

## 소음측정방법에 따른 평가소음도 비교

연세대학교 보건대학원 · 연세대학교 의과대학 산업보건연구소\* · 경인여자전문대학\*\*

심철구 · 노재훈\* · 박정균\*\*

— Abstract —

### A Comparison of Noise Level by Noise Measuring Methods

Chur Goo Shim · Jae hoon Roh\* · Jung Gyun Park\*\*

*Graduate School of Health Science and Management · Institute for Occupational Health, Yonsei University\*  
Kyungin Woman's Junior College\*\**

The purpose of this study is to evaluate the difference of noise level according to noise measuring methods in the noisy working environments. Sound pressure level(SPL), equivalence sound level(Leq) and personal noise exposure dose(Dose) in the fifty-nine unit workplaces of the twenty-eight industries were measured and relating factors which were affected noise level were investigated.

The results were as follows ;

1. The noise levels were  $88.70 \pm 5.68\text{dB(A)}$  by SPL,  $89.07 \pm 5.41\text{dB(A)}$  by Leq and  $89.07 \pm 5.69$  by Dose. The differences of noise levels by three measuring methods were statistically significant( $P < .001$ ) by repeated measure ANOVA.

2. Comparing with noise levels by general classes of noise exposure, noise levels of continuous noise were  $89.14 \pm 5.19\text{dB(A)}$  by SPL,  $89.45 \pm 4.65\text{dB(A)}$  by Leq and  $90.04 \pm 5.09$  by Dose. Noise levels of intermittent noise were  $87.90 \pm 6.52\text{dB(A)}$  by SPL,  $88.40 \pm 6.63\text{dB(A)}$  by Leq and  $90.10 \pm 6.80$  by Dose. The differences noise level of noise measuring methods by general classese of noise exposure were statistically not significant by repeated measure ANOVA.

3. Interaction between general classese of noise exposure and noise measuring methods for noise level was not statistically significant by repeated measure ANOVA. And the noise level by noise measuring methods were statistically significant by repeated measure ANOVA( $P < .001$ )

4. Comparing with noise levels by unit workplace size, noise levels of large unit workplace were  $90.73 \pm 5.87\text{dB(A)}$  by SPL,  $91.32 \pm 5.50\text{dB(A)}$  by Leq and  $91.82 \pm 6.06$  by Dose and noise levels of middle unit workplace were  $88.31 \pm 5.26\text{dB(A)}$  by SPL,  $88.41 \pm 4.83\text{dB(A)}$  by Leq and  $89.69 \pm 5.05$  by Dose. And noise levels of small unit workplace were  $94.89 \pm 4.10\text{dB(A)}$  by SPL,  $85.35 \pm 4.11\text{dB(A)}$  by Leq and  $86.87 \pm 4.98$  by Dose. The noise level differences of noise measuring methods

\* 이 논문은 1994년도 산업보건연구소 연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

by unit workplace size were statistically significant by repeated measure ANOVA( $P<.05$ ).

5. The noise level by noise measuring methods were statistically significant by repeated measure ANOVA( $P<.001$ ). But Interaction between workplace size and noise level measuring methods for noise level was not statistically significant by repeated measure ANOVA.

According to the above results, there was a difference of the noise level among the three measuring methods. Therefore we must use the personal noise exposure dose using by noise dose meter, possibly, to prevent occupational hearing loss in noisy working environment.

**Key Words :** Noise level measuring methods, Sound pressure level(SPL), Equivalent sound level(Leq), Personal exposure dose(Dose)

## 서 론

산업장에서의 강한 소음은 근로자에게 불쾌감, 내분비계 장애, 조직손상, 고혈압, 불면 등을 일으키고 나아가서 산업재해를 유발시키고 생산성을 저하시키며(윤명조 등, 1987) 장시간 폭로로 인하여 직업성 난청을 초래한다. 소음에 의한 청력손실은 소음의 음압수준(강도), 주파수, 소음폭로기간, 소음의 발생형태(연속음, 단속음, 충격음 등), 개체의 인적특성 등과 밀접한 관계가 있으며(김광종과 차철환, 1991), 소음의 강도가 높고 고주파수 영역에서 청력장애의 가능성이 높게 나타난다. 일반적으로 소음의 크기가 75dB 이하에서는 하루 8시간 폭로로 거의 유해효과가 없다고 알려져 있으며 85dB에서는 5년후에 1%에서 경미한 청력손실이 생기며 10년후에는 3%, 15년후에는 5%에서 생긴다고 하며 90dB에서는 각각 4%, 10%, 14% 그리고 95dB에서는 각각 7%, 17%, 24%에서 청력손실이 생긴다고 한다(WHO, 1986). 우리나라에서 1992년 한해 동안 전국의 38개 측정기관이 실시한 유해물질 측정건수 총 504,372건중 소음이 264,472(52.4%)건으로 현재 우리나라의 작업환경측정에서 소음측정이 가장 많은 부분을 차지하고 있음을 알 수 있으며 허용기준 초과건수가 83,639건(31.6%) (대한산업보건협회, 1992)으로 작업환경관리를 위하여 발생하는 소음도를 정확히 측정, 평가하여야 하는 것은 매우 중요한 사실로 받아들여지고 있다.

