한국소음진동공학회 2002년도 춘계학술대회논문집, pp. 592~597.

바닥 충격음 평가를 위한 고무공 충격원의 특성

Characteristics of a Rubber-Ball Impactor to Evaluate Floor Impact Noise

°문 형 준* · 전 진 용**

Moon, Hyung-Joon and Jeon, Jin-Yong

Key Words : Heavy Impact Source(중량충격원), Ball(볼), Noise Measurement(소음측정), Floor Impact Noise(바닥충격음), Vibration(진동).

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the characteristics of a new heavy weight impactor, the Rubber Ball. Until now Bang-machine has been used to measure the heavy impact noise in accordance with JIS A 1418-1. However, various kinds of examination methods have been needed to make an objective observation of insulation capacity for floor impact noises. Two types of experiments were undertaken. First, the experiment about noise was carried out about an apartment building in actual living condition. Then, vibration noises from the impactors were analyzed. The results of this study were as follows: the result of experiment carried out with bonded area of ball was closer to practical experiment than that of non bonded area. In addition, the result about bonded area of ball was more similar to the result which is claimed by H. Tachibana than that about non bonded area. Moreover, it was found that Rubber Ball has more similar vibration characteristics to the real impact noise source than Bang-machine.

1. 서 론

우리나라의 공동주택은 인구의 도시 집중화에 따른 주택난 해결을 위해 70년대 이후 그 수요가 지속적으로 증가하여, 최근에는 연간주택공급물량의 상당부분을 차지하는 대표적인 주거형태가 되었다. 이러한, 공동주택에 있어서 아이들 뛰는 소리, 보행시의 발자국소리 등 바닥을 충격하여 발생되는 소음은 최근 증가하는 공동주택 거주자들에 의한 민원의 주된 요인이 되고 있다. 이에 대하여, 공동주택 거주자를 대상으로 하였던 주택공사[1]와 Jeon[2]의 설문조사에 따르면, 바닥충격음은 공동주택에서 발생되는 소음 중 가장 우선적으로 저감되어야 할 것으로 인식하고 있어 이러한 민원의 양상을 뒷받침하고 있다. 이에 따라 2002년 1월 대통령 직속의 규제개혁위원회에서는 아파트의 층간소음차단구조를 의무화하였다. 그러나, 이러한 법적인 움직임에 우선하여 근본적으로 규정되어야할 바닥충격음 차단구조물의 차음성능을 측정하기 위한 기준이 없는 것이 현실이다. 따라서, 국내 실정에 맞는 바닥충격음의 차음성능을 객관적으로 정량화할 수 있도록 표준충격원을 포함한 측정방법에 대하여 다각적인 검토가 필요하다.

또한 KS F 2810은 바닥충격음 차음성능을 측정하기 위한 기준으로 평가방법에 대한 기준이 없어, 우리나라와 같이 좌식이 기본 생활형태인 일본의 JIS A 1419에 의거하여 차음성능을 평가하여 왔다. 그러나, 현재 사용하고 있는 표준 바닥 충격원(경량 및 중량 충격원)은 실제 발생소음과 물리적인 차이점이 있는 것이 사실이다.[3] 경량 충격원은 과거 Watters[4]의 연구 결과에서 알려진 것처럼 하이힐에 의한 충격소음과 주파수 특성 및 가진주기에서 상이한 점을 나타내고 있으며, 중량 충격원은 충격력에서 차이점을 나타내고 있다. 이에 따라, 최근 일본에서는 Tachibana[5]에 의해 제안된 고무공(Ball)을 제2의 충량 충격원으로 하여 중량충격음의 평가방법을 JIS A 1418-1:2000, JIS A 1418-2:2000의 두 가지로 구분하여 규격화하였다.

따라서, 본 연구에서는 JIS A 1418-2:2000에 대해 새로

* 한양대학교 대학원 건축공학과
E-mail : francism@dreamwiz.com
Tel : (02) 2290-1795, Fax : (02) 2291-1793

** 한양대학교 건축공학부

이 규정된 신 표준 중량 충격원인 고무공의 특성을 분석해 보고, 사람이 뛰는 실제발생 충격음과 JIS 및 KS에 규정된 표준 충격원에 의해 발생한 바닥충격음에 대한 주파수 특성 및 진동소음 특성을 비교하여, 실제발생 충격음과 고무공 충격음과의 유사성을 규명하고자 한다.

