

제조업 산업장의 소음 작업환경 실태에 관한 조사 연구*

인제대학 의학부 예방의학교실 및 산업의학연구소

김 준 연 · 김 병 수 · 이 채 언
전 진 호 · 이 종 태 · 김 진 욱

=Abstract=

A Survey on the Status of Noisy Working Environment in Manufacturing Industries

Joon Youn Kim, M.D., Byung Soo Kim, M.D., Chae Un Lee, M.D.,
Jin Ho Jun, M.D., Jong Tae Lee, M.D. and Jin Ok Kim, B.E.

Department of Preventive Medicine and Institute of Industrial Medicine, Inje College

In order to prepare the fundamental data for the improvement of noisy working environments and the effective hearing conservation program on workers exposed to industrial noise, the authors surveyed the working processes and evaluated the noise levels on 56 manufacturing industries in Pusan area from April to July in 1985.

The results were summarized as follows:

1. The noise level was the highest in shipbuilding and repairing(95.6 dBA), and followed by steel rolling(94.0 dBA), manufacture of motor vehicles(93.1 dBA), manufacture of fishing nets(92.9 dBA), manufacture of testiles(92.5 dBA), iron and steel foundries(89.3 dBA), manufacture of metal products(89.1 dBA), preserving and processing of marine foods(87.0 dBA), manufacture of rubber products(85.3 dBA), manufacture of plywood(84.9 dBA) and manufacture of paints(84.5 dBA).
2. Among fifty surveyed working processes, the noise level of twenty-one processes(42%) exceeded the threshold limit value for 8 hours per day.
3. As the allowable exposure times by governmental threshold limit values to industrial noise level(dBA), cocking of shipbuilding and repairing and plating(CGL) of steel rolling were the shortest(30 minutes), and followed by assembling(rivet) of manufacture of motor vehicles(1 hour) weaving of manufacture of textiles and shot, machine, pipe laying of shipbuilding and repairing(2 hours).
4. By the result of octave band analysis on noisy working processes in excess of 90 dBA, the sound level was the highest at 2,000 Hz or 4,000 Hz.
5. It was recognized that the measurement of overall sound pressure level was also effective as octave band analysis in evaluating the industrial noise.

* 본 논문은 1985년도 인제 연구 장학재단의 연구비 보조로 이루어졌음.

실시하였다.

I. 서 론

유해한 작업환경과 불량한 작업조건은 피로, 결근, 재해, 직업병 등으로 인한 노동력의 손실을 가져와 기업의 생산성 향상에 큰 지장을 초래하므로 산업장의 작업환경관리가 산업보건의 중요한 내용인 것은 주지의 사실이다.^{1~6)}

특히 산업장의 소음은 여러 작업공정에서 필연적으로 발생하여 여러 학자들^{7~25)}에 의하여 직업성 난청의 원인으로 보고되고 있을 뿐 아니라 재해의 발생이나²⁴⁾ 작업능률의 저하^{3,4,25~27)} 등 직·간접적인 각종 피해를 야기시키는 요인으로써, 오늘날 우리나라에서도 산업 규모의 대형화에 따른 각종 기계의 자동화 및 고속화 등으로 직업성 난청이 물리적 인자에 의한 여러 작업병중 고율로 정하고 있으므로 산업장에서의 소음환경 개선은 근로자의 건강관리 및 생산성 향상의 측면에서 중요한 위치를 차지하고 있다.

소음에 기인한 영구적 난청은 현재 그 치료방법이 없어 소음원의 제거, 격리, 흡음, 차음등을 통한 사전 예방만이 최선의 대책이며^{28~30)}, 이를 위해서는 우선 산업장내에 소음의 파악과 일상 소음수준의 평가가 정확히 이루어져야 할 것이다.

지금까지 우리나라에서도 산업장의 소음수준에 관한 조사보고서들이 비교적 많은 편이나^{18,19,21~23,31~40)}, 그 시기가 오래된 것이고 전주파수역(overall) 음압만을 측정하는 것이 대부분이며 더우기 조사대상 지역의 일부 산업장만을 대상으로 하고 있기 때문에 이러한 자료를 산업구조나 규모가 상이한 부산지역 산업장의 소음대책과 근로자 건강관리를 위한 자료로 이용하기에는 부적당하다고 사료된다. 또한 소음성 난청의 정도와 양상은 음형, 음압의 강도, 음의 중심 주파수, 소음 폭로기간, 개인의 감수성, 연령 및 소음원으로부터의 거리등에 의하여 좌우되므로^{28~30)} 효과적인 소음환경 관리를 위해서는 전주파수역 음압은 물론 주파수별 음압 및 폭로기간등에 대해서도 조사하여 소음부서 및 그 소음수준을 정확히 파악함으로써 소기의 목적을 달성할 수 있다.

이에 "연차들은" 부산지역의 제조업 산업장 가운데 단일업종으로 산업장의 수가 비교적 많거나 혹은 상시 근로자의 수가 많은 56개 산업장을 대상으로 작업공정을 파악하고 소음공정에 대한 음압수준을 측정함으로써 산업장내의 소음작업환경 개선과 소음공정 근로자의 건강관리를 위한 기초자료로 이용하고자 본 조사를

II. 조 사 방 법

1. 조사대상 및 조사기간

산업안전보건법⁴²⁾과 근로자 건강진단 실시 규정⁴³⁾에 의거, 작업환경 측정과 특수건강진단을 실시해야 하는 부산지역의 상시 근로자 100인 이상의 제조업 산업장 중 단일업종으로 산업장의 수가 많거나 혹은 근로자의 수가 비교적 많은 12개업종 56개 제조업 산업장을 조사대상으로 하였으며, 각 산업장의 소음발생 작업공정(이하 소음공정으로 약기함)은 연차들이 과거 수년간 관계규정^{41~44)}에 의거 실시하여 얻은 작업환경 측정의 결과를 근거로 하여 선정하였다.

조사대상 산업장의 업종별 분류는 한국표준산업분류와⁴⁵⁾ 1985년도 부산상공명탐⁴⁶⁾을 인용하였으며 조사기간은 1985년 4월부터 동년 7월까지의 4개월간이었다.

조사대상 산업장의 업종별 분류 및 산업장의 수는 표 1과 같다(표 1 참조).

2. 측정방법

노동부에서 규정하고 있는 작업환경 측정방법⁴⁴⁾에 의거 각 소음공정에서 기계가동 및 정상 작업시에 발생하는 소음을 작업자의 귀의 위치에서, 전주파수역 음압은 지시소음계(Brüel & Kjør Type 2209, Denmark)를 이용, 5회씩 측정(A측정)하여 산술평균 및

표 1. 업종별 조사 대상 산업장의 수

업 종	산업장수
수산물 처리가공업	5
제분업	3
섬유제품 제조업	10
어망 제조업	4
합판 제조업	2
고무제품 제조업	12
페인트 제조업	2
철강 압연업	2
주조업	1
금속제품 제조업	10
선박 건조 및 수선업	4
자동차 제조업	1
계	56

표 2. 소음의 허용기준.

1일 폭로 허용시간	소음강도 dB(A)
8	90
4	95
2	100
1	105
1/2	110
1/4	115

자료원 : 작업환경 측정방법. 노동부고시 제 1 호. 별표 4.

