

# 共同住宅 바닥충격음 評價方法에 관한 研究

○김선우\*, 손철봉\*\*, 장길수\*\*\*

(A Study on the Evaluation Method of Impact Sound for Apartment House)

(Sun-Woo Kim, Chul-Bong Son, Gil-Soo Jang)

## I. 總論

소음이 주거환경의 질을 결정하는 중요한 인자가 되고 그 중에서도 바닥충격음계통의 내부소음원이 차음성능을 좌우하는 요소가 됨으로서, 바닥충격음에 대한 차음성능 평가방법과 기준설정의 필요성이 매우 강조되고 있다. 따라서 외국에서는 바닥충격음에 대한 측정방법 및 평가방법을 기준화하고 있으며, 계속적인 연구를 통하여 그 기준을 수정 보완하고 있다. 바닥충격음에 대한 차음대책은 1953년 독일에서 최초로 바닥충격음 측정방법을 공업규격화한 이후, 바닥충격음 레벨의 실험실 및 현장측정(DIN-52211), 습식부상시공지침(DIN 4109) 등 체계적이며 지속적인 바닥구조체의 차음성능 향상방안이 연구되어 오고 있다. 이에 따라 ISO에서도 ISO/140, ISO/717 등에 의해 충격음에 대한 사항을 규제하고 있으며, 최근에는 이러한 Impact Sound Index에 대한 개선방안의 연구가 진행되고 있다.

일본에서도 1965년 “住宅建設計画法”의 제정공포로 대규모, 양산화 주택시대에 돌입함에 따라 내부소음에 대한 문제의식이 급증되어 1973년 바닥충격음 측정방법(JIS A 1418)이 마련되었고, 이어 이 규격에 일본의 실정에 적합하도록 개발된 타이어를 이용한 중량충격음 측정방법을 첨가하였으며 이를 근거로 한 차음성능 개선방안, 즉 “浮床用 탁크롤 완충재(JIS A 6321)” 등 차음재료와 건축물의 차음성능 기준과 설계지침이 마련되었다. 국내의 경우 일본보다 5년후인 1978년 바닥충격음 측정방법이 제정되었고 이어 1981년 동일규격(KS F 2810)에 중량충격음 측정방법을 첨가하였으나 그 내용은 일본의 규격과 같다. 그러나 국내의 경우 차음성능기준과 평가방법에 대한 규정이 명기되어 있지 않아 실질적인 대책이 없는 실정이며, 이에 대한 규정의 제정이 절실히 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 차음성능 기준과 평가방법 설정을 위한 기초작업으로 국내 공동주택 바닥구조에 대한 차음성능 실태조사를 실시 차음성능수준을 파악하고, 주민반응, 주요 내부소음원, 측정방법상의 문제점 등을 고려하여 우리의 실정에 적합한 평가방법의 설정방향을 모색코자 한다.

\* 전남대학교 건축공학과

\*\* 순천전문대학 건축설비과

\*\*\* 동신공과대학 건축공학과

본 연구의 결과는 우리나라 공동주택의 독특한 바닥구조인 온돌에 적합한 차음등급의 제정에 필수적인 자료로 활용될 수 있으며, 더 나아가서는 건축물의 차음성능 보장을 위한 설계지침으로도 활용될 수 있을 것이다.

## II. 各國의 測定 및 評價方法 比較分析

### 2.1 測定方法 比較分析

바닥충격음의 발생에 관계되는 요인은 크게 나누어 충격원, 바닥구조, 하부공간의 3가지이며, 바닥충격음 레벨에 관계되는 요인은 매우 다양하며 복잡하므로 서로 다른 각종 바닥구조의 차음성능을 평가하기 위해서는 소음투과에 대한 시험결과가 실제 생활상의 발생음을 들을 수 있는 정도와 가급적 유사한 결과를 초래할 수 있는 객관적인 측정방법이 필요하다.

<표 1>은 우리나라, 일본, ISO, 미국, 서독의 바닥충격음레벨 측정방법을 비교한 것이다. 바닥충격음 측정시 ISO, ASTM, DIN에서는 1/3 옥타브밴드별로 측정하지만, 우리나라와 일본에서는 1/1 옥타브밴드별로 측정하고 있다. 바닥충격음 측정시 ISO, ASTM, DIN에서는 구두를 신고 다니는 입식생활을 하기 때문에 하이힐 소리와 유사하도록 고안된 경량충격원(Tapping Machine)만을 이용하고 있으나, 우리나라와 일본에서는 좌식생활을 하고 맨발로 활동하기 때문에 어린이의 뛰노는 소리가 주요 소음원이 되고 있으므로 이 소리와 유사한 Tire충격원을 이용하고 있다. 충격원의 차이는 생활습관의 차이를 의미하며, 이러한 이유로 우리나라에서는 저주파수대역에서 바닥구조의 음향성능

