

김해지역 5인 미만 제조업 사업장의 작업환경실태

이경열¹ · 문덕환²

¹노동부 부산지방노동청 부산동래지청 · ²인제대학교 부산 백병원 산업의학과 및 산업의학연구소

A Study on the Status of Work Environment in the Manufacturing with Less Than Five Workers in Gimhae Area

Kyung-Yeul Lee¹ · Deog-Hwan Moon²

¹Ministry of Labor, Busan Dongnae Office

²Institute of Industrial Medicine & Department of Occupational and Environmental Medicine, Busan Paik Hospital, Inje University

For the purpose of preparing the fundamental data on working environment of small scale manufacturing industries and preventing the occupational diseases of workers in these industries, authors surveyed the status of working environment to several chemical substances and physical agents by types of industry and types of process in the small scale manufacturing industries with less than five workers in Gimhae including 235 workplaces, 14 types of industry and 25 types of process from January 2002 to December 2004.

This measurement method was work environment measurement method (established in Ministry of Labor, Korea), analytical methods (2nd Ed.) of Occupational Safety and Health Administration (OSHA) and manual of analytical methods (4th Ed.) of National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) and collected data was analyzed by using SPSS 10.0 for windows, the results were as follows:

1. Noise generated in 14 types of industry and 22 types of process. an actual level of mean exposure (90.7 dB(A)) exceeded threshold limit values (TLVs) in manufacture of other transport equipment. An actual level of mean exposure (90.2dB) exceeded TLVs in the process of wire-drawing and 90.4dB in

the process of wire-stranding.

2. Dusts of type I, II, III were generated in 9 types of industry and 8 types of process. Its mean concentration did not exceed TLVs.

3. Heavy metals (Pb, Mn, Cr, Ni) were generated in 7 types of industry and 7 types of process. Its mean concentration did not exceed TLVs.

4. 16 kinds of organic solvents were generated in 11 types of industry and 6 types of process. Its mean concentration did not exceed TLVs.

As the above results, chemical substances and physical agents were generated in the several different types of industry and process of the manufacturing industry with less than five workers, and only mean level of noise was exceeded TLVs. In case of exceeding threshold limit values, improvement of work environment is actively needed, and work environment management should be performed continuously for prevention of an occupational diseases and work related diseases.

Key Words : Work environment, Manufacturing industry, Less than five workers,

이 논문은 2006년도 인제대학교 학술연구조성비 지원에 의한 것임

접수일 : 2006년 3월 29일, 채택일 : 2006년 5월 17일

✉ 교신저자 : 문덕환 (부산시 진구 개금동 부산백병원 산업의학과,

Tel : 051-890-6741, Fax : 051-895-7040, E-mail : iimmdh@inje.ac.kr)

I. 서론

우리나라에서 산업장 근로자를 위한 건강관리가 시작된 것은 근로기준법이 제정된 1953년부터였다. 그리고 산업재해보상보험법은 1964년, 산업안전보건법은 1981년부터 상시 근로자 5인 이상을 대상으로 시행됨에 따라 근로자의 건강과 직업병 예방, 그리고 산업재해의 방지 등에 대한 관심을 가지게 되었고(김대익 등,2002), 2002년부터 산업안전보건법의 개정으로 상시근로자 5인 미만 사업장도 근로자들이 직업병 예방 및 건강보호를 받을 수 있게 되었다.

우리나라의 산업별 총 제조업체의 수는 2003년 현재 213,211개 업체에 총 3,216,792명의 근로자가 종사하고 있고, 이중 5인 미만 사업체의 수는 98,760개 이며 근로자수는 297,627명으로 약 9% 정도 차지하고 있으며(노동부,2003). 건강검진 결과에서 직업병유소견자 현황을 보면 5인 미만 사업장에서 2002년도는 62명 발생하였고, 2003년도는 79명 발생하여 27.4%나 증가하였고(노동부,2004), 이러한 증가 추세를 보면 추후 계속적으로 증가할 가능성이 매우 높다고 생각되며, 또한 5인 미만 제조업 사업장은 그 수가 많고 형태도 다양하여 가내수공업에서부터 하이테크전자산업까지 널리 분포되어 있으며 그 대부분 사업장의 경영기반이 열악하다(김대익 등,2002). 또한 대부분의 사업장이 대기업이나 중소기업으로부터 하청을 받고 있으며 수익이나 생산측면에서

매우 취약하여 사업장 차원에서 효과적이고 체계적인 작업환경관리는 힘든 실정이다(이관형 등,1995). 더욱이 지금까지 본 연구자가 조사한 바로는 5인 미만 제조업 사업장에 대하여 작업환경실태에 관한 연구 보고가 대단히 미흡한 상태이며 이에 본 연구자는 김해지역의 5인 미만 제조업 사업장을 대상으로 작업자의 유해인자에 대한 노출실태를 업종별, 공정별로 파악함으로써 향후 5인 미만 작업장내에서 보다 체계적인 작업환경관리 및 근로자들의 건강관리를 위한 기초 자료를 제공하고자 시행하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구대상 및 연구기간

김해지역 5인 미만 제조업 사업장 중 235개 사업장을 대상으로 2002년 1월 1일부터 2004년 12월 31일까지 산업안전보건법 제 42조 및 시행규칙 제 93조 내지 97조 3의 규정에 의한 작업환경조사를 실시하였다.

업종별 전체 조사대상 사업장수는 표1과 같으며 (Table 1), 각 유해인자의 측정 건수는 소음 295건, 분진 60건, 중금속 4종 55건 및 유기용제 15종 106건을 측정하였다(Table 2,3). 한편 업종별 분류는 한국표준산업분류(통계청,2001)의 자료를

Table 1. Number of factories by type of industry

Type of industry	No. of factories
Manufacture or Textiles, Except Sewn Wearing apparel	27
Tanning and Dressing of Leather, Manufacture of Luggage and Footwear	2
Manufacture of Wood and of Products Wood and Cork, Except Furniture	25
Manufacture of Pulp, Paper and Paper Products	7
Publishing, printing and Reproduction of Recorded Media	5
Manufacture of Chemicals and Chemical Products	5
Manufacture of Rubber and Plastic Products	15
Manufacture of Other Non-metallic Mineral Products	11
Manufacture of Basic Metals	16
Manufacture of Fabricated Metal Products, Except Machinery and Furniture	42
Manufacture of Other Machinery and Equipment	25
Manufacture of Motor Vehicles, Trailers and Semitrailers	8
Manufacture of Other Transport Equipment	17
Manufacture of Furniture ; Manufacture of Articles not especially classified	24
The Others	6
Total	235

기준으로 중분류 하였다.