우리나라에서 작업환경측정방법은 1983년에 제정된 작업환경측정 실시규정을 시초로 1995년 1월 1일부터 시행되는 새로 개정된 노동부 고시 제94-46호(노동부, 1994)까지 6회의 개정을 거치면서 바뀌

어 왔다. 새로 개정된 작업환경측정방법의 소음측정은 소음발생간격이 1초 미만을 유지하면서 계속적으로 발생하는 소음은 보통소음계 등으로 측정하되, 개인노출평가의 개념에서 작업자의 이동성이 크거나 소음의 강도가 불규칙적으로 변동하는 소음의 측정은 누적소음폭로량측정기로 측정하며 소음 발생시간이 6시간 이내인 경우나 소음 발생원에서의 발생시간이 간헐적인 경우에는 적분형소음계 등으로 소음수준을 측정하도록 되어 있다.

보통소음계를 사용시에는 일정공식을 이용하여 등가소음수준 산출방법으로 평가하고 간편적인 음의 강도만을 측정하던 종전의 방식에서 등가소음도의 평가방식이 도입되었다. 등가소음도란 불규칙적으로 변동하는 소음을 평가하는 방법의 하나로 변동하는 소음의 에너지량을 적산하여 변동하지 않는 소음 레벨로 나타내는 것으로 물리적 의미는 시간과 동시에 변동하는 소음이 있는 경우, 그 레벨을 어떤시간( $T=t_2 - t_1$ )의 범위내에서 이와 동등한 에너지를 갖는 정상소음의 소음수준으로 표현한다는 것이다. 등가소음도는 변동소음에 대한 인간의 생리 및 심리적 반응과 잘 대응된다는 것이 많은 연구에서 밝혀졌고, 일반환경이나 작업환경에서의 소음의 크기를 나타내는 대표치로써 최근 국제적으로 널리 이용되며 ILO, ISO 등의 허용기준으로도 받아들여지고 있다(김희강 등, 1992). 또, 시끄러운 장소에서 오랫동안 일한 결과 청력이 손실되는 직업성 난청을 막기 위해서는 단순히 작업장의 소음수준의 조사 뿐만 아니라 하루 혹은 1주일간의 변동상황을 포함한 측정결과가 필요하다. 즉, 개인별 노출량에 대하여도 평가하여야 작업자의 소음노출을 정확히 인지할 수 있고 이러한 폭로량은 대개 "dose"로 표시되는 누적소

음폭로량 측정기(noise dose meter)를 가지고 측정할 수 있다. 누적소음폭로량 측정기에 대해 논쟁이 있지만 보통소음계(sound level meter)와 비교했을 때 더 정확하다는 것을 의심할 필요가 없다(Berhar와 Plener, 1984). 보통소음계는 단지 어느 한 시점의 소음강도를 측정하는 것이기 때문에 작업이 이루어지는 하루동안의 소음폭로를 평가하기 위해서는 각각의 다른 시간에 측정된 여러개의 측정치가 필요하다. 만일 시간에 따라 소음의 변동이 심하면 각 소음수준에서 발생하는 소음 및 해당소음이 발생하는 시간을 측정하고 그 측정치들을 합하여 결정해야 한다. 또한 근로자의 소음폭로를 평가하기 위해서는 한 작업장내 여러장소에서 여러번 측정을 하여야 한다. 우리나라에도 최근들어 정밀하고 다양한 기능을 갖춘 소음측정기들이 개발 보급되고 있어 이들 측정기기의 특성에 근거한 타당성있는 측정방법의 제시가 불가피하나 우리나라의 경우 사업장 소음과 근로자 청력손실과의 관련성 등에 관한 조사는 활발하나(Alami, 1981; 김준연 등, 1986; 이용환, 1989; 문영한 등, 1991) 정확한 소음평가를 위한 측정방법들간의 비교에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구의 목적은 동일한 소음발생 작업장내의 소음도를 여러가지 측정방법에 의해서 측정한 후 각각의 측정값의 차이를 비교하고 작업장 및 소음의 특성에 따라 작업장내 소음도를 효과적으로 평가할 수 있는 측정방법을 제시하는데 있다. 이 연구를 통하여 조사된 측정방법별 소음도의 차이는 작업환경측정 결과의 정확도를 높이고 작업자의 노출정도를 평가하는데 기여할 수 있을 것으로 판단되며 작업장의 특성을 고려한 효과적인 측정방법의 선정과 작업환경관리에 정확한 기초자료로 활용함으로써 작업자의 청력손실을 예방하고 산업위생정책을 수행하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

## 연구 방법

### 1. 조사 대상 및 기간

1994년 7월부터 10월까지 3개월 동안 인천시, 부천시, 김포군, 강화군 지역내에 있는 소음발생 사업장 28개소를 업종별로 무작위 추출하여 59개 측정점

에 대하여 소음도를 조사하였다.