범위를 구하였고, 주파수별 음압은 부착된 주파수 분석장치(Brüel & Kjær Type 1616, Denmark)로 250 ~ 10,000 Hz의 음압(dB)을 3회씩 측정하여 평균값을 취하였다.

3. 소음의 허용기준

우리나라 노동부의 소음 허용기준⁴⁾을 본 조사의 허용기준으로 사용하였다(표 2참조).

Ⅲ. 조 사 성 적

업종별 산업장의 작업공정 및 소음공정별 소음수준은 다음과 같다.

1. 수산물 처리 가공업

4개 산업장을 조사대상으로 하였으며 소음공정은 기계실 1개이었고 그 평균 소음수준(overall)은 87.0 dB(A)로 허용기준에 미달하였다.

기계실 소음의 주파수별 음압은 2,000 Hz(79 dB)에서 가장 높았으며 주파수별 최대음압과 최저음압의 차이는 8 dB 이었다.

수산물 처리 가공업 산업장의 작업공정과 소음공정의 소음수준은 그림 1 및 표 3과 같다(그림 1 및 표 3 참조).

2. 제분업

3개 산업장을 조사대상으로 하였으며 소음공정은 제분(도정, 표정, 제분)과 포장이었다고 그 소음수준은 제

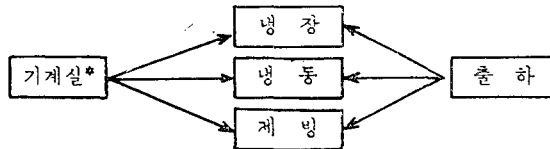


그림 1. 수산물 처리 가공업 산업장의 작업공정도.

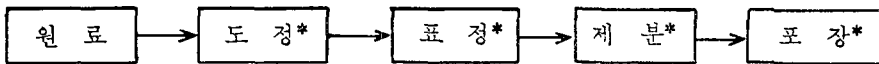


그림 2. 제분업 산업장의 작업 공정도.

표 3. 수산물 처리 가공업 산업장의 작업 공정별 소음수준

작업공정	전 주파수역 음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)						
		250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	10,000
기 계	87.0(82~92)	76	77	77	79	78	75	71
평 균	87.0(82~92)	—	—	—	—	—	—	—

주 : 전 주파수역 음압 : 산출평균(최저치-최고치)

표 4. 제분업 산업장의 작업 공정별 소음수준

작업공정	전 주파수역 음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)						
		250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	10,000
제분 (도정, 표정, 제분)	92.0*(88~94)	81	83	83	84	82	81	79
포장	88.5 (87~91)	77	78	78	79	78	76	73
평균	89.5 (87~94)	—	—	—	—	—	—	—

주: 전주파수역 음압: 산술평균(최저치-최고치), *: 허용 기준 초과

표 5. 섬유제품 제조업 산업장의 작업 공정별 소음수준

작업공정	전 주파수역 음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)						
		250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	10,000
연사	93.1*(92~95)	79	81	82	89	90	87	82
방적	89.9 (87~93)	78	79	79	81	80	79	76
직조	97.8*(94~102)	80	80	83	89	90	87	82
기모	88.5 (85~ 92)	76	77	78	81	80	78	74
평균	92.5*(85~192)	—	—	—	—	—	—	—

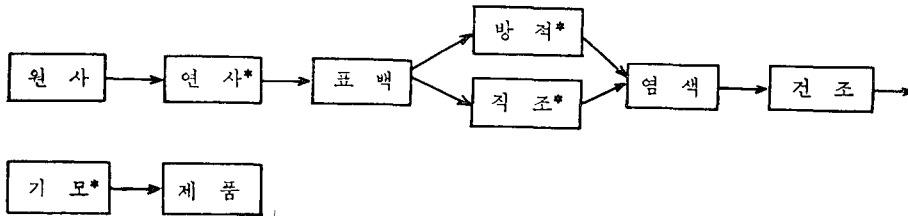


그림 3. 섬유제품 제조업 산업장의 작업공정도.

분 92.0(88~94) dB(A), 포장 88.5(87~91) dB(A)이였으며, 이들 소음공정의 평균 소음수준은 89.5 dB(A)로 허용기준에 거의 근접하였다. 소음 공정에 대한 소음 주파수별 음압은 2,000 Hz(제분 84 dB, 포장 79 dB)에서 가장 높았으며, 주파수별 최대음압과 최저음압의 차이는 제분 5dB, 포장 6dB 이었다.

제분업 산업장의 작업공정도와 소음공정의 소음수준은 그림 2 및 표 4와 같다(그림 2 및 표 4 참조).

3. 섬유제품 제조업

10개 산업장을 조사대상으로 하였으며 소음공정은 연사, 방적, 직조, 기모이었고 그 소음수준은 직조 97.8(94~102) dB(A), 연사 93.1(92~95) dB(A), 방적 89.9(87~93) dB(A), 기모 88.5(85~92) dB(A)의 순이었으며 이들 소음공정의 평균 소음수준은 92.5 dB

(A)로 허용기준을 초과하였다.

소음공정에 대한 소음의 주파수별 음압은 4,000 Hz(직조 및 연사 90 dB)와 2,000 Hz(방적 및 기모 81 dB)에서 가장 높았으며 주파수별 최대음압과 최저음압의 차이는 직조 10 dB, 연사 11 dB, 방적 5 dB, 기모 7 dB 이었다.

섬유제품 제조업 산업장의 작업공정도와 소음공정의 소음수준은 그림 3 및 표 5와 같다(그림 3 및 표 5 참조).

4. 어망 제조업

4개 산업장을 조사대상으로 하였으며 소음공정은 연사, 합사이었고 그 소음수준은 합사 94.6(92~97) dB(A), 연사 91.2(89~93)dB(A)이였으며 이들 소음공정의 평균 소음수준은 92.9 dB(A)로 허용기준을 초과

표 6. 어망 제조업 산업장의 작업 공정별 소음수준

작업공정	전 주파수역 음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)						(dB)
		250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	
연 사	91.2*(89~93)	79	80	81	84	83	80	77
합 사	94.6*(92~97)	83	84	85	86	87	83	80
평 균	92.9*(89~97)	—	—	—	—	—	—	—

표 7. 합판 제조업 산업장의 작업 공정별 소음 수준

작업공정	전 주파수역 음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)						(dB)
		250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	
로 타 리	89.3(84~94)	81	81	81	79	77	74	71
보 수	89.3(80~94)	84	84	84	78	76	73	71
접착·열압	79.4(76~83)	68	69	69	70	69	67	63
보 일 터	81.5(79~83)	71	72	73	74	72	70	64
평 균	84.9(76~94)	—	—	—	—	—	—	—

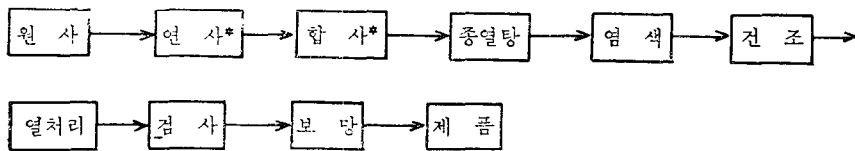


그림 4. 어망 제조업 산업장의 작업 공정도.

