

# 공동주택 현장 측정자료를 활용한 중량충격원의 바닥충격음 차단성능 비교

## Comparison of Impact Sound Insulation Performances of Apartment Floors Against Heavy-weight Impact Sources via Field Measurement Data

윤창연\* · 연준오\*\* · 김명준†

Chang-Yeon Yun, Jun-Oh Yeon and Myung-Jun Kim

(Received July 2, 2014 ; Revised August 8, 2014 ; Accepted August 8, 2014)

**Key Words** : Floor Impact Sound(바닥충격음), Shear Wall Structure(벽식구조), Flat Plate Structure(무량판 구조), Bang Machine(뱅머신), Impact Ball(임팩트 볼), Apartment Building(공동주택)

### ABSTRACT

Notification 2013-611 of MOLIT has come into effect. It relates primarily to new standard impact source. In this study, an in-depth experimental analysis of the difference between a bang machine and an impact ball was performed via field testing of shear wall and flat plate structure at 51 sites. This paper focuses on the difference in single number quantities between a bang machine and an impact ball. At wall thicknesses of 180 and 210 mm in shear wall structure, the single number quantities exhibited differences of 3.1 and 4.5 dB, respectively, and at thicknesses exceeding 250 mm in flat plate structure, the difference was constant at 4.6 dB. With regard to flat plate structures, the single-index difference increased up to 11 dB as the thickness of the floor slab increased. In general, the highest level of contribution for the bang machine was 63 Hz, irrespective of thickness determining bandwidth. The highest level for the impact ball were 63 Hz and 125 Hz. In future research, when reviewing additional field performance measurement data, it will be necessary to consider a detailed examination instead of the current method of uniformly adding 3 dB for all thicknesses and types of structures.

### 1. 서 론

국내의 공동주택에서 발생하는 소음으로 인하여 이웃 간의 크고 작은 다툼을 비롯한 지속적인 사회 문제로 이어지고 있다. 이러한 공동주택 음환경에

대한 사회적 문제점으로 인하여 국토부에서는 2005년 6월 30일 이후에 사업승인 신청을 하는 공동주택부터 중량충격음에 대한 고시안<sup>(1)</sup>을 제정하였다. 그러나 그 이후에도 층간소음에 대한 민원이 증가하여 기준을 향상시키고자 하는 사회적 공감대 형성에 대한 결과로 2014년 5월 7일부터 바닥슬래브의 최

† Corresponding Author ; Member, Department of Architectural Engineering, University of Seoul  
E-mail : mjunkim@uos.ac.kr  
Tel : +82-2-6490-2761, Fax : +82-2-6490-2749

\* Member, Department of Architectural Engineering, University of Seoul / Doosan Engineering & Construction

\*\* Member, Department of Architectural Engineering, University of Seoul / Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

‡ Recommended by Editor Hyung-Jo Jung

© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

소 두께를 210 mm로 늘리고 인장바닥구조를 적용하는 내용의 개정 고시안<sup>(2)</sup>을 공고하였다.

기존에는 바닥충격음 차단성능 평가 시 중량충격음은 타이어를 사용한 뱀머신을 활용하여 왔으나 전진용<sup>(3)</sup>의 연구에서 실제 사람의 충격음과 뱀머신의 충격음 특성을 비교하여 저주파수 대역에서의 특성에 대한 문제점을 지적하였고 임팩트 볼이 실충격원의 특성과 가장 유사한 것으로 판단하였다. 이에 따라 KS F 2810-2:2012<sup>(4)</sup>에서는 임팩트 볼(rubber ball)을 표준 중량충격원 특성 2로 추가하여 측정 방법 등에 대하여 기술하고 있으며, 2014년 고시에서는 임팩트 볼을 활용하여 바닥충격음 평가가 가능하도록 추가되었다.

