

노동생산성 향상을 위한 유해작업환경관리에 관한 연구

조 태 응 · 유 의 현 · 박 성 애

서울시 영등포구보건소 · 서울시 보건사회국 보건예방과 · 서울대학교 의과대학 간호학과

A study on the management of harmful working environments for Increase of Labor productivity.

Tae Woong Cho · Ik Hyun Yoo · Sung Ahe Park

Young deung po-ku Health Center, Seoul City

Public Health Section, Health and Social Bureau, Seoul City,

Dept. of Nursing, College of Medicine, Seoul National University

Abstract

This study was carried out to evaluate the harmful factors in working environments and to investigate the labor productivity after improvement of environments, surveying 93 industrial establishments of 10 industries located in Youngdeungpo industrial area in Seoul.

The results obtained were as follows:

- 1) The highest noise level of 125dB(A) was indicated at the rolling process of transport equipment manufacturing industry.
- 2) The best illumination level was shown in precise machinery industry and the worst was indicated in rubber products, metallic products and transport equipment manufacturing industries.
- 3) Thermal conditions were above threshold limit value (TLV) at more than two processes of all industries except printing industry.
- 4) The highest dust concentration was determined in textile and wearing manufacturing industry.
- 5) Organic solvents were detected at 52 processes in 93 industrial establishments and 33 processes of them showed higher than TLV.
- 6) The results about harmful chemicals were as follows:
 - a) sulfur dioxide (SO₂) was determined higher than TLV on welding process of metallic product manufacturing industry and heat treatment process of transport equipment manufacturing industry.
 - b) Carbon monoxide (CO) concentration was 700ppm at heat treatment process of transport equipment manufacturing industry, indicating 14 times of TLV.
 - c) vinylchloride concentration in the air of PVC raw material mixing process and PVC preparation process of chemical product manufacturing industry was determined higher than TLV.
 - d) Hydrochloride (HCl) concentration in the air of wire expanding process of transport equipment manufacturing industry was determined higher than TLV.
- 7) Higher values of lead concentration than TLV were determined at lead welding process of metallic product manufacturing industry and type planting process of printing industry, 1.8mg/m³ and 0.3mg/m³ respectively.

- 9) 22,968 of 52,855 workers (i.e. 43.5%) in 93 industries were exposed to various harmful agents.
- 10) It was found that the improvement of illumination in electric apparatus manufacturing industry (from 20~40 lux to 420 lux) resulted in an increase in productivity of 6.5% per capita and a decrease in faulty products of 19%.
- 11) Improvement of environments using local exhaust ventilation system resulted in a decrease of harmful substances lower than TLV and an increase in productivity of 11.4%.
- 12) Improvement of shovelling tools based on ergonomics resulted in a reduction in energy expenditure of 25.3% and an increase in productivity of 32.2% per capita.

서 론

사업장에서 근무하고 있는 근로자의 건강과 생명을 해치는 요인을 탐구하고 그 제거를 도모하거나 예방방법을 강구하여 근로자의 건강을 증진시키고 생산능력을 높이며 또한 생산 때문에 필연적으로 생기는 체력의 소모나 피로의 합리적인 회복을 도모하는 것이 곧 산업보건이다.

이러한 산업보건관리에 관한 기준은 1953년 5월 10일에 제정된 근로기준법에 명시되어 있으며, 또한 1961년에는 대통령령으로 근로안전관리규칙과 근로보건관리규칙이 제정되었고 1962년에는 보사부령으로 근로보건관리규칙 시행세칙을 제정하였던 것이다. 그럼에도 불구하고 아직도 기업 특히 중소기업에 있어서는 경제적인 빈곤과 인식부족으로 근로자의 건강을 해치고 작업능율을 저하시키는 유해작업환경 조건을 그대로 방치하고 있는 실정에 있다.

유해작업환경이 인적요소에 미치는 영향은 급성적으로는 중독이나 외상의 원인으로 나타나며 저농도에 장기간 폭로될 때는 직업성 질환으로서 나타남은 이미 잘 알려진 사실이다.

각 기업이 근로자들에게 어떠한 작업환경조건 일지라도 너무 과중한 업무나 무리한 업무수행을 요구한다면 오히려 노동생산성이 저하되고 불량품이 속출하며 사고와 재해가 증가되고 결근율이 상승함을 볼 수 있으며 작업강도가 높고 작업환경이 강열하여 재해율이 높은 사업장에서는 노동생산성과 재해율 사이에 역상관계를 보고한 바 있다. 그러나 작업능율을 저하시키는 요인을 제거하거나 개선해줌으로써 생산성이 증가되며 불량품이 감소한다는 사실을 여러 보고서에서 밝히고 있다.

본 연구자는 진전한 인력의 보전과 노동력 관리의 효율성을 기하며 노동생산성 향상을 증대시키는 기초자료를 얻기 위하여 1973년 2월 1일부터 12월 20일까지 영등포 공업단지 내에 위치한 93개 사업장을 대상으로 하여 근로자의 건강을 해치고 작업능율을 저하시키는

요인을 조사함과 동시에 유해작업환경 개선전후의 생산성을 조사하여 얻은 성적을 이에 보고하는 바이다.

조사대상 및 조사방법

A. 조사대상

영등포지구에 위치한 사업체중 10개업종 93개소의 사업장을 임의로 선정하여 이를 대상으로 조사하였다.

(표 1)

Table 1. No. of establishments and workers by type of industry

Type of industry	Items	No. of est.	No. of workers
Food manufacturing		9	7,614
Chemical products		12	3,842
Textile and wearing manufacturing		9	9,555
Rubber products		4	2,331
Metallic products		18	7,350
Precise machinery and tools		10	7,140
Transport equipments		4	4,186
Electric machinery and apparatus		13	5,765
printing		3	1,215
Others		11	3,857
Total		93	52,855

B. 조사방법

1. 유해작업환경조사

각 사업장의 작업환경 조사는 물리적 요인과 화학적 요인으로 분류하여 물리적 요인으로는 소음, 조명, 온도등을 측정하였으며, 화학적 요인으로는 유기용제, 유해 gas, 연, 크롬산, 분진등을 측정하였다. 각 유해인자별 측정방법은 다음과 같다.

1) 소음 : 작업시 발생하는 소음을 작업자의 정상작업 위치에서 NA-O₂형 간이소음계 (Sibata Tokyo Japan) 로 A특성치를 3회 이상 측정하여 그 평균치를 사용하였다.

2) 조명 : 휴대용 Sibata조도계로 정상작업 위치에서 측정하였다.

3) 온도, 습도, 복사열 : Assmann Aspiration psy-

chrometer와 Golbe Thermometer로서 측정하였다.

4) 분진 : Digital Dust Indicator type-P₂를 사용하여 중량(mg/m³)으로 표시하였다.

5) 유기용제 :

(a) Benzene, Toluene, Xylene: 90% Ethanol을 흡수액으로 하여 자외선 흡광도계법으로 측정하였다.

(b) T.C.E.: Pyridine을 흡수액으로 하는 Alkalipyridine단액층법으로 측정하였다.

(c) M.E.K., Hexane, Acetone: 北川式 Gas Detector를 사용하여 측정하였다.

6) 유해 gas:

(a) SO₂ : Rosanilin-Formaldehyde법에 의해 측정하였다.

(b) Cl₂ : Ortho Tolidine염산염법에 의해 측정하였다.

(c) NH₃ : Nessler법에 의해 측정하였다.

(d) CO, CO₂, HCl : 北川式 Gas Detector로 측정하였다.

7) 연중기 : Staplex High Volume Air Sampler를 사용하여 Filter paper에 Sampling한 후 이를 산에 용해시켜 검액을 조제한 다음 Dithizone법으로 비색정량하였다.

8) 크롬산(CrO₃로서) : Impinger를 사용하여 흡수액을 0.2N KOH로 해서 Diphenyl Carbazide법으로 분석하였다.

2. 조명시설 개선 전후의 생산량 조사방법

작업환경 점검결과 불량조명이라고 판명된 모 전구 제조업의 사업장을 대상으로 하여 조명시설을 적정조도로 개선한 후 그 개선전, 후 각 1개월간씩 현장생산 책임자와 함께 매일 매일의 작업시간, 생산량 및 불량품수를 조사하여 일인당 생산량 증가율과 불량품 감소율을 산출하였다.