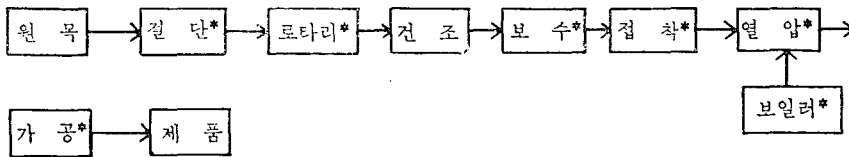


그림 5. 합판 제조업 산업장의 작업 공정도.

하였다.

소음공정에 대한 소음의 주파수별 음압은 4,000 Hz(합사 87 dB)와 2,000 Hz(연사 84 dB)에서 가장 높았으며 주파수별 최대음압과 최저음압의 차이는 합사 및 연사 공히 7 dB이었다.

어망 제조업 산업장의 작업공정도와 소음공정의 소음수준은 그림 4 및 표 6과 같다(그림 4 및 표 6 참조).

5. 합판 제조업

2개 산업장을 조사대상으로 하였으며 소음공정은 절단, 로타리, 보수, 접착, 열압, 보일러, 가공이었고 그 소음수준은 로타리 89.3(84~94)dB(A), 보수 89.3

(80~94)dB(A), 보일러 81.5(79~83)dB(A), 접착 및 열압 79.4(76~83)dB(A)의 순이었으며 이들 소음공정의 평균 소음수준은 84.9dB(A)로 허용기준에 훨씬 미달하였다.

소음공정에 대한 소음의 주파수별 음압은 250~1,000 Hz(로타리 81 dB, 보수 84 dB)와 2,000 Hz(접착, 열압 70 dB, 보일러 74 dB)에서 가장 높았으며 주파수별 최대음압과 최저음압의 차이는 로타리 10 dB, 보수 13 dB, 보일러 10 dB, 접착·열압 7 dB이었다.

합판 제조업 산업장의 작업공정도와 소음공정의 소음수준은 그림 5 및 표 7과 같다(그림 5 및 표 7 참조).

표 8. 고무제품 제조업 산업장의 작업 공정별 소음 수준

작업공정	전 주파수역 음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)							(dB)
		250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	10,000	
배합	83.8 (82~84)	75	75	73	72	68	66	61	
로루	83.0 (82~84)	75	74	74	74	70	63	58	
재단	92.6*(88~96)	82	83	84	84	84	82	77	
프레스	83.9 (80~86)	74	75	74	73	71	69	65	
그라인다	88.9 (84~94)	77	78	79	79	77	72	68	
성형	81.3 (80~83)	69	70	70	71	70	68	64	
제화	85.2 (83~88)	75	75	75	74	73	71	67	
가류	82.7	71	72	73	74	72	70	67	
평균	85.3 (80~96)	—	—	—	—	—	—	—	

표 9. 페인트 제조업 산업장의 작업 공정별 소음 수준

작업공정	전 주파수역 음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)							(dB)
		250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	10,000	
페인트제조 (배합·교반·혼합·반응)	83.6(80~87)	72	72	73	72	71	70	69	
접착제제조 (배합·교반·혼합·반응)	85.4(84~87)	74	75	75	76	74	70	67	
평균	84.5(80~87)	—	—	—	—	—	—	—	

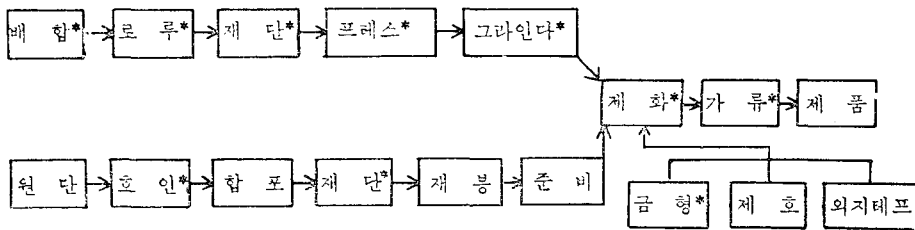


그림 6. 고무제품 제조업 산업장의 작업공정도.

6. 고무제품 제조업

신발류 제조업 10개와 타이어 제조업 2개의 12개 산업장을 조사대상으로 하였으며 소음공정은 배합, 로루, 재단, 프레스, 그라인다, 호인, 재단, 제화, 가류, 금형이었고 그 소음수준은 재단 92.6(88~96)dB(A), 그라인다 88.9(84~94)dB(A), 제화 85.2(83~88)dB(A), 프레스 83.9(80~86)dB(A)등의 순이었으며 이들 소음공정의 평균 소음수준은 85.3 dB(A)로 허용기준에 미달하였다.

소음공정에 대한 소음 주파수별 음압은 2,000 Hz(재단 84 dB, 그라인다 79 dB, 성형 71 dB, 가류 74 dB) 및 250~500 Hz(배합, 로루, 프레스, 제화 75 dB)에서 가장 높았으며 주파수별 최대음압과 최저음압의 차이는 배합 14 dB, 로루 17 dB, 프레스 10 dB, 그라인다 11 dB, 제화 8 dB, 재단, 성형, 가류 7 dB로 공정에 따라 다양하였다.

고무제품 제조업 산업장의 작업공정도 및 소음공정의 소음수준은 그림 6 및 표 8과 같다(그림 6 및 표 8 참조).

표 10. 철강 압연업 산업장의 작업 공정별 소음 수준

작업공정	전 주파수역 음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)						(dB)
		250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	
산 세	94.0*(92~ 96)	83	84	85	86	85	83	81
전 처 리	92.0*(89~ 93)	77	79	79	80	78	76	72
소 든	85.0 (84~ 86)	74	75	75	76	75	72	68
강 관 (절단·성형·접합)	94.0*(92~ 97)	84	85	86	88	87	85	82
도금(CGL)	106.0*(104~108)	95	95	97	99	98	97	96
평 균	94.0*(84~108)	—	—	—	—	—	—	—

주 ; CGL: Continuous Galvanized Line

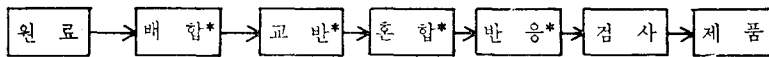


그림 7. 페인트 제조업 산업장의 작업공정도.

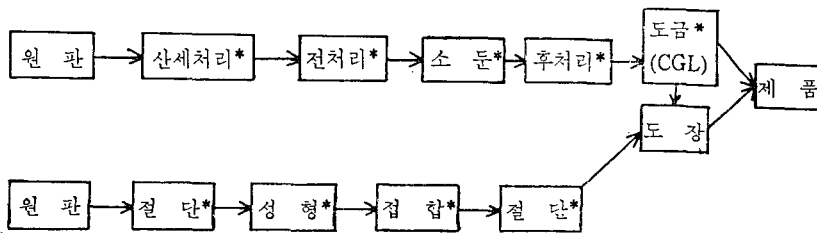


그림 8. 철강 압연업 산업장의 작업 공정도.

7. 페인트 제조업

2개 산업장을 조사대상으로 하였으며 소음공정은 페인트 제조(배합, 교반, 혼합, 반응) 및 접착제 제조(배합, 교반, 혼합, 반응)이었고 그 소음수준은 접착제 제조 85.4(84~87)dB(A), 페인트 제조 83.6(80~87)dB(A)이었으며 이들 소음공정의 평균 소음수준은 84.5dB(A)로 허용기준에 훨씬 미달하였다. 소음공정에 대한 소음의 주파수별 음압은 1,000 Hz(페인트 제조 73 dB) 및 2,000 Hz(접착제 제조 76 dB)에서 가장 높았으며 주파수별 최대음압과 최저음압의 차이는 페인트 제조 4dB, 접착제 제조 9dB이었다.

