

고소음 작업장에서 방음 보호구 착용에 따른 주관적 반응 비교 연구

A Study on the Response Evaluation comparison which follows Hearing Protective equipment use at Loud Noise Workplace

김 대 군†·이 상 영*·김 재 수**

Kim Dae-Goon, Lee Sang-Young and Kim Jae-Soo

1. 서 론

우리 나라는 1960년대를 기점으로 공업이 발달 하기 시작하였고 공업의 발달과 함께 많은 작업 기계들이 사용되어 생산력이 증대되었다. 이러한 작업 기계는 사용 목적 및 제원에 따라 과도한 고소음을 발생 시켜 이에 노출된 작업자들은 불쾌감과 스트레스, 직업성 난청이 발생하는 등의 피해가 발생하고 있다. 따라서 이러한 고소음을 방지하기 위한 대책 중 하나로 다양한 방음 보호구가 개발되고 있다. 그러나 이러한 방음 보호구는 물리적 측정치만 제시 되었을 뿐 실제 작업자들이 느끼는 방음 효과에 대한 심리적인 연구 결과는 전무한 실정이다. 이러한 관점에서 본 연구는 방음 보호구 중 대표적인 귀마개와 귀덮개를 대상으로 어느 정도 방음 효과가 있는지 청감실험을 통해 주관적 반응을 평가 해 보았다.

2. 실험 방법 및 개요

2.1. 작업 기계 소음의 특성

대상 작업 기계 소음의 특성은 그림 1.과 같다.

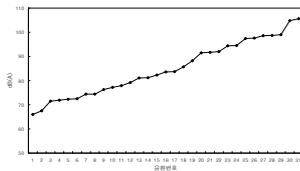


그림 1. 기계소음의 음원별 SPL

그림 1.을 보면 측정된 31개의 작업 기계 소음은 66dB(A) ~ 105dB(A)까지 매우 높은 음압레벨을 유지하고 있으며, 작업 기계 간 변화폭도 매우 크게 나타났다.

2.2. 방음 보호구의 제원 및 특성

본 연구에 사용된 방음 보호구는 가장 많이 사용되고 있

† 김대군; 원광대학교 건축공학과 석사과정
viewer1017@naver.com
(063)857-6712

* 이상영; 한국 3M 기술 연구소, 선임연구원

** 김재수; 원광대학교 건축학부 교수

는 제품으로 제원 및 모습은 표 1 및 그림 2.와 같다.

표 1. 대상 방음보호구의 제원

구 분	제 원	
	귀마개 (1120)	귀덮개 (1425)
타입	소프트 폼 타입	회전식 컵 타입
착용방식	외이도에 삽입	회전식 컵이 귀 전체를 밀폐
소음감소율(NRR)	28dB*	22dB*

* 귀마개, 귀덮개의 소음감소율은 3M사 실험실의 표준 상태에서 측정된 값으로 실제 작업장에 비해 과대 평가 되어 있으므로 현장에 적용하기에 앞서 제공되는 소음감소율을 제공된 차음치의 약 50% 만큼 고려하여 현장에 적용시킬 것을 권고하고 있다.



(a) 귀마개(3M사 1120)



(b) 귀덮개(3M사 1425)

그림 2. 방음 보호구의 모습

2.3 청감 평가방법 및 실험

청감 실험은 원광대학교 건축 환경 실험실 내 청감 실험실에서 실시 하였으며, 실험에 참여한 피험자는 21~34세의 정상 청력을 지닌 소음에 대한 기초적인 지식이 있는 대학생 및 대학원생들을 대상으로 하였다. 음원은 작업 기계가 위치한 작업장에서 DAT를 이용해 녹음하였으며, 피험자는 청감실험실에 앉아 무작위로 배열한 음원을 청취하여 방음 보호구의 방음효과를 평가 하도록 하였다.

