

## 사업장의 소음분석을 통한 화재경보음 인지정도에 관한 연구

### A study on awareness rate of the fire alarm sound using Background noise in the factory

이 영 삼\* · 이 동 호\*\*

Young-Sam Lee\* · Dong-Ho Rie\*\*

#### Abstract

본 연구에서는 인천광역시의 37개 사업장(공장)을 대상으로 작업현장의 소음을 측정 및 분석하여 소음이 화재경보음 인지에 미치는 영향을 분석하였다. 측정결과 평균소음이 95.8dB(A)나왔다. 이는 국내 경보장치 음량기준(화재경보음 발생장치에서 1m떨어진 곳에서 90dB이상)보다 5.8dB(A)높게 나왔다. 미국방화협회(NFPA)에 따르면 압소음(기기음)이 85dB(A)이거나 이상일 경우 화재경보음 인지정도가 미흡하기 때문에 다른 방법을 강구하도록 되어 있다. 또한 화재경보음은 압소음보다 15dB(A) 높아야 한다고 하고 있다. 따라서 주변의 환경을 무시한 획일적인 화재경보음 설계에 대해서 제도적 및 법적 개선이 필요하다고 사료된다.

**Keywords** : Fire alarm sound, Background noise

#### 1. 서 론

급속한 산업화로 인하여 대도시 주변에 많은 공장들이 건립되어 왔다. 하지만 화재로 인해 사업장에서 많은 인명피해가 해마다 되풀이 되고 있는 실정이다. 그리고 최근 들어 전국적으로 화학공장 등에서 대형 화재폭발사고가 발생되고 있고 또한 인근주민들에게도 심각한 피해를 주고 있는 실정이다.

특히, 사업장에 내포되어 있는 기기음(압소음)이 화재발생 시 작업자들에게 화재경보음 인지시간을 방해 및 지연을 발생시켜 인명피해를 가중시키고 있으며, 또한 산업안

\* 정희원 · 인천대학교 대학원 안전공학과 박사과정(E-mail: win203203@naver.com)

\*\* 정희원 · 인천대학교 소방방재연구센터(교신저자)(Tel : +82-32-835-8293,

Fax:+82-32-835-0779, -E-mail: riedh@incheon.ac.kr)

전보건법에서 소음이 많이 발생하는 사업장에는 방음보호구를 착용하도록 법적으로 규제를 하고 있다. 따라서 이러한 방음보호구는 사업장의 기기음(암소음)과 함께 피난 시간을 지연시키는 주요원인이 되고 있다.

2011년도 소방방재청 국가화재정보시스템의 화재현황통계를 살펴보면, 전체 화재발생건수는 11,381건 이였고 그 중 공장화재의 경우 2,186건으로 근린생활시설 4,009건과 공동주택 2,200건 다음으로 높았고 인명피해의 경우 총 686명 중 125명으로 근린생활시설 181명과 공동주택 207명 다음으로 높았다. 본 자료와 같이 공장화재의 비중이 근린생활시설과 공동주택 다음으로 매우 높다는 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 미국방화협회(NFPA)에서 제시한 “암소음이 85dB(A)이거나 이상일 경우 화재경보음 인지정도가 미흡하기 때문에 다른 방법을 강구하도록 되어 있다. 또한 화재경보음은 암소음보다 15dB(A) 높아야 한다고 하고 있다.”의 기준을 근거로 하여 인천광역시 37개 사업장(공장)을 대상으로 작업현장의 소음을 측정 및 분석하여 소음이 화재경보음 인지에 미치는 영향을 분석하였다.

## 2. 조사대상

본 연구는 인천광역시에 소재한 37개 업체(금속 주조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 기타 제품 제조업, 동물용 사료 및 조제식품 제조업, 박판·합판 및 강화목제품 제조업, 자동차 부품제조업, 자동차 부품제조업, 자동차 수리 및 세차업, 그 외 기타 전자부품 제조업 등)을 대상으로 작업현장의 소음을 측정하였다.

## 3. 측정방법

작업장을 업종별로 구분하여 소음측정계를 이용하여 측정하였으며 청감 보정회로는 “A”특성으로 하였고 지시침은 “Slow”로 하였다. 측정지점은 측정대상이 되는 작업자의 귀 높이(1.5m)에서 실시하였다. 또한 측정거리는 기기로부터 1.5m지점에서 측정하였다.

