

공동주택 바닥충격음 제도 개정 현황 및 대응 동향



글 박철용 / 건축기술팀 차장 전화 02-3433-7731 E-mail cypark@ssyenc.com

01. 들어가며...

인간의 주거는 생명을 위협하는 동물들로부터 생명 보호를 목적으로 동굴생활을 시작한 것을 시작으로, 불의 발견 이후 동물로부터 안전을 확보할 수 있게 되면서 움막 형태의 주거를 하게 되었고, 빛의 유입과 환기를 목적으로 창을 갖는 주거를 개발하면서 본격적인 건축물의 형태를 갖추게 되었다고 볼 수 있다. 이와 같이 건축물은 외부환경으로부터 인간을 보호하는 기본적인 역할 뿐 아니라 사용목적에 적합한 인간의 생활을 담는 그릇의 역할을 해왔다.

도시의 형성과 더불어 단독주거 뿐 아니라 좁은 면적에 많은 인원을 수용할 수 있는 복합주거가 생겨나게 되었고, 경제발전 에 따라 개인소득이 증가하고 가치관은 다양화되고 주거생활에 대한 질적 향상의 욕구가 증대되면서 쾌적하고 정온한 주거공간에 대한 요구가 높아지게 되었다.

현재 국민의 60% 내외가 공동주택에서 생활하고 있으며, 거주자의 생활수준 향상으로 주거의 질에 대한 관심이 고조되면서 건축물의 차음성능은 쾌적하고 정온한 주거공간에 대한 요구 중 중요한 성능의 하나로 인식되기에 이르렀고, 특히 공동주택에서의 바닥충격음 저감에 대한 관심 및 요구가 증대되고 있다. 그러나 이러한 요구에도 불구하고 공동주택의 구조는 고층화 및 사업성 극대화 등을 꾀하고 있으며, 그 과정에서 소음 민원은 증가하고 있는 추세이다.

이에 본 원고에서는 공동주택 바닥충격음 제도가 어떻게 개정되어 왔는지 그 변천과정을 주요한 시기별로 살펴보고, 그러한 제도의 변천에 따른 바닥충격음 저감을 위해 어떻게 대응해 왔는지 정리해 보았다.

02. 바닥충격음 제도 개정 현황

2.1 2003년 4월 22일 이전

바닥충격음에 대해 규정하고 있는 법률은 「주택건설기준 등에 관한 규정」(이하 규정)으로, 2003년 4월 22일 개정되기 전까지는 제14조(세대간의 경계벽 등) 제3항에 ‘공동주택의 바닥은 각 층간의 바닥충격음을 충분히 차단할 수 있는 구조로 하여야 한다.’라는 정성적인 문구로 되어 있었다.

2.2 2003년 4월 22일 개정 (바닥충격음 v0.5)

2003년 4월 22일 개정을 통하여 규정 제14조 제3항은 ‘공동주택의 바닥은 각 층간 바닥충격음이 경량충격음은 58데시벨 이하, 중량충격음은 50데시벨 이하가 되도록 하여야 한다. 이 경우 바닥충격음의 측정은 건설교통부장관이 정하여 고시하는 방법에 의한다.’로 정량적인 기준으로 전격 변경되었을 뿐 아니라 제4항 ‘건설교통부장관은 제3항 전단의 규정에 의한 바닥충격음 기준을 충족하는 표준바닥구조 및 바닥충격음 차단성능등급을 각각 정하여 고시할 수 있다.’라고 신설하여 “공동주택 바닥충격음 차단구조인정 및 관리기준”(이하 고시)을 제정할 수 있는 근거를 마련하게 되었다. 다만, 부칙에서 경량충격음에 관한 규정은 공포 후 1년이 경과한 날부터 시행하고, 중량충격음에 관한 규정은 2005년 7월 1일 부터 시행한다고 시행일에 차이를 둬으로써 중량충격음에 대한 해결이 쉽지 않았음을 간접적으로 알 수 있었다.

2.3 2005년 6월 30일 개정 (바닥충격음 v1.0)

2003년 4월 22일, 규정의 전면 개정 이후 1년이 경과한 시점이 도래하기 전인 2004년 3월 30일, 고시가 제정되어 경량충

격음에 대한 차단능의 등급별 성능기준과 표준바닥구조(슬래브 두께 180mm 이상, 완충재 20mm 이상)가 제시되었고, 바닥충격음 v0.5 부칙에서 예고한 대로 2005년 6월 30일, 규정 제14조 제3항은 다음과 같이 성능기준을 제시하는 완전한 형태의 체계로 변경되었고, 같은 날 시행되도록 고시 또한 중량충격음에 대한 차단능의 등급별 성능기준까지 포함하고, 표준바닥구조의 슬래브 두께를 210mm 이상으로 두껍게 하도록 개정하게 되었다.

