

# 바닥마감재에 의한 바닥충격음 차음특성 연구

○기 노 갑\*, 권 현 중\*\*, 송 민 정\*\*\*, 김 선 우\*\*\*\*

## A Study on the Floor Impact Sound Insulation Characteristics of Floor Coverings

No-Gab Gi, Hyun-Jong Kwon, Min-Jeong Song, Sun-Woo Kim

### Abstract

It is increasing the interest on the comfortable dwelling environment, while sound insulation performance of materials and elements used in building is falling down as they become thicker and lighter. Therefore, sound insulation performance in building has become the most important factor determining the level of housing, especially for apartment that has common wall and floor with next neighbors.

This paper aims to experiment the sound insulation characteristics of floor coverings as their types and to analyse their noise reduction effect.

### 1. 서 론

우리나라의 대표적인 주거형태라고 할 수 있는 공동주택은 구조적으로 각 세대가 벽과 바닥을 공유하고 있기 때문에, 필연적으로 여기에 수반되는 여러 가지 문제가 나타나게 된다. 세대간 소음과 진동이 그 대표적인 문제라고 할 수 있다.

따라서 공동주택 거주민의 주거환경에 대한 불만족 비율을 조사해 본 결과 소음에 대한 불만족 비율이 수위를 차지하고 있고, 이 중에서도 바닥충격음 계통의 소음이 거주 주민의 불만족 비율에 있어서 가장 높은 지적율을 나타내고 있다.

한편 쾌적한 주거환경 수준에 대한 거주자의 관심은 증대되는데 반하여 건축물에 사용되는 재료의 두께는 점점 얇아지고 경량화 됨에 따라 건축용 부재의 차음성능은 저하하게 되어 이제는 부재의 차음성능이 주거성능 수준을 결정하는 중요한

인자로 등장하게 되었다.

본 연구에서는 바닥충격음의 차단에 관계되는 요인인 바닥 마감재, 완충층(슬래브 포함), 천장구조의 3가지 영향요소 중 바닥마감재의 종류에 따른 바닥충격음 차음특성을 비교분석, 평가하여 바닥마감재를 이용한 바닥충격음 저감에 대한 기초 자료를 제공하고자 한다.

### 2. 바닥마감재의 요구조건

건설교통부가 실시한 “'99 산·학·연 공동연구 개발 사업”중 공동주택의 바닥충격음 저감을 목적으로 한 연구과제인 “기존건물의 바닥충격음 저감을 위한 보수·보강 기술”의 연구결과에 보고된 바와 같이 공동주택에서 바닥충격음을 개선하기 위한 바닥마감재의 개발은, 바닥마감재의 표면에 가해지는 충격력을 탄성체의 Foam층을 통하여 흡수함으로써 바닥Slab로 전해지는 충격을 최소화하는 방향으로 설계되어야 하고 이러한 충격 흡수층을 형성하기 위해서 다양한 소재(PVC, Urethane, PE 등)가 사용되고 있다.

한편 이러한 특성을 갖는 바닥마감재의 개발을

\* 정희원, 전남대 대학원, 박사과정

\*\* 정희원, LG화학 산업재연구소

\*\*\* 정희원, 전남대 공업기술연구소, 공학박사

\*\*\*\* 정희원, 전남대 건축학과 교수, 공학박사

위해서는 적정 차음수준, 경제적 여건, 시공 및 사용환경 등이 함께 고려되어야 할 것이다.

바닥마감재가 갖추어야 할 일반적인 요건을 중요 요인으로 분류하여 나타낸 것은 다음의 Table 1. 과 같다.