페인트 제조업 산업장의 작업공정도와 소음공정의 소음수준은 그림 7 및 표 9와 같다(그림 7 및 표 9 참조).

8. 철강압연업

2개 산업장을 조사대상으로 하였으며 소음공정은 산세처리, 전처리, 소둔, 후처리, 도금, 절단, 성형, 접합, 절단이었고 그 소음수준은 그 작업의 성격상 도금공정(CGL)이 106(104~108)dB(A)로 가장 높았으며 강관(절단, 성형, 접합) 94.0(92~97)dB(A), 산세처리 94.0(92~96)dB(A), 전처리 92.0(89~93)dB(A), 소둔 85.0(84~86)dB(A)의 순으로 이들 소음공정의 평균 소음수준은 94.0 dB(A)를 시험하여 허용기준을 초과하였다.

소음공정에 대한 소음의 주파수별 음압은 공히 2,000 Hz(도금 99 dB, 강관 88 dB, 산세처리 86 dB, 전처리 80 dB, 소둔 76 dB)에서 가장 높았으며 주파수별 최대음압과 최저음압의 차이는 도금(CGL) 4dB, 강관 6dB, 산세처리 5dB, 전처리 및 소둔 8dB이었다.

표 11. 주조업 산업장의 작업 공정별 소음 수준

작업공정	전 주파수역 음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)						(dB)
		250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	
용 해	88.3 (85~92)	75	76	76	77	76	74	70
주 조	89.0 (86~92)	77	79	79	80	79	77	74
소 둔	91.4*(86~99)	78	78	80	81	81	80	76
가 공	88.5 (88~89)	77	78	78	78	77	75	72
평 균	89.3 (85~99)	—	—	—	—	—	—	—

표 12. 금속 제품 제조업 산업장의 작업 공정별 소음 수준

작업공정	전 주파수역 음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)						(dB)
		250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	
산 세	83.7 (82~85)	73	74	74	75	74	72	69
프 레 스	92.3*(90~94)	82	83	84	84	83	81	79
절 단	94.7*(93~96)	83	83	83	84	83	82	82
시 보 리	88.8 (80~91)	78	79	79	81	80	81	75
가공(선반)	86.0 (84~88)	75	76	77	78	77	76	74
연 마	88.9 (86~91)	79	80	80	81	81	78	76
평 균	89.1 (82~96)	—	—	—	—	—	—	—

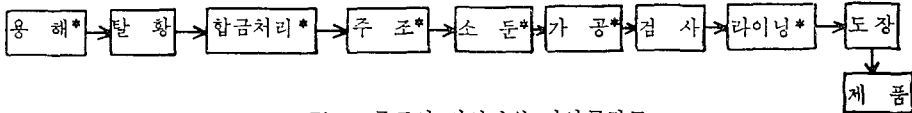


그림 9. 주조업 산업장의 작업공정도.

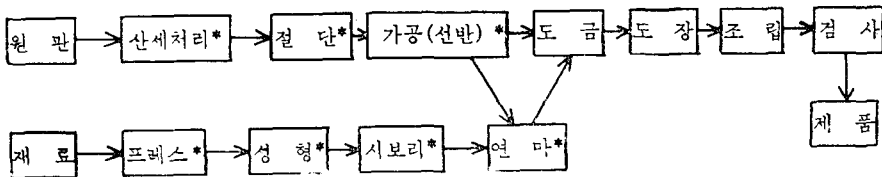


그림 10. 금속 제품 제조업 산업장의 작업공정도.

철강압연업 산업장의 작업공정도와 소음공정의 소음 수준은 그림 8 및 표 10과 같다(그림 8 및 표 10 참조).

9. 주 조 업

1개 산업장을 조사대상으로 하였으며 소음공정은 용해, 합금처리, 주조, 소둔, 가공, 라이닝이었고 그 소음수준은 소둔 91.4(86~99)dB(A), 주조 89.0(86~

92)dB(A), 가공 88.5(88~89)dB(A), 용해 88.3(85~92)dB(A)의 순이었으며 이들 소음공정의 평균 소음수준은 89.3dB(A)로 허용기준에 거의 근접하였다.

소음공정에 대한 소음의 주파수별 음압은 공히 2,000 Hz(소둔 81dB, 주조 80dB, 가공 78dB, 용해 77dB)에서 가장 높았으며 주파수별 최대음압과 최저음압의 차이는 소둔 5dB, 주조 및 가공 6dB, 용해 7dB이었다.

표 13. 선박 건조 및 수선업 산업장의 작업 공정별 소음 수준

작업공정	전 주파수역 음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)						
		250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	10,000
숫 트	99.8*(98~103)	88	88	89	89	90	88	87
선각(가공)	93.3*(92~ 94)	85	85	86	87	87	85	82
기 계	95.3*(92~101)	83	84	84	86	86	84	79
단 조	91.7*(86~ 96)	76	78	80	84	84	81	77
조 립	88.4 (84~ 95)	72	73	75	79	78	76	73
배 판	96.3*(94~102)	85	86	87	90	89	87	83
코 킹	108.0*(104~110)	96	97	97	98	98	97	96
의 장	86.6 (78~ 91)	69	70	72	74	73	72	67
평 균	95.6*(78~110)	—	—	—	—	—	—	—

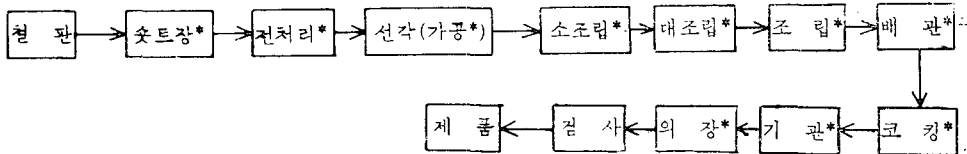


그림 11. 선박 건조 및 수선업 산업장의 작업 공정도.

주조업 산업장의 작업공정도와 소음공정의 소음수준은 그림 9 및 표 11과 같다(그림 9 및 표 11 참조).

10. 금속제품 제조업

10개 산업장을 조사대상으로 하였으며 소음공정은 산세처리, 절단, 가공(선반), 프레스, 성형, 시보리, 연마이었고 그 소음수준은 절단 94.7(93~96)dB(A), 프레스 92.3(90~94)dB(A), 연마 88.9(86~91)dB(A), 시보리 88.8(80~91)dB(A), 가공(선반) 86.0(84~88)dB(A)등의 순이었으며 이들 소음공정의 평균 소음수준은 89.1dB(A)로 허용기준에 거의 근접하였다.

소음공정에 대한 소음의 주파수별 음압은 공허 2,000 Hz(절단 및 프레스 84 dB, 연마 및 시보리 81 dB, 가공(선반) 78 dB, 산세처리 75 dB)에서 가장 높았으며 주파수별 최대음압과 최저음압의 차이는 산세처리 및 시보리 6 dB, 프레스 및 연마 5 dB, 가공(선반) 4 dB, 절단 2 dB이었다.

