

공동주택의 바닥충격음 전달 특성 분석에 관한 연구

A Study on the Analysis of Propagation Characteristics for Floor Impact Noise in Apartment Houses

석호태*
Seok, Ho-Tae

조경재**
Cho, Kyung-Jae

차민철***
Cha, Min-Chul

제성호***
Jae, Sung-Ho

Abstract

The purpose of this study is to analysis of propagation characteristics for floor impact noise in attendance upon investigating standard of insulation performance, measurement and evaluation, understanding characteristics of a measuring factor for floor impact noise in apartment houses. Four cases which was before occupied apartment in Daegu was selected for experiment. Floor impact noise of measurement and evaluation method which are specified in the Korea Standard 2810-1, 2810-2, 2863-1 and 2863-2 was selected for this study. As the result of this study, 1) Especially, there is not a difference for apartment size, but the apartment of 40py type is lower than 30py's about 1~2 dB for light-weighted and heavy weighted impact sound. 2) The floor impact sound insulation performance is similar about measurement location of the same floor structure. 3) The floor impact sound insulation performance is not a difference about the slab area.

Keywords : Apartment Houses, Floor Impact Noise, Propagation Characteristics

주요어 : 공동주택, 바닥충격음, 전달 특성

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

우리나라 국민 중 대부분이 층간소음을 비롯하여 공사장소음, 교통소음 등으로부터 받는 스트레스를 경험하였을 것이다. 환경부 중앙환경분쟁조정위원회의 환경분쟁조정 현황에 따르면 소음·진동문제가 가장 큰 피해 원인으로 나타나고 있으며, 2004년 11월 현재 소음관련 환경분쟁조정 처리 건수는 1,045건에 이르고 있다. 특히 공동주택의 고층화에 따른 구조계획의 합리화, 원가절감 등으로 인해 구조체가 경량화 되고 있으며 물량위주의 시공으로 인해 층간 차음능력이 저하되고, 이로 인해 소음관련 민원 및 분쟁사태가 급증하였다.

따라서, 공동주택 층간소음의 정량적인 근거설정과 향후 원만한 해결 및 분쟁대상에 대한 일관성 있는 조정을 위하여 건설교통부에서는 바닥충격음 차단성능기준(주택건설기준등에관한규정 제14조 제3항/경량충격음 58 dB, 중량충격음 50 dB)을 경량충격음은 2004년 4월 22일 이후부터, 중량충격음은 2005년 7월 1일부터 사업승인단계에서 적용하기로 함에 따라 관련업계는 대책마련에 부심하고 있는 실정이다. 현재 국내 건설사에서 바닥충격음

저감을 위해 시공 중인 바닥판 공법으로는 뜬바닥공법, 두께증가방식 등에 국한되어 있어 아직까지 경제적이고 효율적인 저감 대책이 부족한 실정이며, 소음등급에 따른 적절한 바닥구조 설계안의 제시가 시급할 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는, 바닥충격음 차음성능 기준 및 측정방법 검토, 공동주택 바닥충격음 측정 및 평가, 측정인자별 바닥충격음 특성 파악을 수행함으로써 공동주택의 바닥충격음 전달 특성을 분석하는 것을 목적으로 하고 있다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 바닥충격음에 대한 이론적인 고찰을 바탕으로 평형별, 타입별, 구조별 분류 및 분석을 통한 측정대상을 선정하고 측정대상 공동주택의 경량 및 중량충격음 레벨 측정 및 평가를 실시하였다. 나아가 측정 수음실, 평형대별, 세대 위치별, 슬래브 면적 및 바닥충격음 저감재에 따른 바닥충격음 전달 특성을 분석하였다.

II. 바닥충격음의 이론적 고찰

1. 바닥충격음 관련 국내·외 연구 동향

1) 국외 연구동향

이미 오래전부터 고층 주거건물을 건설하기 시작한 선진 외국에서는 오래전부터 바닥충격음 및 공기전파음, 차

*정회원, 영남대학교 건축학부 조교수, 공학박사

**정회원, 영남대학교 대학원 건축공학과 석사과정

***정회원, 영남대학교 대학원 건축공학과 박사과정

음성능 등 건물의 음향 성능을 측정하고 평가하는 방법을 설정화하여 기준화하고 있으며, 지속적인 연구를 통하여 그 대책을 수립해 가고 있다.

독일의 경우, 1953년 바닥충격음 측정방법을 공업규격화한 이후, 바닥충격음의 실험 및 현장 측정(DIN-52211), 습식 뜬바닥구조 시공지침(DIN-4109) 등 체계적인 바닥구조체의 차음성능 개선방안이 연구되어 왔다.

1970년대 미국에서는 표준경량충격원(Tapping Machine)으로 바닥을 가진하였을 경우의 충격음레벨을 계산하기 위한 수식을 유도하였으며, 기본 슬래브 구조에 대한 바닥충격음레벨 계산, 바닥마감재를 적용하였을 경우 레벨을 계산할 수 있는 예측식을 전개하였다.