Table 1 Requirement of floor coverings

항목	요건	요구사항
1	Reality (고급 Image)	인테리어의 기본적인 항목으로 보거나 만질 경우 느낌이 좋아야 함.
2	Installation (시공성)	시공성, 밀착성, 안착성, Cutting성, Curling성
3	Maintenance (유지관리성)	청소의 용이성, 내오염성, 변색성 등
4	Durability (내구성)	표면긁힘, 찌힘, 변형(가구등에 의한 눌림자국) 등에 강함

3. 잔향실험실 실험

3.1 실험대상구조

L사가 개발한 6종의 바닥마감재를 대상으로 전남대학교 잔향실험실에서 실험을 실시하였으며 실험대상구조는 Table 2 와 같다.

Table 2 Details of objective materials

구분	제품유형	구조명	구조내역	비고
0	-	맨바닥	콘크리트슬래브 150mm	개선량 비교기준
1	튼구조	튼구조 1	3.5mm	잔향실험실 실험
2		튼구조 2	4.5mm	
3	S / F	S/F 1	4.5mm	
4		S/F 2	6.5mm	
5		S/F 3	6.5mm	
6		S/F 4	8.0mm	

3.2 측정방법 및 기기

바닥마감재에 대한 바닥충격음 차음성능을 측정하기 위한 잔향실험실 실험은 KS F 2865(콘크리트 슬래브위 마감구조의 경량충격음 저감량 실험실 측정방법)에 준하여 Tapping Machine을 이용하여 실시하였으며 측정결과에 대한 평가는 KS F 2863-1:2002(건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단성능 평가방법 : 표준 경량충격원에 대한 차단성

능)에 준하여 평가 하였다.

한편 본 연구에서는 충격원으로 경량충격원만을 사용하였는데, 이는 중량충격원은 경량충격원과 달리 바닥마감재의 차음특성을 효과적으로 파악하기 어려우며, 경량충격원은 충격력의 지속시간이 약 2ms 이하로 짧아 주변 경계조건(구속조건)에 영향을 크게 받지 않는 반면 중량충격원은 충격력의 지속시간이 약20ms로 길어 주변 경계조건에 영향을 많이 받기 때문에 경계조건이 자유단으로 되어 있는 잔향실험실 실험에는 적합하지 않기 때문이다. 본 연구의 측정 및 분석에 사용된 기기는 다음과 같다.

1. Microphones and Preamplifiers
2. 2ch 1/3 Octave Band Real-Time Analyzer(SA-30)
3. Tapping Machine(B&K Type 3204)
4. Personal Computer
5. Tripod 외

4. 결과 및 분석

4.1 전체 실험대상구조의 바닥충격음 차음성능

표준판 및 실험대상구조에 대한 바닥충격음 차음성능을 1/3 Octave-Band로 나타낸 결과는 아래의 Fig.1 과 같다.

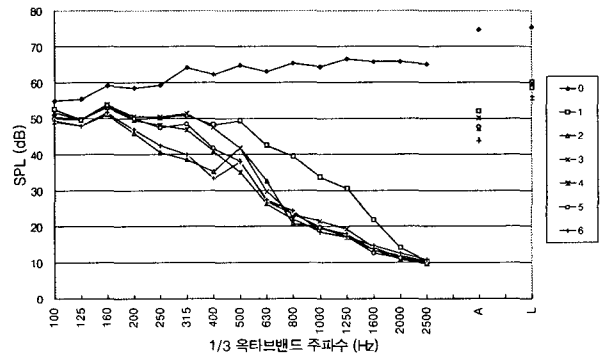


Fig.1 Sound Pressure Level for Object Materials

이상의 그림에서 알 수 있듯이 바닥마감재가 설치되지 않은 표준판구조(0)에 대하여 실험대상구조를 설치하였을 경우 전체 측정주파수 대역에서 우수한 차음특성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

특히 500Hz 이상의 중고주파수 대역에서 바닥충격음 차음성능이 급격하게 향상하고 있는바 이는

충격음이 갖는 고주파수 성분이 바닥마감재의 탄성에 의하여 흡수됨으로 인한 결과라 사료된다.

4.2 제품유형별 바닥충격음 차음성능

본 연구를 위한 실험대상구조는 뜬구조(Floating Structure)와 일반 S/F 구조로 대별하여 실험을 실시하였다.

