

# 공동주택 바닥충격음의 기준 및 운영방안

바닥충격음 문제로부터 거주자의 생활환경을 보호하기 위해 “주택건설기준등에관한규정”에 규정된 바닥충격음 차단성능에 대한 기준과 운영방안(고시)에 대해 소개하고자 한다.

양 관 섭

한국건설기술연구원 건축연구부(ksyang@kict.re.kr)

건설교통부에서는 2003년 4월 22일 그동안 선언적인 의미로 규정되어 있던 주택건설기준등에관한규정 제 14조 제 3항을 개정하여 구체적인 바닥충격음 차단성능에 대한 최저 성능기준(중량충격음 : 50 dB 이하, 경량충격음 : 58 dB 이하)을 마련하였으며, 이와 더불어 중·소 주택건설업체를 위한 표준바닥구조(성능기준을 만족시킬 수 있는 대표적인 바닥구조)를 고시로 제시할 수 있도록 하였다. 그리고 거주자의 다양하고 고도화된 요구에 대응하고, 다양한 성능의 바닥구조 개발을 유도하기 위해 최저 성능기준을 최하 등급으로 하는 바닥충격음 차단성능 등급 기준을 고시하는 것으로 관련 규정을 개정하였으며, 1년 동안의 유예기간을 거쳐 2004년 4월 22일 이후에 사업계획의 승인을 신청하는 주택건설사업부터 적용하는 것으로 하였다.

이와 같이 2004년 4월 22일 이후의 사업승인을 신청하는 주택건설사업부터 바닥충격음에 대한 기준을 적용하여 시행하는 것으로 하였으나 현재 국내 대부분의 아파트가 적용하고 있는 벽식 구조 습식 온돌구조의 경우, 거실과는 달리 안방과 같이 직방체 형태의 공간에서는 슬래브 두께를 210 mm 이상으로 해도 공진현상으로 인해 중량충격음의 차단성능이 크게 개선되지 않기 때문에 중량충격음 기준을 만족하는 표준바닥구조를 제시하기 어렵다(바닥구조가 동일한 거실과 비교할 때 침실에서의 측정결과가 5데시벨 이상 크게 나타나고 있는 것으로 조사되고 있음)는 것과 동일한 바닥구조에 대해 공동주택 시공현장에서 측정한 바닥충격음 차단성능의 측정

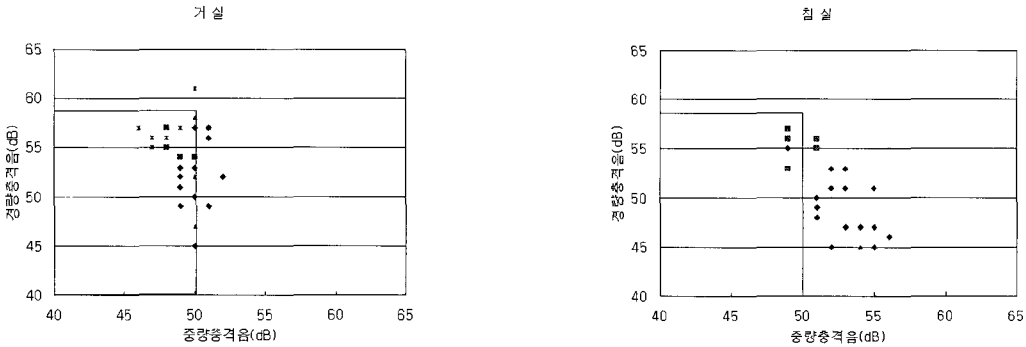
결과, 바닥면적, 평형 등에 따라 측정결과와 편차가 상당히 크게 발생하고 있어 일관성 있는 표준바닥구조를 제시하기 어렵다는 연구결과가 도출됨에 따라 경량충격음 차단성능기준만 우선 시행하고 중량충격음 차단성능은 연구를 완료한 후에 방안을 마련하여 2005년 7월 1일부터 시행하는 것으로 법개정이 이루어졌다.

