

건설공사장 소음의 위해성 평가

Assessment of Annoyance cause by Different Types of Construction Noises

이성찬* · 이평직 · 전진용* · 정진연 · 임정빈**

Sungchan Lee, Pyoungjik Lee, Jinyoung Jeon, Jinyun Chung and Jungbin Im

Key Words : “Construction noise(공사장소음)”, “Annoyance assessment(위해성 평가)”

ABSTRACT

In the present study, annoyance caused by diverse construction noises was evaluated through surveys and laboratory experiments. A survey with a total of 110 construction workers was carried out to investigate annoyance from construction noises at different construction phases. The most effective item of adverse by construction noise was annoyance and the most annoyed construction stage was destruction construction. Between work performance and work safety had correlation as well as between work safety and speech interference. Participant's noise sensitivity were significant between low and high group at work performance, work safety, speech interference.

1. 서 론

각종 공사의 진행을 위하여 공사장에 투입되는 건설장비들은 건설공사장내 소음진동발생의 주된 원인이 되고 있다. 도로교통, 철도, 항공기 소음등과 같은 일반적인 환경소음은 지속적이고 주기적으로 소음이 발생하나 건설 공사장에서 발생하는 소음은 다른 환경소음과는 달리 건설공사가 진행되는 기간 동안만 발생하며 절대적인 소음의 크기가 큰 것이 특징이다. 또한 서로 다른 음색을 갖는 음원에서 발생하는 음이 복합된 소음이며, 충격 소음을 포함하는 경우도 많다. 건설 공사에는 보통 공사 공중의 진척에 따라 투입되는 건설기계가 달라지므로 투입되는 건설기계의 소음파워레벨과 그 스펙트럼이 달라지며 보통 위치가 고정되어 있지 않고 현장 부지 내에서 이동하며 소음을 발생시킨다. 또한 같은 건

설기계라도 운전조건 및 작업상황에 따라 소음의 크기 및 특성이 크게 달라지는 특징이 있다.

유럽에서는 각종 건설기계소음에 대하여 소음의 크기에 따라 최대허용량을 정해주거나 (Equipment subject to noise limits) 단순히 소음표시 (Equipment subject to noise marking only)만을 하도록 건설기계 및 장비를 체계적으로 분류하여 관리하고 있다.⁽¹⁾ 그러나 이러한 개별 건설기계 및 장비에 대한 소음도 표시 제도 건설공사장내 전반에서 발생하는 소음진동을 저감시키기에는 한계가 있으며⁽²⁾ 환경부에서는 2009년 1월부터 공사장소음 규제기준을 현행보다 5dB 강화 (환경부령 제321호)하였으나 소음평가를 위한 구체적인 측정방법 및 위치 등에 대하여 명확하게 제시되어 있지 않은 상황이다. 그럼에도 불구하고 건설공사장 소음의 측정을 위한 방법에 대하여 연구와 측정이 진행되고 있으며⁽³⁻⁴⁾ 시뮬레이션 프로그램의 이용하여 공사전 소음도를 사전에 파악하고⁽⁵⁻⁷⁾ 그 영향을 알아보기 위하여 다양한 연구가 진행 중이다.⁽⁸⁻¹⁰⁾ 따라서 본 연구에서는 건설공사로 인한 소음진동이 건설공사장 내에서 근무하는 현장관리자에게 미치는 영향을 파악하기 위하여 건설공사장 소음에 대한 위해성 평가를 실시하였다.

† 교신저자; 이성찬, 한양대학교 건축공학과

E-mail : sungchan@hanyang.ac.kr

Tel : 02-2220-1795, Fax : 02-2220-4794

* 한양대학교 건축공학과

** (주)대우건설 기술연구원

2. 설문조사 개요

2.1 목적 및 방법

건설공사장 근로자에 대한 소음의 위해성을 평가하고 소음으로 문제가 되는 공사단계 및 건설장비를 파악하기 위하여 설문지 작성에 의한 개별조사방식으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사 항목은 크게 공사장 소음위해성 평가와 피험자 정보 2가지로 나누어져 있으며 공사장 소음 위해성 평가에서는 위해성 우선순위, 가장 성가신 공사단계, 공사단계별 가장 성가신 건설장비, 현재 근무중인 현장의 공종, 성가심, 작업방해, 대화방해 등의 공사장 소음의 위해성 항목에 대한 설문조사를 실시하였다.

