

# 평가방법을 고려한 공동주택 바닥충격음 평가어휘 선정에 관한 연구

## A Study on the Proper Vocabularies for Evaluating Floor Impact Sound in Apartment Houses Considering Rating Methods

송민정<sup>†</sup> · 이재연\* · 김선우\*\*

Min-Jeong, Song Jae-Yeoun Lee and Sun-Woo, Kim

(2004년 5월 12일 접수 : 2004년 6월 18일 심사완료)

**Key Words** : Apartment Houses(공동주택), Proper Vocabulary(적정어휘), Floor Impact Sound(바닥충격음), Psycho-acoustic Experiment(음향심리 실험)

### ABSTRACT

In this study, the extracted words from the former study such as annoying, loud, noisy, irritating, disagreeable, strident, disturbed, and dissonant are given to subjects in psycho acoustic experiment lab. And then, correlation analysis between the words and floor impact noise rating method were carried out. As a result of this study, followings are suggested 'Annoying' is the word most accurately expressing the subjects' unpleasant feeling of domestic floor impact noise. The results of this study could be basic materials for psycho acoustic experiments for criteria on floor impact noise and Sound Classification on Floor Impact Sound Insulation Performance.

### 1. 서론

본 연구에서는 바닥충격음 차단성능 기준 및 등급화의 기초가 된다고 할 수 있는 바닥충격음을 평가할 수 있는 적정 평가어휘를 실험실 청감실험을 통하여 추출하고자 하였다.

바닥충격음에 대한 평가는 주로 annoyance, noisiness, loudness를 단순 번역하여 관련 청감실험을 실시하였는데, 아직 이러한 어휘의 적정성에 대한 고려가 심도 깊게 실시되지 않은 것이 현실이다.

또한 이러한 어휘가 바닥충격음 평가방법과 어느 정도 상관성이 있는지에 대한 충분한 검토가 아직 이

루어지지 않았었다.

본 연구에서는 기존의 바닥충격음 평가어휘라고 할 수 있는 "시끄럽다(noisy)", "크게 들린다(loud)", "신경쓰인다(annoying)"와 선행연구결과<sup>(1)</sup>에서 추출된 "싫다(disagreeable)", "거슬린다(strident)", "방해된다(disturbed)", "듣기싫다(detestable)" 등의 어휘를 대상으로 제반 변수조건의 제어가 용이한 실험실 실험을 통하여 바닥충격음 평가방법과의 상관성을 검토해보고자 하였다.

우선, 공동주택 바닥충격음에 대한 적정평가방법과 평가어휘를 선정하기 위하여 공동주택 현장에서 녹음된 음원을 기준으로 주파수 대역별 특성 및 레벨을 감안하여 경량, 중량 각각 15개의 음원을 제작하였고 이러한 음원을 피험자에게 제시하였는데, 피험자는 청감실험실에서 제시음에 대하여 선정된 8개의 평가어휘를 근거로 각각의 평가척도를 반응치로 나타내게 하여 평가방법과 반응치의 상관관계를 도출하고 이들 상관관계를 근거로 적정 평가어휘를 추출하고자

<sup>†</sup> 책임저자 : 정희원, 전남대학교 공업기술연구소  
E-mail : minjeongsong@hanmail.net

Tel : (062) 520-6325, Fax : (062) 511-7223

\* 전남대학교 대학원 건축공학과

\*\* 정희원, 전남대학교 건축학부

하였다.

Fig. 1은 본 연구의 흐름도이다.

