

바닥충격음 측정 및 평가에 있어서 편차요인 분석

바닥충격음에 대한 측정 및 평가방법은 KS규격으로 정해져 있으나 KS규격 내에서도 명확히 규정되지 않은 부분들이 있으며, 이러한 불명확한 요소들이 측정결과 및 단일수치평가량을 변화시킬 수 있다. 바닥충격음 차단성능의 법적기준 만족 여부가 이러한 불명확한 요소에 의해 결정되어서는 안될 것이다. 따라서 이러한 불명확한 요소들을 추출한 후 측정결과에 미치는 영향에 대한 분석을 실시하여 편차를 발생시킬 수 있는 불명확한 요소들이 최대한 배제된 실무지침이 마련되어야 할 것이다.



1 서론

바닥충격음에 대한 측정 및 평가방법은 KS규격으로 정해져 있으나 KS규격 내에서도 명확히 규정되지 않은 부분들이 있으며, 이러한 불명확한 요소들이 측정결과 및 단일수치평가량을 변화시킬 수 있다. 바닥충격음 차단성능의 법적기준 만족 여부가 이러한 불명확한 요소에 의해 결정되어서는 안될 것이다. 따라서 이러한 불명확한 요소들을 추출한 후 측정결과에 미치는 영향에 대한 분석을 실시하여 편차를 발생시킬 수 있는 불명확한 요소들이 최대한 배제된 실무지침이 마련되어야 할 것이다.

이에 본 장에서는 이와 같이 KS규격으로 명시된 측정방법과 분석방법에 있어서 측정결과에 영향을 미칠 수 있는 불명확한 요소를 다음과 같이 선정하여 그 영향 정도를 살펴 보았다.

■ 표 1. 편차요인의 종류 및 KS규격 내용

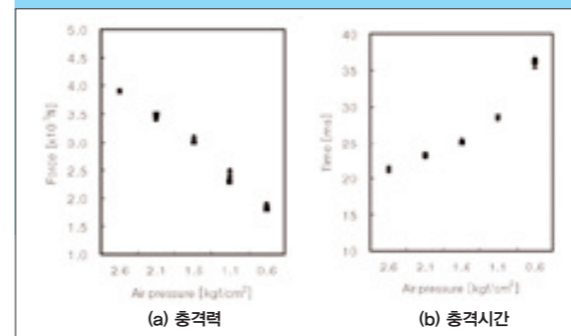
종류	KS규격 내용
타이어 공기압	(2.4±0.2)×10 ⁵ Pa
마이크로폰 설치높이	천장, 벽, 바닥과 50cm 이격
충격원 타격회수	경량 : 중앙점 포함 4개소 이상
	중량 : 중앙점 포함 3~5개소
수음실 측정회수	서로 70cm 떨어진 4점 이상
진행시간 고려방법	진행시간 측정후 흡음력 산출

2 중량충격원의 공기압 변화에 따른 영향

중량충격음 차단성능 측정방법에 대한 KS규격이 2001년 6월 개정되면서 표준 중량충격원으로 이용되는 뱅머신(Bang Machine)의 타이어 공기압을 (2.4±0.2)×10⁵Pa로 규정하고 있기 때문에 최대 공기압 2.6×10⁵Pa과 최소 공기압 2.2×10⁵Pa로서 0.4×10⁵Pa 정도의 편차를 허용하고 있다. 이주원^①은 공기압을 2.6×10⁵Pa부터 0.6×10⁵Pa까지 0.5×10⁵Pa 간격으로 공기압을 변화시키면서 충격력 및 충격시간에 미치는 영향, 잔향실에서의 음압레벨에 미치는 영향, 현장에서 중량충격음 레벨에 미치는 영향 등 세가지 항목으로 나누어 시험을 수행하였으며, 김경우^②는 공기압을 2.6×10⁵Pa, 2.4×10⁵Pa, 2.2×10⁵Pa 등과 같이 KS규격에서 허용하고 있는 범위 내에서 0.2×10⁵Pa 간격으로 변화시켰을 때 현장에서 중량충격음 레벨에 미치는 영향을 분석하였다.

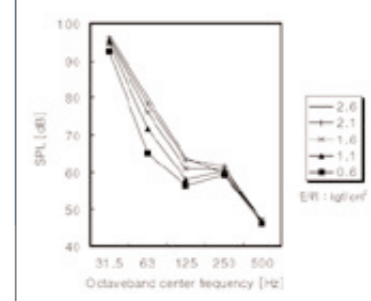
먼저, 공기압 변화에 따른 충격력 및 충격시간은 <그림 1>에 나타나 있듯이 공기압이 매 0.5×10⁵Pa 감소함에 따라 500N 정도의 충격력이 비례적으로 감소하고, 충격시간은 2~3ms 정도씩 늘어남을 알 수 있다.

