

## 바닥충격음레벨 영향요인 분석

# An Analysis of the Influence Factors of Floor Impact Sound Levels

°김 경우\* · 최 현중\* · 양 관섭\*\* · 이 승언\*\*

Kyoung-Woo Kim, Hyun-jung Choi, Kwan-Seop Yang, and Seung-Eon Lee

**Key Words** : Floor impact sound(바닥충격음), Height of Microphone(마이크로폰 높이),  
Air pressure of heavy-weight impact source(중량충격원 공기압)

### ABSTRACT

The regulation for floor impact sound level is expected to be amended to 50dB( $L_{i,Fmax,AW}$ ) and below in heavy-weight impact sound and 58dB( $L'_{n,AW}$ ) and below in light-weight impact sound in Korea. The purpose of this paper is to analyze the influence factors of floor impact sound levels in apartments. The influence factors were air pressure of bang machine, height of microphones, data acquisition rate, etc. The air pressure range of bang machine were from 2.2 Pa to 2.6 Pa. Five microphones were installed at a height of 0.5m, 0.7m, 0.9m, 1.2m, 1.5m or 1.7m from floor level. The floor impact sound level was varied about 1~3dB( $L_{i,Fmax,AW}$ ) in heavy-weight impact sound according to the influence factors.

### 1. 서 론

거주민의 의식수준 향상은 쾌적한 주거환경을 끊임없이 요구하고 있다. 윗세대에서 발생하는 바닥충격음의 문제는 최근 사회문제로 제기되면서 바닥충격음에 대한 기준의 법제화를 끊임없이 요구되어왔다. 건설교통부에서는 공동주택 특히, 아파트 입주자의 층간소음 감소를 위한 바닥충격음 기준과 어린이 추락방지를 위한 난간 설치기준을 강화하는 등의 『주택건설기준 등에 관한 규정』 개정안을 2002. 11.15. 입법예고 하였으며, 입법 예고안의 주요내용은 “공동주택 입주자의 주거환경개선을 위하여 공동주택의 층간 바닥충격음을 경량충격음(작은 물건 떨어지는 소리)은 58dB 이하, 중량충격음(어린이 뛰는 소리)은 50dB 이하로 하거나, 건설교통부장관이 바닥충격음 기준을 충족하도록 정한 표준 바닥구조로 시공하도록 함”이라고

되어 있다. 이는 기존의 법령의 “공동주택의 바닥은 각 층간의 바닥충격음을 충분히 차단할 수 있는 구조로 하여야 한다.”는 모호한 기준을 명확히 하여 입주민간의 소음 관련 분쟁 및 민원발생을 차단하고 입주민의 주거환경을 보호하기 위한 내용이다. 위에서 제안하는 기준값은 KS규격으로 시험하고 평가한 결과를 나타낸 것으로 평가치의 결과가 법적기준에 만족하는지의 여부는 중대한 문제로 대두될 것이다. 바닥충격음에 대한 측정 및 평가방법은 KS규격으로 정해져 있으나 KS규격 내에서도 명확히 규정하지 않는 부분들이 있어 이들로 인하여 측정 결과값이 변화될 가능성이 있다. 바닥충격음 차단성능의 법적기준 만족 여부가 이러한 불명확한 내용에 의해 정해져서는 안될 것이며, 측정기관 간의 측정방법에 대한 세부사항을 설정하여 발생 가능한 오차를 최소한으로 줄여야 할 것이다.

본 연구에서는 바닥충격음 측정방법이 KS규격으로 정해져 있으나 측정방법과 분석방법의 변화에 의해 측정결과에 영향을 미칠 수 있는 인자를 선정하여 이들의 영향정도를 파악하고자 한다.