<표 1> 각국의 바닥충격음레벨의 측정방법 비교

각국기준 구분	KS(JIS)	ISO(국제규격)	ASTM (미국)	DIN (서독)
충격원	경량및 중량충격원 사용	경량충격원만 사용	좌 롱	좌 롱
측정주파수 대역	63Hz ~ 4000Hz	100Hz ~ 3150Hz	좌 롱	1000Hz ~ 3200Hz
측정주파수	1/1 Octave band 중심주파수	1/3 Octave band 중심주파수	좌 롱	좌 롱
측정점의 갯 수	5장소 이상	4장소 이상	-	-
측정기의 반복성	Fast	Slow	-	-
측정원위	인장측정	실험실 및 현장 측정	실험실 측정	실험실 및 현장측정
용음력의 고려여부	보정하지 않고 일정하다고 가정	바닥충격음레벨 산정시 용음력에 대한 보정	좌 롱	좌 롱

을 평가하기 위해 측정주파수 대역이 63Hz부터 측정하고 있으며, 1/3 옥타브밴드보다 저주파수에서 오차가 적은 1/1 옥타브밴드를 채택하고 있다. 측정점의 갯수도 우리나라에서는 공간적인 평균을 더 많이 하기 위해 5장소 이상이며, 측정기의 동특성은 저주파수에서 충격음레벨의 특성때문에 Fast로 하였다. 또한 ISO, ASTM, DIN에서는 흡음력을 보정하고 있으나, 우리나라 및 일본에서는 주택의 경우 방의 넓이가 대동소이하고, 실내마감도 흡음력이 크게 변할만큼 다르지 않기 때문에 흡음력은 보정하지 않고 있다.

## 2.2 評價方法과 遮音性能 基準

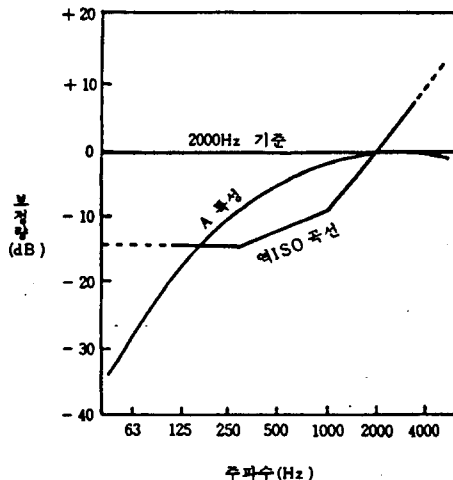
### 1. 各國의 遮音性能 評價方法

- 한국 ; 없음
- 일본 ; 역 A특성 곡선 사용
- ISO 및 서양 ; Impact Insulation Class(IIC) 곡선 사용

### 2. 遮音性能 基準曲線의 比較

ISO 및 DIN에서의 基準曲線은 315Hz 이하에서 평탄하고 315Hz와 1000Hz 사이는 5dB, 1000Hz 이상에서는 9dB/oct의 비율로 저하하는 특성을 가지고 있어, Tapping Machine으로 약간 연질의 플라스틱마감 바닥을 타격할 때의 바닥충격음 레벨에 근접하고 있다. 즉 Tapping Machine과 같이 그다지 유연하지 않은 바닥마무리의 바닥충격음레벨 피크에서 비교적 잘 어울리므로, 유럽처럼 두꺼운 고강성 슬래브바닥위를 하이힐로 걸음으로써 고음역이 문제가 되는 조건에서의 차음성능 평가에 적당하다.

그러나 일본에서와 같이 실내에서 면발로 생활하는 경우, 저음역의 바닥충격음이 문제가 되므로 ISO처럼 125~315Hz가 평탄할 경우 적절한 평가가 될 수 없다. 따라서 주파수범위를 저음역에 1 Octave 넓혀서 63~4000Hz로 했으며 역 A특성 곡선을 사용해 저주파수 대역의 비중을 높였다([그림 1] 참조).