2. 신 표준 중량 충격원의 개요

신 표준 중량 충격원(JIS A 1418-2, 2000)은 충격 에너지에 스펙트럼 특성을 실제충격원과 더욱 근접시키기 위하여, 표준 중량 충격원(KS)보다 최대 충격에너지를 감소시켰으며 충격시간을 20ms이 되도록 하였다. 그 결과 제시된 신 표준 중력 충격원(JIS)인 고무공은 Table 1~3과 같은 특성을 갖는다[5,6].

철근 콘크리트 패널 구조, 나무패널 구조 등 4가지의 서로 다른 구조로 되어있는 일본 내의 주거건물에서 신 표준 중량 충격원(JIS)에 의한 바닥 충격음을 측정하여 표준 중량 충격원(KS) 및 실제 충격음과 비교 검토한 결과, 표준 중량 충격원(KS)보다 신 표준 중량 충격원(JIS)이 실제 중량 충격음을 보다 잘 재현하는 것으로 나타났다.

Table 1 Characteristics of the Rubber Ball

Component	SBR(Styrene butadiene rubber) / NR(Natural rubber) = 80 / 20
Shape	Sphere (diameter:185mm, thickness of outerwall : 30mm)
Form	Impact Surface - Shape : radius of curvature 9-25cm (Concave) - Area : 250㎠
Weight	2.5 ± 0.2 Kg
Restitution Coefficient	0.5 ± 0.1 Kg
Wavelength of impact Energy	Single peak having 20±0.1ms of impact length
Impact Height	Free falling from 1m height

Table 2 Mixture ratio of the Rubber Ball

Material	Ratio
SBR 1712	110
NR	20
SRF C/B	20
HAF C/B	15
Aroma oil	15

그 외에, 아연화, 스터어린실, DCPD수지, 유황, 촉진제 D등이 필요시에는 필요에 따라 혼합.

Table 3 Summary of the Rubber Ball's Impact Power

Octave band center frequency [Hz]	L_{FE} in octave band [dB]	Allowance [dB]
31.5	39.0 (47.0)	± 1.0
63	31.0 (40.0)	± 1.5
125	23.0 (22.0)	± 1.5
250	16.0 (11.5)	± 2.0
500	11.5 (5.5)	± 2.0

( ): 표준중량충격원(KS)

3. 고무공 충격원의 바닥 충격소음

3.1 측정개요

실제 거주자가 살고 있는 주거 내부의 안방을 대상으로 신 표준 중량 충격원(1m 높이에서의 자유낙하) 및 실 충격원인 사람(성인 65Kg, Jumping-제자리 뛰기)에 의한 충격음을 측정하였다.

측정시 KS F-2810:2000에 의거하여 수음점 및 가진점을 선정하였으며 가진실 바닥의 구조는 (수음실 4×4.2m, 바닥마감은 슬래브 135+경량기포 70+마감몰탈 40+장판지) 였다. Fig 1에서 상층바닥의 가진점은 중앙의 점③으로 하였고, 수음점은 바로 아래층의 5개 지점(①~⑤)에서 바닥 위 1.2m, 양측 벽에서 50cm 떨어진 곳으로 하였으며, 31.5Hz ~ 1kHz까지의 옥타브별 피크 음압레벨을 기록하였다.

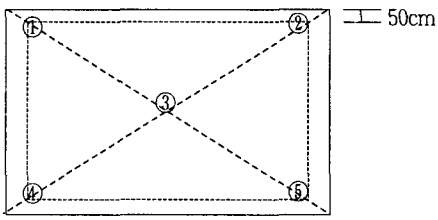

Fig 1 Plan of the Tested Room

측정 장비는 ③번 채널에서 B&K TYPE 4100 Head & Torso Simulator를 사용하였고, ③번을 제외한 나머지 4개 채널에서는 G.R.A.S AK 26 마이크로폰을 사용하여 충격음을 SONY 208AX DATA Recorder에 녹음하였다. 분석 프로그램으로는 01dB(dBFA32, dBTRAIT32) 및 SPSS 9.0을 사용하였다.

