

공장소음으로 인한 화재 경보음 인지 영향정도에 관한 연구

이영삼*

*세영 E&D 안전컨설팅 기술사사무소

A study on Noise Generation and Awareness of the Fire Alarm Sound in the Factory

Lee, Young-Sam*

*Se-Young E&D Safety Consulting Engineering Office

Abstract

The people who are in the noise factory are difficult to hear and recognize about fire and to evacuate quickly when a fire occurs. This study was conducted to analyze workplace's background noise of 31 factories in Incheon and to know the workplace noise level comparing to fire alarm sound level. The measured average noise level was 96.8dB(A). Noise level of measured result was exceeded as 6.8dB(A) comparing to NFSC (National Fire Safety Code) noise level of 90dB. NFPA suggests that when background noise exceeds 85dB or more than that, other methods should be considered to know alarm sound. Also fire alarm sound should exceed more than 15dB(A) comparing to background noise level. Therefore it was concluded that the design of the fire alarm systems should not be applied to the workplace without considering background noise and it needs to be improved with regulations and the systems.

Key Words : Fire alarm sound, Background noise, Average noise

1. 서론

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

특히, 공장에 내포되어 있는 기기음(암소음)이 화재 발생 시 작업자들에게 화재경보음 인지시간을 방해 및 지연시켜 인명피해를 가중시키고 있다.

NFPA에서 제시한 “암소음이 85dB(A)이거나 이상일 경우 화재경보음 인지에 미흡” 하기 때문에 다른 방법을 강구하도록 되어 있다. 또한 화재경보음은 암소음보다 15dB(A) 높아야 한다고 하고 있다[1][2]. 하지만 국내 NFSC 기준에서는 주변상황을 고려하지 않고 단순히 경보발생장치에서 1m 떨어진 거리에서 90dB이상 측정되어야 한다고 되어 있다[3][4]. 따라서 본 기준을 근거로 하여 인천광역시의 31개 공장을 대상으로 작업현장의 소음을 측정 및 분석하여 소음이 화재경보음 인지에 미치는 영향을 분석하였다.

†Corresponding Author : Young-Sam Lee, Se-Young E&D Safety Consulting Engineering Office, 751-98, Geumil-ro, Samseong-myeon, Eumseong-gun, Chungcheongbuk-do, Korea, E-mail: win203203@naver.com

Received October 20, 2015; Revision Received December 03, 2015; Accepted December 04, 2015.

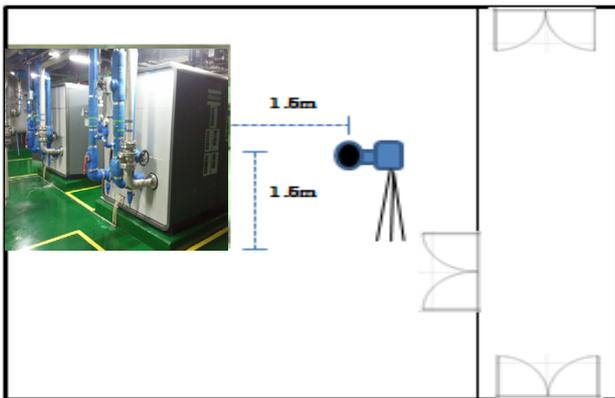
2. 평가개요 및 방법

2.1 평가개요

본 연구는 경보음 인지에 영향을 주는 여러 요소 중 소음으로 인한 영향을 살펴보기 위해 작업장의 소음을 측정평가 하였다. 측정대상은 인천광역시에 소재한 31개 업체(금속 주조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 기타 제품 제조업, 동물용 사료 및 조제식품 제조업, 박판합판 및 강화목제품 제조업, 자동차 부품제조업, 그 외 기타 전자부품 제조업 등)을 대상으로 작업현장의 소음을 측정하였다. 또한 화재경보장치는 대부분 실내보다는 복도에 설치되어 있다. 따라서 화재경보장치에 경보음을 거리별 감소정도를 측정분석 하였다.

