

# 작업환경 소음 개선을 위한 작업자 관점의 우선순위 파악에 관한 연구

김 화 일†

부산가톨릭대학교 환경과학부

## A Study on the Noise Priority Ranks to Improve Work Environments in the Worker's Point of View

Kim, Hwa-II †

*School of Environmental Science, The Catholic University of Pusan*

This study was aimed at rating the existing work environment noise components and alternatives in point of worker's view. To answer the purpose, AHP(Analytic Hierarchy Process) method is adopted in this research. Based on the AHP method, this research abstracts a mathematically rigorous noise components and alternative's weights and proven process for priority and decision-making. By reconstructing complex hearing conservation programs to a series of pair-wise comparisons, and then synthesizing the results, this study not only helps establishments of noise countermeasure, but also provides a clear rationale for noise alternatives.

The result of this study is summarized as follows; 1) Job satisfaction index and noise identification index are 63, 56 respectively. 2) Noise level(15.7%), frequency(14.1%) and directivity(13.6%) are main reasons in worker's ground. 3) There

are some difference between the estimation of worker's identification and that of work sites. 4) Low noise machine(14.7%), enclosure(13.2%) and shielding(9.6%) are chosen for noise protection method by workers. 5) Noise environment improvement should be focused on noise source rather than personal protection. 6) By the AHP method, noise source countermeasure have a key role at work environments.

**Key Words** :work environmental noise, noise reduction, noise evaluation, AHP(analytic hierarchy process)

접수일 : 2005년 2월 15일, 채택일 : 2005년 12월 10일

† 교신저자 : 김화일(부산광역시 금정구 부곡3동 9번지 부산가톨릭대학교 환경과학부  
Tel : 051-510-0632, Fax: 051-510-0638, E-mail: hikim@cup.ac.kr)

## I. 서론

국내의 제조업 사업장은 일반적으로 열악한 작업환경소음에 노출되어 있다. 기존 조사에 의하면 전체 제조업의 46.4%가 소음 부서이고, 이중 90 dB(A)를 초과하는 사업장이 30~60%까지 있으며, 제조업 종사자들의 10.2%가 작업장 환경소음에 지속적으로 폭로되고 있다. 그에 따른 직업병 유소견자의 질병종류도 2002년에 소음성 난청 82.1%, 진폐증 15.6%, 급속중독 1.0%, 유기용제 중독 0.2%, 특정화학물질 중독 0.1% 등의 순으로 나타나 작업환경소음의 개선이 시급한 것으로 나타났다(노동부, 2003). 그러나 현재의 법규에서는 공장외부의 경우 소음·진동배출시설에서 발생하는 소음·진동을 관리하기 위해 “공장소음·진동 배출허용기준”을 규정하여 실행하고 있으나 가장 직접적으로 영향을 받는 대상인 작업자 중심의 대책은 크게 미흡한 실정이다. 이러한 문제의 원인은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 우선 국내에서는 근로자 청력보호에 관한 사항들이 산업안전보건법에서 다루어지

고 있으며, 그에 따른 소음평가기준은 국가차원에서 전체 산업에 일률적으로 적용시키고 있다. 따라서 대부분의 작업장에서는 생산성과의 불일치, 작업자들의 생산적 관성요인, 생산라인의 가속화에 따른 제반여건들의 복합성을 소음수준평가 및 소음저감개선대책에 제대로 반영되지 못하고 있다. 둘째 현재까지의 소음 개선업무는 정책 결정자와 관련 전문가를 중심으로 수행되어졌다. 따라서 실제 영향을 받는 작업자는 이러한 정책결정과정에 배제됨으로서 효과적이고 실용적인 소음평가 및 대책수립은 상대적으로 미흡한 실정이다.

일반적으로 작업장에서 발생하는 소음이 인체에 미치는 영향은 청각기관 및 그 외의 기관에도 영향을 미치는 것으로 조사되어 있으며, 이러한 손실을 줄이는 방법으로는 일반적으로 소음 작업환경을 개선하여 그 노출량을 줄이는 방법과 작업자가 청력보호구를 착용함으로써 줄이는 방법이 있다.(이광목, 1984)

현재 소음환경에 노출된 근로자의 관한 연구로는 소음성 난청과 작업환경소음의 연관성 중, 소음환경에 따

른 청력역치이동을 조사한 연구(이용환, 1989), 소음부서 근로자, 사무직 근로자 및 산업보건 관련 종사자에 있어서 소음인지도 및 직종별 청력역치 차이에 관한 연구(함완식 등, 1999), THI를 이용하여 소음과 근로자의 건강의 상관관계를 조사한 연구(임무혁 등, 2003) 등이 있다. 또한, 소음성 난청과 고혈압과의 유병 상관성 연구(김성천, 1991) 및 심혈관계 질환의 위험인자를 소음환경과 소음성 난청과 연관지어 많은 연구가 수행되었다(Malchaire와 Mullier, 1979; 박경옥과 이명선, 1996, 차봉석 등, 1997, 정성필 등, 1998). 소음 작업장의 특성에 관한 연구로는 주로 발생소음의 주파수특성을 조사하거나(김광중 등, 1991), 국내 소음 노출기준 초과업종의 특성에 대해 주로 조사되었으며(피영규 등, 2003), 이러한 소음 수준과 작업만족도를 상관지어 연구가 이루어졌다(Klitzman et al, 1989). 또한 유해한 작업환경이 근로자의 작업태도 및 생산성에 미치는 영향(Robinson, 1987)이 조사되었으며 건강상태가 좋지 않은 근로자일 경우 작업환경을 더 유해하다고 인식하고 있

