[Research Paper]

실내공기질 가스센서를 이용한 화재감지 유효성에 대한 실험적 연구

최정민[†] · 박계원 · 정재균^{*} · 이용권^{**} · 김길남^{***} · 최두찬^{****} · 고민혁^{*****}

한국화재보험협회 부설 방재시험연구원 화재환경연구센터 책임연구원,

^{*}한국화재보험협회 부설 방재시험연구원 화재환경시스템팀 수석연구원,

^{**}삼우산기(주) 부설연구소 소장, ^{***}삼우산기(주) 개발팀 대리, ^{****}한방유비스(주) 대표이사,

^{*****}한방유비스(주) 방재연구소 주임연구원

Experimental Study on the Availability of Fire Detection Using Gas Sensors for Air Quality Measurement

Jung-Min Choi[†] · Kye-Won Park · Jae-Gun Jeong^{*} · Yong-Kwon Lee^{**} ·
Gil-Nam Kim^{***} · Doo-Chan Choi^{****} · Min-Hyuk Ko^{*****}

Senior Researcher, Fire Safety & Building Environment Research Team, Fire Insurers Laboratories of Korea,

^{*}Principal Researcher, Fire Safety & Building Environment Research Team, Fire Insurers Laboratories of Korea,

^{**}Vice President, Samwoo Instrument, INC, ^{***}Research Engineer, Amwoo Instrument, INC,

^{****}CEO, KF UBIS Co., Ltd., ^{*****}Assistant Researcher, KF UBIS Co., Ltd.

(Received November 20, 2020; Revised December 3, 2020; Accepted December 3, 2020)

요 약

실내 공기질 측정에 사용되는 가스 센서들을 대상으로, 화재감지 센서로서의 활용 유효성을 확인하기 위한 실험을 진행하였다. 이를 위해 구획실(ISO 9705 표준 화재실)내 유류화재 환경을 구현하고, 구획실 내부에 실내공기질 측정기에 사용되는 저정밀 가스 센서류와 상대적으로 고정밀 센서류 각 4종(일산화탄소, 이산화탄소, 메탄, 총휘발성유기화합물)을 설치하여 시험시작부터 화재에 의해 자동식 열감지기가 작동하는 시점까지 센서 출력신호의 경향성을 분석하였다. 그 결과, (1) 고정밀 및 저정밀 4종 센서들 중에서 CO 및 t-VOC 센서가 화재 환경에 대해 측정값의 변화량과 응답시간 측면에서 유의미하게 작동하였고, (2) CO₂ 및 CH₄ 센서의 경우 앞의 2종 센서에 비해 응답시간이 상대적으로 늦게 나타나, 화재감지 측면에서는 장점을 보이지 못하였다. (3) 특히, 상대적으로 저정밀 및 저가형 CO, t-VOC 센서로도 화재감지 시점을 유추할 수 있는 변화량과 응답시간 특성을 뚜렷하게 보였다. 다만, 본 연구에서는 액체 가연물(헵탄)을 화원으로 적용하였기에, 향후 일반 고체 가연물을 적용한 환경에서의 분석이 필요하다고 판단된다.

ABSTRACT

This study tested gas sensors used to measure indoor air quality to explore the feasibility of using them as detection sensors in case of fire. A B-class fire environment was implemented in the compartment (ISO 9705 standard fire room), and four types of high- and low- accuracy and priced gas sensors (Carbon monoxide, carbon dioxide, methane, t-VOC) used for indoor air quality measurement were installed. From ignition of the fuel to alarming of the heat detector, the responses from the sensors were analyzed. The results revealed the following: 1) Among the four types of sensors, CO and t-VOC sensors were effective as fire detection sensors in terms of their concentration increase and response time. 2) Low-accuracy CO₂ and CH₄ sensors were not effective in fire detection as they responded late relatively to CO and t-VOC sensors. 3) It was confirmed that low-accuracy gas sensors are feasible for use for fire detection in that they showed valid increase in concentration before the heat detector alarms. However, as only liquid combustible (Heptane) was applied as a fire source, analysis in an environment where different types of combustibles are used will be necessary in the future.