## 2. 연구의 방법 및 내용

### 2.1 청감실험용 평가어휘의 선정

우리나라 형용사 중 소리를 표현한다고 생각되는 168개 어휘를 대상으로 바닥충격음의 특성을 표현하는데 적절한 어휘를 추출하기 위한 “경량 및 중량충격원”, 어린이가 상층부에서 발을 한번 굴리는 “어린이 단발”과, 어린이가 상층부에서 이리저리 뛰어다니는 “어린이 연발” 등의 청감실험을 실시한 결과, 심리상의 평가어휘라고 할 수 있는 “신경쓰인다(annoying)”, “싫다(disagreeable)”, “거슬린다(strident)”, “방해된다(disturbed)”, “듣기싫다(detestable)”, “짜증스럽다(irritating)” 등이 모든 음원 평가에 있어서 상위를 차지하고 있음을 알 수 있었다.<sup>(2)</sup>

본 연구에서는 서론에서 밝혔듯이 기존의 연구의 평가어휘인 annoyance, noisiness, loudness와 상기의 5가지를 포함하여 총 8가지의 바닥충격음 평가어휘를 청감실험 평가어휘로 사용하였다.

### 2.2 청감실험용 음원 제작

본 연구에서 청감실험 음원은 기본적으로 표준경량 충격원과 표준 중량충격원을 대상으로 하였다.

왜냐하면 바닥충격음 기준 및 등급화에 관한 준거

는 표준충격원을 대상으로 하기 때문이다. 측정 및 평가가 표준충격원을 대상으로 이루어지기 때문에 본 실험에서도 표준 충격음원을 대상으로 피험자의 반응을 살펴보고자 하였다.

경량충격음의 경우 150 mm 슬래브+원층재 20 mm+경량기포 50 mm+미장마감에 비닐계 바닥마감재를 거치한 상태에서 tapping machine으로 가진하고 수음실에서 측정된 바닥충격음을 기준음원으로 하였다.

중량충격음의 경우에도 같은 구조의 바닥구조를 대상으로 bang machine으로 가진하고 하부 수음실에서 수음한 기준음원으로 하였다.

녹음된 기준음원은 현장조건 즉, 수음실의 크기 및 형상을 고려하여 각 주파수 대역별 특성을 변화시킨 제작음원 1과 제작음원 2를 작성하였다. 그리고 기준음원과 제작음원 1, 2를 대상으로 레벨 변화에 따른 피험자의 반응과 평가방법간의 반응을 고찰하기 위하여 각각의 음원에 대하여 주파수대역별 레벨을 변조한 5가지의 음원을 제작하여 경량, 중량 각각 15개, 총 30개의 음원을 청감실험용으로 제작하였다.

현재 바닥충격음의 예상 최저기준인 경량 58 dB, 중량 50 dB를 감안하여 Cool Edit Pro 프로그램을 이용한 음원 변조를 실시하였고, 음원 변조는 기준음원의 역A특성값을 기준으로, 경량충격음의 경우 기준음원 54 dB를 기준으로 하여 5 dB 간격으로 증감시키고, 중량충격음의 경우 기준음원 55 dB를 기준으로 새로운 음원으로 변조하였다.

한편, 이들 청감실험용 음원에 대한 물리적 평가방법은 현재 국내의 평가 방법인 “역A기준곡선에 의한 평가(inverse A)”, 일본의 평가방법인 “L-등급(L-Grade)”, KS에 참고로 부가되어 있는 단일수치 평가량인 “dB(A)”와 “주파수 대역별 레벨값의 산술 평균(AVG)” 그리고 ISO의 평가방법인 “IIC 곡선에 의한 평가(IIC)”를 사용하여 제시음의 물리적 특성을

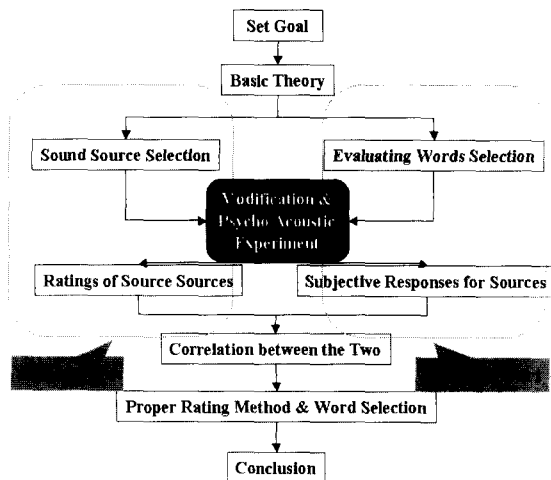


Fig. 1 Flow of this study

Table 1 Sound Sources

Source	Apparatus	Remarks
Standard light impact source	Tapping machine	Recorded in apartments
Standard heavy impact source	Bang machine	

평가하였다.