## 4. 업종별 소음도 조사 및 분석

### (1) 금속주조업

Table 1과 같이 금속주조업종의 소음측정분포를 나타내었다. 금속주조업의 평균 소음도는 97dB(A)로 형성되어 있었다. 생산품을 기준으로 분석하면 동 주물 생산품을 주로 생산하는 B-1회사가 90dB(A)로 가장 낮게 나왔으며, 그리고 C와 B-3회사에서 102dB(A)로 가장 높게 나왔다. 공정을 기준으로 했을 경우 금속분말의 전기 용해로와 철강제품 생산공정의 인발 및 교정기에서 소음이 많이 발생하였다.

<Table 1> 금속주조업종의 소음측정분포

회사명	업종	생산품	소음발생원	소음[dB(A)]
B-1	금속주조업	동 주물	주조,적재,포장	90
C	금속주조업	금속분말	전기 용해로	102
D	금속주조업	철강제품	용해로	91
B-2	금속주조업	철강제품	용해로	100
B-3	금속주조업	철강제품	인발/교정기	102

Fig. 1과 같이 5개 사업장 모두 소음이 90dB이 초과하였다. 국가화재안전기준(NFSC)의 비상경보설비의 화재안전기준(NFSC 201)에 근거하여 “정보음향장치의 음량은 부착된 음향장치의 중심으로부터 1m 떨어진 위치에서 90dB 이상이 되는 것으로 하여야 한다.” 라고 되어 있어 있다. 하지만 금속주조업종의 경우 법적기준(90dB)보다 초과 되어 음폐(Masking) 효과가 발생하여 작업자가 경보음을 인지하는데 많은 영향을 줄 수 있다.

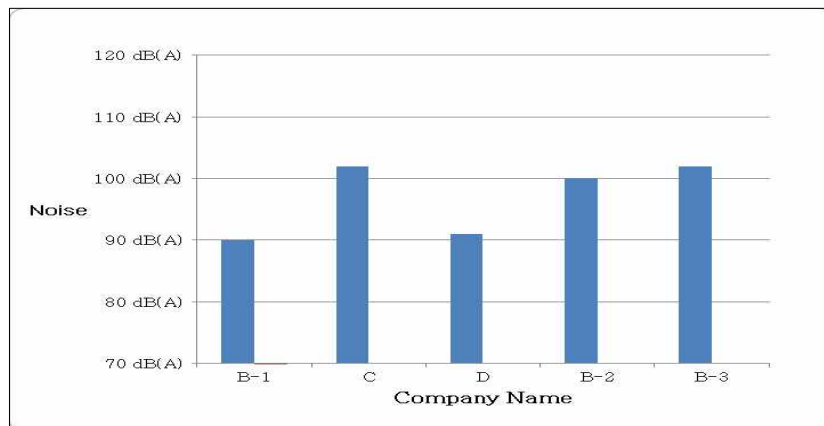


Fig. 1 금속주조업종의 소음분포도

(2) 기타 기계 및 장비 제조업

Table 2와 같이 기타 기계 및 장비 제조업종의 소음측정분포를 나타내었다. 기타 기계 및 장비 제조업의 평균소음은 98.2dB(A)로 형성되어 있었다. 기타 기계 및 장비 제조업종에서 산업기계 제작을 하는 S-1회사의 작업현장에서 88dB(A)로 가장 적게 나왔다. 그리고 기계부품 제조회사인 D회사의 제조공정에서 109dB(A)로 가장 높게 소음이 발생하였다.

<Table 2> 기타 기계 및 장비업의 소음측정분포

회사명	업종	생산품	소음발생원	소음[dB(A)]
D	기타 기계 및 장비 제조업	기계 부품	산소용접기	109
S-1	기타 기계 및 장비 제조업	산업기계 제작	제관작업	88
G	기타 기계 및 장비 제조업	모터 코어	프레스	101
S-2	기타 기계 및 장비 제조업	자동화기기	용접기	92
H	기타 기계 및 장비 제조업	산업용 보일러	제관작업	101