2. 측정 및 분석방법

시료의 채취 및 분석은 작업환경측정 실시 규정(노동부 2001) 및 미국 산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health) (NIOSH, 1994)의 공정시험법, 미국 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration (OSHA, 1985)을 이용하여 측정 및 분석을 실시하였다.

1) 소음

작업시 발생하는 작업자의 소음폭로량 측정은 누적소음폭로량측정기(AMETEK MK-3, USA)를 작업자의 청력위치에 착용하게 한 후 1일 6시간 이상 측정하여 시간가중평균 하였다. 측정치에 대한 노출기준 초과 여부는 실 측정시간동안의 소음 노출량을 전작업시간(8시간)으로 환산한 후 이 값에 대한 시간가중평균 소음측정치를 dB(A)로 표기하였다.

2) 분진

작업시 발생하는 분진의 경우 여과지(Glass fiber filter: 37mm PALL, U.S.A)를 37mm 카세트홀더에 넣고 개인시료포집기(Personal air sampler, Gilian, U.S.A)에 이용하여 작업자의 호흡영역에서 포집하고, 농도측정은 0.01mg까지 칭량할 수 있는 micro balance (MEPTLER, MT5, U.S.A)를 사용하여 중량분석을 하였다. 중량분석시 여과지는 건조기(Desicator)에서 24시간 건조 후 micro balance를 이용하여 3회 중량측정 후 카세트홀더에 넣어서 시료를 포집하고, 시료포집 후 똑같은 방법으로 중량을 평가하여 분진의 농도를 평가하였다.

3) 중금속

작업시 발생하는 중금속은 MCE (Mixed cellulose ester: 37mm, 0.8µm, Millipore, U.S.A) 여과지를 37mm 카세트홀더에 넣고 개인시료포집기(Personal air sampler, Gilian, U.S.A)를 이용하여 작업자의 호흡영역에 착용하게 한 후 2 l/min으로 포집하였다.

중금속의 분석은 각 물질별로 NIOSH의 분석 manual을 이용하여 전처리후 흑연로(Graphite furnace)가 부착된 원자흡광광도계(Atomic absorption spectrophotometry, AA-800 Perkin Elmer, U.S.A)를 이용하여 분석하였다.

4) 유기용제

공기중 유기용제의 개인별 시료포집은 개인용 시료 채취기(Personal air sampler, Gilian, U.S.A)를 사용하여 유기용제 채취용 홀더에 활성탄관(Activated charcoal tube, 100mg/50mg, SKC, U.S.A)을 넣고 작업자의 호흡영역에 홀더를 위치시키고 0.15 ~ 0.20 l/min으로 포집하였다. 포집한 활성탄관은 깨뜨려 바이알(Vial)에 넣고 CS₂(이황화탄소) 1ml를 가한 후 30분간 흔들어주면서 흡착된 유기용제를 탈착시킨다. 탈착시킨 후 시료액을 GC-FID (Gas chromatography-flame ionizing detector, HP5890, Hewlett Packard, U.S.A)로 분석하였다.

3. 자료처리

위의 측정과 분석에 의해서 분석되어진 결과를 시간가중평균치(Time Weight Average)로 계산하여 기하평균을 구하여 노출기준(노동부, 2002) 초과 여부를 판정하고, 또한 이들 기

Table 2. Geometric mean level of noise, dusts and heavy metals

Item	N	GM ± GSD	Range
Noise	295(75)	87.3 ± 3.72	76.8-96.9
Dust of type I	6	0.09 ± 0.30	0.0028-0.8224
Dust of type II	46	0.68 ± 0.97	0.0276-3.7095
Dust of type III	8	0.29 ± 0.84	0.0263-2.0776
Lead	6	0.0021 ± 0.0030	0.0010-0.0082
Manganese	39	0.0445 ± 0.1898	0.0016-0.6701
Chromium	8	0.0023 ± 0.0087	0.0004-0.0204
Nickel	2	0.0680 ± 0.4364	0.0074-0.6246

*N(The number of samples), () (Number of exceeding samples for TLV), GM(Geometric mean), GSD(Geometric standard deviation)
 † Unit: Noise(dB(A)), Dust(mg/m³), Heavy metal(mg/m³)

Table 3. Geometric mean concentrations of organic solvent

Item	N	GM \pm GSD	Range
n-Hexane	12	0.42 \pm 1.26	0.09–3.67
Diethylether	2	6.72 \pm 0.37	6.47–6.99
Methanol	2	23.52 \pm 9.84	17.57–31.49
Vinyl Acetate	2	3.68 \pm 0.18	3.56–3.80
Styrene	3	2.38 \pm 4.25	0.43–8.84
Acetone	5	5.33 \pm 3.33	3.32–11.12
Ethyl Benzene	3	2.45 \pm 6.04	0.13–11.05
Propyl Acetate	2	4.64 \pm 0.34	4.41–4.89
Xylene	13	0.74 \pm 5.59	0.08–15.39
Toluene	33	1.65 \pm 10.90	0.07–48.94
DMF	2	0.41 \pm 0.06	0.37–0.46
IPA	5	1.47 \pm 3.74	0.31–9.34
MEK	4	0.91 \pm 4.13	0.23–8.81
MIBK	6	0.55 \pm 1.43	0.15–3.15
N-Butyl Alcohol	2	1.41 \pm 0.09	1.35–1.47
PCE	10	1.30 \pm 8.56	0.23–21.41