일본의 경우, 1965년 주택건설계획법의 제정으로 내부소음에 대한 문제의식이 변화되어 1973년 바닥충격음 측정방법(JIS A 1418)의 제정을 계기로 중량충격음 측정방법, 뜬바닥 구조용 락을 완충재(JIS A 6321) 등 차음재료와 차음성능기준 및 설계지침 등이 수립되었다.

ISO에서도 바닥충격음에 관한 규정(ISO/140, ISO/717 등)을 제시하였고 최근에는 차음지수의 개선방안 연구가 진행되고 있다. 또한 각종 건물의 차음수준, 거주자의 반응조사, 각 재료 및 구조체의 음향성능자료, 청감실험 등의 지속적인 연구를 실시하고 있다.

2) 국내 연구동향

국내에서는 1980년대부터 바닥충격음의 평가방법에 대한 연구가 시작되었고 국내 공동주택의 바닥충격음에 대한 실태파악을 위한 실험이 행해졌다. 그러나, 국내에 바닥충격음 측정방법이나 측정기기의 조건, 측정 결과에 대한 평가기준이 없었으므로 일본의 기준을 그대로 도입하여 평가하는 정도였다. 이 평가기준을 보완하는 산술평균방법에 대한 실험연구가 행해졌으나, 이것이 적용되기에는 생활감과 대응하는지의 여부와 단순평균치 사용의 타당성 검증이 필요하였다.

1990년, 대한주택공사에서 대규모의 설문조사를 통해 쾌적한 생활을 저해하는 소음원이 위층의 아이들 뛰는 소리(바닥충격음)임을 밝혔고, 청감실험을 통해 차음기준과 적용등급을 살펴보았다. 또한 공동주택의 바닥구조 실태조사를 통해 차음성능 변화에 영향을 주는 여러 요인 즉, 슬래브나 완충층에 의한 차음성능의 변화, 천장구조나 바닥마감재의 종류에 의한 차음성능의 변화 등을 비교하여 향후 연구방향을 제시하였다. 완충층 시공시 경량충격음의 경우 고주파대역에서는 약간의 성능향상이 있었으나 중량충격음의 경우 거의 차이가 없었다.

이후 행해진 많은 연구들 역시 바닥판의 차음성능을 높이는 것에 착안하여 바닥층에 충격흡수로 충격전달을 막는 보강재료와 보강재료를 설치하는 방법에 관한 연구가 주를 이루고 있는데, 대부분의 연구가 경량충격음에 있어서는 저감재의 물성변화에 따른 차음성능의 개선효과가 있었으나, 중량충격음에 대한 차음성능 개선은 모두 한계를 보이고 있다.

2. 바닥충격음의 종류

1) 경량충격음

공동주택에서의 바닥충격음 문제는 가볍고 단단한 물건이 떨어져서 발생하는 경우와 무겁고 유연한 물건이 떨어져서 발생하는 경우 등 크게 두 가지의 경우로 나눌 수 있으며, 이 중 가볍고 단단한 물건은 바닥 마감재의 종류에 따라 그 충격특성이 변화한다. 따라서 우리나라와 같이 2가지의 바닥 마감재(종이 장판지: 방 등 사적공간에 사용, 발포 비닐계 장판지: 거실 등 공용공간에 사용)가 실의 용도에 따라 달리 사용되는 경우에는 바닥 마감재의 종류에 따라 경량충격음에 대한 차단성능이 달라진다. 따라서 경량충격음의 경우에는 바닥 마감재의 종류에 따라 충격음 차단성능을 나누어 평가해야 하며, 그 결과 또한 마감재별로 구분하여 표시하는 것이 필요하다. 일반적으로 바닥마감재에 의한 경량충격음 차단성능은 바닥충격음 개선량(ΔL , 마감재 설치 전의 측정값(L_1)-설치 후의 측정값(L_2))으로 표현하기도 하나 이는 종류가 다양한 바닥마감재의 경량충격음 차단성능을 비교하기 위한 하나의 방법이기 때문에 현장에서 평가할 경우에는 있는 그대로를 평가하여 바닥충격음 차단성능값으로 하고, 그때의 바닥마감재 종류를 표기해 주는 것이 바람직하다.

2) 중량충격음

우리나라의 바닥은 온돌이라는 난방방식으로 인하여 슬래브 위에 별도의 온돌층이 구성되기 때문에 슬래브만으로 구성되는 바닥구조보다 그만큼 바닥의 중량이 커진다고 할 수 있으며, 실제의 측정결과에서도 중량충격음 차음성능이 우수하게 나타나고 있다. 이러한 결과를 일본 건축학회의 L곡선으로 평가하면 L-55~L-60 정도로서 최소등급인 3등급 안에 속하는 수준이라 할 수 있다. 그러나 이러한 경향인데도 불구하고 많은 거주자들은 여전히 바닥충격음에 대한 불만을 토로하고 있는 것으로 보아 국내 실정에 맞는 새로운 기준이 필요한 것으로 판단된다.