\* 정희원, 한국건설기술연구원  
E-mail : kwmj@kict.re.kr  
Tel : (031)910-0356, Fax : (031)910-0361  
\*\* 정희원, 한국건설기술연구원

## 2. 바닥충격음 영향요인 분석을 위한 측정

### 2.1 영향요인선정

중량충격음 차단성능에 영향을 미치는 인자로는 타이어의 공기압, 수음점의 높이, 피크치의 분석방법 등이 있다. KS 측정방법이 2001년 6월에 개정되면서 중량충격원 타이어의 공기압은  $2.4 \pm 0.2\text{Pa}$ 로 규정하고 있다. KS규격에서는 공기압을  $2.2\text{Pa} \sim 2.6\text{Pa}$ 의 범위를 인정하고 있으나 이 범위에서의 공기압이 충격음레벨에 영향을 미칠 가능성이 있다.

또한 바닥충격음 측정시 수음점의 높이에 대한 규정은 바닥면에서 0.5m이상으로 규정하고 있으나 층고가 2.3m로 가정한다면 측정자가 측정 높이를 0.5m에서 1.8m까지 임의로 선정할 수 있으므로 이에 대한 영향이 있을 수 있다.

이와 함께 주파수분석장치의 FAST 특성의 변화(Acquisition rate)에 따른 영향과 측정회수, 분석방법에 대한 영향이 있을 수 있다.

### 2.2 측정개요

바닥충격음 영향요소에 대한 영향 여부를 확인하기 위하여 현장시험을 실시하였다. 공동주택 32평형 아파트의 안방( $3.6\text{m} \times 4.2\text{m}$ , 층고 2.3m) 3개소를 대상으로 측정을 실시하였다. 측정에 사용된 측정장비는 Table 1과 같다.

Table 1 Measurement system

측정 장비		모델명 및 제조원
충격음발생기	경량충격원 (Tapping Machine)	FI-01, 일본 RION사
	중량충격원 (Bang Machine)	Bang Machine-T형 일본 사쓰끼사
수음장치 및 소음발생장치	주파수분석장치	Symphonie, 01dB SA-27, RION
	Microphone	G.R.A.S. (Type 40AE)
	Microphone Preamplifier	G.R.A.S. (Type 26CA)
	Omnidirectional sound source	DO12, 01dB
	Amplifier	M700, INTER M

## 3. 바닥충격음 영향요인

### 3.1 중량충격원 공기압에 의한 영향

중량충격원의 공기압의 영향을 살펴본 이주원<sup>1)</sup> 논문에서는 중량충격원의 공기압이  $0.5\text{Pa}$  낮아지면 역 A특성 가중바닥충격음레벨( $L_{i,Fmax,AW}$ ) 평가 결과 2~3dB 정도의 지수변화가 발생했다고 보고하고 있다. KS규격의 공기압은 최소  $2.2\text{Pa}$ 에서 최대  $2.6\text{Pa}$ 까지 허용하고 있으므로 최대 공기압과 최소 공기압의 차이가  $0.4\text{Pa}$ 로 공기압의 편차에 의해 중량충격음 레벨이 변화될 가능성이 있을 수 있다. 공기압 변화에 따른 충격음레벨 변화를 파악하기 위하여 공기압을  $2.2\text{Pa}$ ,  $2.4\text{Pa}$ ,  $2.6\text{Pa}$ 으로 설정하여 현장시험을 실시하였다. 충격원은 벽에서 50cm이격하여 가운데 점을 포함하여 3개소를 하였으며, 수음점은 바닥으로부터 1.2m이격한 가운데 점을 포함한 5개소로 하였다. 측정을 실시한 바닥구조는 Fig.1과 같다.

