

마이크로폰의 위치에 따른 중량 바닥충격음레벨의 편차

Deviation of Heavy-Weight Floor Impact Sound Levels According to Measurement Positions

오 양 기*, 주 문 기*, 박 종 영*, 김 하 근**, 양 관 섭***

Yang-Ki Oh*, Moon-Ki Joo*, Jong-Young Park*, Ha-Geun Kim**, Kwan-Seop Yang***

*목포대학교 건축학과, **대한주택공사, ***한국건설기술연구원

(접수일자: 2005년 11월 30일; 수정일자: 2006년 1월 9일; 채택일자: 2006년 1월 13일)

현행 중량 바닥충격음 표준 측정방식인 KS F 2810-2에 의하면 중앙점을 포함한 3-5곳의 타격위치에 대하여 수음실에서 4곳 이상의 지점의 피크레벨을 측정하도록 되어있다. 그러나 이 표준 방식에 의한 동일 상황에서의 측정 결과가 측정기관, 측정횟수, 측정점의 위치 등에 따라 일관성을 보이지 못하고 있음이 종종 발견된다. 이러한 편차는 반복성이나 재현성의 측면에서 측정값의 신뢰도에 영향을 미칠 수 있는 수준으로 우려된다. 측정결과 실험실의 경우 중앙 타격시 63Hz 대역에서 각 지점간의 차이가 10dB이상 차이를 보였으며, 전체적으로 중간주파수 대역에서 보다 저주파수 대역에서의 편차가 크게 발생하는 것으로 나타났다. 이러한 편차는 저주파수 대역에서의 모드 중첩현상에 의한 것으로 보인다. 현행 바닥충격음 단일지수 평가 방법에 따라 평가한 결과 측정위치에 따라 단일지수 평가값에 2-7dB의 차이를 보였으며 바닥충격음 차음성능 평가에 영향을 줄 수 있을 것으로 판단되었다. 따라서 향후 저주파 대역의 편차를 줄이거나 저음의 모드 중첩에 의한 영향을 배제할 수 있는 측정 혹은 평가 방식의 개선이 필요하다고 사료된다.

핵심용어: 중량 바닥충격음, 측정방식, 저주파대역, 룸 모드, 모드 중첩

투고분야: 건축음향 분야 (1,2)

Measurement of impact sound insulation of floor, by current Korean Standard KS F 2810-2, is to be made with peak levels over 4 point in a receiving room. But it is often the case that there is inconsistency in results at various receiving points in the receiving room. Such variations obviously have effects on the repeatability and reproducibility of measured data. The result shows that there are even 10 dB deviations in 63Hz octave band frequency range and relatively less variations are occurred in other low frequency ranges. Such variations seems to be coming from modal overlaps of the receiving room. According to current rating method of floor impact sound, KS F 2863-2, that may affect on the single number rating scheme. From the result of tests in this study, there are 2dB to 6dB differences in the single number with the combination of measurement points. This means that the reduction of measurement variations from the microphone positions is needed for a better credibility of measurement results.

Key words: Heavy-Weight Impact Sound, Measurement Method, Low Frequency Range, Room Mode, Modal Overlap

Subject classification: Architectural Acoustics (1,2)

I. 서론

쾌적한 주거환경을 위해서는 공동주택 바닥구조에 따른 차음성능 실태와 차음성능에 영향을 미치는 요소들에 관한 정확한 분석 및 평가가 필요하다. 그러나 바닥충격음 측정시 동일구조에서 혹은 동일지역에서 측정을 반복

하였을 경우에도 그 결과에 편차가 발생하는 경우가 있다. 이러한 편차는 특히 중량충격음의 저음역에서 재현성과 반복성을 저해하는 요인이다. 이러한 저음역 대역에서의 편차의 원인을 현재까지는 주로 타이어의 공기압에 의한 것으로 판단하고 있지만, 이것만을 편차의 원인으로 보기는 어렵다. 예를 들어 가장 확산음장에 가깝게 조성된 잔향실험실에서조차 저음역에서의 모드 중첩에 의한 측정 편차가 종종 관찰된다.

따라서 현재 직방형의 무마감 공간인 현장에서 측정이 주로 이루어지고 있음을 감안한다면, 반사성 공간에서의 저음 모드 중첩 현상이 측정 편차의 또 다른 원인일 수 있다는 점을 가정하여 연구를 시작하였다. 본 연구에서는 바닥충격음 측정시 발생하는 편차의 정도를 측정을 통해 확인하고, 이러한 편차가 현행 단일수치 평가방법의 결과에 미치는 영향을 분석해 보고자 한다.

II. 이론적 고찰

2.1. ROOM MODE (실내 고유진동)

실내음장은 파동으로 다룰 때 가장 중요하고 기본적인 성질은 실의 고유진동이다. 이러한 고유진동은 각 변의 길이가 l_x, l_y, l_z 인 직방체 실에서 다음과 같은 세 가지로 분류할 수 있다.

