

소음에 대한 특수건강진단 및 작업환경측정 결과 분석

Analysis of Noise Special Medical Examination and Work Environment Monitoring Results

김 갑 배* · 박 해 동*

Kab Bae Kim and Hae Dong Park

(Received September 25, 2014 ; Revised December 17, 2014 ; Accepted December 17, 2014)

Key Words : Work Environment Monitoring(작업환경측정), Special Medical Examination(특수건강진단), Exposure Limit(노출기준), C1(소음성난청 요관찰자), D1(소음성난청 유소견자)

ABSTRACT

According to the analysis of special medical examination and work environment monitoring data, the rate of C1 and D1 on noise hazard exceeded 90% among those of total hazardous factors. The rate of company exceeding noise exposure limit was also more than 90%. The analysis result shows that main ages diagnosed with C1 and D1 was age of 50s. The majority scale company having workers diagnosed with C1 and D1 was the companies employing 5-49 workers. Types of industries which have a large number of companies exceeding noise exposure limit were automobile and trailer manufacturing, metal processing industry and primary metal manufacturing. A large number of work processes exceeding noise exposure limit were forming and processing work, cutting and bending work and grinding. To reduce the number of company exceeding noise exposure limit, the reduction counterplan should be focused on the type of industry and the work process which exceeded noise exposure limit frequently. However, the reduction counterplan is preemptively necessary to the type of industry and the work process which exceeded noise exposure limit consecutively if the purpose of reduction counterplan is not to merely reduce the number of company exceeding noise exposure limit but to abate workers' suffering from noise.

기 호 설 명

- D1 : 직업성 질병의 소견을 보여 사후관리가 필요한 자(직업병 유소견자)
C1 : 직업성 질병으로 진단될 우려가 있어 추적검사 등 관찰이 필요한 자(직업병 요관찰자)
NOISH : National Institute of Occupational Safety & Health(미국 국립산업안전보건연구원)

1. 서 론

사업장 근로자들이 작업을 통해 노출될 수 있는 유해인자에는 화학물질, 분진, 중금속, 소음, 진동, 방사선 등 여러 가지 유해인자들이 있다. 이들 물질에 의한 근로자 건강장해를 예방하기 위해 산업안전보건법에서는 일정 주기마다 근로자에 대한 특수건강진단 및 6개월에 1회 작업환경측정을 실시하도록

† Corresponding Author ; Member, Korea Occupational Safety and Health Agency
E-mail : k2cop@kosha.net
Tel : +82-52-703-0709, Fax : +82-52-703-0337
* Korea Occupational Safety and Health Agency

A part of this paper was presented and selected as one of best papers at the KSNVE 2014 Annual Autumn Conference
‡ Recommended by Editor Myung Jun Kim
© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

하고 있다⁽¹⁾.

이에 매년 4만~5만여 개의 사업장에서 특수건강진단을 실시하고, 3만~4만여 개의 사업장에서 작업환경측정을 실시하고 있다. 2002년에서 2005년 동안 실시한 작업환경측정 결과 소음 노출기준 초과 사업장은(사업장 소음의 노출기준은 1일 8시간 작업을 기준 90 dB(A)) 노출기준 초과 전체 사업장의 90% 이상을 차지하였고, 발생하는 소음의 평균값은 85 dB(A)이었다⁽²⁾.

소음성 난청은 1991년 이후 특수건강에 의해 발견되는 직업성 질환 유소견자 중 가장 많은 비율을 차지하였고 피검자의 10% 이상이 요관찰자로 판정을 받았다. 1998년 소음성 난청 유소견자는 849명으로 전체의 43.5%를 차지했으나 2001년에는 소음성 난청 유소견자가 2,218명으로 증가하였다⁽³⁾.