3.2 고무공 충격원의 주파수 특성

(1) 가진 방향에 따른 분석

Ball의 경우 두 개의 반구형을 붙여서 제작된 것이므로 접합면의 영향을 조사하기 위하여 접합면과 비접면 측정에 대한 바닥충격음의 차이를 비교하였다.

분석결과, Fig 2와 같이 접합면을 충격면으로 할 때와 비접합면을 충격면으로 할 때 유사한 충격형태를 나타내지만 저주파 대역과 고주파 대역에서 상당한 충격전달소음의 차이를 보인다. 이는 접합면쪽이 강성이 크고 탄력성이 낮기 때문에 강도가 커짐으로 인하여 특정 주파수 범위에서 위와 같은 결과가 나온 것으로 사료된다. 그러나, 중량 충격원의 주 소음원이 저주파 대역이고 음압레벨 또한 낮은 것을 고려한다면 고주파 대역은 무시 할 수 있을 것으로 사료된다. 실제로, 최근 개정된 JIS A 1419-2:2000와 KS F 2810-2:2001에 의한 측정 방법에서도 중량 충격음은 500Hz 옥타브 대역까지 평가하므로 고주파 대역의 차이는 무시해도 될 것이다. 따라서 실제 충격음과의 저음부 특성 비교를 통해서 그 결과를 분석하였다.

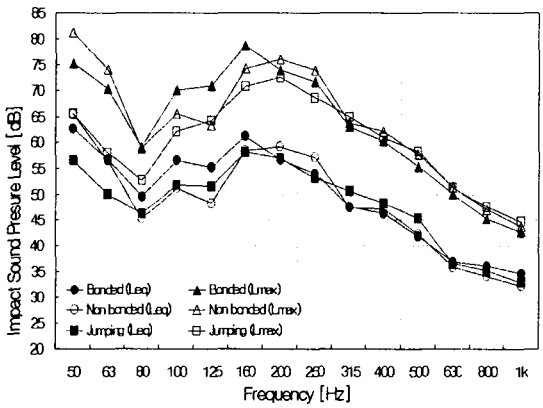

Fig 2 Comparison among Bonded Surface, Non-Bonded Surface and Real Impact Noise (1/3 Octave Band)

Table 4는 실제 충격원과 접합면 및 비접합면의 Leq 및 Lmax값에 대한 상관계수를 분석한 것이다. 이 결과에 의하면, Leq값에 있어서는 접합면이 충격면이 되는 경우와 비접합면이 충격면이 되는 경우의 차이가 없이 두 가지 모두 높은 상관관계를 보인다. 그러나, Lmax값의 경우 접합면의 경우가 더 높은 상관관계를 나타낸다. 실제 측정 방법에 의한 평가는 옥타브 밴드로 평가하므로, Ball의 낙하 방향에 따른 충격력 특성과 실제 충격력 특성과의 비교를 Fig 3에서 1/1 Octave band로 표현하여 접합면의 차이와 실제 충격과의 상관관계를 확인하였다.

Table 4 Correlation Coefficient with Real Impact Noise

	Bonded	Non bonded
1/3 Octave Leq	0.93	0.93
1/3 Octave Lmax	0.88	0.83
1/1 Octave Lmax	1.00	0.94*