Table 1. Recommended noise management measures

(following FEA 1995)

Engineering Measures	Remarks
Emission reduction by source modification	Tyre profiles; low-noise road surfaces; changes in engine properties
New engine technology	Road vehicles; aircraft; construction machines
Transmission reduction	Enclosures around machinery; noise screens
Orientation of buildings	Design and structuring of tranquil uses; using buildings for screening purposes
Traffic management	Speed limits; guidance of traffic flow by electronic means
Passive protection	Ear plugs; ear muffs; insulation of dwellings;
Implementation of land-use planning	Minimum distance between industrial, busy roads and residential areas; location of tranquillity areas; by-pass roads for heavy traffic; separating out incompatible functions.

었다(문영한 등, 1992). 그러나 소음 등의 노출수준은 근로자의 작업환경 만족도에 영향을 주지 않는다는 반대되는 보고도 있었다(임남구, 1999). 이러한 연구 결과들은 주로 조사자의 성향이나 전문가 위주로 수행되었고, 주로 소음 수준과 근로자와의 상관관계 자체에만 초점이 맞추어져 있다. 따라서 작업장 소음에 관한 요인 중 특정 인자가 근로자의 소음 인식에 지배적인 영향을 미치는가에 대한 연구는 부족하다. 그러므로 근로자 관점에서의 작업장 소음 요인들과 소음 수준 인식과의 관련성 및 각 요인간의 우선순위를 파악하는 것이 필요하다.

본 연구의 목적은 작업자 관점에서 기존 작업장의 소음인자 분석 및 대책 평가 방안을 제안하는데 있다. 이를 위해 기존의 소음 관련 연구 및 법규를 분석하여 평가 항목을 선정하고, 이를 경남 공단 소재의 공장에 근무하는 작업자 200명을 대상으로 실제 사례분석을 통해 제안한다. 설문조사 시에는 실제 작업자의 성향을 전문적인 용어로 분석하기 위해 조직에 있어서의 의사결정과정을 분석하고 기술하여 이를 이론화하는 기술론(Analytic Hierarchy Method) 중 하나인 다기준 의사결정법인 AHP기법(Satty TL., 1980)을 이용하여 분석함으로써 근로자 관점에서 소음 및 대책을 평가하였다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 경남 소재 J, G공단을 대상으로 수행하였다. 경남소재 J, G 공단은 사업장수가 각각 861, 1,128개이고, 작업자수도 9,322, 11,828명이며, 평균소음레벨이 85.0 dBA(82.4~88.1)이므로 일반적인 작업환경소음레벨을 가지는 것으로 나타났다. Table 2,

**Table 2. Average SPLs in J industrial complex**

(Total No.: 861, Total No. of workers : :9,332)

Section	No.	Average SPL
Metal, Machinery	102	84.4
Motor Vehicle,	45	84.9
Electrical, Electronic Machinery	56	85.7
Chemicals, Rubber, Plastic	62	83.4
Non-metallic	35	85.7
Textiles, Apparels	33	84.6
Papers, Wraps, Printing	48	83.5
Lumber, Furnitures	52	88.1
Etc.	410	84.6

**Table 3. Average SPLs in G industrial complex**

(Total No.: 1,128, Total No. of workers : 11,828)

Section	No.	Average SPL
Metal, Machinery	79	85.2
Motor Vehicle,	36	83.9
Electrical, Electronic Machinery	61	84.7
Chemicals, Rubber, Plastic	78	84.1
Non-metallic	30	86.6
Textiles, Apparels	42	85.4
Papers, Wraps, Printing	66	82.4
Lumber, Furnitures	45	87.9
Etc.	691	85.2

Table 3에 J공단과 G공단의 특성을 정리하여 나타내었다(근로복지공단, 2004).

본 설문조사 대상자의 일반적인 특성은 Table 4와 같다. J공단과 G공단의 근로자는 전체적으로 각 연령대별로 고른 분포를 보이고 있으며, 남성의 비율이 80.8%로 나타나 상대적으로 높은 비율을 보이고 있다.

결혼유무는 20대 이상 50대 이하 조사 대상자에서 기혼과 미혼이 거의 동등한 분포를 보이고 있으며 근무연수는 2년 미만이 가장 높게 나타났다. 교육정도는 대졸이상이 고졸 이하에 비해 16.8% 많은 것으로 나타났다. 본 조사에 앞서 공단 작업자를 대상으로 일차설문조사를 통해 공단

작업자의 현 상태의 직무만족도와 소음인지도를 조사하여 본 조사의 필요성을 검증한 결과 Table 5와 같이 현재 J, G공단에 근무 중인 근로자의 소음인지점수는 대략 63점으로 직무만족도 56점에 비해 상당히 높게 나타났다.