Fig. 2와 같이 5개 사업장 중 S-1회사의 제관작업 소음[88 dB(A)]을 제외한 모든 작업현장에서 소음이 90dB이 초과하였다. 대부분의 회사에서 산업안전보건법의 기준에 따라 “사업주는 근로자가 소음작업, 강력한 소음작업 또는 충격소음에서 중사하는 경우에 근로자에게 청력보호구를 지급하고 착용하도록 하여야 한다.”라 하고 있고 또한 “소음의 작업환경 측정 결과 소음수준이 90dB을 초과하는 사업장은 청력보존프로그램을 수립하여 시행하여야 한다.”라고 하고 있다. 일반적으로 방음보호구는 20-30dB정도 소음을 감소시키기 때문에 경보음 인지에 많은 영향을 줄 수 있다.

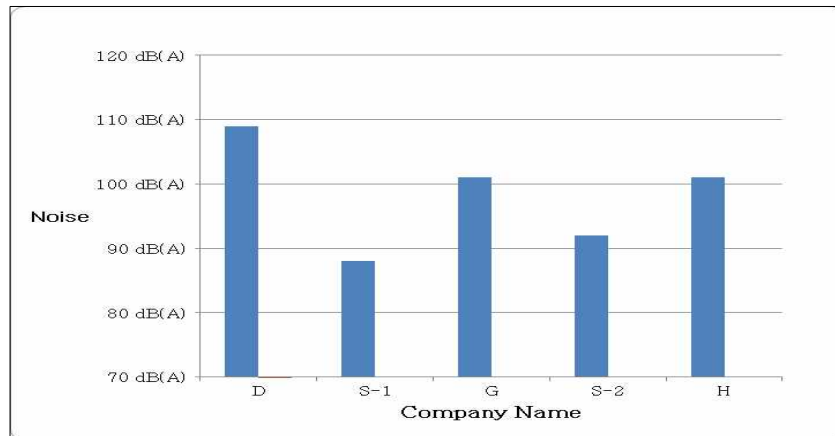


Fig. 2 기타 기계 및 장비업의 소음분포도

### (3) 기타 제품 제조업

Table 3과 같이 기타 제품 제조업종의 소음측정분포 나타내었고, 기타 제품 제조업의 평균소음은 104dB(A)로 나왔다. 기타 제품 제조업종에서 전기밥솥을 제작하는 H회사의 용해로 작업현장에서 92dB(A)로 가장 적게 나왔다. 그리고 악기부품 제조회사인 B회사의 프레스 작업공정에서 111dB(A)로 가장 높게 소음이 발생하였다.

Table 3. 기타 제품 제조업의 소음측정분포

회사명	업종	생산품	소음발생원	소음[dB(A)]
S-1	기타 제품 제조업	금속포장 용기	용접기, 절단기	100
B	기타 제품 제조업	악기 부품	프레스	111
S-2	기타 제품 제조업	밸브	분체도장(스프레이기)	108
H	기타 제품 제조업	전기밥솥	용해로	92
J	기타 제품 제조업	자동차 내장재	CNC선반	110

Fig 3과 같이 5개 사업장의 모든 작업현장에서 소음이 90dB(A)로 초과하였다. 산업안전보건법에 따르면 소음작업이란 1일 8시간 작업을 기준으로 85dB 이상의 소음이 발생하는 작업을 말하고 있다. 또한 강렬한 소음작업이란 90dB이상의 소음이 1일 8시간 이상 발생하는 작업을 말한다. 따라서 90dB이상의 소음은 매우 강렬한 소음으로 작업자가 작업장의 물리적소음(압소음)에 의해 경보음 인지시간이 지연 될 것으로 판단된다.