③ 공동주택의 바닥은 다음 각 호의 어느 하나의 구조로 하여야 한다.

1. 각 층간 바닥충격음이 경량충격음은 58데시벨 이하, 중량충격음은 50데시벨 이하의 구조가 되도록 할 것. (후략)
2. 건설교통부장관이 정하여 고시하는 표준바닥구조가 되도록 할 것

2.4 2013년 5월 6일 개정 (바닥충격음 v2.0)

바닥충격음 v1.0 시행 이후 큰 변화없이 운영되었으나, 2013년 5월 6일 독립된 조문으로 분리되었을 뿐 아니라 고시에 포함되어 있던 표준바닥구조의 슬래브 두께를 규정에 포함시키면서 고시에서 표준바닥구조를 삭제하여 다음과 같이 현재 규정의 근간이 되는 체계로 변경되었다.

제14조의2(바닥구조) 공동주택의 세대 내의 층간바닥은 다음 각 호의 기준을 모두 충족하여야 한다.

1. 콘크리트 슬래브 두께는 210밀리미터(라멘구조는 150밀리미터) 이상으로 할 것
2. 각 층간 바닥충격음이 경량충격음은 58데시벨 이하, 중량충격음은 50데시벨 이하의 구조가 되도록 할 것. (후략)

이 후 고시 개정(2013. 12. 24.)을 통하여 중량충격원으로 표준 중량충격력 특성-1(뱅머신)으로만 측정하던 것을 표준 중량충격력 특성-2(임팩트볼)도 포함하여 인정 신청시 신청자가 선택할 수 있도록 하였으나, 2년도 지나지 않은 2015년 10월 5일 고시 개정을 통하여 표준 중량충격력 특성-2(임팩트볼)은

충격력의 크기가 작다는 이슈로 감사원 지적을 받아 삭제되고 표준 중량충격력 특성-1(뱅머신)만을 사용하는 것으로 환원되었다.

2.5 2022년 8월 4일 개정 (바닥충격음 v3.0)

2018년 9월 3일부터 2019년 4월 18일에 걸쳐 감사원에서 입주를 앞둔 공공아파트를 대상으로 층간소음 측정, 실지감사, 지적사항에 대한 의견 수렴 등을 거쳐 감사보고서를 최종 확정하여 공포하기에 이르렀다. 이러한 감사원의 조치사항에 대한 후속대책으로 2022년 8월 4일 다음과 같이 경량충격음 기준은 58dB 이하에서 49dB 이하로, 중량충격음 기준은 50dB 이하에서 49dB 이하로 각각 강화되었으며, 2023년 8월 28일 고시 개정을 통하여 중량충격음은 기존 표준 중량충격력 특성-1(뱅머신)이 아닌 표준 중량충격력 특성-2(임팩트볼)로 측정하고, 평가 또한 역A특성 곡선을 이용한 단일수치평가방식이 아닌 A-가중 최대 바닥충격음레벨로 평가하는 것으로 변경되었고, 성능검사 측정 세대는 사업계획승인 단지의 유형별 세대수의 2% 범위에서 무작위 추출하여 준공단계에서 측정하는 것으로 하였다.

제14조의2(바닥구조) 공동주택의 세대 내의 층간바닥은 다음 각 호의 기준을 모두 충족해야 한다.

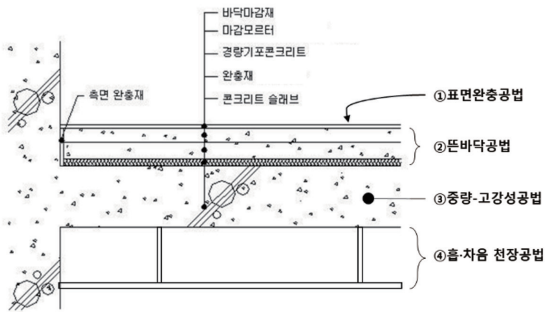
1. 콘크리트 슬래브 두께는 210밀리미터(라멘구조는 150밀리미터) 이상으로 할 것. (후략)
2. 각 층간 바닥의 경량충격음 및 중량충격음이 각각 49데시벨 이하인 구조일 것. (후략)

이상과 같이 공동주택의 바닥충격음 관련 기준은 2003년 정량적인 기준을 처음으로 제시한 이래 슬래브 두께를 180mm 이상으로 하는 표준바닥구조 고시, 슬래브 두께를 210mm 이상으로 하는 규정, 성능 기준을 경량충격음 58dB 이하, 중량충격음 50dB 이하에서 각각 49dB 이하를 만족하도록 하면서 실험실에서 인정하는 시스템에서 준공을 앞둔 현장에서 측정(사후측정)하는 시스템으로 대폭 변화하는 과정을 거쳐 지금에 이르고 있다.