바닥충격음 차단성능 평가는 역 A 특성 가중 바닥충격음 레벨( $L_{i,Fmax,AW}$ )로 결정되고 있다. 이러한 평가지표는 뱀머신과 임팩트 볼의 측정값에 모두 적용된다. 완충재가 삽입된 바닥구조에서 뱀머신과 임팩트볼의 바닥충격음에 대한 주파수 특성은 뱀머신 사용 시 바닥충격음레벨이 임팩트 볼에 비해 63 Hz 대역에서 높게 나타나며 125, 250 Hz에서는 임팩트 볼의 충격음레벨이 뱀머신에 비해 높은 것으로 고찰하고 있다. 단일수치평가량에서는 뱀머신의 충격음값이 임팩트 볼에 비해 63 Hz에서 평균 3 dB가량 높게 나타나는 것으로 기존 연구<sup>(5)</sup>에서 밝히고 있다. 또한, 바닥슬래브 두께가 180 mm의 경우에는 단일 수치평가량이 약 2 dB, 210 mm의 경우에는 단일 수치평가량이 약 4 dB 차이가 나고 있음을 기존 현장 측정 결과에서 고찰하고 있다.<sup>(6)</sup> 이러한 특성을 반영하여 개정고시안에도 임팩트 볼 사용 시 바닥구조의 결과 값에서 3 dB를 더한 수치가 바닥충격음 차단성능 등급 기준이 되는 것으로 명시하였다.

고시안에서 실험동보다 현장 성능 위주로 공시한 만큼 현장데이터에 대한 구조형식 및 표준중량충격원별 분석 데이터로 의미가 있다고 판단된다.

이 연구에서는 기존연구에서 고찰한 벽식구조의 바닥슬래브 두께 180 mm 및 210 mm를 포함하였고, 무량판구조의 바닥슬래브 두께 250 mm 및 275 mm 까지 범위를 확대하여 표준중량충격원 2종에 대한 중량 바닥충격음 차단성능 측정평가를 수행하여 분석하였다. KS F 2810-2:2012 에 규정된 표준 중량 바닥충격원 2 종의 뱀머신과 임팩트 볼을 사용하였으며, 구조형식 및 두께에 따른 주파수대역별로 단

일수치량 등에 대한 특성을 비교 분석하였다.

## 2. 평가대상 바닥구조 및 실험개요

### 2.1 바닥구조

공동주택의 중량 바닥충격음 차단성능을 파악하기 위하여 창호 및 온돌바닥 마감공사가 완료된 공동주택을 선정하였다. 마감 및 가구가 배치된 상태 및 가구가 제외된 입주직전의 공동주택을 모두 평가 대상으로 선정하였다.

바닥충격저감을 위해 사용된 완충구조는 EPS(expanded poly propylene), EVA(ethylene vinyl acetate), PE(polyethylene) 로 두께는 최소 20 mm에서 최대 30 mm 까지 범위를 가지고 있다. 상부 경량기포 콘크리트는 40~50 mm, 마감몰탈 구조는 40~50 mm로 구성되어 있는 구조이다.

### 2.2 실험 개요

벽식구조 바닥슬래브 두께 180 mm 16개소, 210 mm 19 개소와 무량판 구조 바닥슬래브 두께 250 mm 12개소, 275 mm 4개소 등 총 51세대의 거실을 현장조건에 따라 랜덤으로 선정하였다. 중량 바닥충격음 차단성능 측정 방법은 KS F 2810-2:2012에 준하여 음원실 충격위치와 수음실 마이크로폰 설치위치를 거실의 중앙점 포함한 4~5 개소로 선정하였다. 1/1 Octave band로 측정을 진행하였으며, 측정 장비는 Table 1과 같다. 중량 바닥충격음 차단성능에 대한 평가는 KS F 2863-2:2007<sup>(7)</sup>에 준하여 평가를 진행하였으며 규격에 제시되어 있는 역 A 특성 곡선을 이용하여 단일수치평가량을 도출하였다. 특히, 뱀머신의 공기압은  $2.4 \times 10^5$  Pa의 동일 조건을 유지하여 측정을 수행하였다.