III. 바닥충격음의 측정 및 차음성능 평가

1. 측정 개요

평가대상 아파트는 입주하기전 실내마감이 마무리된 대구 수성구 황금동에 위치한 A아파트, 대구 수성구 옥수동에 위치한 B아파트, 대구 수성구 만촌동에 위치한 C아파트, 대구 수성구 사월동에 위치한 D아파트에 대해 KS F 2810-1 및 KS F 2810-2에서 규정하고 있는 방법에 의하여 경량충격음레벨 및 중량충격음레벨을 측정하였다.

현장에서 실측한 바닥충격음 측정결과는 KS F 2863-1 및 KS F 2863-2에서 규정하고 있는 평가방법 중 역A특성곡선에 의한 평가방법을 이용하여 평가하고 공동주택 바닥충격음 기준인 주택건설기준등에관한규정 제14조 제3항의 규정에 의한 바닥충격음 차단성능기준에 적합한지 여부와 바닥충격음 차단성능의 등급기준에 의한 등급을 제시하였고, 수음실 및 평형대, 세대위치, 슬래브 면적, 바닥충격음 저감재, 슬래브 및 벽체 중량에 따른 바닥충

격음 전달 특성을 분석하였다.

2. 측정계획 및 측정지점

주택건설기준등에관한규정 제14조 제3항 및 제4항의 규정에 의한 공동주택 바닥충격음 차단성능 측정 및 평가방법에 의해 2개동 이상인 경우에는 평형이 다른 1개동 이상을 대상으로 중간층과 최상층의 측벽에 면한 각 1세대 이상과 중간층의 중간에 위치한 1세대 이상을 평가대상으로 규정하고 있다. 측정대상 아파트의 개요 및 평면도는 <표 1>과 같으며, 모두 2개동 이상으로 계획되어 있다. 따라서 측정대상 아파트 각각 2개동에 대해서 측벽세대, 중앙세대, 측벽 최상층세대의 평가를 위해 음원실 및 수음실을 선정하였고, 아파트 평형대는 30평형대와 40평형대에 대해 측정을 실시하였다. 단, D아파트의 경우 30평형대만으로 계획되어 있어 30평형대 2개동에 대해 측정을 실시하였다.

<그림 1>은 측정대상 아파트에서의 바닥충격음레벨 측정 모습을 나타내고 있으며, <표 2>는 측정대상 아파트의 바닥구조 상세를 나타내고 있다.

3. 측정방법

음원실에서 표준경량충격원 및 표준중량충격원으로 바닥을 가진하였을 때, 수음실 각 부위로 전달된 바닥충격음레벨의 측정은 기본적으로 한국산업규격(KS F 2810)에 준하여 측정하였다. 각 단위세대 내에서의 측정대상 공간은 거실과 침실 두 곳에서 측정하였으며 음원실의 충격원 충격위치는 중앙점을 포함한 5개 지점으로 하고

표 1. 측정대상 아파트 개요 및 평면도

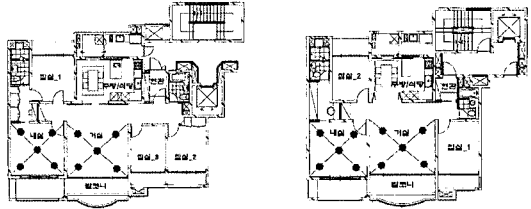
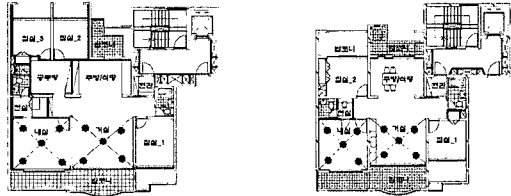
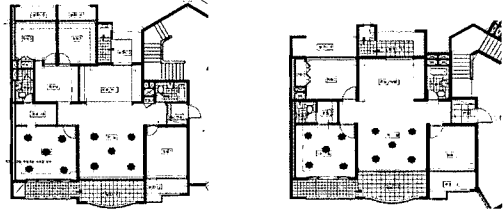
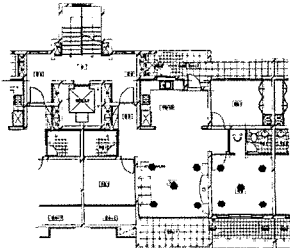
구분	평형	전용면적 [단위: m ²]	실종류	바닥면적 [단위: m ²]	천장고 [단위: m]	실용적 [단위: m ³]
A 아파트	45	123.00	거실	18.72	2.3	43.06
			침실	16.38	2.3	37.67
	36	98.59	거실	18.24	2.3	41.95
			침실	16.38	2.3	37.67
						