조립금속제품 제조업 산업장의 작업공정도와 소음공정의 소음수준은 그림 10 및 표 12와 같다(그림 10 및 표 12 참조).

11. 선박건조 및 수선업

4개 산업장을 조사대상으로 하였으며 소음공정은 숫

트, 전처리, 선각(가공), 소조립, 대조립, 배판, 코킹기관, 의장이었고 그 소음수준은 코킹 108.0(104~110)dB(A), 숫트 99.8(98~103)dB(A), 배판 96.3(94~102)dB(A), 기계 95.3(92~101)dB(A), 선각(가공) 93.3dB(A), 단조 91.7(86~96)dB(A), 조립 88.4(84~95)dB(A), 의장 86.6(78~91)dB(A)의 순이었으며 이들 소음공정의 평균 소음수준은 95.6 dB(A)로 허용기준을 훨씬 초과하였다.

소음공정에 대한 소음의 주파수별 음압은 공허 2,000 Hz 혹은 4,000 Hz(코킹 98 dB, 숫트 및 배판 90 dB, 선각(가공) 87 dB, 기계 86 dB, 단조 84 dB, 조립 79 dB, 의장 74 dB)에서 가장 높았으며 주파수별 최대음압과 최저음압의 차이는 기계, 단조, 배판, 의장 7 dB, 조립 6 dB, 코킹 2 dB, 숫트 3 dB이었다.

선박건조 및 수선업 산업장의 작업공정도와 소음공정의 소음수준은 그림 11 및 표 13과 같다(그림 11 및 표 13 참조).

12. 자동차 제조업

1개 산업장을 조사대상으로 하였으며 소음공정은 절단, 공작, 조립(리벳트), 도장, 의장이었고 그 소음수준은 조립(리벳트) 103.0(97~108)dB(A), 도장 91.3(88~93)dB(A), 공작 89.2(86~93)dB(A), 시동 88.7

표 14. 자동차 제조업 산업장의 작업 공정별 소음 수준

작업공정	전 주파수역 음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)						(dB)
		250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	
공 작	89.2 (86~ 93)	79	79	76	75	74	72	72
조립(리벳트)	103.0*(97~108)	93	93	93	94	96	93	91
도 장 (하도, 상도)	91.3*(88~ 93)	79	79	80	81	80	79	79
시 동	88.7 (85~ 91)	78	78	78	79	78	78	73
평 균	93.1*(85~108)	—	—	—	—	—	—	—

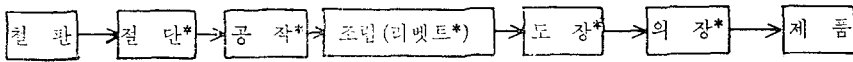


그림 12. 자동차 제조업 산업장의 작업공정도.

(85~91)dB(A)의 순이었으며 이들 소음공정의 평균 소음수준은 93.1 dB(A)로 허용기준을 초과하였다.

소음공정에 대한 소음의 주파수별 음압은 4,000 Hz (조립(리벳트) 96 dB), 2,000 Hz(도장 81 dB, 시동 79 dB) 및 250~500 Hz(공작 79 dB)에서 가장 높았으며 주파수별 최대음압과 최저음압의 차이는 공작 7 dB, 조립(리벳트) 5 dB, 도장 2 dB, 시동 6 dB 이었다.

자동차 제조업 산업장의 작업공정과 소음공정의 소음수준은 그림 12 및 표 14와 같다(그림 12 및 표 14 참조).

IV. 고 찰

산업장 유해인자에는 물리적, 화학적, 생물학적 인자 등이 있으며^{28~33,36)} 이들 가운데 물리적 인자로는 흔히 소음이 가장 많은 비율을 차지하여 직업성 난청^{7,23)} 비롯한 근로자의 건강장해 및 생산성 저하^{25~27)} 등을 초래함으로써 산업 보건분야에서 주요한 위해 요인으로 간주되고 있다.

그러나 현재로는 소음에 기인한 건강장해의 효과적인 치료법이 없는 실정이므로^{28~30)} 각 산업장에서의 소음수준을 정확히 파악하여 소음환경관리를 철저히 실시하는 것이 산업장 소음대책의 첩경이다. 그렇지만 산업장의 소음수준을 업종별 혹은 작업공정별로 측정하여 유용한 소음평가 기준을 마련한다는 것은 매우 힘들다. 이를테면 같은 업종이라도 사용하는 기계나 기구 및 작업공정이 다를 수 있으며 측정시기, 측정장

소, 측정방법 등에 따라서 소음수준이 다르게 평가되기도 하고^{33,38,47,48)} 동일 작업공정에서도 소음의 형태(단속음, 연속음, 충격음)에 따라 근로자들에 미치는 영향이 달라질 수 있기 때문이다³⁵⁾.

그러므로 본 조사에서는 비교적 정확한 소음치를 얻기 위하여 잘 숙련된 동일인으로 하여금 항상 소음수준을 측정하도록 하였으며 측정기구와 방법 등도 표준화하는 동시에 일정 상태를 유지하여 가능한 한 측정 오차를 줄이려고 노력하였다.

소음측정기의 대표적인 지시소음계는 청감보정회로로서 A, B, C의 3가지 특성이 있으나^{25, 28~30, 47, 48)} 이 가운데 A특성으로 소음치가 인간의 감각과 가장 가까운 특성을 가진다고 하므로^{26, 28~30, 32, 47)} 통상 지시소음계를 이용한 전 주파수역 음압 측정에 있어서는 A특성을 이용하는 수가 많다. 실제 미국, 영국 등에서도 소음의 허용한계를 dB(A)로 규정하고 있으며, ACGIH⁴⁹⁾, 우리나라 노동부⁴⁴⁾등도 A특성에 의한 전 주파수역 평균음압(dB(A))을 실제 소음의 허용기준 단위로 이용하고 있어 본 조사에서도 A특성에 의한 전 주파수역 음압을 측정하여 이를 산업장의 소음수준으로 표시하였다.

본 조사에서 업종별 산업장의 소음공정에 대한 전 주파수역 음압수준은 그림 13에 도시된 바와 같다(그림 13 참조).

즉 12개 업종 가운데 평균 소음수준이 허용기준을 초과한 업종은 선박건조 및 수선업(95.6 dB(A)), 철강압연업(94.0 dB(A)), 자동차 제조업(93.1 dB(A)),