## 벽식구조 습식 온돌시스템의 중량충격음 차단성능의 한계

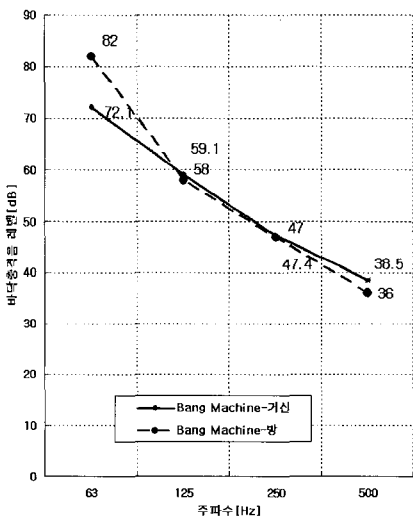
동일 바닥 구조(슬래브두께, 온돌층의 구성상태 등)에 대해 거실 형태의 시험실과 침실 형태의 시험실에서 측정한 중량충격음 차단성능은 다음 표 1과 같이 동일한 바닥구조임에도 불구하고 슬래브 두께

<표 1> 방의 형태에 따른 중량충격음 차단성능 특성

바닥구조	충격원의 종류	슬래브 두께(mm)			비고
		180	210	240	
슬래브+EPS단열재 20 mm+경량기포콘크리트 50 mm+마감모르터 40 mm+원층재 2 mm+온돌마루	중량충격음	47	48	45	거실
	경량충격음	45	44	46	
슬래브+EPS단열재 20 mm+경량기포콘크리트 50 mm+마감모르터 50 mm+흙류	중량충격음	54	54	-	침실
	경량충격음	45	45	-	



[그림 1] 벽식구조 슬래브 180 mm에서의 바닥충격음 성능현황



[그림 2] 측정공간별 중량충격음 특성

가 180 mm와 210 mm 모두 거실과 침실 사이에 6 dB이상의 차이를 보이고 있으며, 침실에서의 결과가 높게 나타나고 있는 것으로 조사되고 있다. 이러한 특성은 그림 1에 나타난 바와 같이 180 mm 슬래브의 현장 측정결과(거실보다 침실의 중량충격음 차단 성능이 4~5 dB 높음)에서도 그대로 나타나고 있다.

이처럼 동일 구조이면서 거실과 방의 측정편차가 발생하는 이유는 바닥판의 고유진동수와 관련이 있는 것으로 분석된다. 현장에서 거실 바닥판의 고유진동수를 측정된 결과, 고유진동수가 35~45 Hz 범위에 있으나 방의 고유진동수는 45~60 Hz로 중량충격음의 측정 주파수 대역인 63 Hz(44.5~89.1 Hz)

<표 2> 실의 고유진동수(Hz)

방의 규모(m)	실의 고유진동수 계산결과 (단위 : Hz)
2.7×3.0×2.3	63, 56.7, 73.9, 84.7, 93.1, 97.1, 112.4
3.3×3.9×2.3	51.5, 43.6, 73.9, 67.5, 85.8, 90.1, 100.1
3.9×4.2×2.3	43.6, 40.5, 73.9, 59.5, 84.3, 85.8, 94.7
4.2×4.5×2.3	40.5, 37.8, 73.9, 55.4, 83, 84.3, 92.4

에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

또한 직방체 침실의 규모별로 고유진동수를 계산한 결과, 표 2에 나타난 바와 같이 중량충격음의 측정 주파수 대역인 63 Hz의 바닥충격음레벨에 영향을 미치는 44.5~89.1 Hz대역의 주파수 성분이 존재하고 있음을 알 수 있으며, 그림 3은 이러한 특성으로 인해 방에서 측정된 63 Hz의 바닥충격음레벨이 거실보다 약 10 dB 높아지고 있음을 나타낸 것이다.