*N(The number of samples), GM(Geometric mean), GSD(Geometric standard deviation)

† Unit: ppm

Table 4. Geometric mean exposure level of noise by type of industry

Type of industry	N	NE (ER)	GM \pm GSD	Range
A	39	5(13)	86.9 \pm 2.8	82.4–94
B	1	–	88.5	88.5–88.5
C	41	18(44)	89.6 \pm 3.1	82–94.1
D	8	–	84.7 \pm 1.4	82.3–87
E	6	–	83.1 \pm 1.5	80.3–84.5
G	18	–	84.5 \pm 2.0	80.9–89.3
H	8	2(25)	87.5 \pm 3.4	83.2–92.1
I	23	8(35)	87.5 \pm 4.2	80.5–95.6
J	56	17(30)	87.9 \pm 3.8	81.2–96.9
K	26	6(23)	87.3 \pm 4.1	81.4–96.7
L	8	3(38)	87.3 \pm 4.5	80.9–93.2
M	18	12(66)	90.7 \pm 2.5	85.9–94.7
N	36	2(6)	85.4 \pm 3.0	76.8–91.5
O	7	2(29)	86.8 \pm 5.0	80.9–94.4

*A: Manufacture of Textiles, Except Sewn Wearing apparel, B: Tanning and Dressing of Leather, Manufacture of Luggage and Footwear, C: Manufacture of Wood and of Products Wood and Cork, Except Furniture, D: Manufacture of Pulp, Paper and Paper Products, E: Publishing, printing and Reproduction of Recorded Media, G: Manufacture of Rubber and Plastic Products, H: Manufacture of Other Non-metallic Mineral Products, I: Manufacture of Basic Metals, J: Manufacture of Fabricated Metal Products, Except Machinery and Furniture, K: Manufacture of Other Machinery and Equipment, L: Manufacture of Motor Vehicles, Trailers and Semitrailers, M: Manufacture of Other Transport Equipment, N: Manufacture of Furniture; Manufacture of Articles not especially classified, O: The Others, N: The number of samples, NE: The number of excess, ER: Excess rate, GM: Geometric mean, GSD: Geometric standard deviation

† Unit: Noise(dB(A)), Excess rate(%)

하평균을 업종별, 공정별, 유해인자별 차이등을 SPSS/PC (Ver. 10.0)을 이용하여 통계처리 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 유해인자의 평균농도

전체 235개 조사대상 사업장에서 소음은 295건 측정하였고, 1종분진은 6건, 2종분진은 46건, 3종분진은 8건, 중금속중납은 6건, 망간은 39건, 크롬은 8건, 니켈은 2건이 발생하였으며, 이들의 평균농도는 Table 2와 같다. 유기용제는 Toluene외 15종이 발생하였으며 각 유기용제의 발생건수와 평균농도는 Table 3과 같다.

2. 소음의 평균 노출 수준

1) 업종별 소음의 평균노출수준

소음의 경우 14개 업종에서 발생되었다. 조립금속제품 제조업에서 56건으로 가장 많이 발생하였으며, 목재 및 나무제품 제조업에서 41건, 섬유제품 제조업에서 39건 순으로 발생되었다. 기타 운송장비 제조업에서 평균노출수준이 노출기준(1일 8시간 작업시 90B(A))을 초과하였고, 섬유제품 제조업에서 5건, 목재 및 나무제품 제조업에서 18건, 비금속광물 제품 제조업에서 2건, 1차 금속산업에서 8건, 조립금속제품 제조업에서 17건, 기타 기계 및 장비 제조업에서 6건, 자동차 및 트레일러 제조업에서 3건, 기타 운송장비 제조업에서 12건, 가구 및 기타제품 제조업에서 2건, 기타업종에서 2건이 노출기준(1일 8시간 작업시 90dB(A))을 초과하였다. 초과율은 기타 운송장비 제조업이 66%로 가장 높았고, 목재 및 나무제품 제조업 44%, 자동차 및 트레일러 제조업 38% 순이었다(Table 4).

2) 공정별 소음의 평균노출수준

소음의 경우 22개 공정에서 발생되었다. 가공공정이 80건

Table 5. Geometric mean exposure level of noise by type of process

Process	N	NE (ER)	GM ±GSD	Range
Treatment	80	13(16)	86.5 ±3.98	80.5-96.9
Spray painting	1	-	83.4	83.4
Combination	1	-	83.1	83.1
Pulverization	2	-	82.9	80.9-85.1
Powder painting	1	-	84.5	84.5
Grinding	29	15(51)	89.7 ±2.94	82.4-94.2
Injection molding	2	-	84.9 ±5.94	80.9-89.3
Modeling	19	1(5)	85.7 ±2.81	82.3-92.5
Washing	2	-	87.9 ±2.12	86.5-89.5
Shot blasting	3	1(33)	87.5 ±5.03	82-91.8
Wire-drawing	8	5(62)	90.2 ±3.59	83.1-95.6
Extrusion	4	-	82.8 ±0.95	81.5-83.5
Twist yarn	2	-	86.1 ±0.57	85.7-86.5
Wire-stranding	6	4(67)	90.4 ±2.65	86.4-94
Welding	10	2(20)	88.5 ±1.85	85.3-91
Melting	2	-	84.4 ±2.90	82.4-86.5
Painting	9	-	85.2 ±1.49	83.3-87.2
Cutting	75	27(36)	88.5 ±3.42	80.3-94.1
Weaving	22	5(23)	87.9 ±2.59	83.7-93.2
Assembling	7	1(14)	83.9 ±5.13	76.8-93.9
Wrapping	4	-	83.1 ±1.18	82-84.5
Doubling	6	-	85.6 ±2.54	83.1-89.2

* N: The number of samples, NE: The number of excess, ER: Excess rate, GM: Geometric mean, GSD: Geometric standard deviation

† Unit: Noise(dB(A)), Excess rate(%)

으로 가장 많이 발생하였으며, 절단 75건, 사상 29건 순으로 발생되었다. 신선공정과 연선공정에서 평균노출수준이 노출기준(1일 8시간 작업시 90dB(A))을 초과하였다. 가공공정에서 13건, 사상공정에서 15건, 성형공정에서 1건, 숏트공정에서 1건, 신선공정에서 5건, 연선공정에서 4건, 용접공정에서 2건, 절단공정에서 27건, 제직공정에서 5건, 조립공정에서 1건이 노출기준(1일 8시간 작업시 90dB(A))을 초과하였다.