B 아파트	44	118.09	거실	18.72	2.3	43.06
			침실	17.55	2.3	40.37
	34	84.71	거실	14.85	2.3	34.16
			침실	14.04	2.3	32.29
						
C 아파트	45	117.62	거실	19.34	2.3	44.5
			침실	17.55	2.3	40.4
	36	84.96	거실	15.12	2.3	34.8
			침실	14.04	2.3	32.3
						
D 아파트	32	84.93	거실	16.65	2.3	38.3
			침실	14.04	2.3	32.3
						



그림 1. 바닥충격음레벨 측정 모습

표 2. 측정대상 아파트의 바닥구조 상세

구분	바닥구조
A 아파트	<p>최상층</p> <p>바닥마감재+온수온돌층+THK55경량기포콘크리트+THK20 층간소음방지재+콘크리트슬래브150mm+9.5mm석고보드 +천정지</p>
	<p>중간층</p> <p>바닥마감재+온수온돌층+THK55경량기포콘크리트+THK20 층간소음방지재+콘크리트슬래브150mm+9.5mm석고보드 +천정지</p>
B 아파트	<p>최상층</p> <p>바닥마감재+온수온돌층+THK55경량기포콘크리트+THK20 층간소음방지재+콘크리트슬래브150mm+9.5mm석고보드 +천정지</p>
	<p>중간층</p> <p>바닥마감재+온수온돌층+THK55경량기포콘크리트+THK20 층간소음방지재+콘크리트슬래브150mm+9.5mm석고보드 +천정지</p>
C·D 아파트	<p>최상층</p> <p>바닥마감재+온수온돌층+THK55경량기포콘크리트+THK20 층간소음방지재+콘크리트슬래브150mm+9.5mm석고보드 +천정지</p>
	<p>중간층</p> <p>바닥마감재+온수온돌층+THK55경량기포콘크리트+THK20 층간소음방지재+콘크리트슬래브150mm+9.5mm석고보드 +천정지</p>

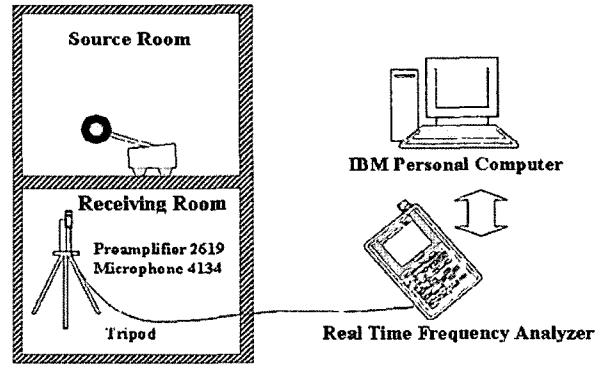


그림 2. 측정기기 구성도

을 측정치로 하였으며, 중량충격원에 대해서는 피크치를 나타내는 Spectrum을 주파수 분석하여 3회 타격시의 피크치를 산출하였다.

또한 각 측정세대의 거실과 침실에서 잔향시간을 측정하기 위해서 Random Noise Generator의 음원을 지향성 스피커를 통해 발생시키고, 01 dB(dBBATI32)로 측정 및 분석하였다.

측정시 주변의 배경소음에 의한 영향을 가능한 배제시키기 위하여 밤10시 이후에 측정대상 공간의 모든 문과 창을 닫은 상태에서 바닥충격음 차단성능을 평가하였다.

4. 측정대상 공동주택 바닥충격음 차음성능 평가

1) 경량충격음레벨 차음성능 평가

측정대상 아파트에 대해서 흡음면적을 보정한 역A특성 가중 균등화 바닥충격음레벨에 의한 평가를 실시한 결과 A아파트의 바닥충격음레벨은 55 dB, B아파트의 경우 58 dB, C아파트는 57 dB로 나타나 바닥충격음 차단성능 기준인 경량 58 dB을 만족하며, 건설교통부 고시 ‘공동주택 바닥(경량)충격음 차단성능의 등급기준’ 4급에 해당된다.

그러나, D아파트의 경우 2회에 걸쳐서 측정을 실시하여 측정값을 분석한 결과 유사한 결과를 보였으며, 경량충격음레벨 분석 결과 64 dB로 바닥충격음 차단성능 기준인 58 dB을 초과하는 것으로 나타났다.

2) 중량충격음레벨 차음성능 평가

측정대상 공동주택의 중량충격음레벨을 분석 및 평가한 결과 A아파트의 바닥충격음레벨은 57 dB, B아파트는 55 dB로 나타났으며, C아파트의 경우 58 dB, D아파트는 60 dB로 나타났다.

현재 국내 대부분의 공동주택이 적용하고 있는 벽식구조인 습식온돌구조의 경우 동일한 바닥구조에 대해 공동주택 시공현장에서 측정된 바닥충격음 차단성능의 측정결과, 바닥면적, 평형대 등에 따라 측정결과에 편차가 상당히 크게 발생하고 있어 일관성 있는 표준바닥구조를 제시하기 어렵다는 연구결과가 도출됨에 따라 중량충격음의 차단성능은 2005년 7월 1일부터 시행하는 것으로 법개정이 이루어졌다.