### 2.3 청감실험실 청감실험

청감실험실에서의 청감실험은 전남대학교 건축음향 연구실내 청감실험실에서 실시되었으며, 참여한 피험자는 23~46세의 정상청력을 지닌 남자 20명 여자 10명으로 약 절반정도의 피험자가 이와 유사한 청감실험 경험이 있는 사람들을 대상으로 하였다. 각 평가어휘에 대한 설명은 구체적으로 따로 하지 않았고, 다만 평소에 피험자가 각 평가어휘에 느끼는 감정을 바탕으로 각 음원에 대한 평가를 할 수 있도록 오리엔테이션 하였다.

Fig. 2는 본 연구에서 사용된 청감실험의 기기 구성도이고 Fig. 3은 청감실험을 실시하고 있는 장면이다.

**Table 2** Modification for sources and inverse A curve value

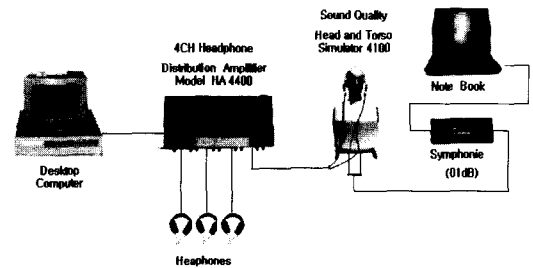
Source	Modification	Inverse A curve value	Remarks
Light impact	-15 dB	39	Reference
		36	Modified 1
		36	Modified 2
	-10 dB	44	Reference
		41	Modified 1
		41	Modified 2
	-5 dB	49	Reference
		46	Modified 1
		46	Modified 2
	Reference	54	Reference
		51	Modified 1
		51	Modified 2
+5 dB	59	Reference	
	59	Modified 1	
	56	Modified 2	
Heavy impact	-10 dB	45	Reference
		40	Modified 1
		40	Modified 2
	-5 dB	50	Reference
		45	Modified 1
		45	Modified 2
	Reference	55	Reference
		50	Modified 1
		50	Modified 2
	+5dB	60	Reference
		55	Modified 1
		55	Modified 2
+10dB	65	Reference	
	60	Modified 1	
	60	Modified 2	

청감실험은 앞서 설명된 바와 같은 청감실험용 변조음원을 Headphone을 거쳐 30명의 피험자에게 경광충격음원 15개, 중광충격음원 15개를 무순으로 배열한 음원을 각각에게 들려주는 방법으로 실시하였다.

Fig. 4는 음원의 제시과정을 보여주고 있다.

### 2.4 청감실험 Sheet 응답지

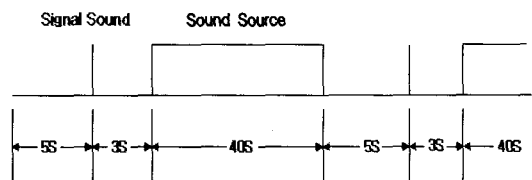
물리적 자극이라 할 수 있는 레벨의 변화 또는 주파수가 변조된 다양한 자극에 대한 반응의 정도를 가름하게 되는데, 그 반응의 정도를 평가하는 방법은 선정된 형용사를 이용하였으며 어휘 척도에 따른 반응의 정도는 13단계 SD척도를 이용하여 판단하였다.