3. 국소배기장치의 Hood형식 및 제어풍속 조사방법

1) Hood형식점검 : Hood의 흡입기류 상태는 주로 발연법을 이용하였다. 또한 Hood는 발생원과 Hood와의 위치관계 및 오염물의 발생상태에 따라 4가지 방식으로 대별하였다. 즉 첫째, 오염원을 완전히 포위하고 있는 포위식(Cover type) Hood, 둘째, 작업을 위한 일면에만 개구부(開口部)를 가진 완전 포위된 형태로 그 내부에서 오염물 취급을 할 수 있도록 만들어진 부스식 Hood, 셋째, 작업관계상 발생원을 포위할 수 없을 경우에 Hood내로 기류를 유도하여 오염원을 배기할 수 있는 외부식(外付式) Hood, 넷째, 발생원에서 열부력에 의한 상승기류, 회전체에 의한 관성(慣性)등의 일정방향의 오염기류 현상이 일어날 때 기류의 방향으로 오염공기를 흡수하여 같은 방향으로 배기할 수 있는 레시버식 Hood로 분류하여 조사하였다.

2) 제어풍속측정 : Kata cooling power를 이용하여 풍속을 측정하였다.

유해인자 허용한계

유해물의 허용한계란 최대허용농도(Threshold Limit Value: TLV)로서 매일 8시간씩 흡입하여도 대체로 인체에 아무런 영향을 나타내지 않을 때의 유해물 농도를 말하는 것이다.

본 조사에서 TLV는 노동청의 사업장내 유해물질 농도규정을 이용하였으며 경우에 따라서는 문헌상에 나타난 TLV도 아울러 이용하였는데 유해인자별 TLV는 다음과 같다.

A. 소음(Noise)

주파수에 관계없이 90dB(A)를 소음의 허용한계로 삼았다.

B. 조명(Illumination)

작업정도에 따라 초정밀작업은 600 Lux, 정밀작업은 400 Lux, 보통작업은 200 Lux, 조잡한 작업은 100 Lux로 정하였으며 만일 조명이 국소조명일 경우는 국소조명이 위의 허용한계 이상이더라도 전 조명도가 국소조명의 1/10이상이 되도록 하였다.

C. 고온(High temperature)

기류속도 0.1m/sec, 적당한 착의, 습도 70%일 때를 기준으로 하여 다음과 같이 정하였다.

작업조건	온도(°C)
경 작업	34(건구온)
보통작업	32(")
중 작업	30(")
복 사 열	50(혹구온)

D. 분진(Dust)

1. 제1종 분진

유리규산 30%이상의 분진(활석, 납석, 알루미늄, 알루미늄나, 규조토, 유화광, 석면)… 2mg/m³

2. 제2종 분진

유리규산 30%미만의 광물성 물질(산화철, 흑연, 카본블랙, 황성탄, 석탄)…5mg/m³

3. 제3종분진

기타분진…10mg/m³

4. 먼분진 : 1mg/m³

E. 유기용제(Organic solvent)

1. Benzene… 25ppm

2. Toluene… 200ppm

3. Xylene … 100ppm

4. Hexane.....500ppm(0.05%)
5. Acetone...1,000ppm
6. M.E.K.200ppm
7. T.C.E.....100ppm

F. 유해 gas (Harmful gas)

1. 일산화탄소 (CO).....50 ppm
2. 아황산 gas (SO₂)5 ppm
3. 탄산 gas (CO₂)..... 0.5%
4. 염소 (Cl₂)1 ppm
5. 암모니아 (NH₃)..... 50 ppm
6. Vinylchloride.....500 ppm
7. 염화수소 (HCl)..... 5 ppm

G. 연 (Lead).....0.2mg/m³

H. 크롬산 및 크롬화합물(CrO₃로서)
.....0.1mg/m³

조사성적

A. 업종별 작업환경의 유해인자 측정성적

각 업종별 공정별로 유해인자를 측정한 결과는 다음과 같다.

1. 식료품제조업

9개 사업장은 대상으로 각 공정별로 유해인자를 측정한 결과는 표 2와 같다.

- 1) 소음은 대부분의 공정에서 허용한계인 90 db(A)를 초과하고 있다.
- 2) 조명은 배합실, 주입실, 검사실, 포장실, 공작실 및 라벨부착실등에서 적정조도 이하를 나타내고 있다.
- 3) 분진은 제3종에 해당하는 분진으로서 배합실에서 14.5mg/m³, 포장실에서 10.8 mg/m³로 허용한계(10mg/m³)를 초과하고 있다.
- 4) 온도는 배합실에서 건구온으로 38~43°C로서 보통

작업태의 허용한계인 32°C를 훨씬 초과하고 있다.

- 5) 염화수소(HCl)는 배합실에서 5.2 ppm이었다.

2. 화학제품제조업

12개소의 화학제품제조업에 대한 유해작업환경조건 및 농도는 표3과 같다.

1) 소음은 포장실의 80 dB(A)에서부터 증류공정실의 105 dB(A) 사이에 있으며 허용한계 90 dB(A)를 초과한 부서는 P.V.C.조제실, 비누공장, 사카린제조실, 파린실, 제사부, 기관실, 및 증류공정실이다.

2) 조도는 원료배합실에서 20Lux, 포장실과 사카린제조실 등에서 120Lux로 나타나 대부분의 공정이 적정조도인 200 Lux이하의 불량조명 상태를 보여 주고 있다.

3) 고온작업장에서 허용한계(32°C)를 넘은 공정은 P.V.C.조제실, 기관실, Backing실로서 그 측정치는 각각 41°C, 37°C, 35°C이다.

4) 분진은 P.V.C.조제실에서의 측정치가 15.1 mg/m³로서 허용한계를 초과하였으며, 그 외의 공정은 양호하였다.

5) 유기용제중 Benzene은 연육(Paint roller)에서 100 ppm, 조제실에서 25~30ppm, PVC조제실에서 35ppm이었으며, Xylene은 Sandal spray실에서만 허용농도를 초과한 375ppm이 검출되었고, Hexane도 공작실에서 800ppm정도가 검출되었으며, Toluene은 허용한계를 초과한 공정이 없었다.

6) 유해 gas중 vinylchloride는 원료배합실에서 1,000 ppm, PVC조제실에서 750ppm으로 나타났으며, NH₃와 Cl₂는 허용한계를 초과한 공정이 한곳도 없었다.

3. 섬유 및 의복류제품제조업

섬유 및 의복류제품제조업의 9개사업장에 대한 유해작업환경 조건 및 농도는 표 4와 같다.

Table 2. Harmful Conditions in Food manufacturing industries

Harmful factors	Noise (db(A))	Illu. (Lux)	Temp. (°C)	Dust (mg/m ³)	SO ₂ (ppm)	HCl (ppm)
Mixing	84~95	62~80	38~43	14.5		5.2
Injection	84~101	25~86				
Gum cutting	90					
Washing	92					
Inspection	91~97	16~60				
Packing	83~103	14~130	10.8			
CAN making	107					
Raw material mixing	—				2.5	
Work shop	93	40~76				
Roller conveyer	89					
Label		90				

Table. 3. Harmful conditions in chemical product industries

Harmful factors Process	Noise db(A)	Illu. (Lux)	Temp. (°C)	Dust (mg/m ³)	Benzene (ppm)	Toluene (ppm)	Xylene (ppm)	V.C. (ppm)	Hex- ane (ppm)	NH ₃ (ppm)	Cl ₂ (ppm)
Raw material mixing	86	20						1,000			
PVC preparation	84~94	38	41	15.1	35	10	50	750			
Prescription	83~90				25~30	10	50~100			20	
Soap making	92~98	24~96									
Chemical shoes	83										
Tooth brush making	84										
Sandal spray							375				
Packing	80	50~120		1.5		60	50				
Sheet	87	26~30						350			
Saccharine synthesis	90	60~120									1.3
Work shop		28~90	31					800			
Sun-light	94	38~64									
Paint roller					100	40					
Ice plant										20	
Milling	82			0.15							
Assembly		100		1.5		10					
Spinning	92	30									
Boiler	90~103		37								
Distilled processing	105										
Backing			35								

Table. 4. Harmful conditions in Textile and wearing manufacturing industries

Harmful factors Process	Noise db(A)	Illumination (Lux)	Temperature(°C)	Dust(mg/m ³)
Textile cutting	93	210~450		0.15
Sewing	85	120~300		1.5~2.5
Packing		36~140		
Cotton mixed flowing	97	36~96		1.2~1.7
Cotton carding				1.8
Weaving	95~102	54~62		1.7
Roving	94	100		1.5
Woolen, ring spinning	89	54~96		2.4
String straiting	94		38	
Dying	94			
Completion		42~96		1.8~2.3
Clothe starching			47	
String drawing	93			
Stocking manufacturing	90			
Stocking stretching		64~76		
Clothes manufacturing	91		40	
Carding room				1.5
Seam removing	94			
Shirt collar making	92			

1) 소음이 허용한계를 초과한 공정은 재단실, 방사실, 혼방 및 혼타면실, 직포실, 연신연사실, 염색실, 실밥제거실, 스타킹기계실, 스트레텍실, 칼라반 등이며, 소음수준은 90~102dB(A)이다.