[그림 1] A특성과 ISO기준곡선과의 비교

## Ⅱ. 國內共同住宅 遮音性能實態 分析

### 3.1. 바닥構造 實態調査

충격원을 표준화시킴으로써 바닥충격음레벨의 크기에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 바닥구조이다. 따라서 국내 공동주택의 바닥충격음 차음성능 실태를 조사하기 위해서는 먼저 바닥구조의 현황과 특징을 파악할 필요가 있다. 국내 대형건설회사, 아파트 전문업체, 대한주택공사 등에서 공급하고 있는 공동주택의 바닥구조들은 온돌이라는 독특한 복사난방 방식으로써 그 기본구조가 "바닥슬래브+철연층+바닥 배관 구성층"으로 구성되어 있는 뜬바닥구조의 형태를 가지고 있다. 바닥의 기본구성체인 슬래브는 바닥의 하중을 기둥에 전달하는 구조체로서 현행 구조공법상 해결할 수 있는 한계까지 알아져 대부분 자갈, 누름모터, 마감모터 등으로 구성되는데 자갈은 축열재의 역할을 하며, 16~66mm의 두께를 갖는다. 또한 마감모터는 배합비 1:3, 두께 20~50mm로써 균열방지를 위해 메탈라스가 삽입되어 있는 것이 일반적이다.

바닥구조의 모재가 되는 바닥슬래브는 거의 120mm 두께를 가지며, 온돌구조의 특성상 바닥 배관구성층도 대동소이함에 비추어 볼때, 완충층의 종류 및 두께 등이 바닥충격음레벨을 좌우하기 마련이다. 그러나, 이러한 완충층의 종류는 시공의 용이성, 경제성 등의 제약조건으로 몇가지로 한정되어 있다. 즉, 공동주택 바닥구조의 완충층의 종류는 민간 건설업체를 중심으로 사용되고 있는 경량기포 콘크리트와 대한주택공사를 중심으로 하는 발포폴리스티렌폼으로 나눌 수 있다. 완충층이 없이 시공되는 예도 있긴하나, 비교적 시공비가 저렴하고 시공이 용이한 상기의 2가지 완충재가 주로 사용되고 있음을 알 수 있는데, 경량기포 콘크리트류는 30~80mm, 발포폴리스티렌폼은 30mm 이하로써 건축법에서 규제(건축법 제23조의 4 「건축물에 있어서 열손실 방지조치」)하고 있는 열관류율 값을 고려하여 두께를 결정하고 있다.

기타 특이한 예로써 대구 B주택에서 시공한 아파트는 이형블럭의 일종인 방음블럭과 축열블럭을 사용하고 있는데 블럭사이에 3mm의 발포폴리스티렌폼을 사용하며, 여타의 구조에서 사용하는 자갈과 누름모터 등을 없애 시공공정을 단순화시킨 구조도 있었다.

### 3.2 國內 共同住宅 바닥構造 遮音性能水準.

실태조사를 통하여 얻어진 각 대상구조의 바닥충격음레벨을 일본공업규격 및 일본건축학회의 기준에 의하여 차음성능수준을 평가한 결과는 <표 2>와 같다. 표에서의 L값은 차음등급을 표시한 것이다. 표와같이 차음성능 수준을 완충재의 종류별로 구분한 이유는 중앙충격원은 슬래브의 조건에 중앙충격원에 대한 차음성능은 완충층의 종류에 의하여 결정되기 때문이다. 그런데 국내 공동주택의 철근콘크리트 슬래브 두께는 바닥구조 실태조사결과와 같이 대부분이 120mm이고 150mm를 사용하는 경우는 매우 드물기 때문에 중앙충

격원에 의한 차음성능 수준은 크게 변화하지 않을 것으로 판단되어, 경량충격원에 대한 차음성능과 밀접한 관계가 있는 완충재의 종류별로 분석하였다.

〈표 2〉 일본건축학회의 기준에 의한 국내 바닥구조의 차음성능기준

구분	경 량 충 격 원									
	L-40	L-45	L-50	L-55	L-60	L-65	L-70	L-75	L-80	L-85
층 L-40										
방 L-45	특급					●	□	□		
층 L-50		1급						□■	■	■
벽 L-55				2급	●	●	□		■	■
층 L-60					3급					

- 범례 - □ 방로플라스틱면틀 ■ 경량기포콘크리트 ● 방음블럭 및 방음보드

〈표 2〉의 결과와 같이 중량충격원에 대해서는 현행 구조 모두가 L-45~L-55의 차음등급을 나타냈으며, 경량충격원에 대해서는 일부 지역에서만 사용되고 있는 방음블럭 및 방음보드를 제외하고는 L-70~L-85의 차음성능을 나타남을 알 수 있다.

이러한 遮音等級을 일본의 최저 등급치인 L-60(3급)과 비교해 보면, 現行構造의 대부분이 중량충격원에 대해서는 1~2급의 비교적 좋은 성능을 보이고 있는데 반해, 경량충격원에 대해서는 최저등급치에도 훨씬 미치지 못함을 알 수 있다. 차음등급의 적용기준이 輕量 및 重量의 양자를 동시에 고려하여 평가하는 것이라고 보면, 결국 경량충격원에 대한 차음등급의 높은 값 때문에 현행 국내의 바닥충격음 차음성능이 커다란 문제가 되고 있음을 의미한다고 할 수 있다.