측정이 진행된 모든 구조에서 바닥슬래브 두께별

Table 1 Experiment equipment

Item	Statement
Sound level meter	NA-27, NA-28 (RION;JAPAN)
Bang macine	SATUKI, JAPAN
Impact ball	YI-01, JAPAN
Sound level calibrator	RION NC-74

**Table 2** Experiment condition in apartment buildings

Type	Slab thickness (mm)	Light weight concrete (mm)	Finish mortal (mm)	buffer material (mm)	Living room size (m <sup>2</sup> )	Note		
1	180	40	40	30	17.2	Shear wall structure		
		40	40	30	21.1			
		40	40	30	21.1			
		50	40	20	33.6			
		50	40	20	33.6			
		50	40	20	33.6			
		50	40	20	33.6			
		50	40	20	33.6			
		50	40	20	33.6			
		50	40	20	33.6			
		50	40	20	33.6			
		40	50	30	-			
		40	50	20	-			
		40	50	20	-			
2	210	45	40	25	29.3	Shear wall structure		
		45	40	25	29.3			
		45	40	25	29.3			
		45	40	25	29.3			
		50	40	20	29.3			
		50	40	20	29.3			
		50	40	20	29.3			
		50	40	20	29.3			
		50	40	20	33.4			
		50	40	20	29.5			
		50	40	20	41.0			
		45	45	30	-			
		45	45	30	-			
		45	45	30	-			
3	250	45	40	25	18.4	Flat plate structure		
		45	40	25	25.5			
		45	40	25	33.4			
		45	40	25	25.5			
		45	40	25	34.7			
		45	40	25	34.7			
		45	40	25	37.4			
		45	40	25	37.4			
		50	40	20	15.6			
		50	40	20	15.6			
		45	40	25	13.9			
		45	40	25	10.2			
		275	275	45	40		25	18.0
				45	40		25	19.7
45	40			25	29.5			
45	40			25	26.9			

충격원에 따라 주파수대역 별 특성과 단일수치평가량 등에 대한 분석을 진행하였다. 중량 바닥충격음 차단성능 측정을 위한 공동주택 조건은 Table 2와 같다.

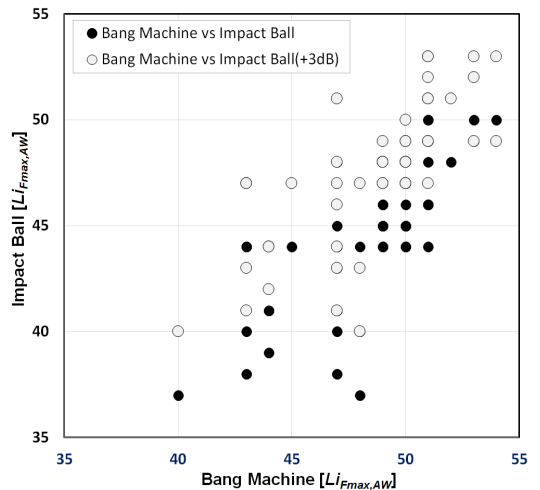
### 3. 중량 바닥충격음 차단성능 평가 및 고찰

#### 3.1 중량 바닥충격음(뱅머신, 임팩트 볼) 평가량

중량 바닥충격음 측정을 진행한 세대에서 뱅머신과 임팩트 볼의 단일수치평가량( $L_{i,Fmax,AW}$ )을 비교하였다. 또한, 임팩트 볼의 단일수치평가량에서 새롭게 개정된 평가 기준인 3 dB를 증가하였을 경우 Fig. 1과 같은 분포가 나타났다.

뱅머신의 단일수치평가량이 최소기준 50 dB를 상회하는 비율은 전체 측정대상 세대에서 27 %로 분석되었다. 그러나 임팩트 볼의 단일수치평가량이 최소 기준을 상회하는 곳은 1개소도 없는 것으로 나타났다.

임팩트 볼로 측정된 단일수치평가량 값에 3 dB를 더할 경우에는 중량 바닥충격음 최소기준을 상회하는 비율은 20 %로 분석되어 뱅머신의 최소 기준을 상회하는 비율과 유사하게 나타났다. 이러한 경향은 Fig. 2에서도 확인할 수 있다. 바닥슬래브 180 mm에서 전체 16세대 중 12세대인 75 %, 210 mm에서