본 조사에서는 목재가구, 전기전자 및 비금속광물, 섬유·의복·제조 등의 순으로 소음도가 높게 나타난 지역을 선정하여 출·퇴근 시의 근로자를 중심으로 출·퇴근시간대에 임의 추출하여 설문지를 배포하고 조사원이 기입방식을 설명한 후 수거하였다. 수거된 설문지에서 50대 이상의 근로자의 조사표는 신뢰성이 낮아 제외하여 총 200명을 대상으로 본 연구에서 선

Table 4. Worker's characteristics of survey

Characteristics	Classification	No.	Percentage(%)
Age	20~29	90	36.0
	30~39	75	30.0
	over 40	85	34.0
Sex	male	202	80.8
	female	48	19.2
Marriage	single	127	50.8
	married	123	49.2
Job experience	under 2 years	107	42.8
	3~6 years	55	22.0
	7~10 years	50	20.0
Education	over 11 years	38	15.2
	under high school graduate	104	41.6
Working condition	higher than university graduate	146	58.4
	regular	163	65.2
	irregular	87	34.8

Table 5. Worker's noise recognition and job satisfaction indices in J, G industrial complex.

	Noise recognition index	Job satisfaction index
Mean	63.21	56.43
SD	18.40	15.89

Table 6. Steps of AHP scheme

Step	Remarks
Step 1	Set the strategic objectives and criteria for the evaluation of the manufacturing system under study.
Step 2	Structure the decision hierarchy leading to MS choices that are the most feasible and best suited to the nature of the manufacturing system organization.
Step 3	Determine the weight or importance of each attribute with the support of the company's upper level management through questionnaires.
Step 4	Evaluate and perform the rating of each criterion, subscription, and alternative with respect to the next higher objectives or criteria.
Step 5	Identify the higher rating preferred alternative and analyse the solution with respect to the changes of importance in criteria.
Step 6	Determine the strategy for the selection of most fitted manufacturing systems to be designed and established over planning horizons.

택한 계층화 구조기법에 의해 분석하여 근로자 관점에서의 소음 대책 요인별 중요도를 파악하였다.

본 연구의 요인 평가는 AHP기법을 응용하여 Table 6과 같이 수행되었다. 통계분석기법의 한 종류인 AHP 기법은 일반적인 인간행태나 분석적 사고를 반영한 계량적, 논리적 의사결정기법의 하나로 적용방법이 용이하여 의사결정과정을 쉽게 표현할 수 있으면서도 이론적인 근거가 분명하기 때문에 공공과 민간부문의 집단 의사결정과정에서 널리 사용되고 있다.

이 기법(박현, 2000)은 다양한 결정요소를 고려하여 복잡한 문제를 계층적(hierarchical)으로 체계화하고 쌍대비교를 통해 중요도(priority)를 도출하는데 있으며, 이 과정에서 의사결정자는 정해진 기준 척도를 사용하여 결정에 영향을 미치는 요소나 평가항목의 순위(preference)를 쌍대 비교함으로써 합리적인 결과를 도출해 낼 수 있다.

## 2. 소음대책 평가항목 및 분석방법

본 연구에서는 공단 근로자를 대상으로 설문조사를 실시하여 근로자의 경향을 파악하였다. 그를 위해 소음평가를 위해 주로 사용되는 항목들을 기존 연구를 고찰하여 추출하였고 이를 다음 Table 8과 같이 정리하였다.

Table 8에서는 소음 원인 평가에 대한 대안의 중요 요소를 파악하기 위해 기존 작업장소음 대책 시 주로 사용되는 방법들을 소음원 대책, 전파경로 대책, 수음점 대책으로 구분하였다. 설문 조사시 사용된 표현은 Table 9와 같다.

또한 작업장의 소음평가 과정을 구축하기 위해 작업환경에 대한 근로자 인식도를 Fig. 1과 같이 계층 구조화하였다. 여기서 작업장 소음 특성은 근로자가 느끼는 소음의 원인에 관한 항목이며 작업장 소음개선대책은

Table 7. The major advantages of AHP

No.	Remarks
1	It provides a psychologically sound basis for making the most precise assessment of values through Hierarchy structuring and pair-wise comparisons of values within the same hierarchy.
2	It is simple, intuitive, and easily programmable on a computer
3	The weights of the values resulting from the analysis are numerically stable for small inconsistency in human judgments for the pair-wise comparisons
4	In addition to value assessment, it can also be used for forecasting, alternative selection, and resource allocation as will be discussed in future chapters of this book
5	The method has been widely applied and accepted by major business corporations and government agencies throughout the world

Table 8. Noise control measures

Classification	Method
Noise source	Decrease noise source
	Remove noise source
	Insulation
	Silence
	Control of Vibration, damping
Path	Improvement of operation
	Attenuation of distance
	Effect of enclosure
	Absorption
	Directivity
Receiver	Barrier
	Improvement of operation
	Personal protection

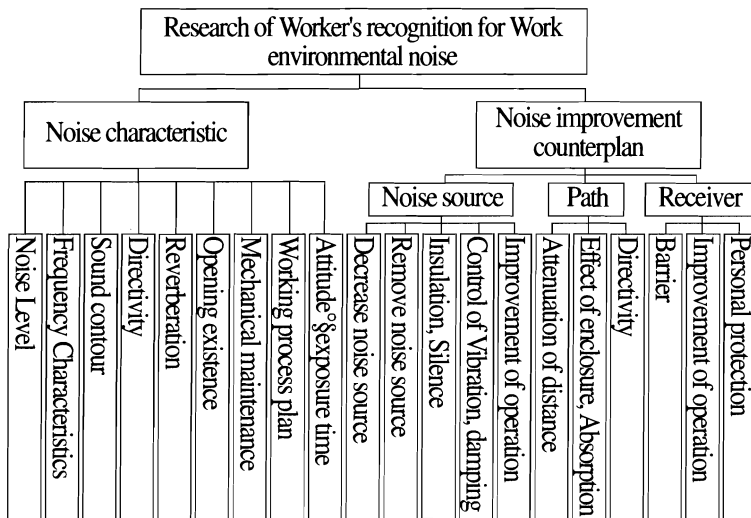


Fig. 1. Hierarchical diagram for worker's recognition of work environmental noise.