뜬구조라 함은 바닥마감재의 하부 발포층 이면에 복원력과 탄성력이 우수한 부분적층 구조를 추가로 부가함으로써 이중발포 Foam 구조를 형성함은 물론, 부분적층 내부에 별도의 공기층을 형성함으로써 충격시 상부에 가해지는 충격력이 부분적층구조에 집중되도록 하고 부분적층 구조에 보다 많은 변형이 이루어지도록 함으로서 탄성을 극대화하였으며 바닥마감재의 표면에 가해지는 충격력을 이면의 부분적층 구조로 분산하고 자체 공기층에 의하여 슬래브로 전달되는 충격을 저감하도록 하였다.

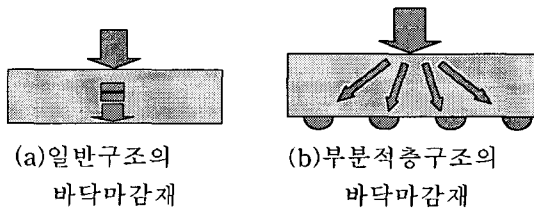


Fig.2 Detail of Floating Structure

또한 발포층의 발포Cell Structure를 기존의 타원형구조 Cell에서 직립Cell 형상의 고탄성 Foam으로 재구성함으로써, 발포층 내부에 수많은 직립 공기층을 형성하여 압력을 가할 경우 수직으로 수축되면서 이에 따른 응력도 수직방향으로 강하게 잔존하고, 외력이 제거되는 순간 신속하게 복원되는 특성을 갖는 구조이다.

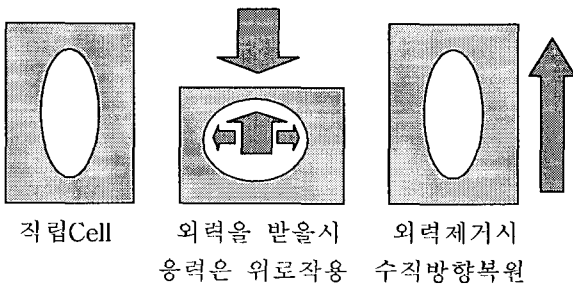


Fig.3 Detail of Cell Structure

한편 각 구조별 두께에 의한 바닥충격음 차음성능을 나타낸 결과는 아래의 Fig.4 및 Fig.5 와 같다.

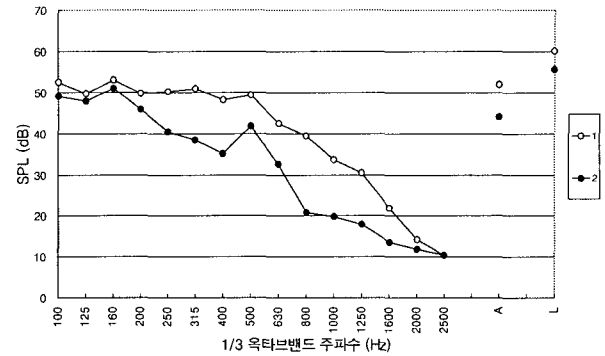


Fig.4 Sound Pressure Level for Floating Structure

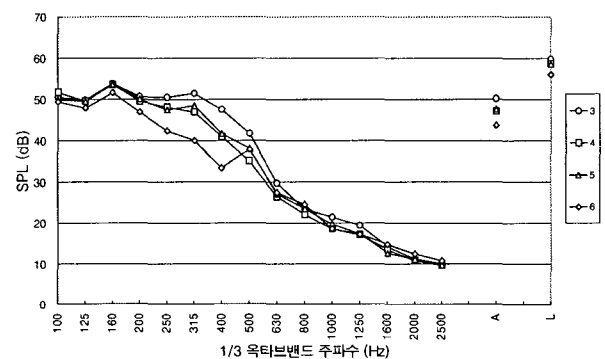


Fig.5 Sound Pressure Level for S/F Structure

이상의 그림에서 알 수 있듯이 뜬구조를 갖는 실험대상구조의 차음성능(Fig.4)과 S/F 구조를 갖는 실험대상구조의 차음성능은 각 구조가 동일하게 두께가 증가할수록 차음성능이 향상되고 있음을 알 수 있다.