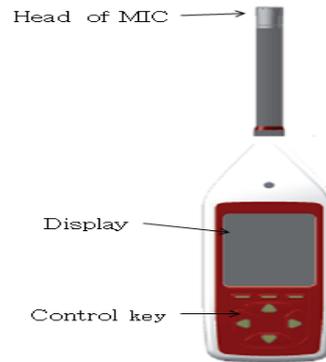
2.1 평가방법

작업장을 업종별로 구분하여 소음측정기를 이용하여 측정하였으며 측정방법은 산업안전보건법 작업 환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시에 따라 청감 보정회로는 A"특성으로 하였다[5]. 측정지점은 측정대상이 되는 작업자의 귀 높이(1.5m)에서 실시하였다. 또한 측정거리는 기기로부터 1.5m 지점에서 측정하였다. 관련된 그림은 Fig. 1과 같다.



[Figure 1] Measurement method of noise in the workplace of factories.

본 실험에서 사용된 소음측정기는 Fig. 2와 같이 영국 CIRRUS사에서 제작한 CR-172B모델이다. 그리고 본 기기는 국내에서 환경청 형식승인 (NES M-157)을 받았다. 경보장치의 거리별 음량감소 정도를 평가하기 위해 Fig. 3과 같이 시중에 판매되고 있는 8개의 경보발생장치 제품(A - H)을 구매하여 평가하고 결과를 나타내었다.



[Figure 2] Consist of the sound level meter.



[Figure 3] Layout for fire alarm sound level test.

8개의 경보발생장치 중 4개는 발신기의 경종을 대상으로 하였고 3개는 일반적인 전자식 사이렌 그리고 나머지는 혼형 타입의 전자식 사이렌을 대상으로 하였다.

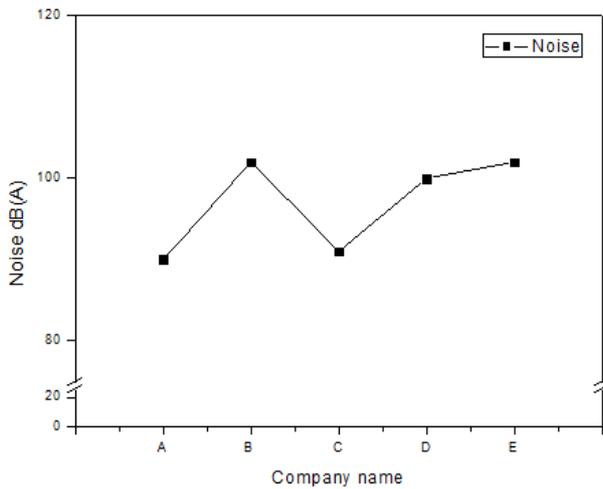
3. 결과 및 고찰

3.1 소음측정 & 평가

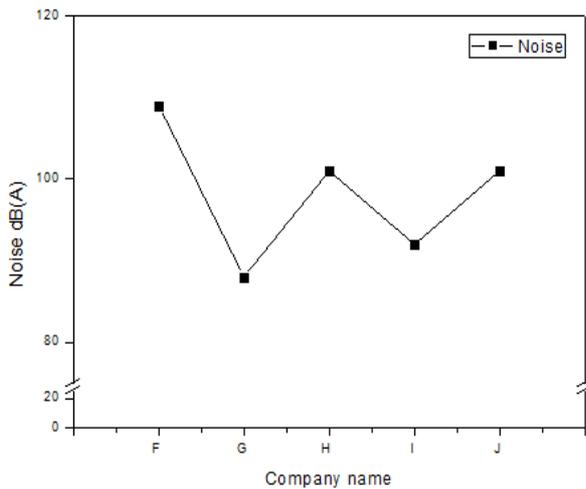
소음측정은 Table 1과 같이 인천광역시의 31개 업체를 대상으로 하였다. 측정대상물의 분류는 업종, 생 산품, 소음원, 소음의 크기별로 구분하였다.

<Table 1> Measured noise level of the factories.