### 2. 조사 방법

단위작업장의 발생소음도 및 측정치에 영향을 미칠 것으로 예상되는 규모, 소음발생주기 등의 인자에 대하여 조사하였다. 발생소음도는 표준화된 3가지의 소음측정방법에 의하여 조사하였다. 소음측정기기는 음압레벨(Sound Pressure Level; SPL)과 동가소음도(Equivalent Sound Level; Leq) 측정의 경우 작업근로자 귀의 위치에서 지시소음계(sound level meter NL-02, RION CO., Japan)를 사용하여 측정하였으며 개인폭로소음도 측정은 noise dose meter(noise dose meter TYPE 4434, Bruel & Kjaer, Denmark)를 사용하여 작업시간동안의 소음노출 정도를 측정하였다. 측정기기에 의한 측정치의 오차를 줄이기 위하여 측정 실시전에 각각의 측정기기에 대하여 자체보정과 상호 교차 보정을 실시하였다.

#### 가. 소음도 측정

##### 1) 음압레벨 측정

작업환경측정 실시방법 노동부고시 93-12호(노동부, 1993)에 의거하여 발생 소음의 음압수준을 측정하였다. 지시소음계를 A특성으로 놓고, 지시침의 동작을 느린 상태로 하여 소음계의 지시치가 변동하지 않는 경우에는 당해지시치를 측정치로 하고 지시치가 규칙적으로 변동하는 경우에는 당해 지시치의 최대값을 측정치로 하며, 지시치가 불규칙하게 변동하는 경우에는 5초간격으로 5회씩 총 10회를 반복 측정하여 매회 마다의 최대치를 평균하여 얻어진 값을 당해작업장의 소음수준으로 하였다. 이에 따른 측정횟수는 1일 작업시간 동안 1시간 간격으로 6회이상 측정한 후, 이를 시간가중평균하여 8시간 작업시의 평균수준으로 하였다.

##### 2) 동가소음도 측정

음압레벨과 병행하여 동일한 측정기기로써 측정을 실시하였다. 동가소음도는 측정시간 동안의 소음도를 시간적산하여 나타내는 방법으로서 현재 개발된 대부분의 소음계는 동가소음도의 측정 기능을 갖추고 있다. 측정은 소음계를 작동시킨후 기기자체의 공명에 의한 소음의 영향을 최소화할 수 있도록 재가동(reset)시켰으며, 측정시간을 10분으로 조정하

여 가동(run)시킨 다음 얻어진 결과를 당해 소음수준으로 하여, 1일 작업시간동안 1시간 간격으로 6회 이상 측정 시간가중평균하여 8시간 작업시의 평균수준으로 하였다.

### 3) 개인폭로소음도 측정

누적소음 폭로량측정기는 소음발생주기(연속적, 비연속적)와 작업특성, 작업강도 및 방법에 관계없이 작업자의 실제 폭로되는 소음도를 평가하는 방법으로 조사대상 작업자의 청각기 부근에 부착시켜 증식시간을 제외한 1일 작업시간동안 6시간 이상의 노출정도를 등가소음도로 측정, 평가하였다.

## 나. 소음평가의 영향 인자

### 1) 주기

단위작업장의 소음발생주기는 측정시간 동안 발생하는 소음도를 산술평균하여 변동폭이 변이계수로써 2.5% 이내인 경우를 연속으로 보았고, 변동폭이 2.5%이상으로 큰 경우를 비연속으로 구분하였다.

### 2) 크기

단위작업장은 50m<sup>2</sup>를 기준으로 하여 그 이하는 "소", 50~100m<sup>2</sup>는 "중", 100m<sup>2</sup> 이상의 크기는 "대"로 구분하였다.

## 3. 분석 방법

자료의 처리는 SAS 통계 패키지를 이용하여 반복 측정된 일요인 분산분석 방법에 의하여 측정방법간의 소음측정치의 차이를 비교하고 소음측정치에 영향을 미치는 인자와의 관계를 밝히기 위하여 반복요인이 하나인 여러 모집단 디자인의 반복측정된 분산분석을 실시하였다.