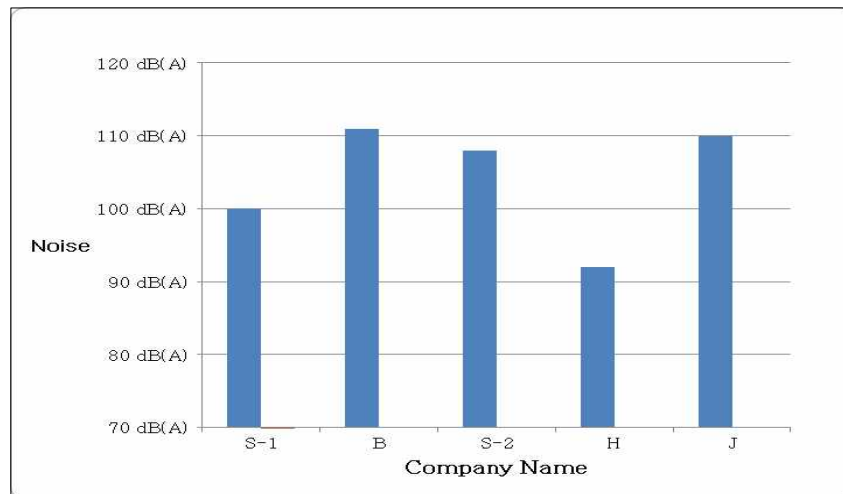


Fig. 3 기타 제품 제조업의 소음분포도

#### (4) 자동차 부품제조업

Table 4와 같이 자동차 부품제조업종의 소음측정분포를 나타내었다. 평균소음은 93.4dB(A)로 형성되어 있다. 자동차 부품제조업종에서 볼트너트를 제작하는 P회사의 CNC선반 작업현장에서 90dB(A)로 가장 적게 나왔다. 그리고 자동차 내장재 제조 회사인 J회사의 프레스 작업공정에서 97dB(A)로 가장 높게 소음이 발생하였다.

Table 4. 자동차 부품제조업의 소음측정분포

회사명	업종	생산품	소음발생원	소음[dB(A)]
D-1	자동차 부품제조업	차량용 연료펌프	CNC선반	93
D-2	자동차 부품제조업	중기, 세륵기 부품	가공	95
J	자동차 부품제조업	자동차 내장제	프레스	97
P	자동차 부품제조업	볼트 너트	CNC선반	90
D	자동차 부품제조업	자동차 내장제	프레스	92

Fig. 4와 같이 5개 사업장의 모든 작업현장에서 소음이 90dB(A)로 초과하였다. 미국방화협회(NFPA) 기준에 의하면 암소음(기기음)이 85dB이거나 초과될 경우 화재경보음이 재실자에게 전달이 되지 않는 다고 하고 있다. 따라서 90dB(A) 소음에서는 화재발생 시 경보음이 음폐되어 작업자에게 전달되지 않아 많은 인명피해를 야기시킬 수 있을 것으로 판단된다.

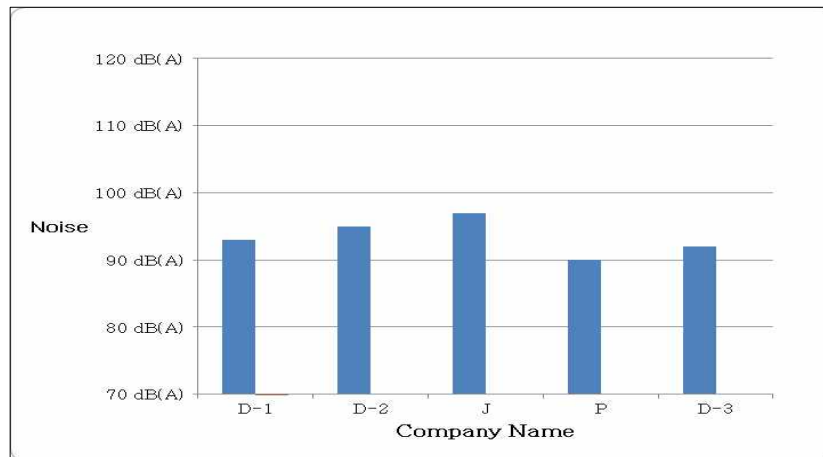


Fig. 4 자동차 부품제조업의 소음분포도

#### (5) 자동차 수리 및 세차업

Table 5와 같이 자동차 수리 및 세차업종의 소음측정분포를 나타내었다. 평균소음은 108dB(A)로 형성되어 있었다. 자동차 수리 및 세차업종에서 차량정비를 하는 B-2회사의 샌딩기 작업현장에서 101dB(A)로 가장 적게 나왔다. 그리고 차량정비 업체인 D-1과 B-1회사의 경우 판금 및 용접 작업공정에서 110dB(A)로 가장 높은 소음이 발생하였다.