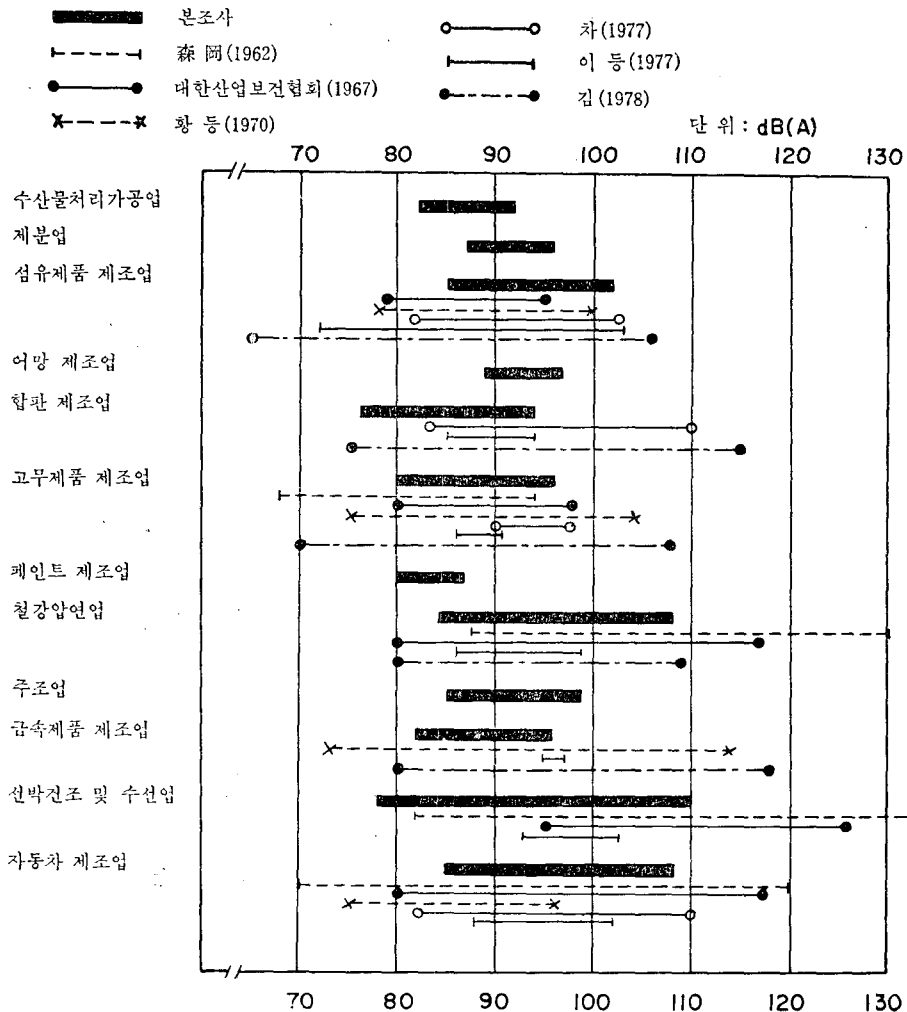


그림 13. 업종별 산업장의 평균 소음수준.

어망 제조업(92.9 dB(A)), 섬유 제조업(92.5 dB(A)) 등으로, 이들중 대부분에서는 소음수준의 최고치가 100 dB(A)를 초과하였고 제분업(89.5dB(A)), 주조업(89.3dB(A)), 금속제품 제조업(89.1dB(A))의 평균소음수준은 허용기준에 근접하였다. 반면에 수산물 처리가공업(87.0 dB(A)), 고무제품 제조업(85.3 dB(A)), 합판 제조업(84.9 dB(A)), 페인트 제조업(84.5 dB(A))의 평균 소음수준은 허용기준에 미달되는 비교적 낮은 소음수준을 시현하였다.

이를 森岡(1962)⁶⁰⁾, 대한산업보건협회(1967)⁶¹⁾, 백(1968)⁶²⁾, 황등(1970)⁶³⁾, 김등(1973)⁶⁴⁾, 차(1977)⁶⁵⁾, 문(1977)²²⁾, 이등(1977)⁶⁷⁾, 김(1978)⁶⁸⁾, 김등(1982)⁴⁰⁾의 성격과 비교하면 업종별 순위와 평균 소음수준에 있어서는 대개 유사하였으나, 본 조사의 경우 특히 선

박건조 및 수선업, 자동차 제조업, 철강압연업, 합판, 제조업등의 업종에서 타연구자들의 성격에 비하여 소음수준이 현저히 감소되었음을 시현하였다. 이는 조사시기나 조사대상(작업공정) 및 조사방법의 차이 뿐만 아니라 실제로 여러 산업장에서 그간 소음공정에 대한 관리개선, 사용기계의 대처, 방음벽 설치 등의 방법으로 부단히 소음환경을 개선해왔던 것에 기인한 것으로 사료된다.

산업장의 소음수준을 평가하고 소음대책을 세우는데 필요한 소음의 폭로 허용기준에 대해서는 전 주파수역 음압(A특성)에 의한 1일 8시간 폭로를 기준으로 미국 안·이비인후과 학회(American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology, 1957)⁶²⁾, ACGIH(1983~1984)⁴⁰⁾ 등은 85 dB(A)를, International Organization

표 15. 각 산업장의 소음 공정에 대한 1일 소음 폭로 허용 가능 시간

업종	소음 공정수	평균 음압						
		75~ 79.9	80~ 84.9	85~ 89.9	90~ 94.9	95~ 99.9	100~ 104.9	105~ 109.9
허용시간(노동부)		8시간		4시간	2시간	1시간	30분	
수산물 처리 가공업	1	—	—	1	—	—	—	—
제분업	2	—	—	1	1	—	—	—
섬유제품 제조업	4	—	—	2	1	1	—	—
어망제조업	2	—	—	—	2	—	—	—
합판제조업	4	1	1	2	—	—	—	—
고무제품 제조업	8	—	5	2	1	—	—	—
페인트제조업	2	—	1	1	—	—	—	—
철강압연업	5	—	—	1	3	—	—	1
주조업	4	—	—	3	1	—	—	—
금속제품 제조업	6	—	1	3	2	—	—	—
선박건조 및 수선업	8	—	—	2	2	3	—	1
자동차제조업	4	—	—	2	1	—	1	—
계	50	1	8	20	14	4	1	2

for Standardization(1971)⁵⁵⁾과 우리나라 노동부(1983)⁴⁴⁾ 등에서는 90 dB(A)를 각각 제안 또는 규정하고 있으며, 더우기 ACGIH(1983~84)⁴⁹⁾와 우리나라 노동부(1983)⁴⁴⁾ 등은 이를 다시 세분하여 각 음압별로 1일 폭로 허용시간을 규정하고 있는 바(표 2 참조), 연구자들은 우리나라 노동부(1983)⁴⁴⁾의 규정에 의거 각 소음공정별 평균 소음수준으로 1일 폭로 허용가능 시간을 산정하였다(표 15 참조).

연구자들의 성적에서 총 50개 조사대상 소음공정 가운데 그 평균 소음수준이 1일 8시간 폭로 허용기준(90 dB(A))을 초과한 공정은 21개(42%)로서 이중 특히 선박건조 및 수선업의 코킹과 철강압연업의 도금(CGL) 공정은 그 평균 소음수준이 105 dB(A) 이상, 자동차 제조업의 리벳트 공정은 100 dB(A) 이상으로 이들 공정에 대한 1일 폭로 허용가능 시간을, 제분업의 제분 및 섬유제품 제조업의 연사공정을 비롯한 14개 공정은 90~95 dB(A)로 4시간을 시현하였으며, 반면에 수산물 처리 가공업의 기계 및 제분업의 포장공정과 섬유제품 제조업의 2개 공정(방적, 기모)등을 포함한 29개 공정은(58%) 그 평균 소음수준이 90 dB(A) 미만으로 1일 8시간 폭로가 가능하였다(표 3~15 참조).