03. 바닥충격을 저감공법 개발 동향

바닥충격을 저감하기 위한 대책으로는 소음의 발생에서부터 소음을 듣게 되는 전달과정 측면에서 볼 때 ①발생원 대책, ②수음점 대책, ③전달경로 대책으로 구분할 수 있다. 발생원 대책이란 위층 등의 거주자가 생활소음을 포함한 가구 끄는 소리, 물건 떨어뜨리는 소리 및 건너나 뛰는 발소리 등을 최대한 발생시키지 않는 행위를 하는 것을 말하는데, 최대한 조심하는 행위를 유도할 수 있는 계몽이 필요할 것이다. 수음점 대책이란 공장 등 작업장에서 소음이 심하게 발생하는 경우 귀마개 등을 하거나 이어폰을 이용하여 양질의 음악으로 마스킹하는 방법 등을 의미하는데, 주거공간에서는 이러한 방법을 이용할 수 없으므로 실질적으로 소음의 영향을 받는 측에서는 할 수 있는 조치가 없는 상황이다. 마지막으로 전달경로 대책이란 충격음이 발생하는 위층에서부터 소음의 영향을 받는 아래층 사이에 방음시설 등을 설치하여 바닥충격을 저감시키는 것으로써 현재 고려되고 있는 대부분 기술들이 여기에 속한다고 할 수 있다. 이러한 전달경로 대책은 충격음이 발생하여 전달되는 경로 순서로 ①표면완충공법, ②튼바닥공법, ③중량-고강성공법, ④흡·차음 천장공법 등으로 분류할 수 있다.

[그림 1] 전달경로 대책 개념도



3.1 표면완충공법

표면완충공법은 충격원의 특성을 변화시키는 방법으로써 카펫, 발포비닐계 장판지 등 유연한 바닥마감재를 사용하면 마감재의 탄성에 의해 충격 시간이 길게 되어 전 충격력은 변하지 않아도 최대 충격력은 작아지기 때문에 충격음이 작아진다. 주파수 특성을 살펴보면 바닥마감재가 유연할수록 피크를 나타내는 주파수 대역이 내려가고, 그로 인해 고주파수 대역

에서 급격히 충격음 레벨이 저하되는 특성을 보인다. 이와 같은 효과를 평가하기 위해서는 단단한 스틸 해머를 갖는 경량 충격원이 적당하고 유연한 중량충격원으로는 그보다 더 유연한 재료, 예를 들면 두꺼운 매트리스 등이 아니면 충격력이 변하지 않기 때문에 그 효과를 평가하기 어렵다.②

바닥충격음 v1.0 시기의 고시에서 표준바닥구조를 제시하면서 뒤에서 서술할 튼바닥구조용 완충재를 사용하지 않고 단열재를 사용할 경우 가중 바닥충격음 레벨 감쇠량이 13dB 이하인 바닥마감재를 사용하도록 규정한 것이 해당하며, 바닥충격음 v3.0 시기의 고시에서는 제2조(정의) 제15호에서 라멘구조는 가중 바닥충격음 레벨 감쇠량이 13dB 이상인 바닥마감재나 20mm 이상의 완충재를 포함하도록 규정한 것이 이에 해당한다.

층간소음 감소를 위한 바닥마감재 종류별 경량충격음 저감량 실험실 측정방법을 이용한 선행연구④에서 PVC 시트(4종), 마루(2종), 타일(1종) 총 7개 마감재를 선정하여 콘크리트 표면 대비 마감재별 경량충격음 감쇠량에 대한 실험을 실시하였으며, 그 결과 PVC 시트 > 마루 > 타일 순으로 층간소음 감쇠량이 높은 것으로 나타났으며, 특히 PVC 시트의 경우 두께가 두꺼울수록 감쇠량이 크게 나타났다.