그리고 중량충격음의 측정/평가에 있어서 현행 KS F 2810-2의 측정방법에 따라 표준충격원을 Bang Machine(Tire)으로 사용하였을 때, 이는 암소음의 영향을 고려하여 측정편의성을 위해 충격력을 크게 한 것이나 실제 공동주택에서 발생하는 아이들의 뛰등의 실제 소음원에 비해 충격력이 크고, 특히 그림 2와 같이 공진을 일으키기 쉬운 63 Hz 대역의 충격력이 크므로 거실보다 침실에서 중량충격음 차단 성능이 상대적으로 나쁘게 나오는 직접적인 원인이 되고 있다고 판단되며, 이는 주어진 현실 조건(시공성, 경제성 등)에서 슬래브 두께를 어느 정도 증가시키

더라도 해결하기에는 한계가 있음을 보여주는 것이라고 판단된다.

### 바닥충격음 기준 개정내용

중량충격음 차단성능기준의 시행상 문제점이 제시됨에 따라 건설교통부에서는 표준바닥구조의 제시가 용이한 경량충격음만 현행 기준인 58데시벨을 그대로 유지한 채 우선 시행하고, 중량충격음 차단성능기준은 연구가 완료(2005. 12. 30)된 후, 일정 기간 검토를 거쳐 2005. 7. 1 이후에 시행하는 것으로 주택건설기준등에관한규정 제 14조를 일부 개정하였다.

그러나 중량충격음에 대한 문제를 완화하고 경량충격음에 대한 차단성능을 높여주기 위해 건설교통부에서는 벽식 공동주택의 바닥판의 두께를 현행 135 mm에서 180 mm로 강화하여 당초 국민적 요구

에 따라 도입된 공동주택의 바닥충격음을 완화하기 위해 도입한 제도의 취지에 부응하고자 하는 노력을 보이고 있다. 다음 표 3은 이러한 개정내용을 기존의 규정내용과 비교하여 나타낸 것이다.

### 경량충격음 차단성능을 만족하는 표준바닥구조의 고시

벽식 구조 습식온돌시스템에서 경량충격음 차단성능을 만족하는 표준바닥구조는 총 5개 구조를 제시하였으며, 제시된 표준바닥구조는 현재 우리나라에서 일반적으로 사용되고 있거나 생산되고 있는 재료(단열재, 완충재, 경량기포콘크리트, 모르타 등) 및 공법(습식온돌공법)을 중심으로 제시되었으며, 특정업체의 제품이나 공법은 배제되었다.

다음 표 4는 벽식구조의 표준바닥구조를 나타낸

<표 3> 바닥충격음기준개정 내용의 비교

구분	현행 규정내용	개정규정내용
성능 기준	- 중량충격음기준: 50데시벨 - 경량충격음기준: 58데시벨	- 중량충격음기준: 2005. 7. 10이후로 시행연기 - 경량충격음기준: 2004. 4. 23일부터 시행
표준바닥 구조	중량 및 경량충격음 법적 기준을 동시에 만족하는 표준바닥구조제시	경량충격음 표준바닥구조만 제시. 벽식 구조의 슬래브 두께를 최소 180 mm 이상(라멘 구조는 135 mm 이상)으로 제시
등급기준	중량 및 경량충격음 등급기준 고시	경량충격음에 대한 등급기준만 고시
측정방법 등의 고시	중량 및 경량충격음에 대해 성능인정방법 및 측정방법 등을 정하여 고시	중량 및 경량충격음의 성능인정방법 등을 고시하되, 경량충격음만 우선 시행

<표 4> 표준바닥구조(벽식 구조)