1) 1차원모드 (Axial mode) : l_x, l_y, l_z 중 2개가 0이 되는 것으로 1개의 축에 평행하므로 축파라 한다.

2) 2차원모드 (Tangential mode) : l_x, l_y, l_z 중 1개가 0이 되는 것으로 1쌍의 평행벽면에 평행하며 다른 두 쌍의 벽면에 비스듬히 입사하는 파로 접선파라 한다.

3) 3차원모드 (Oblique mode) : l_x, l_y, l_z 중 모두 0이 아니며 모든 벽에 비스듬히 입사하므로 경사파라 한다.

실의 치수가 최저음의 파장에 가까운 10m 이상일 때 고유진동은 같은 주파수에서 중복되어 생기지 않고 균일하게 분산하여 생기므로 음향적인 문제가 없으나, 10m 이하가 되는 작은 방에서는 정재파의 주파수가 저음에서 분리되어 두드러지게 나타나게 된다. 특히 실의 치수가 1:2:3등과 같은 정수비일 때 그 현상은 더욱 심해지며, 정재파가 균일하게 분포되지 않고 특정한 주파수에 중복하여 모이게 되면 그 정재파의 공명현상이 삼해짐으로써 실내의 특정 위치에 따라 심한 음압레벨의 편차를 보이게 된다.

콘크리트 등의 반사성 마감재가 노출된 각 변 10m 이하의 직방형 공간인 아파트의 거실이나 안방 등 현행의 바닥충격음 측정 장소 (특히 수음실)는 위와 같은 실의 모드 중첩현상이 발생할 수 있는 모든 조건을 갖추고 있다.

2.2. ISO 기준에 따른 측정용 실험실의 확산 규정

현행 개정된 ISO 140-1의 기준에 따르면 저음의 모드 중첩에 의한 측정 결과의 재현성/반복성 악화를 피하기 위해 측정용 표준실험실 (Laboratory)의 확산과 잔향시

간에 관한 기준을 다음과 같이 규정하고 있다.

1) 확산체 : 실험실에서 정재파에 의한 음압레벨의 변화가 많을 경우에는 실험실에 확산체를 설치하는 것이 필요하다.¹⁾

2) 잔향시간 : 일반적인 조건에서 실내의 잔향시간은 너무 길거나 짧지 않아야 한다. 저음에서의 잔향시간이 2초를 넘거나 1초 미만인 경우에는 음의 감쇠지수가 잔향시간에 의한 것인지 조사해야하며 만약 그럴 경우에는 확산체를 설치하거나 실내 저주파 대역에서의 잔향시간을 다음식에 의해 조정하여야 한다.

$$1S \leq T \leq 2 \times (V/50)^{2/3S}$$

V : 실의 용적

또한 잔향실법 음원파워레벨의 측정 표준인 ISO 374 12)에서도 실험실의 흡음률이 음원에서 발생하는 음향출력이 룸모드 (room mode)의 영향을 최소화 시킬 수 있도록 커야 한다는 유사한 조건을 명시하고 있다.

III. 측정방법 및 내용

3.1. 측정방법

현행 바닥충격음 현장 측정방법 (KSF2810-2)³⁾에 의하면 중앙점을 포함한 평균적으로 분포하는 3-5지점과 4개이상의 수음점 위치에 대하여 최대 음압레벨을 산출하도록 되어 있다. 측정 가능한 수음실 내부 공간 전체의 음압 분포를 파악하기 위해 수음실의 네 벽면으로부터 50cm 떨어진 사각형의 공간 내에 25cm 등간격의 격자를 만들어 각 격자점에 대하여 바닥충격음을 측정하였다. 마이크로폰의 높이는 140cm로 하였고, 4채널의 측정 장치를 제작, 사용하여 측정 시간을 단축하였다. 충격원의 타격 위치로는 중앙점과 외곽지점 1곳을 선택하였다. 각 측정지점에서 3차례의 타격중 피크레벨을 측정하였다. 바닥충격음레벨 및 실내 잔향시간의 측정에 사용된 측정기기의 내역은 다음과 같다.