따라서 고소음 작업장의 소음대책이 절실히 필요하나 지금까지는 방음보호구를 착용하거나 작업시간을 제한하여 소음 노출량을 최소화하는 방법을 주로 사용하였다⁽⁴⁾. 이는 소음시설의 근본적인 개선에 대한 사업주의 의지가 부족하고, 관련 감독 기관에서도 인원과 예산의 부족으로 인해 적극적인 지도감독을 하지 못하는 것도 원인 중 하나이다⁽⁵⁾. 특히, 소음감소를 위해 투입되는 비용에 비해 주관적인 소음 감소 효과가 크지 않아 적극적인 투자를 통한 개선이 이루어지고 있지 않다. 직업성 소음성난청은 작업장에서 발생한 소음의 수준에 따라 비례하여 발생되는 것이 미국 NIOSH에 의해 과학적으로 이미 증명되었다⁽²⁾.

따라서 이 연구에서는 특수건강진단 결과 및 작업환경측정결과에 대한 연도별 분석을 통해 국내 사업장의 소음관련 질병자 및 소음발생 추이를 분석하는 한편, 예산 투입대비 가장 비용효과적인 소음개선 결과를 얻기 위해 소음 노출기준 초과 다발 업종 및 공정분석을 통한 소음개선 우선순위를 선정하는 등 소음감소 대책 수립에 필요한 기초자료를 확보하고자 하였다.

2. 연구방법

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원에서는 2002년부터 매년 상·하반기의 작업환경측정 자료 및 근로자 특수건강진단 자료를 전산화하여 보관하

고 있다. 2002년부터 사용되어진 전산입력 코드 중 사업장관리번호코드 및 공정 코드 등 일부 전산코드가 2009년도에 변경되었다. 코드 변경에 따른 전체적인 소음측정사업장수 및 노출기준 초과사업장수 등은 영향이 없으나, 소음 노출기준 연속초과 사업장의 업종 및 공정 파악을 위해서는 사업장관리번호의 연속성이 필요하여 동 연구에서는 2009년 이후 작업환경측정 및 특수건강진단 자료만을 사용하여 분석하고 이전의 작업환경측정 및 건강진단 결과는 선행연구결과와 비교하였다⁽⁶⁻⁸⁾.

3. 연구결과

3.1 특수건강진단 결과분석

2009년부터 2012년까지 특수건강진단 수검자수, 직업병요관찰수, 직업병유소견자수 및 직업병으로 인정받은 질환자의 수를 Table 1에 정리하였다.

최근 4년 동안 소음을 포함한 특수건강진단 수검자수는 1,657,991명에서 2,454,528명으로 증가하는

Table 1 Special medical examination data

Year	2009	2010	2011	2012
No. of total examinee	1,657,991	1,924,305	2,110,919	2,452,528
No. of noise examinee	457,500	516,828	525,368	582,162
Ratio of noise examinee to total examinee(%)	27.6	26.9	24.9	23.7
Total C1	105,445	117,270	122,473	133,706
Noise C1	96,569	108,213	110,252	120,450
Ratio of noise C1 to total C1(%)	91.6	92.3	90.0	90.1
Total D1	4,518	5,426	6,017	7,047
Noise D1	4,281	5,065	5,710	6,684
Ratio of noise D1 to total D1(%)	94.8	93.3	94.9	94.8
No. of total patient	1,315	1,129	1,162	1,090
No of noise patient	205	266	268	275
Ratio of noise patient to total patient(%)	15.6	23.6	23.1	25.2

추세였으며, 소음을 포함한 직업병요관찰자 및 직업병유소견자의 수도 각각 증가하는 추세였다. 반면 직업병 인정을 받은 질환자수는 감소하는 추세였으나, 소음으로 인하여 직업병 인정을 받은 질환자의 수는 증가하는 추세였다.

특수건강진단 수검자 중 소음특수건강진단 수검자의 비중은 약 23.7~27.6%를 차지하였으나, 직업병요관찰 중 소음직업병요관찰자의 비중은 90.0~92.3%를 차지하였고 직업병유소견자 중 소음직업병유소견자의 비중은 93.3~94.9%로 나타났다. 그리고 전체 직업병 질환자 중 소음으로 인한 직업병 질환자로 인정받은 근로자의 비중은 15.6~25.2%로 나타났다.