#### N. 評價方法 設定을 위한 實驗

##### 4.1 住民反應에 의한 評價方法 考察

共同住宅에서 문제가 되기 쉬운 차음성능을 적절히 평가하고 이를 적절히 규제하기 위해 이미 여러 국가에서는 그 나라의 실정과 특성에 알맞는 바닥의 충격음에 대한 遮音性能의 測定 및 評價方法을 규정하고 있다. 현재 우리나라에서도 日本의 工業規格과 동일한 測定方法을 채택하고 있으나 국내 공동주택의 바닥구조가 습식 뜬바닥구조(Floating floor)의 일종인 樞突이라고 하는 특이한 난방방식을 가지고 있고 생활방식도 日本과 상이함을 고려할 때 우리의 실정과 잘 부합되리라고 보기 어렵다. 따라서 평가방법이 전혀 설정되어 있지 않은 실정에서 본 연구대상의 바닥 차음성능을 적절히 평가하는 것은 곤란하나 國際標準化機構(ISO)와 日本工業規格(JIS)에서 채택하고 있는 평가방법을 적용해 보고 이를 우리의 실정과 비교하였다. 차음성능측정은 KS F 2810(JIS A 1418과 동일)과 ISO 140에 준하여 실시하였으며, 측정 주파수대역은 50~5000Hz 범위에서 1/3 Octave Band 중심주파수별로 측정하였고 日本의 評價方法(JIS A 1419) 적용시에는

1/1 Octave Band 중심주파수 값으로 환산하였다. 또한 ISO에 의한 바닥충격음 차음성능 평가시에는 주파수별 레벨을 보정하기 위하여 잔향시간도 측정을 실시하였다.

본 조사에서 측정한 조사대상단지의 내역은 〈표 3〉과 같고 바닥충격음 레벨을 JIS 및 ISO의 평가방법에 적용하여 나타난 결과는 〈표 4〉와 같다.

〈표 3〉 조사대상단지의 분류

구분	소재지역	구 조	난방방식	바닥면적	분류기준	표본수
1	불암	저층형	연탄계열	13.15평형	A	258
2	대구	고층형(11~15층)	유류층상	34계열	Ba	145
				41.49, 56.73계열	Bb	158
3	광주	고층형(13층)	가스계열	33계열	C	92

〈표 4〉 측정대상구조의 차음지수 및 등급

구조	측정원		
	차음지수	L	L <sub>1</sub>
A	75 (3등급이하)	68 (3등급이하)	45 (특급)
Ba	63 ( " )	57 (2 등급)	45 ( " )
C	68 ( " )	68 (3등급이하)	56 (2급)

평가결과를 보면, 重量衝擊源에 대해 구조 A와 구조 Ba는 차음지수 L-45로써 특급에 해당하여 차음성능이 매우 우수하고 구조 C는 그보다 차음성능은 낮으나 차음지수 L-55로써 허용(2급)구조에 해당하여 차음성능상 만족스러운 것으로 보인다. 그러나 본 조사대상 구조에 거주하는 거주자의 뒷송소음에 대한 指摘率이 약 40%(구조A ; 38.2%, 구조Ba ; 41%, 구조C ; 38.5%)에 이르고 실내보행음의 指摘率은 약 25%(구조A ; 20.7%, 구조 Ba ; 27%, 구조C ; 28.6%) 그리고 뒷송의 아이들 중풍거리는 소리의 指摘率은 약 50%(구조A ; 46.7%, 구조 Ba ; 52.9%, 구조C ; 47.3%)임을 감안해 보면 거주자로 부터의 불만이 매우 높아 평가등급과 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

또한 이러한 차음등급을 일본주택에서의 生活實感과의 對應例와 비교하여 보면 L-45의 경우 "들릴지언정 거슬리지 않는다", L-55의 경우 "약간 마음이 쓰인다"로 적용하고 있어 重量衝擊源에 의한 평가치와 거주자의 생활감의 사이는 일치하지 않음을 알 수 있다.

한편 輕量衝擊源 실험에 의한 차음지수는 각 구조가 최저한계인 3등급 이하에 해당하여 사용자로부터의 불만이 높을 것으로 추측된다. 이같은 추측을 본 연구의 설문조사에 의한 거주자의 반응과 결부시켜 볼 때 대략 일치됨을 알 수 있다.