■ 그림 1. 공기압 변화에 따른 영향



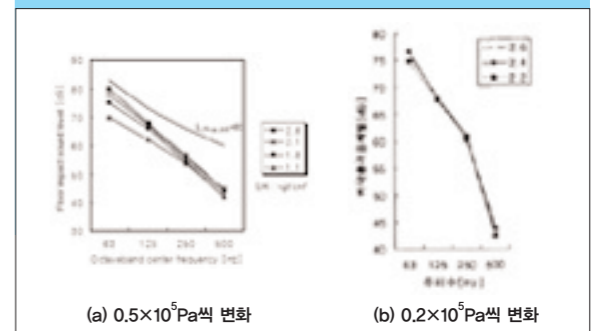
다음으로 공기압 변화에 따른 잔향실에서의 음압레벨은 <그림 2>에 나타나 있듯이 중량충격음 레벨을 결정하는 주파수로 알려진 63Hz와 125Hz에서 감소폭이 큰 것을 알 수 있다. 특히 63Hz에서는 KS규격에서 요구하는 최대 공기압 2.6×10⁵Pa과 최소 공기압에 상당하는 2.1×10⁵Pa의 음압레벨 차이는 1.5dB 정도로 나타나 역A특성 곡선에 의한 가중 바닥충격음 레벨로 평가할 때 영향을 미칠 수 있음을 미루어 짐작할 수 있다.

■ 그림 2. 공기압 변화에 따른 잔향실 측정결과



마지막으로 공기압 변화에 따른 현장에서의 측정결과에는 <그림 3>과 같다. 공기압을 0.5×10⁵Pa씩 감소시켰을 때 역A특성 가중 바닥충격음 레벨은 2~3dB 정도씩, 0.2×10⁵Pa씩 감소시켰을 때는 1dB 정도씩 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 KS규격에서 규정하는 공기압 범위인 최대 2.6×10⁵Pa부터 최소 2.2×10⁵Pa까지 범위에서 2~3dB 정도 차이가 발생할 수 있음을 의미하는 것으로 정확한 측정결과를 얻기 위해서 측정시 공기압을 반드시 2.4×10⁵Pa에 최대한 정확히 유지할 필요가 있다.

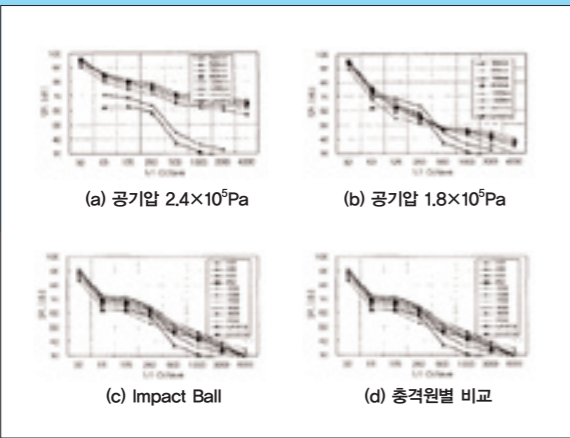
■ 그림 3. 공기압 변화에 따른 현장 측정결과



공기압(×10 ⁵ Pa)	단일수치평가량(dB)	
	(a)	(b)
2.6	53	53
2.4	-	52
2.2	-	51
2.1	51	-
1.6	49	-
1.1	46	-

이러한 타이어 공기압의 변화에 따른 영향에 대하여 서상호^③는 KS규격상 표준 중량충격원인 뱅머신(Bang Machine)은 타이어 공기압의 변화가 측정결과에 큰 영향을 미칠 뿐만 아니라 충격력도 실제 충격특성보다 약 10dB 높고 주파수 특성 또한 차이를 보이기 때문에 <그림 4>와 같이 음압레벨과 진동레벨 특성은 유사하되 이러한 단점을 최대한 보완한 Impact Ball을 이용한 연구를 진행하였다.

■ 그림 4. Impact Ball 고려에 대한 실험결과



〈그림 4〉(a), (b)에 나타나 있듯이 실제 어린이의 달리기, 뛰뛰기와 뱀머신의 음압레벨 측정결과를 비교해 보면 63Hz에서는 실제 충격음보다 다소 낮게 나타나고 있으며, 125Hz와 250Hz에서 높게 나타나고 있을 뿐만 아니라 KS규격에서 규정하고 있는 공기압 ($2.4 \times 10^5 \text{Pa}$)은 실제 충격음보다 10dB 이상 높고 $1.8 \times 10^5 \text{Pa}$ 일 때 유사한 것으로 나타났다. 그러나 (c)에 나타나 있듯이 Impact Ball을 이용할 경우 주파수 특성이 실제 충격력과 비슷할 뿐만 아니라 음압레벨도 거의 일치함을 알 수 있다. 그리고 (d)와 같이 공기압 변화에 따른 진동레벨과 음압레벨은 거의 선형에 가까운 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

3 마이크로폰의 설치높이에 따른 영향

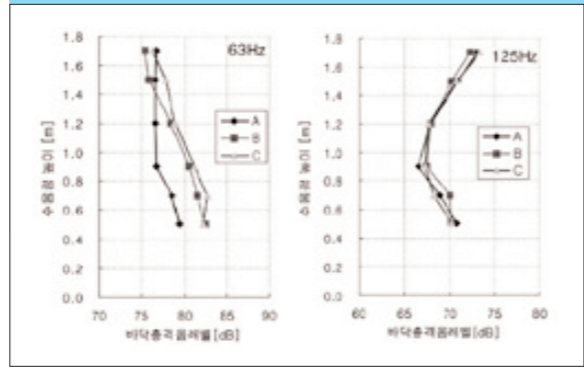
KS규격에는 마이크로폰 설치방법을 천장, 주위 벽, 바닥면 등으로부터 50cm 이상 떨어진 공간'으로 규정하고 있다. 공동주택의 경우 일반적으로 실내 천장고는 2.3~2.4m 정도이므로 50cm 이격조건만 고려할 경우 바닥면으로부터 0.5~1.7m(또는 1.8m) 범위까지 측정자 임의로 마이크로폰의 설치높이를 정할 수 있다. 김경우²⁾는 이러한 마이크로폰의 설치높이에 따른 영향을 살펴보기 위하여 마이크로폰을 바닥면으로부터 0.5m, 0.7m, 0.9m, 1.2m, 1.5m, 1.7m를 각각 이격시켜 3개 현장에서 시험을 실시하였다. 시험결과 중량충격음의 경우에는 〈그림 5〉에서처럼 63Hz에서는 마이크로폰의 설치높이가 증가함에 따라 바닥충격음 레벨이 감소하는 경향을 보이고 있으며, 125Hz에서는 0.9m