작업자 관점에서의 각 대책의 유용성 및 중요도를 파악하기 위해 실시되었다.

본 연구에서 사용된 AHP기법의 일반적인 수행 절차(한국개발연구원, 2004)는 다음과 같이 4단계 과정을 거친다.

1) 의사결정자의 의사결정 요소들 간의 관계를 분석하여 계층구조화 한다. 이는 주어진 문제를 상호 관련된 의사결정 속성별로 계층화하여 분해하는 과정으로 문제의 복잡성을 체계화하여 유연성을 주게 된다.

2) 계층구조가 설정되면 의사결정자는 동일계층(Level) 요소들의 쌍대비교를 실시한 후 Table 10과 같이 쌍대비교 행렬을 구한다. 이 단계는 특정 계층 내 요소들의 중요도에 대한 의사결정자의 선호도를 평가하는 단계이다. 또한 임의의 두 요소간의 우월성을 나타내는 정방행렬로서 대각선 값은 모두 1이고 나머지는 상호대칭으로 역수관계에 있다.

작성된 쌍대비교 행렬로부터 요소들의 상대적인 가중치와 최대고유치( $\lambda_{max}$ )를 구한다.

3) 각 계층별로 얻어진 요소들의 중요도를 조합하여 각 대안의 우선순위를 파악하여 최적의 대안을 결정한다.

4) 의사결정자의 논리적 일관성을 검증하기 위해 AHP에서는 응답의 일관성 정도를 '비일관성비율'로 나타낸다. 비일관성비율이 0의 값을 갖는다는 것은 응답자가 완전한 일관성을 유지하며 쌍대비교를 수행하였음을 의미한다.

$$CR = CI \text{ (consistency index)} \div RI \text{ (random index)} \quad (1)$$

CI는 응답의 일관성(consistency) 정도를 나타내는 지표로서 식 (2)에서  $n$ 에 근접할수록 일관성(consistency)이 있다고 볼 수 있다.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Table 9. Description languages in survey

Item	Description								
	Silent			Normal			Noisy		
Noise level	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Frequency characteristics	Soft			Normal			Sharp		
Sound contour	Widespread			Normal			Bias		
Directivity	Harmonic			Normal			Bias		
Reverberation	No			Normal			Yes		
Opening existence	Yes			Normal			No		
Mechanical maintenance	Good			Normal			Bad		
Working process plan	Good			Normal			Bad		
Attitude, Exposure time	Few			Normal			Lot		

Table 10. Pair-wise matrix

	a1	a2	a3	...	an
a1	1	a1/a2	a1/a3	...	a1/an
a2	a2/a1	1	a2/a3	...	a2/an
a3	a3/a1	a3/a2	1	...	a3/an
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
an	an/a1	an/a2	an/a3	...	1

Table 11. RI (random index)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

(Satty TL, 1980)

여기에서 n은 고유치의 최대값, n은 비교대상의 수를 나타낸다.

RI (random index)는 1~9 scale을 사용하여 무작위로 생성된 역행렬의 CI (consistency index)를 의미한다.

### III. 연구결과 및 고찰

#### 1. 소음평가항목별 중요도

소음 원인과 대책 평가항목들의 중요도를 판단하기 위해 평가 항목들

간의 쌍대비교를 해당 평가항목 전체에 실시하여 상대 중요도를 Table 12, 13에 작성하였다. 본 연구에서는 작업자 관점에서의 소음의 원인에 대한 항목별 중요도와 현재 근무 중인 작업 환경의 점수를 항목가중치와 평가가중치의 항목으로 구분하여 조사하였다.

Fig. 2에서 보면 작업환경 소음의 원인 중 근로자 관점에서는 소음도가 15.7%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며 개구부의 유무는 4.3%로 가장 낮은 비중을 보이고 있다. 근로자가 인식하는 소음에 관한 항목순위는 소음도(15.7%), 주파수 특성(14.1%), 특정소음의 지향성(13.6%)로 나타났다. 즉, 작업장 내의 강렬한 소음원의 특성을 중심으로 선정한 것으로 보인다. 배치 및 공정도(8.5%), 작업장 잔향상태(7.7%), 개구부 유무(4.3%)는 작업장에서 발생하는 소음원로부터 큰 영향이 없는 것으로 인식하고 있다. 그러나 설문자가 근무하는 작업장의 소음환경에 있어서는 Fig. 3과 같이 작업장 발생소음원으로 소음의 고른 분포를 나타내는 등음선도(14.2%), 주파수 특성(12.8%), 자향성(11.9%) 등의 순위로 들고 있다. 근로자가 인식하는 것과 실제 작업현장을 평가하는데 큰 차이를 보인다. 즉, 소음도(음압레벨)를 가장 중요한 발생 소음원으로 인식하고 있으나 작업 중에서는 작업장 소음 레벨보다 작업장 내의 불균질한 소음의 분포(등음선도), 충격음, 고주파음에 더 민감한 반응을 보이는 것으로 나타났다.