수음실의 마이크로폰 설치위치는 경량충격원인 경우에는 이 Analyzer(01 dB dBFA32)로 분석하여 경량충격원의 경우 각 충격원 가진마다 32초간 평균값(Linear Average)

IV. 측정인자별 바닥충격음 전달 특성 분석

1. 측정 수음실 및 평형대별 바닥충격음 전달 특성

측정 수음실 및 평형대별 거실과 침실로 구분하여 바닥충격음레벨을 분석한 결과 <표 3>과 같이 나타났다. 측정 수음실별 경량충격음레벨의 양상을 살펴보면, A아파트가 1~2 dB, B아파트는 1 dB, C아파트는 2~3 dB, D아파트의 경우는 4~5 dB 정도 거실이 침실보다 차음성능이 우수한 것으로 나타났다.

평형대별 경량충격음레벨 분석 결과 차음성능이 큰 차이를 보이고 있지 않으나, 40평형대가 30평형대보다 경량 및 중량충격음레벨이 약 1~2 dB 정도 우수한 것으로 나타났다.

수음실별 중량충격음레벨의 양상을 살펴보면, B, C 및 D아파트의 경우 거실이 침실보다 약 1~3 dB 정도 우수한 것으로 나타난 반면, A아파트에서는 침실보다 거실이 2~4 dB 정도 높게 나타났다. 이러한 원인은 A아파트의 경우 103동 일부 세대에서 거실과 작은 방의 경계벽이 개방되어 있는 구조로 되어 있어 중량충격음의 양상에 다소 영향을 미친 것으로 판단된다.

기존의 연구결과에 의하면, 벽식구조 및 습식운동구조에서 동일한 바닥구조라 하여도 거실과는 달리 침실과 같이 직방체 형태의 공간에서는 슬래브 두께를 210 mm 이상으로 해도 공진현상으로 인해 중량충격음의 차단성능이 크게 개선되지 않기 때문에 침실이 거실보다 5 dB 정도 크게 나타나고 있는 것으로 조사되고 있다¹⁾.

중량충격음에 대한 수음실별 관계는 보다 다양한 측정을 통한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

<그림 3>은 측정대상 아파트의 측정 수음실별 역A특

표 3. 측정 수음실 및 평형대별 바닥충격음레벨 분석결과

구분		경량충격음레벨(dB)		중량충격음레벨(dB)	
A 아 파 트	46평형	거실	56	56.5	58
		침실	57		56
	36평형	거실	58	59.0	58
		침실	60		54
B 아 파 트	44평형	거실	59	59.5	54
		침실	60		56
	34평형	거실	60	60.5	55
		침실	61		56
C 아 파 트	45평형	거실	56	57.0	58
		침실	58		59
	34평형	거실	57	58.5	57
		침실	60		60
D 아 파 트	32평형	거실	63	65.0	59
		침실	67		62
	32평형	거실	62	64.5	58
		침실	67		61

1) 양관섭(2004), 공동주택 바닥충격음 기준 및 운영방안, 설비저널 Vol.33 No.9

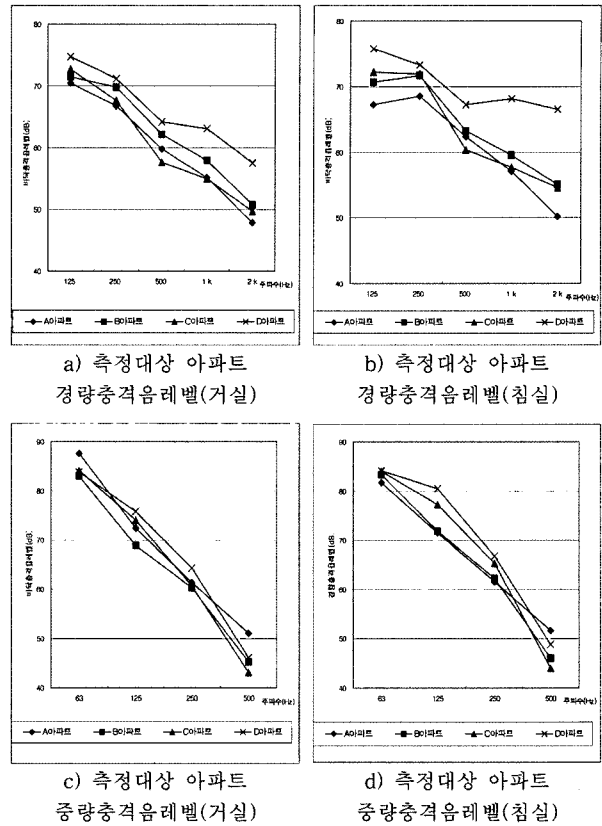


그림 3. 측정 수음실별 바닥충격음레벨 주파수 특성

성 가중 경량 및 중량충격음레벨 주파수 특성을 나타낸 것으로, 경량충격음레벨의 경우 500~2,000 Hz의 범위에서 침실이 거실에 비해 다소 높은 충격음레벨을 나타내고 있으며, 중량충격음의 경우 125~250 Hz의 범위에서 침실이 거실에 비해 다소 높은 충격음레벨을 나타내고 있다.

