

공동주택 음원실 바닥의 하중 설치에 따른 중량충격음 특성에 관한 연구

The Research of the Heavy-Weight Impact Sound Characteristic by Live load Installation on the Source Room

김 경 우*, 양 관 섭**, 손 장 열***

(Kyoung-Woo Kim*, Kwan-Seop Yang**, Jang-yeul Sohn***)

*한양대학교 대학원 건축공학과, **한국건설기술연구원, ***한양대학교 건축대학 건축공학부

(접수일자: 2007년 3월 15일, 수정일자: 2007년 4월 30일; 채택일자: 2007년 7월 26일)

공동주택의 바닥충격음 측정 및 평가는 주로 입주 전에 이루어지고 있으나 실제 충격음 발생은 입주 후 커튼과 가구와 같은 중량물이 설치되어 있는 조건이므로 입주 전후 음원실(음원실)과 수음실(수음실)의 상황은 다르다고 할 수 있다. 본 연구에서는 음원실에 가구 등과 같은 하중 설치에 따른 중량충격음 변화성도를 파악하기 위하여 바닥충격음 시험동과 현장에서 활하중(200kg/m²) 설치 전·후의 음원실 바닥슬래브 하부 진동가속도레벨 및 수음실 충격음레벨 변화를 측정하였다. 측정결과 하중설치를 통하여 진동가속도레벨 및 충격음레벨이 다소 저감되었으나 큰 영향은 받지 않는 것으로 나타났으며, 슬래브의 공진주파수도 변화하지 않았다.

핵심용어: 바닥충격음, 활하중, 진동가속도레벨

투고분야: 건축음향분야 (7,3)

The test and evaluation of floor impact sound is mainly conducted before move in the residence. Floor impact sound generating is actually the conditions in which a heavy load like a curtain and furniture is installed. the situation before and after move in the residence is different. In this study, we investigate the floor impact sound variations according to the live load installation like furniture in the source room. The vibration acceleration level and floor impact sound level variation were measured before and after live load (200kg/m²) installation in the floor impact sound test building and the field. The difference was not large although the vibration acceleration level and the floor impact sound level were reduced through measurement result of load installation. Resonance frequency was not changed by load installation.

Key words: Floor impact sound, Live load, Vibration Acceleration level

ASK subject classification: Architecture acoustics (7,3)

1. 서론

공동주택은 국내에서 주택보급수의 50% 이상을 차지하는 일반적인 주거형태가 되었다. 국토번적의 효율적인 활용과 주택보급의 장점에도 불구하고 최근 들어 소음민원 발생이 증가하는 추세이다. 특히 바닥충격음은 바닥슬래브를 상부세대의 바닥슬래브가 하부세대에서는 천장이 되기 때문에 필연적으로 발생하는 소음이다. 공동주택의

주요 재료로 사용되는 콘크리트는 재료 특성상 콘크리트면에 직접 충격이 가해짐에 따라 발생하는 충격음(고체 전달음)을 인접세대에 쉽게 전달하는 특성을 지니고 있다.

바닥충격음 문제를 완화하기 위하여 정부는 주택건설기준등에관한규정에서 바닥충격음 성능기준(경량충격음 58dB이하, 중량충격음 50dB이하)을 마련하고, 2005년 7월부터 시행하고 있다. 바닥충격음 저감에 관련된 연구는 1980년대 후반부터 학계 [1, 2] 및 연구기관 [3]에서 진행되어왔으며, 충격원에 대한 검토 [4, 5]와 바닥구조의 전달특성 [6] 및 수음실의 방사특성 등에 대한 검토가 지속

책임저자: 김 경 우 (kwrmj@kict.re.kr)
133-791 서울 성동구 행당동 17 한양대학교 대학원
건축공학과 박사과정
(전화: 031-910-0356; 팩스: 031-910-0361)

적으로 이루어지고 있다. 또한 바닥충격음에 영향을 미치는 요소를 정량적으로 파악하는 연구가 진행되고 있다.

일반적으로 바닥충격음 측정은 거주자의 입주가 완료되지 않은 상태에서 이루어지고 있으나 실제 바닥충격음의 발생은 거주자가 입주한 후에 발생하는데 이 경우에는 음원세대와 수음세대에는 침대, 장롱 등의 가구와 커튼 등의 물체가 설치되어 있는 상태이다. 윤세철 [7]은 입주 전·후의 충격음변화를 살펴본 결과 입주 후의 바닥충격음 차단능력이 다소 향상된 것으로 소개하고 있으나 동일한 측정공간을 대상으로 입주 전·후를 평가하지 않은 결과였다. 高橋 央 [8]은 건식이중바닥구조를 대상으로 중량물 설치에 의해 충격음레벨 변동을 파악한 결과 영향이 있음을 지적하고 있다. 오양기 [9]는 수음실 마이크로폰 위치에 따라 중량충격음레벨 편차가 발생하고 있음을 지적하고 있는데 수음실에 가구가 있을 경우 수음점 선장이 입주전과 다르게 될 수 있어, 수음점 차이에 의한 영향을 받을 수도 있을 것이다. 또한 수음실 흡음력 상승도 영향을 주고 있다. [10] 입주 전·후의 여러 가지 변화하는 상황에 대한 체계적인 연구가 부족한 상황이다. 음원실과 수음실에 설치되는 물건들에 의해 중량충격음레벨변화에 영향을 미칠 수 있으나, 본 연구에서는 공동주택 입주 전·후의 음원실 조건 변화에 따른 바닥충격음 영향을 살펴보기 위한 기초적인 연구로서 음원실만을 대상으로 음원실에 가구와 같은 중량물이 설치된 상황을 가정하여 음원실 바닥에 임의의 일정 하중을 설치하여 하중에 의한 하부 수음실의 중량충격음 변화정도를 살펴보았다.