특수건강진단 근로자의 연령별로 소음으로 인한 건강이상자 발생 추이를 보면 Fig. 1 및 Fig. 2에서 보듯 특수건강진단 수진근로자의 수는 30대, 40대의 순으로 많았다.

소음성난청 요관찰자 및 유소견자는 30대 미만이 가장 작게 나타났다. 반면 소음성난청 요관찰자는

50대, 40대 60대, 30대의 순으로, 유소견자는 50대, 60대, 40대, 30대 순으로 많이 나타났다. 일부 화학적인자의 경우 급성중독에 의해 질병이 발생할 수도 있으나, 소음성난청은 장기간 소음에 폭로되어 발생하는 질병으로 소음성난청 요관찰자와 유소견자는 50대에서 가장 많이 발생하였으나 소음으로 인한 건강 영향은 이전부터 진행이 되었을 것으로 판단된다.

특수건강진단 사업장의 규모별 건강이상자 발생 추이를 보면 Fig. 3 및 4에서 보듯 특수건강진단 실시 사업장의 수는 5인 이상 50인 미만의 규모에서 가장 많았으며 소음 요관찰자수 및 유소견자수 역시 5인 이상 50인 미만의 규모에서 사업장에서 가장 많이 발생하였다.

3.2 작업환경측정 결과분석

Table 2에서 보는바와 같이 2009년부터 2012년까지 작업환경측정 사업장수는 30,868개소에서 41,848개소였다.