**Fig. 2** System of psycho acoustic experiments



**Fig. 3** The scene of psycho acoustic experiments



**Fig. 4** The process of sound suggestion

### 3. 실험결과 및 분석

#### 3.1 청감음원의 물리적 평가치

이상의 방법으로 제작된 청감실험용 음원을 Head and Torso에 접촉하여 주파수 분석기로 그 레벨을 분석한 다음, 경량 중량의 각 평가방법에 따라 평가한 결과는 아래 Table 3 및 Table 4와 같다.

#### 3.2 청감음원에 대한 심리반응치

본 연구에서는 충격음원에 대한 각 어휘의 피험자 반응의 대표치는 피험자반응의 극단치를 제거하는 효

과를 갖는 중앙값(Median)을 채택하여 분석하였다.

참고로 자료를 순서대로 나열했을 때 가운데에 위치하는 값을 중앙값(median)이라 하며, 자료의 수가 짝수일 때는 중앙에 위치하는 수가 2개이므로 이들의 평균을 사용한다.

피험자가 30개의 음원을 듣고 8개의 평가어휘에 대하여 13단계척도를 대상으로 평가한 피험자의 반응 정도는 아래 Table 5 및 Table 6과 같다.

3.1절의 물리적 평가치와 3.2절의 심리적 평가치를 단순 비교해보면 바닥충격음원의 물리적 평가값이 상승함에 따라 청감반응도 부정적인 반응을 나타내고 있음을 알 수 있다.

Fig. 5 Answering sheet for sound source

#### 3.3 물리적 평가치와 심리적 반응치의 상관성 분석

물리적 평가치와 심리적 반응치의 상관관계를 보다 객관적이고 정확하게 파악하기 위하여 통계프로그램인 SPSS를 활용한 Pearson 적률상관계수를 이용하여 분석하였다.

상기 Table 7을 보면, 경량충격음의 경우 다른 평가방법들도 0.9내외로 상당히 높은 상관성을 가지고 있으나 현재 KS 평가방법인 역A특성 기준곡선에 의한 평가방법이 가장 상관성이 우수한 것을 알 수

Table 3 Rating values of each rating method for light impact sound

Source	Inverse A	L-Grade	IIC	dB(A)	AVG
1	39	45	39	44.6	40.2
2	44	50	44	49.6	45.2
3	49	55	49	54.6	50.2
4	54	60	54	59.6	55.2
5	59	65	59	64.6	60.2
6	36	40	36	41.4	35.0
7	41	45	41	46.4	40.0
8	46	50	46	51.4	45.0
9	51	55	51	56.4	50.0
10	56	60	56	61.4	55.0
11	36	40	33	41.3	36.5
12	41	45	39	46.3	41.5
13	46	50	44	51.3	46.5
14	51	55	49	56.3	51.5
15	56	60	54	61.3	56.5

Table 4 Rating values of each rating method for Heavy impact sound

Source	Inverse A	L-Grade	dB(A)	AVG
1	45	50	48.3	51.8
2	50	55	53.3	56.8
3	55	60	58.3	61.8
4	60	65	63.3	66.8
5	65	70	68.3	71.8
6	40	45	44.1	49.3
7	45	50	49.1	54.3
8	50	55	54.1	59.3
9	55	60	59.1	64.3
10	60	65	64.1	69.3
11	40	45	44.5	50.4
12	45	50	49.5	55.4
13	50	55	54.5	60.4
14	55	60	59.5	65.4
15	60	65	64.5	70.4