다만, JIS의 輕量衝擊源과 동일한 충격원을 이용한 ISO의 측정방법에 의해 대상구조의 차음성능을 평가하여 보면 구조 Ba는 다른 2개의 구조에 비해 차음성능이 양호(ISO의 평가방법 적용시 기준이내, FHA 평가방법 적용시 2등급)하게 나타나고 있다. 이같은 결과는 JIS보다 고주파 대역이 강조된 평가곡선 때문에 나타나는 것으로서 동일구조라 할지라도 적용하는 평가방법에 따라 상이하게 평가됨을 의미한다. 본 조사 대상 거주자로 부터의 바닥충격음에 대한 불만족도는 별다른 차이없이 높음에 비추어 볼때, ISO의 평가방법보다 저주파수대역의 음향특성을 강조한 JIS의 평가방법이 거주자의 반응에 보다 부합될 수 있을 것으로 사

된다. 그러나, 이같은 추론은 보다 많은 調査資料와 聽感實驗 등에 의해 검토되어야 할 것이다.

#### 4.2 主要 内部騒音源에 의한 評價方法 考察

##### 1. 主要 内部騒音源 分析

遮音性能의 評價方法 設定을 위해서는 무엇보다도 주요 내부소음원을 추출하고 그 소음원의 음향적 특성과 전파특성을 파악하는 것이 중요하다. 따라서 기존 조사에서 지적되어 왔던 각종 내부소음원의 전파방향별 지적율(미우 + 꽤 신경쓰인다)을 파악하기 위하여 <표 3>과 같은 共同住宅 圖地를 조사대상으로 선정하고 이웃소음에 대한 인지도와의 피어슨 상관계수를 산출하여 주요 내부소음원을 추출하면 <표 5>와 같다.

<표 5> 각종 내부소음원의 전파방향별 지적율(%)

지적율	구조A		구조Ba		구조Bb		구조C		외출소음 인지도와의 상관계수
	원형	열침	원형	열침	원형	열침	원형	열침	
실내보행음	△		△		○		△		0.4593 <sup>NS</sup>
계단의 발걸음소리	○	△							0.1378 <sup>NS</sup>
아이들 떠드는소리	●		○		●		●		0.5189 <sup>NS</sup>
현관문개폐음	○	△					△		0.1760 <sup>NS</sup>
상문·방문개폐음	△								0.2111 <sup>NS</sup>
욕실급배수음	○		○				○		0.3033 <sup>NS</sup>
싱크대급배수음							○	△	0.1600 <sup>NS</sup>
변기급배수음	△		△		△		○	△	0.3083 <sup>NS</sup>
폐아노동악기음							○	△	0.2164 <sup>NS</sup>
TV·전속동력음									0.1555 <sup>NS</sup>
초인종소리									0.1953 <sup>NS</sup>
아이들 떠드는소리	△								0.3505 <sup>NS</sup>
전화벨소리									0.1048 <sup>NS</sup>
전화통화음									0.0625 <sup>NS</sup>
쓰레기 낙하음			△		△		△		0.1381 <sup>NS</sup>
부엌의 조리음									0.2341 <sup>NS</sup>

○ 51~60%    ● 41~50%    NS 유의수준 0.01  
 △ 31~40%    △ 20~30%    NS 유의수준 0.05  
 NS 유의없음

표에서 처럼 열침에서의 소음에 대해서는 구조 A에 대해서만 계단의 발걸음소리와 현관문 개폐음이 20~30%의 지적율을 보여 계단실형 '共同住宅'에서 발생하는 생활패턴을 대변해 주고 있을 뿐 그 이외의 공기전파음계통에 대한 지적율은 매우 낮았다. 그러나 윗층에서의 바닥충격음계통은 그 지적율이 매우 높게 나타나고 있어 衝擊音에 대한 遮音性能이 매우 부족함을 알 수 있다. 특히 쿵쿵거리는 소리에 대해서는 약 50% 정도의 거주자가 심리적 피해를 받고 있는 것으로 집계됐으며 이웃소음의 인지도와 각 내부소음원의 인지도와의 상관계수도  $r = 0.5189$ 가 가장 높아 이를 잘 입증해 주고 있다.

이를 보다 구체적으로 분석하기 위해 윗층의 쿵쿵거리는 소리와 밀접한 관계가 있는 윗층의 가족구성원인 어린이의 유무를 조사하고 어린이의 유무에 따른 반응의 비율을 각 구조별로 집계하면 <표 6>과 같다.