- 1) ISO 140-1, "Measurement of sound insulation of elements - Part 1: Laboratory test facilities", 2005
- 2) ISO 3741, "Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure-Precision methods for reverberation rooms", 1999
- 3) KSF 2810-2, "바닥충격음 차단성능 현장측정방법표준중량충격원에 의한 방법", 2002

- (1) Bang machine (FI-02)
- (2) 1/3 octave band teal time analyzer (OROS 25)
- (3) Microphone & Preamplifier
 - GRAS 40AR/40AP
 - RION (pressure type)
- (4) Loudspeaker: Norsonic (Nor229/260)
- (5) Analyzer system: Symphony (01dB)

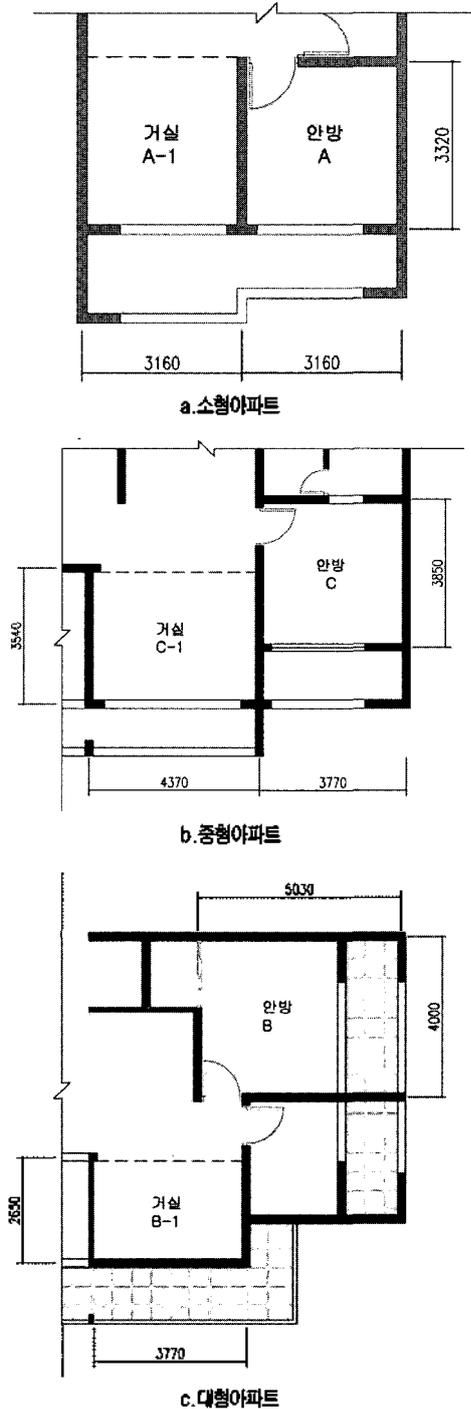


그림 1. 측정세대별 평면도
Fig. 1. Plan of measured units

표 1. 측정 대상 공간의 제원 (단위:m)
Table 1. Dimensions of rooms measured (Unit:m).

구분	치수 (가로*세로*높이)	비 고	구조
A	4.4*5.3*2.3	소형아파트(안방)	벽식
B	3.5*3.8*2.3	중형아파트(안방)	
B-1	4.4*2.8*2.3	중형아파트(거실)	
C	3.3*3.1*2.3	대형아파트(안방)	
C-1	3.3*3.0*2.3	대형아파트(거실)	
D	4.5*5.1*2.6	대한주택공사 표준실험실	
E	4.5*5.1*2.6	한국건설기술연구원 표준실험실	

3.2. 측정내용

- 측정일시: 2004년 9월
- 측정장소: 표준바닥충격음실험실 및 아파트 현장

바닥충격음의 측정편차를 파악하기위해 공실과 입주 전 아파트 현장에서 전체 수음점을 대상으로 측정을 실시하였다. 현장 측정의 경우 거실과 안방, 수음실의 크기 (대형, 중형, 소형)에 따라서 측정을 실시하였다. 측정의 편차 요인을 최소화하기 위하여, 각 측정 전에 중량충격음 타격기의 공기압을 확인하고 조정하였다. 측정 대상 아파트와 표준실험실의 실내제원은 표1 및 그림1에 나타냈으며, 표준실험실에서의 측정점 격자를 그림2에, 측정장면의 사진을 그림3에 표시하였다.

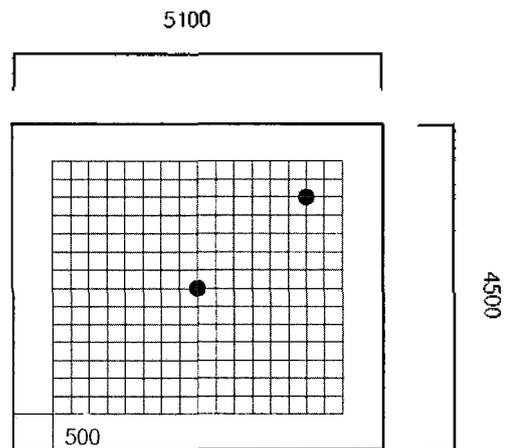


그림 2. 표준실험실 수음점 측정격자와 타격점
Fig. 2. Measurement grid and impact points.