2) 조명은 재단실과 봉제실을 제외한 거의 모든 공정에서 적정조도(200 Lux)이하를 보였다.

3) 분진은 주로 먼분진으로서 대부분의 공정에서 먼분진의 허용한계인 1mg/m³를 초과하였다.

4) 온도는 3개 공정 즉 연신연사실, 호부실 및 가공실에서 허용한계를 초과하였을 뿐이며, 그 외의 공정에서는 온도 및 습도가 양호하였다.

4. 고무제품제조업

고무제품제조업 4개 사업장에 대한 유해작업환경 조건 및 농도는 표 5와 같다.

1) 소음이 허용한계를 초과한 부서 공정은 Banbury mixer, 압출반, Roller반, 가류반, Calender반, 호인실 보일러 및 동력실, Tube실로서 모두 10개 공정이다.

2) 조명은 모든 측정부서가 적정조도 이하로 나타났다.

3) 온도는 건구온으로서 가류반과 Calender반에서 다 같이 42°C로 허용한계를 초과하였다.

4) 분진은 제2종 분진인 Carbon 분진이 Banbury mixer에서 가장 심하게 발생하였는데 그 측정치는 12.7

mg/m³이었으며, Roller반과 Tube 실은 제1종 분진으로서 그 측정치는 각각 2.6~7.5mg/m³, 3.8mg/m³이었다.

5) 유기용제중 Benzene은 방한화 제조실에서 50ppm, Enamel coating실 60ppm, 배합실 25ppm이 각각 검출되어 허용한계를 초과하였고, Hexane은 Tire성형실서 1,000ppm (0.1%)로서 허용한계의 2배에 달하였으며, M.E.K.는 방한화제조실에서 700ppm이 검출되었다.

5. 금속제품제조업

18개 사업장의 금속제품제조업에 대한 유해작업환경의 공정별 유해인자의 측정결과는 표 6과 같다.

1) 소음은 80dB(A)로 부터 107dB(A)사이의 측정치를 보여주었으며 대부분의 공정이 허용한계를 초과하였다.

2) 조명은 점검공정의 대부분이 적정조도 이하를 나타내었다.

3) 고온작업으로는 가열로, 압연반, 도금반, 판도금, 압출반, 제강반, 소둔반, 주물반, 조괴반, 세척반, 용해반, 용선로등으로 건구온도는 35~48°C이며, 흑구온도는 54~78°C로서 모두 허용한계를 초과하였다.

4) 분진은 제2종 분진으로서 주물공정 10.4mg/m³, 용해반 12.4mg/m³, 연사실 10mg/m³, 용선로 6.0mg/m³이다.

Table. 5. Harmful conditions in rubber product industries

Harmful factors	Noise (db(A))	Illu. (Lux)	Temp. (°C)	Dust (mg/m ³)	Benzene (ppm)	Toluene (ppm)	Hexane (ppm)	M.E.K. (ppm)	CO ₂ (ppm)
Process									
Banbury mixer	98	22~80		12.7					
Excluder	95	32							
Metal reinforcement making	93	42~70							
Rolling	84~92			2.6~7.5					
Bead	92	24~26							
Sulfur annexing	102	50~60	42						
Rubber cutting		36~88							
Tire forming		12~70					1,000		
Calender	93	18~62	42						
Tread		70							300
Paste									
Sewing		80							
Special winter shoes manufacturing					50	30		700	
Enamel coating					60	100			
Raw material mixing					25				
Spinning & machine					20	25			
Grinding				0.5					
boiler	92								
Inspection		58							
Tube room	97	82		3.5					

Table. 6. Harmful conditions in metallic Product industries

Harmful factors	Noise db(A)	Illu. (Lux)	Temp. (°C)	Dust (mg/m ³)	Benze- ne (ppm)	Tolue- ne (ppm)	Xylene (ppm)	SO ₂ (ppm)	CO (ppm)	HCl (ppm)	T.C.E. (ppm)	Pb (mg/m ³)	CrO ₃ (ppm)
Press	93												
Drop hammer	95~100												
Manufacturing	95~100	10~80											
Grinding	88~100	70~150											
Cutting	93~103	130			20	50							
Heating furnace	85~107		35~70	1.5~5.0									
Rolling	85~100		43~54	1.5				2					
Plating			36~41							3	65		0.09
Plate gilding	87~98		48										
Printing	93	36~38			20~40	20~25	20~70						
Painting	92				30	20	200						
Heating furnace	91		43					0.46					
Welding								6.5	30			1.8	
Foundry	85		35	10.4					200				
Metal forming			78										
Cleaning	97		43								250~400		
Wire drawing	85~95	100		4.5									
Melting	82~90		43~56	12.4									
Working shop	88	20~100											
Shaper	98	60											
Acid washing										1.5			
Compressor	91	60	43										
Wire expanding	92~98			10									
Punch	98												
Packing	95												
Inspection	92												
Reproducing	93~94												
Furnace			66										
Steel manufacture	80		70										
Melting furnace			57	6.0									

5) 유기용제중 Benzene은 인쇄반과 도장실에서 허용농도를 초과하였고, Xylene은 도장반에서 200ppm으로 허용농도 100ppm에 비해 2배나 초과하였으며, T.C.E.는 세척실에서 허용농도를 초과한 250~400ppm이었다.

6) 유해 gas중 SO₂는 용접반에서 6.5ppm으로 허용한계 5ppm을 초과하였고 CO는 주물반이 200ppm으로 허용농도 50ppm에 비해 4배나 초과하고 있다. 염산은 산세반의 측정치가 7.5ppm으로서 허용농도를 초과하였다.

7) 연(pb)은 용접반에서 1.8mg/m³로 허용농도 0.2mg/m³의 9배를 초과하였다.

8) 크롬산(as CrO₃)은 크롬도금장에서 0.09mg/m³로서 허용농도 0.1mg/m³에 미치고 있다.

6. 정밀기계 제조업

정밀기계제조업 10개사업장에 대한 유해작업환경의 각 공정별 유해인자를 측정할 결과는 표 7과 같다.

1) 소음에서 허용한계를 초과한 곳은 Press 95db(A), Grinding 92~98db(A), Milling 95db(A), Air clipping 90db(A), Heat treating 87~115db(A)으로서 115db(A)의 소음을 내는 Heat treating room이 가장 높았다.

2) Benzene은 도장실 60ppm, 침부실 210ppm, 세척실 150ppm, 검사실 90ppm, Frame실 80ppm으로 모두 허용농도를 초과하였고, Acetone은 검사실에서 허용농도를 5배나 초과한 5,000ppm이었다.

3) 일산화탄소는 열처리실에서 허용농도 50ppm의 16배인 800ppm이 검출되었다.

4) 크롬산은 크롬도금장에서 0.03mg/m³가 검출되었으나, 기중의 허용농도 (0.1mg/m³)이하이었다.

Table 7. Harmful conditions in precise machinery and tools industries

Harmful factors	Noise db(A)	Illu. (Lux)	Temp. (°C)	Dust (mg/m ³)	Benzene (ppm)	Toluene (ppm)	Xylene (ppm)	Hexane (ppm)	Acetone (ppm)	SO ₂ (ppm)	CO (ppm)	T.C.E. (ppm)	CrO ₃ (mg/m)
Press	94												
Shaper		240		2.5									
Grinding	92~98	240											
Assembling		200											30
Work shop	83	130~350				10		200					
Heat treating	87~115		41~43							2.5	800		
Forming	88	100	34	1.2									
Plating													0.03
Painting					60								
Milling	95												
Attaching					110								
Cleaning					150								190
Grinder	90	240											
Inspection		580			90				5000				
Frame					80	60	30						
Plate cutting		200											
Ultrasonic cleaner													240
Air clipping	90												
Arc		100											
Watch making		200											

7. 수송기계제조업

수송기계제조업 4개사업장에 대한 유해작업환경의 각 공정별 유해인자를 측정한 결과는 표 8과 같다.

