

완충층 조합에 따른 바닥충격음 차단성능 변화 사례연구 -T사의 사례를 중심으로-

A Case Study on the Floor Impact Sound Insulation Characteristics due to Resilient Layer Compositions - Focused in T company's products -

신 훈* · 백건중** · 송민정*** · 장길수†

Hoon Shin, Gun-Jong Back, Min-Jeong Song and Gil-Soo Jang

Key Words : Floor Impact Sound(바닥충격음), Resilient Material(완충재), Test Lab(실험동)

ABSTRACT

Floor impact sound insulation performance of floor resilient materials produced by T company were tested in T company's lab.

The results of this study can be summarized as follows. 1) Thickness changes of materials or arrangement order of materials are not much influential in floor impact sound insulation performance. 2) PS sheet and PP sheet upper part location is optimal association in reducing sound at low frequencies. 3) Composition of different form resilient materials' performance is better than that of similar form composition's.

1. 서 론

현대주거의 대표적인 공동주택은 벽과 바닥을 공유하는 주거형태이므로 필연적으로 상하층 및 인접세대간의 소음 진동 문제가 야기된다. 특히, 아이들 뛰노는 소리, 걷는 소리 그리고 발자국 소리 등 바닥충격음 계통의 소음이 입주자의 불만을 유발하여 주거 성능을 결정하는 가장 중요한 인자로 등장하게 되었다.[1]

이와 같이 공동주택에서의 바닥충격음 문제가 사회문제로 대두되면서 건설교통부에서는 바닥충격음 문제를 해결하기 위한 방편으로 '주택건설기준 등에 관한 규정 제14조 3항'의 규정(공동주택의 바닥은 각 층간의 바닥충격음 충분히 차단할 수 있는 구조로 하여야 한다)을 구체적인 성

능기준(중량충격음 50dB 이하, 경량충격음 58dB 이하)과 시방기준(성능기준을 만족할 수 있는 대표적인 표준바닥구조 또는 인정바닥구조)으로 구분하여 개정 고시하였다.

이러한 법제화에 따라 바닥충격음 문제를 해결하기 위한 인정바닥구조¹⁾에 대해 완충재 생산 업체들의 관심이 높아지고 있다. 완충재 제품개발 시 충격음 차단성능을 예측하는 방법으로 바닥충격음 완충재의 동탄성 계수 및 손실 계수 등에 평가는 기존 연구에 의하면 완충재의 동탄성 계수가 낮을수록 경량충격음의 차단효과가 증가하지만[2] 중량충격음에 대해서는 현재 다양한 재료에 대한 상관관계를 파악해 가고 있는 실정이다[3] [4] [5].

이에 본 연구에서는 다양한 바닥 완충재 조합에 따른 바닥충격음 완충재 제품개발을 위해 T사에서 생산되는 바닥충격음 완충재를 대상으로 바닥충격음 실험동에서 완충층 시편 종류 및 조합방법 등에 따른 바닥충격음 레벨 변화 사례를 연구 분석하였다.

† 교신저자; 동신대학교 문화건축학부
E-mail : gsjang@dsu.ac.kr
Tel : (061) 330-3123, Fax : (061) 330-2815

* 전남대학교 일반대학원 건축공학과

** 동신대학교 일반대학원 건축공학과

*** 전남대학교 바이오하우징연구사업단

1) 인정기관의 인정서에 명시된 등급에 해당하는 수준 정도 바닥충격음 차단성능을 확보한 것임을 의미하며, 건설교통부고시 제2005-189호에 의한 바닥충격음 차단성능 인정기관은 한국건설기술연구원과 대한주택공사가 있다.

2. 실험 방법 및 대상

2.1 실험개요

(1) 바닥충격음 실험동의 개요

다양한 완충재의 충격음 차단성능을 객관적인 조건에서 비교평가하기 위해서는 동일한 조건의 현장에서 시험시공한 후 각각의 차단성능 레벨을 평가하여야 한다.

따라서 본 연구에서는 T사와 협력하여 거실환경을 반영하여 만들어진 바닥충격음 실험동에서 실험을 실시하였다.

표 1. 바닥충격음 실험동의 개요

| 구분 | 내용 |
|--------|---------------------------------|
| 슬래브 두께 | 180mm |
| 크기 | 4,200mm×5,500mm×2,400mm |
| 용적 | 54.44m ³ |
| 구조 | 철근콘크리트 (210kg/cm ³) |
| 시편의 크기 | 3,000mm×3,000mm |



그림 1. 실험동에 시편설치 및 실험장면

(2) 실험방법

본 연구에서는 바닥충격음 실험동 상부(음원실)에 완충재를 설치하고 미리 제작된 콘크리트 누름판(두께 80mm=경량 기포콘크리트 40mm + 마감콘크리트 40mm)을 호이스트를 사용하여 올려놓은 상태에서 실험하였다. 실험은 실험실 맨바닥에 대한 바닥충격음 레벨을 측정한 다음에 완충재와 누름판이 설치된 상태에서 측정한 바닥충격음 레벨을 비교평

가하였다.