## 연구 결과

### 1. 조사대상 사업장의 특징

조사대상사업장은 총 28개 사업장의 59개 측정점으로 업종별 분포는 6개업종으로 각 업종의 사업장수 및 측정점수는 섬유제품제조업이 8개사업장, 18개측정점, 기계장비제조업이 9개 사업장, 20개 측정점, 목재 및 나무제품제조업이 3개 사업장, 7개 측정점, 화합물 및 화학제품제조업이 2개 사업장, 3개 측정점, 조립금속제품제조업이 4개 사업장, 5개 측정점, 전기기계 및 전기변환장치 제조업이 2개 사업

장, 6개 측정점이었다.

## 2 측정 방법간 소음도

음압레벨, 등가소음도, 개인폭로소음도간의 차이를 반복측정한 일요인 분산분석의 일변량 분석법을 이용하여 점정한 결과 세가지 측정방법의 산술평균은 음압레벨이 88.70±5.68dB(A), 등가소음도가 89.07±5.41dB(A) 그리고 개인폭로소음도는 90.07±5.69dB(A)로 통계적으로 유의한 차이가 있었다(P<.001, Adj P Greenhouse-Geisser=0.0002, Huynh-Feldt=0.0002). 음압레벨을 대조값으로 두고 등가소음도 및 개인폭로소음도와 비교한 결과는 등가소음도는 음압레벨과 유의한 차이가 없었고 개인폭로소음도는 음압레벨과 유의한 차이가 있었다(P<.001) (Table 1) (Fig. 1).

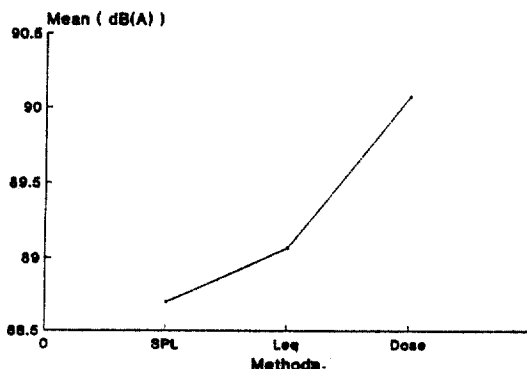
### 3. 소음발생주기와 소음측정방법에 따른 평가소음도의 비교

측정시간동안 발생하는 소음도를 산술평균하여 변

**Table 1.** The noise level by noise measuring methods  
Unit dB(A), Sample Size=59

Methods	MEAN±SD	Range
SPL	88.70±5.68	77.80 - 101.60
LEQ	89.07±5.41	78.60 - 102.00
DOSE	90.07±5.69	79.60 - 105.30

1. The noise level by noise measuring methods are statistically significant by repeated measure ANOVA(P<.001, Adj P Greenhouse-Geisser=0.0002, Huynh-Feldt=0.0002).



**Fig. 1.** The noise level by noise measuring methods.

이계수를 구한 결과 2.5% 이하를 연속, 이상을 비연속으로 구분하였다. 연속소음의 경우 음압레벨이  $89.14 \pm 5.19 \text{ dB(A)}$ , 등가소음도가  $89.45 \pm 4.65 \text{ dB(A)}$ , 개인폭로소음도가  $90.04 \pm 5.09 \text{ dB(A)}$  이었고 비연속 소음의 경우 음압레벨  $87.90 \pm 6.52 \text{ dB(A)}$ , 등가소음도  $88.40 \pm 6.63 \text{ dB(A)}$ , 개인폭로소음도가  $90.10 \pm 6.80 \text{ dB(A)}$  이었다. 반복요인이 하나인 두개의 모집단(연속형, 비연속형) 디자인에 의한 반복측정된 분산분석을 이용한 통계적 검정결과 소음평가 방법간의 차이가 소음발생주기에 대하여 서로 같은가를 검정한 결과는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 소음발생주기와 소음측정방법 사이에 교호작용이 다소 있어( $P < .1$ , Adj P G-G=.0957 H-F=.0935) 연속형에서는 소음레벨과 등가소음도가 개인폭로량 보다 더 높았고 비연속형에서는 개인폭로소음도가 소음레벨과 등가소음도에 비하여 높았다. 연속형 및 비연속형 소음 발생주기에서 3가지 측정방법간의 차이를 검정한 결과는 음압레벨과 등가소음도는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 등가소음도와 개인폭로소음도 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $P < .01$ ). 또, 통계학적으로 유의한 차이는 없었으나 연속형 소음이 비연속형 소음에 비하여 세가지 방법 모두에서 소음측정 수준이 높은 경향을 보여주었다(Table 2) (Fig. 2).