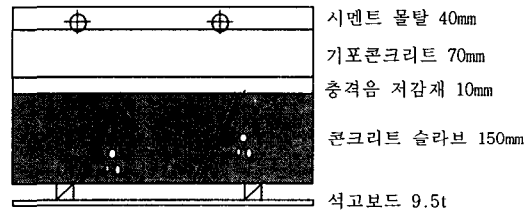


Fig. 1 Floor details

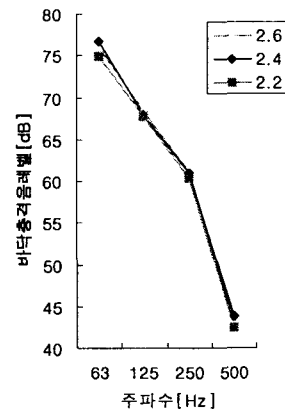


Fig. 2 Heavy-weight impact sound level (change to air pressure)

**Table 2** Heavy-weight impact sound level  
(change to air pressure)

주파수 공기압	63	125	250	500	단일수치량 ( $L_{i,Fmax,AW}$ )
2.2	74.8	67.7	60.4	42.5	51
2.4	76.6	67.9	60.9	43.8	52
2.6	76.7	68.5	61.2	43.0	53

중량충격원의 공기압 변화에 따른 충격음 결과를 살펴보면 공기압이 2.2Pa에서 2.6Pa으로 증가되면 역A특성 가중 바닥충격음레벨( $L_{i,Fmax,AW}$ )이 1~2dB 증가되는 결과를 보였다. KS규격에서 규정하는 공기압 범위에서도 충격음 결과가 변화될 가능성이 있으므로 측정시 공기압을 2.4Pa에 최대한 정확히 유지할 필요가 있다. 이와 함께 사용하는 압력계를 정기적으로 교정하여 공기압 측정오차 발생을 방지해야한다.

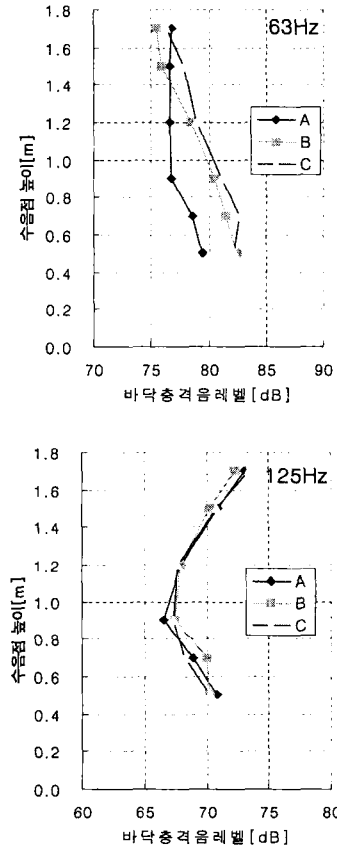
### 3.2 수음점 높이 및 측정회수의 영향

KS규격에는 마이크로폰 설치방법을 '천장, 주위벽, 바닥면 등으로부터 50cm 이상 떨어진 공간'으로 규정하고 있다. 공동주택의 경우 일반적으로 실내측 층고는 2.3m로 측정자의 입으로 수음점의 높이를 정할 수 있다. 수음점 높이의 영향을 살펴보기 위하여 공동주택 안방 3개소를 대상으로 바닥면으로부터 마이크로폰을 0.5m, 0.7m, 0.9m, 1.2m, 1.5m, 1.7m를 각각 이격시켜 현장시험을 실시하였다. 경량충격원은 4개소, 중량충격원은 3개소에서 가진하였으며, 수음점은 가운데 점을 포함한 5개소로 선정하였다.

중량충격음에 대한 영향을 살펴보면 63Hz에서 수음점의 높이가 증대됨에 따라 바닥충격음레벨이 다소 감소하는 경향을 보이고 있으며, 125Hz에서는 수음점 높이의 변화에 따라 충격음레벨도 변화하는 것을 알 수 있었으며, 최대 6dB 이상 음압레벨의 차이를 보이고 있다. 측정대상별로 중량바닥충격음 단일수치량으로 평가한 결과를 살펴보면 수음점 높이변화에 따라 2~3dB의 차이를 보이고 있다. 수음점의 높이 따른 수치량의 변화가 발생하므로 수음점의 높이에 대한 보다 세밀한 규정이 필요할 것으로 사료된다.

