

T사 바닥충격음 실험동 소개

Introduction of Floor Impact Sound Insulation Performance Test Lab. of T Company

백건중* · 신훈** · 송민정*** · 장길수†

Baek, Geon-Jong, Shin, Hoon, Song, Min-Jeong and Jang, Gil-Soo

Key Words : Floor Impact Sound(바닥충격음), Performance Evaluation(성능평가), Test Lab(실험동)

ABSTRACT

To develop floor impact sound resilient materials of apartment house effectively, floor impact sound insulation performance test lab. was designed and constructed in T company.

Introducing specification and basic performance of this lab. could be helpful in plan and design of another lab.

Floor space size of this lab. is 4.2m×5.5m and this size is similar with that of living room of usual apartment house's (about 100m²) and the height of lab. is 2.4m. Slab thickness is designed by 180mm. Frequency characteristics is similar to general apartment house. Reverberation time of sound receiving room displays 1.26sec in 125Hz by establishing sound-absorbing materials. For light weight impact sound insulation performance of concrete bare floor structure is estimated by $L_{i,AW} = 73$ and for heavy weight is estimated by $L_{i,Fmax,AW} = 50$. Sound pressure level distribution of sound receiving room is ranged very uniformly.

With these results, floor impact sound resilient materials could be evaluated and the results could be trusted by comparison tests.

1. 서 론

국민의 50% 이상이 공동주택에서 생활하게 되면서 바닥충격음에 대한 차음성능의 양부가 공동주택의 질 또는 양부를 가하는 주요 인자로 여겨지게 되었다. 급기야 이러한 인식은 차음성능 기준을 법제화하기에 이르렀고, 인정바닥구조를 확보하려는 시공업체의 노력이 부단히 이루어지고 있다.

바닥슬래브 두께를 180mm로 제한하고, 이에 적절한 완충재를 부가하여 인정바닥구조를 만족할 수 있는 바닥구조 개발에 많은 시간과 자본을 투자하고 있다. 그러나 Full scale 의 현장실험 또는 실험실 실험을 위해서는 많은 인력과 시간, 자본이 소요되므로 보다 효율적으로 설계 단계에서 바닥구조의 차음성능을 예측 또는 비교할 수 있는 방법이 다각적으로 모색되고 있다. 그 중의 하나가 축소모형 시험관을 이용하거나, 축소 시험동 구조모형을 이용하려는

시도 등이다. 그러나 이러한 방법은 복잡한 고체전달음의 메커니즘을 단순화시킴으로써 발생하는 예측 오차를 확인하기 곤란하고, 표준 충격원 특히 중량 충격원을 가진 하는 경우, 시험관의 흔들림으로 인해 상대 비교도 용이하지 않은 것으로 나타났다. 그나마 실험을 위한 현장의 섭외도 어렵고, 어렵사리 섭외한 현장도 주변여건이나 시편 교체의 불편 등 실험 여건이 매우 열악한 실정이다. 따라서 상시 측정이 가능하고 차음성능을 객관적으로 검증할 수 있는 경제적인 소규모의 실험 시설이 요구되었다.

여기에서 소개하는 바닥충격음 실험동은 바닥충격음 완충재를 효과적으로 개발하기 위해 T사에 구축된 일종의 실험동이다. 이 실험동은 기존의 연구에서 시도된 축소모형 시험관이 소규모 (750mm×1,000mm)인데 반해 일반 아파트의 거실면적을 반영하였고, 거실의 평면형태가 부엌이나 식당 공간과 막힘없이 연결되어 있다는 점을 고려하였다.

여기에서는 T사의 바닥충격음 실험동의 구조와 음향성능을 소개함으로써 바닥충격음 완충재 개발을 위한 가능성을 함께 논의코자 하는 것이다.

