

# 가청화를 이용한 고소음 사업장의 흡음대책 저감 효과 평가

## Evaluation on Attenuation Effect for Sound-Absorbing Measures of Loud Noisy Work-Site using Auralizational Technique

윤재현† · 주덕훈\* · 김재수\*\*

Yun, Jae-Hyun Ju, Duck-Hoon Kim, Jae-Soo

### 1. 서 론

고소음 사업장에서 사용하는 작업기계의 경우 고소음을 발생시켜 작업자들에게 신체적, 정신적 악영향을 미치고 있다. 따라서 고소음 사업장의 흡음대책이 절실히 필요하나 지금까지는 방음보호구를 착용하거나 작업시간을 제한하여 소음 노출량을 최소화하는 방법을 주로 사용하였다. 그러나 이러한 소음대책은 소극적이고 영구적이지 않으므로 많은 한계를 가지고 있으며, 또한 작업자에게 보호구 착용으로 인한 불편함과 작업시간 제한에 따른 생산성 저하를 초래하는 등의 문제를 발생시킨다. 이러한 관점에서 본 연구는 선행 연구에서 제시한 흡음대책의 물리적 효과 이외에 위해 가청화 실험을 실시하여 대상 고소음 사업장(보석 가공장, 모형공작실)의 주관적 반응의 변화 정도를 조사 하고자 하였다. 이러한 자료는 연구대상 고소음 사업장과 유사한 사업장의 흡음대책 시 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

### 2. 실험방법 및 개요

#### 2.1 가청화 음향시물레이션

본 연구에서 사용한 가청화(可聽化)기법은 음향 시물레이션을 통해 흡음대책을 한 고소음 작업장의 수음점에서 구한 임펄스 응답(Impulse Response)과 직접 작업장에서 측정된 작업기계의 음원을 합성연산(Convolution)하여 개선 전과 개선 후의 음향 상태를 직접 들어 볼 수 있는 방법이다.

#### 2.2 연구 대상 고소음 사업장의 개요

고소음 사업장의 소음특성은 작업기계의 사용 목적 및 제원에 따라 큰 영향을 받는다. 대상 고소음 사업장의 제원

† 교신저자; 원광대학교 건축음향연구소  
E-mail : yun80805@naver.com  
Tel : (063) 857-6712, Fax : (063) 843-0782

\* 원광대학교 건축음향연구소

\*\* 원광대학교 건축학부 교수

및 개선 전·후의 음압레벨 결과는 다음과 같다.

표 1. 대상 고소음 사업장의 제원

고소음 사업장	실내 표면적(S)	실내 체적(V)
보석가공장	114.4m <sup>2</sup>	434.72m <sup>3</sup>
모형공작실	61.2m <sup>2</sup>	177.5m <sup>3</sup>

표 2. 개선 전·후 SPL 비교

고소음 사업장	비교항목	주파수(Hz)								dB(A)
		125	250	500	1k	2k	4k	8k		
보석 가공장	음압레벨 (SPL)	개선전	91.8	81.4	81.4	82.6	84.0	78.9	86.4	90.3
	개선후	88.3	76.5	74.4	73.1	73.2	68.8	77.4	81.2	
모형 공작실	개선전	82.6	86.2	90.9	93.1	92.5	92.6	91.9	99.3	
	개선후	80.7	84.2	87.9	89.4	88.6	89.1	88.8	95.6	

#### 2.3 청감평가를 위한 어휘조사

본 연구에서는 작업기계 소음에 대해 노출 시 피험자로 하여금 반응의 정도를 판단하기 위해 선행연구 결과의 어휘로 구성된 응답지(Sheet)를 사용하였다.

평가어휘 : 크다

전혀	거의	그다지	약간	크다	상당히	매우
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	

평가어휘 : 시끄럽다

전혀	거의	그다지	약간	시끄럽다	상당히	매우
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	

평가어휘 : 신경쓰인다

전혀	거의	그다지	약간	신경쓰인다	상당히	매우
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	

평가어휘 : 불편하다

전혀	거의	그다지	약간	불편하다	상당히	매우
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	

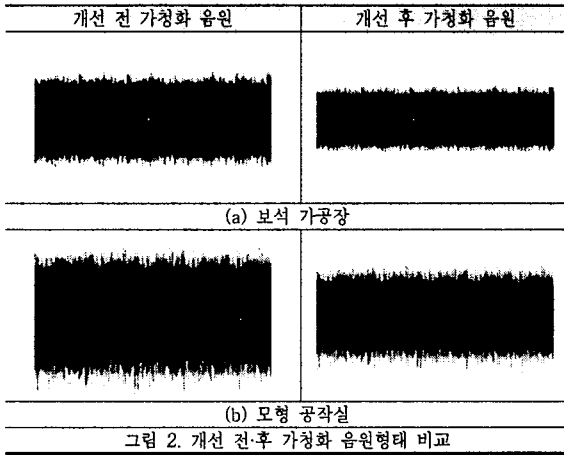
평가어휘 : 날카롭다

전혀	거의	그다지	약간	날카롭다	상당히	매우
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	

그림 1. 청감실험 응답지(Sheet)