**Table 5** Subjective rating values for light impact sound source

Source	Loud	Noisy	Annoying	Disagreeable	Strident	Disturbed	Detestable	Irritating
1	3	2	3	3	3	3	2	2
2	4	3	5	4	3	4	4	3
3	5	5	6	5	6	5	5	6
4	8	8	9	8	9	8	8	7
5	10	11	11	10	11	11	10	10
6	2	3	3	3	3	2	3	2
7	4	5	5	4	4	5	5	4
8	5	5	5	5	5	5	4	5
9	8	8	9	9	8	9	9	8
10	9	9	9	9	10	10	9	8
11	3	3	3	3	3	3	3	2
12	5	5	5	5	5	5	5	4
13	6	5	6	6	6	5	6	6
14	8	8	8	8	9	8	8	8
15	10	10	10	10	11	10	10	9

**Table 6** Subjective rating values for heavy impact sound source

Source	Loud	Noisy	Annoying	Disagreeable	Strident	Disturbed	Detestable	Irritating
1	4	5	5	5	5	5	4	4
2	7	7	6	6	7	7	7	6
3	8	8	8	7	8	8	8	7
4	10	11	11	9	11	11	10	9
5	13	13	13	12	13	13	12	13
6	4	4	4	4	4	4	4	4
7	8	8	7	8	8	8	7	7
8	8	9	8	8	8	8	8	7
9	11	12	11	11	12	11	11	11
10	12	12	12	12	12	12	12	11
11	6	7	6	7	7	8	7	6
12	6	6	6	6	6	7	6	5
13	10	11	10	10	10	10	10	9
14	10	9	10	9	9	10	9	9
15	13	13	12	12	13	13	11	12

있다.

중량충격음의 경우 ISO에는 중량충격음을 측정하지 않기 때문에 이와 관련된 평가방법도 없어 이를 제외한 4가지 평가방법으로 물리량을 측정 평가하였다. 여기에서도 각 평가방법이 높은 상관성을 보이고 있으나 주파수대역별 레벨값을 산술평균하는 방법이 가장 그 상관성이 높게 분석되었음을 알 수 있다. 참고로 산술평균에 의한 소음의 평가방법은 벽체 차음 성능에 대해서도 그 상관성이 높다고 보고 되고 있다.

**3.4 적정 평가어휘 선정**

본 연구는 공동주택 바닥충격음에 대한 적정평가방법과 평가어휘를 선정하기 위하여 공동주택 현장에서 녹음된 음원을 기준으로 주파수 대역별 특성을 감안하여 30개의 음원을 제작하였고 이러한 음원을 피험자에게 제시하고 8개의 평가어휘를 근거로 각각의 평가척도를 반응치로 나타내게 하였다.

그 결과 평가방법으로서 경량충격음의 경우 현행

**Table 7** Correlation between words and rating methods for light impact sound

Words Rating	Loud	Noisy	Annoying	Disagreeable	Strident	Disturbed	Detestable	Irritating
Inverse A	0.96	0.93	0.97	0.94	0.95	0.95	0.92	0.96
L-Grade	0.93	0.89	0.95	0.91	0.92	0.92	0.88	0.93
IIC	0.92	0.90	0.95	0.91	0.92	0.92	0.89	0.93
dB(A)	0.95	0.92	0.97	0.94	0.95	0.94	0.92	0.96
AVG	0.94	0.90	0.95	0.92	0.94	0.92	0.90	0.94
AVG of Ratings	0.94	0.91	0.96	0.92	0.94	0.93	0.90	0.94

**Table 8** Correlation between words and rating methods for heavy impact sound

Words Rating	Loud	Noisy	Annoying	Disagreeable	Strident	Disturbed	Detestable	Irritating
Inverse A	0.89	0.86	0.92	0.81	0.88	0.87	0.87	0.88
L-Grade	0.89	0.86	0.92	0.81	0.88	0.87	0.87	0.88
dB(A)	0.91	0.88	0.94	0.84	0.90	0.89	0.89	0.90
AVG	0.95	0.91	0.96	0.89	0.92	0.92	0.92	0.93
AVG of Ratings	0.91	0.88	0.94	0.84	0.90	0.89	0.89	0.90

**Table 9** Average score of words to express floor impact sound properly<sup>(3)</sup>

Words	Score
Annoying	4.20
Disagreeable	4.08
Strident	4.03
Disturbed	3.99
Detestable	3.97
Irritating	3.82

\* Score : 1- Not suitable, 5-Very suitable

KS 평가방법인 역A특성 기준곡선에 의한 평가방법이 가장 적절한 것으로 나타났고, 중량충격음의 경우 각 주파수 대역별 레벨값을 산술평균하는 방법이 가장 적절한 것으로 나타났다.