2.2 설문조사 대상자

설문조사는 국내건설현장에서 근무하고 있는 건축, 토목, 기계, 전기, 사무 직종의 현장근무자 110명을 대상으로 근무경력, 귀마개 착용여부, 소음에 대한 민감도를 파악하였다. 설문조사 대상자의 공사 수행 경험은 5년 미만이 24%, 5~10년이 41%, 10~15년이 26%, 15년 이상이 8%로 조사되었으며 20대가 4%, 30대 58%, 40대 22%, 50대 이상이 3%였다.

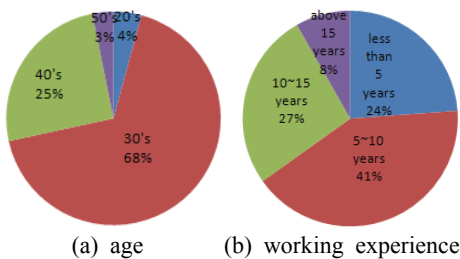


Figure 1 Ratio of participant's information

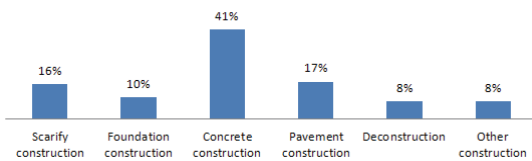


Figure 2 Ratio of participant's construction stage

현재 콘크리트 공사를 수행하고 있는 설문조사 대상자가 전체의 41%였으며 포장공사, 지반정지공사, 기초공사, 파괴해체공사, 기타공사 순으로 설문조사자가 근무중인 것으로 나타났다.

3. 위해성 평가결과

3.1 건설공사장비 및 위해성 항목

건설공사장에서 발생하는 소음이 가장 크게 영향을 미치는 위해성 항목을 알아보기 위하여 설문조사를 실시하였다.

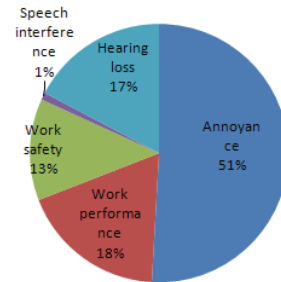


Figure 3 Adverse effect of construction site noise

설문지에 제시된 위해성 항목은 성가심, 작업능력, 위험도, 대화방해, 청력손실이었으며 가장 크게 영향을 미치는 항목 한 가지를 선택하도록 하였다. 분석결과 설문조사자의 51%가 성가심을 가장 영향이 큰 위해성 항목으로 선택하였으며 작업능력(18%), 청력손실(17%), 위험도(13%), 대화방해(1%) 순으로 나타났다.

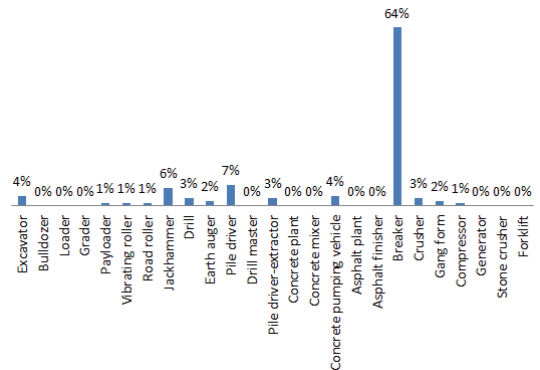


Figure 4 Most annoyed construction machinery

건설공사장에서 여러 가지 공종에 투입되는 건설 장비 25가지 중에서 가장 성가심을 유발하는 건설 장비에 대하여 브레이커를 선택한 비율이 64%로 가장 높았으며 향타기(7%), 착암기(6%), 굴삭기(4%), 콘크리트 펌프카(4%) 순으로 나타났다.