(3) 측정 방법 및 장비

측정은 2001년 6월 19에 개정 및 제정된 새로운 규격(KS F 2810-1, KS F 2810-2)에 준하여 실시하였다. 바닥충격음 실험동 하부(수음실)는 창호 및 외부사시를 시공하여 외부로부터 유입되는 배경소음을 차단하였다. 또한 벽체마감은 없는 상태였으며 천장은 시공되지 않았다. 수음실 내부에는 마이크로폰을 중앙부와 4개의 모서리부분에 마이크로폰을 1.2m 높이에 고정하여 설치하였고, 충격원은 중앙부만을 가진하여 측정하였다. 한편, 측정에 사용된 측정장비는 다음과 같다.

- 마이크로폰 : SV MI17 (1/4 inch) - 에스브이(주)
- 주파수분석장치: SA-01 (AS-20PE4) - Rion
- Sound source: B&K Type 4224 - B&K
- 충격음 발생기 : Tapping Machine - B&K Type3204
Bang Machine - 일본 사쯔끼사
- 노트북 및 삼각대의 기타 부속장비

2.2 실험대상

본 연구에서 사용된 완충재는 PP, PE, PS, AL 등의 재질을 조합하여 사용하였다. 실험대상 완충재의 재질 조합 및 두께는 표 2와 같다.

표 2. 실험대상 완충재 구성

| 구 조 | 완충재 구성(mm=T) | 비고 |
|-----|---------------------------------------|-------|
| 0 | 맨바닥(180T) | 기준 |
| 1 | PE 6TAL + 성형10T + 10T 타공 + PE 4T | 배열 구성 |
| 2 | PE 4T + 10T 타공 + 성형10T + PE 6TAL | |
| 3 | PE 3T + 8T 타공 + PE 4T(8배) + 성형15T | |
| 4 | PE 5T + 10T 타공 + PS 시트 + PE 10T(홈) | |
| 5 | PE 7T + 10T 성형 + PP (3T) + 10T 타공 | |
| 6 | PS 시트 + 10T 타공 + PS 시트 + 10T 성형 | |
| 7 | PS 5T + 10T 타공 + 10T 성형 + PE 5T | |
| 8 | PS 5T + 10T 성형 + 10T 타공 + PE 5T | |
| 9 | PE 5T + PS 5T + 10T 성형 + 10T 타공 | |
| 10 | PE 5T + 성형 10T + 10T 타공 + PE 5T | |
| 11 | PS시트 + PE 10T + 10T 타공 + 10T 성형 | |
| A | PP시트 + 10T 성형(O) + 타공 10T + 10T 성형(O) | 성형 형태 |
| B | PP시트 + 10T 성형(B) + 타공 10T + 10T 성형(B) | |
| C | PP시트 + 12T 성형(M) + 타공 6T + 12T 성형(M) | |
| D | PP시트 + 10T 성형(E) + 타공 6T + 12T 성형(M) | |
| E | PS시트 + 10T 성형(O) + 타공 10T + 10T 성형(O) | |
| F | PS시트 + 10T 성형(B) + 타공 10T + 10T 성형(O) | |
| G | PS시트 + 12T 성형(M) + 타공 6T + 12T 성형(M) | |
| H | PS시트 + 10T 성형(E) + 타공 6T + 12T 성형(M) | |

※ AL :은박단열재,

O, B, M : 성형형상 type을 의미함

3. 실험 결과 및 분석

본 연구에서 실험결과는 KS F 2863 - 1, 2 [건물 및 건물부재의 바닥 충격음 차단성능 평가방법 - 제1부 : 표준 경량충격원에 대한 차단 성능, 제2부 : 표준 중량충격원에 대한 차단성능]의 역 A 특성 곡선을 이용한 단일수치량 및 맨바닥 슬래브 상태와의 저감량을 이용하여 비교 평가하였다. 여기서 저감량은 다음 식 1을 이용하여 평가하였다.

$$\Delta L = L_{slab} - L_{resilient} \quad \text{식 1}$$

L_{slab} : 맨슬래브의 바닥충격음레벨(dB)

$L_{resilient}$: 완충재가 설치된 구조의 바닥충격음레벨(dB)