또한 이러한 적정평가방법 중 사용된 어휘의 상관관계를 분석한 결과 경량충격음과 중량충격음 모두 “신경쓰인다(annoying)”의 평가어휘가 가장 높은 상관성을 나타내고 있어 향후 공동주택 바닥충격음을 평가하는 어휘로 사용됨이 바람직 할 것으로 사료된다. 참고로 Table 9는 선행연구<sup>(4)</sup>에서 바닥충격음을 표현하는데 적정정도를 알아본 결과이다. 5점은 바닥충격음을 표현하는 형용사로서 매우 적당함을 나타내고 1은 적절하지 못함을 보여주는 것인데, “신경쓰인다”가 선택된 어휘들 중에서 바닥충격음을 가장 잘 표현하는 것으로 결과 분석되었다.

따라서 바닥충격음 표현에도 적합하고 각종 바닥충격음 차단성능 평가방법과의 상관성도 우수한 “신경쓰인다”가 관련 평가어휘로서 사용됨이 바람직하다고 할 수 있겠다.

#### 4. 결 론

이상의 연구결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 경량충격음에 있어 바닥충격음의 물리적 평가치와 심리적 반응치를 분석한 결과, 본 연구에서 시도된 평가방법은 그 상관성이 0.9 내외로 높게 나타나 양호한 결과를 보여주었다. 그런데 그중에서도 현

행 KS 평가방법인 역A특성곡선에 의한 평가방법이 청감반응과 가장 우수한 상관성을 보이고 있음을 알 수 있었다.

(2) 중량충격음의 경우역시 대부분의 평가방법이 심리적 반응치와 양호한 상관관계를 보이고 있었는데, 그중에서도 63 Hz~500 kHz 평가 주파수 범위의 레벨을 단순 산술평균하는 방안이 청감반응과의 상관성에서 가장 우수하게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

(3) 바닥충격음 적정평가어휘를 도출하기 위해 사용된 8개의 어휘와 국내외의 평가방법간 상관관계를 분석한 결과 경량충격음과 중량충격음 모두 “신경쓰인다”의 평가어휘가 가장 높은 상관성을 나타내고 있어 향후 공동주택 바닥충격음을 평가하는 어휘로 사용됨이 바람직 할 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

(1) 송민정의 5인, 2003, “공동주택 바닥충격음 적정 평가어휘 조사에 관한 연구”, 대한건축학회 추계 학술대회 논문집, 제 23 권, 제 2 호.

(2) 정광용, 2000, “한국어 어휘를 이용한 주거환경소음 심리평가에 관한 연구”, 전남대학교 박사학위논문.

(3) Song, M. J., Song, H., Gi, N. G., Lee, J. Y. and Kim, S. W., 2003, “Survey on the Vocabularies for Evaluating Floor Impact Sound Insulation Performance in Apartment Houses”, Inter-noise 2003, pp. 1504~1509.

(4) Song, M. J., Kim, S. W., Lee, T. K., Gi, N. G. and Park, H. K., 2004, “A Survey on the Correlation between Vocabularies and Floor Impact Sound Rating Method by Field Psycho-acoustic Experiments”, ICA 2004, pp. 3593~3594.

(5) Kim, S. W., Han, M. H. and Jung, K. Y., 2000, A Study on the Psychological Evaluation for Environmental Noises Using Korean Vocabulary, Proceedings of Westprac7, pp. 044-1~044-6.