<표 6> 어린이 유무에 따른 각 반응의 차이비교

지역별 구분	외출소음 인지도		실내보행음				윗층의 가족구성원 유무				조사 수 (n)
	있음	없음	원형	열침	원형	열침	있음	없음	성별 평균	성별 평균	
A	61.0	20.3	38.2	30.5	10.2	20.7	71.2	35.6	46.7	59	
Ba	58.2	34.3	51.2	36.8	19.4	27.0	58.2	31.3	50.9	67	
Bb	57.7	34.6	49.5	55.8	17.3	30.2	59.6	30.8	46.8	52	
C	62.5	37.5	38.5	40.6	21.9	28.6	65.6	31.3	47.3	32	

<표 6>에서와 같이 어린이의 유무에 따라 약 2~3배의 반응차를 볼 수 있으며, 대체로 윗층의 소음인지는 윗층의 아이들 쿵쿵거리는 소리와 그 비율이 거의 유사하게 평가되고 있어 윗층의 아이들 쿵쿵거리는 충격음이 가장 직접적으로 인지되는 주요 소음발생원 인임을 확인할 수 있다.

따라서 거주자가 느끼는 主要 騒音發生原因이 어린이와 관련된 바닥충격음을 감안할 때 遮音等級 및 基準設定 등 遮音性能 評價方法 設定시 주로 이에 대한 충격음의 음響의 特性이 충분히 검토되고 반영되어야 할 것이다.

##### 2. 標準衝擊源의 妥當性 分析

歐美의 평가방법과 日本의 평가방법의 가장 큰 차이점은 구미에서는 표준충격원으로 경량충격원만을 사용하는데 비하여 일본에서는 표준충격원으로 輕量 및 重量의 두가지 충격원을 사용하고 있다는 점이다. 따라서 차음성능 기준곡선도 일본의 경우에는 경량 및 중량 두가지 충격원에 의해서 차음성능을 평가하여야 하기 때문에, 경량충격원만으로 차음성능을 평가하는 歐美의 遮音性能 基準曲線과는 근본적으로 다를 수밖에 없다.

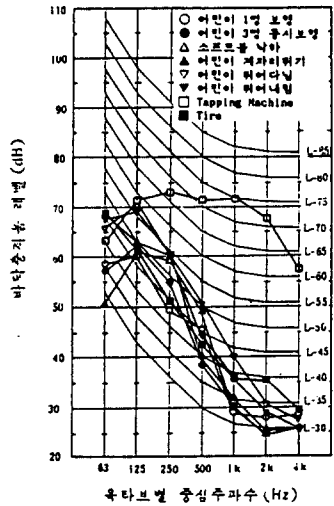
차음성능 측정을 위한 표준충격원으로 1953년 獨逸工業規格에 처음으로 규정된 이후 Tapping Machine은 전세계에서 공인된 표준충격원으로 사용하고 있고, 일본과 우리나라에서는 경량 표준충격원으로 사용하고 있다. 그러나 외국의 연구결과에 의하면 현재의 Tapping Machine은 본래의 의도와는 달리 고주파수대역의 음이 지나치게 높게 발생한다는 지적이 있다. 즉 1965년 B.G.Watters의 실험에 의하면 Tapping Machine이 하이힐보다 고주파수 대역에서 보다 높은 음을 발생한다고 하며 Fasold, Gerretsen의 연구보고에서도 주거내에서 발생하는 각종 바닥충격음과 비교해 보면 Tapping Machine이 고주파수 성분의 훨씬 높은 음을 발생시키고 있다고 지적하고 있다. 따라서 차음등급 결정주파수가 실제의 충격음보다 고음역의 성분이 많아 等級決定周波數가 고음역에 나타나기 쉬운 경향을 보이는 것으로 판단되어 기존의 차음성능 기준곡선을 변경하여야 한다는 연구결과가 많이 발표되고 있다. 이러한 예로 Fasold가 제시한 전주파수 대역이 동일한 레벨의 基準曲線, K.B.&Jund가 주관적인 반응과 높은 상관관계를 갖는 것으로 제시한 ISO 평가방법(대한, 그리고 네덜란드에서 DIN 1070으로 규정하고 있는 기준곡선) 등을 들 수 있다.

이와함께 日本에서는 실내에서 신발을 벗고 좌식생활을 하므로 주 내부소음원인 어린이 쿵쿵거리는 음, 실내보행음 등을 올바르게 평가하기 위해 이와 주중성이 좋은 Tire를 중량충격원으로 개발하여 두가지 충격원에 의해 바닥충격음에 대한 차음성능을 평가하도록 하고 있다.

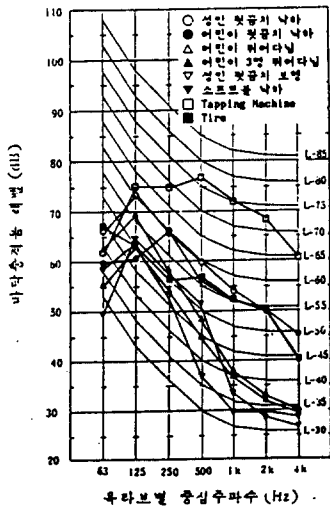
따라서 우리나라에서도 양충격원에 의한 평가를

실시할 것인지 단일충격원에 의하여 평가를 실시할 것인지의 여부는, 국내 공동주택에서 가장 문제가 되는 소음원이 무엇이며, 그 각충격원이 충격음 스펙트럼본포가 어떠한지에 대한 검토가 선행되어야 할 것이다.