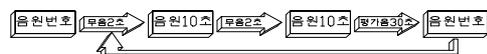
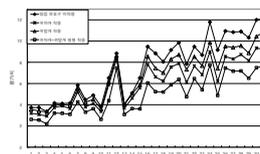


그림 3. 음원의 제시과정

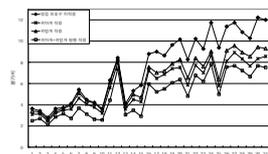
3. 분석 및 고찰

3.1 각 평가어휘에 대한 평균적 반응 항목

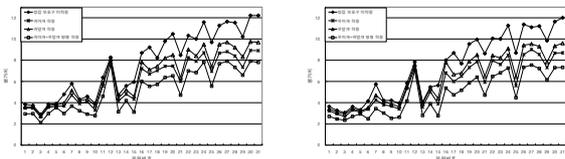
작업 기계 소음에 대한 방음 보호구의 착용에 따른 각 항목별 응답 결과는 그림 4.와 같다.



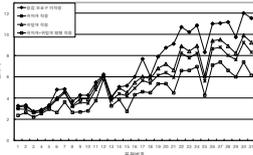
(a) 크다



(b) 시끄럽다



(c) 신경쓰인다 (d) 불쾌하다



(e) 날카롭다

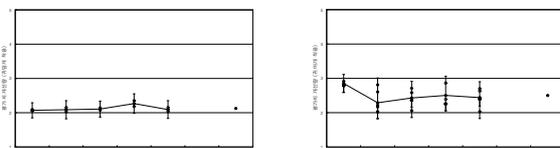
그림 4. 기계 소음의 방음 보호구 착용에 따른 각 항목별 응답 결과

그림 4.를 보면 착용 시보다 귀덮개 < 귀마개 < 귀덮개+ 귀마개 병행 착용의 순으로 방음 효과가 있는 것으로 평가되었다. 이러한 방음보호구의 착용에 따른 청감상의 개선 정도를 방음 보호구 미착용을 기준으로 파악하여 소음레벨에 따라 분류해 보면 표 2.와 같다.

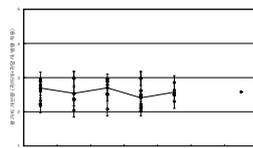
표 2. 소음레벨에 따라 분류된 방음 보호구의 착용별 평가치 개선량 (dB(A))

평가 어휘	착용구분	1단계 미만	1단계 이상~2단계 미만	2단계 이상~3단계 미만	3단계 이상~4단계 미만	4단계 이상~5단계 미만
크다	귀마개 착용	79.2 이하	81.1~99	104.8~105.8	-	-
	귀덮개 착용	88.2 이하	91.5~99	104.8~105.8	-	-
	귀마개+귀덮개 병행 착용	-	66~79.2	81.1~94.5	97.4~99	104.8~105.8
시끄럽다	귀마개 착용	79.2 이하	81.1~94.5	97.4~105.8	-	-
	귀덮개 착용	88.2 이하	91.5~99	104.8~105.8	-	-
	귀마개+귀덮개 병행 착용	-	66~81.1	81.2~85.7	88.2~99	104.8~105.8
신경쓰인다	귀마개 착용	79.2 이하	81.1~98.6	98.7~104.8	-	-
	귀덮개 착용	88.2 이하	91.5~99	104.8~105.8	-	-
	귀마개+귀덮개 병행 착용	-	66~83.6	83.7~94.5	97.4~104.8	105.8
불쾌하다	귀마개 착용	79.2 이하	81.1~98.6	98.7~104.8	105.8	-
	귀덮개 착용	88.2 이하	91.5~99	104.8~105.8	-	-
	귀마개+귀덮개 병행 착용	-	66~71.9	72.3~88.2	88.2~99	104.8~105.8
날카롭다	귀마개 착용	79.2 이하	81.1~98.6	98.7~105.8	-	-
	귀덮개 착용	88.2 이하	91.5~99	104.8~105.8	-	-
	귀마개+귀덮개 병행 착용	-	66~83.6	83.7~88.2	91.5~99	104.8~105.8