초과율은 연선공정이 67%로 가장 높았고, 신선공정 62%, 사상공정 51% 순이었다(Table 5).

3. 분진의 발생실태

1) 업종별 분진의 발생실태

분진의 경우 9개 업종에서 발생되었다. 1종 분진의 경우 비금속광물제품 제조업외 1개 업종에서 발생되었고, 2종 분진의 경우 목재 및 나무제품 제조업외 5개 업종에서 발생되었고, 3종 분진의 섬유제품 제조업외 5개 업종에서 발생되었

다. 전 업종에서 평균농도가 노출기준을 초과하지 않았고, 노출기준을 초과하는 측정점도 없는 것으로 나타났다(Table 6).

2) 공정별 분진의 발생실태

분진의 경우 8개 공정에서 발생되었다. 1종 분진의 경우 가공공정의 3개 공정에서 발생되었고, 2종분진의 경우 혼합공정의 4개 공정에서 발생되었고, 3종 분진의 경우 분체도장공정의 4개공정에서 발생되었다. 전 작업공정에서 평균농도가 노출기준을 초과하지 않았고, 노출기준을 초과하는 측정점도 없는 것으로 나타났다(Table 7).

4. 중금속의 발생실태평균

1) 업종별 중금속의 발생실태

중금속의 경우 7개 업종에서 발생되었다. 납의 경우 고무 및 플라스틱제품 제조업외 3개 업종에서 발생되었고, 망간의 경우 1차 금속산업외 4개 업종에서 발생되었고, 크롬의 경우

Table 6. Generated status of dusts by type of industry

Type of industry	Dust of type I	Dust of type II	Dust of type III	N
A			● (1.62-1.62)	1
C		● (3.71-3.71)		1
G			● (0.06-1.45)	2
H	● (0.01-0.32)	● (0.49-0.49)	● (0.93-0.93)	6
I			● (2.08-2.08)	1
J		● (0.03-3.15)	● (0.03-3.15)	17
K	● (0.03-0.82)	● (0.17-3.65)		14
L		● (0.83-0.83)	● (0.07-0.07)	2
M		● (0.33-2.90)		16

(): Range

*A: Manufacture of Textiles, Except Sewn Wearing apparel, C: Manufacture of Wood and of Products Wood and Cork, Except Furniture, G: Manufacture of Rubber and Plastic Products, H: Manufacture of Other Non-metallic Mineral Products, I: Manufacture of Basic Metals, J: Manufacture of Fabricated Metal Products, Except Machinery and Furniture, K: Manufacture of Other Machinery and Equipment, L: Manufacture of Motor Vehicles, Trailers and Semitrailers, M: Manufacture of Other Transport Equipment, N: The number of samples
† Unit: mg/m³

Table 7. Generated status of dusts by type of process

(): Range

Process	Dust of type I	Dust of type II	Dust of type III	N
Treatment	● (0.15-0.15)	● (0.37-0.37)	● (0.93-0.93)	3
Combination	● (0.01-0.20)	● (0.49-0.49)	● (0.06-0.06)	4
Powder painting			● (0.03-0.08)	2
Grinding	● (0.03-0.32)	● (0.27-3.15)		4
Modeling	● (0.82-0.82)		● (1.45-1.45)	2
Welding		● (0.03-3.65)		35
Melting			● (0.07-2.08)	2
Cutting		● (0.12-2.90)		7

* N: The number of samples
 † Unit: mg/m³

Table 8. Generated status of heavy metals by type of industry

(): Range

Process	Lead	Manganese	Chromium	Nickel	N
G	● (0.001-0.001)		● (0.003-0.003)		3
I	● (0.005-0.005)	● (0.003-0.015)	● (0.020-0.020)	● (0.005-0.005)	6
J	● (0.001-0.008)	● (0.003-0.473)	● (0.001-0.004)		16
K		● (0.006-0.513)			12
L		● (0.002-0.251)	● (0.001-0.002)	● (0.007-0.625)	7
M		● (0.009-0.670)			11
O	● (0.002-0.002)				1

*G: Manufacture of Rubber and Plastic Products, I: Manufacture of Basic Metals, J: Manufacture of Fabricated Metal Products, Except Machinery and Furniture, K: Manufacture of Other Machinery and Equipment, L: Manufacture of Motor Vehicles, Trailers and Semitrailers, M: Manufacture of Other Transport Equipment, O: The Others, N: The number of samples
 † Unit: mg/m³

고무 및 플라스틱제품 제조업의 3개 업종에서 발생되었고, 니켈의 경우 1차 금속산업의 1개 업종에서 발생되었다. 전 업종에서 평균농도가 노출기준을 초과하지 않았고, 노출기준을 초과하는 측정점도 없는 것으로 나타났다(Table 8).

2) 공정별 중금속의 발생실태

중금속의 경우 7개 공정에서 발생되었다. 납의 경우 도금공정의 4개 공정에서 발생되었고, 망간의 경우 1개 공정에서 발생되었고, 크롬의 경우 분체도장의 3개 공정에서 발생되었고, 니켈의 경우 용접공정에서 발생되었다. 전 작업공정에서 노출기준을 초과하지 않았고, 노출기준을 초과하는 측정점도 없는 것으로 나타났다(Table 9).

5. 유기용제의 발생실태

1) 업종별 유기용제의 발생실태

유기용제의 경우 11개 업종에서 발생되었다. 조립금속제품 제조업에서 Diethylether의 11종이 발생되었고, 비금속광물제품 제조업에서 Styrene의 6종, 출판, 인쇄 및 기록매체 복제업에서 Acetone의 5종 순으로 발생하였다. 전 업종에서 평균농도가 노출기준을 초과하지 않았고, 노출기준을 초과하는 측정점도 없는 것으로 나타났다(Table 10).