Table 5. 자동차 수리 및 세차업의 소음측정분포

회사명	업종	생산품	소음발생원	소음[dB(A)]
D-1	자동차 수리 및 세차업	차량정비	판금, 용접	110
B-1	자동차 수리 및 세차업	차량 정비	판금	110
B-2	자동차 수리 및 세차업	차량 정비	샌딩기	109
S	자동차 수리 및 세차업	차량정비	판금	108
D-2	자동차 수리 및 세차업	차량 정비	판금	101

Fig. 5와 같이 5개 사업장의 모든 작업현장에서 소음이 90dB(A)로 초과하였다. 산업안전보건법에 90dB이상은 강렬한 소음으로 분류되고 있고 특히, 105dB이상의 소음이 1일 1시간 이상 발생하는 작업 그리고 110dB 이상의 소음이 1일 30분이상 발생하는 작업으로 분류하고 있다. 국가화재안전기준에서 화재경보음은 1m거리에서 90dB이상으로 하고 있다. 만약, 청력보호구 착용 시 할 경우 소음의 감소가 20-30 dB(A)이상 된다. 또한 소음이 110dB(A)이상일 경우 경보음 (90dB)과 차이가 20dB(A) 이상 발생한다. 따라서 청력보호구 착용[20-30dB(A)]에 따른 음의 감소 + 소음과 경보음 차이[20dB(A)] = 음폐효과(Masking) 발생하여 작업자의 경보음 인지 시간을 지연시킬 수 있다.

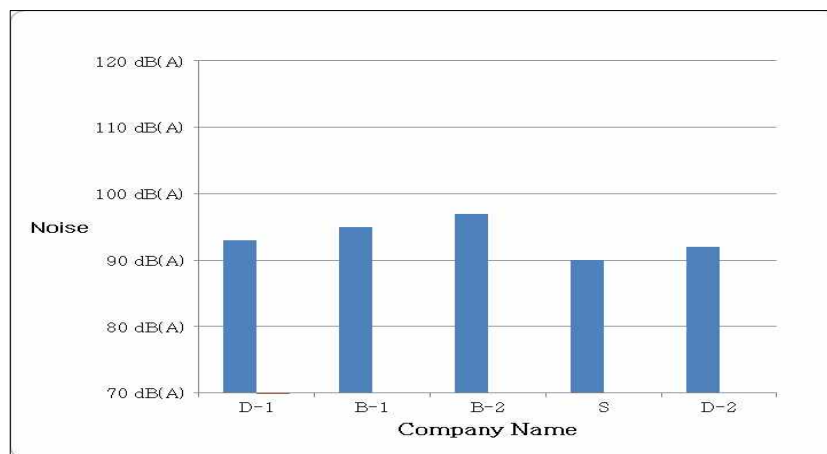


Fig. 5 자동차 수리 및 세차업의 소음분포도

(6) 그외 기타 전자부품 제조업

Table 6과 같이 그외 기타 전자부품 제조업종의 소음측정분포를 나타내었다. 업종의 평균소음은 89.3dB(A)로 형성되어 있다. 그외 기타 전자부품 제조업종에서 반도체를 제조하는 P회사의 생산설비에서 83dB(A)로 가장 적게 나왔다. 그리고 전기전자부품 업체인 D회사의 경우 밀링선반에서 98dB(A)로 가장 높게 소음이 발생하였다.

사업장의 소음분석을 통한 화재경보음 인지정도에 관한 연구  
이 영 삼 · 이 동 호

<Table 6> 그외 기타 전자부품 제조업의 소음측정분포

회사명	업종	생산품	소음발생원	소음[dB(A)]
I	그외 기타 전자부품 제조업	핸드폰 케이스	사출기	92
D	그외 기타 전자부품 제조업	전기전자부품	밀링선반	98
M	그외 기타 전자부품 제조업	냉장고 손잡이	CNC선반	84
P	그외 기타 전자부품 제조업	반도체	생산설비	83

Fig. 6과 같이 4개 사업장에서 냉장고 손잡이 제조업체인 M회사의 CNC선반 공정과 반도체 생산업체인 P회사를 제외하고 핸드폰 케이스 제조공정의 사출기와 전지전자부품 제조업체의 밀링 선반 공정에서 소음이 90dB(A)로 초과하였다.

