 국내바닥구조의충격음차단성능실태



a) 역A특성곡선에의한평가

b) L지수에의한평가

▲ 건설업체의 바닥구조에 대한 종합저감대책 마련 필요

금후, 공동주택 바닥충격음에 대한 규제기준이 마련된다면 대부분의 국내 건설업체에서 적용하고 있는 현재의 바닥구조 시스템으로는 만족이 어려울 것으로 예상되기 때문에 이에대한 적극적인 대응방안을 마련해야 할 것이다. 최근, 정부의 관련기준 마련계획과 소비자들의 민원이 증가하고 법적인 공방으로 인하여 건설사에 배상책임을 물리게 하는 사례가 발생하면서 대형 건설업체를 중심으로 바닥충격음 저감대책마련이적극적으로이루어지고있다.

그러나, 대부분의 저감대책 마련이 바닥슬래브 두께 증대와 슬래브와 온돌구성층 사이의 완충자재 설치 및 저감효과가 뛰어난 자재의 대체수준으로써 효과적이고 경제적인 대응책의 마련에는 한계를 보이고 있다. 즉, 바닥충경음은 단순히 천장만이 아니라 인접벽체와 하부 바닥구조체를 통해서 전달되는 량도 상당부분이차지하고있다는사실을간과하고있는 것이다. 단순히바닥완충재뿐만 아니라 벽체의 차음대책 마련과 온돌구성층 상부마감재 부분 및 마루판넬 하부구조 등에서 종합적이고 시스템적으로 검토해야한다는것이다.

일반적인바닥충격음의기본적인저감방법 및저감원리는 <표 1>과 같이 크게 4가지로 분류할 수 있으며, 바닥구조를 슬래브(두께, 면밀도, 면적), 단열완충층, 바닥마감재, 천장구조로 구분하여 바닥구성층별충격음저감설계및시공방법을제시코자한다.

<표1> 바닥충격음의기본저감방법및저감원리

저감원리	저감방법
①충격원특성의변화	· 유연한바닥마감재
②충격에너지의구조체전달차단	· 완충재삽입시공(뜬바닥구조)
③충격에대한바닥진동의억제	· 슬래브의강성, 면밀도, 두께 · 바닥면적
④방사음차단	· 이중천장 · 벽체차음

가. 바닥슬래브

· 슬래브의두께는중량바닥충격음의차단성능에크게 영향을 미치므로 시공관리시 주의가 필요하다. 대개 슬래브 두께가 10%정도 변화하면 중량충격원의바닥충격음레벨은2~3dB 정도변화된다.

· 슬래브의 콘크리트 타설을 몇 일에 나누어서 타설하면실질적인단면강성이저하되어한번에타설한 동일 두께의 슬래브 보다 중량 바닥충격음의 차단성능이저하하는경우가있다.

· 또한 콘크리트 슬래브를 타설할 경우에는 바닥에 요철이생기지않도록 타설 직후 고름대등을 이용하여슬래브가가능한평활하게되도록한다.

· 본래의슬래브에콘크리트를부가시공하여도바닥충격음차단성능의향상은크게기대할수없다.

나. 완충층

· 설치준비 : 완충재를 설치하기 전, 바닥판 위를 깨끗이청소한후열적, 음향적결함(heat and sound bridge)을초래할가능성이있는부분을제거한다.

※열적, 음향적결함원인: 슬래브의不陸(凸部), 부분적으로파손된 완충재사용, 못, 철물등의사용→특히, 고주파수대역에서의차단성능저하의원인이된다.

· 설치 : 온돌층에 경량콘크리트류(F/A)포콘크리트, 경량기포콘크리트, 폴기포콘크리트 등)의재료를사용할경우, 충격음저감을위해반드시완충재를설치하도록한다.

· 완충재 상부층은 압축강도가 충분하여야 하며, 재료의 종류에 따라 적정 두께(1종 경량콘크리트 60mm이상)를유지하여야한다.

· 완충재이음부는틈이생기지않도록한다. 완충재를 2장겹쳐서이용하는경우에는상하의이음부분이일치되지않도록[그림 4]와같이엇갈리게시공한다.