Company name	Type of business	Products	Noise source	Noise [dB(A)]
A	Metal mold casting manufacture	Copper mold casting	Casting, loading, packing	90
B	Metal mold casting manufacture	Metal powder	Electric melting furnace	102
C	Metal mold casting manufacture	Steel product	melting furnace	91
D	Metal mold casting manufacture	Steel product	melting furnace	100
E	Metal mold casting manufacture	Steel product	Pull/Calibration instrument	102
F	Other machine and equipment manufacture	Machine part	Oxygen welding	109
G	Other machine and equipment manufacture	Industrial machine manufacture	Pipe work	88
H	Other machine and equipment manufacture	Motor core	Press	101
I	Other machine and equipment manufacture	Automatic machine	Welding	92
J	Other machine and equipment manufacture	Industrial boiler	Pipe work	101
K	Other product manufacture	Metal packing container	Welding, cutting	100
L	Other product manufacture	Musical instrument part	Press	111
M	Other product manufacture	Valve	Spray paint	108
N	Other product manufacture	Electrical rice cooker	Furnace	92
O	Other product manufacture	Car inner material	CNC lathe	110
P	Car part manufacture	Fuel pump of car	CNC lathe	93
Q	Car part manufacture	Heavy machine, washing machine part	Fabricating	95
R	Car part manufacture	Car inner material	Press	97
S	Car part manufacture	Volt, nut	CNC lathe	90
T	Car part manufacture	Car inner material	Press	92
U	Other electronic part manufacture	Cell phone case	Injection machine	92
V	Other electronic part manufacture	Electrical and electronic part	Milling lathe	98
W	Other electronic part manufacture	Refrigerator's handle	CNC lathe	84
X	Other electronic part manufacture	Semiconductor	Manufacturing facility	83
Y	Thin plate, board and compressed wood manufacture	Wood board	Cutting machine	102
Z	Thin plate, board and compressed wood manufacture	Wood board	Cutting machine	103
A-1	Thin plate, board and compressed wood manufacture	Construction form board	Hot press	99
B-1	Thin plate, board and compressed wood manufacture	Wood chair	Cutting machine	95
C-1	Animal fodder and delicatessen manufacture	Animal fodder	Material input	97
D-1	Animal fodder and delicatessen manufacture	Delicatessen	Packing	98
E-1	Animal fodder and delicatessen manufacture	Grain store	Electric motor	93



[Figure 3] Noise distribution chart of metal mold casting manufacture.

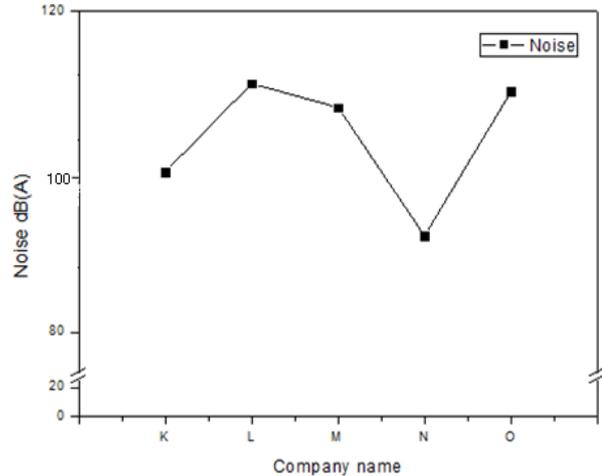


[Figure 4] Noise distribution chart of other machine and equipment manufacture.

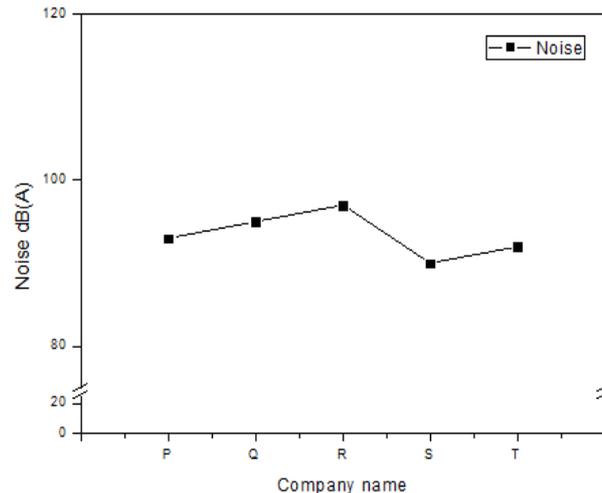
Fig. 3과 같이 금속주조업종의 소음측정분포를 나타내었다. 금속주조업의 평균 소음도는 97dB(A)로 형성되어 나타났다. 생산품을 기준으로 분석하면 동 주물 생산품을 주로 생산하는 A회사가 90dB(A)로 가장 낮게 나왔으며, 그리고 B와 E회사에서 102dB(A)로 가장 높게 나왔다. 공정을 기준으로 했을 경우 금속분말의 전기 용해로와 철강제품 생산공정의 인발 및 교정기에서 소음이 많이 발생하였다.