구분	표준바닥구조 단면상세	바닥마감재의 종류
벽식-1	콘크리트 슬래브 180 mm 이상+단열재 20 mm 이상+경량기포콘크리트 40 mm 이상+마감모르타 40 mm 이상	가중바닥충격음레벨 저감량(KS F 2863-1)이 9 dB 이상인 바닥마감재
벽식-2	콘크리트 슬래브 180 mm 이상+완충재 20 mm 이상+경량기포콘크리트 40 mm 이상+마감모르타 40 mm 이상	바닥마감재 사용제한 없음
벽식-3	콘크리트 슬래브 180 mm 이상+경량기포콘크리트 40 mm 이상+단열재 20 mm 이상+마감모르타 40 mm 이상	가중바닥충격음레벨 저감량(KS F 2863-1)이 9 dB 이상인 바닥마감재
벽식-4	콘크리트 슬래브 180 mm 이상+경량기포콘크리트 40 mm 이상+완충재 20 mm 이상+마감모르타 40 mm 이상	바닥마감재 사용제한 없음
벽식-5	콘크리트 슬래브 180 mm 이상+완충재 40 mm 이상+마감모르타 50 mm 이상	바닥마감재 사용제한 없음



것이며, 라멘구조의 경우에는 슬래브 두께를 135 mm 이상으로 하고, 벽식 구조에서 제시하고 있는 슬래브 위의 온돌구성층을 적용한 경우에 한해 표준 바닥구조로 인정하고 있다.

### 경량충격음 차단성능에 대한 등급기준 고시

공동주택 수요자로 하여금 바닥충격음 차단성능을 고려하여 공동주택을 선택할 수 있도록 하기 위해 마련되는 바닥충격음 차단성능 등급기준은 경량충격음에 대해서만 제시되었으며, 법적인 최저 기준인 58데시벨을 최하등급에 포함하고, 등급간의 레벨차를 5데시벨로 하여 총 4개 등급으로 하고 있다. 다음 표 5는 경량충격음 차단성능에 대한 등급기준을 나타낸 것이다.

### 표준바닥구조 이외의 바닥구조개발을 유도하기 위한 성능인정제도 도입 시행

표준바닥구조의 경우 이미 법적 성능기준을 만족한다고 건설교통부장관이 인정한 구조이기 때문에 표준바닥구조가 설계에 반영되었다는 것만 확인하면 바닥충격음 차단성능에 대한 성능확인도 마무리된다. 그러나 표준바닥구조 이외의 바닥충격음 차단구조를 적용한 주택사업에 대해서는 측정 등의 평가를 통해 반드시 해당구조가 법적 성능기준을 만족하고 있다는 것을 확인해야 하는데, 사업주체나 시공사에게 경제적, 시간적 부담을 줄여주고, 다양한 바닥충격음 차단구조의 개발과 적용을 활성화하여 실질적으로 주택소비자에게 이익이 될 수 있도록 하고, 또한 사업주체나 시공업체가 제시하는 바닥충격음 차단구조가 어떤 등급에 해당하는지를 확인하는

<표 5> 바닥(경량)충격음 차단성능의 등급기준

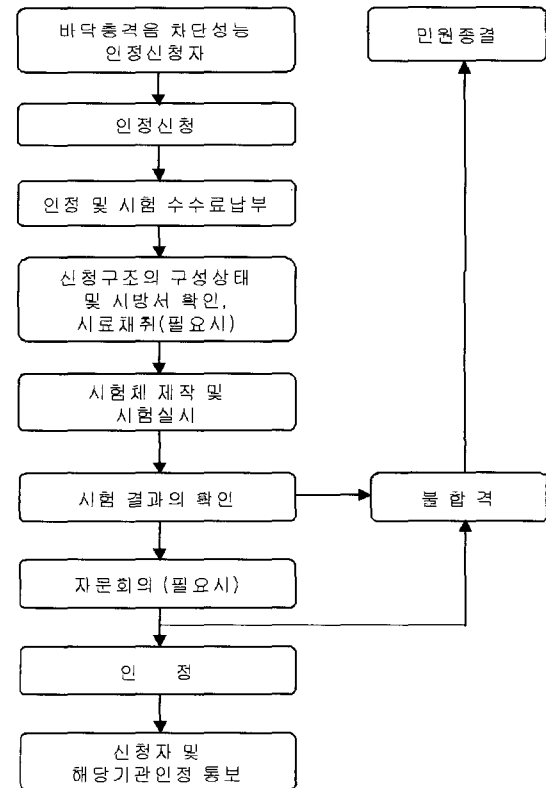
등급	역A특성 가중 표준화 바닥충격음레벨
1급	$L'_{n,AW} \leq 43$
2급	$43 < L'_{n,AW} \leq 48$
3급	$48 < L'_{n,AW} \leq 53$
4급	$53 < L'_{n,AW} \leq 58$