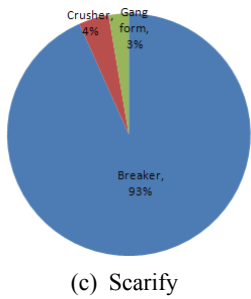
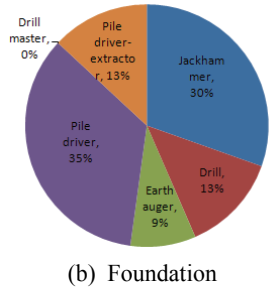
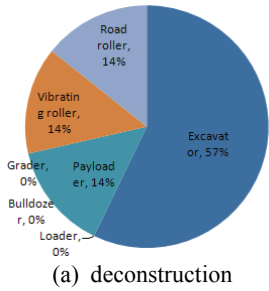


Figure 5 Annoyed machinery of each construction

성가심을 유발하는 건설장비로 선택된 비율이 높은 공종은 파괴해체공사, 기초공사, 지반정지공사 순이었으며 각 건설단계별 성가심을 유발하는 건설장비의 선택비율을 분석하였다. 파괴해체공사에서는 브레이커를 선택한 비율이 93%로 높게 나타났으며 기초공사에서는 향타기와 착암기가 각각 35%와 30%로 비슷하게 선택되었다. 지반정지공사에서는 굴삭기가 57% 가장 높게 나타났으며 로울러, 햄머 콤팩터, 다짐기가 14%로 나타났다.

3.2 공종별 위해성 평가

건설공사장에서 진행되는 지반정지공사, 기초공사, 콘크리트공사, 포장공사, 파괴해체공사, 기타공사 중에서 가장 성가심을 유발하는 건설공종에 대하여 설문조사를 실시하였다. 성가심을 유발하는 공종으로 선택된 비율이 가장 높은 공종은 68%로 파괴해체공사였으며 기초공사(19%), 지반정지공사(6%), 콘크리트공사(5%) 순으로 나타났다.

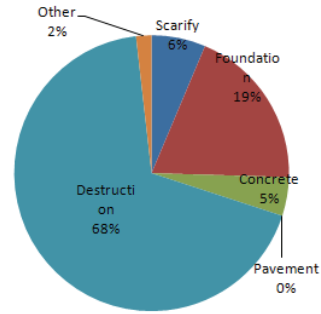


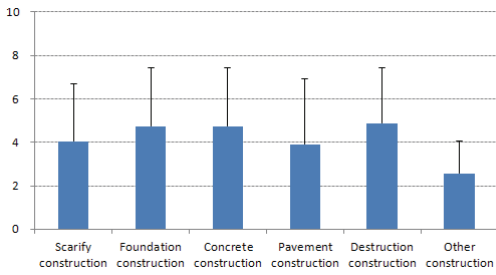
Figure 6 Annoyance construction stage

현재 근무하고 있는 공사장 현장에서 소음이 성가심, 작업능률저하, 작업안전성저하, 대화방해 각각의 위해성 항목에 미치는 영향을 0 ~ 10까지 11점 척도로 평가하였다.

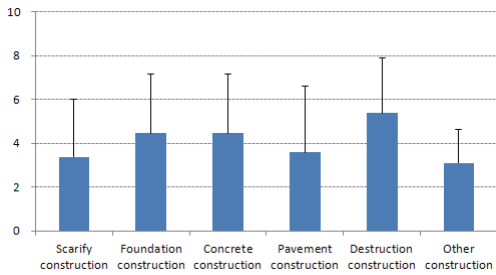
성가심 항목의 경우 파괴해체공사가 4.9로 가장 높았으며 콘크리트공사(4.7), 기초공사(4.7) 순으로 나타났다. 작업능률저하 측면에서는 파괴해체공사가 5.4가 가장 높게 나타났으며 기초공사(4.5), 콘크리트공사(4.5) 순으로 나타나 성가심 항목과 비슷한 유형을 보여 파괴해체공사시 발생하는 소음이 작업능률저하에 미치는 영향이 성가심 항목보다는 좀 더 크게 느끼는 것으로 나타났으나 기초공사, 콘크리트공사의 경우 작업능률저하 보다는 성가심에 영향을 좀 더 크게 미치는 것으로 나타났다. 작업안전성저하 측면에서는 기초공사와 콘크리트공사가 4.2로 가장 높게 나타났으며 포장공사(3.9), 파괴해체공사(3.8) 순으로 나타났다. 대화방해에 미치는 영향은 기초공사와 콘크리트공사가 4.9로 가장 높게 나타났으며 포장공사(4.2) 파괴해체공사(3.8) 순으로 작업안전성저하 항목과 동일한 경향을 보였다.