1) 소음은 도장반과 용해반을 제외한 전공정에서 허용한계를 초과하였고 그 중에서도 압연반의 소음은 94~125dB(A)로서 가장 높았다.

2) 조명은 모든 공정에서 적정조도(200 Lux 이상)이하로서 측정된 불량조명의 조도는 22~120Lux를 보였다.

3) 고온작업장으로는 용접실, 열처리실, 용해반, 성형반, 주물반, 압연반등으로서 건구온의 측정치는 34~50°C를 나타내었다.

4) 유기용제에 의한 유해작업 공정은 도장반 뿐이며 그 측정치를 보면 Benzene 35~80ppm, Toluene 250ppm, Xylene 750ppm이었으며, 이것은 모두 허용농도를 초과한 것이다.

5) 유해 gas중 아황산 gas와 일산화탄소는 열처리실에서 각각 6.5ppm과 700ppm으로서 허용농도를 초과하였고, 염화수소(HCl)는 신선반(Wire expanding)에서 7.8ppm으로 허용농도 5ppm을 초과하고 있다.

6) 크롬산은 크롬도금장에서 기중농도가 0.09mg/m³이었다. 이 측정치는 허용농도(0.1mg/m³)에 달하고 있음을 보여주고 있다.

8. 전기전구제품 제조업

전기전구제품 제조업 13개 사업장에 대한 유해작업환경의 각 공정별 유해인자 측정 결과는 표 9와 같다.

1) 소음작업장으로 허용한계를 초과한 부서는 압연반, 용해로, 제선반, Cable공장, Press반, 권취 (Coil take up), Electric Fan실로서 압연반이 103db(A)로 가장 높았다.

2) 조명은 대상 점검공정이 모두 적정조도 이하의 불량조명 상태를 보였다.

3) 고온작업장으로는 압연, 용동, 용해로, Die cast forming room, Blowing process등으로, 건구온도 측정치는 35~48°C였으며 이들 공정은 모두 중작업의 허용한계 30°C를 초과하고 있다.

4) 분진은 Cable공장에서 일반분진이 심하게 발생되었고 그 측정치는 12mg/m³로 제3종의 허용한계 10mg/m³를 초과하고 있고, 공작반은 제 2종 분진이 1.2mg/m³로 나타났으나 허용한계 (5mg/m³)이하이다.

5) 유기용제중 Benzene은 정밀가공실에서 25ppm으로 허용농도에 달하였고, T.C.E.는 세척실의 공기중 농도가 300ppm으로서 허용농도 100ppm에 비해 3배의 측정치를 보였으며, Hexane은 세척실의 기중 농도가 2,000ppm으로서 허용농도 500ppm을 4배나 초과하고 있다.

Table 8. Harmful conditions in transport equipment industries

Harmful factors	Noise db(A)	Illu. (Lux)	Temp. (°C)	Dust (mg/m ³)	Benzene (ppm)	Toluene (ppm)	Xylene (ppm)	SO ₂ (ppm)	CO (ppm)	HCl (ppm)	CrO ₃ (mg/m ³)
Process											
Press	92~104	22~44									
Welding	88~102		43	7.5							
Painting					35~80	250	750				
Chrome plating	93										0.09
Heat treatment	85~105		34~48					6.5	70.0		
Melting				50							
Forming	98~115	45~70	35	2.3				2			
Shaper	81~98	46~120		1.8							
Grinding	92~95	55~70									
Foundry	85~95		42	3							
Wire expanding	90									7.8	
Tire chain	92~113	24									
Steel reinforcement making	125		42								
Plate cutting	92~100	74									
Die forging	99										
Boring	83~94										

Table 9. Harmful conditions in electric machinery and apparatus industries

Harmful factors	Noise db(A)	Illu. (Lux)	Temp. (°C)	Dust (mg/m ³)	Benzene (ppm)	Toluene (ppm)	Xylene (ppm)	T.C.E. (ppm)	SO ₂ (ppm)	Pb (mg/m ³)	Hex- ane (ppm)
Process											
Rolling	103		43								
Copper melting	89		48								
Melting furnace	90		43								
Wire making	92	34~56									
Cable making	97	58		12							
Copper plating									7		
Work shop	87	64~140		1.2							
Precise machine making					25	10					
Painting				10		25					
Press	95										
Case forming			35								
Coil take up	95				25	10	10				
Cleaning								300			2000
Conveyor manufacturing			1.5							0.09	
Grinding				2.5							
FMBC										0.09	
Electric fan	97										
Motor making room										0.12	
Blowing	82		37.5								
Stem		100~180									
Reproducing		12~40									
Basing		6~100									
Air exhausting		8~32									
Filament wire take up		140									
Valve		8~70									

6) 연은 가공판과 FMBC에서 0.09mg/m³, Motor제 조실에서 0.12mg/m³가 검출되었으나 모두 허용농도 이하를 보이고 있다.

9. 인쇄업

인쇄업 3개사업장에 대한 유해작업환경의 각 공정별 유해인자를 측정된 결과는 표 10과 같다.

1) 소음작업장으로서 허용한계를 초과한 곳은 인쇄실, 돔송부(Type founding), 조각실 Carving), Offset 등으로 소음측정치는 90~93db(A)이었다.

2) 조명은 인쇄실 140Lux, 돔송부 150Lux, 집착실 80Lux, 코팅실 52Lux, 도안실 160Lux로서 이들 공정

이 103db(A)로서 가장 높았다.

2) 조도는 조립반, 정비반, 절단반에서 적정조도 200Lux이하인 42~90Lux이었다.

3) 고온작업장으로는 Boiler, Baking, 용해반, 소부로, 정련실(Refining)등이며, 건구온도 측정치는 32~46°C로서 중작업체의 허용한계를 초과하고 있다.

4) 분진은 분쇄반과 제탄반이 제2종분진에 해당하는 석탄분진이며 그 측정치는 각각 7.2mg/m³와 5.8mg/m³로서 허용한계 5mg/m³를 초과하고 있고, 또한 조립반 봉재반, 포장반은 제3종분진에 해당하는 것으로서 그 측정치는 각각 10.6mg/m³, 11.5mg/m³, 11.3mg/m³로

Table 10. Harmful conditions in printing industries

Process	Harmful factors	Noise db(A)	Illu. (Lux)	Dust (mg/m ³)	Benzene (ppm)	Toluene (ppm)	Xylene (ppm)	Pb (mg/m ³)
Printing		93	140		25~40	8~50	25~30	
Type-founding		92	150					
Adhesive			80					
Coating			52		20	10	75	
Design			160					
Carving		91	200	0.15				
Type picking				1.0				0.07
Type planting								0.3
Engraving								0.08
Offset printing		90			30	20		
Fundamental color		80			30			
Book binding		200						

은 모두 적정조도(200Lux이상)이하의 측정치를 보였고 조각반과 제본실은 200Lux로서 가장 높은 측정치를 보였다.

3) 분진은 제1종분진에 해당하며 조각반 0.3mg/m³, 문선반(Type picking) 1.0mg/m³, 식자반 (Type planting) 0.3mg/m³으로서 허용한계 2mg/m³이하를 나타내고 있다.

4) 유기용제중 Benzene만이 인쇄반, offset반, 인쇄실에서 허용농도 25ppm을 초과하고 있다.

5) 연은 돔송부 0.3mg/m³, 문선반 0.07mg/m³, 연판실(Engraving) 0.08mg/m³로서 허용농도 0.2mg/m³를 초과한 공정은 돔송부 뿐이었다.

10. 기타제조업

기타제조업은 가발, 제련, 목재, 제약, 지류 및 토석유리제품 제조업을 하고 있는 11개 사업장을 대상으로 하였으며, 이들에 대한 각 공정별 유해인자측정된 결과는 표 11과 같다.