II. 실험 내용 및 방법

음원실 바닥슬래브 상부에 하중 설치에 따른 중량충격음레벨 변화를 살펴보기 위하여 210mm 슬래브 두께의 바닥충격음시험동 (4.5m×5.1m)과 공동주택 시공현장의 거실을 대상으로 실험을 실시하였다. 시험동 실험은 210mm 맨슬래브 조건 (Type1)과 공동주택 바닥충격음 차단구조인정 및 관리기준 (건설교통부 고시 제2006-435호)의 표준바닥구조 5번 구조에 해당되는 슬래브210mm+완충재 50mm+모르터 50mm가 시공된 바닥조건 (Type2)을 대상으로 하였다. 실험실은 천장이 미설치된 상태에서 실험을 실시하였다. 수음실은 빈공간인 상태에서 측정을 실시하였다.

표 1. 물건하중

Table 1. Load of articles.

품 목	크기(mm)			중 량 (kg)	적재하중 (kg/m ²)
	가로	세로	높이		
장롱(10자)	3150	710	2000	219	98
확장대	1095	550	720	25	41
장식장	900	400	2000	47	130
텔레비전	680	528	456	17	47
침대	1650	2000	720	118	35
피아노	1450	650	1200	227	240
에어컨	500	300	1818	49	326

음원실 바닥에 가구 등과 같은 중량물이 설치된 것으로 가정하여 중앙부에 활하중 (live load) 200kg/m² 을 모래주머니를 사용하여 하중을 부가하였다. 일반적으로 건물 설계시 주택의 등분포하중을 200kg/m²로 고려하고 있고 [11] 슬래브 중앙부가 충격원 가진에 의한 영향이 크기 때문에 200kg/m² 하중을 중앙부에 설치하여 충격에 의해 발생하는 진동의 저감효과를 살펴보고자 하였다. Table 1.은 공동주택에서 입주후 설치되는 물건의 하중과 단위면적당 하중을 조사한 결과 [12]로 하중이 비교적 큰 피아노나 에어컨의 단위면적당 하중이 240kg/m², 326kg/m²로 나타내고 있어 본 실험에서는 200kg/m²의 하중을 설치하는 것으로 설정하였다. 또한 단위면적당 200kg을 설치하기 위하여 취급이 쉬운 모래주머니로 선정하였다.

하중설치 전후의 수음실 천장면의 진동기속도레벨 (수직성분)과 수음실 바닥충격음레벨을 측정하였으며, 진동레벨 분포를 측정하기 위하여 천장면을 50cm 간격으로 구획하여 총 72개소에서 측정하였다. 진동센서 9개를 밀납을 사용하여 견고히 부착하여 동시 측정 후 위치를 이동하면서 측정하였다. 수음실 충격음레벨 측정을 위한 마이크로폰은 바닥에서 1.2m 이격하여 50cm 간격으로 설치하여 72개소에서 측정하였다. 충격원은 바닥 슬래브 충격 임피던스레벨이 낮은 중앙부와 임피던스레벨이 상승하는 모서리 1곳을 대상으로 각각 영향을 검토하였다. 진동레벨은 중량충격원을 사용하여 4~5회 가진시 최대값을 측정하였으며, 충격음레벨 측정은 음원실 중앙부분과 벽에서 0.75m 이격한 모서리부분 4곳에서 각각 가진하였다.

현장 실험은 공동주택 (면적:83m²)의 거실 (3.4m×3.9m) 2개소를 대상으로 실시하였으며, 평면 형태와 가진점 위치는 Fig. 1.과 같다. 바닥구조는 Type3이 슬래브 150mm+EPS 20mm+기포콘크리트 40mm+모르터 40mm, Type4는 슬래브 150mm+완충재 65mm+모르터 40mm

표 2. 측정장비
Table 2. Test equipments.

장비명	모델명 및 제조사
중량충격원	Bang Machine, satsuki
주파수분석기	Symphonie, 01dB and SA-01, RION
마이크로폰	G.R.A.S. (Type 40AE)
마이크로폰 프리엠프	G.R.A.S. (Type 26CA)
가속도계	PV-41, RION

로 시공되어 있었다. 현장실험에서는 시험동 실험과 같이 0.5m 간격으로 마이크를 설치하여 수음실의 충격음분포를 측정하였다. 가진점은 중앙점과 보서리로부터 0.5m 이격한 2점에서 하였다. 하중은 200kg/m²의 모래주머니를 가진점과 인접한 0.5m 이격된 곳에 각각 설치하여 측정하였다. 측정에 사용된 장비는 Table 2.와 같으며, Fig 2.는 측정대상별 바닥구조 단면도를 나타낸다.