방법으로서도 성능인정제도가 효율적이므로 성능인정제도가 건설교통부고시(공동주택 바닥충격음 차단구조 인정 및 관리기준)에 반영되어 시행되고 있다.

이 고시에서는 성능인정기준 및 절차, 인정 신청구조에 대한 시험조건, 신청한 바닥구조에 대해 성능을 인정할 수 있는 기관 등을 구체적으로 규정하고 있으며, 바닥충격음 차단성능에 대한 측정방법과 평가방법, 입주후 발생하는 바닥충격음 차단성능에 대한 하자분쟁을 효율적으로 해결할 수 있도록 구체적인 확인방법이 규정되어 있다. 성능인정기관으로서 한국건설기술연구원과 대한주택공사가 지정되어 있다.

### 표준바닥구조의 품질 및 시공방법

바닥충격음 차단성능은 콘크리트 슬래브의 품질에 따라 성능이 달라지기 때문에 일정한 품질을 확보하



[그림 3] 인정절차

도록 하고자 표준시방서의 규정내용을 준수하도록 규정하고 있다.

그리고 완충재나 단열재의 경우 법적인 단열기준을 만족시켜야 하는 것은 당연하지만 본 규정에서도 다시 한번 언급하여 규정하고 있다. 단열성능의 기준 설정방법은 방법론에 있어서 재료의 열전도율을 규정하는 방법과 전체 바닥구조의 총합 열관류율값으로 규정하는 방법이 있으나, 현행 법적 단열기준에서는 총합 열관류율로 규정하고 있다. 또한 전체 바닥 구조를 구성하는 방법은 다양하고, 또한 사용하는 완충재나 단열재의 경우 그 종류에 따라 단열성능(열전도율)이 다르기 때문에 열전도율값으로만 규정하는 것은 문제가 있다. 따라서 전체 바닥구조를 대상으로 법적인 기준(열관류율을 기준으로 하여)을 만족하도록 표준바닥구조에서는 최소 두께만을 규정하고, 계산을 통해 적절한 단열재나 완충재의 종류나 두께를 선정할 수 있도록 유연성을 부여한 것이다.

### 표준바닥구조용 완충재의 성능기준

#### 밀도와 제품형상

완충재의 물성값은 재질의 구성이나 밀도 및 외관 형태의 변경에 따라 값이 변화된다. 따라서 시험된 물성치의 근거가 되는 제품의 형태와 구성에 관한 정확한 기록이 필요하기 때문에 시험대상 제품에 대한 겉보기 밀도를 측정된 후 제품의 전체 두께, 겉모양, 재질의 구성과 각각의 두께에 대해서 기록할 필

요가 있어 시험항목으로 규정하고 있으며, 시험은 KS M ISO 845에 따라 실시하도록 하고 있다.

#### 단위면적당 동탄성 계수 및 손실계수

동탄성계수와 손실계수는 경량충격음 차단성능과 관계가 있다. 동탄성계수는 값이 작으면 바닥충격음의 완충효과가 크지만 뜬바닥 구조 위를 걸을 때 흔들림이 발생하여 보행감을 나쁘게 하고, 값이 크면 바닥충격음의 완충성능이 낮아지게 된다. 동탄성계수는 40MN/m' 이하로 규정하고 있다. 그리고 손실계수는 0.1-0.3을 규정하고 있으며, 이 값은 일본음향재료협회의 소음진동대책핸드북에서 권장하고 있는 값이고, 국내 대다수의 완충재는 이 기준값에 포함되는 것으로 조사되고 있다.