높이까지는 감소하다가 그 이상 높이부터는 증가하는 경향으로 나타났다. 이러한 결과로부터 역A특성 가중 바닥충격음 레벨을 구하면 〈표 2〉와 같이 마이크로폰의 설치높이 변화에 따라 2~3dB 정도의 차이를 보이는 것으로 나타났다. 그러나 경량충격음의 경우에는 마이크로폰의 설치높이에 따른 바닥충격음 레벨은 거의 일정한 것으로 나타났다.

■ 표 2. 수음점 높이에 따른 중량충격음 레벨의 변화

수음점 높이	측정결과		
	단일수치평가량(dB)		
	A	B	C
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

■ 그림 5. 수음점 높이에 따른 중량충격음 레벨의 변화



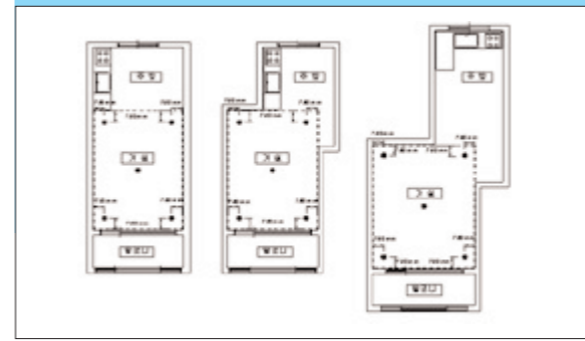
이와 같이 KS규격에서 정확하게 규정하고 있지 않아 측정자의 임의 판단에 따라 단일수치평가량이 다를 수 있기 때문에 이를 최소화하고자 '건설교통부 고시 제2005-189호'에서는 마이크로폰의 설치높이를 1.2m로 하고, 거리는 벽면 등으로부터 0.75m 떨어진 지점으로 명시하고 있다.

4 타격회수에 따른 영향

KS규격에는 충격원 타격위치 및 회수를 경량충격음의 경우에는 중앙점 부근의 1점을 포함하여 균등하게 분포하는 4점 이상으로, 중량충격음의 경우에는 중앙점 부근 1점을 포함해서 평균적으로 분포하는 3~5점으로 규정하고 있으며, 건설교통부 고시 제 2005-189호에는 〈그림 6〉에 나타나 있듯이 충격원의 종류에 관계없이 중앙점을 포함한 4개소 이상으로 정하고 있다. 그러나 현

실적으로 〈그림 6〉과 같이 사각형에 가까운 형태의 실 구조상 충격원의 종류에 관계없이 중앙점과 4개 모서리를 모두 가진점으로 하는 5점을 측정하고 있다.

■ 그림 6. 충격원 타격위치 및 마이크로폰 설치위치



KS규격이 2001년 6월 개정되고 난 후 이 사항에 대한 검토자료는 공식적으로 찾을 수 없었으며, 개정 이전 김명준⁴⁾의 실험 연구가 그나마 충격원의 가진특성에 대해 다루고 있었다. 김명준은 가진점 위치에 따른 바닥충격음 레벨을 검토하기 위하여 가진점 위치를 단순히 실 중앙부와 실 단부로 나누어 검토하였으며, 그 결과 충격원 종류에 관계없이 125Hz~4000Hz 사이에서는 최고 1.5dB 정도, 63Hz에서는 4~5dB 정도 중앙부가 높게 나타났으나 충격원별 소음레벨은 중량충격원을 중앙부 가진시 0.9dB 정도 높게 평가된 반면 경량충격원은 거의 차이가 없다고 하였다.

5 측정회수에 따른 영향

KS규격에는 충격원의 종류에 관계없이 천장, 주위 벽, 바닥면 등으로부터 0.5m 이상 떨어진 공간 내에서 서로 0.7m 이상 떨어진 4점 이상의 측정점을 공간적으로 균등하게 분포시키도록 규정하고 있으며, 건설교통부 고시 제2005-189호에서도 4개소 이상으로 하고 있다. 그러나 충격음 가진과 같이 현실적으로는 중앙부 포함 5점을 표준으로 하고 있다. 김경우²⁾는 경량충격음에 대하여 중앙점 포함 4점에서 측정한 결과와 10점에서 측정한 결과를 비교한 결과 거의 유사한 음압레벨로 나타나 측정회수가 측정결과에 미치는 영향은 거의 없다고 하였다. 한편, KS규격이 개정되기 이전에 김명준⁴⁾은 수음실 내 측정점의 위치에 따른 바닥충격음 레벨 차이가 어느 정도인지 검토하였다. 측정점은 수음실 바닥면을 7×5의 35개 격자면으로 나