Keywords : Gas sensor, Air quality, Fire alarm, Heat detector, Fire detection

[†] Corresponding Author, TEL: +82-31-887-6636, FAX: +82-31-8873-6680, E-Mail: jmchoie@kfpa.or.kr

© 2021 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

1. 서 론

1.1 연구목적

최근 대기중 미세먼지 증가와 더불어 실내공기질에 대한 대중의 관심도가 급격히 높아지고 있으며 IoT 기반의 공기질 측정기기가 출시되면서 일반 가정에서도 이를 사용하는 사례가 점점 많아지고 있다. COVID-19로 인한 실내 활동시간의 증가 역시 실내 공기질에 대한 관심을 높이는 데에 일조하고 있다. 이들 실내 공기질 측정기기는 온습도 센서와 미세먼지 센서를 기본으로, 제품에 따라 이산화탄소, 일산화탄소, 총휘발성유기화합물 센서를 탑재하고 있다. 이들 센서를 이용하여 화재감지 신호를 도출할 수 있다면, 일반 사용자에게 화재감지 정보를 알려주어 소중한 인명 및 재산피해를 낮출 수 있을 것이다.

본 연구에서는 실내 공기질 가스센서가 화재를 어느 정도 감지해 낼 수 있을 것인지에 대한 역할 가능성 및 기여 정도를 분석하기 위한 실험적 연구를 진행하였다. 이를 위해 보급형 실내 공기질 측정기기에 사용되는 저가형 가스 센서류를 선정하고 일정한 화재 시나리오를 설정하여 반복 실험을 진행하였고 아래 항목의 검증을 목표로 하였다.

- 1) 실내 공기질 센서류 4종 가운데 유효하게 화재감지를 할 수 있는 센서류의 선정
- 2) 유효한 화재감지시 센서 출력의 변화량 확인
- 3) 반복실험 데이터 분석에 의한, 고정밀 센서와 저정밀 센서의 반응성 비교분석

1.2 선행연구 동향

선행연구 문헌고찰을 통해 드러난 한계점을 보완하기 위해 고정밀도 및 고가형 센서류에 대한 실험도 동시에 진행하여 상호 비교하고자 하였다.

Lee 등⁽¹⁾은 기존 공동주택의 실내공기질 실태에 대한 실증적 연구를 통해 포름알데히드(HCHO) 및 t-VOC가 세계보건기구의 권장치를 초과하는 것으로 보고했고, Kim 등⁽²⁾은 실내 건축자재가 온도 상승에 따라 방출하는 VOC의 양을 해석하였으며, Lee 등⁽³⁾은 초미세먼지, 이산화탄소, VOC 및 온습도 센서를 갖춘 통합 센서를 통해 공동주택 실내공기질의 제어방안을 연구하였다. 이와 같이, 기존 실내공기질 센서를 대상으로 한 연구에서는 이들을 통한 화재의 감지 또는 이상환경 인지에 대한 부분이 수행되지 않았다.

한편, 기존의 전통적인 방식의 열 및 연기를 이용한 화재감지기 이외에도 Song 등⁽⁴⁾은 공정설비의 화재감지를 위한 일산화탄소 센서 적용 연구를 진행하였고, Lee 등⁽⁵⁾은 화재의 조기감지를 위한 방안으로서 전기화학식 일산화탄소 센서를 선정하여 이에 대한 특성을 실험하였다. Jeong⁽⁶⁾은 일반 단독경보형감지기에 일산화탄소 센서를 추가하여 화재에서 발생할 수 있는 불완전연소가스를 감지할 수 있는 기술에 대해 연구하였다. 가스센서류와 화재에 초점을 맞춘 선행 연구에서는 화재 환경에서 불완전 연소의 결과

물로 발생하는 일산화탄소에 집중하여 이를 감지할 수 있는 센서를 특정 목적에 적용하고자 하는 연구 위주로 수행되어왔다.