4. 분석 및 고찰

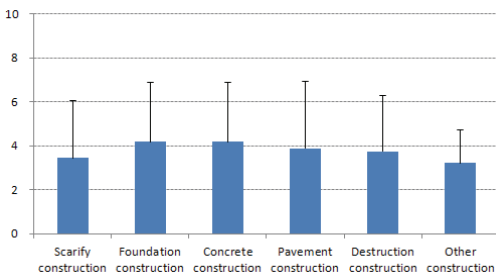
건설공사장 소음이 미치는 위해성 항목인 성가심, 작업능률, 위험도, 대화방해의 항목별 상관관계를 분석하였다. 상관관계 분석결과 작업능률과 위험도가 0.82, 위험도와 대화방해가 0.87로 양의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다.



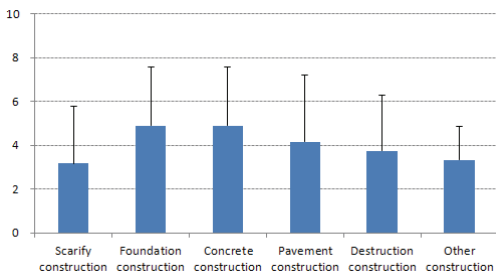
(a) Annoyance



(b) Work performance



(c) Work safety



(d) Speech interference

Figure 7 Adverse effect score of construction stage

Table 1 Correlation among adverse items

	Annoyance	Work performance	Work safety	Speech interference
Annoyance	1	0.74**	0.70**	0.67**
Work performance		1	0.82**	0.77**
Work safety			1	0.87**
Speech interference				1

**p<0.01

경력, 민감도, 나이, 귀마개 착용여부가 위해성 평가결과에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 분산분석을 실시하였다. 종속변수로는 위해성 (성가심, 작업능률, 위험도, 대화방해) 평가결과 (0~10)였으며 분산분석을 위한 요인은 경력, 민감도, 나이, 귀마개 착용여부였으며 분석결과 경력, 나이, 귀마개 착용여부는 통계적 유의성이 없었으며 민감도와 성가심, 작업능률, 위험도, 대화방해가 유의확률이 0.05이하로 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

Table 2 ANOVA analysis result

		Sum of square	df	Mean square	F-value	p-value
Annoyance	Between group	115.151	10	11.515	2.052	.036
	Within group					
Work performance	Between group	149.050	10	14.905	3.201	.001
	Within group					
Work safety	Between group	166.027	10	16.603	3.429	.001
	Within group					
Speech interference	Between group	176.158	10	17.616	2.833	.004
	Within group					

건설공사장 소음에 대한 위해성 (성가심, 작업능률, 위험도, 대화방해)과 통계적으로 유의한 것으로 나타난 민감도에 대하여 민감도가 낮은집단, 중간집단, 높은집단으로 분류하였다.

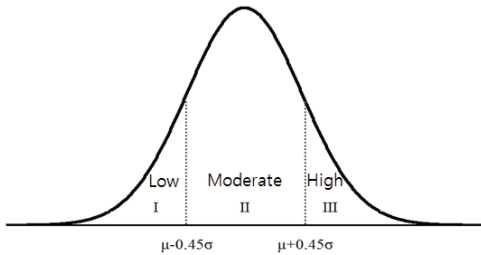


Figure 8 Classified 3 groups by standard score

민감도가 높고 낮음에 따라 설문조사 결과의 차이가 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단과 집단간에 분산분석 및 사후분석을 실시하였으며 작업능률, 위험도, 대화방해가 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다.