#### 흡수량

흡수량이 많은 완충재는 곰팡이와 같은 균류가 번식하여 악취발생의 원인이 되기도 하고, 완충재가 물에 젖게 되면 열전도율이 커지게 되어 단열성능을 저하시키는 원인이 되기도 한다. 또한, 완충재 상부에 있는 온수배관이 손상되어 물이 새는 경우 완충재에서 물을 흡수함으로써 빠른 탐지를 어렵게 만드는 등 흡수에 의한 완충재의 성능 저하는 심각한 문제이다. 그리고 흡수량이 큰 재료의 경우 경량기포 콘크리트 등의 시멘트 페이스트가 침투할 경우 본래 완충재가 가지고 있는 경량충격음 차단성능을 저하시키는 문제를 안고 있다.

<표 6> 완충재의 성능기준

성능평가항목	성능기준	측정방법
밀도	시험결과 완충재 구성 상태나 형상에 대한 설명	KS M ISO 845
동탄성계수	40 MN/m' 이하	KS F 2868
손실계수	0.1 내지 0.3의 범위	KS F 2868
흡수량	4% v/v 이하이거나 현장 적용시 물이 침투되지 않는다는 것이 보장 (시공방법의 제시를 포함)	KS M ISO 4898
가열 후 치수안정성	5퍼센트 이하	KS M ISO 4898
가열 후 동탄성계수	가열 전 완충재의 동탄성계수보다 상회하는 값이 20퍼센트 이하	KS M ISO 4898, KS F 2868
가열 후 손실계수	0.1 내지 0.3의 범위내	KS M ISO 4898, KS F 2868



그러나 재료에 대한 흡수율 기준으로만 기준을 규정할 경우 외국에서 뜬바닥공법에 적용하는 유리면이나 암면과 같이 흡수율이 높은 재료가 적용될 수 없고, 또한 공법적으로 방수지 등을 사용하여 경량 기포콘크리트 등의 액체가 침투하는 것을 막을 수 있기 때문에 성능기준과 동시에 시방기준 형태, 즉 현장 적용시 물이 침투하지 않는다는 것을 보장(시공방법의 제시)하도록 이원화하여 제시되고 있다

**가열치수변화**

단열재나 완충재는 상부의 온수배관에서 전달되어 오는 열을 장시간 받게 된다. 일반적인 온수배관의 교체시기를 10년 이상으로 정하고 있으므로 열에 의한 영향으로 단열재의 성능에 변화가 없어야 함이 기본이다.

대다수 완충재는 열을 받는 경우에 장시간에 걸쳐

치수의 변화가 발생된다. 따라서 국내 온돌구조의 단열재로 가장 널리 사용되는 발포 폴리스티렌 보온재의 치수 변화에 대한 허용 기준을 적용하면 문제가 없으리라 판단되어 KS M ISO 4898의 시험방법 즉, 70℃ 48시간 시험을 통해 5%의 치수 변화를 확인하도록 하고 있다.

**가열 후 단위면적당 동탄성계수 및 손실계수**

탄성계수가 변화하면 바닥충격음 성능도 함께 변화한다. 가열 전 동탄성계수보다 가열 후의 값이 커지면 가열 전보다 바닥충격음 차단성능이 저하될 가능성이 있다. 이러한 이유로 가열 후 단위면적당 동탄성계수 및 손실계수의 변화 정도를 평가하는 일이 필요하다. 기준은 가열전의 동탄성계수에 비하여 가열 후의 변화 한도를 20%를 초과하지 않도록 설정하고 있다. ④