Fig. 4에서는 근로자가 생각하는 소음 개선대책과 현재 공단에서의 소음 개선 점수 요인 중요도를 각 대책별로 정리하였다. 근로자가 인식하는 소음 저감대책에 있어 항목순위는 저소음화(14.7%), 소음원의 차음(13.2%), 차폐효과(9.6%) 등의 순으로 나타나고 있고, 청력개입보호구(5.3%), 근로자 차음대책(5.0%), 거리감쇠(2.8%) 등

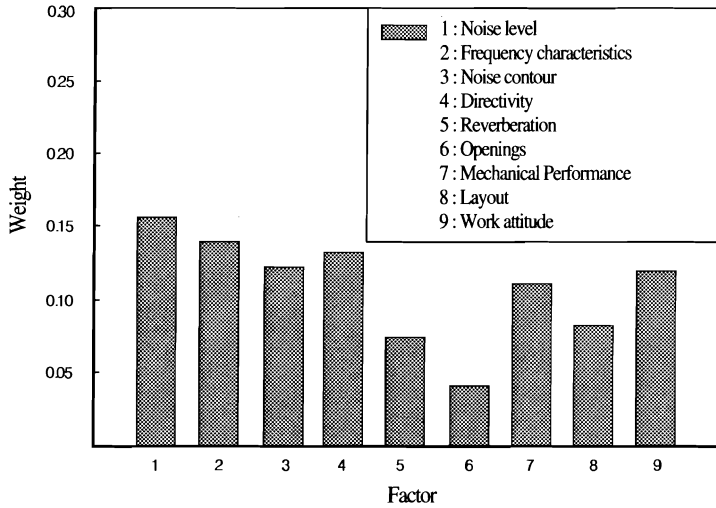


Fig. 2. Item weight for noise factor.

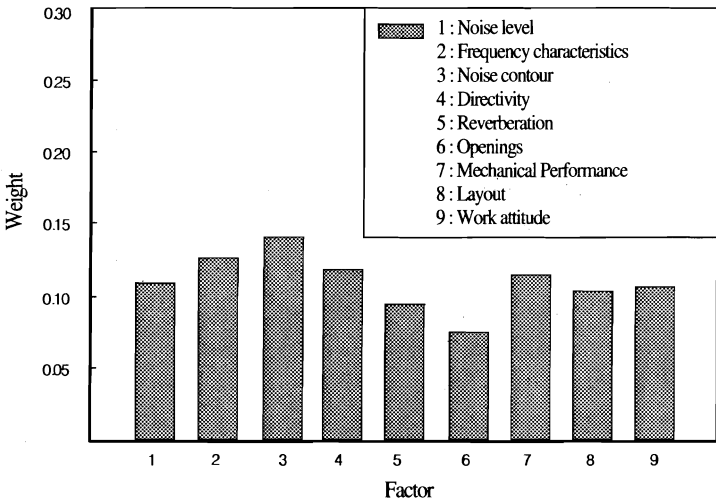


Fig. 3. Evaluation weight for noise factor.

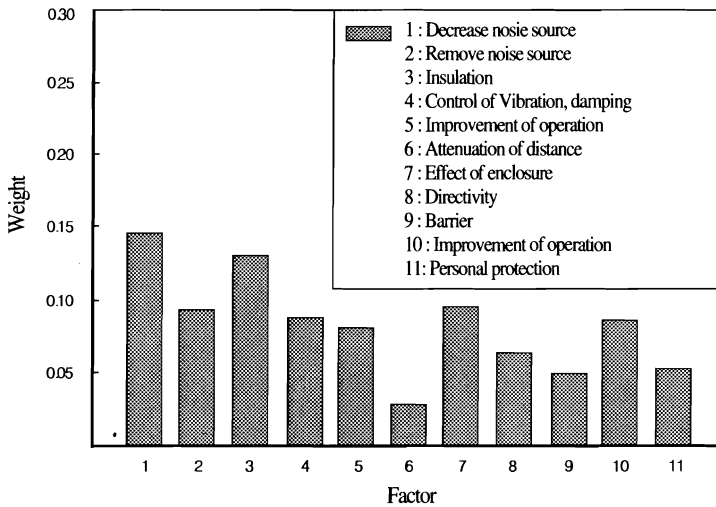


Fig. 4. Item weight for counterplan.

은 중요하게 느끼지 않고 있다. 이는 발생소음원 대책과 전파경로 대책 중 차폐효과로 개선되어야 한다고 인식하고 있다. 또한, 자신이 근무하는 작업장의 현황에 있어서의 평가점수는 Fig. 5와 같이 소음기계의 차음(15.7%), 저소음화(15.1%), 방진·제진(11.9%) 등 발생소음원에 대한 대책이 상위순위 대책으로 인식하고 있으며 운전방법개선(5.4%), 작업방법 개선(5.2%), 거리감쇠(3.1%) 등에 대해서는 소극적인 것으로 나타났다. 즉, 근로자들은 현재 작업장의 소음환경 개선대책을 소음 발생 기계중심으로 하는 것이 바람직하며 수음자 위주의 대책은 불합리한 것으로 인식하고 있음을 보여준다.