2) 공정별 유기용제의 발생실태

유기용제의 경우 6개 공정에서 발생되었다. 세척공정에서 Diethylether의 10종이 발생되었고, 도장공정에서 Methanol의 7종, 인쇄공정에서 Acetone의 5종 순으로 발생되었다. 전 작업공정에서 평균농도가 노출기준을 초과하지 않았고, 노출기준을 초과하는 측정점도 없는 것으로 나타났다(Table 11).

IV. 고찰

현대 산업사회는 과학기술의 발달로 인하여 하루가 다르게 급속도로 발전하고 있으며, 산업구조의 거대화화 다양화 그리고 각종 설비 및 생산량은 증가하는데 비해 산업현장의 설비는 노후화되고 있을뿐만 아니라 각종 유해물질의 증가는 열악한 작업환경을 조성하여 산업현장에서 종사하고 있는 근로자의 건강에 위협이 되고 있음은 이론의 여지가 없을 것이다(한국산업안전공단, 1998).

우리나라 소규모 사업장들은 여러 가지 측면에서 근로자 건강보호를 위한 사업의 사각지대로 여겨져오고 있다. 생산활동의 규모가 작고 자본이 영세하며, 생산활동의 위상이 대기업이나 중소기업의 종속적인 하청관계에 놓여져 있으며, 근로자의 건강보호를 위한 산업보건 활동이 상대적으로 취약한 곳으로 여겨진다(이관형, 1995; 조규상, 1994).

조사대상지역인 김해지역의 5인 미만 제조업 사업장은 14개 업종, 24개 공정에서 소음, 분진(3종), 중금속(4종), 유기용제(16종)이 발생하는 것으로 나타났다.

Table 9. Generated status of heavy metals by type of process

Process	Lead	Manganese	Chromium	Nickel	N
Plating	● (0.005-0.005)				1
Combination	● (0.001-0.001)				1
Powder painting	● (0.001-0.008)		● (0.001-0.004)		4
Modeling	● (0.001-0.001)		● (0.003-0.003)		2
Welding		● (0.002-0.670)	● (0.001-0.020)	● (0.007-0.625)	44
Melting		● (0.003-0.003)	● (0.020-0.002)		2
Assembling	● (0.002-0.002)				1

* N: The number of samples
† Unit: mg/m³

(): Range

소음은 유해인자 중 직업성 난청을 비롯한 근로자의 건강장해 및 생산성 저하를 초래하는 주요한 유해인자로 알려져 있다(조규상,1991). 2003년 건강진단 결과를 보면 총 직업병 유소견자 2,757명중 2,235명으로 81.1%를 차지하고 있다(노동부, 2004). 소음의 경우 업종과 공정으로 구분하면 14개 업종, 22개 공정에서 발생되었다. 업종별로 보면 기타 운송장비 제조업에서 90.7 dB(A)로 평균노출수준이 노출기준을 초과하였고, 섬유제품 제조업에서 5건, 목재 및 나무제품 제조

업에서 18건, 비금속광물제품 제조업에서 2건, 1차 금속산업에서 8건, 조립금속제품 제조업에서 17건, 기타 기계 및 장비 제조업에서 6건, 자동차 및 트레일러 제조업에서 3건, 기타 운송장비 제조업에서 12건, 가구 및 기타제품 제조업에서 2건, 기타업종에서 2건이 노출기준을 초과하였다. 선행되어진 연구에서 김동구(2002)는 기타운송장비 제조업에서 88.0 dB(A), 조립금속제품 제조업에서 87.7 dB(A)로 본 연구결과인 기타운송장비 제조업에서 90.7 dB(A), 조립금속제품 제조

Table 10. Generated status of organic solvents by type of industry

(): Range

Organic Solvents	B	C	D	E	F
Diethylether	-	-	-	-	-
Methanol	-	-	-	-	-
Vinyl Acetate	-	-	-	-	-
Styrene	-	-	-	-	● (0.43)
Acetone	-	-	-	● (4.33-7.52)	-
Ethyl Benzene	-	-	-	-	-
Propyl Acetate	-	-	-	-	-
Xylene	-	-	-	-	● (0.16)
Toluene	● (0.35)	● (0.35-5.61)	● (4.08-21.22)	● (6.00-48.94)	● (0.15-20.39)
n-Hexane	-	● (0.09-0.62)	-	● (0.15-0.87)	-
DMF	-	-	-	-	● (0.46)
IPA	-	● (0.31)	-	● (1.06-2.45)	-
MEK	● (1.38)	● (8.81)	-	● (0.23)	-
MIBK	-	-	-	-	-
N-Butyl Alcohol	-	-	-	-	-
PCE	-	-	-	● (0.33)	-

*B: Tanning and Dressing of Leather, Manufacture of Luggage and Footwear, C: Manufacture of Wood and of Products Wood and Cork, Except Furniture, D: Manufacture of Pulp, Paper and Paper Products, E: Publishing, printing and Reproduction of Recorded Media, F: Manufacture of Chemicals and Chemical Products

† Unit: ppm

업 87.9 dB(A) 보다 조금 높은 수준인데 이는 해당 사업장 작업환경조건의 차이로 판단된다. 공정별로 보면 신선공정에서 90.2 dB(A), 연선공정에서 90.4 dB(A)로 평균노출수준이 노출기준을 초과하였다. 가공공정에서 13건, 사상공정에서 15건, 성형공정에서 1건, 슷트공정에서 1건, 신선공정에서 5건, 연선공정에서 4건, 용접공정에서 2건, 절단공정에서 27건, 제직공정에서 5건, 조립공정에서 1건이 노출기준을 초과

하는 것으로 나타났다. 선행되어진 연구(박성준 2004)에서는 절단공정에서 87.0 dB(A), 세척공정에서 90.6 dB(A)로 본 연구결과인 절단공정에서 88.5 dB(A), 세척공정에서 87.9 dB(A)과 다소 차이를 보이는데 이것은 작업환경조건 중 작업시간 및 작업량과 관련이 된 것으로 판단된다. 현재로서는 작업공정 및 근로자의 밀폐, 자동화를 통한 원격시스템 외에는 특별한 개선대안이 없는 실정이며, 막대한 비용투자가 있