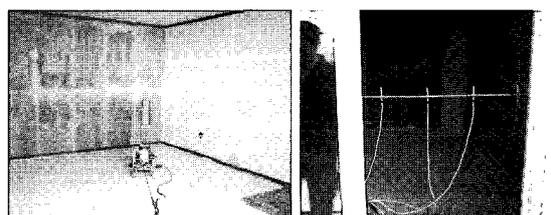


그림 3. 바닥충격음 측정사진
Fig. 3. Measurement pictures.

표 2. 실험실 및 아파트 현장 잔향시간 (단위:s)
Table 2. Reverberation Times of rooms measured (Unit:s).

50Hz	2.21	2.81
63Hz	4.80	2.94
80Hz	3.34	2.09
100Hz	2.35	2.38
125Hz	1.06	1.31
160Hz	2.60	1.46
200Hz	3.56	1.12
250Hz	4.19	1.21
315Hz	4.05	1.55
400Hz	3.81	1.86
500Hz	4.20	2.15
630Hz	4.35	2.17

표 3. 실내음압레벨의 분포 (실험실, 125Hz 주파수대역)
Table 3. Distribution of SPL (room A, 125Hz octave band).

14.3	12.1	7.8	5.1	7.2	10.2	12.4	13.2	12.4	10.2	7.2	4.8	8.3	12.1	14.0
11.1	9.5	4.0	0.9	3.6	6.1	10.0	10.6	10.0	6.1	3.6	0.9	3.9	9.9	11.9
6.1	5.0	0.6	2.3	3.0	5.2	5.9	5.4	2.7	2.3	0.2	0.6	5.0	6.0	6.0
1.5	1.3	3.5	4.3	4.6	4.8	2.4	2.0	2.4	4.8	4.6	4.3	3.9	1.3	1.5
5.5	4.0	6.4	6.6	7.8	8.4	9.3	9.7	9.7	8.4	7.3	6.6	6.4	5.0	6.5
10.9	9.0	8.1	7.2	9.3	10.8	9.8	10.2	9.8	10.8	9.3	7.2	8.1	9.0	10.9
13.3	11.7	8.3	5.4	9.0	11.3	12.9	13.3	12.7	11.3	9.0	5.4	8.8	10.9	13.3
14.5	12.3	7.9	1.7	8.7	11.8	13.5	14.1	13.5	11.8	8.7	1.7	7.9	12.3	14.5
15.1	12.9	6.6	3.3	10.0	12.6	14.2	14.9	14.2	12.2	9.8	3.6	6.6	12.9	15.1
14.5	12.0	7.3	4.9	8.8	11.1	13.0	14.0	13.3	11.1	8.8	4.0	7.3	12.0	14.5
12.4	10.0	4.6	3.7	9.3	11.8	12.4	13.0	12.4	11.8	9.3	3.7	4.6	10.0	12.4
11.0	9.3	3.0	3.3	7.6	9.2	10.6	11.3	10.6	9.2	7.6	2.8	3.0	8.4	11.0
8.0	5.9	1.8	2.0	5.4	6.6	7.3	7.7	7.3	6.6	5.4	2.0	1.8	5.9	7.3
3.9	2.9	2.1	1.9	2.6	2.9	3.9	3.7	3.9	3.2	2.6	2.1	1.9	2.9	3.9
6.0	5.1	3.2	0.3	3.3	4.2	5.9	6.1	5.3	4.2	3.3	1.9	3.2	3.6	5.2
8.8	6.7	5.2	2.8	6.2	7.9	9.0	9.4	9.0	7.9	6.2	2.8	5.2	6.7	8.8
11.9	9.2	7.5	5.0	8.3	10.2	12.0	12.4	12.0	10.2	8.3	5.0	7.5	9.2	11.6

표 4. 주파수 대역별 음압레벨 평균 (단위:dB)
Table 4. Mean band SPL's of rooms (Unit:dB).

		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz
A	음압레벨	80	75.1	60.4	54.2
	표준편차	1.9	1.9	0.9	1.2
B	음압레벨	78.9	70.1	58.5	48.7
	표준편차	2.5	1.5	1.2	1.2
B-1	음압레벨	79.9	66.3	54.6	50.3
	표준편차	4.5	2.3	1.9	2.6
C	음압레벨	80.9	70.8	64.0	58.1
	표준편차	3.2	2.0	1.4	0.9
C-1	음압레벨	76.4	63.6	61.1	53.1
	표준편차	3.1	2	1.8	2.7
D	음압레벨	78.1	61.6	52.8	46.8
	표준편차	2.9	2.6	1.9	1.7
E	음압레벨	70	64.3	52.3	41.8
	표준편차	3.5	1.4	1.5	1.4