2. 바닥충격음 실험동의 개요

2.1 실험동의 설계

T사의 실험동은 일반 공동주택의 거실을 고려하여 설계되었다는 점에서 한국건설기술연구원이나 대한주택공사의

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

* 동신대학교 대학원 건축공학과
** 전남대학교 대학원 건축공학과
*** 전남대학교 바이오하우징연구사업단

표준 실험동과 유사한 개념으로 접근하였다. 하지만, 대부분의 공동주택에서 거실의 경우는 주방 및 연결공간들과 구획되어 있지 않다. 따라서 실험동의 실의 크기는 4.2m×8.2m에서 거실은 보통 규모의 공동주택(약 100㎡)에서 채택하고 있는 거실 바닥면적 23~25㎡ 기준으로 4.2m×5.5m(약 23㎡)로 하였고, 층고는 2.4m로 하였다.

이러한 수음실의 규모 (4.2×5.5×2.4≃55㎡)는 ISO에서 규정하는 바닥충격음 실험실의 체적(50㎡ 이상)을 만족하며, 실의 장단비도 1:1.31로서 적절하다고 판단하였다.

바닥슬래브는 앞서 언급한 바와 같이 180mm로 하였으며, 콘크리트 설계 기준강도는 210kg/cm²로 설계하였다.

바닥충격음 가진실은 당초 1m 높이의 벽체를 수직으로 연장하여 콘크리트 난간을 준 옥상 형태로 계획하였으나, 우천시 수평바닥의 배수곤란과 바닥 상부 구조체의 수직이동 크레인을 고려하여 경량지붕을 갖춘 2층 형태의 실로서 구성하였다. 표 1은 실험동의 개요를 나타내며, 그림 1은 실험동의 평면 및 단면도를 나타낸다.

표 1. 바닥충격음 실험동의 개요

구분	개요
실험동 모델	100㎡ 규모의 공동주택
실험동 바닥면적	4.2m×8.2m
실험동 거실면적	4.2m×5.5m
실험동 층고	2400mm
슬래브 두께	180mm
설계기준강도	210kg/cm ²

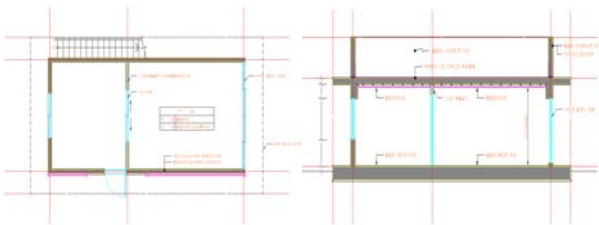


그림 1. 바닥충격음 실험동의 평면도 및 단면도

2.2 실험동의 구조

실험동의 구조는 일반 공동주택의 구조인 철근콘크리트 벽식구조이나, 기존의 인증기관에서 구축하고 있는 인접실과 연속하는 형태가 아닌 단독 2개 층의 단독 2개 층의 단독 주택의 형식을 취하고 있다. 이는 인증기관의 실험동이 완성된 바닥구조의 성능을 평가하기 위한 것인데 반해, 본 실험동은 완충재의 삽입효과를 보다 큰 스케일의 바닥구조로서 확인하기 위함이었다.

3. 바닥충격음 실험동의 성능평가

바닥충격음 차단성능 개선에 직접적인 영향을 미치는 완충재의 효과를 생산현장에서 즉시 확인함으로써 완충재를 보

다 효율적으로 개발할 수 있다. 바닥충격음 개선효과를 파악하는데 필요한 실험동의 주요 성능을 평가하였으며, 그 측정 결과를 소개하고자 한다.

3.1 수음실의 흡음성능

(1) 실험개요

KS F 2810-1 바닥충격음 차단성능 현장 측정방법(표준경량충격원에 의한 방법)에 따른 경량충격음 차단 성능을 평가하는 경우 잔향시간을 측정하여 흡음력을 보정하도록 하고 있다. 따라서 수음실의 잔향시간을 명확히 하는 것이 필요할 뿐만 아니라 ISO에서 규정하는 수음실의 적정 잔향시간을 확인할 필요가 있다.