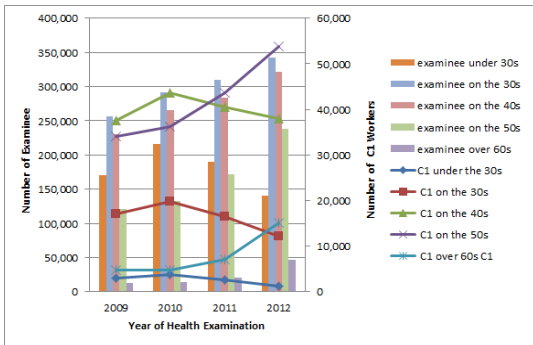


Fig. 1 No. of C1 classified by age

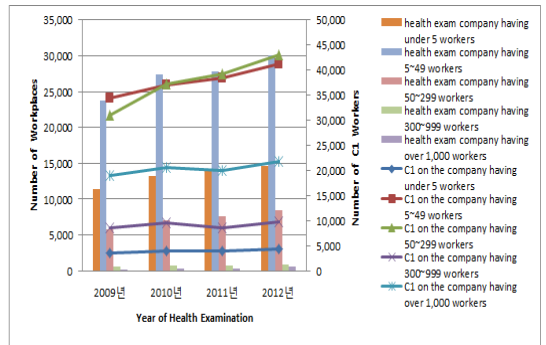


Fig. 3 No. of C1 by scale of company

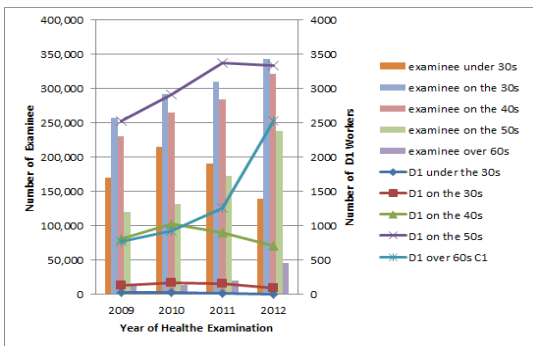


Fig. 2 No. of D1 classified by age

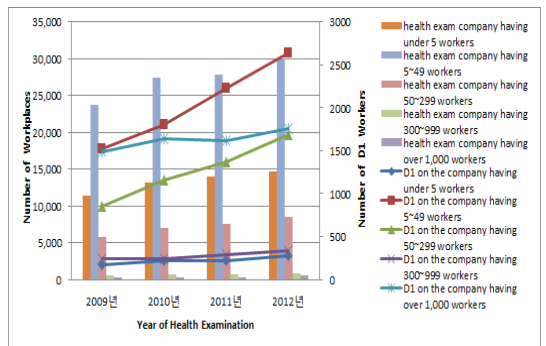


Fig. 4 No. of D1 by scale of company

Table 2 Work environment monitoring data

Year	2009		2010		2011		2012	
	First half	Second half	First half	Second half	First half	Second half	First half	Second half
No. of total monitoring company	32,992	30,868	35,215	32,014	38,568	35,598	41,848	36,554
No. of company exceeding noise exposure limit	7,065	6,295	6,448	6,353	6,867	6,852	6,813	6,302
No. of noise monitoring company	27,043	25,495	29,068	27,017	31,377	29,534	34,153	30,188
No. company exceeding noise exposure limit	6,485	5,831	5,991	5,951	6,261	6,359	6,267	5,843
Ratio of noise monitoring company to total monitoring company(%)	82.0	82.6	82.5	84.4	81.4	83.0	81.6	82.6
Ratio of company exceeding total exposure limit to total monitoring company(%)	21.4	20.4	18.3	19.8	17.8	19.2	16.3	17.2
Ratio of company exceeding noise exposure limit to exceeding total exposure limit(%)	91.8	92.6	92.9	93.7	91.2	92.8	92.0	92.7

작업환경측정 사업장 중 소음 측정 사업장은 25,495개소에서 34,153개소로 약 81.4~84.4%를 차지하였으며, 작업환경측정 사업장 및 소음 측정 사업장의 수는 증가하는 추세였다.

작업환경측정 사업장 중 노출기준 초과 사업장의 비율은 약 16.3%~21.4%를 차지하였으며, 노출기준 초과사업장의 비율은 감소하는 추세를 보였다.

전체 노출기준 초과 사업장 중 소음 노출기준 초과 사업장의 비율은 약 91.8~93.7%로 노출기준 초과 유해인자의 90% 이상이 소음이었다.

업종별 소음 작업환경측정 사업장 및 소음 노출기준 초과사업장을 분석한 결과, Fig. 5에서 보듯이 소음측정을 많이 한 업종은 2009년부터 2012년까지 4년 동안 상하반기 누적 30,216개소로 금속가공제품 제조업(기계 기구 및 가구 제외)이 가장 많은 것으로 나타났으며, 다음으로는 자동차 및 트레일러제조업, 1차 금속제조업 등의 순으로 나타났다.

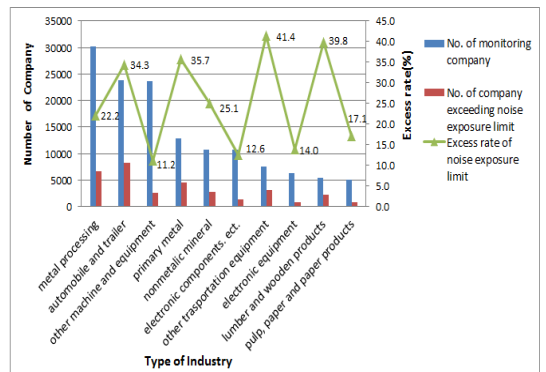


Fig. 5 Results by type of industry

소음 노출기준을 가장 많이 초과한 업종은 자동차 및 트레일러제조업, 금속가공제품 제조업, 1차 금속제조업 등의 순으로 나타났다.