Table 10. Continued

Organic Solvents	G	H	J	K	N	O
Diethylether	-	-	● (6.47-6.99)	-	-	-
Methanol	-	-	● (17.57-21.49)	-	-	-
Vinyl Acetate	-	-	● (3.56-3.38)	-	-	-
Styrene	-	● (3.56)	-	-	-	● (8.84)
Acetone	● (11.12)	-	● (3.32-3.80)	-	-	-
Ethyl Benzene	-	-	● (10.08-11.05)	-	-	● (0.13)
Propyl Acetate	-	-	● (4.41-4.89)	-	-	-
Xylene	-	● (0.10)	● (9.12-15.39)	-	● (0.08-1.70)	● (0.28)
Toluene	● (0.07-17.04)	● (0.09-0.95)	● (0.18-21.73)	● (0.07-29.49)	● (0.14-2.42)	● (0.40)
n-Hexane	● (0.09-1.33)	● (0.00)	● (3.38-3.67)	-	-	-
DMF	● (0.30)	-	-	-	-	-
IPA	● (9.32)	● (0.90)	-	-	-	-
MEK	-	-	-	-	● (0.25)	-
MIBK	-	● (0.17)	● (0.43-3.16)	-	● (0.15-0.28)	-
N-Butyl Alcohol	-	-	● (1.35-1.47)	-	-	-
PCE	-	● (0.28)	● (20.98-21.41)	-	● (0.02-3.12)	-

* G: Manufacture of Rubber and Plastic Products, H: Manufacture of Other Non-metallic Mineral Products, J: Manufacture of Fabricated Metal Products, Except Machinery and Furniture, K: Manufacture of Other Machinery and Equipment, N: Manufacture of Furniture ; Manufacture of Articles not especially classified, O: The Others

† Unit: ppm

어야 하므로 가장 개선이 취약한 부분으로 파악되고 있다. 노출기준을 초과하는 주요인으로는 근로자의 작업시간, 작업강도, 작업공간의 협소 등으로 판단된다. 소음의 측정결과 대상사업장의 27.2%가 노출기준을 초과할 만큼 우선 관리 대상이 되어야 할 유해인자(노동부, 2002)이며 본 연구결과에서는 25%가 초과하는 것으로 나타났으며 청력장애의 효과적인 치료방법이 현재로서는 없는 실정으로 이를 예방하기 위한 소음 작업장의 환경관리 및 보건관리대책은 근로자 건강관리 측면에서 중요한 과제라 할 수 있다(조규상, 1994;

예방의학과 공중보건 편집위원회, 1999)

분진의 경우 1종 분진, 2종 분진, 3종 분진이 발생되었고, 업종과 공정으로 구분하면 섬유제품제조업, 목재 및 나무제품 제조업, 고무 및 플라스틱 제품 제조업, 비금속광물제품 제조업, 1차 금속산업, 조립금속제품 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 자동차 및 트레일러 제조업, 기타 운송장비 제조업 등 9개 업종에서 발생되었으며, 가공, 배합, 분체도장, 사상, 성형, 용접, 용해, 절단 등 8개 공정에서 발생되었으며,

Table 11. Generated status of organic solvents by type of process

(): Range

Organic Solvents	Spray painting	Combination	Modeling	Washing	Painting	Laminating
Diethylether	-	-	-	● (0.47-6.99)	-	-
Methanol	● (17.57)	-	● (31.49)	-	-	-
Vinyl Acetate	-	-	-	● (3.56-3.80)	-	-
Styrene	-	-	● (3.56-3.80)	-	-	● (8.84)
Acetone	-	-	-	● (3.32-3.58)	● (4.33-11.12)	-
Ethyl Benzene	-	-	-	● (10.08-11.05)	-	● (0.13)
Propyl Acetate	● (0.08-9.11)	-	-	● (4.41-4.89)	-	●
Xylene	● (0.07-29.49)	● (0.15-0.35)	● (0.09)	● (0.10-15.39)	● (4.08-48.94)	● (0.40)
Toluene	● (0.09)	-	● (0.12)	● (0.09-3.67)	● (0.09-1.33)	-
n-Hexane	-	-	● (0.30)	-	-	-
DMF	● (0.31)	-	● (0.90)	-	● (1.06-9.34)	-
IPA	● (0.25)	● (1.38)	-	-	● (0.23-8.81)	-
MEK	● (0.16-0.43)	-	-	● (0.17-3.16)	-	-
MIBK	-	-	-	● (1.35-1.47)	-	-
N-Butyl Alcohol	● (0.23-3.12)	-	-	● (0.28-21.41)	● (0.33)	-
PCE						

† Unit: ppm

평균농도가 노출기준을 초과하는 업종과 공정은 없었으며, 노출기준을 초과하는 측정점도 없는 것으로 나타났다. 분진 중 2종분진인 용접흡이 35건으로 가장 많이 발생하는 것으로 나타났다. 용접흡은 용접의 종류, 용접봉, 모재금속 및 전류 등 용접조건에 따라 흡의 발생농도가 달라지며, 사용전류와 전압의 크고, 용접봉의 지름이 클수록 흡이 많이 발생하며, 용접봉의 극성이 직류 양전극일 때가 직류 음전극이나 교류일 때 보다 흡의 발생량이 많다고 알려져 있다(ACGIH, 1984; Voikevich, 1995). 용접흡은 몇몇의 연구에서 폐암의 위험도를 증가시킨다고 보고되고 있다(Sjogren, 1980; Steenland et al., 1986; Schoenberg et al., 1987; Sjogren et al., 1987). 선행되어진 연구(이상수 2004)에서는 2종 분진의 경우 기타 기계 및 장비 제조업에서 최고 측정치 5.21mg/m³, 조립금속제품 제조업에서 최고 측정치가 9.36mg/m³로 본 연구결과인 기타 기계 및 장비 제조업에서 최고 측정치 3.65mg/m³, 조립금속제품 제조업에서 최고 측정치 3.15mg/m³로 다소 낮게 발생되었는데 이것은 작업시간과 관련된 것으로 판단된다. 단순히 노출기준을 초과하지 않는다고 해서 작업환경관리를 소홀히 해서 안된다. 사업주는 공정내 근로자에 대한 적극적인 지원, 근로자에 대한 분진의 유해성 및 노출경로, 분진의 발산 방지 및 작업장의 환기 방법, 작업장 및 개인위생 관리, 보호구의 지급 및 사용방법, 분진에 관련된 질병 예방방법 등의 보건교육을 실시하여야 하며, 근로자 또한 본인의 건강관리를 위한 보호구착용과 작업환경개선에 관심을 가지고 적극적인 의식 전환이 요구된다.