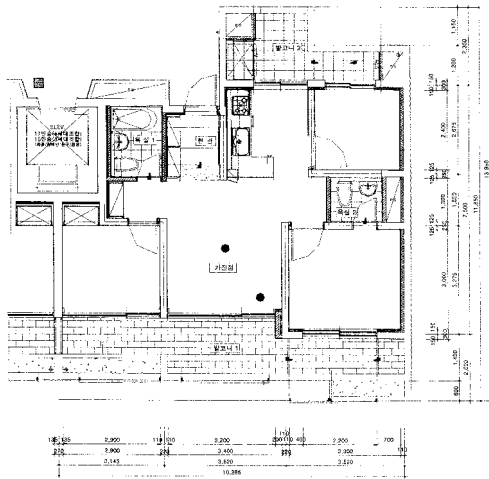


그림 1. 측정대상 평면도 및 가진점 위치
Fig. 1. Plan and location of impact point in field test.

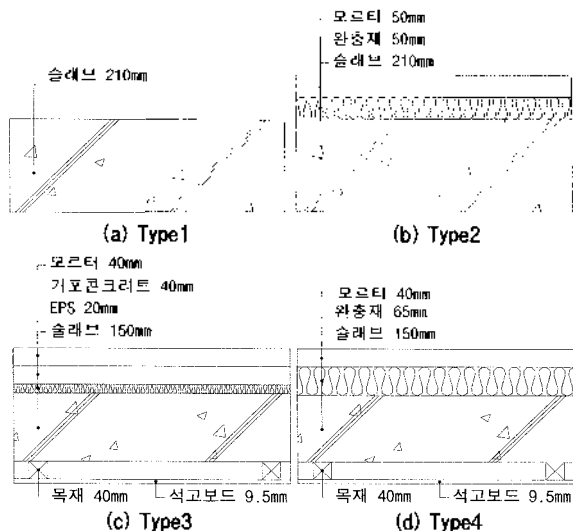


그림 2. 측정대상 바닥구조 단면도
Fig. 2. Section of the test structures.

III. 실험 결과분석

3.1. 시험동 측정결과

3.1.1. 맨슬레브 측정결과 (Type1)

Table 3.은 진동가속도레벨을 나타낸 것으로 31.5Hz와 40Hz 주파수 대역에서 진동가속도 레벨이 68dB~70dB 정도로 가장 높게 나타났으며, 이후 주파수 대역에서 낮아지는 경향을 보였다. 200kg의 하중을 설치할 경우 31.5Hz부터 가속도 레벨이 하중이 없을 때 보다 낮아지는 것을 알 수 있었다. Fig. 3은 수음실 천장면의 주파수별 진동 가속도레벨 분포를 나타낸 것으로 31.5Hz에서 200kg 하중 설치를 통하여 최대진동가속도레벨은 변화가 없으나, 진동전달면적은 다소 작아진 것을 알 수 있었다. 바닥슬레브 중심부 진동레벨이 높고 주변부로 갈수록 낮아지는 형태를 보이고 있으며, 63Hz에서는 2개의 봉우리 모양을 나타내었으며, 125Hz에서는 3개의 봉우리를 나타내었다. 진동가속도레벨 측정결과 하중설치에 따른 변화는 크지 않음을 알 수 있었다.

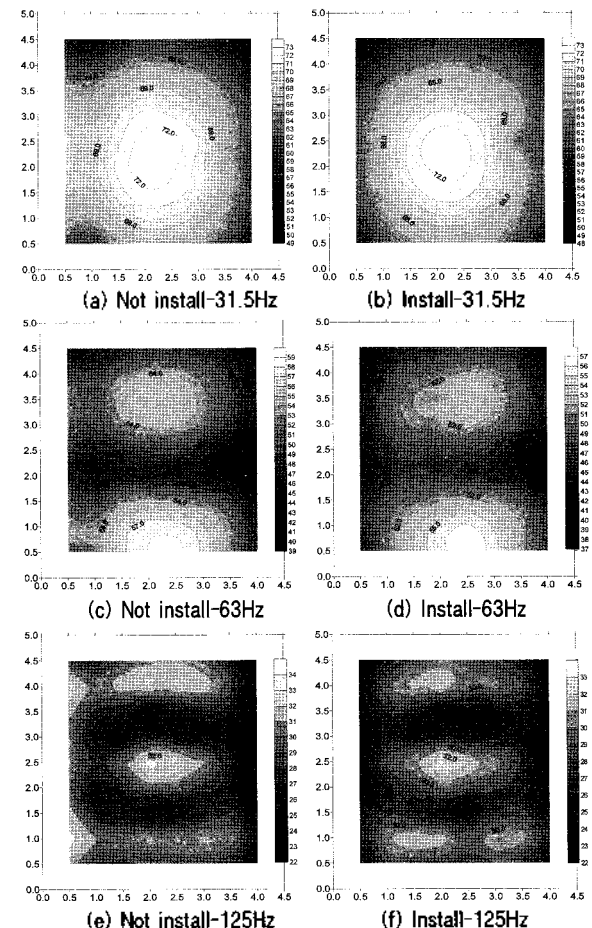


그림 3. 진동가속도레벨분포(dB, ref. 10⁻⁵)(Type1)
Fig. 3. Vibration acceleration level distribution (dB, ref. 10⁻⁵)(Type1).

표 3. 진동가속도레벨(dB, ref.10⁻⁵)(Type1)

Table 3. Vibration acceleration level(dB, ref.10⁻⁵)(Type1).

Frequency	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400
200kg Not install	55.1	58.8	67.8	69.8	55.3	52.5	37.4	33.6	29.5	29.0	24.1	22.1	13.9	7.8
200kg Install	55.0	59.1	67.2	67.6	54.5	50.3	35.8	31.9	28.4	27.8	22.5	19.9	12.5	6.1
저감량	0.1	-0.3	0.6	2.2	0.8	2.2	1.6	1.7	1.1	1.2	1.6	2.2	1.4	1.7

Fig. 4는 중앙부 가진시 수음실 충격음레벨 분포를 나타낸 것으로 63Hz, 125Hz는 중앙부, 모서리부분에서 음압이 높게 나타났으며, 하중 설치시에도 비슷한 경향을 보였다.