(2) 실험방법

흡음재를 배치하지 않은 상태와 적절한 흡음재를 배치한 상태의 잔향시간을 측정하였다. 또한 비교의 목적으로 유사한 규모의 공동주택 거실 A와 B의 측정도 병행하였다. 측정을 위해 수음실에 스피커를 1점에 설치하였고 마이크로폰은 KS F 2810-1에서 규정하는 바와 같이 중앙점을 포함한 5개 지점에 설치하였다. ISO에서 규정하는 노이즈 단속법에 의해 1/3 옥타브밴드 마다 잔향 감쇠곡선을 구하고 곡선의 기울기로부터 잔향시간을 산출하였다. 초기레벨에 대해 -20dB까지의 감쇠로부터 최소 제곱법에 의한 직선회귀 수법을 이용하여 잔향시간을 산출하였다.

(3) 결과 및 분석

잔향시간의 측정결과는 표2와 같다.

표 2. 실험동 수음실의 잔향시간 측정결과 (단위:sec)

주파수 수음실	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz
흡음재 없음	3.28	3.02	1.39	1.13	1.14
흡음재 배치	1.26	1.21	1.02	0.8	0.79
A 거실	1.1	1.05	1.04	0.91	0.77
B 거실	1.14	0.95	0.98	0.97	0.78
표준잔향시간	0.99	0.86	1.24	1.21	0.99

표를 통해 알 수 있듯이 흡음재 설치 이전의 잔향시간은 125Hz에서 3.28초에 이르는 등 매우 긴 잔향시간을 나타냈다. 이는 일반 공동주택의 거실인 A와 B실에 비해 상대적으로 흡음력이 낮다는 의미로서 흡음력 보강이 필요하였다. ISO에서 규정하는 수음실의 잔향시간은 정상 실험조건에서 지나치게 길거나 짧아서는 안된다. 만약 저주파수 대역에서 2초 이상이거나 1초 이하이면 충격음 차음성능의 측정값이 잔향시간에 의해 영향을 받지 검토하도록 하고 있다. 따라서 흡음재 배치를 통해 확보한 수음실의 잔향시간은 적절하다고 판단하였다.

3.2 바닥충격음 차단성능

(1) 실험 개요

본 실험동의 궁극적 목적은 바닥충격음 차단재료의 정확한 성능 비교 및 예측에 있다. 따라서 맨바닥 슬래브의 바닥충격음 차단성능을 정확히 파악하는 것이 필요하며, 이후 완충층 설치에 따른 바닥충격음의 저감효과를 객관적으로 나타낼 수 있어야 한다.

본 실험에서는 콘크리트 맨바닥 구조체의 경량 및 중량 충격원에 대한 차단성능을 평가하고 기존의 실험동과 비교하여 실험동의 유효성을 파악하고자 하였다.

(2) 실험 방법 및 장비

KS F 2810-1과 KS F 2810-2에 준하여 측정을 실시하였다. 다만, 음원실의 가진점은 상부 콘크리트판(경량기포콘크리트+마감모르타)의 크기를 고려하여, 중앙점 1점으로 하였고, 수음점은 가진점을 중앙점으로 하는 5개 대칭점을 선정하였다. 이는 일반 공동주택의 거실이 인접한 부엌과 식당에 열린 구조로 되어 있는 상태를 고려하기 위함이었다. 마이크로폰의 위치는 바닥면으로부터 1.2(표준 중량충격원에 의한 방법)에 따라 실시하였다. 측정은 음원실의 중앙을 1지점으로 선정하여 가진하고 수음실의 중앙점을 포함한 5개 지점을 선정하여 바닥면으로 1.2m 높이에 마이크로폰을 설치하였다. 그림 4는 충격원의 가진 위치이며 다음 그림은 수음실의 마이크로폰 위치를 나타낸 것이다.

한편 실험장비는 다음과 같이 구성하였다.