[표 1] 마감재 종류 및 감쇠량

시료명		감쇠량
PVC 시트	A사	T : 1.8mm 17
	B사	T : 2.2mm 17
	C사	T : 4.5mm 23
	D사	T : 6.0mm 27
마루	E사	T : 7.5mm 10
	F사	T : 8.0mm 18
타일	G사	T : 3.0mm 2

한편, 표준 시험동에서 마감재 종류별 경량충격음 저감량과 중량충격음 저감량을 평가한 선행연구④에서는 PVC계 바닥 시트(2종), 마루(3종) 총 5종 마감재를 선정하여 마감재가 없는 맨슬래브 상태 대비 역A특성곡선을 이용한 단일수치평가량으로 저감량을 비교한 결과 역시 경량충격음 저감량은 PVC계 바닥시트가 마루보다 층간소음 감쇠량이 우수한 것으로 나타났지만, 완충재가 설치된 상태였기 때문에 감쇠량은 완충재가 설치되지 않았을 경우②보다 매우 낮게 나타났다.

[표 2] 마감재 종류 및 감쇠량

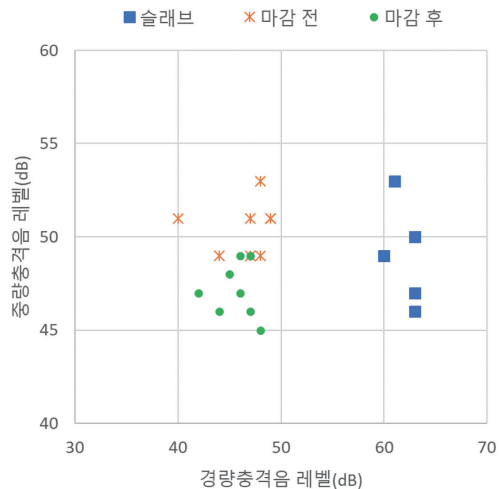
시료명			감쇠량
PVC 시트	A사	T:1.8mm	2~4
	B사	T:4.5mm	4~8
마루	C사	T: 8.0mm	1~4
	D사	T: 7.5mm	0~2
	E사	T:12.0mm	0~3

3.2 뜯바닥공법

뜯바닥공법은 방송국 스튜디오, 녹음 스튜디오, 음향실험실 등 고도의 차음성능이 요구되는 경우에 채용되어 온 차음바닥 공법이라고 할 수 있으며, 건식과 습식으로 구분되는데, 상기 언급한 공간은 건식공법으로 이중바닥구조를 적용하는데 반해, 우리나라의 공동주택에서는 대부분 습식공법으로 온돌층을 구성하고 있다. 뜯바닥공법의 바닥충격을 차단성능은 바닥 슬래브, 완충재, 뜯바닥층에 의해 결정된다. 질량이 있는 것을 탄성재로 지지하여 구성된 공진계의 특성을 이용하여 진동 전달을 줄이는 것은 방진의 기본적인 방법으로서 뜯바닥공법도 완충재와 뜯바닥층으로 구성되는 공진계의 특성을 이용한 것이라 할 수 있다. 따라서 뜯바닥구조를 채택하는 경우에는 우선 바닥 슬래브의 두께를 확보하고 스펠이 큰 경우에는 작은 보를 배치하여 바닥슬래브의 강성을 높이는 것이 필요하다. 습식 뜯바닥공법에서 바닥충격음 저감효과는 공진계의 진동전달손실에 좌우된다. 뜯바닥구조를 자유도의 공진계로 보면 방진원리에서 적당한 손실계수를 갖는 유연한 완충재를 이용하거나 뜯바닥층의 질량을 크게 하여 공진계의 고유진동수를 가능한 낮게 하면 바닥충격음 저감효과를 높일 수 있다. 그러나 완충재가 지나치게 유연할 경우에는 불안정한 바닥으로 되기 때문에 뜯바닥층의 두께를 늘리는 것이 기능상으로도 유효한 방법이라 할 수 있다. 또한 습식 뜯바닥구조의 경우 완충재 내의 공기는 밀폐상태로 되기 때문에 완충재의 스프링 정수는 완충재 자체의 스프링 정수와 공기의 스프링 정수를 합한 것으로 되지만 공동주택에서는 중량충격음 레벨에 대한 차음등급은 보통 저주파수 대역에서 결정되기 때문에 뜯바닥구조를 적용할 경우 고유진동수를 63Hz의 하한 주파수인 45Hz 이하로 하는 것이 바람직하다. 습식 바닥공법의 시공은 음향적인 사고가 발생하지 않도록 하는 것과 뜯바닥층에 균열이 발생하지 않도록 하는 것이 중요하다. 따라서 바닥 슬