Table 4는 하중 설치 전후의 5개 가진점별 바닥충격음레벨을 나타낸 것으로 63Hz에서 하중설치를 통하여 0.7dB (평균치)감소되었으며 125Hz를 제외하고 다른 주파수에서 0.4dB ~ 1.0dB 감소되어 하중 설치시 충격음레벨 감소폭은 적은 것을 알 수 있었다.

Fig. 5는 맨슬래브에서 측정한 바닥판 공진주파수로 진동계의 공진주파수는 식 (1)과 같이 슬래브 질량에 영향을 받기 때문에 슬래브 상부 하중 증가로 인한 공진주파수가 변화될 수 있다. 공진주파수 변화는 충격음레벨변화에 영향을 미치기 때문에 충격을 저감방안으로 공진주파수를 63Hz 하한 주파수 이하로 낮추려고 노력하고 있다. 슬래브 상부 하중 설치로 인한 공진주파수 변화를 살펴보면 하중에 의한 충격음레벨 변화를 살펴볼 수 있다.

공진주파수 측정결과 200kg/m²의 하중 증가는 공진주파수 변화에 영향을 미치지 못하는 못하였으며, 진동가속도레벨과 음압레벨과 같이 변화가 없는 것으로 나타났다.

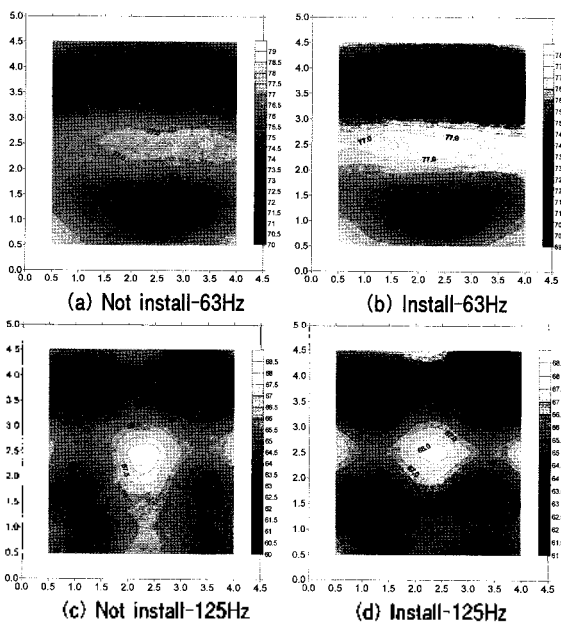


그림 4. 바닥충격음레벨분포(가진점 : 중앙, Type1)(dB)
Fig. 4. Floor impact sound level distribution (impact point : center, Type1) (dB).

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$

f₀ : 공진주파수, k : 스프링상수(N/cm), m : 질량

3.1.2. 표준바닥구조 5번 구조 (Type2) 측정결과

맨슬래브 조건에서 하중설치 전후의 진동레벨 및 수음실 충격음레벨 변화를 살펴보았으며, 바닥 충격음 관련 고시에서 정하고 있는 표준바닥구조 5번이 설치되었을 경우에 대해서도 동일한 실험을 실시하였다.

Table 5와 Fig. 6은 중앙충격원으로 중앙부 가진시 진동가속도레벨을 나타낸 것으로 맨슬래브 측정결과와 유사하게 하중설치에 의한 진동가속도 레벨 감소는 미비하였다.

표 4. 바닥충격음레벨(dB)(Type1)

Table 4. Floor Impact sound level(dB)(Type1).

	Impact point	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	Single-number quantity (L _{i,Fmax,AW})
200kg-Not install	Center	75.4	65.0	55.1	52.9	50
	Corner 1	69.7	63.0	58.1	47.4	48
	Corner 2	66.9	63.8	57.0	45.5	47
	Corner 3	66.6	64.0	58.1	47.1	48
	Corner 4	69.7	64.3	57.8	45.6	48
	Average	69.7	64.0	57.2	47.7	48
200kg-install	Center	75.2	65.4	54.3	49.2	49
	Corner 1	68.4	62.6	57.1	48.1	47
	Corner 2	66.1	63.8	57.3	45.0	48
	Corner 3	66.7	64.6	58.0	46.0	48
	Corner 4	68.5	64.2	57.5	45.4	48
	Average	69.0	64.1	56.8	46.7	47
저감량	0.7	-0.1	0.4	1.0	1	

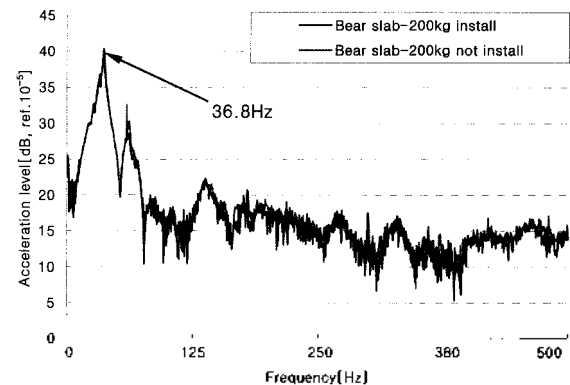


그림 5. 공진주파수(Type1)
Fig. 5. Resonance frequency(Type1).