3.3. 측정상황 및 실내 잔향시간

실험실의 경우 측정실내 공간은 실내 벽면과 바닥 모두 콘크리트로 마감되어 있는 상황이며, 아파트 현장에서의 측정 상황은 바닥에 장판과 벽지마감이 된 입주 직전의 상태였다. 모든 측정 대상 공간은 2.1m 내지 5m

정도의 치수로 구성된 장방형의 반사성 공간으로서 실내의 마감이나 가구 등이 전혀 없는, 모드의 중첩 현상이 일어나기 쉬운 형태와 조건이다. 측정 대상 공간 내의 다섯 지점에서 측정, 평균된 잔향시간은 표2와 같다. ISO 실험실 기준에 의한 저음의 잔향시간은 (1초에서 2초사이)로 정의되어 있는데 측정결과 마감이 되지 않은 상태에서 저음에서의 잔향시간이 대부분 2초를 초과하는 것으로 나타났다.

IV. 측정결과 및 분석

4.1. 실내음압레벨의 분포

그림 4 및 표 3에서와 같이 수음실의 바닥충격을 레벨은 때로 10dB 이상의 큰 범위로 변동한다. 특히 벽과 래브가 만나는 모서리 부분의 음압레벨이 크게 나타나고 있어서 3차원 룸 모드의 일반적인 경향을 뚜렷이 확인할 수 있다. 또한 그림 6에서 볼 수 있는 바와 같이, 타격지점에 의한 차이는 모드 양상의 차이로서 타격 지점에 따라 측정값 편차의 절대값이 더 커지거나 작아지는 변화

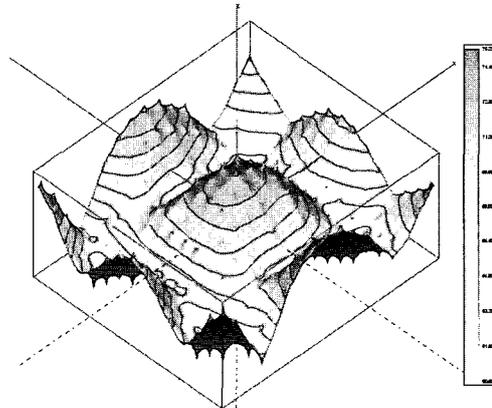


그림 4. 실내음압레벨의 분포 (D실험실, 125Hz 주파수대역)
Fig. 4. Distribution of SPL (room A, 125Hz octave band)

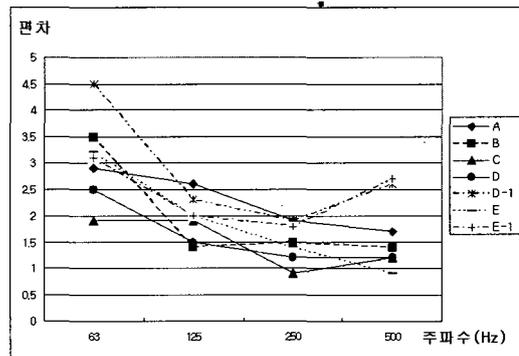


그림 5. 주파수 대역별 표준편차
Fig. 5. Mean band SPL's of rooms (Unit:dB).

표 5. 표준편차와 평균음압레벨 비교
Table 5. Mean value and standard deviation.

구분		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz
A	평균음압레벨	82.6	69.4	65.7	55.4
	표준편차	3.4	2.0	2.0	1.2
B	평균음압레벨	76.8	66.2	62.1	54.3
	표준편차	4.9	1.9	1.4	1.0
B-1	평균음압레벨	78.2	64.3	63.6	59.9
	표준편차	4.0	1.1	2.4	3.2
C	평균음압레벨	80.3	66.6	58.5	46.3
	표준편차	3.3	1.7	1.1	1.0
C-1	평균음압레벨	79.1	63.2	53.6	49.6
	표준편차	4.4	1.8	1.6	1.7

표 6. 평가방법별 음압레벨 (단위: dB)
Table 6. SPL for each combinations.