이를 대한산업보건협회(1967)³¹⁾, 백(1968)³²⁾, 황동(1970)³³⁾, 김동(1973)³⁴⁾, 차(1977)³⁵⁾, 이등(1977)³⁷⁾, 김(1978)³⁸⁾, 전동(1980)³⁹⁾, 김동(1981)⁴⁰⁾의 성과와 비

교할 경우 조사시기와 조사대상 산업장의 차이(규모, 수, 작업공정)등의 이유로 정확히 비교하기는 힘들었으나 본 조사의 경우 역시 이들 타연구자들의 성과와 마찬가지로 비교적 규모가 크고 철을 주로 취급하는 공정과 무겁고 시끄러운 소리를 발생하는 기계·가동작업 공정 등에서 주로 소음수준이 허용기준을 초과하여 이러한 작업공정들을 가진 산업장에 대한 집중적인 작업환경 개선 및 근로자의 청력보호를 위한 대책이 중요할 것으로 사료되었다.

한편 소음폭로에 기인한 근로자의 건강장해중 가장 대표적인 것은 소음성 난청으로 이는 소음의 크기와 질, 소음에 폭로된 시간, 개인의 감수성 및 기타요인에 따라 발생의 양상을 달리하며^{28~30, 52, 55)} 주파수별로는 저주파음역에 비하여 고주파 음역 특히 4,000 Hz 부근의 청력손실(C_s-dip)이 특징적 소견으로 알려져^{16, 17, 20~23, 28~30, 35, 54)} 백(1970)⁵⁵⁾은 A특성치의 소음이 허용기준과 3~4 dB 정도의 차이일 경우 다시 정확한 주파수 분석을 해야한다고 하여 효과적인 소음대책을 위해서는 단순한 소음강도(overall) 조사보다는 주파수 분석에 의한 음의 중심 주파수 파악이 필요함을 강조하였다.

각 주파수역 음압에 따른 소음의 허용기준에 대해서는 Charles(1961)⁵¹⁾ 등의 보고서에 인용된 것을 보면 Kryter는 octave band 중 어느 band에서라도 80 dB

표 16. 허용 기준 초과소음 공정의 소음에 대한 주파수 분석

업종	작업공정	전 주파수역 평균음압 dB(A)	주파수 분석(Hz)						(dB)
			250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	
제분업	제분 (도정·표정·제분)	92.0	81	83	83	84	82	81	79
섬유제품제조업	연사	93.1	79	81	82	89	90	87	82
	직조	97.8	80	80	83	89	90	87	82
어망제조업	연사	91.2	79	80	81	84	83	80	77
	합사	94.6	83	84	85	86	87	83	80
고무제품제조업	재단	92.6	82	83	84	84	84	82	77
철강압연업	산세	94.0	83	84	85	86	85	83	81
	전처리	92.0	77	79	79	80	78	76	72
	강관 (절단·성형·접합)	94.0	84	85	86	88	87	85	82
	도금(CGL)	106.0	95	95	97	99	98	97	96
주조업	소둔	91.4	78	78	80	81	81	80	76
금속제품제조업	프레스	92.3	82	83	84	84	83	81	79
	절단	94.7	83	83	83	84	83	82	82
선박 건조 및 수선업	샷트	99.8	88	88	89	89	90	88	87
	선각(가공)	93.3	85	85	86	87	87	85	82
	기계	95.3	83	84	84	86	86	84	79
	단조	91.7	76	78	80	84	84	81	77
	배관	96.3	85	86	87	90	89	87	83
	코킹	108.0	96	97	97	98	98	97	96
	자동차 제조업	조립(리벳트)	103.0	93	93	93	94	96	93

이상이면 소음대책을 세워야 한다고 하였고, Rosenblith와 Stevens는 20~75 CPS에서 110 dB, 75~150 CPS에서 102 dB, 150~300 CPS에서 97 dB, 그 이상의 주파수에서 95 dB를 각각 허용기준으로 제한하였으며, 미국 공군(1956)⁵⁹⁾에서는 300~4,800 CPS의 4 octave band 중 어느 한 band에서라도 95 dB 이상이면 소음 예방대책을 세울 것을 권하였고, 미국 안·이비인후과학회(1957)⁶²⁾에서는 300~600 CPS 혹은 600~1,200 CPS에서 85 dB이면 소음대책을 세워야 하며 한 개 이상의 octave band에서 85 dB를 초과할 때는 소음대책이 절실한 것으로 제시하고 있는 등 여러가지 기준이 있는 실정이다.

그러나 이상의 제안 혹은 규정에서 보는 바와 같이 각 주파수별 음압의 허용기준이 확정되어 있지 않을 뿐 아니라, 특히 소음성 난청의 발생과 관련이 많은 고주파 음역을 강조한 허용기준에 관한 자료는 더욱 충분하지 못하므로 산업장 소음을 주파수별로 측정 평가하기에는 어려운 점이 많았다.

연자들의 성적에서 전 주파수역(overall) 평균 소음 수준이 허용기준을 초과한 소음공정들에 대한 소음의 각 주파수별 음압은 표 16에서와 같이 모든 공정 공히 2,000 Hz 혹은 4,000 Hz에서 가장 높게 시험되어 전 주파수역 음압이 높은 공정의 근로자들이 역시 소음성 난청의 발생과 관련이 많은 주파수역 소음환경에서 일하고 있는 것으로 인지되었다(표 16 참조).

그러므로 근로자들의 소음성 난청의 조기발견 및 예방책 마련을 위하여 여러 산업장을 대상으로 산업장의 소음수준을 평가하고자 할 때 엄격한 의미에서는 주파수별 음압의 측정이 이루어져야 하나 전술한 바와같이 소음성 난청의 발생과 관련이 높은 주파수역의 음압기준이 불충분하고 시간적, 경제적 이유 등으로 주파수 분석기의 사용이 보편화 되지 않고 있을 뿐 아니라 본 조사의 성적에서와 같이 전 주파수역 음압이 높은 공정의 소음이 역시 소음성 난청의 발생과 관련이 많은 주파수역에서 높은치를 시험하므로 실제로는 지시소음계를 이용하여 전 주파수역 소음수준을 측정하는 것도

주파수 분석에 결코 뒤지지 않는 경제적이며 효과적인 방법이라고 생각한다.

V. 요 약

산업장내의 소음작업 환경개선과 소음폭로 근로자에 대한 효과적인 청력 보호대책을 마련할 기초작업의 일환으로 1985년 4월부터 7월까지의 4개월간 부산 시내 12개 제조업종 56개 산업장을 대상으로 작업공정을 파악하고 소음발생 작업공정별 소음수준을 측정하여 얻은 성적은 다음과 같다.

1) 평균 소음수준이 가장 높은 산업장은 선박건조 및 수선업(95.6dB(A))이었고, 다음으로는 철강압연업(94.0 dB(A)), 자동차 제조업(93.1 dB(A)), 어망 제조업(92.9 dB(A)), 섬유제품 제조업(92.5 dB(A)), 주조업(89.3 dB(A)), 금속제품 제조업(89.1 dB(A)), 수산물 처리 가공업(87.0 dB(A)), 고무제품 제조업(85.3 dB(A)), 합판 제조업(84.9 dB(A)), 페인트 제조업(84.5 dB(A))의 순이었다.

2) 총 50개 조사대상 소음공정 가운데 21개 공정(42%)의 평균 소음수준이 1일 8시간 소음폭로 허용기준(90 dB(A))을 초과하였다.