1) 소음작업장중 병형기실(Bottle forming machine)

서 허용한계 10mg/m³를 초과하고 있다.

5) 유기용제는 인쇄반에서 Benzene 35ppm, Toluene 400ppm, Xylene 120ppm 로 모두 허용농도를 넘고 있다.

B. 업종별 유해환경 피폭자수 및 피폭율

93개 사업장에 종사하고 있는 총 근로자 52,855명에 대한 업종별 유해작업환경의 피폭자수와 피폭율을 조사한 결과는 표 12와 같다. 즉, 총근로자 52,855명중 유해작업환경에 폭로된 총피폭자수는 22,968명으로서 총피폭율은 43.5%로 나타났다. 유해인자중 가장 많은 폭로자수를 나타낸 것은 소음으로 전체의 15.8%가 되는 8,345명이었고, 다음은 불량조명으로서 전체의 11.8%인 6,223명이었다. 그리고 분진작업장의 폭로자수는 전체의 4.8%인 2,536명, 고온작업장의 폭로자수는 전체의 4.4%인 2,341명, 유기용제의 폭로자수는 전체의 3.0%인 1,565명, 유해 gas의 피폭자수는 전체의 2.8%인 1,500명이었다. 또한 산업보건에서 직업병 발생에 가장 큰 비중을 차지하는 연증기와 크롬산에도 각

Table 11. Harmful conditions in other industries

Process	Noise db(A)	Illu. (Lux)	Temp. (°C)	Dust (mg/m ³)	Benzene (ppm)	Toluene (ppm)	Xylene (ppm)
Raw material mixing				1.7~3.8			
Milling	90			7.2			
Briquette manufacturing	93			5.8			
Boiler			46				
Drum making	95						
Assembly	94	42		10			
Wood cutting	95	260					
Curing		200					
Baking			32				
Melting	101		46				
Bottle forming machine	103						
Cooling			40				
Printing	96				35	400	120
Grinding	97	90					
Blast furnace	95						
Mo refining	78						
Melting furnace	90				1.5		
Refining	84		38				
Sewing	93	260		11.5			
Packing	86			11.3			
Cutting	80	48					
Coating	89						

각 0.3%인 286명과 0.3%인 172명이 폭로되어 있다.

업종별로는 화학제품제조업, 인쇄업 및 기타제조업 등에서의 피폭율은 60%이상으로 가장 높았으며, 정밀 기계제조업에서는 27.5%의 피폭율을 보여 가장 낮았다

C. 조명시설 개선전후의 생산량 조사성적

본 조사는 모 전구제조업을 하고 있는 사업장중 불량조명이라고 판명된 10개소의 부서 공정에 대하여 조명시설을 개선한 전후로 각 1개월(30일)동안 매일 8시간씩 작업시킨 후 생산량을 본 것인데 그 조사성적은 표 13과 같다.

조명시설 개선전의 각부서 공정별 조도측정치를 보면 X-mas lamp basing부서는 20~50Lux, 봉지반(lamp basing) 65Lux, 제선반(Filament wire take up) 140Lux로서 모두 적정조도 400Lux에 훨씬 미달하는 상태를 보였고, 이러한 불량조명은 작업능율을 저하시킬 뿐만 아니라 불량품 발생의 근원이 되고 있다.

그리하여 각 부서 공정에 대한 조도는 적정조도 400 Lux 이상 즉 420Lux로 개선한 후 각 공정별로 생산량을 조사하였던 바 개선전에 비하여 일인당 생산량은 평균 6.5%의 증가율을 나타내었고, 불량품은 일인당 평균 19%의 감소율을 나타내었다.

D. 국소배기장치의 Hood형식과 제어풍속조사 및 그 설치전후의 생산량 조사성적

1. 유해공정별 오염물 발생조건에 따른 국소배기장치개선 전후의 Hood형식 유해물 농도와 제어풍속 조사성적

본 조사는 5개 업종중에서 유해물의 농도가 허용농도를 초과한 유해공정만을 골라서 오염물 발생조건에 따라 국소배기장치를 개선한 후 제어풍속 및 유해물의 농도를 측정함으로써 이들에 대한 조사성적은 표14와 같다. 즉 국소배기장치 개선전의 제어풍속은 모든 공정에서 표준풍속에 미달하였으며 유해물도 허용한계를 초과하였으나 오염물 발생상태에 따라 국소배기장치를 개선한 후의 제어풍속은 표준풍속을 초과하였고 유해물의 농도는 허용한계 이하로 떨어졌거나 거의 검출되지 않았다.

2. 국소배기장치 설치전후의 유해물 발생량과 생산량 조사성적.

본 조사는 Plastic제품을 생산하고 있는 모 화학제품제조업의 Sandal spray실을 대상으로 하여 국소배기장치를 설치하기 전후에 작업공정내의 공기중 유해물 농도와 생산량을 비교 검토한 것인데 그 결과 얻은 성적

Table 12. No. of workers exposed to harmful working environment in ninety-three industries

Type of Industry	No. of workers	Physical factors										Chemical factors										Total	
		Noise		Illumination		High temp.		Organic solvent		Harmful gas		Dust		Pb fume		CrO ₃		Exposed workers	Exposed rate (%)				
		Exposed workers	Exposed rate (%)	Exposed workers	Exposed rate (%)	Exposed workers	Exposed rate (%)	Exposed workers	Exposed rate (%)	Exposed workers	Exposed rate (%)	Exposed workers	Exposed rate (%)	Exposed workers	Exposed rate (%)	Exposed workers	Exposed rate (%)						
Food manufacturing	7,614	1,096	14.4	1,127	14.8	160	2.1			220	2.9							2,603	34.2				
Chemical products	3,842	558	15.3	676	17.6	267	7.2	196	5.1	508	13.2	119	3.1					2,324	60.5				
Textile and wearing manufacturing	9,555	1,577	16.5	1,271	13.3	86	0.9					774	8.1					3,708					
Rubber products	2,331	194	8.3	240	10.3	70	3.0	145	6.2			302	13.0					951	40.8				
Metallic products	7,350	1,955	26.6	603	8.2	639	8.7			279	3.8	419	5.7	15	0.2		52	3,962	53.9				
Precise machinery	7,140	621	8.7	321	4.5	164	2.3	607	8.5	79	1.1	107	1.5				64	1,963					
Transport equipments	4,186	557	13.3	172	4.1	251	6.0	34	0.8	38	0.9	134	3.2				21	1,207	28.8				
Electric machinery and apparatus	5,765	657	11.4	1,032	17.9	334	5.8	311	5.4	115	2.0	357	6.2	225	3.9		35	3,066	53.2				
Printing	1,215	266	21.9	148	12.2			272	22.4	18	1.5			46	3.8			750	61.7				
Others	3,857	864	22.4	633	16.4	370	9.6			243	6.3	324	8.4					2,434	63.1				
Total	52,855	8,345	15.8	6,223	11.8	2,341	4.4	1,565	3.0	1,500	2.8	2,536	4.8	286	0.5	172	0.3	3,222,968	43.5				

Table 13. Comparison with productivity and faulty products after a change for better of poor illumination in electrical apparatus for one month

Process	Time of Investigation	Items		Total products (ea)	Total faulty products (ea)	Products per a worker (ea)	Increase rate of productivity (%)	Faulty products per a worker (ea)	Reduction rate of faulty products (%)
		Illumination (Lux)	No. of workers (persons)						
X-mas lamp basing	before	20~50	1,230	2,018,550	23,172	1,641.1	8.4	18.4	12.6
	after	420	1,230	2,188,108	19,784	1,778.9		16.1	
Basing	before	65	3,000	1,800,900	14,610	600.3	5.48	4.87	33.26
	after	420	3,000	1,899,600	9,750	633.2		3.25	
Filament wire take up	before	140	2,910	1,801,500	11,250	619.1	4.07	3.87	31.52
	after	420	2,970	1,913,700	7,860	644.3		2.65	
Mean	before	—	—	—	—	953.5	6.50	9.05	19.01
	after	—	—	—	—	1,015.5		7.33	

Table 14. Concentration of harmful substances and catch velocity before and after improving local ventilation system by conditions of generating contaminants