경량충격음레벨의 경우 측정 대상 아파트 모두 역A특성 기준곡선과 비교시 측정값이 고주파수 영역이 다소 높은 값을 보이고 있는데, 고주파수 영역의 흡음이 가능한 흡음재를 사용한다면 경량충격음레벨의 차단성능을 보다 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

2. 세대위치별 바닥충격음 전달 특성

측정대상 아파트에 대해 경량 및 중량충격음레벨을 중앙세대, 측벽세대 및 측벽 최상층세대로 나누어 분석한 결과, <표 4> 및 <표 5>와 같이 나타났다.

경량충격음 및 중량충격음레벨 모두 측정대상 아파트에서 B아파트를 제외하고 세대위치별 바닥충격음 차단성능은 비슷한 것으로 나타났다. 중간층 및 최상층의 바닥구조가 같은 측정대상 아파트를 비교해본 결과, A아파트와 C아파트의 경우, 중앙세대, 측벽세대 및 측벽 최상층세대 순으로 차음성능이 우수한 것으로 나타났으나, D아파트는 최상층이 다소 우수한 차음성능을 보이고 있어 세대위치에 따른 바닥충격음 차음성능의 차이는 적은 것으로 나타났다.

B아파트의 경우, 경량 및 중량충격음레벨 모두 중앙세

표 4. 세대위치별 바닥충격음레벨 분석결과

구분	측벽 최상층세대	측벽세대	중앙세대
A아파트	46평형 	46평형 	46평형
	36평형 	36평형 	36평형
B아파트	44평형 	44평형 	44평형
	34평형 	34평형 	34평형
C아파트	45평형 	45평형 	45평형
	34평형 	34평형 	34평형
D아파트	32평형 	32평형 	32평형
	32평형 	32평형 	32평형

표 5. 세대위치별 바닥충격음레벨 분석결과

구분		중앙세대 (dB)		측벽세대 (dB)		측벽 최상층세대 (dB)		
경량	A아파트	거실	55	57	57.5	58	59.5	
		침실	57			58		61
	B아파트	거실	62	60	61.0	56	56.5	
		침실	63			62		57
	C아파트	거실	56	57	58.0	58	59.0	
		침실	59			59		60
	D아파트	거실	63	62	64.5	62	64.0	
		침실	67			67		66
	평균		60.3		60.3		59.8	
	중량	A아파트	거실	57	59	57.5	59	57.0
			침실	54			56	
		B아파트	거실	56	55	56.5	53	53.5
침실			57	58			54	
C아파트		거실	57	57	57.5	58	59.5	
		침실	59			58		61
D아파트		거실	58	58	60.0	59	60.5	
		침실	60			62		62
평균		57.3		57.9		57.6		

대와 측벽세대가 비슷한 차음 성능을 나타내었고, 측벽 최상층세대가 중앙 및 측벽세대에 비해 경량충격음레벨이 4~6 dB, 중량충격음레벨이 1 dB 정도 차음능력이 우수하게 분석되었다. 이는 스프링클러를 설치하기 위해 최상층부 바닥슬래브와 천장마감과의 천장속 공간이 다른 층에서 보다 100 mm 높게 시공되어 상부층에서 충격 진동으로 인한 방사소음 차단 효과가 다른 세대보다 우수하기 때문인 것으로 판단된다.

3. 슬래브 면적에 따른 바닥충격음 전달 특성

측정대상 아파트에서 평형에 따라서 슬래브 면적의 차이를 보이고 있는 곳은 B아파트와 C아파트로, 평형대별 거실 및 침실의 슬래브 면적별 경량 및 중량 충격음레벨 특성은 다음 <표 6>과 같이 나타났으며, 슬래브 면적에 따른 경량 및 중량충격음레벨의 측정값은 B아파트 및 C아파트의 경우, 거실 및 침실에서 1 dB 정도로 그 차이가 크지 않음을 알 수 있다.