누어 격자면의 중앙점으로 선정하였으며, 이 때 마이크로폰의 높이는 바닥면으로부터 1.5m 정도로 하였다. 실험결과 중량충격원의 경우가 경량충격원에 비해 상대적으로 각 측정점 간의 변동폭이 크게 나타났으며, 주파수별로 살펴보면 500Hz 이상에서는 차이가 크지 않았으나 63Hz에서는 실 중앙부보다 주변부의 레벨이 충격원의 종류에 관계없이 10dB 이상 크게 나타났다고 하였다. 그러나 이 결과는 실 중앙부와 주변부의 차이만을 부각시킨 것으로서 측정회수의 영향과는 큰 상관성이 없다고 할 수 있다.

6 잔향시간 고려에 따른 영향

개정된 KS F 2810-1에서는 경량충격음 레벨을 구하는 방법으로 수음실의 잔향시간 측정결과와 실의 체적을 이용하여 실내 흡음력을 보정하는 표준화 바닥충격음 레벨과 수음실의 잔향시간 측정결과를 그대로 이용하여 보정하는 표준화 바닥충격음 레벨을 함께 제시하고 있다. 그러나 '건설교통부 고시 제2005-189호'에서는 경량충격음 레벨을 KS F 2863-1의 부속서 1(규정)에 나타나 있는 역A특성 곡선을 이용하여 평가한 단일수치평가량 중 역A특성 가중 표준화 바닥충격음 레벨만을 이용하도록 규정하고 있다. 표준바닥구조 연구⁵⁾에서는 동일 공간에서 측정한 측정기관들마다의 잔향시간의 편차가 특정 주파수에서는 최대 1.0초까지도 발생할 수 있고, 단일수치평가량으로는 2dB까지 차이가 발생할 수 있으므로 잔향시간 측정에 따른 이러한 편차를 최소화하기 위하여 〈표 3〉과 같이 표준잔향시간을 도입할 것을 제안하였다.

■ 표 3. 표준잔향시간(안)

주파수(Hz)	125	250	500	1000	2000
잔향시간(초)	0.99	0.86	1.24	1.21	0.99

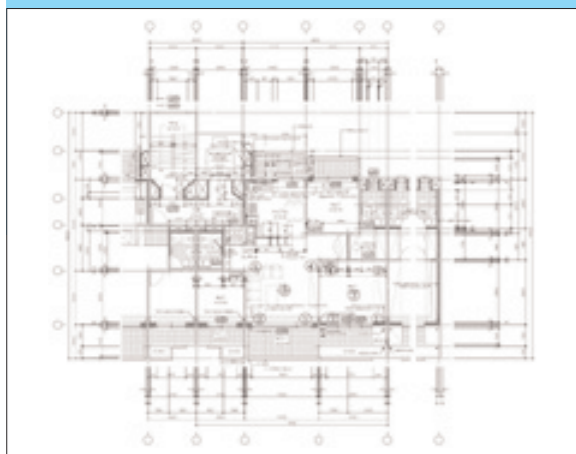
상기와 같은 표준잔향시간을 도입할 경우 실의 면적이 작은 침실의 경우 표준화 바닥충격음 레벨은 작아지고, 상대적으로 실의 면적이 큰 거실의 경우 표준화 바닥충격음 레벨이 높아지게 된다. 이 때 침실은 실의 구획이 명확하여 체적 계산이 용이하지만 거실은 대부분 주방공간이 구획되어 있지 않기 때문에 체적을 계산할 때는 어느 범위까지 포함시킬 것인지 모호하므로 면적 산정방법을 명확히 할 필요가 있음을 지적하였다. 이주원⁶⁾은 잔향시간 측정에 대한 편차요인을 분석하기 위하여 다양한 실험을 수행하였다. 실험결과 음원에 따른 영향은 거의 없는 것으로 나타났으나 계측기의 동특성 조절에 따라서 일반적으로

사용하는 1/8초의 경우 1/64초의 경우보다 전체 주파수 대역에서 0.5초 정도의 긴 잔향시간이 검출되어 표준화 바닥충격음 레벨에 상당한 영향을 끼칠 수 있음을 밝히고 있으며, 저주파수 대역에서는 직선 형태가 아니라 곡선에 요철이 많이 발생하므로 세심한 작업이 필요하다고 언급하고 있다. 이와 같이 잔향시간 측정에 관련된 연구는 꾸준히 이루어지고 있으나 표준화 바닥충격음 레벨과 표준화 바닥충격음 레벨의 타당성에 대한 연구는 이루어지지 않고 있다.

7 현장측정을 통한 편차요인의 영향 분석

이상과 같은 편차요인 중 중량충격원으로 Impact Ball을 이용하는 방법과 타격회수 및 측정회수 고려방법, 잔향시간 측정결과를 그대로 이용하는 방법 등이 단일수치평가량에 미치는 영향에 대하여 서울 소재 S아파트 현장에서 실험을 수행하였다. 실험대상 세대는 32평으로 평면구성은 <그림 7>과 같다. 거실과 침실의 표시는 충격원 타격위치 및 마이크로폰 설치위치를 나타낸다.