**Fig. 1** Comparison of single number quantity ( $L_{i,Fmax,AW}$ ) using standard heavy-weight impact sources

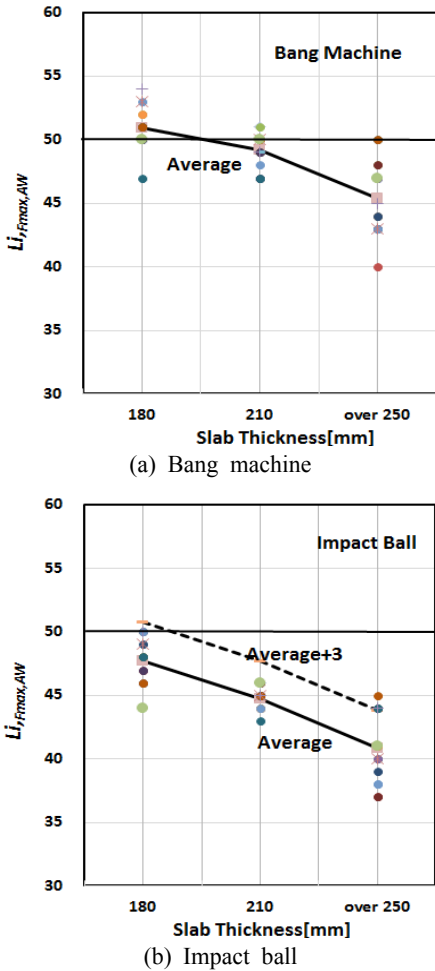


Fig. 2 Comparison of averaged single number quantities( $L_{i,Fmax,AW}$ ) on floor slab thickness

전체 19세대 중 1세대인 약 5%의 세대가 단일수치 평가량 값으로 중량 바닥충격음 최소기준을 상회하고 있는 것으로 나타났다. 한편, 벽식구조가 아닌 바닥슬래브 두께 250 mm 이상의 무량관구조의 세대에서는 중량 바닥충격음 차단성능 최소기준 50 dB를 모두 만족하는 것으로 나타났으며, 임팩트 볼의 단일수치평가량 값에 3 dB를 더할 경우에도 최소 기준을 모두 만족하는 것으로 평가되었다.

대상 바닥슬래브 두께에 따른 단일수치평가량 비교값은 Table 3 과 같다. 벽식구조의 바닥슬래브 180 mm의 경우에는 단일수치평가량이 약 3.1 dB의 차이를 보이고 있고 바닥슬래브 210 mm의 경우에는 단일수치평가량이 약 4.5 dB의 차이를 보이고 있다.

Table 3 The comparison of heavy-weight floor impact sound according to slab thickness

Type	Slab thickness (mm)	$L_{i,Fmax,AW}$		Difference	Max	Min
		Bang machine	Impact ball			
Shear wall structure	180	51	48	3.1	6	-1
	210	49	45	4.5	7	2
Flat plate structure	250, 275	45	41	4.6	11	-1

한편, 무량관구조의 바닥슬래브 250 mm 이상에서는 단일수치평가량이 약 4.6 dB의 차이를 보이고 있으며 중량충격원별로는 최대 11의 차이가 나타나고 있다. 이는 바닥슬래브 두께가 증가할 때 단일수치평가량이 63 Hz에서 대부분 결정되는 뱅머신에 비해 임팩트 볼은 63 Hz 또는 125 Hz 대역에서 결정되며 바닥슬래브 두께 250 mm 이상에서는 바닥슬래브 두께 180 mm, 210 mm인 경우에 비하여 바닥슬래브 두께로 인한 저감량이 상대적으로 커서 충분한 차단성능을 발휘하기 때문에 차이가 커지는 것으로 판단된다.

### 3.2 중량충격음(뱅머신, 임팩트 볼) 주파수 특성

바닥슬래브 두께 180 mm와 210 mm, 250 mm 이상에서 측정된 뱅머신과 임팩트 볼의 주파수 특성을 살펴본 결과 Fig. 3과 같이 나타났다. 바닥슬래브 두께 180 mm에서의 뱅머신 충격음 특성 결과 63 Hz 대역에서 평균 79.3 dB로 측정 되었다. 임팩트 볼의 경우에는 약 73.0 dB로 뱅머신에서 측정된 충격음레벨보다 6.0 dB 가량 낮은 것으로 나타났다. 125 Hz 대역에서는 거의 유사한 레벨로 분석되었으며, 그 이상 250 Hz와 500 Hz 대역에서는 임팩트 볼의 충격음 특성이 높게 나타나는 것으로 평가되었다.