#### 4. 작업장 크기와 소음측정방법에 따른 평가소음도의 비교

조사대상 단위작업장을 대, 중, 소로 구분하여 소음도를 비교한 결과 대규모 작업장에서는 음압레벨이  $90.73 \pm 5.87 \text{ dB(A)}$ , 등가소음도가  $91.32 \pm 5.50$

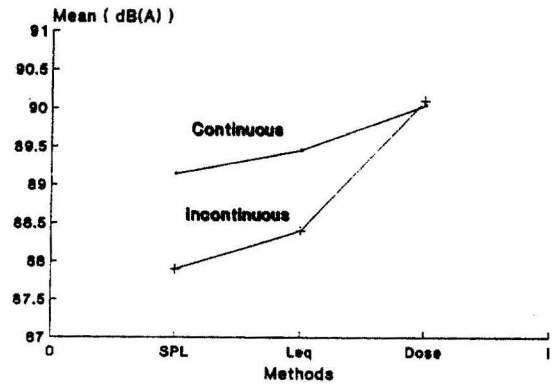


Fig. 2. Interaction between noise cycle and noise measuring methods for noise level.

dB(A), 개인폭로소음도가  $91.82 \pm 6.06 \text{ dB(A)}$  이었고 중규모 작업장의 경우 음압레벨  $88.31 \pm 5.26 \text{ dB(A)}$ , 등가소음도  $88.41 \pm 4.83 \text{ dB(A)}$ , 개인폭로소음도가  $89.69 \pm 5.05 \text{ dB(A)}$  이었다. 또 소규모 작업장의 경우는 음압레벨  $84.89 \pm 4.10 \text{ dB(A)}$ , 등가소음도  $85.35 \pm 4.11 \text{ dB(A)}$ , 개인폭로소음도가  $86.87 \pm 4.98 \text{ dB(A)}$  이었다. 반복요인이 하나인 세개의 모집단(대, 중, 소규모) 디자인에 의한 반복측정된 분산분석을 이용한 통계적 검정결과 소음평가방법간의 차이가 작업장 크기에 대하여 서로 같은가를 검정한 결과는 통계학적으로 유의한 차이가 있어( $P < .05$ ) 측정값은 대, 중, 소규모 작업장 순서이었다. 그러나 작업장크기와 소음측정방법 사이의 교호작용은 없었다(Adj P G-G=.6247 H-F=.6342). 대, 중, 소규모 작업장 크기에서 3가지 측정방법간의 차이를 검정한 결과는 음압레벨과 등가소음도는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 등가소음도와 개인폭로

Table 2. The noise level by noise measuring methods and noise cycle

mean  $\pm$  S.D dB(A)

Cycle	Methods Size	SPL	Leq	DOSE(Leq)
Continuous	38	$89.14 \pm 5.19$	$89.45 \pm 4.65$	$90.04 \pm 5.09$
(Range)		(78.90-101.60)	(80.50-101.50)	(79.60-102.20)
Incontinuous	21	$87.90 \pm 6.52$	$88.40 \pm 6.63$	$90.10 \pm 6.80$
(Range)		(77.80-101.30)	(78.60-102.00)	(81.10-105.30)

1. The noise level by noise measuring methods are statistically significant by repeated measure ANOVA( $P < .001$ , Adj P Greenhouse-Geisser=0.0001, Huynh-Feldt=0.0002).
2. The noise level by noise cycle are statistically not significant by repeated measure ANOVA.
3. Interaction between noise cycle and noise measuring methods for noise level is not statistically significant by repeated measure ANOVA.

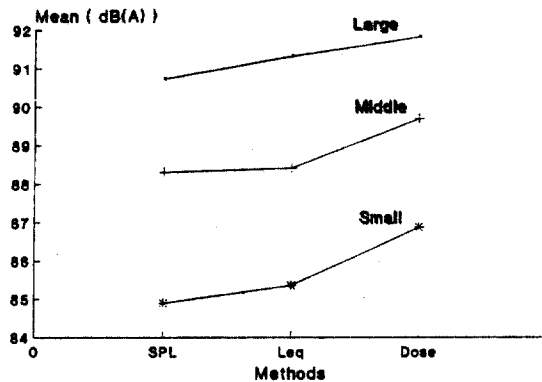
**Table 2.** The noise level by noise measuring methods and workplace size

mean  $\pm$  S.D dB(A)

Size	Methods Size	SPL	Leq	DOSE(Leq)
Large	25	90.73 $\pm$ 5.87	91.32 $\pm$ 5.50	91.82 $\pm$ 6.06
(Range)		(78.90-101.60)	(81.40-102.00)	(82.30-105.30)
Middle	23	88.31 $\pm$ 5.26	88.41 $\pm$ 4.83	89.69 $\pm$ 5.05
(Range)		(77.80-97.30)	(78.60-97.80)	(81.10-99.20)
Small	11	84.89 $\pm$ 4.10	85.35 $\pm$ 4.11	86.87 $\pm$ 4.98
(Range)		(78.90-93.20)	(80.50-93.60)	(79.60-94.00)

1. The noise level by noise measuring methods are statistically significant by repeated measure ANOVA(P<.001, Adj P Greenhouse-Geisser=0.0002, Huynh-Feldt=0.0001).
2. The noise level by workplace size are statistically significant by repeated measure ANOVA(P<05).
3. Interaction between workplace size and noise measuring methods for noise level is not statistically significant by repeated measure ANOVA.