한편, Fig.2 (A) 와 같이 일반구조의 바닥마감재 형상을 갖는 S/F 구조는 500Hz이상의 중고주파수 대역에서는 4개 구조가 매우 유사한 특성을 나타내고 있으며 저주파수 대역에서 실험구조의 두께에 의한 차음성능 차이가 뚜렷하게 나타나고 있음을 알 수 있다.

4.3 동일두께를 갖는 구조간 바닥충격음 차음성능

뜬구조와 S/F 구조에서 두께가 4.5mm로 동일한 2번구조와 3번구조를 대상으로 구조형상에 따른 바닥충격음 차음성능을 비교 분석한 결과는 아래의 Fig.6과 같다.

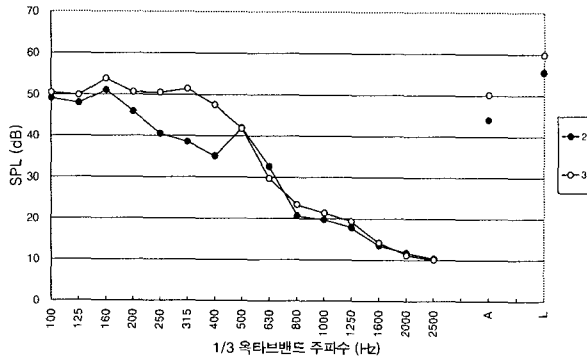


Fig.6 Sound Pressure Level for 4.5mm Structure

이상의 그림에서 알 수 있듯이 바닥마감재의 하부 발포층 이면에 복원력과 탄성력이 우수한 부분 적층 구조를 추가로 부가한 뜯구조가 일반 바닥마감재의 형상을 갖는 S/F 구조에 비하여 차음성능이 양호하게 나타나고 있음을 알 수 있다.

이러한 결과는 향후 바닥마감재의 설계시 동일한 두께의 구성층(표면층+기저층+하부발포층)을 형성할 경우 하부 구조의 변화에 따라 차음성능이 향상될 수 있을 것으로 사료된다.

4.4 실험대상구조의 단일수치 평가량

실험구조의 바닥충격음 차단성능을 평가하는 방법은 KS F 2863-1:2002(건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단성능 평가방법 : 표준 경량충격원에 대한 차단성능)에 나타나듯이 KS 규격의 평가기준곡선에 의한 바닥충격음 단일수치 평가량인  $L_{n,W}$  (가중 표준화 바닥충격음 레벨)로 평가하는 방법과, KS 규격의 '부속서1'에 규정된 바닥충격음 차단성능 단일수치 평가량인  $L_{n,AW}$  (역A특성 가중 표준화 바닥충격음 레벨)의 방법으로 각각 평가할 수 있다.

한편  $L_{n,W}$  에 의한 평가결과는 국제적으로 통용될 수 있는 반면,  $L_{n,AW}$  의 결과는 그 통용범위가 국내로 제한된 한계는 있으나 국내의 실정(생활방식등)에 적합성 등을 고려하여  $L_{n,AW}$  에 의한 결과를 우선 기재하였다.

이러한 결과는 제품의 특성을 단일수치로 규정하는 것으로서 수치가 낮을 수록 상대적으로 우수한 바닥충격음 차음특성을 갖는다고 할 수 있다.

실험대상구조별 역A특성 가중표준화 바닥충격음 레벨은 다음의 Table 3 과 같다.