작업환경 측정 사업장 수 대비 소음 노출기준 초과율이 높은 업종을 분석한 결과 측정 사업장수 대비

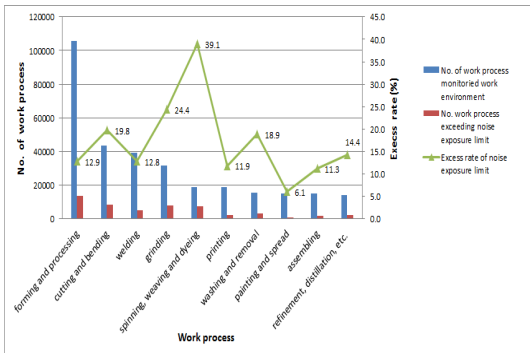


Fig. 6 Results by work process

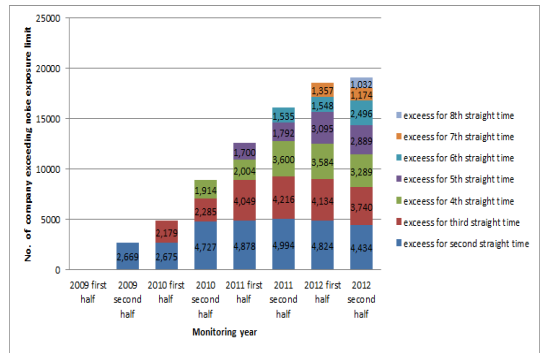


Fig. 7 Continuative noise excess company

소음 노출기준 초과율이 높은 업종은 기타 운송장비 제조업, 가구를 제외한 목재 및 나무제품 제조업, 1차 금속제조업 등의 순으로 나타났다. 특히, 가구를 제외한 목재 및 나무제품 제조업은 타 업종에 비해 작업환경측정 사업장 수는 많지 않았으나 노출기준을 초과하는 사업장 수는 많은 것으로 나타났다.

Fig. 6과 같이 공정별 소음 작업환경측정 건수 및 소음 노출기준 초과 건수를 분석한 결과, 소음측정을 많이 한 공정은 2009년부터 2012년까지 4년 동안 상·하반기 누적 105,866건으로 성형 및 가공 공정이 가장 많은 것으로 나타났으며, 다음으로는 절단·절곡 및 재단 공정, 용접 공정 등으로 나타났다.

소음 노출기준을 많이 초과한 공정은 성형 및 가공 공정, 절단·절곡 및 재단 공정, 연마 공정의 순으로 나타났다.

작업환경 측정 사업장 수 대비 소음 노출기준 초과율이 높은 공정을 분석한 결과 사업장수 대비 소음노출기준 초과율이 높은 공정은 방적·직포 및 나염 공정, 연마 공정, 절단 및 절곡 공정 등의 순으로 나타났다.

소음 노출기준 초과 후 다음 측정 시에도 연속적으로 노출기준을 초과하는 업종 및 공정에 대한 분석을 실시하였다.

Fig. 7과 같이 2009년 상반기 소음 작업환경 측정 시 노출기준을 초과한 사업장 6,485개소 중 하반기 측정에서도 노출기준을 초과한 사업장의 수는 약 41.1%에 해당하는 2,669개소였고, 차회 측정 시에는 71.7%에 해당하는 1,914개소가 연속적으로 노출기준을 초과하였으며, 4~6회 연속 노출기준 초과 공정은 약 80%를 차지하였다. 2009년 하반기와

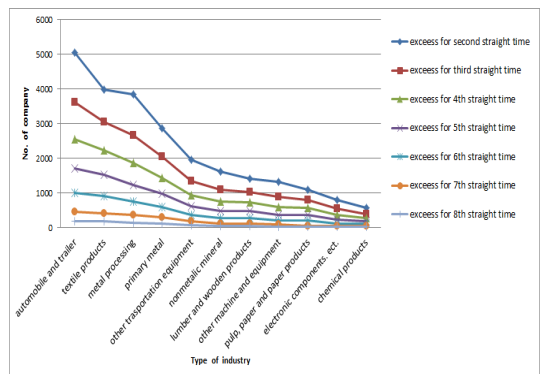


Fig. 8 Continuative noise excess company by type of industry

2010년 상반기 소음 노출기준 2회 연속 초과 사업장은 전회 대비 약 40% 수준이었으나, 2010년 하반기 부터는 약 80%의 사업장이 전회 측정에 이어 2회 연속 노출기준을 초과하였다. 3회 이상 연속 소음 노출기준 초과사업장은 2010년부터 2012년까지 지속적으로 약 80%의 수준을 유지하였다.