이러한 관점에서 본 논문에서는 경량기포콘크리트를 사용한 구조와 발포폴리스티렌폼을 사용한 구조를 선정하여 실충격원과 표준충격원의 스펙트럼을 비교분석하였다. 이때 사용된 실충격원은 주민반응조사 결과 가장 지적율이 높은 "아이들 뛰노는 소리"와 "발자국 소리" 등을 선정하였으며 비교목적으로 "물건 떨어뜨리는 소리"도 포함시켰고 그 측정결과는 [그림 2], [그림 3]과 같다.

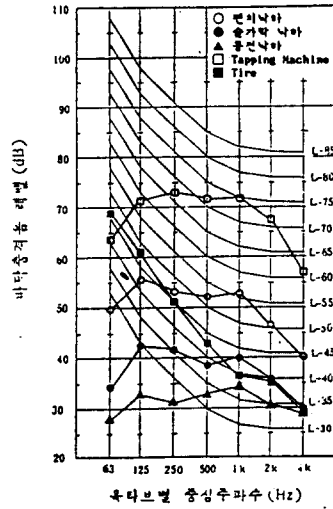


(a) 경량기포콘크리트

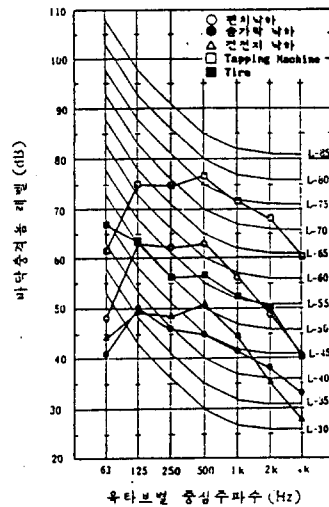


(b) 발포폴리스티렌폼

[그림 2] 중앙표준충격원(Tire)와 각종 실충격원의 주파수 특성 비교



(a) 경량기포콘크리트



(b) 발포폴리스티렌폼

[그림 3] 경량표준충격원(Tapping Machine)과 각종 실충격원의 주파수 특성 비교

그림에서와 같이 무겁고 유연한 충격원 계통의 스펙트럼은 중앙충격원과 물건 떨어뜨리는 소리 등은 경량충격원의 스펙트럼과 매우 유사성을 가지고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 물론 주요 내부소음원이 뛰노는 소리와 발자국 소리라고 하지만 실생활에서는 물건 떨어뜨리는 소리 등과 같은 유사성이 얼마든지 발생할 수 있으므로, 현시점에서는 단일충격원보다는 두가지의 충격원을 사용하는 것이 바람직하다고 판단된다.

더욱이 하이힐소리에 맞추어 개발한 Tapping Machine을 표준충격원으로 사용하고 있는 서양에서, 실생활보다 높은 고주파수역을 발생시키는 점을 고려

하여 새로운 遮音性能 基準曲線을 제안하여야 한다는 연구결과가 많이 발표됨을 감안하면 더욱 두가지 충격원을 사용하는 방안이 주장된다고 판단된다.

따라서 遮音性能 基準曲線도 상기의 연구결과와 국내 共同住宅의 경우에도 주요 내부소음원이 일본과 동일한 어린이 풍동거리는 소리, 실내보행음임을 감안할 때, 청감상 우수한 역A곡선을 이용한 日本의 遮音性能 評價曲線의 사용이 주장된다고 하였다.

#### 4.3 測定方法을 考慮한 評價方法 檢討

바닥충격음레벨의 음압레벨본포는 음원의 위치와 수용실(Receiving Room)내의 음장조건 2가지에 의해 좌우되므로, 국내 공동주택의 거실과 같이 실이 대체로 작고 층고가 비교적 낮은 경우에는 음압본포 특히 저음역의 음압레벨 본포가 일정하게 되기 어렵다. 이러한 관점에서 바닥면적의 크기와 완충층의 종류를 감안하여 바닥충격음레벨의 평균음압레벨, 표준편차, 변동폭에 대한 측정결과를 제시하면 <표 7>과 같다.