래브의 평활도 확보, 콘크리트 벽과의 절연, 배관 주변의 처리, 완충재의 설치방법, 뜯바닥층의 시공방법에 주의를 요한다. 기존 바닥 슬래브 상부에 경량기포콘크리트만을 타설했었는데, 바닥충격음 v0.5 시기부터 도입한 표준바닥구조가 습식 뜯바닥구조를 채택함으로써 표준이 되었다고 볼 수 있다. 다만, 공정별 바닥충격음 특성에 대한 선행연구에서 맨 슬래브 단계, 바닥마감 전, 바닥마감 후 각 3단계에 걸쳐 바닥충격음을 측정된 결과를 비교하였는데, 경량충격음의 경우 완충재 시공 후 바닥마감 전에 측정된 값이 맨 슬래브 단계에서 측정된 값보다 최대 23dB 저감되는 것으로 나타났으며, 바닥마감을 한 후에는 최대 추가 3dB 저감하는 것으로 나타나 완충재의 역할이 가장 크게 나타났다고 서술하고 있지만, 중량충격음의 경우 완충재 시공 후 바닥마감 전에 측정된 값이 맨 슬래브 단계에서 측정된 값보다 63Hz 대역을 증가시킬 수 있음을 지적하면서 맨바닥 슬래브의 중량충격음 차단성능이 51dB 이하가 되어야 함을 제안하였고 더불어 현장별 맨바닥 슬래브의 공진주파수를 측정하여 이를 피할 수 있는 맞춤형 완충재 설계가 필요함을 언급하고 있다.

[그림 2] 공정별 바닥충격음 측정결과

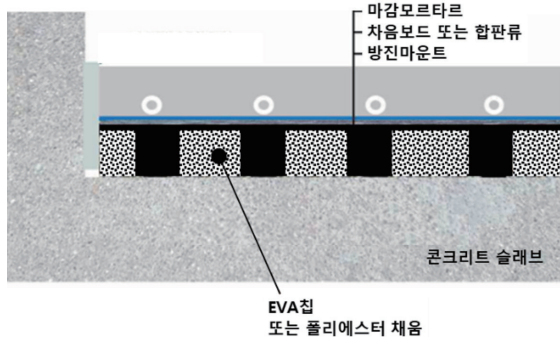


한편, 바닥충격음 v3.0 시기를 맞으면서 건설사들과 완충재 제조업체들에서는 일대 변혁의 바람이 거세게 불기 시작했다. 첫번째가 사용검사를 신청하기 전 현장 측정을 한 자료를 제출하도록 제도가 개정된 것이고, 두번째가 등급 기준이 강화되어 경량충격음과 중량충격음 모두 49dB 이하를 만족시켜야 한다는 것이고, 세번째가 중량충격음으로

뱅머신이 아닌 임팩트볼을 이용하는데, 평가방법은 4개 주파수 대역별 값을 dB(A)로 환산하여 평가하도록 하는 것이었다. 이에 뜬바닥구조의 개발방향은 주로 완충재의 종류 및 물성에만 치중되었던 기존과 달리 완충층의 구성재료를 고도화시키는 시도 뿐 아니라 온돌구성층의 구조까지 흔드는 시도도 이루어지고 있다. 이러한 시도들을 바닥충격을 차단구조로 사전인정을 받은 바닥구조 현황을 참고하여 분류하면 다음과 같이 정리할 수 있다.

먼저, 완충층을 완충재가 아닌 방진구조를 활용하는 기술이 있다. 기계진동을 방지할 목적으로 사용되는 방진마운트를 활용하여 완충층을 구성하는 방법인데, 기계장비처럼 소규모 면적일 경우에는 슬래브 평탄화를 거의 고려하지 않아도 되겠지만 공동주택 세대처럼 넓은 면적일 경우 슬래브 평탄화가 이루어지지 않을 경우 방진마운트의 높이를 정확하게 일치시킬 수 있는 방법이 필요하며, 방진마운트 사이는 EVA칩 또는 폴리에스터 계열을 채우게 되는데, 상부에 마감모르타르가 습식으로 타설되어야 하기 때문에 방수 및 차수를 위해 차음보드 또는 합판류로 설치해야 할 뿐만 아니라 마감모르타르를 타설하기 전에 난방배관을 설치해야 하는데, 난방배관을 고정하기 위한 별도의 방법 또한 고려되어야 하는 등 성능이 우수하다고 할지라도 시공성, 경제성, 품질 확보 측면에서 기존과 비교할 때 경쟁력을 갖기 어려울 것으로 판단된다.