공간 및 조건		63	125	250	500	평가값
A 소형/인방	최소조합	79.9	71.6	59.8	53.8	-2
	최대조합	83.3	78.8	59.6	54.3	+4
	보편적방법	82.6	78.1	59.6	54.3	+3
	25cm간격	80	75.1	60.4	54.2	56
B 중형/인방	최소조합	76.4	68.1	58.4	45.1	-2
	최대조합	81	73	56.9	46.9	+2
	보편적방법	79.9	71.1	58.5	46	+1
	25cm간격	78.9	70.1	58.5	46.5	53
B-1 중형/거실	최소조합	75.3	65.1	53.5	47.5	-3
	최대조합	83	68.5	53.6	46.8	+2
	보편적방법	81.4	66.7	52.4	47.1	+1
	25cm간격	79.9	66.3	54.6	50.3	52
C 대형/인방	최소조합	78.6	69.7	64.1	57.6	-1
	최대조합	83.8	73	61.9	57.9	+1
	보편적방법	81.8	71.3	63.7	57.5	+1
	25cm간격	80.9	70.8	64	58.1	56
C-1 대형/거실	최소조합	73.8	65.8	62.5	54.4	0
	최대조합	80.1	66.2	61.7	54.1	+2
	보편적방법	78.8	65.9	62.6	54.4	+1
	25cm간격	76.4	63.6	61.1	53.1	52
D 표준실험실1	최소조합	73.3	60.5	51.2	45.6	-2
	최대조합	83.3	64	49.8	46.1	+5
	보편적방법	77.1	56.9	43.9	39.4	-1
	25cm간격	78.1	61.6	52.8	46.8	48
E 표준실험실2	최소조합	66.2	62.5	51.5	41.8	-2
	최대조합	72.3	66	53.5	44.6	+2
	보편적방법	71.7	65.8	52.6	44.2	+1
	25cm간격	70	64.3	52.3	41.8	46

가 아니다 즉, 충격원보다는 마이크로폰의 위치가 측정의 편차에 큰 영향을 미치는 요인임을 뜻한다. 그 편도의 정도는 현재의 바닥충격음 레벨 평가 방법인 역A특성 기준곡선을 이용한 단일수치 평가의 결과에도 영향을 줄 수 있는 수준이다. 그림 4는 D 실험실의 음압분포도 (125Hz 주파수대역)를 나타낸 것이며 표 3은 각 주파수 대역별로 가장 낮은 마이크로폰 위치 (음영부분)의 레벨을 기준 (0)으로 각 위치별 편차를 표시한 것이다.

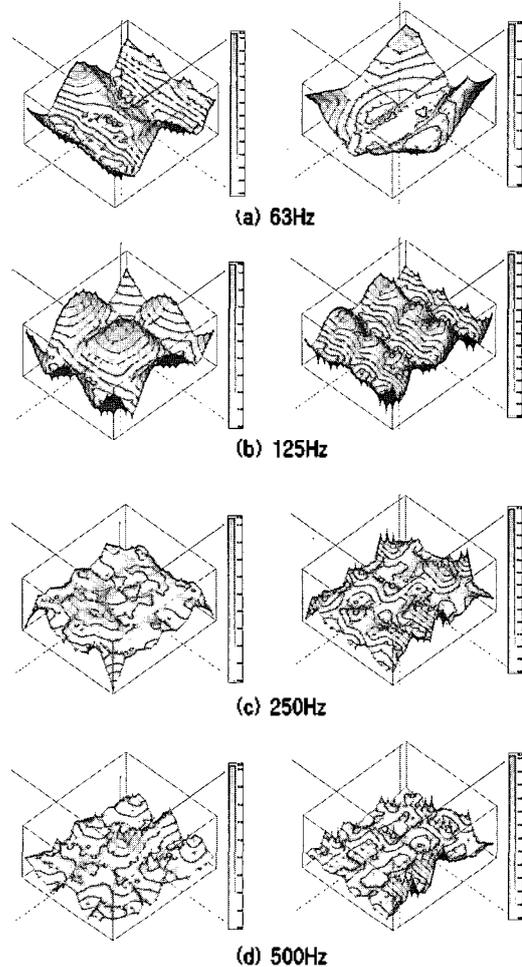


그림 6. 각 주파수대역별 음압레벨분포도 (room A)
중앙타격(좌측) 외벽타격(우측)
Fig. 6. Distribution of SPL (room A)
Center impact (left), Corner impact (right).

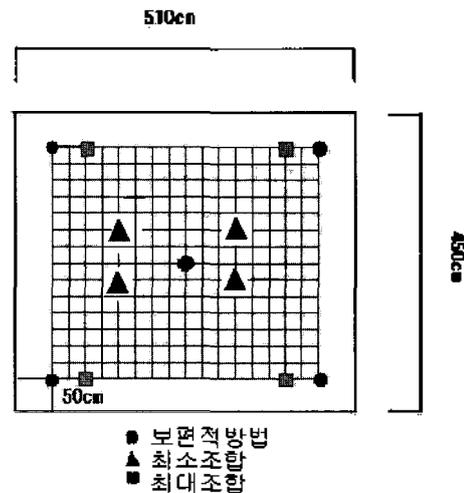


그림 7. 평가방법별 수음점 위치
Fig. 7. Measurement points for each combinations.

- 4) KS F 2863-2 건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단성능 평가 방법: 표준 충격충격원에 대한 차단성능
- 5) 주택간섭기준등에관한규정 (대통령령18372호) 제14조 4항 ③

4.2. 음압레벨분포의 주파수 대역별 특성

중량충격음의 경우 경량충격음에 비해 저주파수대역에서 충격력이 크게 나타나며 평가결과에 지배적인 역할을 한다. 이를 감안하여 중량 바닥충격음 레벨의 평가방법의 표준에서도 630Hz 까지의 저음에 대하여 주파수 대역별로 평가하도록 규정하고 있다.