소음도 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 (P<.01) (Table 3) (Fig. 3).



**Fig. 3.** Interaction between workplace size and noise measuring methods for noise level

## 고 찰

작업단위측정 (area monitoring)은 비교적 음의 수준이 일정하고 근로자가 움직임이 없을 때의 폭로 소음을 평가하는데 사용된다. 근로자가 여러장소로 움직임이 심하거나 소음강도가 시간별로 유동이 심한 작업장에 대해서는 일반적으로 개인단위측정 (personal monitoring)으로 소음폭로수준을 평가하며 (OSHA, 1990) 이러한 경우 소음폭로를 개인시료 채취의 개념으로써 누적소음 폭로량측정기를 이용하여 측정하고 있다. 누적소음폭로량 측정기는 일정기

간에대한 소음노출을 단순한 숫자(소음지수)로 나타내게 되는데 나타내는 지수는 100% 소음량(dose)은 8시간당 90dB(A)인 몇가지 미리 결정된 제한(기준단계)을 넘는 소음에 시간가중평균으로 노출된 것과 같다는 것으로 허용할 수 있는 소음노출의 퍼센트를 나타낸다. 누적소음폭로량 측정기에서 5dB 교환율 (exchange rate)은 5dB이 증가할적마다 백분율 소음량(Dose)이 2배가 늘어나는 것으로 충격음과 같은 자극적인 소음에 대하여 실제 소음보다 높은 소음량을 나타낼 수 있어(Pierce와 Parker, 1983) 105dB(A) 이하의 소음발생에서는 소음량(dose) 개념이 유효하지만 그 이상의 소음에서는 주의해야 함을 시사하였다(Thornton, 1986). 따라서 소음노출량(Dose)개념은 발생하는 소음도를 나타내기 보다는 청력에 손상을 유발할 수 있는 소음노출량을 평가하는 기준으로서 적합한 방법이다. 그러므로 소음폭로를 개인시료 채취의 개념으로써 누적소음폭로량 측정기를 이용한 측정시간 동안의 소음폭로 평균 등가소음도를 측정하여 평가하는 방안이 고려되어야 하며 이러한 사항들을 고려해 볼 때 현재 소음측정 방법으로 제시되고 있는 최대음압측정, 등가소음도측정, 그리고 누적소음폭로량측정등 세 방법간의 소음 측정치의 차이를 비교해 보고 이를 통해 적절한 소음평가의 기준을 검토하는 것은 매우 의미있는 것으로 판단된다. 또한 작업장 소음도의 평가와 개인폭로소음 평가의 개념도 명확하게 구분하여 적용하는 것이 소음 작업환경관리에 있어서 필수적인 요소가 될 것이다.

본 조사에서 누적소음폭로량 측정기를 이용한 등가소음도 평가방식이 보통소음계를 이용한 음압레벨 및 등가소음도 보다 유의하게 높았다. 이러한 결과는 1993년도에 한국산업안전공단에서 제판업체 5개소의 소음작업부서 및 노출 근로자를 대상으로 누적소음폭로량 측정기를 이용한 개인폭로소음도, 94.9(85.3-104.0)dB(A) 및 보통소음계를 이용한 단위작업장소의 소음레벨, 97.0(88.5-104.7)dB(A) 측정치와는 반대의 결과를 보였다. 이러한 결과는 여러가지로 해석하여 볼 수 있겠으나 조정된 역치값의 영향이 있었을 것으로 생각된다. 즉 80dB(A)과 90dB(A)로 역치가 조정된 누적소음폭로량 측정기가 같은 소음노출을 평가하기 위해 동시에 사용될 때 80dB(A)로 조정된 경우는 90dB(A)의 역치로 조정된 것에 비해 조사량이 동등하거나 더 크게 나타난다(OSHA, 1990). 따라서 누적소음폭로량 측정기의 역치의 선정에 있어서 OFF, 75dB, 80dB 등의 역치를 어떻게 설정하여 사용하는가에 따라 측정결과는 가변적인 결과를 보일 것으로 생각되므로 역치수준의 설정에 관한 도입이 필요하리라 생각된다. 이러한 역치값에 따른 측정값의 차이는 Pierce와 Parker(1983)의 연구에서도 증명되었는데 보통소음계, 적분형소음계 및 각기 다양한 역치로 조정된 누적소음폭로량 측정기를 가지고 소음도를 측정한 결과 소음의 특성(연속, 충격)에 따른 세가지 소음측정방법간에는 중요한 차이점이 없는 것으로 나타났으나 역치값(threshold)의 설정에 따라 차이를 보였다. 본 연구와 산업안전공단의 연구결과 평가소음도의 크기 순서는 다르지만 측정방법간의 소음도 차이가 유의하므로 작업장 소음측정이 인체의 노출량을 평가하여 소음으로 인한 난청을 예방하는 것이 목적이라면 측정기관의 경제적, 시간적 어려움 및 작업자의 불편에도 불구하고 정확한 노출 소음량을 평가하기 위하여 개인폭로소음도를 측정하여야 할 것으로 생각된다.