바닥슬래브 두께 210 mm에서는 뱅머신의 충격음이 63 Hz대역에서 77.7 dB로 임팩트 볼의 70.7 dB 보다 약 7.0 dB 높게 평가되었다. 또한, 125 Hz 대역에서는 뱅머신의 충격음이 약 3 dB 가량 임팩트 볼의 충격음보다 높은 것으로 확인되었다. 250 Hz 대역 이상에서는 180 mm 바닥슬래브에서 나타난

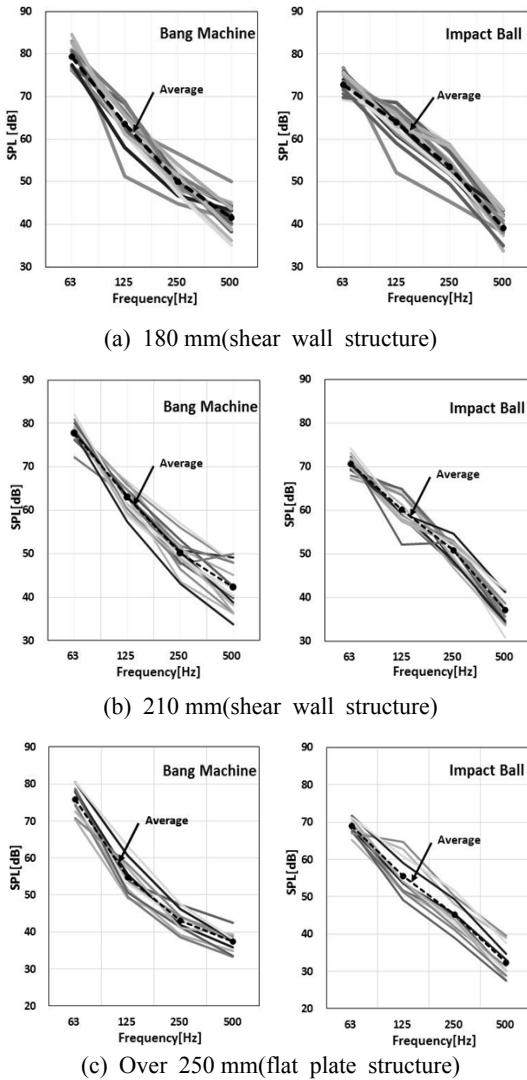


Fig. 3 The results of heavy-weight impact sound

특성과 상이하게 결과 값이 유사하거나 오히려 뱅머신의 충격음이 높게 평가 되었다.

바닥슬래브 두께에 따른 충격음 특성을 비교해보면, 뱅머신의 경우 63 Hz 대역에서 바닥슬래브 두께 180 mm보다 바닥슬래브 두께 210 mm에서 약 1.6 dB 낮은 레벨차이를 보였다. 하지만 125 Hz 대역 이상에서는 거의 유사한 레벨 분포를 보였다. 임팩트 볼의 충격음 특성은 63 Hz 대역에서 바닥슬래브 두께 180 mm보다 바닥슬래브 두께 210 mm에서 약 2.1 dB 낮은 레벨차이를 보였으며 125 Hz 대역에서는 약 3.7 dB, 250 Hz 대역에서는 약 2.5 dB,

500 Hz 대역에서는 약 2.0 dB 낮은 것으로 평가되었다.

바닥슬래브 250 mm 이상 무량관 구조에서의 중량충격음 주파수 특성은 Fig. 3과 같다. 주파수 대역 63 Hz 대역에서 뱅머신의 충격음은 모든 구조에서 70 dB 이상 상회하였지만, 임팩트 볼의 충격음은 63 Hz 대역에서 70 dB 이하로 측정된 개소가 많았다.

125 Hz와 250 Hz 대역에서의 충격음은 두 충격원 간 유사한 레벨을 보였지만, 500 Hz 대역에서 뱅머신의 충격음 레벨이 약 5 dB 큰 것으로 나타났다. 벽식구조와 무량관구조의 충격음 특성은 무량관 구조의 바닥슬래브 두께가 상대적으로 크기 때문에 뱅머신과 임팩트 볼의 레벨차이는 분명하게 존재하였다. 하지만, 공동주택의 평면형태, 구조조건, 시공조건 등 다양한 요인에 의하여 주파수 대역별 충격음 특성은 상이할 것으로 사료된다.