■ 그림 7. 타격위치 및 측정위치

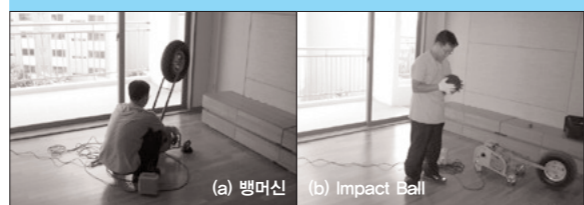


7-1. 중량충격원으로 Impact Ball을 사용할 경우

KS규격에서 표준 중량충격원으로 규정되어 있는 뱅머신의 공기압 변화에 따른 영향은 상기 2편의 논문으로부터 공기압 변화에 따라 단일수치평가량이 달라질 수 있음을 확인하였다. 따라서 본 논문에서는 현재 일본에서 표준 중량충격원으로 활용되고 있는 Impact Ball을 이용한 측정결과와 뱅머신을 이용한 측정결과를 동일 세대의 거실과 침실에서 타격하는 방법으로 실험을 실시하였다.

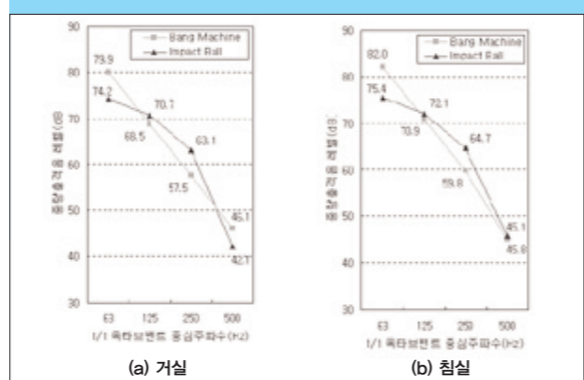
실험은 동일 세대의 거실과 침실에서 중량충격원으로 <그림 8>과 같이 뱅머신과 Impact Ball을 이용하여 <그림 7>에 나타나 있듯이 중앙점 포함 5개소를 가진하고, 수음실에서는 마이크로폰의 설치 높이를 1.2m로 하고 중앙점 포함 5개소에서 측정하는 방법으로 수행하였다.

■ 그림 8. 각 충격원별 타격 전경



측정결과 주파수 대역별 바닥충격음 레벨을 살펴보면 <그림 9>와 같이 대상 공간에 관계없이 Impact Ball의 충격음 레벨이 63Hz에서는 6dB 정도 낮게, 250Hz에서는 6dB 정도 높게, 125Hz와 500Hz에서는 비슷하게 측정되었다. 여기서 63Hz가 낮게 측정되었다는 것은 슬래브의 고유진동수가 거실은 35~45Hz 범위, 침실은 45~60Hz 범위인 점을 고려할 때 충격원의 가진에 의한 공진의 영향이 충격력의 감소로 인하여 어느 정도 배제되었다고 생각된다. 이러한 측정결과로부터 단일수치평가량을 구하면 <표 4>와 같이 뱅머신을 가진한 경우 거실 53dB, 침실 55dB, Impact Ball을 가진한 경우 거실 54dB, 침실 55dB로 거실에서 1dB 정도의 차이는 있지만 거의 유사한 레벨로 평가됨을 알 수 있다.

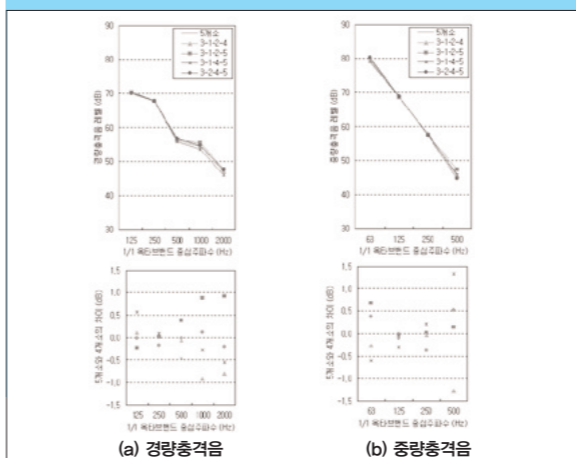
■ 그림 9. 충격원 종류별 중량충격음 레벨 측정결과



■ 표 4. 충격원별 단일수치평가량

충격원 종류	단일수치평가량(dB)	
	거실	침실
뱅머신	53	55
Impact Ball	54	55

■ 그림 10. 타격회수 변화에 따른 영향 - 거실



7-2. 타격회수에 따른 영향

타격회수에 따른 영향을 분석하기 위하여 <그림 7>과 같이 충격원에 관계없이 중앙점 포함 5개소를 가진하여 수음실에서 5개소에서 측정을 실시하였다. 이 측정결과로부터 중앙점 포함 4개소에서 가진할 때와 중앙점 포함 5개소를 가진할 때의 단일수치평가량을 상호 비교하였다. 중앙점 포함 4개소를 가진하는 방법의 경우의 수 4가지와 중앙점 포함 5개소를 가진한 경우의 측정결과를 비교하면 <그림 10>, <그림 11>과 같다. 대상 공간에 따른 분석결과의 상관성은 거의 없는 것으로 나타났으며, 경량충격음의 경우 -1.0~1.0dB 범위, 중량충격음의 경우 -1.5~1.5dB 범위의 차이를 보이는 것으로 나타났다. <표 5>에 나타나 있듯이 이러한 차이가 경우에 따라서 단일수치평가량에는 1dB 정도의 영향을 줄 수 있음을 확인하였다.