즉, 소음 노출기준을 초과하는 사업장의 대부분은 소음에 대한 개선 없이 지속적으로 소음 노출기준을 초과하고 있는 것으로 판단된다.

소음 노출기준을 연속적으로 초과한 사업장의 업종을 분석한 결과 연속초과 회수에 따른 업종의 차이는 없었다. Fig. 8에서 보듯이 연속적으로 소음 노출기준을 가장 많이 초과한 업종은 자동차 및 트레일러 제조업(의복제외), 금속가공품제조업의 순으로 나타났다.

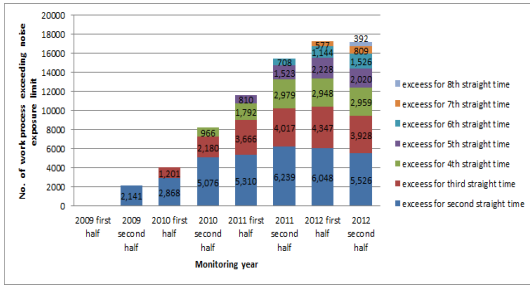


Fig. 9 Continulative noise excess process

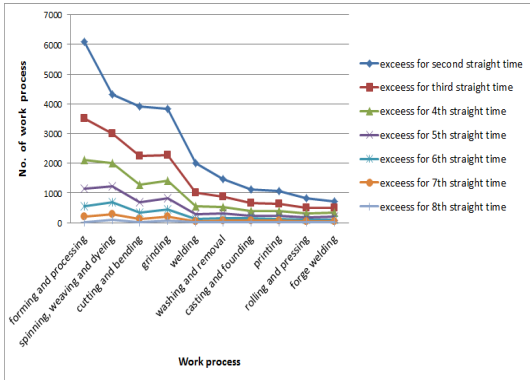


Fig. 10 Continulative noise excess company by work process

Fig. 9와 같이 2009년 상반기 소음 작업환경 측정 시 노출기준을 초과한 21,949공정 중 하반기 측정에서도 노출기준을 초과한 공정은 약 10%에 해당하는 2,141개소였고, 차회 측정 시에는 56.1%에 해당하는 1,201개소가 연속적으로 노출기준을 초과하였으며 4~6회 연속 노출기준을 초과하는 공정은 약 80%정도였으며, 8회 연속 노출기준을 초과하는 공정은 약 67.9%였다. 2010년 상반기 소음 노출기준 2회 연속 초과 공정은 약 22.6%였으며, 2010년 하반기부터 2012년 하반기까지 소음 노출기준 2회 연속 초과 공정은 약 60% 수준이었다. 2010년 상반기부터 2012년 하반기까지 3회 이상 연속 소음 노출기준을 초과한 공정의 수는 전회 대비 약 60~80%정도 수준이었다.

소음 노출기준을 연속적으로 초과한 공정의 업종을 분석한 결과 연속초과 회수에 따른 공정의 차이는 없었다. Fig. 10에서 보듯이 연속적으로 소음 노출기준을 가장 많이 초과한 공정은 성형 및 가공 공정이었으며, 다음으로는 방직·직포 및 나염 공정, 절

단·절곡 및 재단 공정, 연마, 용접, 세척 및 제거, 주조 및 주물, 인쇄, 압연 및 압출, 단조 공정의 순으로 나타났다.

4. 고찰 및 결론

소음성난청 유소견자 및 요관찰자는 전체 특수건강진단 대상 유해인자에 대한 요관찰자 및 유소견자의 90% 이상을 차지하고 있었다.