Fig. 4와 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 G회사의 작업현장에서 88dB(A)로 가장 적게 나왔다. 그리고 기계부품 제조회사인 F회사의 제조공정에서

109dB(A)로 가장 높게 소음이 발생하였다. 또한 5개 사업장 중 G회사의 제관작업 소음[88dB(A)]을 제외한 모든 작업현장에서 소음이 90dB(A)을 초과하였다.



[Figure 5] Noise distribution chart of other product manufacture.

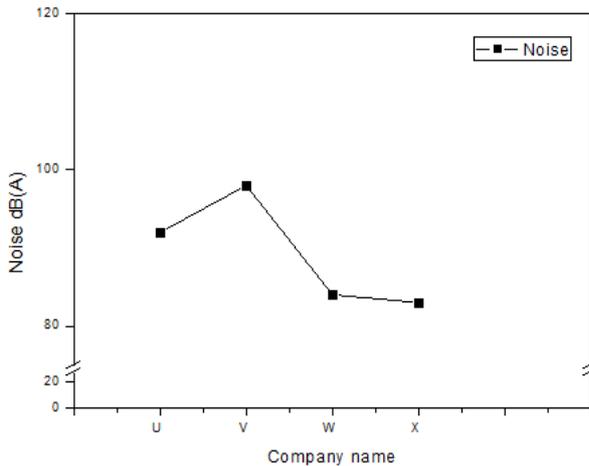


[Figure 6] Noise distribution chart of car part manufacture.

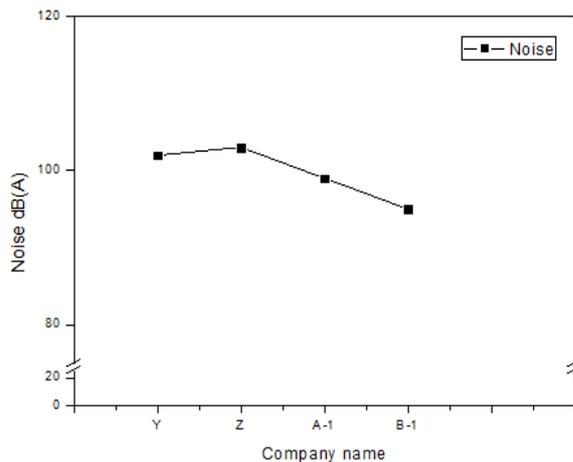
Fig. 5와 같이 기타 제품 제조업종의 소음측정분포 나타내었고, 기타 제품 제조업의 평균소음은 104dB(A)로 나타났다. 기타 제품 제조업종에서 전기밥솥을 제작하는 N회사의 용해로 작업현장에서 92dB(A)로 가장 적게 나왔다. 그리고 악기부품 제조회사인 L회사의 프레스 작업공정에서 111dB(A)로 가장 높은 소음이 발생하였다.

Fig. 6과 같이 자동차 부품제조업종의 소음측정 분포를 나타내었다. 평균소음은 93.4dB(A)로 형성 되어 있다. 자동차 부품제조업종에서 볼트너트를 제작 하는

S회사의 CNC선반 작업현장에서 90dB(A)로 가장 적게 나타났다. 그리고 자동차 내장재 제조 회사인 R회사의 프레스 작업공정에서 97dB(A)로 가장 높게 소음이 발생하였다. 또한 5개 사업장의 모든 작업 현장에서 소음이 90dB(A)을 초과하였다.



[Figure 7] Noise distribution chart of other electronic part manufacture.