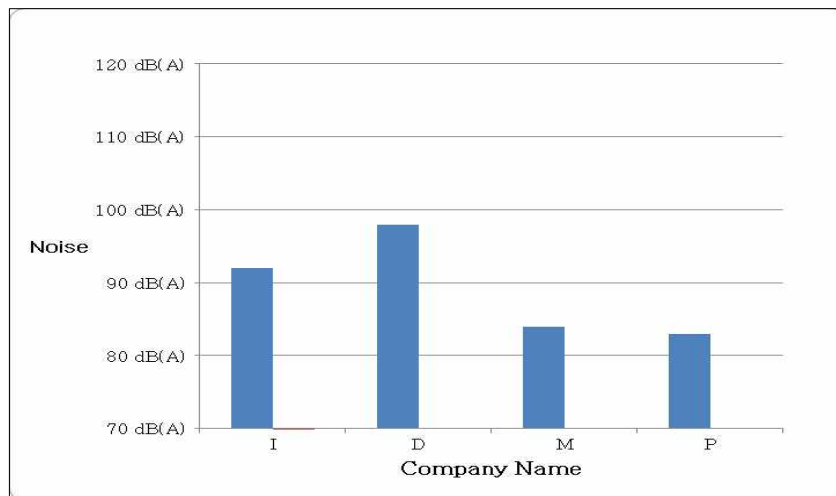


Fig. 6 그외 기타 전자부품 제조업의 소음분포도

(7) 박판, 합판 및 강화목제품 제조업

Table 7과 같이 박판, 합판 및 강화목제품 제조업종의 소음측정분포를 나타내었다. 그리고 평균소음은 99.8dB(A)로 형성되어 있었다. 박판, 합판 및 강화목제품 제조업종에서 목재의자를 제조하는 D-2회사의 절단설비에서 95dB(A)로 가장 적게 나왔다. 그리고 목재합판 제조업체인 M회사의 재단기에서 103dB(A)로 가장 높게 소음이 발생하였다.



Table 7. 박판, 합판 및 강화목제품 제조업의 소음측정분포

회사명	업종	생산품	소음발생원	소음[dB(A)]
D-1	박판,합판및강화목 제품제조업	목재 합판	절단기	102
M	박판,합판및강화목 제품제조업	목재 합판	재단기	103
S	박판,합판및강화목 제품제조업	건설용 거푸집 용 합판	열압프레스	99
D-2	박판,합판및강화목 제품제조업	목재 의자	절단기	95

Fig. 7과 같이 4개 사업장에서 모두 소음이 90dB(A) 초과하였다. 건설용 거푸집용 합판을 제조하는 S회사의 열압프레스와 목재의자를 생산하는 D-1회사와 M회사의 절단기 및 재단기 공정에서 소음이 102-103dB(A)가 발생하였다.

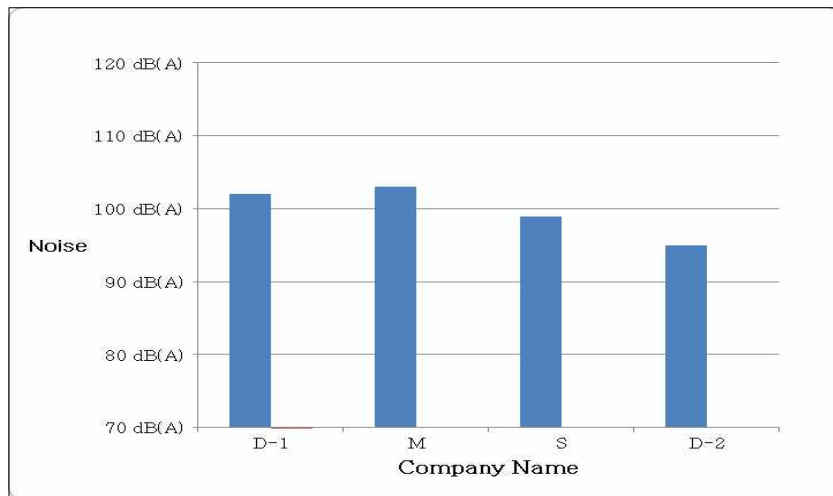


Fig. 7 박판, 합판 및 강화목제품 제조업의 소음분포도

#### (8) 동물용 사료 및 조제식품 제조업

Table 8과 같이 동물용 사료 및 조제식품 제조업종의 소음측정분포를 나타내었다. 그리고 평균소음은 96dB(A)로 나타났다. 동물용 사료 및 조제식품업종에서 곡물저장을 하는 K회사의 진동기에서 93dB(A)로 가장 적게 나왔다. 그리고 동물사료 제조업체인 D-1회사의 원료투입공정에서 97dB(A)로 가장 높게 소음이 발생하였다.