경량충격음에 대하여 수음점에 높이에 따른 충격음레벨 변화 결과 수음점의 높이에 따른 충격음

레벨은 거의 일정하여 수음점 높이에 따른 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 일반적으로 경량충격음은 중량충격원과는 달리 지속적으로 음을 발생시키기 때문에 수음점의 높이에 따른 변화는 거의 발생하지 않았다.



**Fig. 3** Heavy-weight impact sound level  
(change to receiving height)

**Table 3** Heavy-weight impact sound level  
(change to receiving height)

측정결과 수음점 높이	단일수치량 ( $L_{i,Fmax,AW}$ )		
	측정대상A	측정대상B	측정대상C
0.5m	54	55	55
0.7m	53	54	54
0.9m	52	53	53
1.2m	52	52	52
1.5m	53	52	53
1.7m	54	52	54

또한 경량충격음의 경우 충격점 및 수음점은 각각 4점 이상으로 규정하고 있다. 경량충격음 측정시 바닥감의 평활도에 영향을 받아 충격력이 제대로 전달되지 못할 수도 있다. 측정전 충격원의 해머의 낙하 높이를 바닥면에 맞추어 확인할 필요성이 있으며, 이러한 가능성을 해결하기 위한 방법으로 경량충격원의 충격점 수를 증대시켜 측정회수를 많이 하였을 경우의 영향정도를 살펴보았다. 경량충격원 가진 위치를 중앙점을 포함하여 4점에서 측정하였을 경우와 충격원을 조금씩 이동시켜 10점에서 측정한 결과를 비교하면 측정회수를 증대시킨 것과 4회 측정한 결과는 거의 유사한 음압레벨을 보였다. 측정시 바닥면과 충격해머 사이의 낙하높이를 규정대로 유지한다면 측정회수가 측정결과에 미치는 영향은 거의 없다고 할 수 있다.

### 3.3 중량충격음 최대 음압레벨 측정 및 분석방법

중량충격음의 경우 충격원이 가진 할 때의 최대 음압레벨을 측정하여 평가하도록 되어 있다. 측정시 소음계의 시간 보정 특성을 Fast(빠름)를 이용하도록 하고 있으며, Fast특성은 Acquisition rate가 125ms를 의미하는 것으로 소음계의 특성에 따라 125ms로 설정을 하지 못하는 장비들이 있다.

Acquisition rate를 125ms, 100ms, 60ms로 각각 설정하고 중량충격음 레벨 영향정도를 파악한 결과 측정결과에는 거의 영향이 없는 것으로 나타났다.

측정 장비에 따라 최대음압레벨 측정방법은 일정 측정시간 동안 측정된 음압레벨 중 최대치를 각 주파수별로 표시하는 방법이 있으며, 충격음이 발생하는 일정 시간동안의 주파수별 음압을 Time history로 저장하여 차후 분석시 사용하는 방법이 있다. KS규격에서는 최대음압레벨을 측정하도록 되어 있으므로 Time history로 저장된 그래프를 가지고 평가할 경우 각 주파수별 Time history에서 최대값을 선정하여야 한다. 그러나 Over-all 레벨에 대한 Time history 그래프에서 최대 피크치를 선택하여(Fig.4) 그때의 주파수별 레벨값을 이용하여 바닥충격음 레벨로 계산하기도 한다.(Fig.5) 동일한 공간에서 측정된 충격음 결과를 이들 2가지 분석방법을 적용하여 분석하여 중량바닥충격음 레벨 영향여부 살펴보았다.