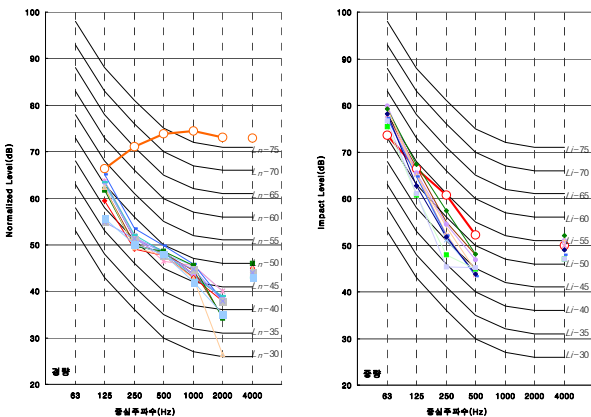
3.1 완충재 배열 구성에 따른 영향

완충재를 구성하는 재질의 배열구성에 따른 바닥충격음 차단성능 단일수치 및 저감량 측정결과를 살펴보면 표 3과 같다.

표 3. 배열구성에 따른 측정결과

| 구분 | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 경량 | 단일수치 | 73 | 46 | 46 | 45 | 44 | 44 | 43 | 45 | 46 | 45 | 44 | 43 |
| | ΔL | - | 27 | 27 | 28 | 29 | 29 | 30 | 28 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 중량 | 단일수치 | 50 | 50 | 50 | 51 | 51 | 51 | 48 | 49 | 52 | 51 | 47 | 47 |
| | ΔL | - | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | 2 | 1 | -2 | -1 | 3 | 3 |

바닥충격음 실험동의 맨바닥 슬래브 상태에서 측정된 결과와 비교할 때 경량충격음은 실험대상 완충재 시편 전체가 충격레벨이 약 30dB 정도 저감되는 것을 알 수 있었다. 하지만 중량충격음은 6, 10, 11번 조합구성을 제외하고 맨바닥 슬래브 상태에서 측정된 결과와 같이 유사하거나 도리어 상승하는 결과가 나타났다.



a) 경량충격음 b) 중량충격음
그림 2. 배열구성에 따른 측정 주파수 특성

측정된 바닥충격음 주파수 특성을 살펴보면, 경량충격음의 경우에는 그림 2의 a)의 나타난 바와 같이 맨바닥 슬래브 상태에서 평가된 주파수레벨과 비교할 때 측정주파수대역별 전체에 저감효과가 나타나는 것을 알 수 있었다. 하지만, 중량충격음의 경우에는 그림 2의 b)에 나타난 바와 같이 PS 시트 계열의 완충재 재질을 사용한 시편을 제외하고 공진 등으로 63Hz와 125Hz에서 맨바닥 슬래브 상태에서 평가한 레벨보다 모두 높게 나타는 경향을 보였다.

위의 결과를 정리하면 같은 재질을 사용하여 배열구성에 사용하였을 경우에는 재질별 두께변화나 재질의 구성순서를 변화하여도 바닥충격음레벨에 큰 영향을 주지 않는다는 알 수 있었다. 하지만 중량충격음의 경우에는 PS시트 계열을 재질을 배열구성의 상부에 위치하였을 경우에 저주파수 측정대역에서 다른 재질을 사용하였을 경우보다 충격력 저감 효과가 커지는 것을 알 수 있었다.

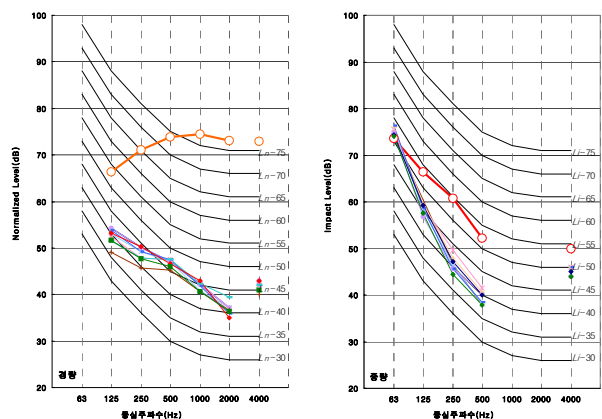
3.2 완충재 성형 형태에 따른 영향

완충재를 구성하는 재질의 성형형태에 따른 바닥충격음 차단성능을 단일수치 및 저감량 측정결과를 살펴보면 표 4와 같다.