소음 대책에 있어서 각 설문항들을 각 대책에 따라 3가지 범주로 분류하여 각 설문점수를 AHP 기법에 따라 종합한 결과는 Table 14와 같다. 이 경우에도 소음원 대책은 셋 중 가장 높은 점수를 보이고 있으며 전파 경로고 있고, 청력개원보호구(5.3%), 근로자 차음대책(5.0%), 거리감쇠(2.8%) 등은 중요하게 느끼지 않고 있다. 이는 발생소음원 대책과 전파경로 대책 중 차폐효과로 개선되어야 한다고 인식하고 있다. 또한, 자신이 근무하는 작업장의 현황에 있어서의 평가점수는 Fig. 5와 같이 소음기계의 차음(15.7%), 저소음화(15.1%), 방진·제진(11.9%) 등 발생소음원에 대한 대책이 상위순위 대책으로 인식하고 있으며 운전방법개선(5.4%), 작업방법 개선(5.2%), 거리감쇠(3.1%) 등에 대해서는 소극적인 것으로 나타났다. 즉, 근로자들은 현재 작업장의 소음환경 개선대책을 소음 발생 기계중심으로 하는 것이 바람직하며 수음자 위주의 대책은 불합리한 것으로 인식하고 있음을 보여준다.

소음 대책에 있어서 각 설문항들을 각 대책에 따라 3가지 범주로 분류하여 각 설문점수를 AHP 기법에 따라

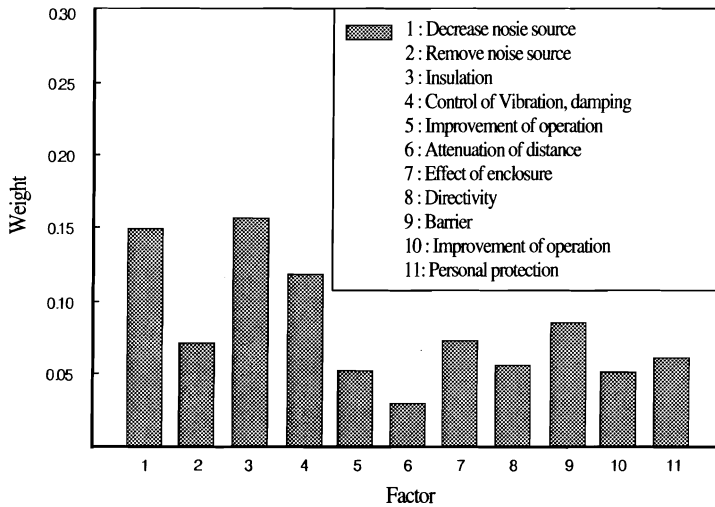


Fig. 5. Evaluation weight for counterplan.

Table 14. Noise control measures score

Classification	Method	Score	Total
Noise source	Decrease noise source	0.930	48.3%
	Remove noise source	0.526	
	Insulation	0.843	
	Control of Vibration, damping	0.532	
	Improvement of operation	0.448	
Path	Attenuation of distance	0.152	25.7%
	Effect of enclosure	0.547	
	Directivity	0.349	
	Barrier	0.289	
Receiver	Improvement of operation	0.474	26.0%
	Personal protection	0.297	

종합한 결과는 Table 14와 같다. 이 경우에도 소음원 대책은 셋 중 가장 높은 점수를 보이고 있으며 전파 경로 대책과 수음자 대책은 상대적으로 낮은 점수를 보이고 있다.

#### IV. 결론

대책과 수음자 대책은 상대적으로 낮은 점수를 보이고 있다.

본 연구는 근로자 관점의 소음 및 대책 평가에 중점을 두고, 소음 대책의 우선순위를 제안하기 위해 수행되

었다. 이를 위해 본 연구에서는 기존의 소음 관련 연구 및 법규를 분석하여 평가 항목을 선정하였고, 이를 국가공단 소재의 공장에 근무하는 근로자 200명을 대상으로 실제 사례분석을 수행하였다. 설문조사 결과는 의사결정기법의 하나인 AHP기법을 이용하여 분석하여 근로자 관점에서 소음 및 대책을 평가하였다. 본 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

1) 일차설문조사를 통해 공단 근로자의 현 상태의 직무만족도와 소음인지를 조사한 결과 현재 J,G공단에

근무 중인 근로자의 소음인지점수는 약 63점으로 직무만족도 56점에 비해 상당히 높게 나타났다.

2) 작업환경 소음의 원인 중 근로자 관점에서는 소음도가 15.7%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며 개구부의 유무는 4.3%로 가장 낮은 비중을 보이고 있다. 근로자가 인식하는 소음에 관한 항목순위는 소음도(15.7%), 주파수 특성(14.1%), 특정소음의 지향성(13.6%)로 나타났다.

3) 설문자가 근무하는 작업장의 소음환경에 있어서는 작업장 발생소음원으로 소음의 고른 분포를 나타내는 등음선도(14.2%), 주파수 특성(12.8%), 지향성(11.9%) 등의 순위로 들고 있어, 근로자가 인식하는 것과 실제 작업현장을 평가하는데 큰 차이를 보인다. 즉, 소음도(음압레벨)를 가장 중요한 발생 소음원으로 인식하고 있으나 작업 중에서는 작업장 소음 레벨보다 작업장 내의 불균질한 소음의 분포(등음선도), 충격음, 고주파음에 더 민감한 반응을 보이는 것으로 나타났다.