※비중이다른발포폴리스틸렌을2장겹쳐서사용하는경우에는후속작업시완충재의손상을최소화하기위해고밀도품을상부에시공하는것이좋다.

[그림4] 완충재시공예

(○) (×)

· 유리면및암면을완충재로사용할경우에는각각 비중이 80kg/㎥), 120k이상의제품을사용하는 것이바람직하다.

· 완충재는 바닥에 가하여지는 각종 하중으로부터 안정성을가지고있어야한다. 독일의경우DIN 18560에서는 상부하중에 의한 침하량은 최고 5㎜, BEB (Federal Association for Screeds and Floor Coverings)에서는3㎜이하가되도록규정하고있다.

· 벽체와의절연용완충재(이하, 벽면완충재)는충격음절연및크랙방지등을위해마감층까지시공하는것을원칙으로한다.

· 벽면완충재는 특히출입구의문틀, 모서리부분등에서결함이생기기쉬우므로주의를요한다.

· 벽면완충재는일반적으로바닥용완충재설치전에 시공하는것이좋다.

· 벽면완충재는온돌층시공시탈락되지않도록벽면에견고히접착시켜야한다.

다. 바닥마감재

· 바닥마감재는 중량충격음에 대한 저감효과는 기대하기어렵고주로경량충격음을저감하는데효과가 있다. 또한 바닥마감재는 유연한 재료일수록 저감효과가크게나타나는경향을가지고있다.

· 현재 사용되고 있는 바닥마감재의 충격음 저감효과는 대체로 카페트류, 비닐펫트류, 륨류, 종이장판 순으로크기때문에설계시이에대한고려가필요하다.

라. 이중천장

· 충격음 저감을 목적으로 천장을 설치하는 것은 경제적인 방법이 아니지만, 경량충격음의 경우 설계방법에따라서중고음역에서상당한개선효과를기대할 수 있다. 그러나, 중량충격음에 대해서는 큰 효과를기대하기어렵다.

· 천장재는가능한면밀도가높은재료를사용하는것이바람직하다. 또한상부슬래브와는못등으로직접고정하지않고방진지지되도록설계하는것이가장이상적이나설치비의상승을감안하여야한다.

· 슬래브와천장사이의공간층으로인해저주파수대역에서는공진이발생될우려가있으므로가능한63Hz 대역은피할수있도록설계시주의가필요하다.

- 이중천장재의사양과공간층의두께를고려하여의한공진주파수가가능한45Hz이하가되도록결정한다.
- 공간층 내에 흡음재를 삽입하면 흡음에 의한 부가적인 저감효과를기대할수있다.

· 공간층 내에 유리면 등의 다공질재를 설치하면 공진의 방지 및 충격음 저감효과를 부가적으로 기대할수있다.

마. 방습층

· 방습층의사용목적:

①투습, 흡습에의한완충재의단열성및내구성저하방지

②완충재 이음부로 페이스트(경량기포콘크리트류) 침투시 완충재의떠오름및열적, 음향적결함방지

· 일반적으로단열 · 완충재상부에습식공사를할경우 방습층을 시공하는 것을 원칙으로 한다. 단 단열 · 완충재의흡수량이매우 낮아 투습, 흡습 등에 의한성능저하의우려가없다고판단되는경우에는 방습층을설치않아도무방하다

· 방습층사용목적을충분히달성하기위해서는습식공사 전에 방습층의 손상여부를 꼼꼼히 확인하고 시공중에도손상이가지않도록주의한다.

· 방습층으로는 폴리에틸렌(P.E필름)이 사용되며, 가능한 이음부가 없는 것을 사용하는 것이 원칙이나 시공하는 실의 크기에 따라 중첩하여 사용하여야 될 경우 100㎜이상 중첩시켜 이음매를 접착테이프등으로붙여설치한다.