최근에는 Choi 등⁽⁷⁾이 연기감지기 감도시험기 환경 및 UL 268 종이화재실험 환경에서 실험한 결과, 실내공기질 측정인자들 가운데 미세먼지(PM 1.0, 2.5, 10) 및 포름알데히드, 일산화탄소가 화재감지 인자로 적용 가능한 것으로 보고하였으며, 이들 인자의 병행측정을 통해 화재감지기의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 가능성을 확인한 바 있다. 단, 이 실험에서는 저가형 포터블 방식의 공기질 측정기만을 사용하여 개별 센서의 정확성 등 성능을 파악하지 못한 한계점을 지녔다.

2. 실험장치 및 실험대상

2.1 화재실

ISO 9705 (Reaction to fire tests - Room corner test for wall and ceiling lining products - Part 1: Test method for a small room configuration)⁽⁸⁾에서 규정한 표준 구획실을 이용하였으며, 가로, 세로, 높이는 내측 기준으로 각각 2.4 m, 3.6 m, 2.4 m이다. 이 시험방법은 자연 환기 조건에서 1개의 출입구가 있는 소규모 공간에서의 화재시험방법을 기술하며, 구획실 내부는 밀도가 500 kg/m³에서 800 kg/m³ 및 최소 시공 두께 20 mm인 비연소성 물질로 마감하였다. 이때 출입구는 구획실의 짧은 변 중심에 위치하며, 폭 0.8 m, 높이 2.0 m이며 별도의 개폐용 문은 없이 개방된 상태로 유지된다.

2.2 화원

직경 20 cm의 원형 팬에 n-Heptane을 200 ml을 담아 화원을 구성하였다. 이는 착화 후 약 3 min 내외 연소가 지속되는 양이다. 팬은 구획실의 출입문에서 왼쪽 대각선 끝의 바닥에 놓았다.

2.3 실험대상 가스센서

구획실 천장면 중심부에 고정밀형 및 저정밀형 가스센서를 설치하였다. 각 센서의 측정방식 및 측정범위 등을 Table 1에 나타내었다. 고정밀 가스센서의 경우 분해능, 정확도에 대한 정보가 데이터시트 형태로 제공된 데에 반해, 저정밀 가스센서는 이들 정보가 제공되지 않았다. 실험에 사용한 가스센서의 측정 방식 가운데 Non-dispersive infrared (NDIR) 방식은 방사된 적외선이 대상 가스의 분자 진동을 일으켜, 특정 파장의 적외선이 흡수되는 현상을 이용하여 가스를 감지하는 방식이다. 적외선의 투과율은 대상 가스의 농도에 따라 결정되는데, 정확도가 높은 만큼 일반적으로 중고가 이상의 가격을 형성하고 있다. 전기화학식 (Electrochemical) 가스센서는 대상 가스와 반응하여 전기신호를 생성하는데, 이때 대상 가스의 농도에 비례하는 전류를 발생시켜 그 전류의 세기를 통해 가스농도를 측정하

Table 1. Specifications of Gas Sensors Installed in the Test Room

Gas sensors	Products of high accuracy and price				Products of low accuracy and price			
	CO ₂	CO	CH ₄	t-VOC	CO ₂	CO	CH ₄	t-VOC
Type of measurement	NDIR	electroche-mistry	NDIR	Semicon-ductor	electroche-mistry	Semicon-ductor	Semicon-ductor	Semicon-ductor
Measurement range (unit)	0~3%	0~1,000 ppm	0~5,000 ppm	0~60,000 ppb	0~1%	10~10,000 ppm	300~10,000 ppm	10~1,000 ppm
Resolution	0.001%	1 ppm	1 ppm	1 ppb	-1)	-1)	-1)	-1)
Accuracy	3% ± 300 ppm	± 3% F.S.	± 3% F.S.	± 15%	± 100 ppm	-1)	-1)	-1)
Zero-calibration	Capable	Capable	Capable	Not capable	Not capable	Not capable	Not capable	Not capable
Retail price (KRW)	210,000	430,000	235,000	323,000	83,000	17,000	17,000	17,000

Note 1. Not provided by the manufacturer

Note 2. All information are provided by the manufacturer.

Figure 1. Schematic of the experiment.