4) 근로자가 인식하는 소음 저감대책에 있어 항목순위는 저소음화(14.7%), 소음원의 차음(13.2%), 차폐효과(9.6%) 등의 순으로 나타났다. 이는 발생소음원 대책과 전파경로 대책 중 차폐효과로 개선되어야 한다고 인식하고 있는 것으로 판단된다.

5) 작업장의 현황에 대한 평가점수는 소음기계의 차음(15.7%), 저소음화(15.1%), 방진·제진(11.9%) 등 발생소음원에 대한 대책이 상위순위 대책으로 인식하고 있으며 운전방법개선(5.4%), 작업방법 개선(5.2%), 거리감쇠(3.1%) 등에 대해서는 소극적인 것으로 나타났다. 즉, 근로자들은 현재 작업장의 소음환경 개선대책을 소음 발생 기계중심으로 하는 것이 바람직하며 수음자 위주의 대책은 불합리한 것으로 인식하고 있음을 보여준다.

6) 소음 대책에 있어서 각 설문항



Table 12. Pair-wise matrix for causes of noise

	Evaluation factor	Noise level	Frequency characteristics	Sound contour	Directivity	Reverberation	Opening existence	Mechanical maintenance	Working process plan	Attitude
Noise level	Item	1.00	1.11	1.26	1.16	2.04	3.64	1.37	1.84	1.29
	Evaluation	1.00	0.86	0.78	0.92	1.13	1.43	0.95	1.05	1.03
Frequency characteristics	Item	0.90	1.00	1.14	1.04	1.84	3.28	1.23	1.66	1.16
	Evaluation	1.17	1.00	0.91	1.08	1.32	1.68	1.11	1.23	1.21
Sound contour	Item	0.79	0.88	1.00	0.92	1.62	2.89	1.09	1.46	1.02
	Evaluation	1.29	1.10	1.00	1.19	1.46	1.85	1.22	1.35	1.33
Directivity	Item	0.87	0.96	1.09	1.00	1.77	3.15	1.18	1.59	1.12
	Evaluation	1.08	0.93	0.84	1.00	1.23	1.56	1.03	1.14	1.12
Reverberation	Item	0.49	0.54	0.62	0.57	1.00	1.78	0.67	0.90	0.63
	Evaluation	0.88	0.76	0.69	0.81	1.00	1.27	0.84	0.93	0.91
Opening existence	Item	0.27	0.30	0.35	0.32	0.56	1.00	0.38	0.51	0.35
	Evaluation	0.70	0.60	0.54	0.64	0.79	1.00	0.66	0.73	0.72
Mechanical maintenance	Item	0.73	0.81	0.92	0.84	1.49	2.66	1.00	1.35	0.94
	Evaluation	1.05	0.90	0.82	0.97	1.19	1.51	1.00	1.11	1.09
Working process plan	Item	0.54	0.60	0.68	0.63	1.11	1.98	0.74	1.00	0.70
	Evaluation	0.95	0.81	0.74	0.88	1.08	1.36	0.90	1.00	0.98
Attitude	Item	0.78	0.86	0.98	0.90	1.59	2.83	1.06	1.43	1.00
	Evaluation	0.97	0.83	0.75	0.89	1.10	1.39	0.92	1.02	1.00

Table 13. Pair-wise matrix for counterplan of noise

	Evaluation factor	Decrease noise source	Remove noise source	Insulation	Control of Vibration, damping	Improvement of operation	Attenuation of distance	Effect of enclosure	Directivity	Barrier	Improvement of operation	Personal protection
Decrease noise source	Item	1.00	1.59	1.11	1.68	1.81	5.16	1.53	2.33	2.95	1.71	2.76
	Evaluation	1.00	2.07	0.96	1.27	2.80	4.91	2.01	2.69	1.76	2.91	2.42
Remove noise source	Item	0.63	1.00	0.70	1.06	1.14	3.25	0.97	1.47	1.86	1.08	1.74
	Evaluation	0.48	1.00	0.46	0.61	1.35	2.37	0.97	1.30	0.85	1.41	1.17
Insulation	Item	0.90	1.43	1.00	1.51	1.63	4.64	1.38	2.10	2.65	1.54	2.49
	Evaluation	1.04	2.16	1.00	1.32	2.92	5.12	2.10	2.81	1.84	3.04	2.52
Control of Vibration, damping	Item	0.60	0.95	0.66	1.00	1.08	3.08	0.91	1.39	1.76	1.02	1.65
	Evaluation	0.79	1.64	0.76	1.00	2.21	3.88	1.59	2.13	1.39	2.30	1.91
Improvement of operation	Item	0.55	0.88	0.61	0.92	1.00	2.85	0.85	1.29	1.63	0.94	1.53
	Evaluation	0.36	0.74	0.34	0.45	1.00	1.76	0.72	0.96	0.63	1.04	0.86
Attenuation of distance	Item	0.19	0.31	0.22	0.32	0.35	1.00	0.30	0.45	0.57	0.33	0.54
	Evaluation	0.20	0.42	0.20	0.26	0.57	1.00	0.41	0.55	0.36	0.59	0.49
Effect of enclosure	Item	0.65	1.04	0.73	1.09	1.18	3.37	1.00	1.52	1.92	1.11	1.80
	Evaluation	0.50	1.03	0.48	0.63	1.39	2.44	1.00	1.34	0.88	1.45	1.20
Directivity	Item	0.43	0.68	0.48	0.72	0.78	2.21	0.66	1.00	1.26	0.73	1.19
	Evaluation	0.37	0.77	0.36	0.47	1.04	1.82	0.75	1.00	0.65	1.08	0.90
Barrier	Item	0.34	0.54	0.38	0.57	0.61	1.75	0.52	0.79	1.00	0.58	0.94
	Evaluation	0.57	1.17	0.54	0.72	1.59	2.79	1.14	1.53	1.00	1.65	1.37
Improvement of operation	Item	0.59	0.93	0.65	0.98	1.06	3.02	0.90	1.37	1.73	1.00	1.62
	Evaluation	0.34	0.71	0.33	0.43	0.96	1.69	0.69	0.92	0.61	1.00	0.83
Personal protection	Item	0.36	0.57	0.40	0.61	0.66	1.87	0.55	0.84	1.07	0.62	1.00
	Evaluation	0.41	0.86	0.40	0.52	1.16	2.03	0.83	1.11	0.73	1.20	1.00