$p<0.01$ *$p<0.05$

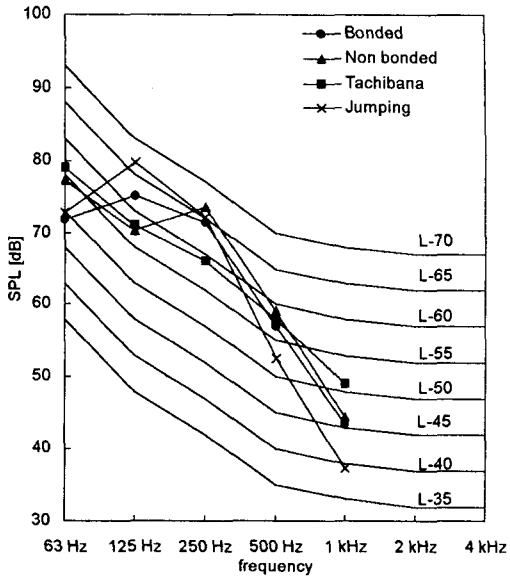

Fig 3 L-index of the Noise Values

1/1 Octave band 분석결과, 저주파 대역(63~250Hz)에서 5dB 정도의 음압레벨 차이가 나타났다. 그리고, 실제 충격원과 충격면의 위치별 충격력의 상관관계를 분석한 결과, Table 4에서와 같이 접합면이 충격면이 될 경우는 실제 충격원과의 상관계수가 1로써 일치하고 있음을 알 수 있었고, 비접합면이 충격면이 될 경우의 상관관계는 높다고 할 수 있으나, 접합면의 충격보다는 낮게 나타났음을 알 수 있었다. 따라서 접합면을 충격면으로 하는 것이 비접합면이 충격면인 경우 보다 신뢰도가 더욱 높은 것으로 나타났다.

(2) 충격음의 L등급 평가

그간 바닥 충격음의 평가는 JIS에 규정된 L지수 및 등급으로 평가를 하였다. 이와 마찬가지로 신 중량 충격원(JIS)의 특성 또한 L등급에 의해서 그 실의 소음을 평가하게 된다. 따라서, 고무공 충격원의 낙하방향성 및 실제소음의 L등급의 값과 특성에 대해서 조사하였다.

Fig 3의 접합면과 비접합면의 곡선을 비교하면, 접합면과 비접합면 모두 L등급이 65로 서로 유사함을 알 수 있다. 그러나, 접합면을 충격면으로 하였을 경우의 지배 주파수가 125Hz인 반면, 비접합면을 충격면으로 하였을 경우에는 250Hz가 지배 주파수가 됨을 알 수 있다. 반면, 실제 충격원에 의한 L등급도 125Hz에서 최대 값을 나타내므로, 고무공 접합면에 따른 낙하 방향성을 고려하지 않을 경우에는 차음 구조별로 상이한 주파수 특성을 나타낼 것으로 사료된다. 따라서, 올바른 차음성능평가 대책 수립을 위하여, 고무공을 활용한 평가시 반드시 접합면이 낙하방향이 되도록 고

려하여 가진하도록 하여야 할 것이다.

Fig 3을 보면 일본의 데이터와 그래프 형태의 차이를 가지고 있음을 알 수 있다. 이에 대하여서는 측정 조건 등에 대한 고찰이 있어야 할 것으로 사료되며, 국내의 상황에서는 접합면을 충격면으로 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

4. 고무공 및 표준 충격원의 진동소음

기존의 표준충격원과의 비교를 통한 특성 분석을 위하여 고무공 및 표준 충격원의 진동소음을 측정, 분석하였다. 진동소음 분석을 위해 먼저 구조 및 부위별 진동 소음의 주파수 특성을 분석하였고, 다음 진동소음의 ACF(Auto Correlation Function) 지표 분석을 통하여 각 충격원의 음색(Timbre)을 비교, 조사하여 실제 소음원과의 유사성을 알아보았다.

4.1 진동소음 측정

아직 입주가 되지 않은 경기 H아파트를 대상으로 신 표준 중량 충격원인 고무공(1m 높이에서의 자유낙하), 중량 충격원 및 실제 충격원인 성인(65Kg, Jumping-제자리 뛰기)의 진동 충격이 측정되었다. 실험은 7개층의 각기 다른 차음구조로 되어있는 공동주택의 수음실(4.5×4.2m, 바닥, 천장 및 벽 차음마감은 차음성능 분석을 위해 각기 다른 상황으로 설정되었음)에서 진행되었다.