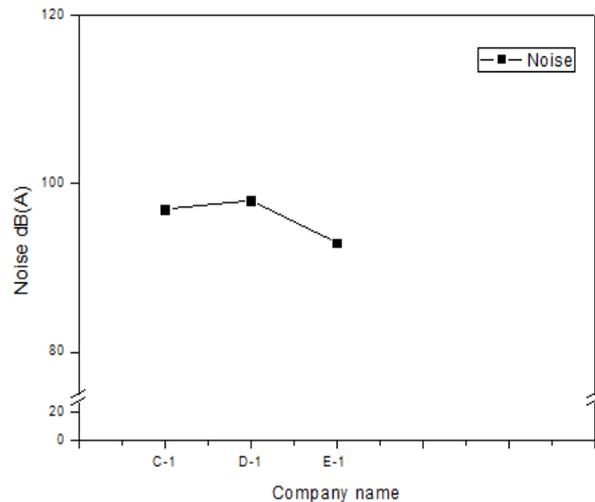


[Figure 8] Noise distribution chart of thin plate, board and compressed wood manufacture.

Fig 7과 같이 그외 기타 전자부품 제조업종의 소음 측정분포를 나타내었다. 업종의 평균소음은 89.3dB(A)로 형성되어 있다. 그외 기타 전자부품 제조업종에서 반도체를 제조하는 X회사의 생산설비에서 83dB(A)로 가장 적게 나타났다. 그리고 전기전자 부품 업체인 V회사의 경우 밀링선반에서 98dB(A)로 가장 높게 소음이 발생하였다.

Fig. 8과 같이 박판, 합판 및 강화목제품 제조업종의 소음측정분포를 나타내었다. 그리고 평균소음은

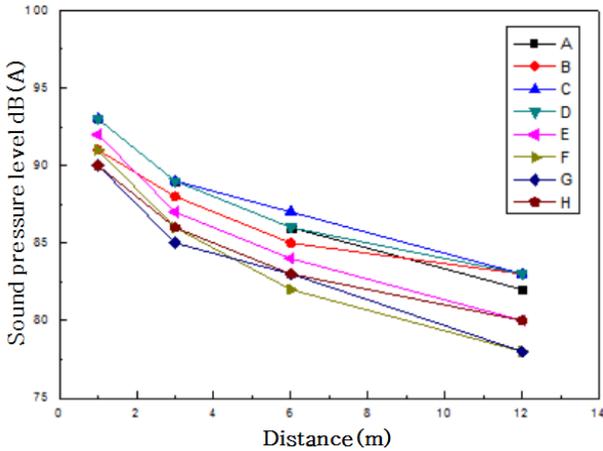
99.8dB(A)로 나타났다. 박판, 합판 및 강화목 제품 제조업종에서 목재의자를 제조하는 B-1회사의 절단 설비에서 95dB(A)로 가장 적게 나왔다. 그리고 목재 합판 제조업체인 Z회사의 재단기에서 103dB(A)로 가장 높게 소음이 발생하였다. 또한 4개 업체 중 절단기를 보유하고 있는 2개 업체에서 평균소음이 98.5dB(A)로 나타났다.



[Figure 9] Noise distribution chart of animal fodder and delicatessen manufacture.

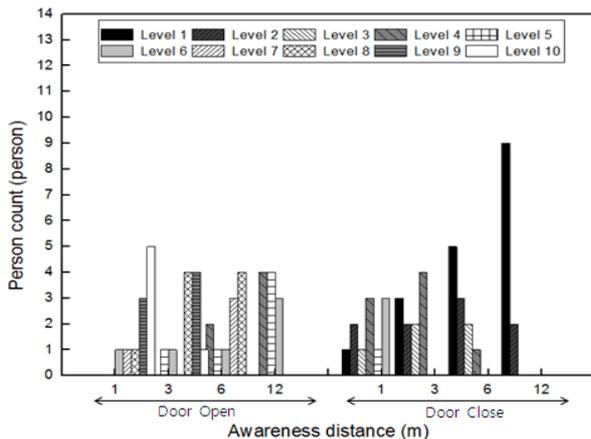
Fig. 9와 같이 동물용 사료 및 조제식품 제조업종의 소음측정분포를 나타내었다. 그리고 평균소음은 96dB(A)로 나타났다. 동물용 사료 및 조제식품업종에서 곡물저장을 하는 E-1회사의 전동기에서 93dB(A)로 가장 적게 나왔다. 그리고 동물사료 제조업체인 C-1회사의 원료투입공정에서 97dB(A)로 가장 높게 소음이 발생하였다. 또한 3개 사업장에서 모두 소음이 90dB(A)을 초과하였다. 공장에서 소음이 90dB(A)이상 초과하는 공정은 소방법에 “경보음이 1미터에서 90dB 이상” 기준을 적용 시 경보음을 인지하는데 많은 영향을 미칠 것으로 판단된다.