들을 각 대책에 따라 3가지 범주로 분류하여 각 설문점수를 AHP 기법에 따라 종합한 결과, 소음원 대책이 48.3%로 가장 중요한 소음 개선 대안으로 나타났다.

본 연구는 일부 공단의 근로자 중심의 소음 원인 파악 및 저감 대책 평가를 중심으로 수행되었다. 또한, 관리자 및 전문가의 의견도 감안된 소음 원인 파악 및 대책 수립이 요구된다. 아울러, 사용된 AHP 분석은 정량적인 분석에는 정확성을 입증 받고 있으나 설문자의 정성적인 성향의 판단 시에는 다소 한계가 있으므로 추후 타 기법의 도입과 비교 검증이 필요하다.

## REFERENCES

근로복지공단. 2004년도 양산지역 산업재해보험가입사업장 현황. 2004

김규상, 이경중, 임종한, 이철갑, 강성규, 이상준, 조수현. 모 자동차 제조업체 근로자의 청력-검사기관에 따른 순음청력검사 역치의 차이 - 산업보건 2004;199:10-21

김성천. 모 금속제품 제조업 근로자들의 소음난청과 고혈압에 관한 연구, 한국산업위생학회지 1991;1(1):56-61

김광중, 차철환. 산업장 소음의 강도

및 주파수 특성에 관한 조사연구, 한국산업위생학회지 1991;1(2):181-191

노동부. 2002년도 건강진단 실시결과 분석. 서울:노동부, 2003.

문영한, 박종연, 이경중, 조명화. 근로자들의 건강상태가 작업환경인식에 미치는 영향. 대한산업의학회지 1992;4(1):81-90

박경옥, 이명선. 산업장의 소음폭로 수준과 근로자의 스트레스 증상간의 관련성. 예방의학회지 1996;29(2):239-254

박현. 예비타당성조사 수행을 위한 다기준 분석 방안 연구. 한국개발연구원 보고서 2000.12

이광목. 사업장의 청력보호계획에 관한 검토. 한국의 산업의학 1984;23:77-82

이용환. 산업장 소음환경과 근로자 청력손실의 변동에 관한 조사. 예방의학회지 1989;22(3):337-354

박진국, 임남구, 노재훈, 장규엽, 송재석, 원종욱, 김치년. 도장근로자의 작업환경 만족도에 영향을 미치는 요인, 한국산업위생학회지 1999;9(1):73-86

임무혁, 신중규, 이송권. THI를 이용한 소음이 근로자들의 건강에 미치는 영향조사, 한국산업위생학회지 2003;13(1):7-15

정성필, 김수영, 이태용, 조영채, 이동배. 심혈관 위험요인과 청력역치의 상관성. 대한산업의학회지

1998;10(2):189-202

차봉석 등. 일부 생산직 근로자의 소음과 사회심리적 요인이 혈압에 미치는 영향. 대한산업의학회지 1997;9(2):244-257

피영규, 노영만. 우리나라 소음노출 기준 초과업종의 특성, 한국산업위생학회지 2003;13(1):53-61

한국개발연구원. 국가 환경 종합정보 시스템 사업 2004년도 예비타당성조사 보고서. 2004. 8

함완식, 이광목, 황병문. 소음에 대한 지식, 태도 및 실천이 청력에 미치는 영향. 한국산업위생학회지 1999;9(1):41-55

Dyer RF, Forman EH. An Analytic Approach to Marketing Decisions. Prentice-Hall. 1991

Klitzman S, JM Stellman. The impact of the physical environment on the psychological well-being of office workers. Soc. Sci. Med. 1989;29(6):733-742

Malcharie JB, Mullier M. Occupational exposure to noise and hypertension; a retrospective study. Ann Occp Hyg 1979;22:63-66

Robinson JC. Robinson JC. Work responses to workplace hazards. Journal of Health Politics, Policy and Law 1987;12(4):664

Satty TL. The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill. 1980