소음성난청 요관찰자 및 유소견자는 30대 미만이 가장 작게 나타났다. 반면 요관찰자는 50대, 40대, 60대, 30대의 순으로 유소견자는 50대, 60대, 40대, 30대 순으로 나타났다. 일부 화학적인자의 경우 급성중독에 의해 질병이 발생할 수도 있으나, 소음성난청은 장기간 소음에 폭로되어 발생하는 질병으로 소음성난청 요관찰자와 유소견자는 50대에서 가장 많이 발생하였으나 소음으로 인한 건강 영향은 이전부터 진행이 되었을 것으로 판단된다. 특히 소음성난청 요관찰자는 50대와 40대 발생률에 큰 차이가 없는 것으로 판단할 때 소음성난청으로 인한 질병률을 줄이기 위해서는 30대 이전부터 고소음에 노출되지 않도록 관리하는 것이 필요하다.

사업장 규모에 따른 소음성난청 요관찰자 및 유소견자는 5인 이상 50인 미만 사업장의 유소견자 및 요관찰자가 가장 많은 것으로 나타났다. 이는 5인 이상 50인 미만 사업장의 특수건강진단 비율이 전체 사업장의 55.8%를 차지하기 때문이다. 즉, 사업장 근로자의 소음성난청 예방을 위한 정책이나 개선대책 수립 시 5인 이상 50인 미만 사업장 근로자의 소음성난청 예방에 중점을 둔다면 재해를 감소에 좀 더 효과적인 결과를 얻을 수 있을 것이다.

소음 노출기준 초과사업장수의 비율은 전체 유해인자에 대한 노출기준 초과사업장수 대비 90% 이상이었다.

노출기준 초과사업장의 수가 가장 많은 업종은 자동차 및 트레일러제조업, 금속가공제품 제조업, 1차 금속제조업, 기타 운송장비 제조업, 비금속 광물 제품 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 가구를 제외한 목재 및 나무제품 제조업, 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업, 전기장비 제조업, 펄프, 종이 및 종이제품 제조업 순으로 나타났다. 노출기준 초과공정의 수가 가장 많은 업종은 성형

및 가공 공정, 절단·절곡 및 재단 공정, 연마, 방직·직포 및 나염, 용접, 세척 및 제거, 인쇄, 정제·냉각·증류·추출·농축 공정, 조립, 도장 및 도포공정 등으로 나타났다.

즉, 소음 노출기준 초과 사업장수를 감소시키기 위해서는 이들 노출기준 초과 다발 업종 및 공정에 대한 개선대책이 필요하다.

하지만 개선대책이 단순히 노출기준 사업장수의 감소가 목적이 되어서는 안 되고, 소음에 의해 고통 받는 근로자 수를 감소시키고, 소음으로 인한 질병을 감소시키기 위한 방안으로 수립되어야 할 것이다. 이를 위해서는 지속적으로 소음 노출기준을 초과하는 사업장에 대한 관리가 우선적으로 필요하다.

최근 4년 동안의 작업환경측정결과를 보면 최초 소음 노출기준을 초과한 후 다음 회에도 노출기준을 초과한 사업장의 약 84.3%는 그 이후 작업환경측정에서도 연속적으로 소음 노출기준을 초과하는 것으로 나타났다.

또한 최초 소음 노출기준을 초과한 후 다음 회에도 노출기준을 초과한 공정의 약 74.4%는 그 이후 측정에도 연속적으로 소음 노출기준을 초과하는 것으로 나타났다.

소음 노출기준 초과사업장 수가 많은 업종과 소음 노출기준을 연속적으로 많이 초과하는 업종은 크게 차이가 없었다. 다만 섬유제품제조업(의복제외)과 화학물질 및 화학제품 제조업(의약품 제외)은 노출기준 초과사업장 수가 많은 업종에 있어서는 상위에 있지 않았으나, 노출기준을 연속적으로 많이 초과하는 업종으로는 상위에 위치하였다.