중금속은 납, 망간, 크롬, 니켈 등이 발생되었고, 업종과 공정으로 구분하면 고무 및 플라스틱제품 제조업, 1차 금속산업, 조립금속제품 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 자동차 및 트레일러 제조업, 기타 운송장비 제조업 등 7개 업종에서 발생되었고, 도금, 배합, 분체도장, 성형, 용접, 용해, 조립 등 7개 공정에서 발생되었다. 평균농도가 노출기준을 초과하는 업종과 공정은 없었으며, 노출기준을 초과하는 측정지점도 없는 것으로 나타났다. 조립금속제품 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 기타 운송장비 제조업 등의 업종 및 용접공정에서 중금속 중 망간이 가장 많이 발생하였다. 선행되어진 연구(이상룡 2004)에서는 용접공정에서 망간의 최고 측정치가 0.495mg/m³로 본 연구결과인 0.670mg/m³와는 다소 차이를 보이는데 이것은 산업장내에서 협소한 공간과 국소배기장치의 미사용으로 인한 것으로 판단된다. 망간은 주로 용접작업에서 용접흡의 형태로 인체에 흡입됨으로써 망간중독을 일으키는 것으로 추정되고 있다(산업안전보건연구원, 1999). 만성중독에 의한 증상으로는 두통, 피로, 권태감, 식욕부진, 불면, 근육의 통증, 경련 등이 나타나고 증상이 진행되면 회화장애, 근력감퇴, 운동장애, Parkinson's syndrome과 같은 증

상을 초래하게 된다(박상호, 1997; Mena et al., 1967; Huang et al., 1989). 개인의 감수성에 의한 차이가 있겠지만 저농도에서 폭로기간이 길면 만성중독을 일으킬 위험이 있으므로 노출농도가 노출기준 미만이라고 해서 사업장에서 작업환경관리를 소홀히 해서 안된다.

유기용제는 Dichylether외 15종이 발생되었고, 업종과 공정으로 구분하면 가죽, 가방 및 신발제조업, 목재 및 나무제품 제조업, 펄프, 종이 및 종이제품 제조업, 출판, 인쇄 및 화학제품 제조업, 고무 및 플라스틱제품 제조업, 비금속광물 제조업, 조립금속제품 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 가구 및 기타제품 제조업 등 11개 업종에서 발생되었으며, 도장, 배합, 성형, 세척, 적층, 인쇄 등 6개 공정에서 발생되었다. 평균농도가 노출기준을 초과하는 업종과 공정은 없었으며, 노출기준을 초과하는 측정지점도 없는 것으로 나타났다. 유기용제는 노출시 일반적으로는 눈, 피부 및 호흡기 점막의 자극 증상과 함께 중추신경계 억제증상으로 어지러움, 두통, 구역 등에 이어 농도가 증가됨에 따라 점진적인 의식의 상실, 마비, 경련, 사망에까지 이르게 된다. 중추신경계 억제증상은 유기용제가 갖는 지방조직에 대한 친화성 때문이며 일반적으로 한번에 다량을 흡입하면 마취작용을 나타내지만 소량을 장기간 흡입하면 만성중독을 일으킨다. 만성중독의 증상으로는 감각이상 같은 지각장애가 있고 기억력저하, 혼돈 등의 인지장애나 불안과 같은 정서장애, 사지무력감 등의 운동장애를 들 수 있다(최호춘 등, 1993; 문덕환 등, 2001; 최호춘 등, 1997). 평균농도가 노출기준 초과하지 않지만 작업환경관리가 이루어져야 하는 이유가 바로 저농도의 장기간 노출에 따른 만성중독을 예방하기 위함이라고 할 수 있다.

본 연구의 대상 사업장은 5인 미만의 영세 사업장이다 보니 작업환경관리가 전혀 이루어지고 있지 않은 경우가 대부분이었다. 그런데 연구결과에 나타나듯이 노출기준을 초과하는 유해인자가 소음 밖에 없다는 것은 매우 고무적인 일이다. 유해인자가 노출기준을 초과하지 않는 이유는 여러가지로 나누어 볼 수 있겠지만 본 연구대상 사업장들은 5인 미만 사업장이다 보니 근로자가 주작업 공정 뿐만 아니라 여러 가지 공정에서 작업을 하는 경우가 많아서 유해인자에 노출되는 작업시간과 연관성이 가장 큰 것 같다. 위의 연구결과에 따라 5인 미만 사업장에서 유해인자의 발생수준과 작업환경 실태를 볼 때 노출기준을 초과하는 경우에는 작업환경개선이 요구되며 노출기준을 초과하지 않는 경우에도 만성중독에 의한 직업병이나 작업관련성질환이 발생할 수 있으므로 예방적인 차원에서 작업환경관리가 효과적으로 이루어져야 한다. 효과적인 작업환경관리를 위해서는 사업장에서 공정의 종류, 사용하는 물질의 종류, 환경조건, 작업방법, 기계의 특성에 따라 작업환경개선 방법을 개발하고, 각기 유해인자

에 대한 공학적인 대책인 환기시설의 설치와 점검 및 유지보수하며, 유해인자에 대한 효과적인 제어가 안될 경우 개인보호구를 지급하는 등의 소극적인 대처 방안을 고려해야 할 것이다. 이것은 대부분의 사업장에서도 어느 정도 문제의 심각성을 인식하고 있으나 현실적으로 재정 형편상 실행에 옮기는 것은 힘든 실정이다. 따라서 국가적인 지원을 통한 소규모 영세 사업장에 대한 산업보건관리가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

한편 분진의 발생실태를 표기함에 있어 분진 각각의 화학물질명을 제시한 후 총분진으로 분류하는 것이 보다 과학적인 분류로 생각되나 많은 분진의 종류에 의해 허용기준을 적용하기에 어려움이 있었을 뿐만 아니라 표로 만들기에 부적합하여 단순히 1종, 2종, 3종의 총분진으로 분류하여 결과를 제시한 것과 김해지역 5인 미만 제조업 사업장 전부를 조사하지 못한 것이 본 연구의 제한점으로 생각된다.