본 연구에서 측정방법간의 소음도를 비교하는데 통제하여야 할 변수가 여러개 있으나 조사상의 제한점으로 인하여 소음주기 및 단위작업장의 크기에 대한 소음측정방법간의 소음도를 비교하였다. 연구결과 소음평가방법간의 차이가 소음발생주기에 대하여 서로 같은가를 검정한 결과는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 소음발생주기와 소음측정방법 사이

에 다소의 교호작용이 있어 연속형에서는 소음레벨과 등가소음도가 개인폭로소음도 보다 더 높았고 비연속형에서는 개인폭로소음도가 소음레벨과 등가소음도에 비하여 더 높았다. 이러한 결과는 작업장 소음을 측정하고 근로자 개인의 노출을 평가함에 있어서 소음의 발생주기와 같은 특성에 따라 소음도의 차이가 있음을 고려하여 소음의 특성에 맞는 측정법을 선택하고 결과를 평가해야 함을 시사하고 있다. 더불어 소음평가방법간의 차이가 단위작업장의 크기에 대하여 서로 같은가를 검정한 결과 대, 중, 소규모 작업장 순으로 소음도가 유의하게 높은 결과를 보여 향후 소음발생 사업장 작업환경관리에 있어서 대규모 작업장에 대한 관리가 집중적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합하여 볼때 본 연구가 소음주기 및 단위작업장의 크기변수에 조사대상 업종, 사업장내의 기계설비의 밀집도, 작업장 기적, 작업장 관리(원료 및 제품의 적재 등) 등의 요인과 같은 소음 측정 및 평가방법에 영향을 미치는 변수에 관한 고려를 하지 못한 제한점이 있지만 현재 논란이 되고 있는 세가지 소음측정방법에 따른 평가소음도를 비교하여 세가지 방법의 차이가 있음을 밝혀낸 점은 의의가 있다고 생각된다. 향후 더 많은 요인을 고려한 소음측정방법에 따른 평가소음도를 비교하는 연구가 이루어져야 하겠지만 본 연구에서는 얻어진 결과를 토대로 소음작업환경에 의한 근로자의 소음노출을 평가시에는 개인폭로소음도를 평가하는 것이 바람직하리라 생각된다. 물론 누적소음폭로량 측정기를 이용한 개인폭로소음도를 평가할 경우 측정기관에서는 고가의 장비를 다수 구입하여야 하는 경제적 문제가 발생하고 근로자 입장에서 일일 6시간 이상 측정기구를 부착하고 있어야 하는 불편함이 있으나 앞에서 지적한대로 작업장 소음측정이 근로자를 소음으로 인한 직업성 난청으로 부터 예방하는 것이 목적이라면 누적소음폭로량 측정기를 이용한 개인폭로소음도를 평가하는 방향으로 측정방법이 점차 이행되어야 한다고 사료된다.

## 결론

소음발생 작업장내의 소음도를 지시소음계와 누적소음폭로량 측정계를 이용하여 음압레벨, 등가소음



도, 개인폭로소음도를 측정된 후 평가소음도간에 나타나는 차이를 비교하고, 작업장내의 소음도를 효과적으로 평가할 수 있는 측정방법을 제시하기 위하여 1994년 7월부터 10월까지 인천 및 경기도에 소재하고 있는 6개업종 28개사업장의 59개 단위작업장을 대상으로 음압레벨, 등가소음도, 개인폭로소음도를 조사한 결과는 아래와 같다.

1. 세가지 측정방법별 소음도 측정치는 음압레벨  $88.70 \pm 5.68\text{dB(A)}$ , 등가소음도  $89.07 \pm 5.41\text{dB(A)}$ , 그리고 개인폭로소음도는  $90.07 \pm 5.69\text{dB(A)}$ 로 반복측정한 일요인 분산분석을 이용한 통계분석 결과 세가지 방법간에 유의한 차이가 있었다 ( $P < 0.001$ ).