가진점은 상층바닥의 실의 중앙이며 수음점은 그림 9에서와 같이 바로 아래층의 천장, 바닥 및 양쪽벽에서 측정되었다. 가속도계는 벽코너에서 50㎝ 이격시켜 부착하였고, 31.5Hz~500Hz까지의 옥타브별 Leq를 측정하였다. 가속계 ①~④은 천장에, ⑤~⑥은 바닥에, ⑦~⑩은 우측벽(비내력벽)에 그리고 ⑪~⑮는 좌측벽(내력벽)에 부착하여 측정하였다.

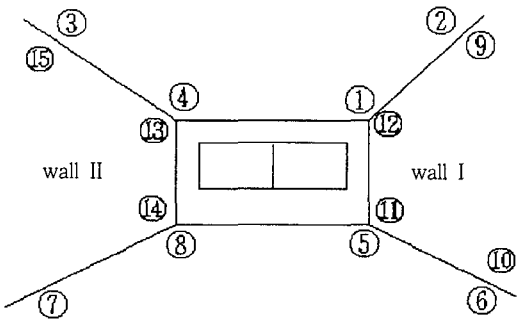

Fig 4 Vibration Receiving Points

진동소음 측정장비는 15개의 PCB Shear Accelerometer와 TEAC RD-145T DAT Recorder 가 사용되었으며, 분석을 위한 프로그램으로는 01dB (dBFA32, dBTRAIT32), SPSS 9.0을 사용하였다.

4.2 진동 소음의 레벨 및 주파수 특성

전체 7개 구조의 진동소음 분석은 천장, 벽, 비내력벽, 내력벽으로 구분하여 실시하였으며, 진동소음의 주파수 특성 및 그에 대한 상관관계에 대한 분석결과는 Table 5, 6과 같다.

Table 5에서는 모든 구조의 각 충격원의 주파수별 진동소음 레벨을 평균하여 부위별로 나타내었다. Table 6은 각 구조에 있어서 고무공 및 표준 충격원과 실제 진동소음간의 상관계수를 분석하였다.

Table 5 Vibration Level Comparisons(dB)

	Ball	Jump	Bang
Ceiling	79.8	80.4	84.4
Floor	42.0	47.3	54.8
Wall I	48.7	50.4	65.5
Wall II	60.9	64.9	76.4

Table 6 Correlation Coefficient between impact sources and Jumping

구조	Ceiling		Floor		Wall I		Wall II	
	BALL	BANG	BALL	BANG	BALL	BANG	BALL	BANG
A	0.96	**0.99**	**0.94**	0.85	**0.98**	0.96	**0.98**	0.93
B	**0.96**	0.86	0.97	**0.98**	**0.96**	0.88	0.94	**0.95**
C	**0.77**	0.71	0.49	0.22	**0.68**	0.69	**0.62**	0.37
D	**0.93**	0.79	**0.92**	0.50	**0.87**	0.69	**0.95**	0.73
E	**0.97**	0.93	**0.85**	0.74	**0.96**	**0.96**	**0.97**	0.92
F	**0.98**	**0.98**	**0.93**	0.92	**0.97**	**0.97**	**0.96**	0.94
G	**0.98**	0.96	**0.91**	0.88	**0.97**	**0.97**	**0.87**	**0.87**

(bold:p<0.01 & 둘 중 큰 값)

세가지 소음원(고무공, 중량 충격원, 실제소음(Jumping))에 대해 서로 다른 부위에서 진동소음을 측정하여 상관계수를 분석한 결과, Table 6에서와 같이 중량 충격원보다는 고무공의 진동소음 특성이 실제 충격원인 Jumping과 더 높은 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 전반적으로는 두가지 충격원 모두 실제 충격원에 의한 진동소음과 높은 상관성을 보이고 있으나, 중량 충격원에 의한 진동소음이 일부 부위에서 현저히 낮은 상관계수를 보이는 반면, 고무공에 의한 진동소음은 전 부위에 걸쳐서 대부분 높은 상관계수를 나타냈다.

Table 5에서와 같이 각각의 진동소음레벨을 측정한 표준중량 충격원에 의한 진동레벨은 Jumping에 의한 진동레벨보다 큰 것으로 나타났으며, 고무공에 의한 진동레벨은

Jumping에 의한 진동레벨보다 다소 작게 나타났다.