■ 표 5. 타격회수 변화에 따른 영향 (단위 : dB)

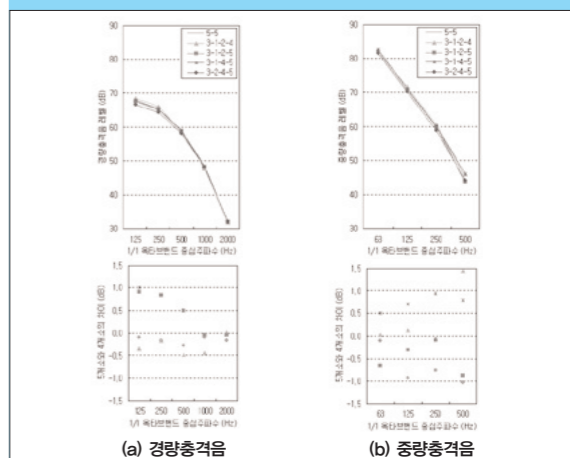
* 경량충격음은 실내흡음력 보정을 하지 않은 결과임

대상공간	충격음	5개소	4개소			
			3-1-2-4	3-1-2-5	3-1-4-5	3-2-4-5
거실	경량	56	56	56	56	56
	중량	53	53	53	52	53
침실	경량	55	55	55	55	54
	중량	55	55	55	55	54

7-3. 측정회수에 따른 영향

측정회수에 따른 영향을 분석하기 위하여 <그림 7>과 같이 충격원에 관계없이 중앙점 포함 5개소를 가진하여 수음실에서 5개소에서 측정을 실시하였다. 이 측정결과로부터 5개소 가진에 대하여 4개소만 측정할 경우와 5개소를 전부 측정할 경우를 상호 비교해 보았다. 5개소 측정에 대하여 4개소 측정을 고려할 수 있는 경우의 수는 5가지로

■ 그림 11. 타격회수 변화에 따른 영향 - 침실



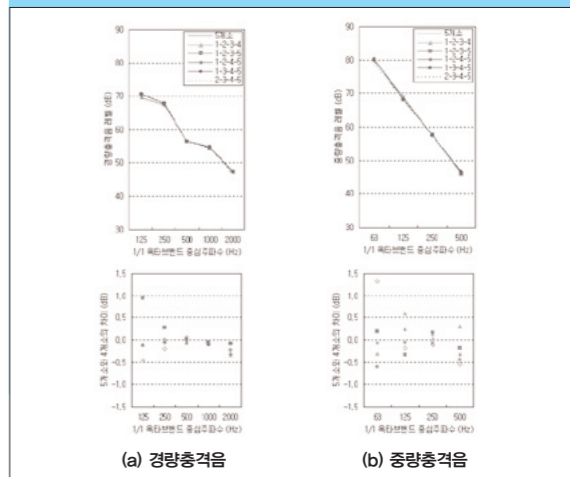
서 전체 5개소 측정결과와 비교하면 <그림 12>, <그림 13>과 같다. 대상 공간에 따른 분석결과의 상관성은 거의 없는 것으로 나타났으며, 타격회수의 영향과 거의 비슷하게 -1.5~1.5dB 범위의 차이를 보이는 것으로 나타났다. <표 6>에 나타나 있듯이 이러한 차이가 경우에 따라서 단일수치평가량에는 1dB 정도의 영향을 줄 수 있음을 확인하였다.

■ 표 6. 측정회수 변화에 따른 영향 (단위 : dB)

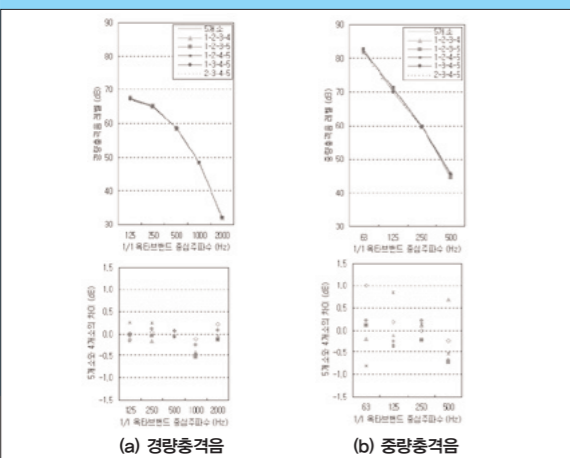
* 경량충격음은 실내흡음력 보정을 하지 않은 결과임

대상공간	충격음	5개소	4개소				
			1-2-3-4	1-2-3-5	3-1-4-5	1-3-4-5	2-3-4-5
거실	경량	56	56	56	56	56	56
	중량	53	53	53	53	53	52
침실	경량	55	55	55	55	54	55
	중량	55	55	55	55	55	54

■ 그림 12. 측정회수 변화에 따른 영향 - 거실



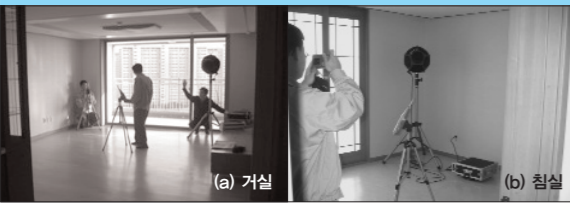
■ 그림 13. 측정회수 변화에 따른 영향 - 침실



7-4. 잔향시간 고려방법에 따른 영향

잔향시간은 <그림 14>에 나타나 있는 것처럼 무지향 스피커(BP-012)와 소음발생기(FPA-456)를 이용하여 거실과 침실의 각 3개소 측정결과를 평균한 값을 이용하였다.