Table 3 Single-number quantity for impact sound insulation

구조	1	2	3	4	5	6
$L_{n,AW}$	48	40	46	42	43	39

이상의 결과에서 알 수 있듯이 실험대상구조의 단일수치 평가량을 비교한 결과 뜯구조 3.5mm인 1번구조가  $L_{n,AW}$  - 48로 가장 취약한 성능을 보이고 있으며 S/F구조 8.0mm인 6번구조가  $L_{n,AW}$  - 39로 가장 양호한 특성을 보이고 있음을 알 수 있다.

4.5 실험대상구조의 가중바닥충격음 레벨 감쇠량

KS F 2863-1:2002(건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단성능 평가방법 : 표준 경량충격원에 대한 차단성능)에서 정하는 기준바닥 위에 실험대상구조인 바닥마감재를 설치하기 전과 설치 후의 가중표준화 바닥충격음 레벨 차이인 가중바닥충격음 레벨 감쇠량은 다음의 Table 4 와 같다.

Table 4 Weighted reduction in impact sound pressure level.

구분	제품 유형	구조명	구조내역	가중 바닥충격음 레벨 감쇠량 ( $\Delta L_w$ )
1	뜯 구조	뜯구조 1	3.5mm	24 dB
2		뜯구조 2	4.5mm	28 dB
3	S/F 구조	S/F 1	4.5mm	24 dB
4		S/F 2	6.5mm	25 dB
5		S/F 3	6.5mm	25 dB
6		S/F 4	8.0mm	28 dB

이상의 결과에서 알 수 있듯이 실험대상구조중 2번구조(뜯구조4.5mm) 와 6번구조(S/F구조8.0mm)가 가장 우수한 가중 바닥충격음 레벨 감쇠량 ( $\Delta L_w$ )인 28dB를 나타내고 있으며 1번구조(뜯구조3.5mm)과 3번구조(S/F구조4.5mm)가 가장 낮은 감쇠량인 24dB를 나타내고 있고 4번구조

(S/F6.5mm) 와 5번구조(S/F구조6.5mm)는 25dB의 각종 바닥충격음 레벨 감소량 ( $\Delta L_w$ )을 나타내 유사한 특성을 보이고 있다.

이러한 결과는 단일수치 평가량과 동일한 결과를 보이고 있는바, 향후 바닥충격음을 저감하기 위하여 바닥마감재를 설계할 경우 중요한 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 5. 결 론

L사가 개발한 6종의 바닥마감재를 대상으로 전남대학교 잔향실험실에서 바닥충격음 차음특성을 비교 평가하는 실험을 실시하였으며 본 연구를 통해 도출된 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 탄성을 갖는 바닥마감재는 충격음이 갖는 고주파수 성분의 저감에 효과적이며 바닥마감재의 하부구조 형상이 동일할 경우 두께가 증가할 수록 바닥충격음 차단에 효과적이다.
2. 하부발포층의 발포Cell을 직립Cell 형상의 고탄성 구조로 구성하거나 하부발포층 이면에 복원력과 탄성력이 우수한 부분적층 구조를 추가로 부가한 이중발포 Foam 구조를 형성함으로써 바닥마감재에 의한 바닥충격음 차단성능을 향상시킬 수 있다.
3. 동일한 두께를 갖는 바닥마감재일 경우 하부구조가 일반바닥마감재의 형상을 갖는 것 보다 부분적층을 갖는 뜬구조가 바닥충격음 차단에 효과적이다.

## 참고 문헌

1. 김선우, 「공동주택 바닥충격음 차음성능 평가에 관한 연구」, 서울대학교 박사학위논문, 1989. 8.
2. 건설교통부, 기존건물의 바닥충격음 저감을 위한 보수·보강 기술, 2001. 11
3. 本建築學會, 『建物の遮音設計資料』, 技報堂出版, 1988. 7
4. 日本音響材料協會, 『遮音材料』, 技報堂, 1976. 7
5. L. Cremer, M. Heckl, 『Structure-Borne Sound』, Springer-Verlag, 1973.