Over-all time history 그래프에서 피크점을 찾아 이때의 주파수별 충격음 레벨값을 가지고 분석하는 방법은 각 주파수별 time history 그래프에서 최대치를 찾는 방법에 비하여 단일수치량이 1~3dB

Table 4 Heavy-weight impact sound level (change to acquisition rate)

주파수 Acquisition rate	단일수치량 ( $L_{i,Fmax,AW}$ )					비고
	63	125	250	500		
125ms	76.7	68.1	61.4	47.4	53	현장 시험
100ms	76.6	67.9	60.9	43.8	52	
60ms	74.8	68.0	61.1	41.5	52	
125ms	83.9	65.1	63.4	52.2	56	실험실 시험
100ms	83.7	64.6	63.0	50.8	55	
60ms	83.6	64.8	63.4	51.1	56	

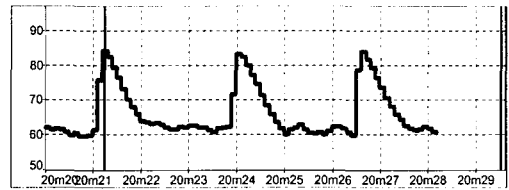


Fig. 4 Over-all time history (Heavy-weight impact sound level)

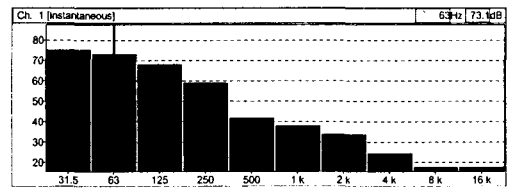


Fig. 5 Heavy-weight impact sound level (peak level in over-all time history)

Table 5 Rating of heavy-weight impact sound (compare to analysis method)

측정대상	단일수치량 ( $L_{i,Fmax,AW}$ )		비고
	분석방법1 <sup>주1)</sup>	분석방법2 <sup>주2)</sup>	
A	45	47	주상복합
B	47	47	
C	47	51	
D	46	48	
E	52	53	아파트1
F	59	60	
G	52	52	
H	57	58	
I	53	55	아파트2
J	55	59	
K	59	59	
L	59	60	
M	61	61	
N	57	58	
O	50	52	오피스텔
P	55	56	
Q	50	52	
R	52	55	

주1) Over-all time history에서 최대 피크치를 선정하여 이때의 각 주파수별 음압레벨을 사용

주2) 각 주파수별 time history에서 최대 음압레벨사용

낮은 수치를 보이고 있었다. KS규격에서 최대음압 레벨치를 사용하도록 정하고 있으므로 각각의 주파수별 Time history 그래프를 사용한 최대음압레벨을 가지고 중량바닥충격음을 평가하여야 한다.

### 3.4 표준화 경량충격음 계산

KS규격이 개정되면서 경량충격음 측정시 수음실 잔향시간을 측정하여 흡음력을 보정하는 표준화 바닥충격음레벨이 추가되었다. 현장측정시 방의 경우는 경량충격음레벨을 측정한 후, 흡음력을 보정하게 되면 충격음레벨이 낮아지는 경향이 있으며, 거실처럼 수음실 공간이 넓은 곳에서는 표준화 충격음레벨은 증가된다. 방과 같은 육면체 공간의 용적은 쉽게 계산이 가능하고 범위도 명확하다. 그러나 거실의 경우는 대부분 주방공간이 구획되지 않기 때문에 용적계산시에 어느 범위까지 포함시킬 것인가는 표준화 충격음레벨에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 용적계산 문제는 평수가 넓은 아파트의 경우 현저하다. KS규격상 명확히 용적계산방법이 없으므로 이를 측정자 상호간에 통용될 수 있는 방법의 설정이 필요할 것으로 사료된다.