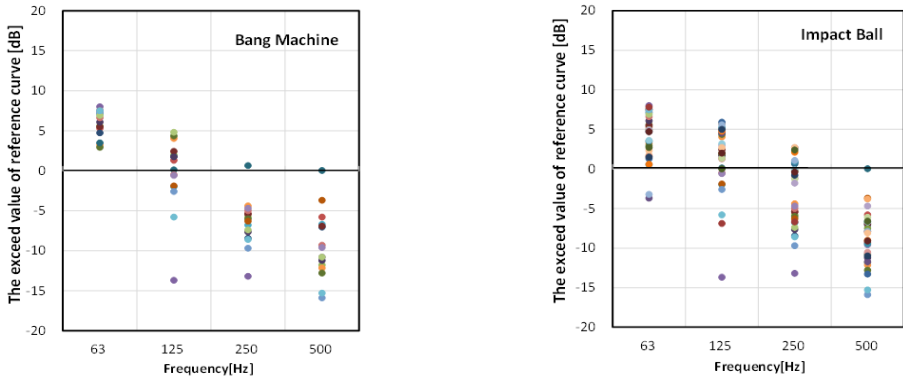
### 3.3 주파수 대역별 단일수치 평가량 기여 수준

뱅머신과 임팩트 볼의 중량충격음은 슬래브, 구조형식 등에 따라서 단일수치평가량이 결정되는 주파수 대역이 상이하다. 단일수치평가량은 주파수 대역 63, 125, 250, 500 Hz 대역을 기준으로 역A특성 곡선을 적용하여 8 dB 상회할 때 500 Hz 대역의 값이 바닥성능의 대표 값으로 결정된다.

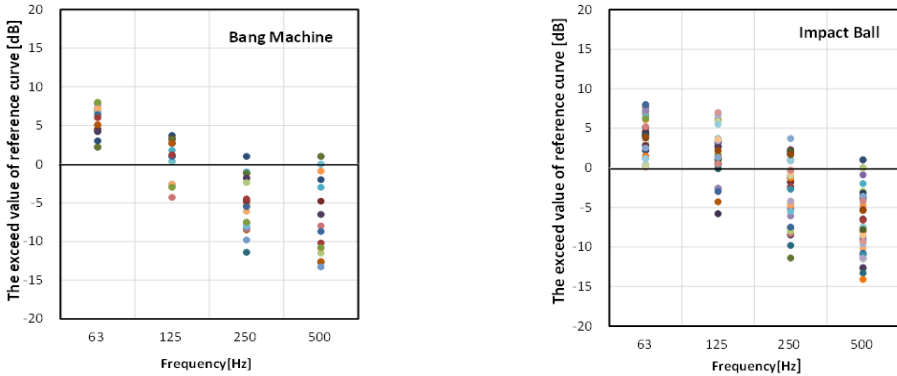
기존 연구<sup>(6)</sup>에서는 뱅머신의 충격음에 대한 단일수치평가량을 결정하는 주파수 대역을 63 Hz 대역이 지배적이라고 평가하기도 하였다. 이 연구에서는 뱅머신과 임팩트 볼의 측정된 주파수 대역별 결과 값을 토대로 바닥슬래브 두께 180 mm와 210 mm 두께의 벽식구조 공동주택 및 250 mm 두께 이상의 무량관구조 공동주택에서 단일수치평가량을 결정하는 주파수 대역에 대하여 Fig. 4, Table 4와 같이 도출하였다.

중량바닥충격음의 단일수치평가량을 보면 중량 바닥충격원인 뱅머신과 임팩트 볼 2종을 모두 사용한 경우 바닥슬래브 두께 180 mm, 210 mm, 250 mm 이상에서는 63 Hz 대역의 값이 단일수치평가량에 크게 기여하는 것으로 분석되었다.