Fig. 10과 같이 실내에서 경보음을 측정한 결과 전 제품이 1미터 거리에서 90dB(A)이상의 음량이 발생되어 법적 기준을 충족하였다. 그리고 A 제품은 1미터 거리에서 93dB(A), F와 G제품은 12미터 거리에서 80dB(A)로 가장 낮게 나타났다.



[Figure 10] The result of the sound level test.

거리별 평균 음량을 계산하면 1미터에서 92dB(A), 3미터에서 88dB(A), 6미터에서 85dB(A), 12미터에서 81dB (A)가 나타났다.



[Figure 11] Test without wearing the ear protection in the 80dB(A) noise of the chiller's sound[6].

공장에는 소음이 발생하는 설비들이 많이 있다. 그중 냉동기의 경우 대부분의 공장에서 필수 설비로 사용되고 있다. 냉동기의 발생소음을 80dB(A) 조건으로 하여 Fig. 11과 같이 거리별로 경보음의 인지정도를 Level 1(전혀 들리지 않는다) - Level 10(매우 잘 들린다)로 평가하였다. 또한 평가는 복도에 화재 경보장치가 있는 조건으로 하였다. 평가결과 기기실문을 열었을 경우 12미터 거리에서 Level 4이하의 인지정도가 나타났으며, 닫았을 경우 3미터 거리에서 64%의 피험자가 Level 3 이하로 나타내었고 6미터 거리에서는 91%의 피험자가 Level 3이하로 나타내었다. 그리고 12미터 거리에서는 100%의 피험자가 Level 2이하로 인지하였다. 따라서

소음이 높고 이격 거리 및 주변 방해요소가 있을 경우 경보음 인지에 많은 영향을 주는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 인천광역시 내의 31개 공장을 대상으로 소음을 측정한 결과 평균소음이 96.8dB(A)로 나타났다. 이는 국내 경보장치 음량기준(화재경보음 발생장치에서 1미터 떨어진 거리에서 90dB이상)보다 6.8dB(A) 높게 나타났다. 또한 화재경보장치와 작업실과의 이격 거리가 6미터 일때 평균 화재경보장치의 음량이 85dB(A)로 나타났다. 따라서 화재경보음의 음폐효과 (masking effect) 발생으로 인지가 어려울 것으로 판단된다.
2. 31개 공장 중 기타제품제조업에서 평균소음이 104dB(A)로 가장 높게 나타났다. 그리고 그 중에서도 악기부품을 생산하는 프레스공정에서 111dB(A)로 가장 높게 나타났다. 산업안전보건법에 의하여 소음 발생시 난청을 예방하기 위해 방음보호구를 착용하도록 법으로 규제하고 있다. 따라서 방음보호구 착용 시 소음이 저감 [20-30dB(A)]하게 되어 화재경보음 인지가 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. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 현장의 특성을 반영한 성능위주설계가 되어야 한다고 판단된다.

5. Reference

[1] National Fire Protection Association(NFPA) (2010), National Fire Alarm Code(NFPA 72).

[2] Min-Joo Lee, Hyung-Bo Shim, In-Sung Hwang, Myung-Jun Kim(2008), "Experimental Study on the Sound Attenuation by the Characteristics of Fire Alarm Signal in the Residential Space", Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems Journal Fall Conference, 2008(10): 225-231.

- [3] Ministry Of Public Administration And Security(2009), National Fire Safety Code (NFSC), 201.
- [4] Eun-Sun Baek, Geon-Jong Baek, Hoon Shin, Gil-Soo Jang(2009), "An Experimental Study on the Acoustic Characteristics of Fire Alarm Sound due to Voltage Variation", Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems Journal, 3(1): 10-15.
- [5] Korea Occupational Safety Health Act, Part of health measure(2013).
- [6] Young-Sam Lee, Dong-Ho Rie(2013), "A Study on Awareness Rate of the Fire Alarm Sound in the Factory", Journal of KOSHAM, 13(2):163-173.

저자 소개

이영삼



현재 세영 E&D 안전컨설팅 기술사사무소 소장
관심분야 : 화재 일반