**사업장의 소음분석을 통한 화재경보음 인지정도에 관한 연구**  
이 영 삼 · 이 동 호

Table 8. 동물용 사료 및 조제식품 제조업의 소음측정분포

회사명	업종	생산품	소음발생원	소음[dB(A)]
D -1	동물용 사료 및 조제 식품 제조업	동물사료	원료투입	97
D-2	동물용 사료 및 조제 식품 제조업	조제 식품	제당 1층 포 장	98
K	동물용 사료 및 조제 식품 제조업	곡물 저장	전동기	93

Fig. 8과 같이 3개 사업장에서 모두 소음이 90dB(A) 초과하였다. 미국방화협회는 경보음이 암소음보다 15dB이 높도록 설계를 해야 한다고 하였다. 산업안전보건법에 의거 방음보호구를 착용 시 소음에 의해 경보음 인지가 더욱 어려울 것으로 판단된다.

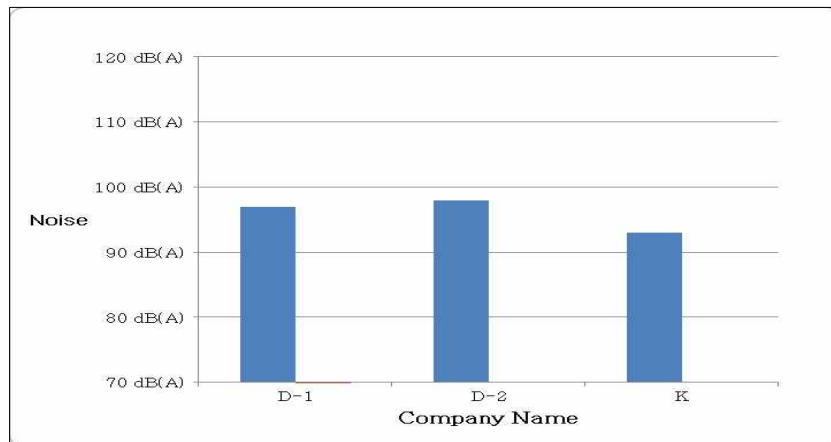


Fig. 8 동물용 사료 및 조제식품 제조업의 소음분포도

## 5. 결과 및 고찰

본 연구에서는 인천광역시에 있는 37개 업체를 대상으로 각 사업장의 소음도를 소음측정계로 “A”특성 및 지침은 “Slow”로 측정하였다. 그리고 측정되어진 소음을 분석하여 다음과 같은 결과를 도출하였다.

### (1) 금속 주조업

금속 주조업의 경우 5개의 사업장을 대상으로 측정하였다. 소음 발생원의 평균소음은 97dB(A)로 나왔다. 업체 중 전기 용해로와 인발/교정 작업에서 소음이 102dB(A) 가장 높았고 5개 사업장 중 3개 업체가 용해로 공정을 가지고 있으며, 평균소음은 97.6dB (A)로 나왔다.

**(2) 기타 기계 및 장비 제조업**

기타 기계 및 장비 제조업의 경우 5개의 사업장 모두 90dB(A) 넘게 측정되었고 소음발생원의 평균소음은 98.2dB(A)가 나왔다. 5개 업체 중 2개 업체가 제관작업이 있고 평균소음은 94.5dB(A)가 나왔다. 또 다른 2개 업체의 용접기작업의 경우 평균소음이 100.5dB(A)가 나왔다.

**(3) 기타 제품 제조업**

기타 제품 제조업은 5개 사업장을 대상으로 측정하였고 소음발생원의 평균소음은 104dB(A)로 자동차 수리 및 세차업 다음으로 높게 나타났다. 악기부품제조 사업장의 프레스공정에서 111dB(A)로 가장 높게 소음이 발생하였다.