표 5. 진동가속도레벨(dB, ref.10⁻⁵)(Type2)
Table 5. Vibration acceleration level(dB, ref.10⁻⁵)(Type2).

Frequency	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
200kg Not install	58.2	66.2	71.7	67.5	61.9	45.4	31.5	27.7	17.5	18.3	13.2	8.2	4.0
200kg Install	58.0	65.4	70.4	66.5	60.2	45.8	31.5	27.4	17.1	17.6	12.2	8.1	3.9
저감량	0.2	0.6	1.3	1.0	1.7	-0.4	0.0	0.3	0.4	0.7	1.0	0.1	0.1

31.5Hz에서 최대 피크치를 나타내었으며 주파수가 증가할수록 감소되는 특징을 보였다.

수음실 천장면의 진동분포를 살펴보면 하중설치를 통하여 최대 진동가속도 레벨은 31.5Hz에서 1dB 감소하였으며, 진동이 전달되는 범위도 줄어드는 것을 알 수 있었다. 슬래브 상부에 하중 부가를 통하여 다소 진동 전달을 억제하는 것으로 보이나 그 효과는 미비하다고 판단된다.

Table 6.에서 표준바닥구조 5번 구조에 대한 수음실 충격음레벨 분포를 살펴보면 맨슬래브 구조 결과보다 하중 설치 전후의 충격음레벨 변화는 더 적은 것으로 나타났다.

표 6. 바닥충격음레벨(dB)(Type2)
Table 6. Floor Impact sound level(dB)(Type2).

	Impact point	Frequency				Single-number quantity (L _{i,f,max,AW})
		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	
200kg- Not install	Center	77.4	54.4	53.2	50.5	49
	Corner 1	68.3	53.3	40.3	36.9	39
	Corner 2	70.4	51.7	41.0	37.3	40
	Corner 3	69.5	49.0	38.2	36.0	39
	Corner 4	70.6	50.1	39.1	37.1	40
	Average	71.2	51.7	42.4	39.6	41
200kg install	Center	75.8	53.1	46.9	45.7	46
	Corner 1	70.6	53.0	37.1	34.2	40
	Corner 2	70.8	51.1	39.4	35.5	40
	Corner 3	69.4	47.9	38.5	36.1	39
	Corner 4	70.0	50.9	40.0	37.5	40
	Average	71.3	51.2	40.4	37.8	41
저감량		-0.1	0.5	2.0	1.8	0

슬래브 중앙부분에 하중을 설치하여 충격음레벨을 측정된 결과 중앙부 가진시 63Hz에서 1.6dB 감소하였으나 음원점 측정결과를 산술평균한 결과 충격음레벨 차이는 미비한 것으로 나타났다. 슬래브 상부 운동층의 하중이 상당히 설치되어 있기 때문에 이러한 구조 상부에 200kg/m² 하중의 추가설치는 충격음레벨에 거의 영향을 미치지 못한 것으로 판단된다.

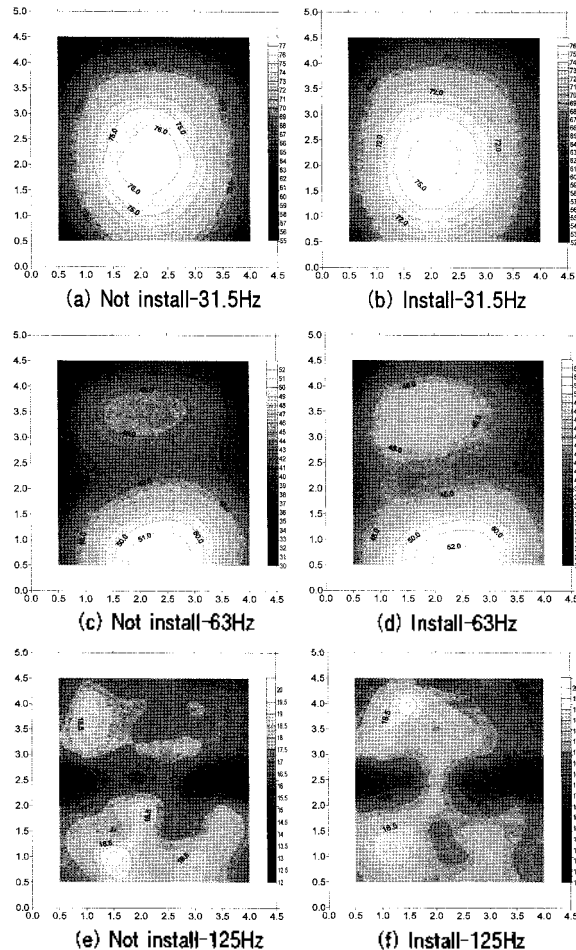


그림 6. 진동가속도레벨분포(dB, ref.10⁻⁵)(Type2)
Fig. 6. Vibration acceleration level distribution (dB, ref.10⁻⁵)(Type2).