<표 7> 각 구조별 평균음압레벨, 표준편차, 변동폭 (측정횟수:75회, 단위 dB)

구조	구분	경 량 충 격 원						
		63	125	250	500	1000	2000	4000
A	평	77.4	75.7	70.9	64.7	65.1	63.9	59.6
	표준편차	3.39	2.32	1.6	1.26	1.97	2.56	2.94
	변동폭	11.6	8.8	6.5	5.7	6.8	7.5	10.3
B	평	62.8	74.1	77.0	75.3	72.2	70.6	63.2
	표준편차	4.95	2.65	0.96	0.95	1.74	2.1	3.3
	변동폭	18.5	14.6	4.5	3.7	5.7	6.2	8.2
C	평	63.6	71.0	68.2	61.9	59.1	51.4	41.1
	표준편차	1.89	1.96	1.58	0.74	0.54	0.58	1.35
	변동폭	8.2	7.8	5.7	2.8	2.3	2.5	5.3

<표 7>의 대상구조는 경량기포콘크리트를 사용한 바닥면적이 3.9m x 4.2m인 "구조 A"와 발포 폴리스티렌폼을 사용한 바닥면적이 3.3m x 4.5m인 "구조 B", 방음블럭을 사용하고 바닥면적이 3.9m x 4.5m인 "구조 C"에 대한 측정결과이다.

표에서와 같이 완충층의 종류에 상관없이 바닥면적이 적을수록 표준편차가 큼을 알 수 있고 최대치와 최저치의 음압레벨차도 큼을 알 수 있다.

특히 동일 바닥구조일지라도 저음역일수록 최대치와 최저치의 음압레벨 차이가 심하며 63Hz 중심주파수 저음역일수록 최대치와 최저치의 음압레벨 차이가 심하며 63Hz 중심주파수 대역에서는 그 차이가 10dB을 넘는 경우가 많다. 이와같이 변동폭이 큰 측정치를 취하여 차음성능을 평가하는 것은 차음성능평가의 신뢰성에 직접적으로 반영될 뿐만아니라, 1개의 타격점의 위

치에 대하여 5개의 수용점에서 얻은 음압레벨의 최대치와 최소치의 차이가 10dB을 초과하는 경우에는 그 값을 채택하지 못하게 된다.

또한 국내 공동주택의 경우 표준충격원은 구미와는 달리 2개의 충격원을 사용하는 것이 바람직하고 타격점 5곳에 대하여 각각 5곳의 수용점에서 3회 측정토록 되어 있으므로 측정시 많은 시간과 노력이 요구된다. 특히 측정주파수 대역이 7개에 이므로 그 측정회수는 1050회에 이르고 있다.

따라서 평가방법 설정시에는 측정주파수 대역 감소방안과 타격점 및 수용점 갯수를 줄이는 방법을 고려하여 차음성능 평가방법이 설정되어야 할 것이다. 특히 중량충격원과 유사한 어린이에 의한 충격음원의 발생은 고음역의 음압레벨이 낮아, 주위의 배경소음에 크게 영향을 받으므로 측정이 불가능한 경우가 많아 고음역에서의 측정 주파수대역 축소방안도 신중히 검토되어야 할 것이다. 또는 측정시 고음역에서의 바닥충격음레벨은 거의 일정하므로 고음역에서의 측정회수를 줄이는 방안에 대한 검토도 수반되어야 할 것이다.

#### V. 結 論

인접세대와 한정된 두께의 벽과 바닥을 공유하여야 하는 공동주택은 그 특수성 때문에 차음성능의 향상에는 많은 어려움이 따르며 그 중에서도 바닥충격음은 공동주택 거주자의 가장 큰 불만 사항이 되고 있다. 특히 국내에는 일본 공업규격과 같은 내용의 측정방법은 있으나 평가방법이 없으므로, 바닥구조의 질적수준 유지 및 차음성능 개선에 많은 문제점이 있다고 할 수 있다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 국내의 실정에 적합한 차음성능 평가방법을 설정하기 위하여 국내 공동주택의 바닥구조에 대한 차음성능 수준을 파악하고, 주민반응조사를 실시하여 각 평가방법의 적용가능성을 검토하였다. 적용가능성 검토결과 보다 우리실정에 적합할 것으로 판정된 일본평가방법 적용시의 문제점을 주요 내부소음원 분석과 표준충격원의 타당성 검토를 통하여 추출코자 하였다. 또한 두가지의 표준충격원 사용에 따른 측정방법상의 문제점을 제시하여 평가방법 설정방향을 제안하였다. 이러한 결과는 현장실태 조사 및 실험에 의한 결과이므로 실험실에서의 청감실험을 통하여 보다 정확한 검증이 이루어져야 할 것이다.

#### ○ 참고문헌

1. 김선우, 공동주택 바닥충격음 평가에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위 논문, 1989.8.30
2. 日本建築學會, 建築物の遮音性能基準と設計指針, 技報堂, 1979.11