**(4) 자동차 부품제조업**

자동차 부품제조업은 5개 사업장을 대상으로 측정하였고 전체가 90dB(A)이 초과하였고 평균소음은 93.4dB(A)이 나왔다. 5개 업체 중 2개 업체에서 CNC선반이 주요 소음발생원이고 평균소음은 91.5dB(A)가 나왔다. 또한 프레스를 주요 소음원으로 가지고 있는 2개 업체의 평균소음의 경우 94.5dB(A)로 나왔다.

**(5) 자동차 수리 및 세차업**

자동차 수리 및 세차업의 경우 5개 업체를 대상으로 소음을 측정하였고 전체 37개 소음측정 대상업체 중 108dB(A)로 평균소음이 가장 높게 나타났다. 가장 적게 소음이 발생한 그외 기타 전자부품 제조업의 소음[89.3dB(A)] 보다 18.7dB(A)이 높게 나왔다.

**(6) 그외 기타 전자부품 제조업**

그 외 기타 전자부품 제조업은 4개 사업장을 대상으로 작업환경의 소음을 측정하였다. 소음은 전체 37개의 소음측정 대상업체 중 89.3dB(A)으로 가장 낮게 나타났다. 4개 사업장 중 2개 업체에서 사용하는 밀링 및 CNC선반에 평균소음의 경우 91dB(A)로 나왔다.

**(7) 박판, 합판 및 강화목제품 제조업**

박판, 합판 및 강화목제품 제조업은 4개 사업장을 대상으로 소음을 측정하였다. 업체별 평균소음은 99.8dB(A)로 나왔다. 4개 업체 중 절단기를 보유하고 있는 2개업체에서 평균소음이 98.5dB(A)가 나왔다.

**(8) 동물용 사료 및 조제식품 제조업**

동물용 사료 및 조제식품 제조업의 경우 평균소음이 96dB(A)가 나왔다. 이러한 평균소음은 화재경보음으로 부터 1m거리에서 발생하는 90dB 소음보다 6dB(A) 높다는 것을 알 수 있다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 인천광역시 내의 37개 사업장을 대상으로 소음을 측정된 결과 평균소음이 95.8dB(A) 나왔다. 이는 국내 경보장치 음량기준(화재경보음 발생장치에서 1m떨어진 곳에서 90dB이상)보다 5.8dB(A) 높게 나왔다.
2. 37개 사업장 중 자동차 수리 및 세차업에서 평균소음이 108dB(A)로 가장 높게 나왔다. 그리고 그 중에서도 판금공정을 가지고 있는 2개 업체에서 110dB(A)로 가장 높게 나왔다. 산업안전보건법에 의하여 소음발생 시 난청을 예방하기 위해 방음보호구를 착용하도록 법으로 규제하고 있다. 따라서 방음보호구 착용 시 소음이 저감[20-30 dB(A)]하게 되어 화재경보음인지가 더욱 안될 것으로 사료된다.
3. 미국방화협회(NFPA)에 따르면 소음이 85dB(A)이거나 이상일 경우 화재경보음 인지정도가 미흡하기 때문에 다른 방법을 강구하도록 되어 있다. 또한 화재경보음은 암소음보다 15dB(A) 높아야 한다고 하고 있다. 그리고 주위소음이 평균이 115dB(A) 이상인 장소는 시각경보기(strobe)를 사용하는 것이 필요하다고 권고하고 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 현장의 특성을 반영한 성능위주설계가 되어야 한다.

## 7. 참 고 문 헌

- [1] 국가화재안전기준(NFSC)의 비상경보설비(NFSC 201), 2009
- [2] 산업안전보건법의 산업안전보건기준에 관한 규칙 제516조(청력보호구의 지급 등), 제517조(청력보존 프로그램 시행 등), 2012.
- [3] National Fire Protection Association (NFPA), National Fire Alarm Code(NFPA 72), 2010.
- [4] Fire Protection Handbook, Chapter3, Notification appliances, 2008.
- [5] 이민주, 김명준, 윤명오, “공동주택 화재 경보음 전달특성과 개선방안 고찰”, 한국소음진동공학회 논문지, Vol.16, No.6, pp.593-601(2006)
- [6] 한국화재보험협회, “특수건물화재 조사 및 분석”, 2011.
- [7] 소방방재청 국가화재정보시스템, “화재현황통계”, 2011.