[그림 3] 방진구조형 완충층

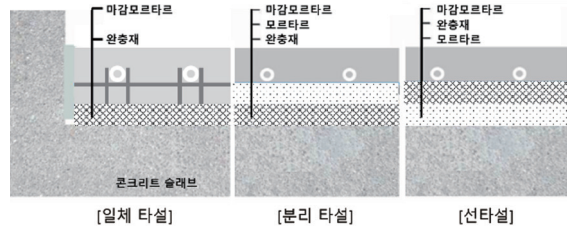


다음으로 완충층을 포함한 온돌구성층의 구조를 변경하는 방법은 기존 경량기포콘크리트를 모르타르로 변경하는 것을 기본으로 하여, 마감모르타르와 일체로 80mm 타설하는 공법과 기존처럼 40mm씩 분리 타설하는 공법, 그리고 완충재를 시공하기 전에 모르타르부터 타설하고 완충재와 마감모르타르를

타설하는 공법 이상 3가지 방법이 개발되고 있다.

일체 타설 공법은 모르타르와 마감모르타르 사이에 난방배관이 시공되어야 하기 때문에 난방배관을 선시공하기 위해 베이스 패널이 필요하며, 분리 타설 공법은 모르타르 상부에 난방배관 고정핀을 꽂을 수 없어 클립바 등과 같은 부자재가 필요하고, 모르타르 선시공 공법은 콘크리트 슬래브의 평탄화 작업 효과를 볼 수 있다는 장점이 있지만 완충재 상부에 난방배관을 시공해야 하기 때문에 난방배관 고정을 위한 방법이 필요할 뿐 아니라 마감모르타르가 탄성이 있는 완충재에 시공됨으로써 양생에 따른 수분 증발로 인한 탄성 회복력에 의해 마감모르타르에 균열이 심하게 발생할 우려가 있어 철저한 품질관리가 요구된다.

[그림 4] 온돌구성층 구조 변경



3.3 중량-고강성공법

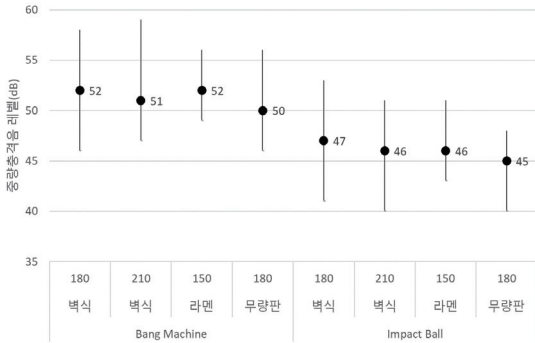
바닥 슬래브의 중량을 증가시키면 충격에 대해 바닥은 진동하기 어렵게 되어 충격에 의한 발생음도 저하한다. 또한 바닥 슬래브의 강성을 높이는 것도 충격점의 유효 질량을 높이는 것이 되어 비슷한 효과가 기대된다. 바닥 슬래브의 두께를 증가시키는 것은 중량충격음의 저감방법으로써 그 효과는 크지만 중량충격시 바닥 슬래브의 진동 특성은 바닥 슬래브 자체의 중량과 강성 외에 보 또는 콘크리트 벽체의 시방과 그 위치에 따라 결정되므로 실제 바닥의 중량이나 강성에 의한 바닥충격음 저감효과는 바닥의 구조조건을 종합적으로 고려하여 평가할 필요가 있다.●

바닥충격음 v0.5 시기의 고시에서 슬래브 두께를 180mm 이상으로 하는 표준바닥구조를 제시하면서도 중량충격음은 유예하였고, 바닥충격음 v1.0 시기의 고시에서 슬래브 두께를 210mm 이상으로 하는 표준바닥구조를 제시하면서 중량충격음까지 포함시켰으며, 바닥충격음 v3.0 시기를 맞아 국토교통부에서는 LH에서 발주하는 모든 공공주택은 2025년 부터 바닥슬래브 두께를 250mm 이상으로 할 것을

업무보고한 것이 이에 해당한다고 볼 수 있다.

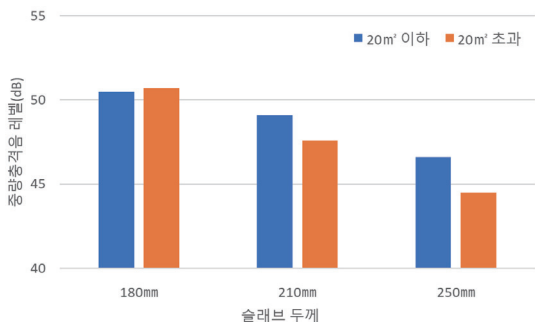
건물 구조 형식에 따른 중량충격원별 바닥충격음 특성 연구^⑥에서 벽식구조의 슬래브 두께가 두꺼울수록 중량충격음 저감능력이 우수한 것으로 나타났고, 라멘구조라고 하더라도 슬래브 두께 150mm 일 경우 중량충격음 차단능능은 슬래브 두께 180mm 무량판구조 보다 좋지 않을 수도 있다고 보고하고 있다.