V. 결론

김해지역 상시근로자 5인 미만 제조업 사업장의 작업환경 실태는 다양한 업종과 공정에서 유해인자가 발생하는 것으로 조사되었고, 유해인자 중에서 소음만 노출기준을 초과하는 것으로 조사되었다. 노출기준을 초과하는 경우에는 보다 적극적인 작업환경개선이 필요하고, 노출기준을 초과하지 않는 경우에도 직업병 및 작업관련성질환의 예방 차원에서 지속적인 작업환경관리가 이루어져야 한다고 판단된다. 대부분의 사업장이 소규모 영세 사업장이라 작업환경개선 및 관리가 이루어지기 힘든 실정이다. 따라서 우리나라 산업의 근간이 되는 소규모 영세 사업장에 대한 국가적인 지원방안을 모색해야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

김대익, 노영만, 김현욱, 정춘화, 유기호. 경인지역 일부 5인 미만사업장 근로자의 작업환경실태와 관리대책. 한국산업위생학회지 2002;11(3):179-189.

김동구. 소규모사업장 용접근로자들의 소음·용접흡·망간 노출에 관한 연구. 인제대학교 보건학석사학위논문. 2002.

노동부. 작업환경측정 및 정도관리규정(노동부 고시 제 2001-20호). 2001.

노동부. 2001 산업재해분석. 서울:노동부.2002. p306

노동부. 화학물질 및 물리적인자의 노출기준(노동부 고시 제2002-8호). 2002.

노동부. 노동통계연감. 2003. Available from: URL:http://laborstat.molab.go.kr/html/

노동부. 2003년 근로자 건강진단 실시결과. 서울:노동부.2004. p42-43.

문덕환, 김정하, 김필자, 박명희, 황용식, 이채관 등. 제조업 사업장의 유기용제 노출에 관한 연구. 한국산업위생학회지 2001;11(3):291-228.

박상호. 조선업 종사 용접공들의 망간흡 폭로정도와 건강위해. 인제대학교 박사학위논문. 1997.

박성준. 자동차부품 제조업의 공정별 작업환경실태에 관한 연구. 인제대학교 보건학석사학위논문. 2004.

백남원, 박동욱, 윤충식. 작업환경측정 및 평가. 서울:신광출판사;1997.

산업안전보건연구원. 사업장 보건관리를 위한 업종별 산업보건 편람. 1999.

이관형, 박정선, 이경용, 백도명. 소규모 제조업 사업장의 산업보건 서비스 실태에 관한 조사연구. 인천:한국산업안전공단 산업보건연구원;1995. p3-4.

이상룡. 부산지역 일부 제조업 사업장의 기중 유해금속물질의 경시적 농도변화. 인제대학교 의학석사학위논문. 2004.

이상수. 김해지역 일부 제조업 사업장의 공기중 분진에 관한 연구. 인제대학교 보건학석사학위논문. 2004.

예방의학과 공중보건 편집위원회. 예방의학과 공중보건. 서울:계축문화사; 1999. 조규상. 산업보건학. 서울:수문사;1991. p13-22.

조규상. 소외된 근로자들을 위한 산업보건. 산업보건 1994;69:7-12.

최호춘, 오도석, 오세민, 정규철. 도료제조업 근로자들의 복합유기용제 폭로에 관한 연구. 한국산업위생학회지 1993;3(2):177-187.

최호춘, 김강윤, 안선희, 정규철. 일부 그라비아 인쇄업 근로자의 혼합유기용제 노출농도. 한국산업위생학회지 1997;7:71-85.

통계청. 한국표준산업분류. 서울:도서출판 행법사.2001.

한국산업안전공단. 산업장보건관리실무. 서울:상문상사;1998. p69.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Welding health and safety resource manual. Akron:ACGIH; 1984.

Huang CC, Chu NS Lu CS, Wang JD, Tsai J L, Wodters E C, et al.

- Chronic manganese intoxication Arch. Neurol 1989;46:1104–1106.
- Mena I Marin O, Fuenzalida S, Cotzias GC. Chronic manganese poisoning. Clinical picture and manganese turnover. Neurology 1967;17(2):128–136.
- National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH). Manual of Analytical Methods. 4th ed.. Cincinnati Ohio; 1994.
- Occupational Safety and Health Administration(OSHA). Analytical Methods. 2th ed.. Utah; 1985.
- Schoenberg JB, Stemhagen A, Mason TJ, Patterson J, Bill J, Altman R. Occupation and lung cancer risk among New Jersey white males. JNCI 1987;79(1):13–21.
- Sjogren B. A retrospective cohort study of mortality among stainless steel welders. Scan J Work Environ Health 1980;6:197–200.
- Sjogren B, Gustavsson A, Hedstrom L. Mortality in two cohorts of welders exposed to high- and low- levels of hexavalent chromium. Scan J Work Environ Health 1987;13:247–251.
- Steenland K, Beaumont J, Hornung R. The use of regression analysis in a cohort mortality study of welders. J Chron Dis 1986;39(4):287–294.
- Voikevich V. Welding Fumes- Formation, Properties and Biological Effects. Abington Publishing, Abngton Hall:Cambridge CB1 6AL; 1995