는 원리이다. 감지 대상 가스를 선택적으로 분해하여 농도에 비례하는 전류를 형성시켜주는 반응전극, 실제 산화 또는 환원 반응이 일어나는 대전극, 그리고 작용전극에 일정 전위를 유지시켜주는 기준전극으로 구성되어 있다. 그러나 고농도의 대상 가스에 노출될 경우 가스센서의 수명이 극히 짧아질 수도 있는 한계점이 있다. 반도체식 가스센서는 반도체 표면의 화학적인 상호작용에 의해 표면 전도전자의 밀도가 변화하는 원리를 이용한다. 센서 구성이 용이한 장점이 있으나, 특정 가스만을 선택적으로 감지하기 보다는 일반적인 유독가스 및 가연성 가스에 응답하기 때문에 VOC (휘발성 유기화합물) 감지에 사용된다.

2.4 기타 측정인자

2.3의 가스센서 이외에도, 구획실 천장 중심에 차동식 열감지기와 K-type 열전대를 설치하였다. Figure 1에 사용된

Figure 2. Photo of the experiments.

표준 구획실은 복도나 홀 공간이 아닌 실내를 구성하는 방을 대표하기 위해 선정된 것으로서 방에 흔히 설치되고 있는 차동식 열감지기를 설치하여 실내공기질 센서와의 응답 특성을 비교하였다. K-type 열전대는 화원으로부터 상승한 연기류가 확산되는 온도를 측정하기 위한 목적이다.

3. 실험방법

실험 개략도를 Figure 1과 2에 나타내었고 시간순에 따른 실험절차를 Table 2에 요약하였다. 2.1의 화재실 왼쪽 끝 구석에 2.2의 팬을 위치시키고, 2.3의 가스센서 및 2.4의 화재감지기 및 열전대를 설치하였다. n-Heptane의 자체 확산에 의한 VOC 등 센서의 반응 여부를 확인하기 위해, 시험 시작 후 3 min간은 구획실 내 n-Heptane이 없는 상태에서 공기질을 측정, 기록하였고 n-Heptane을 팬에 넣고 또 다시 3 min간은 공기질의 측정하였다. 시험시작 6 min 시점에 연료를 점화하였고, 약 3 min 내외 연소가 지속되는 동안 가스센서의 신호값 저장을 이어나갔다. 시험시작 9 min 경과

Table 2. Experiment Procedures

Steps	Test time (mm:ss)	Procedures
1	00:00	Test start
2	03:00	n-Heptane loading
3	06:00	n-Heptane ignition
4	09:00	Flame out due to fuel consumption
5	15:00	Ventilation by fan
6	20:00	Test termination

Figure 3. Ceiling temperature of 10 replications.**Table 3.** Observations at the Experiments (10 Replications)

Test no.	Fire alarm (Heat detector)	Flame out (Fuel consumption)	Test no.	Fire alarm (Heat detector)	Flame out (Fuel consumption)
1	06:29	08:54	6	06:29	08:50
2	06:27	09:00	7	06:31	08:55
3	06:29	08:56	8	06:34	08:49
4	06:29	08:59	9	06:34	09:01
5	06:35	08:52	10	06:34	08:56
Average fire alarm time		06:31 (31.1 s after ignition)			
Average flame-out time		08:55 (175.2 s after ignition)			

전후 연료 소진으로 화재가 스스로 소화된 후 6 min간은 별도의 조건 변화 없이 가스농도 측정을 계속하고 그 이후 환기팬으로 내부의 연소생성물을 희석 및 환기시킴으로서 다음 회차의 실험을 준비하였다. 이러한 과정을 10회 반복하였다.

4. 실험결과

매회 일정한 양의 n-Heptane을 넣고 점화한 결과, 10회에 걸쳐 반복하여 측정된 천장 중심부 온도를 Figure 3에 나타내었다. 연료 점화 후 온도가 상승하기 시작하여 500 s 내에서 최고 온도를 보인 후 감소하기 시작하였다. 10회의 반복시험에서 차동식 열감지기 작동시간은 착화 후 평균 31.1 s 후에, 연료가 소진되어 화재 불꽃이 소멸되는 시점은 착화 후 평균 175.2 s에 관찰되었다.

