

# 바닥충격음 표준충격원 및 실제충격원의 물리적 특성 분석

Analysis of Physical Characteristics Floor Impact Source between Living and Standard

김율\*, 강종구\*, 박현구\*\*, 이태강\*\*, 김선우†

Yull Kim, Jong Ku Kang, Hyeon Ku Park, Tai Kang Lee and Sun-Woo Kim

## 1. 서 론

서양에서는 여성의 하이힐을 바닥충격음의 대표적인 것으로 정하고 이와 유사성을 나타내하고자 경량충격원(Tapping machine)을 개발하여 사용해왔고, 우리나라와 일본에서는 서양에서와 달리 신을 실내에서 신지 않는 점에 착안하여 걷거나 뛰는 상황을 재현한 중량충격원(Bang machine)을 병행하여 슬래브의 차음성능 평가에 사용하여 왔다. 그러나 이러한 충격원에 의한 차음성능을 평가하기 위해서는 경량 및 중량 충격원에 의하여 발생하는 바닥충격음과 실제 생활 속에서 발생하는 바닥충격음과의 유사성이 먼저 밝혀져야 할 것이며, 지속적으로 표준충격원의 적절성에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다. 이러한 연구는 표준충격원의 바닥충격을 측정치의 신뢰성 확보를 위해서도 반드시 필요한 단계라 할 수 있다.

따라서 본 연구는 바닥충격음 차단성능 측정 및 평가에 사용되는 ISO, KS 및 JIS에 규정된 중량표준충격음(Bang Machine, Impact Ball), 경량표준충격음(Tapping Machine)과 실제 거주 공간에서 발생하는 충격원의 물리적 특성을 비교, 분석과 함께 추후 연구에서 심리적인 반응까지 분석함으로써 바닥충격음 표준충격원 타당성 검증을 하고자 하였다. 이를 통해 실생활의 바닥충격음 문제의 해결에 기여할 수 있게 될 것으로 생각된다.

## 2. 음원의 선정 및 측정

### 2.1 음원의 조사 및 선정

표준충격음원과의 비교를 위해 실제 거주공간에서 발생하는 소리의 종류를 문헌과 관찰을 통해 조사하였다. 최초 30여개의 다양한 실제충격원을 선정하였고, 조사된 실제음원은 음원의 재질이 비슷한 음원을 Group으로 묶어서 대표성을 갖는 음원으로 통합하였다. 이는 조사된 내용을 바탕으로 상호 유사한 특성들을 정리하고, 소리의 발생 빈도가 현저하게 낮다고 생각되는 음원들을 제외한 후 최종적으로 실험에 사용할 음원을 정리하였다. 사람의 경우 통계청 자료를 인용해 각각 평균

몸무게인 모델을 찾아 실험을 실시 하였다. Table 1은 실제로 발생하는 음원들 중 실험에 사용된 8개의 실제음원과 임팩트 볼을 포함한 표준충격음원 3개로 전체 11개의 음원을 선정하였다.

Table 1. Objective impact sources and physical characteristics

	No	Impact source	Height	Weight
Living Floor Impact Sound	1	Dry cell	20, 40, 60, 80, 100 (cm)	23.80g
	2	Baseball		132.10g
	3	Golf ball		45.85g
	4	Child running	10yrs.	30kg
	5	Adult walking (male)	30yrs.	70.01kg
	6	Adult walking (female)	32yrs.	52.09kg
	7	Child jumping	20, 40 (cm)	30kg
	8	Adult jumping		70.01kg
Standard Floor Impact Sound	9	Tapping Machine	-	-
	10	Bang Machine	85 (cm)	-
	11	Ball	100 (cm)	-

### 2.2 충격음 측정 방법

충격음의 물리적 특성을 비교하기 위해 각각 충격력의 크기 및 시간대별 특성을 분석하기 위한 로드셀 측정 및 현장에서 실제 발생시 주파수특성을 분석하기 위한 현장측정을 실시하였다. 상부에서 낙하하여 충격음을 발생하는 음원의 경우 낙하 높이를 각각 20cm, 40cm, 60cm, 80cm, 100cm로 하였으며, 점프의 경우 실제 경우를 가정하여 각각 20cm, 40cm, 로 하였다. 태핑머신과 걷기의 경우에는 별도의 높이가 없이 한 종류의 음원만을 대상으로 하였다. 현장 측정은 배경소음이 낮은 야간에 실시하였으며, 가진점은 거실의 중앙을 대상으로 하였다. 실험 데이터의 신뢰성 확보를 위해 음원마다 각각 3회 이상씩 낙하시켜 정상적으로 발생하는 소리만을 분석대상으로 하였으며, 사람에 의해 발생하는 소리는 다수의 반복측정을 실시하여 많은 데이터를 비교하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 충격력 특성

Fig. 1은 대상 음원들의 충격력에 대한 시간적 특성을 나타낸 것이다. 충격력 측정은 로드셀을 이용하였으며, 시간에 따

† 교신저자: 전남대학교 건축학부 교수, 공학박사

E-mail : swk@chonnam.ac.kr

Tel: (062) 530-1635 Fax: (062) 530-0780

\* 전남대학교 대학원 건축공학과 석사과정

\*\* 전남대학교 바이오하우징연구소, 공학박사

큰 충격력의 크기 및 특성을 비교하고자 하였다. 전반적으로 표준중량충격음원과 실제충격원 중 외형이 구형(球形)을 하고 있는 음원의 특성이 유사하게 나타났다. 태핑머신의 경우 연속적으로 발생하는 특성이 있으나 로드셀의 해상도를 높여 측정 한 후 단발 충격에 대한 부분만을 그림으로 표현하였다. 사람에게 의해 발생하는 음원의 충격력은 점프의 경우 바닥에 부딪히는 순간 충격력이 최대가 되며, 그 후 최대의 50% 정도의 충격력이 얼마만의 시간 동안 남아있음을 알 수 있다. 보행의 경우 충격력이 두 번 최대를 보이고 있으며 이는 보행의 특성상 앞꿈치와 뒷꿈치의 사용으로 인해 나타난 특성으로 사료된다. 어린이 달리기 경우도 점프와 유사하게 봉우리가 두 개씩 나타나는 특성이 있음을 알 수 있다.