표 4. 성형형태에 따른 측정결과

| 구분 | | 0 | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 경량 | 단일수치 | 73 | 42 | 42 | 43 | 40 | 42 | 42 | 43 | 41 |
| | ΔL | - | 31 | 31 | 30 | 33 | 31 | 31 | 30 | 32 |
| 중량 | 단일수치 | 50 | 46 | 46 | 46 | 44 | 46 | 46 | 45 | 44 |
| | ΔL | - | 4 | 4 | 4 | 6 | 4 | 4 | 5 | 6 |

경량충격음의 경우에는 3.1의 재질 배열구성에서와 마찬가지로 맨바닥 슬래브 상태에서 측정된 결과보다 약 30dB 정도 저감되는 것을 알 수 있었다. 또한 중량충격음의 경우에도 실험대상 완충재 시편 전체 측정결과, 단일수치로 환산했을 때 약 5dB 정도 저감되는 것을 알 수 있었다.



a) 경량충격음 b) 중량충격음
그림 3. 성형형태에 따른 충격레벨 변화

측정된 바닥충격음 주파수 특성을 살펴보면 경량충격음은 그림 3의 a)에서와 재질 조합구성의 그림 2의 a)와 비교하였을 때 125Hz에서 충격음레벨 저감효과가 매우 우수하게 나타났다. 또한 중량충격음의 경우에는 그림 3의 b)와 같이 125Hz에서 맨바닥 슬래브 상태에서 평가한 결과와 비교했을 경우에도 실험대상 시편의 충격음레벨 저감효과가 나타나고 있었다. 3.1에서 나타난 결과와 같이 PS시트와 PP시트를 조합구성 상부에 위치하였을 경우에 저주파수에 충격음레벨 저감효과가 우수하다는 것을 알 수 있었다.

한편, 같은 성형형태를 같이 조합된 완충재보다는 서로 상이한 성형형태를 조합하였을 경우에 경량 및 중량 충격음레벨에서 매우 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 T사에서 생산되는 바닥충격음 완충재를 대상으로 바닥충격음 실험동에서 완충재 시편 종류 및 조합방법 등에 따른 바닥충격음 레벨 변화를 분석하였고 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 같은 재질을 사용하여 배열구성을 다양하게 사용하여 완충재를 제작하였을 경우에는 재질별 두께변화나 재질의 구성순서를 변화하여도 바닥충격음레벨에 큰 영향을 주지 않는다는 알 수 있었다. 하지만 중량충격음의 경우에는 PS시트 계열을 재질을 배열구성의 상부에 위치하였을 경우에 저주파수 측정대역에서 다른 재질을 사용하였을 경우보다 충격력 저감 효과가 양호하게 나타났다.

둘째, PS시트와 PP시트의 재질을 배열구성의 상위에 놓고 성형형태를 변화시켜 바닥충격음 차단성능을 비교 평가하면, 경량충격음과 중량충격음 모두에서 125Hz 주파수대역의 충격음레벨 저감효과가 양호하다는 것을 알 수 있었다.

셋째, 같은 성형형태를 갖는 완충재 재질끼리 구성하여 제작된 완충재보다는 서로 상이한 성형형태를 갖는 재질을 사용하여 조합구성을 하였을 경우에 경량 및 중량 충격음레벨에서 매우 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구에서는 인장바닥구조 바닥충격음 완충재의 효과적인 제품개발을 위해 바닥충격음 실험동에서 완충재 조합변화에 대해 비교평가를 하였다. 하지만, 사용된 바닥충격음 실험동은 중량충격원의 충격을 받는 시편과 벽체가 절연이 되어 있는 구조적 특성상 저감효과가 크게 나는 경향이 있다. 추후, 본 실험동의 측정결과를 공동주택 신축현장에 적용한 결과와 비교함으로써 실험방법의 타당성과 신뢰성을 확인해 나가고자 한다.

후 기

“본 논문은 2008년 교육인적자원부의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임”(지방연구중심대학육성사업/바이오하우징사업단).

참 고 문 헌

- (1) 송민정, 2003, “축소실험실을 이용한 경량충격음 차음성능예측에 관한 연구”, 전남대학교 박사학위논문.
- (2) 이주원 외2명, 2003, “충격음 저감재의 동특성과 실험실 경량충격음레벨 저감량의 상관관계”, 한국소음진동공학회 추계학술발표논문집, pp.191~195.
- (3) 양수영 외 4명, 2005, “바닥충격음 완충재의 동적특성과 소음저감 성능 비교”, 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집, pp.275~278.
- (4) 임정빈 외 3명, 2007, “완충재의 구성에 따른 동탄성계수 변화에 관한 연구”, 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집, KSNE07A-43-02.
- (5) 김경우 외 4명, 2007, “완충재 종류에 따른 중량바닥충격음 저감특성 평가”, 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집, KSNE07A-43-01.
- (6) 김선우 외 2명, 2005, “완충구조에 의한 공동주택 바닥충격음 차단성능 변화 연구”, 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집, pp.79~82.
- (7) 건설교통부 고시 제2006-435호 2006.10.18, “공동주택 바닥충격음차단구조인정및관리기준”.
- (8) 박철용 외 4명, 2007, “축소모형 시험관을 이용한 바닥충격음 측정방법에 관한 연구”, 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집, KSNVE07A-52-01.