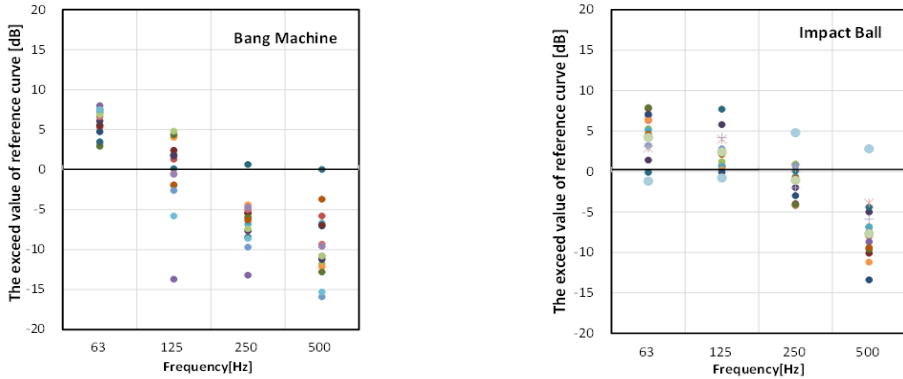
벽식구조에서 뱅머신의 단일수치평가량을 결정짓는 주파수 대역의 비율을 보면 벽식구조 바닥슬래브 두께 180 mm에서는 63 Hz 대역의 값이 62%로 가



(a) Shear wall type with 180 mm slab



(b) Shear wall type with 210 mm slab



(c) Flat plate type over 250 mm slab

Fig. 4 The results of exceed value of inverse A-weighting curve

장 높았다. 또한, 바닥슬래브 두께 210 mm에서 63 Hz 대역의 값이 51%로 단일수치평가량을 결정하는 것으로 파악되었다. 무량판구조의 바닥슬래브 두께 250 mm 이상에서도 63 Hz 대역의 값이 80%로 단일수치평가량을 결정하는 것으로 파악되었다.

임팩트 볼의 경우에는 슬래브 두께 및 구조형식

과 상관없이 단일수치평가량을 결정짓는 비율은 63 Hz와 125 Hz 대역에서 바닥슬래브 180 mm에서 각각 39%와 42%, 바닥슬래브 210 mm에서 각각 41%와 37%, 바닥슬래브 250 mm 이상에서 각각 44%와 38%로 유사하게 나타났다. 또한, 두께별로 250 Hz 대역에서 16~22%의 비율을 보여 슬래브 두께 변화

**Table 4** Frequency band of inverse A-weighting curve according to impact source & slab thickness (unit : %)

Type	Slab thickness (mm)	Frequency [Hz]				Impact source	Note
		63	125	250	500		
Shear wall structure	180	62	35	4	0	Bang machine	
		39	42	19	0	Impact ball	
	210	51	41	3	5	Bang machine	
		41	37	22	0	Impact ball	
Flat plate structure	250	80	20	0	0	Bang machine	
		44	38	16	3	Impact ball	

에도 일정비율로 기여하고 있음을 나타냈다.

중량충격음 단일수치평가량은 각 중량충격원의 충격 특성과 바닥 완충구조에 의하여 증폭되는 저주파수 대역의 음의 특성으로 저주파수 대역에서 단일수치평가량이 결정되는 것으로 판단된다. 이에 따라 저주파수 대역의 음을 저감하는 방안을 모색하는 것이 필요하다고 판단된다.

또한, 온돌바닥 구성층 중 단열 역할에 한정되어 있는 경량기포 콘크리트를 대체할 수 있는 골재 소재의 혼합기포 콘크리트 적용<sup>(8)</sup>과 함께 하부 수음실의 천장<sup>(9)</sup> 등의 공기층을 최소화하고 룸모드를 고려하여 평면을 디자인<sup>(10)</sup>한다면 실제 거주자가 체감하는 생활소음과 잘 대응하는 바닥충격음 차단능성이 도출될 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

공동주택 벽식구조와 무량관구조의 시공완료된 현장 51세대를 대상으로 표준 중량충격원 2종을 사용하여 바닥충격음 차단능성을 측정평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 벽식구조의 바닥슬래브 두께 180 mm에서 약 75%의 세대, 210 mm에서는 약 5%의 세대가 단일수치평가량 값으로 중량 바닥충격음 최소기준을 상회하였다. 무량관 구조의 바닥슬래브 두께 250 mm 이상 세대에서는 최소기준 50 dB를 모두

만족하며, 임팩트 볼의 단일수치평가량 값에 3 dB를 더할 경우에도 최소기준을 모두 만족하는 것으로 평가되었다.