4.3 진동소음의 ACF 지표

각 충격원의 진동소음을 실제 충격원의 음색과 비교하기 위하여 ACF 지표들을 비교 분석하여 상관관계를 Table 7에 나타내었다.

분석된 ACF 지표는 $\Phi(0)$(SPL과 같은 의미), τ_e(초기 음압이 10dB감소하는 시간), τ_1(최대치와 지연시간이 표시되는 파장 구조에서 볼 때 첫 번째 피크까지의 지연시간)이다.

Table 7 Correlation Coefficients of ACF Factors between Jump and each Impact Source

	$\Phi(0)$	τ_e	τ_1
BALL	0.95**	0.78*	0.87*
BANG	0.19	0.98**	0.78*

**P<0.01 *P<0.05

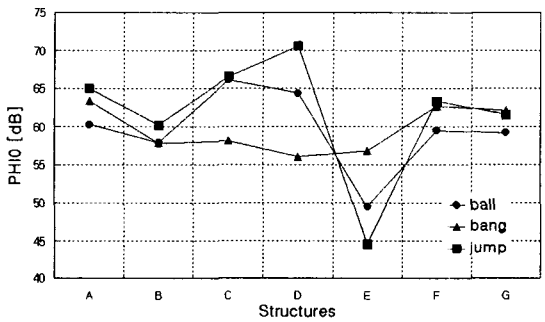

Fig 5 Relationship between $\Phi(0)$ and the different slabs

Fig 5에는 Ball이 Bang보다 Jump와 높은 상관관계를 확실하게 나타내는 $\Phi(0)$ 에 대한 상관관계를 나타내었다.

Table 8~12는 실제 충격원과 Ball 및 Bang에 의한 진동 data에 대하여 ACF 지표들의 상관계수를 분석한 것이다. $\Phi(0)$와 SPL은 피크값의 진동크기를 결정하는 주된 요인이 되므로 최대값을 사용하였고, τ_e 와 τ_1은 음색(Timbre)을 결정하는 요인으로서 시간요소이므로 data의 평균값을 이용하였다. 분석결과, 진동특성을 결정짓는 주된 요인으로 음압을 결정하는 $\Phi(0)$와 SPL에 있어서 Bang과 Jump간의 상관관계가 거의 없는 것(r=0.19)에 비하여, Ball과 Jump간의 상관관계가 0.95(P<0.01)로 나타났다. τ_e 와 τ_1 에 있어서는 Ball과 Bang 모두 비교적 높은 상관관계를 보여, 큰 차이가 없는 것으로 사료된다.

Table 8은 측정 세대의 부위별 ACF지표를 평균하여 각 slab에 대한 각 충격원 및 Jump의 ACF 지표값과의 상관관계를 구한결과이고, Table 9~12에서는 부위별 ACF지표의 상관관계를 나타내었다.

분석 결과, SPL과 $\Phi(0)$에 있어서는 Ball이 Jump와 높은 상관관계를 가지고 있음을 알 수 있었다. τ_e과 τ_1에 있어서도 Ball이 비교적 높은 상관관계를 보였다. 표 8~12에 있어서 굵은 글자는 둘 중 큰 값을 표시한 것이다.

Table 8 Correlation Coefficients of ACF Factors

(구조부위의 전체평균)

	$\Phi(0)$		SPL		τ_e		τ_1	
	Ball	Bang	Ball	Bang	Ball	Bang	Ball	Bang
A	**1.00**	0.98	**1.00**	0.98	**0.55**	0.28	**0.94**	0.67
B	**0.98**	0.94	**0.98**	0.94	**0.49**	0.20	**0.96**	0.93
C	**0.98**	0.86	**0.98**	0.86	**0.73**	0.63	**0.81**	**0.81**
D	**1.00**	0.98	**1.00**	0.98	0.07	**0.57**	**0.81**	0.79
E	**1.00**	0.99	**1.00**	0.99	0.50	**0.88**	0.75	**0.80**
F	**1.00**	0.90	**1.00**	0.90	0.21	**0.67**	**0.90**	0.56
G	**0.97**	0.93	**0.97**	0.93	0.31	**0.58**	**0.87**	0.56