Items	Process	No. of workers	Conditions of generating contaminants	Harmful factors	Type of Hood		Determinated concentrations		T.L.V.	Catch velocity (m/sec.)		Standard Velocity (m/sec.)
					Existing Hood	Standard model	before	after		before	after	
Chemical products	Sandal spray	37	빠른 기동이 있는 작업장소에 활발히 미산	Xylene	외부식	부스식	375ppm	35ppm	100ppm	0.43	2.0	1.0~1.5
Metallic products	Dip soldering	16	비교적 조용한 대기중에 저속도로 미산	Pb fume	외부식	외부식	0.3mg/m ³	0	0.2mg/m ³	0.7	2.5	1.0
	Chromate plating	10	"	Chromate (as CrO ₃)	부스식	부스식	0.2mg/m ³	0.03mg/m ³	0.1mg/m ³	0.2	1.7	0.5~1.0
Electrical Machinery	Chromate plating	12	"	Chromate (as CrO ₃)	외부식	부스식	0.07mg/m ³	0	0.1mg/m ³	0.15	1.5	0.3~0.5
Transport equipments	Chromate plating	4	"	ZnO	레시버식	외부식	7.5mg/m ³	1.5mg/m ³	5mg/m ³	0.1	1.5	0.3~0.5
Textile and wearing manufacturing	Cotton mixed flowing and cotton carding	274	대단히 빠른 기동이 있는 작업장소에 고속도로 미산	Cotton dust	포위식	포위식	1.2~1.8mg/m ³	0.2mg/m ³	1mg/m ³	0.8	2.0	1.0~1.5

은 표 15와 같다. 즉 국소배기장치를 설치하기 전의 공기중 Xylene농도는 375ppm으로서 허용농도 100ppm의 약 4배에 달하고 있으나 설치한 후의 측정농도는 35 ppm을 나타내었다.

또한 국소배기장치 설치 전후의 생산량을 조사하기 위하여 8명을 대상으로 설치 전후 각 30일간 매일 8시간씩 작업시킨 후 생산량을 조사한 결과 설치전에 비해 11.4%의 생산증가율을 나타내었다.

E. 사용도구 개선전후의 생산성 조사설적

본 조사는 모 제강업의 주요작업장에 종사하고 있는

10일간씩 총 작업시간과 총 생산량을 조사한 것이다(표 18참조). 즉 표 17에서 보는 바와 같이 shovelling tool의 개선전후에 있어서의 Energy 소모량을 보면 개선전에는 평균 2.85cal/min이었으나 개선후는 2.23cal/min로서 개선전에 비해 25.3%의 Energy가 감소되었다. 그리고 표 18에서 사용도구 shovelling tool을 개선한 전후의 생산량을 보면 개선전의 생산량은 개인당 시간별 생산량이 20box/hr/person이었으며, 개선후의 생산량은 24.44box/hr/person으로서 개선전 보다 개선후의 생산량은 22.2%의 증가율을 나타내었다.

Table 15. Comparison of productivity before and after establishments of local ventilation system.

Process	Items		No. of workers	Determined substances	Total products (ea)	Products per a worker (ea)	Increase rate of productivity(%)
	Est. of local ventilation system						
Sandal Spray	before		296	Xylene 375ppm	96,512	326.1	11.4
	after		296	Xylene 35ppm	107,548	363.3	

Table 16. Physical characteristics of total subjects.

age	Items	Physical measurement				cal. product		
		No. of subjects	height(cm)	weights (kg)	body surface (cm ²)	O ₂ consumption	cal/hr	cal/m ³ /hr
under 21		9	163.9	54.2	1.57	223.1	65.57	41.21
22~24		13	167.4	55.8	1.63	227.8	66.95	41.22
over 25		8	166.1	54.1	1.69	221.8	65.27	40.87
Mean			165.9	54.9	1.60	224.8	66.09	41.3

근로자 30명을 대상으로 하여 생체측정(표16참조)과 인간공학적인 견지에서 사용도구인 shovelling tool길이를 5 feet 에서 3.5 feet로 개선하여 그 전후의 에너지 소모량을 측정하였으며(표 17참조). 또한 개선전후 각

Table 17. Comparison of energy expenditure before and after remarking of working tool in metallic industry.

A) before remarking of shovelling tool

No. of subjects	Energy expenditure (cal./min./person)	Oxygen consumption (cc./min./person)
3	2.0	408
3	2.5	510
12	2.75	561
7	3.0	612
4	3.5	714
1	4.0	816
Mean	2.85	603.5

고 찰

산업보건의 목표는 인간의 생활과 노동을 최적한 조건에 있게 하는데 있다. 즉 모든 근로자들이 신체적으로나 정신적으로나 사회적으로 건전하며 노동으로 인하여 건강을 해치는 유해인자를 제거하며 이들의 심리적, 생리적 능력을 적합한 직장에 배치함으로써 최대의 노동력 발휘와 근로자들이 서로 적응할 수 있도록 하는데 있다.(대한산업보건협회, 1971).

B) after remarking of shovelling tool

No. of subjects	Energy expenditure (cal./min./person)	Oxygen consumption (cc./min./person)
11	1.8	367.2
13	2.2	448.8
6	2.4	530.4
Mean	2.13	448.8

Table 18. Comparison of products before and after remarking of working tools in metallic industry.

Determined day	before			after			increase rate %
	Total working hours	Total products	Products per an hour	Total working hours	Total products	products per an hour	
2nd day	274	5,476	19.98	277	6,697	24.18	21.0
4th day	271	5,422	20.00	274	6,682	24.39	22.0
6th day	272	5,463	20.08	282	6,936	24.60	22.5
8th day	276	5,498	19.92	279	6,855	24.57	23.3
Mean	273.3	5,465	20.00	278	6,693	24.44	22.2

그러므로 산업재해를 감소시키고, 노동자동력을 증가시키며 또한 생산성을 향상시키게 될 것이다. 그러나 아직도 대부분의 기업 특히 중소기업들은 경제적인 여건이나 산업보전에 대한 인식부족등으로 유해작업환경은 그대로 방치해 두면서 생산량 증가에만 급급하고 있기 때문에 오히려 산업재해와 직업성 및 일반병의 발생을 증가시키는 결과를 나타내고 있는 실정이다. (福島一考, 1969)

그러므로 중소기업을 대상으로 산업보건사업을 중점적으로 시행하는 것은 당연한 일이 아닐 수 없다.

본 조사는 영등포 공업단지내에 위치한 93개 사업장을 대상으로 하여 10개업종으로 나누고(표 1참조) 업종별 공정별로 유해인자를 조사함과 동시에 유해작업환경개선 전후의 생산량을 본 것이다. 각 사업장을 업종별 공정별로 나누어 유해작업환경을 비교검토하는데는 여러가지 문제점이 뒤따르게 마련이다. 왜냐하면 동일한 업종과 공정이라 할지라도 측정시의 조건에 따라 측정치가 다르기 때문이다. 그래서 조사당시의 유해물질 측정은 작업자의 활동범위를 중심으로 하였고, 가스나 분진은 작업자의 호흡 위치나 높이로 하였으며 기계는 완전가동시킨 상태에서 측정하였다.

유해인자별 측정성적을 산업보건학적 견지에서 보면 다음과 같다.

소음은 모든 업종에서 4개 공정이상 허용한계 90db(A)를 초과하고 있다. 그 중에서 수송기계제조업중 압연반의 소음이 94~125db(A) Ear로서 가장 높았다.

소음성 난청은 기관공, 제판공, 압연공 등의 소음작업장에 종사하는 근로자들에게 생기는 만성청력장애이다. 소음에 폭로되면 일시적 또는 영구적 난청을 초래할 뿐만 아니라 신경쇠약, 피로감 등을 유발시키고 작업능률도 저하시키게 된다. 그러므로 유해강도의 소음에 폭로되는 근로자들에게는 차음보호구로서 Ear plug 및 Ear muff등을 착용케 함과 동시에 작업공정에 따라 점차 소음원의 관리와 기계분산, 차음 및 흡음벽을 가설하여야 될 것이다. Weston, H.C. & Adams (1932,

1935)는 근로자들에게 Ear plug를 착용시켰더니 생산량이 약 1% 상승함을 보았다고 보고한 바 있다.

조명의 요건은 적정조도를 유지함은 물론이거니와 또한 직사광선이 작업자의 눈에 들어오지 않아야 하고 그림자가 생기지 않아야 하며, 작업장내에 일률적으로 분포되며 색은 자연광에 가까워야 한다. 이와 같은 요건을 가장 잘 정비하고 있는 곳은 정밀기계제조업이며 또한 가장 불량한 조명상태를 나타낸 곳은 고무제품제조업과 금속제품제조업 및 수송기계제조업으로 이들은 수개의 공정을 제외하고 거의 모든 공정에서 적정조도 이하를 보이고 있다.