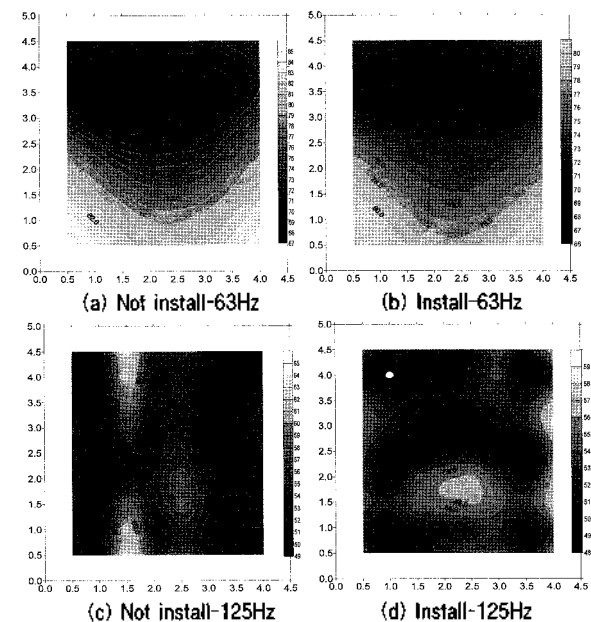


그림 7. 바닥충격음레벨분포(dB)(기진점 : 중앙, Type2)
Fig. 7. Floor impact sound level distribution (impact point : center, Type2) (dB).

3.2. 현장측정결과

공동주택 (면적:83m²) 거실 2개소를 대상으로 하중 설치 전후의 바닥충격음레벨 변화를 살펴보았다. 실험동 측정시에는 모래주머니를 음원실 중앙부에 고정 설치하여 각 가진점에서의 충격음을 측정하였으나 현장측정에서는 중량물의 영향을 더 부여할 수 있는 조건으로 가진 점에서 50cm 이격한 곳에 모래주머니를 이동하면서 설치한 후에 측정을 실시하였다. Table 7과 같이 Type3 구조는 실험동의 측정결과와 유사하게 하중 설치에 따라 충격음레벨이 다소 감소하는 경향을 보이고 있었으나 하중에 의한 영향은 크지 않은 것으로 나타났다. Table 8은 Type4 구조에 대한 결과에서는 완충재가 65mm 설치된 기포콘크리트 층이 생략된 구조로서 중량물 설치에 따라 충격음레벨이 2dB(L_{A,Fmax,AW}) 감소하는 것으로 나타나 Type3에 비하여 중량물의 영향을 더 받는 것으로 나타났다.

수음실의 음압레벨분포를 살펴보면 (Fig.8, Fig.9) 63Hz의 경우 중앙부가 음압이 낮고 모서리부분으로 갈수록 음압이 높은 형상을 보이고 있으며, 하중설치 전후의 음압레벨 분포의 변화가 거의 동일한 것으로 나타났다.

3.3. 측정대상 구조별 결과 종합

Table 9와 Fig.10, Fig.11은 측정대상 구조별로 하중 설치 전후의 바닥충격음레벨차이와 진동가속도레벨차를 나타낸 것으로 맨슬래브 조건 (Type1)에서 하중설치로

표 7. 바닥충격음레벨(dB)(Type3)

Table 7. Floor Impact sound level(dB)(Type3).

	Impact point	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	Single-number quantity (L _{i,Fmax,AW})
200kg-Not install	Center	84.3	74.0	58.9	48.2	58
	Corner 1	79.0	74.0	61.4	49.0	55
	Corner 2	83.7	71.9	55.1	46.6	56
	Average	80.2	73.3	58.9	46.7	55
200kg-install	Center	84.0	73.0	58.0	45.4	57
	Corner 1	78.5	71.6	60.8	44.4	54
	Corner 2	82.7	70.1	54.9	46.0	55
	Average	80.1	71.5	58.0	45.0	54
저감량		0.1	1.8	0.9	1.7	1

인하여 충격음레벨이 저감되었으며, 다른 구조에 비하여 저감 정도가 63Hz를 제외하고 낮은 것을 알 수 있었다. 슬래브 상부에 완충재 등 모르타르 마감된 구조의 저감 정도가 맨슬래브에 비하여 다소 높은 것으로 나타났다. 주파수별 저감 정도는 -0.1dB~4.0dB로 나타났으나, 단일 수치평가량에서는 거의 동일하였다. 완충재 65mm가 설치되고 기포콘크리트가 삭제된 구조의 (Type4) 현장결과에서 음원실 하중설치에 의한 충격음저감정도가 63Hz에서 다른 구조에 비하여 높은 것으로 나타났다. 실험실 (Type1,2)보다는 현장에서 측정된 구조 (Type3,4)가 하중에 의한 충격음저감효과가 일부 주파수를 제외하고 다소 높은 경향을 보이고 있었다. 이는 현장 측정시 200kg/m²의 하중을 중앙부에 고정하고 측정된 실험실과는 달리 하중을 중앙부에 고정하지 않고 가진 위치에 따라 이동하

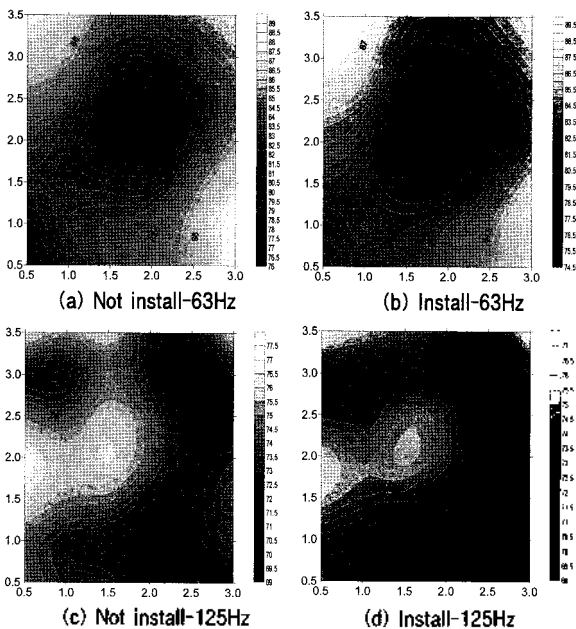


그림 8. 바닥충격음레벨분포(dB)(가진점 : 중앙, Type3)
Fig. 8. Floor impact sound level distribution (impact point : center, Type3) (dB).