Table 9 Correlation Coefficients of Phi-0 at Each Slab

$\Phi(0)$	Ceiling		Floor		Wall I		Wall II	
	Ball	Bang	Ball	Bang	Ball	Bang	Ball	Bang
A	**0.98**	0.94	**0.99**	0.97	**0.99**	**0.99**	**0.99**	0.96
B	**0.98**	0.88	**0.96**	0.90	**0.98**	0.96	**0.96**	0.92
C	**0.96**	0.93	**0.98**	0.56	**0.93**	0.68	**0.99**	0.97
D	**1.00**	0.94	**0.98**	0.99	**0.97**	0.94	0.94	**0.98**
E	**0.99**	**0.99**	**0.99**	0.98	**0.99**	0.98	**1.00**	0.98
F	**0.99**	0.94	**0.94**	0.85	**0.98**	0.91	**1.00**	0.87
G	**0.96**	0.90	0.92	**0.97**	**0.99**	0.92	0.89	**0.94**

P<0.01

Table 10 Correlation Coefficients of SPL at Each Slab

SPL	Ceiling		Floor		Wall I		Wall II	
	Ball	Bang	Ball	Bang	Ball	Bang	Ball	Bang
A	**0.98**	0.94	**0.99**	0.97	**0.99**	**0.99**	**0.99**	0.96
B	**0.98**	0.88	**0.96**	0.90	**0.98**	0.96	**0.96**	0.92
C	**0.96**	0.93	**0.98**	0.56	**0.92**	0.68	**0.99**	0.97
D	**1.00**	0.94	0.98	**0.99**	**0.97**	0.93	0.94	**0.98**
E	**0.99**	**0.99**	**0.99**	0.98	**0.99**	0.98	**1.00**	0.98
F	**0.99**	0.94	**0.94**	0.85	**0.98**	0.91	**1.00**	0.87
G	**0.96**	0.90	0.92	**0.97**	**0.99**	0.92	0.89	**0.94**

P<0.01

Table 11 Correlation Coefficients of τ_e at Each Slab

τ_e	Ceiling		Floor		Wall I		Wall II	
	Ball	Bang	Ball	Bang	Ball	Bang	Ball	Bang
A	0.08*	**0.10***	**0.11***	0.09*	**0.83**	0.51	**0.10***	0.00*
B	0.45	**0.50**	0.27	**0.33**	0.02	**0.43**	**0.27**	-0.13*
C	0.84	**0.78**	0.87	**0.45**	**0.26**	0.08	-0.13*	**0.02***
D	0.00*	**0.36**	**0.44**	-0.06*	0.21**	**0.81**	**0.71**	0.54
E	0.25	**0.66**	0.38	**0.91**	**0.91**	0.59	-0.12*	**0.44**
F	0.49	**0.84**	**0.35**	0.27	**0.07**	0.02	0.07*	**0.46**
G	0.12*	**0.27**	0.32	**0.51**	0.29	**0.44**	0.22**	**0.29**

P<0.01; *P≥0.05; **P<0.05

Table 12 Correlation Coefficients of τ_1 at Each Slab

τ_1	Ceiling		Floor		Wall I		Wall II	
	Ball	Bang	Ball	Bang	Ball	Bang	Ball	Bang
A	**0.81**	0.36	**0.68**	0.24	**0.67**	0.64	**0.93**	0.71
B	**0.88**	0.76	**0.90**	0.85	**0.84**	0.80	**0.90**	0.83
C	**0.79**	0.65	0.56	**0.75**	**0.51**	0.50	0.55	**0.68**
D	0.54	**0.67**	**0.74**	0.63	**0.63**	0.34	0.61	**0.54**
E	0.48	**0.71**	0.47	**0.58**	**0.77**	0.71	0.43	**0.53**
F	**0.73**	0.39	**0.55**	0.02*	**0.86**	0.82	**0.87**	0.51
G	**0.67**	0.58	**0.68**	0.46	**0.73**	0.60	**0.85**	0.19**

P<0.01; *P≥0.05; **P<0.05

5. 결론

본 연구에서는 중량 차음성능의 평가를 위해서 그동안 활용되어온 표준 중량 충격원보다 실 충격음을 잘 반영한다고 일본에서 알려진 '신 표준 중량 충격원'인 고무공에 대하여 실제로 그러한지 소음 측정 및 진동 측정을 통하여 조사하였다.