기존 연구를 바탕으로 슬래브 면적에 따른 바닥충격음레벨의 양상을 살펴보면, 슬래브 면적의 차이가 바닥충격음레벨에 미치는 영향은 크지 않으며(특히 중량충격음레벨), 슬래브의 두께가 두꺼워짐에 따라 바닥충격음레벨이 저하하는 경향이 있다는 것이 확인되고 있다. 현재 측정대상 아파트의 경우 모두 슬래브가 150 mm의 두께로 시공되어 있는데, 건설교통부에서 제시한 바닥 슬래브 두께 180 mm로 시공한다면 경량 및 중량충격음레벨의 차단성능을 보다 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

4. 바닥충격음 저감재에 따른 바닥충격음 전달 특성

측정대상 아파트의 경우 바닥충격음을 저감하기 위한

표 6. 슬래브면적에 따른 바닥충격음레벨 분석 결과

구분	평형	실종류	슬래브 면적(m ²)	경량충격음 (dB)	중량충격음 (dB)
B 아파트	44평형	거실	18.72	59	54
		침실	17.55	60	56
	34평형	거실	14.85	60	55
		침실	14.04	61	56
C 아파트	45평형	거실	19.34	56	58
		침실	17.55	58	59
	34평형	거실	15.12	57	57
		침실	14.04	60	60

저감재가 모두 쓰였으며, A아파트와 B아파트, C아파트와 D아파트가 각각 같은 종류의 저감재로 시공이 되어있는 상태이다. 현재 적용되어 있는 저감재별 물성치 및 적용된 아파트는 <표 7>과 같다.

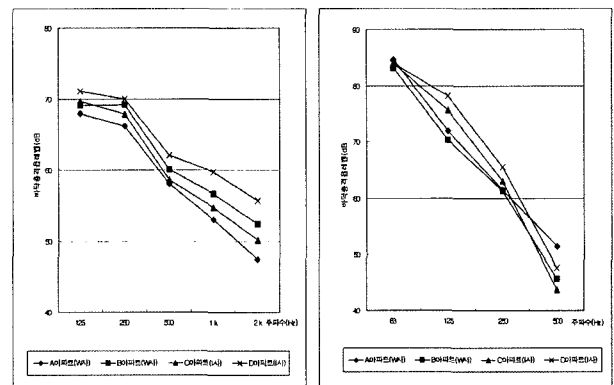
표 7. 바닥충격음 저감재별 물성치

구분	W사(A·B아파트 적용)	I사(C·D아파트 적용)
밀도	115 kg/m ³	99.9 kg/m ³
동탄성계수	7.2 MN/m	316.7 MN/m ³
손실계수	0.13	0.13
흡수량	0.51 %(v/v)	2.8 %(v/v)
가열 후 치수안정성	0.47 %	0.56 %
가열후 동탄성계수	6.6 MN/m	316.4 MN/m ³
가열후 손실계수	0.15	0.12
열전도율	0.031 kcal/mh°C	0.033 kcal/mh°C

<그림 4>는 저감재별 경량 및 중량충격음레벨의 주파수 특성을 나타낸 것이다.

저감재별 경량충격음레벨을 살펴보면, 모든 아파트에서 주파수 특성이 비슷하게 나타나고 있으나, D아파트가 전 주파수영역에서 다소 높은 측정값을 보이고 있다.

중량충격음레벨은 C아파트(I사 제품 적용), D아파트(I사 제품 적용)가 그 외의 아파트에 비해 125~250 Hz 영역에서 다소 높은 측정값을 나타내고 있어, 중량충격음에 대한 차단성능은 W사 제품이 다소 유리한 것으로 판단된다.



a) 저감재별 경량충격음레벨 b) 저감재별 중량충격음레벨

그림 4. 저감재별 바닥충격음레벨 주파수 특성

바닥충격음 저감재의 경우 동탄성계수가 낮은 제품이 바닥충격음 차음 성능이 보다 우수한 것으로 나타나고 있으나, 본 제품별 저감재의 적용은 모두 다른 아파트에 적용후에 평가를 실시한 것이므로, 저감재의 종류에 따른 경량 및 중량충격음레벨을 직접적으로 평가하기에는 다소 무리가 있으며, 이러한 측정값의 차이가 발생하는 것은 저감재의 종류에 의한 영향보다는 바닥충격음 발생 계통에 관한 구조적 조건의 차이에 따른 영향이 더 큰 것으로 판단된다.

V. 결 론

공동주택 바닥충격음레벨의 전달 특성을 파악하기 위한 본 연구에서는 바닥충격음의 이론적 고찰, 바닥충격음의 측정·평가방법 및 성능기준 등을 검토하고 A아파트 46평형과 36평형, B아파트 44평형과 34평형, C아파트 45평형과 34평형, D아파트 32평형의 중간세대, 측벽세대 및 측벽 최상층세대 거실과 침실에서 KS F 2810-1, KS F 2810-2에 의해 경량 및 중량충격음을 측정하고 KS F 2863-1, KS F 2863-2에 의해 평가하였으며, 측정인자별 바닥충격음 전달 특성을 분석하였다.

측정대상 공동주택의 바닥충격음레벨 측정 및 평가의 결과는 다음과 같다.