## 2.4 청감평가를 위한 음원의 구성

청감실험시 사용한 개선 전 음원은 현장에서 녹음한 각 작업기계의 음원을 합성연산(Convolution)하여 구성하였으며, 개선후 음원은 음향시뮬레이션 상에서 가청화 기법을 이용하여 흡음처리에 의한 음원을 사용하였다. 또한 본 연구에서 사용된 가청화 음원은 소음에 대한 최대 피해정도를 알아보기 위해 모든 작업기계가 동시에 작동한다는 가정하에 음향 시뮬레이션을 실시하였다.



## 2.5 청감 평가방법 및 실험

흡음대책 후 변화된 음압레벨 특성을 정확하게 파악하기 위해 피험자로 선정된 사람은 모두 정상적인 청력을 가진 20대의 신체 건강한 대학생 및 대학원생 20명을 대상으로 하였다. 청감실험 모습 및 음원의 제시과정은 다음과 같다.

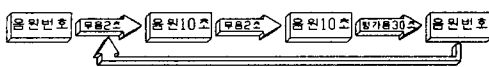
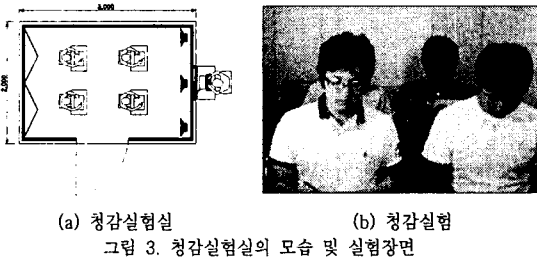


그림 4. 음원의 제시과정

## 3. 분석 및 고찰

### 3.1 각 평가어휘에 대한 평균적 반응 항목

대상 고소음 사업장의 개선 전·후의 각 항목별 응답 결과는 다음과 같다.

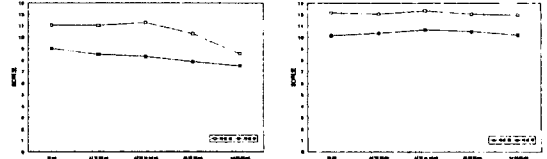


그림 5. 흡음 대책을 통한 개선 전후 각 항목에 대한 평균적 반응

개선 전 보석 가공장의 경우 90.3dB(A)의 높은 음압레벨로 인하여 각 항목의 평균적 반응치가 8.55~11.25의 결과로 높게 나타났으며, 모형 공작실은 보다 높은 음압레벨인 99.3dB(A)로 인하여 각 항목의 평균적 반응치가 11.95~12.35의 매우 높은 결과로 나타났다. 또한 모든 항목에 대한 평균적 반응치가 10이상을 기록한데 반해 보석 가공장에서 "날카롭다" 항목은 8.55로 나타났다. 이러한 이유는 인간의 청각은 고주파수에서 민감하게 반응하는데 보석 가공장에 사용하는 대부분의 작업기계가 모형 공작실에서 사용하는 작업기계에 비해 2kHz~8kHz의 고주파수 대역에서 음압레벨이 낮기 때문인 것으로 사료된다.

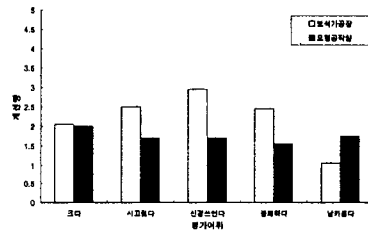


그림 6. 흡음대책을 통한 개선 후 각 항목에 대한 개선량

흡음대책을 통한 개선 후 음압레벨이 9.1dB(A)가 감소한 보석가공장의 경우 각 항목의 평균적 반응치에 따른 개선량은 "크다" 2.05, "시끄럽다" 2.50, "신경쓰인다" 2.95, "불쾌하다" 2.45, "날카롭다" 1.05로 나타났으며, 3.7dB(A)가 감소한 모형 공작실은 "크다" 2.00, "시끄럽다" 1.70, "신경쓰인다" 1.70, "불쾌하다" 1.55, "날카롭다" 1.75 정도 개선되었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 고소음 사업장을 흡음재로 마감하여 고소음을 저감 할 수 있는 방법이 매우 실효성 있을 것으로 사료된다.

## 4. 결론

고소음 사업장을 대상으로 음향시뮬레이션을 통해 흡음대책을 한 뒤 가청화 청감실험을 실시한 결과 흡음재로 마감하여 고소음을 저감 할 수 있는 방법이 매우 실효성 있을 것으로 사료된다. 또한 흡음대책과 함께 직접음에 해당하는 작업기계 자체의 방음대책을 강구 한다면 보다 더 쾌적한 업무환경 수립이 가능할 것으로 사료된다.