4.1 고정밀 센서 4종 실험결과

Figure 4의 (a)부터 (d)까지는 고정밀 센서 4종의 측정결과 중 임의의 회차에서 측정된 데이터를 나타낸 것으로, 시험시작부터 최초 3 min간의 측정값을 영점(Zero)으로 보정하여, 화재 환경에 대응하여 변화한 부분만을 나타낸 것이다. 화재의 성장 정도가 천장 온도에 나타난다고 할 때, 화재로 인한 연소가스에 대한 가스센서 4종의 반응 경향성을 살펴볼 수 있다. 공통적으로 연료 착화 후부터 차동식 열감

지기 작동 이전 시점까지 CO와 t-VOC는 착화 전보다 증가한 수치를 보였음에 비해 이산화탄소와 메탄은 열감지기 작동시험 이후가 되어야 농도의 변화를 보였다.

Table 4는 Figure 4와는 달리, 최초 3 min간의 측정값을 보정하지 않고 최초 3 min 및 열감지기가 작동한 시점에서 각각의 측정값을 나타낸 것이다. CO의 경우 착화 후 15 s가 지난 때부터 증가하기 시작하여 열감지기 작동 직전에는 Table 4와 같이 평균 6.1 ppm까지 증가하였다. 이에 비해 CO₂는 CO 대비 더딘 증가 움직임을 보여주었다. 500 s 부근에서 편평한 그래프 경향을 보인 것은 센서의 최대 측정범위가 3%이기 때문이다. CH₄ 역시 CO₂와 마찬가지로 열감지기보다 후행하여 증가량을 보였으며, 500 s 부근에서 편평한 그래프 경향을 보인 것은 최대 측정범위가 5,000 ppm이었기 때문이다. 한편, t-VOC의 경우 CO와 마찬가지로 열감지기보다 앞서서 움직임을 보여주었는데 감지기 작동 직전의 농도는 최대 3.8 ppb까지 증가하였다.

4.2 저정밀 센서 4종 실험결과

저정밀 센서의 경우 정확도 및 측정범위가 고정밀 센서 대비 제한되었으며, 이는 측정 원리와 가격적인 측면에 기인한 것으로 생각된다. Figure 5의 (a)부터 (d)까지는 저정밀 센서 4종의 측정결과 중 임의의 회차 데이터를 나타낸 것이며, 시험시작부터 최초 3 min간의 측정결과를 영점(Zero)으로 하여 보정한 것이다. (a)는 CO, (b)는 CO₂, (c)와 (d)는

Figure 4. The results of high-accuracy and price gas sensors.

Table 4. Concentration Increase of Gas Sensors of High Accuracy and Price due to Fire Smoke (10 Replications)

Contents		Average concentration for 3 min	Concentration at heat detector alarming	Concentration increase
Test duration (mm:ss)		00:00~03:00	06:30	-
Measurement	CO (ppm)	1.6	6.1	+4.4
	CO ₂ (%)	0.084	0.119	+0.035
	CH ₄ (ppm)	8.2	10.1	+1.9
	t-VOC (ppb)	1.0	3.8	+2.8

Note. The concentrations are the average of 10 replications.

각각 CH₄ 및 t-VOC이다. CO₂를 제외하고는 모두 연료 착화 시점부터 열감지기 작동 이전의 구간에서 착화 이전 대비 일정한 농도 증가 경향을 보이는 것으로 관찰되었다.