5.1 분석 및 고찰

소음에 대한 실험결과 고무공의 방향성과 충격량은 무관하다고 한 기존의 연구와 상반되는 것이므로 이에 대한 고찰이 필요할 것으로 사료된다. 또한, 향후 연구에서는 고무공의 경우 지배 주파수가 250Hz로 실제 충격원과 차이가 있음에 대한 고찰이 있어야 할 것이다.

진동에 대한 충격원들의 상관계수 분석결과는 고무공이 중량 충격원보다 더 실제 진동원에 가까운 충격양상을 보였다. 이 때, Ball에 의한 진동레벨이 실제소음보다 약간 작게 나타난 것은 본 실험에서는 어른이 뛰는 것을 실제 충격원으로 사용하였기 때문으로, 실제 충격원이 어린아이가 된다면 두가지의 진동레벨은 거의 유사할 것으로 사료된다. ACF 지표의 분석결과 Ball의 진동특성이 Bang보다 실제 충격의 진동특성을 잘 반영한다는 사실을 밝혀내었다.

5.2 고무공의 특성

Ball 방향에 따른 충격력 특성을 조사한 결과, 5dB의 음압레벨차이가 저주파 대역(63~250Hz)에서 나타났다. 이를 토대로 실제 소음과 각 충격면에 따른 주파수 특성을 비교한 결과 접합면이 충격면이 되는 것이 비접합면이 충격면이 되는 것보다 더 신뢰도가 높은 것으로 나타났다.

본 실험을 통하여 소음평가지수인 L등급은 충격면과 관계없이 65로 유사하나, 충격면이 어느 면이 되느냐에 따라 지배 주파수가 달라짐을 알 수 있었다. 그러나, 각 중량충격원과 실제충격음간의 진동소음의 상관계수를 보면, 전반적으로 Bang보다는 Ball이 더 실제소음과 높은 상관관계를 보인다. 진동레벨에 있어서는 중량 충격원이 실제소음보다 현저히 큰 값을 보여 표준 중량 충격원의 충격력이 실제소음보다 크다는 것을 알 수 있다.

ACF지표 중 $\Phi(0)$와 SPL에 대한 고무공과 Jumping, Bang과 Jumping의 상관관계는 고무공이 실제 충격원과 유사한 경향을 보이나, 중량충격원은 전혀 상관관계가 없음을 알 수 있었다. 그리고, 두가지 모두 음색을 나타내는 지표들이 실제 충격원과 유사한 경향을 나타낸 것을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

(1) 대한주택공사, 1989, "공동주택 내부소음 기준설정에 관한연구", p.69.

(2) Jeon, J.Y., 2001, "Subjective Evaluation of Floor Impact Noise Based on the Model of ACF/IACF", Journal of Sound and Vivration, pp 147~155.

(3) 전진용 & 정정호, 2002. "공동주택에서 표준충격음원과 실제발생충격음원과의 대응에 관한 연구", 대한건축학회 논문집 18권 1호, pp.187~194.

(4) Watters, B.G., 1965, "Impact-Noise Characteristics of Female Hard-Heeled Foot Traffic", J.Acoust. Soc. Am, 37, pp.619-630.

(5) Tachibana, H. 등, 1998, "Development of new heavy and soft impact source for the assessment of floor impact sound insulation of buildings", Internoise 98.

(6) Tachibana, H. 등, 2000, "Development of new heavy impact source", 일본 건축학회 학술발표회, pp 229~233.

(7) JIS A 1418-2, 2000. Acoustics-Measurement of floor impact sound insulation of buildings, Part 2 : Method using standard heavy impact source