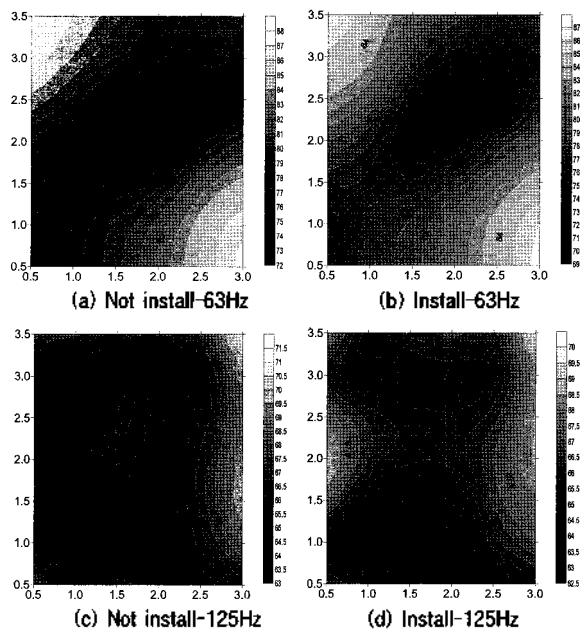


그림 9. 바닥충격음레벨분포(dB)(가진점:중앙, Type4)
Fig. 9. Floor impact sound level distribution (impact point:center, Type4) (dB).

표 8. 바닥충격음레벨(dB)(Type4)
Table 8. Floor Impact sound level(dB)(Type4).

	Impact point	63Hz _z	125Hz _z	250Hz _z	500Hz _z	Single-number quantity (L _{i,Fmax,AW})
200kg-Not install	Center	81.8	66.9	62.8	51.0	54
	Corner 1	80.2	68.1	57.9	47.0	53
	Corner 2	83.6	69.3	59.1	46.2	55
	Average	81.8	68.1	59.9	48.1	54
200kg-install	Center	80.8	66.3	61.5	48.6	53
	Corner 1	79.4	66.0	57.5	41.2	51
	Corner 2	81.6	67.1	57.2	42.6	53
	Average	80.6	66.5	58.7	44.1	52
저감량		1.2	1.6	1.2	4.0	2

표 9. 구조별 바닥충격음레벨(dB)
Table 9. Floor Impact sound level by type(dB).

구조	구분	63Hz _z	125Hz _z	250Hz _z	500Hz _z	Single-number quantity (L _{i,Fmax,AW})
Type 1	200kg-Not install	69.7	64.0	57.2	47.7	48
	200kg-install	69.0	64.1	56.8	46.7	47
	저감량	0.7	-0.1	0.4	1.0	1
Type 2	200kg-Not install	71.2	51.7	42.4	39.6	41
	200kg-install	71.3	51.2	40.4	37.8	41
	저감량	-0.1	0.5	2.0	1.8	0
Type 3	200kg-Not install	80.2	73.3	58.9	46.7	55
	200kg-install	80.1	71.5	58.0	45.0	54
	저감량	0.1	1.8	0.9	1.7	1
Type 4	200kg-Not install	81.8	68.1	59.9	48.1	54
	200kg-install	80.6	66.5	58.7	44.1	52
	저감량	1.2	1.6	1.2	4.0	2

면서 하중을 설치한 다음 측정하여 하중의 영향을 더 받은 것으로 판단되나 차후 보다 세밀한 검토가 필요하다. 진동가속도레벨의 경우 맨슬레브 (Type1)에 비하여 완충재가 시공된 구조 (Type2)에서 63Hz이상 측정된 주파수영역에서 저감정도가 낮은 것으로 나타났다. 맨슬레브 보다 완충재 설치를 통하여 상부에서 발생하는 진동을 어느 정도 차단한 상태에서 추가로 하중을 설치하였기 때문에 진동저감정도가 낮은 것으로 판단된다.

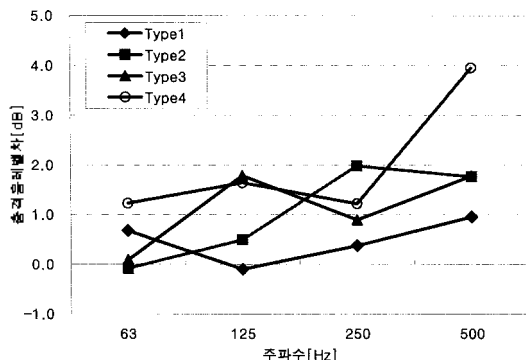


그림 10. 구조별 하중 설치전·후의 바닥충격음레벨차
Fig. 10. Floor impact sound level difference by type.