Table 3 Significance among dependent variable

		Sum of square	df	Mean square	False	p-value
Annoyance	Between group	29.617	2	14.809	2.052	.089
	In-group	641.156	107	5.992		
	Sum	670.773	109			
Work performance	Between group	59.592	2	29.796	3.201	.004
	In-group	550.372	107	5.144		
	Sum	609.964	109			
Work safety	Between group	64.642	2	32.231	3.429	.004
	In-group	580.856	107	5.429		
	Sum	645.318	109			
Speech interference	Between group	96.692	2	48.346	2.833	.001
	In-group	695.163	107	6.497		
	Sum	791.855	109			

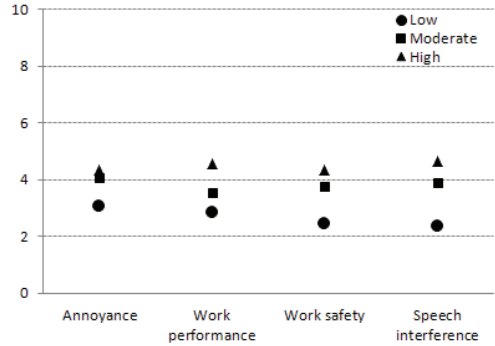


Figure 9 Evaluate scores of each group

작업능률, 위험도, 대화방해에 대하여 사후분석을 실시하였으며 3가지 위해성 모두 낮은 집단과 높은 집단의 설문조사 결과가 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 낮은 집단과 중간집단, 중간집단과 높은 집단의 설문조사 결과는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

Table 4 Post analysis result

	Group	Mean difference	Standard error	p-value
Work performance	Low-High	-1.71	.53152	.005
Work safety	Low-High	1.87	.54605	.002
Speech interference	Low-High	-2.28	.59736	.001

5. 결론

건설공사장 소음의 위해성을 알아보기 위하여 국내건설회사에서 근무하고 있는 현장근무자 110명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사자의 51%가 성가심을 가장 영향이 큰 위해성 항목으로 선택하였으며 가장 성가심을 유발하는 건설장비는 브레이커로 나타났다. 또한 가장 성가심을 유발하는 공중으로는 파괴해체공사였으며 위해성 평가결과 성가심과 작업능률, 위험도와 대화방해에서 비슷한 평가결과가 나타났다. 성가심, 작업능률, 위험도, 대화방해의 항목별 상관관계를 분석 하였으며 작업능률과 위험도, 위험도와 대화방해가 상관관계가 있는

것으로 나타났다. 경력, 나이, 귀마개 착용여부는 각각의 위해성 항목들과 통계적 유의성이 없었으며 민감도가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 민감도가 높고 낮음에 따라 집단을 분류하여 분산분석과 사후분석을 실시하였으며 그 결과 민감도가 높은 사람과 낮은 사람의 작업능률, 위험도, 대화방해에 대한 평가결과의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

(1) Official Journal of the European Communities, "DIRECTIVE 2000/14/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 8 May 2000 on the approximation of the laws of the member States relating to the noise emission in the environment by equipment for the use outdoors".

(2) 정진연 등, 2010, "건설공사장 가설방음벽의 음향 특성", 한국소음진동공학회논문집 제20권 2호, pp.191~198.

(3) E.K. Manatakis, "A new methodological trial on statistical analysis of construction equipment noise", Applied Acoustics (59) p.67-76, 2000.

(4) H. Yoshinaga, et al, "Analysis of individual machine noise in construction (2)", internoise 2006.

(5) Ma Jesus Ballesteros et al, "Noise emission evolution on construction sites. Measurement for controlling and assessing its impact on the people and on the environment", Building and Environment 45 711-717, 2010.

(6) Weixiong Wu, "Noise Assessments for Construction Noise", internoise 2008.

(7) David A. Towers, "Mitigation of community noise impacts from nighttime construction", Construction and materials issues, 2001.

(8) Cheuk Fan Ng, "Effects of building construction noise on residents: A quasi-experiment", Journal of environmental psychology 20 p. 375-385, 2000.

(9) C K Reeb-Whitaker et al, "Accuracy of task recall for epidemiological exposure assessment to construction noise", Journal of environmental psychology 20 p. 375-385, 2000

(10) Marcos D. Fernandez et al, "Noise exposure of workers of the construction sector", Applied Acoustics 70 p.753-760, 2009