3) 전 주파수역 평균음압(A특성)에 대한 1일 소음폭로 허용시간은 선박건조 및 수선업의 코킹과 철강압연업의 도금(CGL) 공정이 30분으로 가장 짧았고, 다음으로는 자동차 제조업의 조립(리벳트)공정이 1시간, 섬유 제조업의 직조와 선박건조 및 수선업의 솟트, 기계, 배관공정이 2시간의 순이었다.

4) 평균 음압수준이 90 dB(A)를 초과한 작업공정에 대한 소음의 주파수 분석에서 모든 공정 공히 2,000 Hz 혹은 4,000 Hz의 음압이 가장 높았다.

5) 산업장의 소음수준 평가시 전 주파수역(overall) 음압의 측정 역시 주파수 분석에 못지 않은 방법의 하나로 인지도되었다.

참 고 문 헌

- 1) 齊 藤. 勞動時間, 憩息と交替制. 勞研出版部, 日本, 1960
- 2) 内海義夫. 週五日勞動制. 勞動に科學, 1968; 23:8
- 3) 이태준. 생산성저해인자에 관한 조사연구. 한국의 산업의학 1969; 8(3):4-29
- 4) Weston HC. *The performance of weavers*

under varying conditions of noise. 15th Annual Report of the Industrial Health Research Board, London, HM Stationery Office(Report No. 70), 1935

- 5) 許 程. 勞動生産性 向上을 爲한 産業保健管理에 關한 研究. 公保誌 1971; 82:204-212
- 6) 대한산업보건협회. 작업환경관리. 대한산업보건협회 1970
- 7) Larsen B. *Investigation of professional deafness in shipyard and machine factory labors. Acta Otolaryno* 1939; 36:3
- 8) Gardner WH. *Injuries to hearing. Indust Med* 1944; 13:676
- 9) Fox MS. *Evaluation of hearing loss in workers. Laryngoscope* 1953; 63:960
- 10) Sataloff J. *Hearing Loss. JB Lippincott, Co, 1966*
- 11) Martin RH, et al. *Occupation hearing loss between 85 and 90dB(A). J Occup Med* 1975 Jan; 17:1
- 12) Schneider EJ. *Correlation of industrial noise exposures with audiographic findings. Am Ind Hyg Assoc J* 1961; 22:245
- 13) Robinson DW. *Occupational hearing loss. Academic Press, 1971*
- 14) Burns W, Robinson DW. *Hearing & noise in industry. Her Majesty's Stationery Office, London, 1970*
- 15) 森岡三生. 工場騒音と職業性難聽. 勞研出版部, 1957
- 16) 함태영. 음향성 외상. 한국의 산업의학 1967; 6(1):4-8
- 17) 이선철. 음향외상성 내이장애. 대한의학협회지 1969; 12(8):721-724
- 18) 윤명조. 산업장 소음환경과 직업성 난청. 한국의 현대의학 1970; 3(3):63-66
- 19) 맹광호. 소음으로 인한 직업성 난청에 관한 조사연구. 한국의 산업의학 1971; 10(4)
- 20) 차왕보. 음향과 청력장애. 중앙의학 1972; 23(2):40-42
- 21) 박영수. 소음 작업환경 근로자의 청력손실에 관한 조사연구. 공보지 1977; 14(1)
- 22) 문영한. 산업장 소음과 직업성 난청에 관한 조사. 중앙의학 1977; 33(3):281-287

- 23) 김준연 등, 소음성 청력장애에 관한 조사연구. 인제의학 1982; 3(2):101-109
- 24) 福島一考. かと災害との關係. 労働の科學 1959; 13:9
- 25) Weston HD Adams. *Two studies on the physiological effects on noise, 12th Annual Reports of the Industrial Health Research Board, 1932*
- 26) 守田榮: 騒音と 騒音防止. 東京, 第一社書店, 1961
- 27) 三浦農彦. 職場の騒音, 街の騒音. 労働の科學, 1964; 19:8
- 28) 예방의학과 공중보건학 편집위원회. 예방의학과 공중보건학. 계측문화사. 1985
- 29) 정규철. 최신 산업보건학. 탐구당, 1980
- 30) Last JM: *Maxcy-Rosenau Public Health and Preventive Medicine, 11th ed., Appleton Century Crofts, New York, 1980*
- 31) 대한산업보건협회. 유해 작업환경에 관한 조사. 한국의 산업의학 1967; 6(4):13-26
- 32) 백남원. 산업장의 소음에 관한 조사연구. 공보지 1968; 5(1):9-16
- 33) 황병문 등. 유해 작업환경에 관한 조사. 한국의 산업의학 1970; 9(3):7-17
- 34) 김성천, 조태웅. 유해 작업환경 관리에 관한 연구. 한국의 산업의학 1973; 12(2)
- 35) 차봉석. 기계 소음과 회전속도. 예의지 1977; 10(1):94-101
- 36) 최영태 등. 산업 보건학. 대한 산업보건협회 출판부. 2장, 1977
- 37) 이상택, 이영조. 일부 공업 단지내 산업장의 작업 환경 실태조사. 고려의대잡지 1978; 18(2):307-322
- 38) 김준연. 부산지역 제조업 부문 산업장 작업환경 실태에 관한 조사연구. 부산의대잡지 1978; 18(2):307-322,
- 39) 전중휘 등. 고무 및 화학제품 제조업 산업장의 환경실태에 관한 조사 연구. 인제의학 1980; 1(2):231-243
- 40) 김준연 등. 고무 및 화학제품 제조업 산업장의 환경실태에 관한 조사 연구. 예의지 1981; 14(1):97-101
- 41) 노동청. 유해물질 허용농도 및 측정요령. 노동청 예규 제225호, 1979
- 42) 안전보건자료사. 산업안전보건법령집. 1983
- 43) 노동부. 근로자 건강진단 실시 규정. 노동부 예규 제124호, 1986
- 44) 노동부. 작업환경 측정 방법. 노동부 고시 제 1호, 1983
- 45) 경제기획원 조사 통계국. 한국 표준 산업 분류. 1984
- 46) 부산 상공회의소. '85년 부산상공 명람, 1985
- 47) 富永洋志夫. 騒音の測定法. 労働の科學 1967; 22(10)
- 48) Brüel PV. *Noise: Do we measure it correctly: Brüel & Kjaer, Kaerum, Denmark, 1975, p40*
- 49) ACGIH: *Threshold limit values for chemical substances and physical agents in the work environment, 1983-84*
- 50) 森岡三生. 各種工場の 騒音レベルの比較, 労働衛生. ハンドブツリ労働科學研究所, 1962
- 51) Charles DY, Herbert HJ. *Noise and Hearing, U.S. Dept. Health Educat Welfare USGPO, Washington, 1961*
- 52) American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology, Subcommittee on Noise in Industry, Committee on Conservation of Hearing. *Guide for conservation of hearing in noise, Academy Press, Los Angeles, 1957*
- 53) International Organization for Standardization. *Assessment of noise exposure for hearing conservation purposes(Recomm. R1999), 1971*
- 54) 반순덕. 소음과 진동에 대하여. 대한의협지 1970; 13(12):961-967
- 55) 백남원. 소음관리의 지침. 한국의 산업의학 1970; 9(4):6-8
- 56) U.S. Air Force. *Hazardous noise exposure, USAF, O.S.G. Reg., No. 160-3, Washington, Oct., 1956*