[그림 5] 구조형식별 중량충격음 측정결과



중량충격원으로 뱅머신을 이용한 선행 연구^⑦에 따르면 슬래브 두께 180mm 32개소, 210mm 39개소와 무량판 구조 슬래브 두께 250mm 13개소 등 입주직전 총 84세대의 거실을 대상으로 평가한 자료에 따르면 180mm 일 때 평균 50.5~50.7dB, 210mm 일 때 평균 49.1~47.6dB, 250mm 일 때 46.6~44.5dB 로 나타나 슬래브 두께가 두꺼워질수록 중량충격음 레벨은 낮아지는 것으로 나타나 중량-고강성공법이 중량충격음 저감방법으로 유효함을 짐작할 수 있다.

[그림 6] 슬래브 두께에 따른 중량충격음 영향

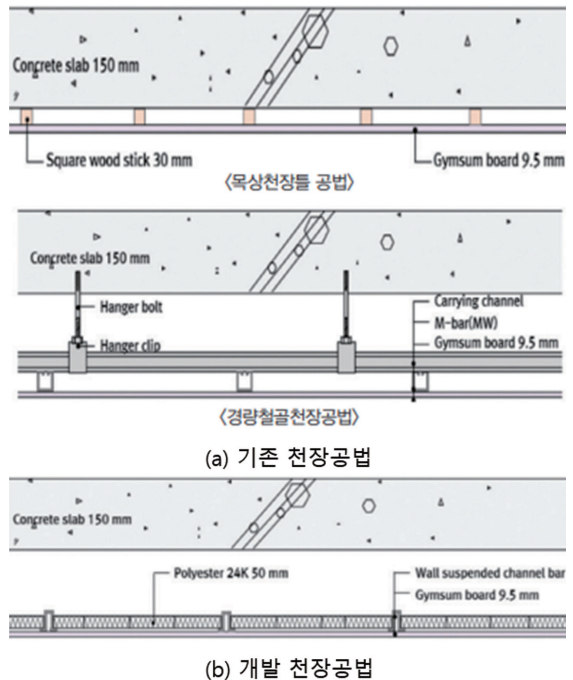


3.4 흡·차음 천장공법

흡차음 천장공법은 공기층을 충분히 확보함과 동시에 천장재의 면밀도를 크게 하고, 방진지지로 하거나 흡음재를 설치함으로써 바닥충격음 저감방법의 하나로 활용할 수 있다. 예를 들어 공기층이 45mm 정도일 경우에는 바닥 슬래브와 일체로 진동하기 때문에 다소 효과를 볼 수 있을 것으로 보이지만 공기층이 200mm 정도일 경우에는 공기층이 공진현상에 의해 증폭될 수 있는 것으로 알려져 있어 오히려 불리할 수도 있으므로 주의를 요한다.^⑧

현행 법규에서는 본 공법에 대해서는 고려하고 있지 않다. 한편, 바닥충격음 저감을 위한 천장공법을 개발한 선행연구^⑨에서 천장 마감재가 천장 슬래브에 직접 연결되지 않도록 하여 기존의 천장공법과 달리 하중은 수평으로 연결된 구조체를 통해 내력벽으로만 전달되는 형태로 개발되어 상부 세대로부터 충격음이 천장 마감에 직접 전달되지 않도록 하였고, 추가로 천장 내부 공기층에 다공성 흡음재를 설치하여 흡음효과까지 볼 수 있도록 고려되었다. 슬래브 두께 210mm인 신축 공동주택의 2개 세대에 본 개발 천장공법을 적용한 후 일반 세대와 바닥충격음 차단능능을 비교 측정한 결과 경량충격음은 2dB, 임팩트볼로 타격한 중량충격음은 2~3dB 성능 개선을 확인하였다.

[그림 7] 천장공법 비교



04. 맺으며...

이상에서 살펴본 바와 같이 공동주택의 바닥충격음 관련 제도는 2003년 정량적인 기준을 도입한 이후 표준 바닥구조라는 시공 표준을 마련하였다가 사라졌으며, 사전인정제도로만 운영되다가 최근 성능기준을 확인하는 사후측정을 하도록 규정하기에 이르렀다. 이러한 바닥충격음을 저감하기 위한 기술적인 방법으로 표면완충공법, 뜬바닥공법, 중량-고강성공법, 흡차음 천장공법 등으로 구분하여 다양한 연구가 이루어져 왔는데, 특히 뜬바닥공법을 중심으로 많은 연구가 진행되었다.