표4 및 그림5 에서 저주파수 대역이 중주파수대역에 비해 편차의 크기가 일정량 이상 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 또한 주파수 대역이 높아질수록 음압레벨의 크기가 감소함을 알 수 있다. 저주파 대역의 편차는 음압레벨의 변동 폭이 크고 분포가 일정하며 250Hz 이상의 대역에서는 변동 폭이 작고 분포가 일정하지 않다는 것이 특징이다. 즉 저주파대역일 경우 고유진동의 분포가 뚜렷한 2차원 모드의 양상과 큰 변동 폭을 나타내고 있으며 대역이 높아질수록 모드는 많아지고 변동폭은 작아지는 3차원 모드의 형상을 나타내고 있다.

대부분의 공동주택의 경우 거실 (living room)과 주방이 한 개의 공간으로 연결되어 있어 측정공간의 크기와 형태가 사방이 벽으로 둘러싸인 안방과 다르다고 할 수 있다. 따라서 현장 3곳을 선정하여 중앙타격시 거실과 안방의 주파수 분석을 통해 그 특징을 살펴보았다. 측정세대별 평면은 앞질의 그림 1에서 나타난 바와 같다. 벽으로 한정되어있지 않아 그 경계가 모호한 거실의 경우 그림에서 나타난 점선 부분까지를 측정 대상으로 하였다. 표 5에서 거실과 안방의 경우 저주파 대역의 경우 중주파 대역과 비교해 63Hz 대역의 편차가 일정량 이상 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 따라서 거실의 경우도 저주파 대역에서 변동폭이 크고 뚜렷한 공진에 의한 모드가 형성되고 있다고 볼 수 있다.

4.3. 단일자수 평가값의 편차

수음실 공간에서의 이러한 모드는 현재의 측정 표준 (KS F 2810-2)에 의거하여 중량충격음을 측정한다 할지라도, 평가에 산입되는 4개 측정점의 조합에 따라 단일자수 평가값에 차이가 생길 수밖에 없다는 점을 의미한다. 특히 중량충격음레벨 (L₁, F_{max}, A_W) 50데시벨로 정해져있는 법규상의 지침을 고려할 때, 측정시 측정점의 조합에 따라 합법/위법인 바닥구조로 엇갈리게 평가될 가능성도 있다. 따라서 현재의 측정방법에 따른 측정값의 편차가 어느정도 수준인지 확인해볼 필요가 있는 것이다. 각 실에서 25cm 격자의 전체 측정점 값을 실의 평균음압레벨로 하여, 다섯 지점 평균값으로 평가하는 현행 방법의 결과와 비교하였다. 사전 측정의 결과 4곳

의 외곽 타격점은 위치와 상관없이 거의 일정한 모드를 발생시키므로 한곳 외곽점에서의 측정값을 대푯값으로 삼아 평균에 감안하였다. 1)25cm 간격 전체 측정점의 평균 음압레벨값과, 2)최소 음압레벨의 측정점 4곳으로 이루어진 조합, 3)최대 4곳의 조합, 그리고 4)현재 보편적으로 적용되는 방법에 의한 값을 비교하였다. 그 결과는 표 6에서 보여지듯이 단일자수 평가값에 각각 2-7데시벨의 차이가 나타나고 있다.

표 6에서의 평가값은 전체의 대푯값이라고 볼 수 있는 25cm 격자점 측정값에 대한 상대적 수치이다. 표준실험실 (D와 E)의 경우 평가값 차이는 중주파 대역인 250, 500Hz 대역보다 63Hz 대역의 음압레벨의 차이에 의해 좌우되고 있다. 실제 거주공간인 A, B, C의 경우도 저주파 대역인 63Hz대역과 125Hz대역에서의 음압레벨이 높아 평가값이 크게 나오고 있다. 이러한 평가값의 차이는 잔향시간에 따른 수음실의 음장조건과 저주파 대역에서 룸모드에 따른 수음점의 위치에 의한 편차로 인해 발생한 것이라고 사료된다.

이러한 결과는 향후 시행될 공동주택의 바닥충격음 차단성능의 평가에 있어 동일구조라 할지라도 수음점의 측정위치에 따라 법적기준을 만족하지 않는 경우가 발생할 수 있는 중요한 요소가 될 것으로 사료된다. 따라서 이러한 편차를 줄이기 위해서는 측정방법의 개선이나 다양한 대안에 대해서도 고려하여야 한다.