사업장의 조명은 작업속도, 생산량의 증대 및 불량품의 감소등과 직접적인 관계가 있으며(P. Moon and D.E. Spencer, 1948; 길병도·백남원, 1969; 金擎天·趙泰雄, 1973), 또한 불량조명으로 인한 재해(H.L. Longan, 1962)가 25%에 달하였다는 보고도 있다.

표13에서 보는 바와 같이 사업장의 조명이 생산성에 미치는 영향을 알기 위해 모진구제조업을 하고 있는 사업장중 불량조명이라고 판명된 부서공정인 Lamp basing 반(20~50 Lux), 봉지반(65Lux), 계선반(140 Lux)에 대하여 조도를 420Lux로 개선한 후에 각 공정별로 생산품을 조사하였던 바 일인당 평균 6.5%의 생산증가율을 보였고, 불량품은 일인당 19%가 감소되었다.

이런 점으로 생각할 때 확실히 사업장의 조명은 생산량증대 및 불량품감소에 직접적인 영향이 있음을 알 수 있다.

그러므로 각 사업장의 조명시설은 적정조도를 초정밀작업 600 Lux, 정밀작업 400 Lux, 보통작업 200 Lux, 조잡한 작업 100 Lux로 개선하여(맹광호, 1969; 길병도와 백남원, 1969) 생산량의 증대 및 불량품의 감소뿐만 아니라 불량조명으로 인한 재해를 미연에 방지하는 것은 중요한 일이라 아니할 수 없다.

고온은 정밀기계제조업과 인쇄업을 제외한 모든 업종에서 2개 공정 이상이 허용한계를 초과하고 있다. 전업종중 67개소의 공정이 고온의 허용한계를 초과하고 있

으며, 이들 공정은 건구온으로 36~48°C, 흑구온으로는 50~78°C의 측정치를 보이고 있다. 또한 업종별로 본 고온작업장은 금속제품제조업에서 가장 많은 공정을 나타내었으며 건구온의 측정치는 35~48°C, 흑구온의 측정치는 54~78°C를 나타내고 있다.

이러한 고온작업환경은 대부분 방열보호구를 착용하거나 방열벽등을 설치하여 근로자를 보호하고 있으나 소규모 작업장은 아직도 방열대책 없이 근로자들을 혹사시키고 있는 형편으로 이에 대한 대책이 시급히 요청되고 있다.

분진작업장에 장기간 폭로되면 진폐에 이환되며, 흡입되는 분진종류, 농도 및 크기에 따라 그 독성이 달라지게 된다.

분진발생 작업장은 모든 업종에서 2개공정 이상을 가지고 있으며, 그중 가장 심한 업종은 섬유 및 의복류 제조업으로서 거의 모든 공정에서 정도의 차이는 있으나 먼분진의 허용한계 1mg/m³를 초과하고 있다.

또한 업종별 공정별로 측정된 제 1종 분진의 허용한계 2 mg/m³를 초과한 곳은 고무제품제조업의 Tube실(3.8mg/m³)과 Roller실(2.6~7.5mg/m³)등 2개공정이며, 제 2종분진의 허용한계 5mg/m³를 초과한 곳은 고무제품제조업의 Banbury mixer(12.7mg/m³), 금속제품제조업에서의 주물공정(10.4mg/m³), 용선로(6mg/m³), 기타제조업중 연탄제조업의 분쇄반(7.2mg/m³), 제탄반(5.8mg/m³) 등 7개공정이며, 제 3종분진의 허용한계 10mg/m³를 초과한 곳은 식료품제조업의 배합실(14.5 mg/m³)과 포장실(10.8mg/m³), 화학제품제조업의 PVC 제조실(15.1mg/m³), 전기건구제조업의 Cable 제조반(12mg/m³), 기타업의 조립반(10.6mg/m³), 봉제반(11.5mg/m³) 및 포장반(11.3mg/m³)등 7개 공정이다.

그리고 정밀기계제조업과 수송기계제조업에서는 분진의 허용한계를 초과한 곳은 없었다.

유기용제는 93개 사업장에서 52개공정에서 검출되었다. 그중에서 Benzene의 허용농도를 초과한 곳은 화학제품제조업의 연육실(Paint roller: 100ppm), 조제실(25~30 ppm), PVC 제조실(35ppm)과 고무제품제조업의 배합실(25ppm), 방향화제조실(50ppm), 에나멜작업장(60 ppm), 금속제품제조업의 인쇄반(30ppm), 도장반(30 ppm), 정밀기계제조업의 도장반(60ppm), 첩부실(110 ppm), 세척실(150ppm), 검사실(90ppm), Frame (80 ppm), 수송기계제조업의 도장반(35~80ppm), 전기건구제조업의 정밀가공실과 정품실(25ppm), 인쇄업의 인쇄반, Offset반(30ppm), 원색반(35ppm)등 모두 8개업종에서 20개 공정이다. Benzene의 농도가 가장 높았던곳은 정밀기계제조업중 첩부실로서 허용농도의 4.4배인

110ppm 이었다.

Xylene의 허용농도 100ppm을 초과한 곳은 화학제품제조업의 Sandal spray(375ppm)과 금속제품제조업의 도장반(200ppm) 및 기타제조업의 인쇄반(120ppm)등 3개 공정이다.

Toluene은 수송기계제조업의 도장반(250ppm)과 기타제조업의 인쇄반(400ppm)등 2개 공정만이 허용한계 200ppm을 초과하였을 뿐이다.

Hexane은 허용농도가 500ppm으로 이것을 초과한 곳은 화학제품제조업의 공작실(800ppm), 고무제품제조업의 성형실(1,000ppm), 전기제품제조업의 세척실(300 ppm), 기타제조업의 인쇄반(400ppm)등 4개 공정이다.

M.E.K.의 허용농도 200ppm을 초과한 곳은 고무제품제조업의 방향화제조실 뿐이며 기중농도는 700ppm으로서 허용농도의 3.5배이다.

T.C.E.의 허용농도 100ppm을 초과한 곳은 금속제품제조업과 전기제품제조업의 세척실이며 기중농도 측정치는 각각 250~400ppm과 300ppm이다.

Acetone은 정밀기계제조업의 검사실에서만 허용농도 1,000ppm과 같은 기중농도의 측정치를 보였다.

유해가스중 SO₂는 금속제품제조업의 용접반과 수송기계제조업의 열처리반에서 허용농도 5ppm을 초과한 6.5ppm을 검출하였고, CO는 금속제품제조업의 주물반에서 200ppm과 수송기계제조업의 열처리반에서 700ppm이 검출되어 허용농도인 50ppm을 각각 4배, 14배 초과한 측정치를 나타내었고, vinylchloride의 허용한계 500ppm을 초과한 곳은 원료배합실(1,000ppm)과 PVC제조실(700ppm)등 2개 공정 뿐이며, 또한 HCl은 식료품제조업의 배합실에서 5.2ppm과 수송기계제조업의 신선반에서 7.8ppm을 검출하여 허용농도 5ppm을 초과하였다

그리고 연(pb)은 금속제품제조업의 용접반에서 1.8 mg/m³, 전기제품제조업의 가공반과 FMBC에서 0.09mg/m³, 모타실에서 0.12mg/m³, 인쇄업의 돔송부에서 0.3 mg/m³로서 기중의 허용농도를 초과한 곳은 용접반과 돔송부등 2개 공정 뿐이다.

또한 크롬 및 크롬산은 금속, 정밀 및 수송기계제조업의 크롬도금장에서 0.03~0.09mg/m³를 검출하였으나 모두 허용농도인 0.1mg/m³이하이다.