Table 5는 Figure 5와는 달리, 최초 3 min간의 측정값을 보정하지 않고 최초 3 min 및 열감지기가 작동한 시점에서 각각의 측정값을 나타낸 것이다. CO의 경우 시험시작 최초 3 min간의 평균 농도는 19.4 ppm으로 나타나다가 열감지기 작동 직전에는 26.5 ppm으로 증가하여 +7.1 ppm의 증가량을 보였다. CH₄의 경우 초기 3 min 평균농도 20.9 ppm에서 26.7 ppm으로 +5.8 ppm 가량 증가한 모습을 보였으나, 제조사로부터 제공받은 사양서에 따르면 이 센서의 측정 최저값은 300 ppm으로서 이번 실험 시나리오에서 측정된 값

들은 모두 이 값 미만에 해당하여 측정량과 노이즈(Noise)가 혼재되어 있는 것으로 판단된다. 또한 이 센서는 반도체식 방식으로 표면의 화학반응에 의한 전압 변화에 따라 농도를 감지하는데, 제조사 매뉴얼에 따르면 수분에 취약한 특성을 지니며 건조한 환경에서 사용을 권장하고 있다. Figure 4의 (c)에 측정된 고가형 센서의 값과 비교했을 때 저가형 센서는 화재 환경에서 사용하는 것이 적절치 않을 수 있다고 판단된다. t-VOC의 경우 실험 초기 3분 평균값 34.5 ppm에서 40.1 ppm으로 +5.6 ppm 증가하였다. 이 센서의 측정범위는 10 ppm부터 1,000 ppm까지로서 측정된 값들은 유효한 범위에 속하였다.

고정밀 센서 측정결과인 Table 4와 저정밀 센서 측정결

Figure 5. The results of low accuracy and price gas sensors.

Table 5. Concentration Increase of Gas Sensors of Low Accuracy and Price due to Fire Smoke (10 Replications)

Contents		Average concentration for 3 min	Concentration at heat detector alarming	Concentration increase
Test duration (mm:ss)		00:00~03:00	06:30	-
Measurement	CO (ppm)	19.4	26.5	+7.1
	CO ₂ (ppm)	400	430	+30
	CH ₄ (ppm)	20.9	26.7	+5.8
	t-VOC (ppm)	34.5	40.1	+5.6

Note. The concentrations are the average of 10 replications.

과인 Table 5에서 시험시작 후 3 min간의 평균값을 서로 비교하면, 전자의 경우 표준 대기조성과 유사한 값들이나, 후자의 경우 상대적으로 높은 값을 보였다. 예를 들어 고정밀 CO 센서는 시험 전에 1.6 ppm을, 저정밀 CO 센서는 19.4 ppm으로 기록되었다. 이는 고정밀 센서의 경우 제로 교정 기능이 있어 사용 전에 교정을 실시했으며, 상대적으로 저정밀 센서의 경우 낮은 농도에서 측정 신뢰성이 떨어지기 때문이다.

4.3 실험 관찰사항 및 소결

설정된 하나의 시나리오에 따라 반복된 10회의 실험을 통해 다음 사항을 관찰하였다.

1) 실험에 사용된 가스센서들은 모두 화재 연소가스에 반복적인 변화를 보였다. 두 가지 그룹의 가스센서 가운데 CO, t-VOC 센서는 차동식 열감지기 작동보다 먼저 유의미한 변화량을 보였으나, CO₂ 및 CH₄ 센서는 응답속도가 앞의 두 센서에 비해 늦은 특성을 보였다.

2) CH₄의 경우 고정밀 센서는 CO 및 t-VOC 센서 대비 느린 응답속도를 보였으나, 저정밀 센서는 앞의 두 종류 센서와 동등한 수준의 응답속도를 보였다. 이는 센서의 정밀도에 의한 차이라기 보다는 측정 방식의 차이에서 기인한 것으로 판단된다. 즉 고정밀도 센서가 채택하고 있는 NDIR 방식은 샘플 가스가 일정한 용적의 셀을 통과하면서 보이는 광학 특성으로부터 농도를 계산하나, 저정밀도 센서가

채택한 반도체 방식은 샘플 가스가 감지부에 접촉하는 것과 동시에 반응이 일어나기 때문에 상대적으로 빠른 응답을 보였다고 할 수 있다.

3) 저정밀 가스센서의 경우 센서의 측정하한값 이하의 범위에 대해서는 고정밀도 센서에 비해 상대적으로 노이즈(Noise)가 많이 포함되어 있었다.

4) 그럼에도 불구하고 설정된 화재실험 시나리오(구획실, 연료량·위치, 센서위치)에서 저정밀 센서 2종(CO, t-VOC)은 화재감지 신호를 표시할 수 있는 유의미한 변화량 및 응답속도를 보였다.