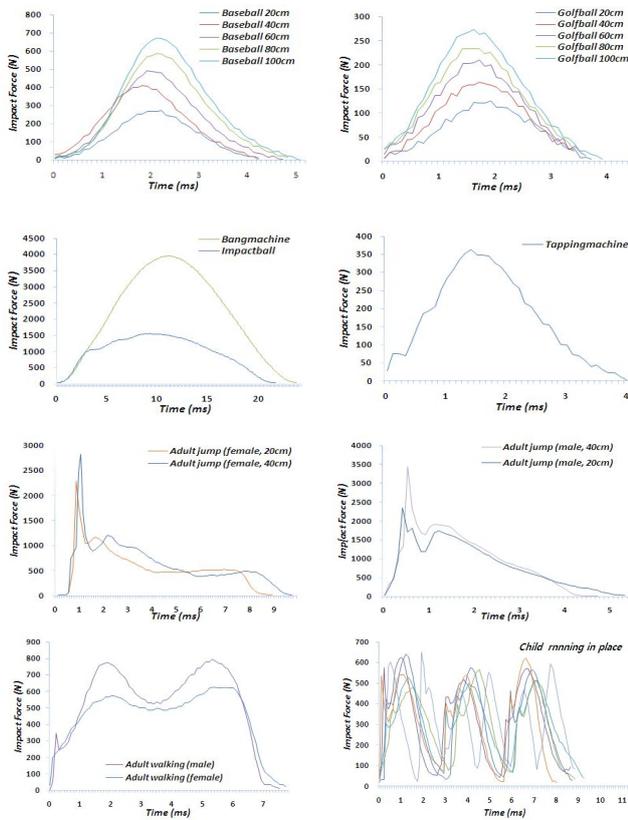


Fig. 1 Impact force in the function of time

### 3.2 주파수 특성

측정은 마감공사가 끝난 실제 아파트 현장에서 실시하였으며, 거실의 크기와 형태가 다른 두 개의 실을 대상으로 하였다. Fig. 2는 Tapping machine과 비교적 가벼운 물체를 사용하여 측정한 값을 비교한 것이다. Tapping machine은 다른 실제 충격원의 분석방법을 고려하여 Lmax와 Leq로 분석하였다. 그림을 보면 표준충격원인 Tapping machine과 야구공 낙하시 저주파 대역에서 유사한 특성을 보이고 있음에도 불구하고 실제로는 태핑머신이

연속적으로 발생하는데 비해 실제 충격원은 단일 발생하는 특성으로 인해 다른 충격원으로 생각된다.

Fig. 3은 표준중량충격원과 실제 중량충격원에 대한 주파수 특성을 비교한 것으로, 전반적으로 유사한 특성을 보이지만 점프의 경우 표준충격원에 비해 저주파수 대역에서 더 높은 레벨을 보임에 따라 세부적인 차이가 있음을 알 수 있다. 이는 최근 표준중량충격원에 대한 타당성 검증의 문제를 보여주는 것으로, 표준충격원 제시를 위해서는 실제 충격원과 다양한 특성을 비교하여 실제충격원을 잘 모사(simulate)할 수 있는 충격원의 개발이 필요하다 하겠다.

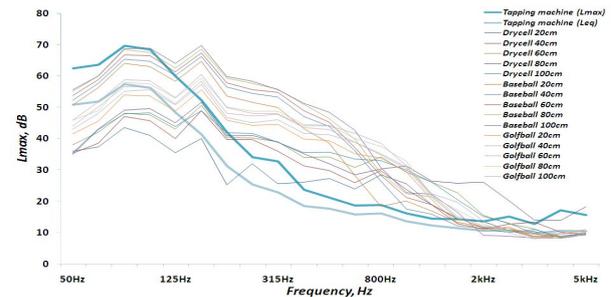


Fig. 2. Frequency characteristics of lightweight impact sound sources

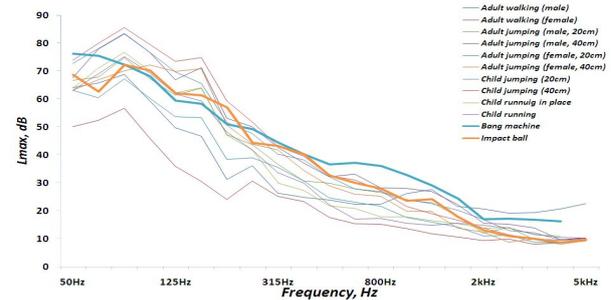


Fig. 3. Frequency characteristics of heavyweight impact sound sources

## 4. 결론

바닥충격음 실제충격원과 표준충격원의 물리적특성 비교를 통해 충격력의 크기 및 시간특성이 다르게 나타나고 있음을 확인하였다. 현장에서의 주파수특성은 어느 정도 유사하게 나타나지만 저주파수 대역에서 약간의 차이를 나타내 주관반응 평가 등 보다 세부적인 실험이 필요하며, 이에 따라 실제충격원을 가장 잘 반영할 수 있는 합리적인 충격원의 사용이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 후 기

이 논문은 2010년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임.(지역거점연구단육성사업/바이오하우징연구사업단)