2. 조사대상 사업장의 소음발생 형태를 연속과 비연속으로 구분한 결과 연속의 경우 음압레벨  $89.14 \pm 5.19\text{dB(A)}$ , 등가소음도  $89.45 \pm 4.65\text{dB(A)}$ , 개인폭로소음도가  $90.04 \pm 5.09\text{dB(A)}$ 로 비연속의 음압레벨  $87.90 \pm 6.52\text{dB(A)}$ , 등가소음도  $88.40 \pm 6.63\text{dB(A)}$ , 개인폭로소음도  $90.10 \pm 6.80\text{dB(A)}$ 보다 소음도가 높았으나 소음평가방법간의 차이가 소음발생주기에 대하여 서로 같은가를 검정한 결과는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

3. 연속형 및 비연속형 소음발생주기에서 3가지 측정방법간의 차이를 검정한 결과는 음압레벨과 등가소음도는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 등가소음도와 개인폭로소음도 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 ( $P < 0.01$ ). 또 소음발생주기와 소음측정방법 사이에 교호작용이 다소 있어 ( $P < 0.1$ ) 연속형에서는 소음레벨과 등가소음도가 연속형에서는 음압레벨과 등가소음도가 개인폭로소음도 보다 더 높았고 비연속형에서는 개인폭로소음도가 음압레벨과 등가소음도에 비하여 높았다.

4. 조사대상 단위작업장을 대, 중, 소로 구분하여 소음도를 비교한 결과 대규모 작업장에서는 음압레벨이  $90.73 \pm 5.87\text{dB(A)}$ , 등가소음도가  $91.32 \pm 5.50\text{dB(A)}$ , 개인폭로소음도가  $91.82 \pm 6.06\text{dB(A)}$ 이었고 중규모 작업장의 경우 음압레벨  $88.31 \pm 5.26\text{dB(A)}$ , 등가소음도  $88.41 \pm 4.83\text{dB(A)}$ , 개인폭로소음도가  $89.69 \pm 5.05\text{dB(A)}$ 이었다. 또 소규모 작업장의 경우는 음압레벨  $84.89 \pm 4.10\text{dB(A)}$ , 등가소음도  $85.35 \pm 4.11\text{dB(A)}$ , 개인폭로소음도가  $86.87 \pm 4.98\text{dB(A)}$ 으로 소음평가방법간의 차이가

단위작업장 크기에 대하여 서로 같은가를 검정한 결과는 통계학적으로 유의한 차이가 있어 ( $P < 0.05$ ) 측정값은 대, 중, 소규모 작업장 순서이었다.

5. 대, 중, 소규모 작업장 크기에서 3가지 측정방법간의 차이를 검정한 결과는 음압레벨과 등가소음도는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 등가소음도와 개인폭로소음도 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 ( $P < 0.01$ ). 그러나 작업장크기와 소음 측정방법 사이의 교호작용은 없었다.

이상의 측정결과에서 나타난 바와 같이 세가지 소음측정방법 간에는 소음도의 차이가 있는 것으로 조사되어 작업장 소음측정이 근로자를 소음으로 인한 직업성 난청으로 부터 예방하는 것이 목적이려면 누적소음폭로량 측정기를 이용한 개인폭로소음도를 평가하는 방향으로 측정방법이 점차 이행되어야 한다고 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 김광중, 차철환. 산업장 소음의 강도 및 주파수 특성에 관한 조사연구. 한국산업위생학회지 1991;1(2):181-191
- 김준연, 김병수, 이재언, 전진호, 이종태, 김진욱. 제조업 산업장의 소음 작업환경 실태에 관한 조사연구. 예방의학회지 1986;19(1):16-30
- 김희강, 정현준, 전병영, 전성택. 최신 소음진동학. 동화기술, 1992
- 노동부. 노동백서. 노동부, 1992
- 노동부. 작업환경측정 실시규정: 고시 제93-12호. 노동부, 1993
- 노동부. 작업환경측정 실시규정: 고시 제94-46호. 노동부, 1994
- 대한산업보건협회. 작업환경측정 종합연보, 1992
- 문영한, 이경중, 노재훈, 신동천. 소음폭로 근로자의 건강관리 기준에 관한연구. 대한산업의학회지 1991;3(1):1-10
- 윤명조, 김광중, 김영환, 나규환, 이성호, 이정환, 정문식. 산업위생관리. 신평출판사, 1987
- 이용환. 산업장 소음환경과 근로자 청력손실의 변동에 관한 조사. 예방의학회지 1989;22(3):337-354
- 한국산업안전공단. 소음성난청 예방대책. 한국산업안전공단, 1994
- Alami AME. Study on hearing avilit and its relationship to noise levels in an east London factory. J Soc Occup Med 1981;31:27-30
- Behar A, Plener R. Noise Exposure : sampling strategy and risk assessment. Am Ind Hyg Assoc J 1984;45



(2):105-109

OSHA. OSHA Technical Manual, 1990

Pierce FD, Parker RDR. A field evaluation of noise measuring instruments. *Am Ind Hyg Assoc J* 1983;44(9):665-670

Thornton WR. Measurement and control of noise: *comments on the present and solutions for the future. Am Ind Hyg Assoc J* 1986;47(11):683-685

WHO. Early detection of occupational disease. WHO, 1986