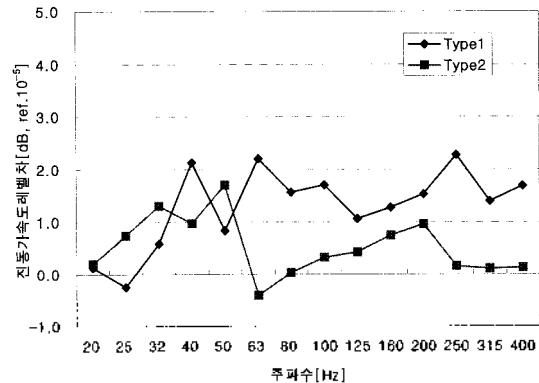


그림 11. 구조별 하중 설치전·후의 진동가속도레벨차
Fig. 11. Vibration acceleration level difference by type.

IV. 결론

공동주택 입주 후에 음원실에 설치되는 가구나 가전제품 등의 중량물이 설치되기 때문에 입주전 실내 상태와는 상이하다. 음원실에 설치되는 가구 등에 의한 영향을 살펴보기 위하여 음원실 만을 대상으로 200kg/m²의 하중을 설치하여 하중설치 전후의 진동레벨 분포나 수음실 바닥 충격음레벨 변화 특성을 검토한 결과는 다음과 같다.

실험동에서 하중 증가를 통하여 수음실 천장면 최대 진동 가속도레벨은 31.5Hz에서 0~1dB 감소하는 경향을 보였다. 최대 진동가속도레벨과 진동전달면적이 감소하였으나 전반적으로 영향은 크지 않은 것으로 나타났다. 수음실 바닥충격음레벨 분포도 하중 설치를 통하여 1dB 정도 감소하였으나 전체 평균에서는 거의 차이를 보이고 있지 않았다.

현장측정의 경우 실험동과 유사한 음압레벨 특성을 보였으나 Type4 구조에서 충격음레벨이 2dB(L_{i, Fmax, AW}) 감소하는 것으로 나타났다.

바닥구조의 질량은 구조 자체의 공진주파수를 결정짓는 요소 중의 하나로서 200kg 하중 설치를 통하여 이러한 공진주파수 변화 정도를 살펴보았으나 200kg 하중은 공진주파수 변화를 가져올 정도의 하중은 아닌 것으로 나타났다. 공진주파수가 변화한다 하더라도 63Hz 대역에 영향을 미치는 주파수 범위가 약 44Hz~88Hz로서 현행 1/1 octave band로 평가하는 중량충격음에서는 하중 설치에 의한 영향을 찾아 볼 수 없는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 음원실 하중조건을 실제 입주시와 동일하게 설정하지는 못하였으나 차후 동일한 공간을 대상으로 입주 전후의 충격음레벨을 비교하여 음원실의 하중설

치와 수음실의 음장조건 변화가 미치는 영향에 대한 검토가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

참고 문헌

1. 김선우, 손철봉, 송용식, "공동주택 바닥충격음의 차음성능개선을 위한 실험적 연구(1)," 대한건축학회논문집, 4 (1) 279~288, 1988.
2. 김선우, "공동주택 바닥충격음 차음성능 평가에 관한 연구," 서울대 박사학위논문, 1989.
3. 대한주택공사, "공동주택 바닥충격음 저감방안에 관한 실험연구," 주택연구자료 059, 1987
4. 김경우, 최경석, 장영선, 양관섭, "실충격원(어린이)의 충격 발생행위에 따른 충격력 특성에 관한 연구," 한국소음진동공학학회논문집, 15 (5) 542~549, 2005.
5. 정영호, 전진용, "임팩트 볼을 활용한 바닥충격음 측정 및 평가," 한국소음진동공학학회논문집, 15 (10) 1160~1168, 2005.
6. 김영준, 김홍식, 김하근, "수음실 내 구조체의 진동량 계측을 통한 바닥충격음레벨 예측," 한국소음진동공학학회논문집, 13 (1) 3~9, 2003.
7. 윤세철, 오종민, "공동주택 바닥충격음의 차음성능 평가," 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집, 932~937, 2003.
8. 高橋 央, 外5人, "乾式二重床への衝撃荷重の有無による床衝撃音レベルの變化について," 日本建築學會大會學術講演集, 149~150, 2006.
9. 오영기, 주문기, 박종영, 김하근, 양관섭, "마이크로폰의 위치에 따른 중앙 바닥충격음레벨의 편차," 한국음향학회지, 25 (2) 49~55, 2006.
10. 井上 勝夫, 外3人, "床衝撃音に対する下室空間の吸音の影響," 日本建築學會大會學術講演集, pp. 67~68, 1996.
11. 대한건축학회, "건축물 하중기준 및 해설," 2000.
12. 한국건설기술연구원, "아파트의 적재하중에 관한 통계적 연구," 1998.
13. 山本精三, 外3人, "床衝撃音遮断性能の測定法に関する検討," 日本建築學會大會學術講演集, 125~128, 2003.

저자 약력

• 김 경 우 (Kyoung-woo Kim)



1990년 : 영남대학교 건축공학과 (공학사)
 1999년 : 한양대학교 건축공학과 (공학석사)
 1999년 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구원
 2003년 ~ 현재 : 한양대학교 대학원 건축공학과 박사과정

• 양 관 섭 (Kwan-seop Yang)

한국음향학회지 제25권 제2호 참조

• 손 장 열 (Jang-yeol Sohn)



1969년 : 한양대학교 건축공학과 (공학사)
 1977년 : 일본 동경공업대학 건축학과 (공학석사)
 1980년 : 일본 동경공업대학 건축학과 (공학박사)
 1980년 ~ 현재 : 한양대학교 건축대학 건축공학부 교수