그럼에도 바닥충격음에 대한 민원은 증가하는 추세이며, 인명 피해까지도 발생하고 있다. 다만, 이러한 바닥충격음에 대한 민원에 대한 체계적인 분석이 아쉽다. 먼저, 민원이 발생한 건축물이 어느 시기에 설계되었는지 고려되어야 한다. 2장에서 언급했듯이 정량적인 기준은 경량충격음의 경우 2004년 4월 22일 이후, 중량충격음의 경우 2005년 7월 1일 이후 사업계획승인을 신청한 건축물부터 적용되었기 때문이다. 이 이전 건축물들은 이러한 기준을 적용받지 않았기에 바닥충격음 차단성능이 불리할 수 밖에 없을 것이다. 다음으로, 법 적용 대상은 사업계획승인 신청을 해야 하는 30세대 이상 공동주택이다. 즉, 30세대 미만 공동주택이거나 주택법 적용을 받지 않는 건축법상 공동주택은 바닥충격음 기준을 적용받지 않기 때문에 바닥충격음 차단구조를 어떻게 반영했는지 조사가 필요한 상황이다. 다만, 이러한 제도의 사각지대를 해소하기 위해 2015년 5월 21일 「소음방지를 위한 층간 바닥충격음 차단 구조기준」이 제정 및 시행되어 표준바닥구조(슬래브 두께 210mm 이상)를 적용하도록 하고 있다.

바닥충격음에 대한 전달경로 대책으로 제시된 4가지 기술적인 방법에 대한 많은 연구들이 수행되어 왔지만, 공학적인 프로세스를 고려할 때 아쉬운 부분이 있다. 일반적으로 프로그램을 이용한 사전 해석을 수행한 후 모형 실험 또는 실증을 통하여 해석결과와의 상관성을 검토하는 과정을 거치는데, 바닥충격음의 경우 앞단의 사전 해석적인 연구가 활발하지 않고 대부분 표준시험동 측정 또는 현장 측정 연구가 이루어지고 있다. 따라서 관념적인 추론으로 실험 모형을 정한 뒤 측정을 하기까지 시공하는

과정에 투입되는 비용과 시간이 상당할 뿐 아니라 측정 이후 폐기하는 과정에 투입되는 비용과 시간까지 감당해야 하며, 측정결과가 목표하는 결과가 아닐 경우 원인 분석을 하는 과정에서도 변수가 무엇인지 정의하는 것부터 추상적으로 시작해서 그렇게 정한 변수들 중 어떤 변수가 문제인지 확정하는 것까지 추상적으로 진행되는 것이 일반적인 상황으로, 재실험을 하더라도 또다시 불확실성에 기반하기 때문에 이를 해소하기 위해서 공학적인 방법론으로 해석적 접근방법론이 개발되어야 할 것이다.

마지막으로 바닥충격음을 기술적으로 해결하려는 이러한 많은 노력들과 더불어 바닥충격음을 발생시킬 수 있는 위층 세대에서 조용하게 생활하려는 행동 방식의 변화와 그러한 위층 세대의 노력에 대하여 공감하려는 아래층 세대의 이해 등을 바탕으로 상호 따뜻하게 소통하려는 건전한 이웃문화를 만들어 나가는 것도 기대해 본다.

※ 참고문헌

01. 국가법령정보센터, <https://www.law.go.kr>
02. 한국건설기술연구원(1998), 건축물의 바닥충격음 저감설계기법 : 공동주택을 중심으로
03. 김재규, 이영한(2014), 층간소음 감소를 위한 바닥마감재 바닥충격음 연구, 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집 14(1), pp.86-87
04. 김학천, 김용길, 김상철, 이현열, 조형호(2008), 표준시험동에서 바닥마감재에 따른 바닥충격음 특성 평가, 한국소음진동공학회 추계학술발표대회 논문집, pp.439-440
05. 이원학, 송국곤, 한찬훈(2020), 공동주택 바닥 공사 공정별 바닥충격음 특성 분석, 한국소음진동공학회논문집 30(1), pp.29-36
06. 박종영, 김연아, 정갑철(2013), 건물 구조 형식에 따른 중량충격음원별 바닥충격음 특성, 한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회, pp.259-262
07. 조창근, 윤창연, 김명준(2015), 바닥슬래브 두께 및 바닥면적에 따른 중량충격음 차단성능 비교, 한국생활환경학회지 22(5), pp.768-776
08. 김신태, 김명준(2023), 공동주택 바닥충격음 저감을 위한 천장공법 개발, 대한건축학회지 67(8), pp.21-24