V. 결론

지금까지 본 연구에서는 실험을 통해 바닥충격음 측정시 룸모드에 의해 발생하는 편차의 정도를 확인하고, 이러한 편차가 현행 단일자수 평가방법의 결과에 미치는 영향을 분석해보고자 하였다. 실험을 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

- ① 측정결과 수음실내의 음압분포는 저주파 대역에서 벽과 슬래브가 만나는 모서리 부분의 음압레벨이 크게 나타나 룸모드의 영향을 뚜렷이 확인할 수 있었다.
- ② 저주파수 대역의 경우 충격원의 위치보다는 수음점의 위치에 따라 음압레벨의 편차가 더 크게 나타나고 있다.
- ③ 저주파 대역에서의 편차가 중주파 대역의 편차보다 크며 2차원 모드의 양상과 큰 변동폭을 나타내고 있었으며 대역이 높아질수록 모드는 많아지고 변동폭은 작아지는 3차원 모드의 형상을 나타내고 있다.

④ 공간의 형태가 다른 거실의 경우도 저주파 대역에서 모드에 따른 편차가 나타났다.

⑤ 단일지수 평가에 있어서 그 차이가 2-7 데시벨로 나타났으며 특히 저주파 대역에서 수음점의 위치에 따라 룸모드에 의한 음압레벨의 차이가 바닥충격음 차음성능 평가값에 영향을 주고 있는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 바닥충격음 단일수치 평가값의 신뢰성에 영향을 줄 수 있는 수준인 것으로 판단된다. 따라서 현장실험의 경우 많은 편차를 보이고 있는 저주파대역의 범위에서는 측정의 신뢰성을 높이기 위하여 측정 지점의 숫자를 늘인다던지, 룸모드의 영향을 최소한으로 줄일 수 있는 수음실의 잔향시간에 관한 규정을 추가하는 등의 보완이 필요하다.

또한 확산체나 베이스트랩 등을 설치하여 실의 공진 자체를 감소시키는 방안, 혹은 마이크를 회전시켜 다양한 위치에 대한 시간평균으로 측정값을 대표하게 하는 등의 다양한 측정/평가방법의 대안들도 고려할 필요가 있다고 사료된다.

감사의 글

이 연구는 건설교통부 2005년도 건설핵심기술연구개발사업 (과제번호 C 105A1050001-05A0505-00000)에 의한 연구결과와 일부임

참고문헌

1. 오양기, 주문기, 박종영, 김하근, 양관섭, "바닥충격음의 측정편차에 관한 연구", 한국음향학회 춘계 학술발표대회 논문집 359~362, 2006
2. KS F 2810-2, "바닥충격음 차단성능 현장측정법-표준중량충격원에 의한 방법", 2002
3. KS F 2863-2, "건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단성능 평가방법" 표준중량충격원에 대한 차단성능, 2002
4. 주택건설기준등에관한규정 (대통령령18372호) 제14조 4항 ③, 2004. 4
5. 차일환, "음향공학개론" 한신문화사, 1980
6. 김선우, "공동주택 바닥충격음 차음성능 평가에 관한 연구" 서울대학교대학원박사학위논문, 1989
7. ISO 140-1 "Measurement of sound insulation of elements"-Part1: Laboratory test facilities, 2005
8. ISO 3741 Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure - Precision methods for reverberation rooms, 1999

저자 이력

• 오 양 기 (Yang-Ki Oh)



1984년 2월: 서울대학교 건축학과 졸업 (공학사)
1986년 2월: 서울대학교 대학원 건축학과 졸업 (공학석사)
1990년 2월: 서울대학교 대학원 건축학과 졸업 (공학박사)
현재: 국립목포대학교 건축학과 교수

• 주문기 (Moon-Ki Joo)



2000년: 초당대학교 건축학과 (공학사)
2002년: 목포대학교 건축공학과 (공학석사)
2002년~현재: 목포대학교 건축공학과 박사과정
*주관심분야: 바닥충격음, 실내음향

• 박종영 (Jong-Yong Park)



2003 목포대학교 건축공학과(공학사)
2004-현재 목포대학교 건축공학과 석사과정
*주관심분야: 실내음향, 실내음장시뮬레이션, 바닥충격음

• 김 하 근 (Ha-Guen Kim)



1984년 2월: 한양대학교 건축학과 (공학사)
1986년 2월: 한양대학교 건축공학과 (공학석사)
1996년 2월: 한양대학교 건축공학과 (공학박사)
현재: 대한주택공사 주택도시연구원 수석연구원

• 양 관 섭 (Kwan-Seop Yang)



1984년 2월: 전북대학교 건축공학과(공학사)
1988년 2월: 전북대학교 건축공학과(공학석사)
1997년 8월: 전북대학교 건축공학과(공학박사)
1987년 9월~현재: 한국건설기술연구원 건축연구부 수석연구원