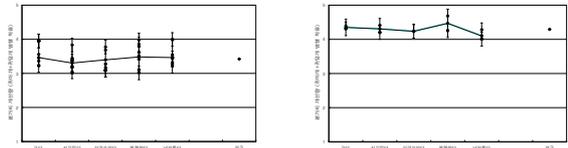
이러한 결과를 바탕으로 방음 효과를 보이는 2단계 이상부터 개선단계별 고소음 작업기계의 소음레벨 개선량을 방음 보호구 착용 형태에 따라 그 분포 정도를 나타내 보면 그림 5.와 같다.



① 귀덮개 착용시 ② 귀마개 착용시



③ 귀덮개+귀마개 병행 착용시 (a) 2단계 이상 3단계 미만



(b) 3단계 이상 4단계 미만 (귀덮개+귀마개 병행 착용시) (c) 4단계 이상 5단계 미만 (귀덮개+귀마개 병행 착용시)

그림 5. 평가치 개선량 2단계 이상부터 개선단계별 방음 보호구 착용 형태에 따른 고소음 작업기계의 개선량 분포

그림 5.를 보면 2단계 이상 3단계 미만의 평가치 개선량 평균은 귀덮개 착용시 2.12, 귀마개 착용시 2.5, 귀덮개+귀마개 병행 착용시 2.58로 나타났으며, 3단계~4단계부터는 귀덮개+귀마개 병행 착용시만 방음 효과가 있어 그 평가치 개선량 평균을 보면 3단계 이상 4단계 미만은 3.42, 4단계 이상 5단계 미만은 4.29로 나타났다.

4. 결 론

고소음 작업장에서 방음보호구의 착용에 따른 방음 효과를 알아보기 위해 실시한 청감실험 결과는 다음과 같다.

1. 기계소음에 대한 방음 보호구의 착용전·후 응답 결과는 미착용 시보다 귀덮개 < 귀마개 < 귀덮개+귀마개 병행 착용의 순으로 방음 효과가 있는 것으로 평가되었다. 또한 상대적으로 저소음의 작업 기계에서 고소음의 작업기계로 갈수록 방음 효과가 뛰어나 높은 음압레벨을 가진 작업 기계일수록 방음에 효과적인 것을 알 수 있다.

2. 방음 효과를 인지하여 어휘 변화를 느끼는 평가치 개선량 2단계 이상은 귀덮개 착용시 104.8dB(A), 귀마개 착용시 97.4~104.8dB(A), 귀덮개+귀마개 병행 착용시는 72.3~83.7dB(A)부터 나타났다. 특히 귀덮개+귀마개 병행 착용시 3단계 이상은 88.2dB(A)부터, 4단계 이상은 104.8dB(A)부터 가장 뛰어난 방음 효과를 보이는 것으로 평가되었다.

3. 평가치 개선량 2단계 이상부터 개선 단계별 고소음 작업기계의 소음레벨 개선량을 방음 보호구 착용 형태에 따라 그 분포를 보면 2단계 이상 3단계 미만의 평가치 개선량 평균은 귀덮개 착용시 2.12, 귀마개 착용시 2.5, 귀덮개+귀마개 병행 착용시 2.58로 나타났으며, 3단계~4단계부터는 귀덮개+귀마개 병행 착용시만 방음 효과가 있어 그 평가치 개선량 평균을 보면 3단계 이상 4단계 미만은 3.42, 4단계 이상 5단계 미만은 4.29로 나타났다.

위와 같은 연구 결과는 작업 기계의 고소음으로 인한 작업자들의 방음 대책시 유용한 자료로 활용 될 수 있을 것으로 사료되며 향후 추가적인 작업 기계 소음의 특성을 파악해 평가해 본다면 보다 더 정확한 자료가 될 것으로 사료된다.