■ 그림 14. 대상공간별 잔향시간 측정 전경



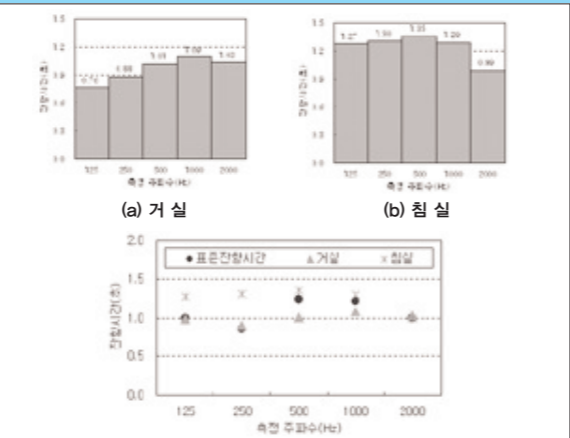
측정결과 <표 7>과 같이 거실과 침실의 잔향시간은 다소 차이를 보이고 있었으며, 이러한 차이는 앞서 언급했듯이 침실의 경우 실의 구획이 명확한 반면 거실은 주방과의 구획이 명확하지 않기 때문에 음의 확산 및 반사에 따른 영향이 서로 다르기 때문으로 판단된다. 본 측정 결과를 <표 3> 표준잔향시간(안)과 비교해 보면 <그림 15>에 나타나 있듯이 침실의 측정결과와는 125Hz와 500Hz에서, 거실의 측정결과와는 500Hz에서 다소 차이를 보이지만 대체로 일치하는 것을 알 수 있다.

이러한 대상공간별 잔향시간 측정결과와 5개소 가진시 5개소 측정점에서 측정한 바닥충격음 레벨을 이용하여 수음실의 등가 흡음률을 보정한 표준화 바닥충격음 레벨과 잔향시간을 보정한 표준화 바닥충격음 레벨을 평가한 결과는 <표 8>~<표 11>과 같다.

■ 표 7. 대상공간별 잔향시간 측정결과

거실		침실	
주파수(Hz)	잔향시간(초)	주파수(Hz)	잔향시간(초)
125	0.76	125	1.27
250	0.88	250	1.30
500	1.01	500	1.35
1000	1.09	1000	1.29
2000	1.03	2000	0.99

■ 그림 15. 표준잔향시간(안)과 측정결과 비교



앞에서 언급한 바와 같이 침실의 경우 실의 구획이 명확하여 잔향시간을 측정하는 실의 체적과 바닥충격음을 측정하는 실의 체적이 거의 일치하기 때문에 표준화 바닥충격음 레벨과 표준화 바닥충격음 레벨의 차이는 1dB 내외의 차이를 보인다. 그러나 거실의 경우 주방과의 경계가 명확하지 않기 때문에 잔향시간을 측정할 때는 주방을 포함하게 되지만 바닥충격음을 측정할 때는 거실과 주방 사이에 가상의 벽이 있다고 가정하고 거실공간만 고려하게 된다. 이와 같이 고려하는 실의 체적이 다르므로 인해 발생하는 오차로 인하여 표준화 바닥충격음 레벨과 표준화 바닥충격음 레벨이 2dB 이상 차이를 보이게 된다.

근본적으로 등가 흡음률은 (식1)과 같이 실의 표면적과 각 표면에 설치된 최종 마감재의 흡음률로 구해지며, 설계단계에서 대상공간의 잔향시간을 예측하기 위해서 사용된다. 따라서 잔향시간을 측정할 수 있다면 (식1)을 변환하여 실내 흡음률을 구하는 것은 불필요한 과정일 것이다.

$$T = 0.16 \frac{V}{A} \quad \text{---(식1)}$$

여기서, V : 실의 체적(m³), A : 실내 흡음률(ΣαS)
α : 재료의 흡음률, S : 표면적(m²)
이와 같이 국내 공동주택 거실의 경우 실의 경계가 명확하지 않아

체적을 구하는 것이 쉽지 않고, 잔향시간과 바닥충격음 측정공간이 서로 다른 상태에서 잔향시간 측정결과를 수식 변환하여 보정하는 표준화 바닥충격음 레벨로 평가하는 방법에 대해서는 검토가 필요할 것으로 생각된다.