· P.E필름은마감층레벨면보다 100㎜정도올라가도록 하여 탈락되지 않도록 벽면에 접착테이프로 견고히 고정시킨다. 방습층 위에 유동성이 좋은 재료(경량기포콘크리트류)의 기계화 시공시 토출구로부터 나오는 페이스트로 인해 P.E필름이 밀리는 현상이 발생할수있으므로 P.E필름을2겹으로시공하는것은 가능한 지양하고 1겹(두께 0.08㎜이상)으로 시공하되 P.E필름 하부 곳곳에 접착제를 사용하거나 완충재에밀착시킬수있는방안을강구할필요가있다.

▲ 층간소음 측정 및 평가방법은?

최근 한국산업규격(KS)에서는 각종 규격이 시대적 상황과여건에알맞게개정되거나제정되고있어많은 관계자들의관심의대상이되고있다. 충격음분야에서 도차음성능을확보하기위한장치인측정및평가방법의 개정과제정작업이이루어지고 있는데, 측정방법은 ISO 140-7의개정과JIS A 1418에대응하여대폭개정되었다. 또한 그 동안 미 제정되어 왔던 바닥충격음 차단성능평가방법이2002년6월에고시된상태이다.

가. 측정방법

2001년 6월에 고시(기술표준원, 제2001-334호)된 바닥충격음 차단성능 현장 측정방법은 표준경량충격원과표준중량충격원으로구분하여개정되었다(KS F 2810-1/2). 주로ISO 및 JIS를근간으로하고있다.

나. 평가방법

기준의 선정을 위해선행되어야 하는 요소 중 하나인 평가방법은 2002년 6월, 한국산업규격 KS F 2863-1/2(건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단성능 평가방법)에제정고시된상태이다.

개정된 평가방법은ISO를 기본적으로 채용하고 있으나 ISO의 경우에는 경량충격음 평가만이 가능하며, 중량충격음에대해서는규정이되어있지않고있어서 중량충격음의 경우에는 우리나라와 현실여건이 비교적 유사한일본의평가방법을준용하고있다. 또한, 갑작스런 평가방법의 개정으로 인한 혼란의 우려를 감안하여 부속서에 3가지 규정을 부가하고 있다. 어떤 의미에서 평가방법이 복수로 규정됨에 따라 다소복잡한양상을띄고있다고볼수있다.

▲ 방음,방진 자재의 현장적용을 통한 실용성 제고 필요

방음방진자재생산업체의바닥충격음저감자재개발에대한관심과투자가어느때보다도 활발히진행되고 있다. 특히, 완충재 개발에 많은 노력을 기울이고있는것으로나타나고있다. 완충재개발시에는바닥충격음 저감성능효과만이 아니라 최근 강화된 단열성능과 시공성, 기포콘크리트 타설시 방수성능확보방안, 상부온돌몰탈층의균열발생 가능성 등을동시에고려해야 할것이다. 바닥충격음저감성능을향상시키는 제품개발에는 성공해도 실용화에서 실패하는 원인이 바로 이러한 요인들이기 때문에 실용화를 위한 종합적인 검토가 반드시 요구된다. 즉, 현장 설치에 의해 문제점을 철저히 분석하고 이를 보완하는 노력이반드시필요한것이다.

▲ 입주자의 공동체문화 의식 향상 노력 요구

상기의정책적, 기술적대책마련보다도더욱중요한 일은이웃을 배려하며 생활하는올바른아파트 공동체문화의 성숙일 것이다. 아무리 엄격하고 강화된 법적 제도를 마련하여 시행한다 할지라도 개인별로 소음을 느끼는정도가다르고법제정을통해규제한다는것은 한계가 있기 때문이다. 아파트내에서 자율적으로관리규약을 정하고 입주민들의 의견을 바탕으로 자체적인 규제를가하는방법등을통하여입주민들스스로소음 발생을 자제하는올바른공동체문화의식 이야말로공동주택의삶의질을한차원높히는또하나의바람직한 방향이라고 사료된다. 공동주택 층간소음 방지대책의 마련은정부나건설업체의몫이아니라상기와같이정부와건설업체, 방음방진생산업체, NGO 및입주자가 서로각자의역할을충실히수행하였을때비로소해결할수있다는점을분명히인식해야할것이다.