섬유제품제조업의 주 소음원으로는 방사기, 직기류, 제포기, utilities 등으로서 각각 105~110 dB(A), 100~105 dB(A), 95~105 dB(A), 95~115 dB(A)의 소음이 발생한다. 실제 개선사례로는 약 96 dB(A)의 소음이 발생하는 연사기실에 폴리우레탄폼(50t) 흡음매트를 설치함으로써 약 6 dB(A)의 소음감소효과를 얻었다⁹⁾.

화학제품제조업의 소음개선사례로는 화학제품제조업 소음원 중의 하나인 extruder gear box (polypropylene plant의 액체를 동력으로 이송시켜주는 기계)에서 발생하는 약 103 dB(A)의 소음을 방음벽 및 소음기 설치 등을 통해 약 83 dB(A)로 감

소시킨 사례가 있다⁹⁾.

소음 노출기준 초과공정 수가 많은 업종과 소음 노출기준을 연속적으로 많이 초과하는 공정 또한 크게 차이가 없었으나, 주물·주조 공정, 압연·압출 공정 및 단조 공정은 노출기준 초과사업장 수에 비해 노출기준을 연속적으로 많이 초과하는 업종으로 파악되었다.

주조공정의 자동 파이프 방사기에서 발생하는 약 90 dB(A) 소음을 주 베어링 지지대 보강, 지지대를 주 기계 새시로부터 격리하는 대책 등을 적용하여 약 6~7 dB(A)의 소음감소 효과를 얻은 사례가 있다¹⁰⁾.

섬유제품제조업과 화학제품 제조업 및 주물·주조 공정, 압연·압출 공정 등에서 발생하는 소음감소 감소를 위한 공학적 개선 대책들이 시행되어지고 있으나, 개선사례가 많지 않고 각각 사업장마다 현장상황이 많이 달라 타 사업장의 개선사례를 적용하기는 쉽지 않은 것으로 판단되었다.

향후 소음 노출기준을 연속적으로 초과하는 업종 및 공정에 공통적으로 적용할 수 있는 표준 개선모델들이 개발되어 많은 사업장에서 적용이 가능하면 근로자들의 소음성난청 예방에 크게 기여할 수 있을 것이다.

References

- (1) Ministry of Labor, 2014, Occupational Safety and Health Act., Law.
- (2) Jang, J. K. and Chung, K. J., 2007, A Study on the Management of Noise in Work-environments, Occupational Safety and Health Research Institute.
- (3) Kim, K. S. and Lee, J. H., 2004, A Prediction Study on Occurrence of Hearing Loss and Noise-induced Hearing Impairment for Noise Exposed Workers, Occupational Safety and Health Research Institute.
- (4) Yun, J. H. and Kim, J. S., 2010, Evaluation on Attenuation for Sound-absorbing Measures of Loud Noisy Work-sit, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 20, No. 8, pp. 742~752.
- (5) Park, S. K., Park, I. S., Yang, W. S., Yeon, J. T., Jung, W. H., Park, C. Y., Kim, J. Y. and Cho, H. K., 2006, A Study on the Present Condition and Control

of the High Level Noise at Workplace, Occupational Safety and Health Research Institute.

(6) Korea Occupational Safety and Health Agency (2009~2012), Medical Examinations of Workers.

(7) Korea Occupational Safety and Health Agency (2009~2012), Special Medical Examination Data.

(8) Korea Occupational Safety and Health Agency (2009~2012), Work Environment Monitoring Data.

(9) Cho, H. K. and Ham, W. S., 2011, Management of Noise and Vibration, Occupational Safety and Health Training Institute.

(10) Health and Safety Executive, 1995, Sound

Solutions - Techniques to Reduce Noise at Work, Health and Safety Executive, Suffolk.



Kab Bae Kim received Msc degree in Institute of Sound and Vibration Research from University of Southampton UK in 2008. He is currently a senior research scientist with Work Environment Research Department at Occupational Safety and Health Research Institute.