■ 표 8. 표준화 바닥충격음 레벨 산출결과 - (a) 거실

주파수(Hz)	측정결과(dB)	흡음보정(dB)	표준화 레벨(dB)	기준곡선(dB)	상회값(dB)	평가량(dB)
125	70.4	+0.2	70.6	69	+1.6	56
250	67.7	-0.4	67.3	62	+5.3	
500	56.3	-1.0	55.3	56	-	
1000	54.5	-1.3	53.2	53	+0.2	
2000	47.0	-1.1	45.9	52	-	

■ 표 9. 표준화 바닥충격음 레벨 산출결과 - (b) 침실

주파수(Hz)	측정결과(dB)	흡음보정(dB)	표준화 레벨(dB)	기준곡선(dB)	상회값(dB)	평가량(dB)
125	67.5	-3.9	63.6	65	-	51
250	65.2	-4.0	61.2	58	+4.2	
500	58.5	-4.2	54.3	52	+3.3	
1000	48.1	-4.0	44.1	49	-	
2000	31.9	-2.8	29.1	48	-	

■ 표 10. 표준화 바닥충격음 레벨 산출결과 - (a) 거실

주파수(Hz)	측정결과(dB)	흡음보정(dB)	표준화 레벨(dB)	기준곡선(dB)	상회값(dB)	평가량(dB)
125	70.4	1.8	68.6	67	+1.6	54
250	67.7	2.5	65.2	60	+5.2	
500	56.3	3.1	53.2	54	-	
1000	54.5	3.4	51.1	51	+0.1	
2000	47.0	3.1	43.9	50	-	

■ 표 11. 표준화 바닥충격음 레벨 산출결과 - (b) 침실

주파수(Hz)	측정결과(dB)	흡음보정(dB)	표준화 레벨(dB)	기준곡선(dB)	상회값(dB)	평가량(dB)
125	67.5	4.0	63.5	63	+0.5	50
250	65.2	4.1	61.1	56	+5.1	
500	58.5	4.3	54.2	50	+4.2	
1000	48.1	4.1	44.0	47	-	
2000	31.9	3.0	28.9	46	-	

8 결론 및 분석

이상과 같이 바닥충격음 측정방법 및 평가방법에 따른 편차요인을 분석해 본 결과는 다음과 같다.

- (1) 중량충격원으로 Impact Ball과 KS규격에 규정되어 있는 표준 중량충격원(뱅머신)을 사용하여 동일 세대의 거실과 침실에서 중량충격음 레벨을 측정한 결과 단일수치평가량이 유사

한 값으로 나타나 충격력이 큰 뱅머신보다 실제 충격력에 가까운 Impact Ball을 사용하는 방법을 고려할 수도 있음을 확인하였다.

- (2) 충격원 타격회수에 따른 영향을 분석하기 위하여 중앙점과 네 개의 모서리를 모두 포함하는 5개소 타격결과로부터 중앙점 포함 4개소를 타격할 경우의 수를 모두 추출하여 5개소를 타격한 결과와 비교한 결과 충격원의 종류에 관계없이 1dB 정도의 편차가 발생하는 것으로 나타났다.
- (3) KS규격에 규정되어 있는 4개소 이상의 측정에 대하여 일반적으로 중앙점과 네 모서리를 모두 포함하는 5개소에서 측정하는 경우와 비교한 결과 충격원의 종류에 관계없이 1dB 정도의 편차가 발생하는 것으로 나타났다.
- (4) 이러한 타격회수와 측정회수에 따른 영향을 동시에 고려할 경우 측정결과와 편차는 더 클 것으로 판단된다.
- (5) 거실과 침실의 잔향시간을 측정하여 표준화 바닥충격음 레벨과 표준화 바닥충격음 레벨로 각각 평가한 결과 침실의 경우 실의 경계가 명확하고 평형에 따른 면적 변화가 크지 않은 관계로 두 값의 차이가 1dB 내외로 나타났으나 거실의 경우에는 실의 경계가 불명확할 뿐만 아니라 평형에 따라 면적이 달라지기 때문에 후자에 비해 전자가 2dB 이상 높은 값으로 평가되는 것으로 나타났다. 따라서 경량충격음을 평가함에 있어서 잔향시간을 측정하도록 규정하고 있으므로 측정된 잔향시간을 그대로 이용하는 표준화 바닥충격음 레벨로 평가하는 것이 합리적이라고 생각된다.
- (6) 이상과 같이 바닥충격음 측정 및 평가방법이 KS규격에 명시되어 있지만 본 고에서 살펴본 바와 같은 편차요인으로 인하여 단일수치평가량이 영향을 받을 수 있으므로 이에 대한 명확한 지침이 마련되어야 할 것이다. S

◎ 참고자료

1. 이주원 외2, "표준 중량충격원의 공기압이 바닥충격음 레벨에 미치는 영향", 대한건축학회 계획계, 통권164호, pp.183~189, 2002.06
2. 김경우 외3, "바닥충격음 레벨 영향요인 분석", 한국소음진동공학회 2003년 춘계발표대회, pp.255~260
3. 서상호 외1, "충격력 변화에 따른 공동주택의 중량충격음 및 진동 특성", 한국소음진동공학회 2004년도 춘계학술대회논문집, pp.304~307, 2004
4. 김명준 외2인, "공동주택의 바닥충격음 성능에 미치는 영향요인에 관한 실험적 연구", 대한건축학회논문집 계획계 제14권제9호, pp.167~178, 1998.09
5. 건설교통부, "공동주택 바닥충격음 완화를 위한 표준바닥구조의 설계·시공기술 및 활용 방안 연구", 2004.01
6. 이주원 외3, "표준화 바닥충격음 레벨 측정시 잔향시간의 편차요인 분석", 한국소음진동공학회 2004년도 춘계학술발표대회논문집, pp.509~512, 2004