수음실 흡음력을 보정하기 위하여 잔향시간을 측정하여 표준화 경량바닥충격음을 계산한다. 그러나 잔향시간 측정결과 편차에 의해서 표준화 경량바닥충격음레벨이 변화된다. Table 6은 공동주택의 방을 대상으로 측정자와 측정장비를 달리하여 잔향시간을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 측정방법은 KS규격에 준하여 실시하였다. 측정결과 각 주파수에서 표준편차가 0.1에서 0.25까지 발생하였다. 잔향시간의 차이는 수음실 흡음력 차이를 발생시키며, 흡음력 차이는 표준화 경량바닥충격음레벨 계산에 영향을 주기 때문에 역A 곡선을 이용한 단일수치 평가량에 영향을 미칠 수 있다. 잔향시간 측정시 발생하는 편차를 줄일 수 있는 방안검토가 필요하다.

Table 6 Reverberation time

주파수 측정	125	250	500	1000	2000
A	1.05	0.70	0.93	0.85	0.82
B	1.33	0.97	1.45	1.44	1.05
C	0.75	0.92	1.27	1.06	0.96
D	0.89	0.82	1.20	1.13	0.94
표준편차	0.25	0.12	0.21	0.24	0.1

## 4. 결론

바닥충격음 현장측정방법에 대한 KS규격에서 명확히 정해지지 않은 수음점의 높이, 측정회수증대, 중량충격원의 공기압 변화, 시간보정 회로 Fast, 분석방법 변화 등에 관한 바닥충격음의 영향 정도를 살펴보았다.

1. 수음점의 높이 변화에 따라 125Hz의 중량충격음레벨의 변화폭은 최대 6dB 이상 발생하였으며, 역A곡선을 이용한 단일수치평가량의 차이는 2~3dB 발생하였다. 수음실 층고는 현장에 따라 달라질 수 있으나, 수음실 높이에 따른 충격음레벨의 변화가 발생할 가능성이 높으므로 수음점 높이에 대한 명확한 규정이 필요할 것으로 사료된다.

경량충격음에 대한 수음점 높이 변화의 영향은 거의 없었다.

2. 중량충격원 공기압을 KS기준에서 정하는 범위 2.2Pa에서 2.6Pa으로 증가시키면 역A특성 가중 바닥충격음레벨( $L_{i,Fmax,AW}$ )이 1~2dB 차이가 발생하였다. 측정시 공기압을 2.4Pa에 최대한 정확히 유지할 필요가 있다.

3. 중량충격음 측정시 시간 보정 특성을 Fast (Acquisition rate : 125ms)로 설정하며 사용하는 측정장비의 특성에 따라 125ms를 설정하지 못하는 경우가 있어 125ms, 100ms와 60ms로 설정시 충격음레벨 변화특성을 살펴본 결과 충격음레벨의 변화는 거의 없었다.

4. 중량충격음 최대음압레벨 측정시 Time history 그래프를 이용하여 분석할 경우, 각 주파수별 Time history 그래프에서 최대값을 선택하여 바닥충격음레벨을 계산하여야 한다.

5. 표준화 경량바닥충격음레벨 계산시에 사용되는 수음실의 면적 설정방법에 대한 방법과 잔향시간 측정시 발생할 수 있는 편차를 줄이는 방법에 대한 검토가 필요하다.

## 참 고 문 헌

1. 이주원, 정갑철, 양관섭, 2002, “표준 중량충격원(타이어)의 공기압이 바닥충격음 레벨에 미치는 영향”, 대한건축학회논문집 계획계, 18권 6호, pp. 183~189
2. 松岡明彦 외2인, 2001, 受音高さ方向による重量床衝撃音測定値のばらつき, 騒音制御, Vol.25, No.4, pp 220~223
3. KS F 2810-1 『바닥충격음 차단성능 현장측정 방법』 제1부 : 표준 경량충격원에 의한 방법
4. KS F 2810-2 『바닥충격음 차단성능 현장측정 방법』 제2부 : 표준 중량충격원에 의한 방법
5. KS F 2863-1 『건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단성능 평가방법』 제1부 : 표준경량충격원에 대한 차단성능
6. KS F 2863-2 『건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단성능 평가방법』 제2부 : 표준중량충격원에 대한 차단성능