5. 결론 및 한계점

이번 실험은 실생활에서 사용도가 점점 높아지는 공기질 측정기에 사용되는 가스 센서류를 대상으로, 이들 보급형 센서들이 화재 초기 상황에서 어떠한 응답특성을 보일 것인지를 확인하였다. 하나의 화재 시나리오를 설정한 후, 먼저 1) 기존 차동식 열감지기 대비 실험대상 센서류가 어떠한 출력을 보이는지 확인하였고, 2) 실험대상으로서 보급형 저정밀 가스 센서류의 성능 정도를 비교하기 위해서 비교적 중고가에 형성되어 있는 고정밀 가스 센서류도 함께 설치하여 상호 공통점과 차이점을 확인하였다. 그 결과 CO와 t-VOC에 대해서는 고정밀 센서와 저정밀 센서 공통적으로 화재 환경에 일정한 반응을 보여, 향후 화재환경 인지를 위한 주요 인자로서 검토할 필요성을 확인할 수 있었다.

그러나 이번 실험에서 설정한 화재 시나리오가 구획실 내 구석의 유류화재에 국한되었다는 점이 한계점으로 지적될 수 있으며, 이에 따라 향후에는 환기조건 및 연료의 종류와 위치에 따른 실험이 요구되며, 해당 시나리오에서의 반복성과 재현성 역시 검증되어야 할 것이다. 또한 이번 실험에서는 센서의 설치 위치가 구획실 천장 중심으로, 화재의 영향을 비교적 빨리 받을 수 있는 장소가 선정되었다. 향후에는 센서류의 위치를 변화시켜, 연소 생성물 확산의 상대적 거리에 대한 요인도 함께 연구되어야 할 것이다.

후 기

본 연구는 산업통상자원부의 산업기술혁신사업(과제번호 20010206)의 지원을 받아 수행되었으며 관계제위에 감사드립니다.

References

1. Y. G. Lee and C. N. Kim, "A Field Survey on Indoor Air Quality of the Existing Apartment Houses", Journal of the Architectural Institute of Korea Planning and Design, Vol. 20, No. 11, pp. 327-334 (2004).
2. S. S. Kim, M. S. Yeo and K. W. Kim, "Numerical Analysis of the Indoor Air Quality and VOC Emission from Building Materials with the Temperature Variation", Journal of the Architectural Institute of Korea Planning and Design, Vol. 24, No. 3, pp. 233-240 (2008).
3. H. J. Lee, J. R. Ryu, M. H. Chung, M. G. Kim and H. Sang, "Optimal Control Method of Indoor Air Quality in Apartment Using Integrated Sensor for Indoor Environment", Proceedings of the Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea, pp. 108-110 (2019).
4. W. C. Song, B. G. Cho, N. S. Kim, J. H. Kim and S. T. Kim, "Characteristics of Gas Sensor Due to CO Concentration for Fire Alarm System", Proceedings of the Korean Institute of Electrical Engineers, pp. 1159-1160 (2017).
5. D. H. Lee, M. J. Kim, S. M. Lee and J. G. Son, "A Characteristic Experiment of Electrochemical CO Sensor Module for Early Fire Detection", Proceedings of the Korean Institute of Electrical Engineers, pp. 81-82 (2014).
6. J. J. Jeong, "Study on the Development of CO-hybrid Single Station Detector", Proceedings of Korean Society of Hazard Mitigation, Vol. 13, No. 6, pp. 265-270 (2013).
7. S. G. Choi, J. S. Young, S. M. Park, Y. J. Nam and S. K. Kim, "Basic Research on Potential Application of Fire Detection by Measuring Fire Detection Tendency of Indoor Air Quality Measurement Factors", Fire Science and Engineering, Vol. 34, No. 1, pp. 37-46 (2020).
8. ISO 9705, "Reaction to Fire Tests -Room Corner Test for Wall and Ceiling Lining Products - Part 1: Test Method for a Small Room Configuration", Geneva (1994).