10개 업종 93개소의 사업장에 대한 업종별 유해작업환경의 피폭자수 및 피폭율은 표 12에서 보는 바와 같이 총근로자 52,855명중 유해작업환경에 폭로된 근로자수는 22,968명으로서 총피폭율은 43.5%로 나타났다. 이것은 金聲天과 趙泰雄(1973)은 72년도 영등포 구로공단내에 위치한 35개 사업장을 대상으로 조사한 총피폭율인 73.3%보다 훨씬 적은 피폭율을 나타내고 있는

데, 이런 결과를 보인 것은 각 사업장이 산업보건에 대한 인식으로 유해작업환경을 점차 개선해 나가고 있는 것이 아닌가 생각되는 바이다. 그리고 업종별로 보면 화학제품제조업과 인쇄업 및 기타제조업등에서 유해작업환경에 대한 피폭율은 60%이상으로 가장 높았으며, 정밀기계제조업에서는 27.5%로 가장 낮은 피폭율을 보였다.

유해인자별 피폭율은 소음 15.8%, 불량조명 11.8%, 분진 4.8%, 고온 4.4%, 유기용제 3.0%, 유해가스 2.8%, 연 0.5%, 크롬 및 크롬산은 0.3%의 순으로 나타났다.

업종별 공정별 오염물 발생조건에 따른 국소배기장치 개선전후의 유해물농도 및 제어풍속치를 조사하여 얻은 성적(표 14)을 보면 작업공정내에 아무리 높은 유해물농도가 있더라도 Hood 형식을 표준형으로 바꾸어 주고 제어풍속을 1 m/sec 이상 되게끔 국소배기장치를 개선하면 오염물 발생상태에 관계없이 유해물농도는 허용농도 이하로 떨어지거나 거의 검출되지 않음을 알 수 있다.

그리고 표 15에서 보는 바와 같이 모 화학제품제조업의 공정중 Xylene의 기중측정치가 허용농도 100ppm의 약 4배인 375ppm이 검출된 Sandal spray 실을 대상으로 하여 그 개선책의 하나인 국소배기장치로 설치한 후 Xylene의 기중농도를 측정한 결과 허용농도 이하인 35ppm이 검출되었으며 또한 생산량도 11.4%나 증가하였음을 나타내었다. 그러므로 유기용제나 유해가스가 심하게 폭로된 작업장에는 국소배기장치를 설치함으로써 유해물농도를 현저히 감소시키고 동시에 생산량도 크게 증가시킬 수 있을 것으로 사려된다.

인간공학적 견지에서 모 제강업의 주요작업장의 사용도구인 Shovelling tool의 길이를 5 feet에서 3.5 feet로 개선하고 개선전후의 Energy소모량과 생산량을 측정된 결과 Energy는 개선전에 비하여 25.3%가 감소되었으며, 생산량은 22.2%의 증가율을 보였다. 인간공학적 인 체문제를 연구 검토하여 사업장에 도입시킴으로서 유해작업환경을 점차 개선하여 근로자를 보호하고 생산의 증진을 도모하는 것은 현대공업을 육성시키는데 가장 중요한 문제라 하겠다.

결 론

서울 영등포공업단지내에 위치한 사업장중 10개 업종 93개소의 사업장을 대상으로 하여 유해작업환경에 대한 유해인자를 측정하고 유해작업환경 개선 전후의 노동생산성을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 소음은 수송기계제조업의 압연반에서 125dB(A)로

서 가장 높았다.

2. 조명은 정밀기계제조업에서 가장 양호 하였으며, 고무제품, 금속제품 및 수송기계제조업에서 가장 불량 하였다.

3. 고온은 정밀기계제조업과 인쇄업을 제외한 모든 업종에서 2개 공정 이상이 고온의 허용한계를 초과하고 있다.

4. 분진은 섬유 및 의복류제조업에서 가장 심하였고, 정밀기계 및 수송기계제조업에서 허용한계를 초과하지 않았다.

5. 유기용제는 93개 사업장중 52개의 공정에서 검출되었고, 그중 33개의 공정에서 허용농도를 초과하였다.

6. 유해가스중 :

a) 아황산가스(SO₂)는 금속제조업의 용접반과 수송기계제조업의 열처리반에서 허용농도를 초과하였다.

b) 일산화탄소(CO)는 수송기계의 열처리반에서 허용농도의 14배인 700ppm을 검출하였다.

c) 염화비닐은 화학제품제조업의 PVC 원료배합실과 제조실에서 허용농도를 초과하였다.

d) HCl은 수송기계제조업의 신선반(7.8ppm)에서 허용농도를 초과하였다.

7. 연(Lead)의 허용농도를 초과한 곳은 금속제품제조업의 납땀반(1.8mg/m³)과 인쇄업의 돔송부(0.3mg/m³)이었다.

8. 크롬화합물(as CrO₃)의 허용농도를 초과한 공정은 없었다.

9. 93개 사업장의 근로자 52,855명중 각종 유해물질에 폭로된 근로자수는 전체의 43.5%인 22,968명이었다.

10. 전구제조업의 불량조명(20~140Lux)을 적정조도(400 Lux)이상으로 개선한 후의 생산량은 개선전에 비하여 일인당 6.5%의 증가율을 보였고, 불량률은 일인당 19%의 감소율을 보였다.

11. 국소배기장치를 설치 또는 개선한 후 작업장내의 유해물 농도는 허용농도 이하로 감소되었고 생산량은 개선전에 비하여 11.4% 증가하였다.

12. 인간공학적인 견지에서 사용도구를 개선한 결과 개선전에 비하여 에너지는 25.3% 감소하였으며, 일인당 생산량은 32.2% 증가하였다.

참 고 문 헌

- 1) Weston, H.C. & Adams (1932): Two studies on the psychological effects of noise. 12th Annual Report of the Industrial Health Research Board.

- London, H.M. Stationary Office (Report No. 65)
- 2) Weston, H.C. & Adams(1935): The performance of weavers under varying conditions of noise. 15th Annual Report of the Industrial Health Research Board. London, H.M. Stationary Office(Report No. 70)
 - 3) E.R. Tichauer (1967): Ergonomics: The state of the art. American Industrial Hygiene Association Journal, vol. 28, No. 5.
 - 4) H.L. Longan (1962): The role of lighting in accidents prevention. Elec. Eng. 62(4); 143~147.
 - 5) Vernon & Bedford (1924): Two studies on rest pauses in industry (industrial Fatigue Research Board, Report No. 25)
 - 6) Pugh, L. (1954): American Industrial Hygiene Association Journal, 15 : 127.
 - 7) P. Moon and D.E. Spencer(1948) : Lighting design.
 - 8) 齊藤(1960) : 労働時間, 休憩, 交替制. 勞研出版部, 日本
 - 9) 福島一考(1959) : 力と災害との關係. 労働の科學, 13 : 9.
 - 10) 三浦豐彦(1950) : 作業環境氣候と 労働能率. 労働の科學, Vol. 5, No. 4.
 - 11) 李泰俊, 李匡默 外(1969) : 생산성 저해인자에 관한 조사연구. 韓國의 産業醫學, 8(3) : 28
 - 12) 金聲天, 趙泰雄(1973) : 有害作業環境管理에 관한 研究. Vol. 12, No.2, P 10~11.
 - 13) 大韓産業保健協會(1970) : 作業環境管理. P 122~125.
 - 14) 白南園(1967) : 有害作業環境에 관한 調査, 韓國의 産業醫學, 6(4) : P 13~26.
 - 15) 許程(1971) : 勞動生産性 向上을 爲한 産業保健管理에 관한 研究. 公衆保健雜誌, P 210~211.
 - 16) 權彝赫(1969) : 産業保健. 公衆保健學, P 318, 東明社
 - 17) R.G. Keenan, et. al. (1968) : The "USPHS" method for determining lead in air and biological materials. Am. Ind. Hyg. Ass. J., 24(5) : P 481~491.
 - 18) 大韓産業保健協會(1970) : 局所排氣裝置의 設計와 管理.
 - 19) 多田治(昭和 47) : 有害物管理のための測定法. 勞働科學叢書 23, P 129~131.
 - 20) 黃秉文 外 (1970) : 有害作業環境에 관한 調査. 韓國의 産業醫學, 8(3) : 7~17.
 - 21) 大韓産業保健協會(1971) : 産業保健學. P 1.
 - 22) 日本藥學會編(1972) : 衛生試驗法注解. P 915.
 - 23) 맹 광호(1969) : 조명에 따른 안기능과 작업능률에 관한 연구. 韓國의 産業醫學, 8(4) : 8
 - 24) 길병도·백남원(1969) : 사업장의 조도현황과 조도 개선이 작업능률에 미치는 영향. 韓國의 産業醫學, 8(4) : 19.