- 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 사쓰끼사
- 노트북 및 삼각대의 기타 부속장비

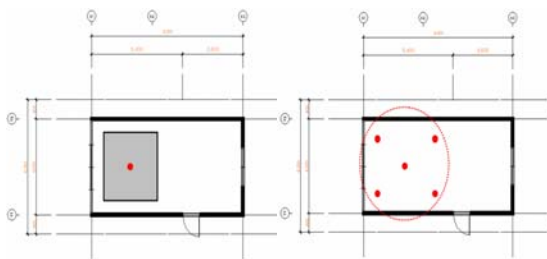


그림 2. 충격원의 가진 위치 및 마이크로 폰 수음 위치

(3) 평가방법

실험동의 맨바닥 슬래브에 대한 바닥충격음 차단성능 평가는 KS F 2863-1(경량충격원에 대한 바닥충격음 차단성능 평가방법)과 KS F 2863-2(중량충격원에 대한 바닥충격음 차단성능 평가방법)에 의해 이루어졌다. 측정된 바닥충격음레벨은 역 A특성 가중바닥충격음레벨로 평가하였다.

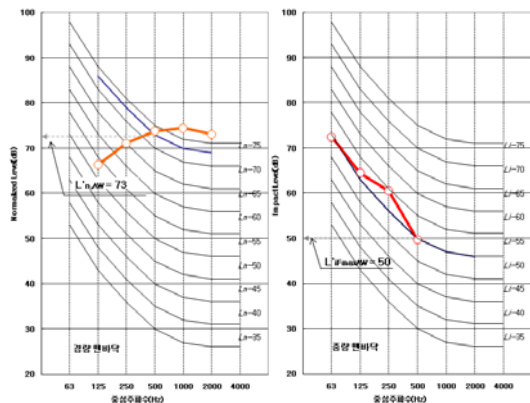
(4) 결과 및 분석

측정한 결과 표 3과 같고, 이를 주파수특성으로 도시하면 그림 3과 같다. 표 3에서 알 수 있듯이, 본 실험동 맨바닥 슬래브의 경량충격원에 대한 차단성능은 $L_{i,AW}=73$, 중량충격원에 대한 차단성능은 $L_{i,Fmax,AW}=50$ 으로 평가되었다. 이러한 결과는 국내 3개의 표준실험동(A, B, C)과 비교할 때, 경량충격음에 대해서는 상대적으로 높게 나타났으나 실험동 맨바닥슬래브의 차단성능은 거의 유사하다고 평가할 수 있었다.

그림 3의 주파수특성도 일반적인 공동주택에서 나타나는 특성과 유사하게 나타나, 현장조건의 실험을 통해 바닥완충재를 비교평가하고 개발하고자 하는 목적에 잘 부합하는 것으로 판단하였다.

표 3. 실험주택별 바닥충격음 차단성능 (맨슬래브)

바닥 충격음		본 실험동	A 실험동	B 실험동	C 실험동
역 A 특성 가중 바닥충격음 레벨	경량 충격음	73	69	70	71
	중량 충격음	50	49	51	52



a) 경량충격음 b) 중량충격음

그림3. 바닥충격음 실험동의 바닥충격음 레벨

3.3 수음실 음압분포

(1) 실험개요

측정값의 재현성 및 반복성 즉 신뢰성을 위해서는 측정 위치별 변동이 최소화되어야 한다. 이를 확인하기 위해 본 실험동의 수음실에 대해 수음점의 위치를 보다 세분화하여 격자 형태의 수음점을 설정하였다. 4.2m×5.5m의 수음실을 각각 0.15m, 0.28m 간격으로 나누어 가로방향 15점, 세로방향 17지점의 총 255개 수음점을 취하였으며, 수음점 위치별 바닥충격음 레벨의 변동특성을 파악하고자 하였다.

(2) 실험방법

수음점의 레벨 변동 요인을 최소화하기 위해 가로방향의