(2) 단일수치평가량 분석결과 표준 중량충격원 2종의 차이는 벽식구조의 바닥슬래브 두께 180 mm 및 210 mm에서 각각 약 3.1 dB, 약 4.5 dB, 무량관 구조의 바닥슬래브 250 mm 이상에서는 약 4.6 dB의 차이를 보였다. 최대 11의 차이가 발생하고 있는 세대의 경우 단일수치평가량이 63 Hz에서 결정된 뱅머신에 비해 임팩트 볼은 63 Hz 및 125 Hz 대역에서 또한 상대적으로 큰 저감량을 보였다.

(3) 단일수치평가량의 결정주파수 대역의 비율은 뱅머신의 경우 구조 및 두께에 큰 차이 없이 모두 63 Hz 대역에서 결정되었다. 임팩트 볼의 경우에는 구조 및 두께에 큰 차이없이 63 Hz와 125 Hz 대역에서 결정되었으며 250 Hz 대역에서 일정비율로 기여하고 있는 것으로 판단되었다.

추후, 보다 많은 세대를 대상으로 표준 중량충격원 2종에 대한 검토를 통해 현행 바닥충격음 평가방법에 대한 세부사항의 정립이 필요할 것으로 판단된다.

#### References

- (1) Ministry of Construction and Transportation Notice 2005-189: Threshold and Management Standard of the Floor Impact Sound Insulation for Multi-family Housing, 2005.
- (2) Ministry of Land, Infrastructure and Transport Notice 2013-611: Threshold and Management Standard of the Floor Impact Sound Insulation for Multi-family Housing, 2013.
- (3) Jeon, J. Y., Lee, P. J., Jeong, J. H. and Park, J. H., 2006, Comparison of Standard Floor Impact Sources with a Human Impact Source, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 16, No. 8, pp. 789~796.
- (4) KS F 2810-2 : 2012, Field Measurements of Impact Sound Insulation of Floors- Part 2: Method Using Standard Heavy Impact Sources.
- (5) Yoo, S. Y., Yeon, J. O. and Jeon, J. Y., 2009, Analysis and Evaluation of Impact Sound Insulation of Concrete Floor Structures in Response to Characteristics

of Heavy-weight Impact Sources, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 19, No. 10, pp. 1062~1068.

(6) Shin, H., Baek, G. J., Kook, C. and Song, M. J., 2010, A Study of Rating Method Comparison for Heavy-weight Floor Impact Sound based on the Field Test Data in Apartment House, Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, Vol. 10, No. 5, pp. 187~194.

(7) KS F 2863-2 : 2007, Rating of Floor Impact Sound Insulation for Impact Source in Buildings and of Building Elements—Part 2 : Floor Impact Sound Insulation Against Standard Heavy Impact Source.

(8) Yun, C. Y., Jeong, J. H. and Kim, M. J., 2013, The Effect of Aerated Concrete Containing Foam Glass Aggregate on the Floor Impact Sound Insulation, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 23, No. 5, pp. 414~422.

(9) Yeon, J. O., Kim, K. W., Choi, H. J., Yang, K. S. and Kim, K. H., 2013, Experiment Evaluation for the Heavy-weight Impact Sound of Dry Double-floor System - Effect of Rubber Hardness and Ceiling Structure -, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 23, No. 1, pp. 30~40.

(10) Park, H. K., Park, C. W. and Kim, S. W., 2008, An Experimental Study on the Floor Impact Sound Insulation of Apartment depending on the Plane Shape of Living-room, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 844~847.



**Chang-Yeon Yun** received B.S., M.S. degree in Dept. of architectural engineering from Hanyang university in 1995, 1997. He is currently a Senior Researcher at Doosan E&C and Ph.D. Candidate in Dept. of architectural engineering at University of Seoul. His research interests are in the area of floor impact sound, construction environment noise.



**Jun-Oh Yeon** received master degrees from Hanyang university in 2010 and he is currently majoring in floor impact sound and vibration in apartment. he especially is interested in sound characteristics due to insulation assembly.



**Myung-Jun Kim** received the B.S., M.S. and Ph.D. in Dept. of architectural engineering from Hanyang University, Seoul, Korea in 1987, 1989, and 1999, respectively. He is currently a professor in the Dept. of architectural engineering at University of Seoul. His research interests are in the area of architectural acoustics and sound insulation in buildings.