1) 측정대상 공동주택의 경량 및 중량충격음레벨 측정 결과 A아파트, B아파트 및 C아파트의 경량충격음레벨은 각각 55 dB, 58 dB, 57 dB로 나타나 주택건설기준등에 관한규정 제14조 제3항에서 제시한 경량충격음레벨 기준 58 dB을 만족하는 것으로 나타났으나, D아파트의 경우는 2회에 걸쳐서 측정을 실시하여 측정값을 분석한 결과 유사한 결과를 보였으며, 경량충격음레벨 분석 결과 64 dB로 경량충격음레벨 차단성능 기준인 58 dB을 초과하는 것으로 나타났다.

중량충격음의 경우, A아파트는 57 dB, B아파트는 55 dB, C아파트는 58 dB, D아파트는 60 dB을 나타내고 있다.

2) 측정 수음실별 경량충격음레벨의 양상을 살펴보면, A아파트가 1~2 dB, B아파트는 1 dB, C아파트는 2~3 dB, D아파트의 경우는 4~5 dB 정도 거실이 침실보다 차음성능이 우수한 것으로 나타났다.

평형대별 경량 및 중량충격음레벨 분석결과 차음성능이 큰 차이를 보이고 있지 않으나, 40평형대가 30평형대보다 경량 및 중량충격음레벨이 약 1~2 dB 정도 우수한 것으로 나타났다.

3) 경량충격음 및 중량충격음레벨 모두 측정대상 아파트에서 B아파트를 제외하고 세대위치별 바닥충격음 차단 성능은 비슷한 것으로 나타났다. 중간층 및 최상층의 바닥구조가 같은 측정대상 아파트를 비교해본 결과, 세대 위치에 따른 바닥충격음 차음성능의 차이는 적은 것으로 나타났다.

다만, B아파트의 경우, 경량 및 중량충격음레벨 모두 중앙세대와 측벽세대가 비슷한 차음 성능을 나타내었고,

측벽 최상층세대가 중앙 및 측벽세대에 비해 경량충격음레벨이 4~6 dB, 중량충격음레벨이 1 dB 정도 차음성능이 우수하게 분석되었다. 이는 스프링클러를 설치하기 위해 최상층부 바닥슬래브와 천장마감과의 천장속 공간이 다른 층에서 보다 100 mm 높게 시공되어 상부층에서 충격 진동으로 인한 방사소음 차단 효과가 다른 세대보다 우수하기 때문인 것으로 판단된다.

4) 측정대상 아파트에서 평형에 따라서 슬래브 면적의 차이를 보이고 있는 곳은 B아파트와 C아파트로, 평형대별 거실 및 침실의 슬래브 면적별 경량 및 중량충격음레벨의 차이는 거실 및 침실에서 1 dB 정도로 그 차이가 크지 않음을 알 수 있었다.

따라서, 슬래브 면적의 크기에 따른 바닥충격음레벨의 차이는 크게 발생하지 않을 것으로 판단된다.

5) 측정대상 아파트의 경우 바닥충격음을 저감하기 위한 저감재가 모두 쓰였으며, 저감재별 경량충격음레벨을 살펴보면, 모든 아파트에서 주파수 특성이 비슷하게 나타나고 있으나, D아파트가 전 주파수영역에서 다소 높은 측정값을 보이고 있다.

중량충격음레벨은 C아파트와 D아파트(I사 제품 적용)가 그 외의 아파트에 비해 125~250 Hz 영역에서 다소 높은 측정값을 나타내고 있다.

바닥충격음 저감재의 경우 동탄성계수가 낮은 제품이 바닥충격음 차음성능이 보다 우수한 것으로 나타나고 있으나, 본 제품별 저감재의 적용은 모두 다른 아파트에 적용후에 평가를 실시한 것이므로, 저감재의 종류에 따른 경량 및 중량충격음레벨을 직접적으로 평가하기에는 다소 무리가 있으며, 이러한 측정값의 차이가 발생하는 것은 저감재의 종류에 의한 영향보다는 바닥충격음 발생 계통에 관한 구조적 조건의 차이에 따른 영향이 더 큰 것으로 판단된다.

향후 본 연구를 바탕으로 공동주택에 대한 보다 많은 바닥충격음 측정을 실시하여야 할 것이며, 평형대 및 수음실별, 슬래브 조건, 측정위치 및 저감재의 종류 등에 따른 바닥충격음 전달 특성에 대한 정량적인 데이터 도출을 위해 지속적인 연구가 추가로 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 기노갑 외(2003), 바닥마감재에 의한 바닥충격음 차음특성 연구, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 제23권 제1권.
2. 김명준 외(1998), 공동주택의 바닥충격음 성능에 미치는 영향요인에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 14권 9호.
3. 양관섭(2004), 공동주택 바닥충격음의 기준 및 운영방안, 설비저널 Vol.33 No.9.
4. 日本建築學會(1988), 建物の遮音設計資料, 技報堂出版.
5. 日本音響材料協會(1983), 騒音振動對策ハンドブック, 集文社.

(接受: 2005. 6. 15)