J. Korean Soc. Hazard Mitig.
Vol. 15, No. 6 (Dec. 2015), pp. 261~269
http://dx.doi.org/10.9798/KOSHAM.2015.15.6.261

ISSN 1738-2424(Print)
ISSN 2287-6723(Online)
www.kosham.or.kr

소방방재

화재용 특수 장비의 모사 평가를 위한 표준화와 향후 과제

Standardization and Future Challenges for the Replication Evaluation of Special Equipment for Fire Disaster

박지원* · 이정훈** · 전규남*** · 김형준**** · 김현중*****

Park, Ji-Won*, Lee, Jung-Hun**, Jeon, KyuNam***, Kim, Hyungjun****, and Kim, Hyun-Joong*****

Abstract

Recently, variety of special equipment for the fire disaster have been proposed for more aggressive lifesaving and effective response to various fire environment. The need for standardization has emerged to more effectively take advantage of these special devices in the field. Standardization plays an essential role in the industrial development and stage of technology application. It is necessary to precisely define the target of standardization for efficient standardized. Standardization of a fire disaster, it is possible to divide the system of fire environment, special equipment and evaluate the specialized equipment. There is a need for comprehensive environmental analysis because each region enclose the contents of standardization of new construction. And grading of the technology that is based on the standards must proceed. Maximizing the availability of special equipment through the standardization and grading. At the same time, basis for technological development are provided by the process.

Key words : Special equipment, standardization, grading, fire environment

요 지

최근 화재 환경이 다양해지고 보다 적극적인 인명구조를 위해 화재 대응을 위한 특수 장비가 제안되고 있다. 이러한 특수 장비를 현장에서 보다 효율적으로 활용하기 위해 표준화의 필요성이 대두되고 있다. 표준화는 산업의 발전과 기술의 응용단계에 필수적인 역할을 하고 있다. 효율적인 표준화를 위해 표준화의 대상을 정확하게 규정해야 할 필요가 있다. 화재에서의 표준화는 화재 환경, 특수장비 그리고 특수장비를 평가하는 시스템으로 구분이 가능하다. 각각의 영역은 새로운 구조의 표준화 내용을 내포하고 있기 때문에 포괄적인 환경 분석이 필요하다. 이러한 표준화를 기반으로 기술의 등급화를 진행해야 한다. 등급화를 통해 시스템의 수준을 분석하며, 개발되는 기술의 수준을 가늠할 수 있다. 이렇게 제시된 표준화와 등급화를 통해 특수 장비의 활용도를 극대화 하고 동시에 국내의 특수장비에 대한 기술 발전의 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대 한다.

핵심용어 : 특수 장비, 표준화, 등급화, 화재 환경

1. 서 론

화재는 사람의 의도에 반하거나 고의에 의해 발생하는 연소현상을 의미하는 것으로써 외력을 통해 강제적으로 소화할 필요가 있는 현상으로 규정한다. 지난 10여 년간의 화재 사고는 일정한 성장추세나 감소세 없이 불규칙한 발생수를 보이고 있으며, 이 피해 수준도 일정하게 유지되고 있는 추세이다. 이러한 화재 재난은 물질적인 피해뿐만 아니라 인명피해의

*정회원. 서울대학교 환경재료과학전공 선임연구원(E-mail: rooroun7@snu.ac.kr)
Member. Senior researcher, Program in Environmental Materials Science, Seoul National University
**서울대학교 환경재료과학전공 박사과정
Ph.D Candidate, Program in Environmental Materials Science, Seoul National University
***정회원. KCL 방재기술평가센터 선임연구원
Member. Senior Researcher, Fire & Safety Evaluation Technology Center, KCL
****KCL, 방재기술평가센터 연구원 (E-mail: knjeon@kcl.re.kr)
Member. Researcher, Fire & Safety Evaluation Technology Center, KCL
*****교신저자. 서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부 교수(Tel : +82-2-880-4784, Fax : +82-2-876-2318, E-mail: hjokim@snu.ac.kr
Corresponding Author. Member. Professor, Program in Environmental Materials Science, Seoul National University

가장 직접적인 영향을 주는 재난으로 평가되며, 재난 발생 상황 속에서 인명피해를 최소화 하고자 하는 연구들이 진행되고 있다.

화재 현장은 다음과 같은 이유로 일반적인 접근에 한계가 존재한다.

1) 연소과정에 따른 고열 공간
2) 불완전 연소물들이 형성 시키는 운무
3) 특정 화학물질의 연소에서 발생하는 독성 가스
4) 현장의 특성에 기인하는 불규칙적인 장애물

이러한 장애요인으로 인해 화재를 진압하는 소방관의 진입에 한계가 발생하게 된다. 화재 환경에서 인명구조 및 진압의 주요 기준선은 flashover (전실화재)라는 현상으로 화재가 이 시점에 도달하게 되면 화재의 진압이 실질적으로 불가능한 상황에 놓이게 되며, 내부 온도가 500^{o}C 이상에 도달하게 되며 생존율이 급격하게 낮아지게 된다. Flashover는 화재가 발생하고 3~10분 내에 발생하기 때문에 인명구조를 위해서는 초기 대응이 매우 중요하다. 하지만 앞서 언급하였던 여러 가지 장애요인으로 하여 초기대응이 적극적으로 진행되기 어려우며, 이러한 문제점을 극복하기 위해 다양한 특수 장비가 화재 재난에 도입되고 있다.

특수 장비라는 개념은 다양한 산업 군에서 서로 상이한 개념으로 정의하고 있으나, 일반적으로 각 산업 군에서 일상적으로 활용되는 장비를 제외하고 특수한 환경과 기술을 적용한 장비를 통칭하고 있다. 화재 상황에서는 소화탄을 발사하는 장비, 특수 통신용 중계기 등의 소방관이 직접 들고 움직일 수 있는 장비부터 인명구조용 로봇 및 재난 탐색로봇 등의 간접적 운용하는 장비까지 모두 포괄적으로 포함하는 개념이다.

다양한 형태의 특수 장비가 소개 되고 있으며, 각각의 특수한 용도와 운용방식을 이용한 재난 대응 기술이 제안되고 있다. 하지만 재난 현장에서 그 활용도가 매우 낮은 편에 속하며, 이러한 활용도의 문제는 실제 기술의 개발의 실효성의 문제를 야기하고 있다.

특수 장비의 개발과 활용의 확대를 위해서 표준화와 등급화의 부재가 가장 큰 문제점중 하나로 지적되고 있으며, 본 논문에서는 표준화와 등급화의 개념을 확인하고, 재난 대응을 위한 표준화 대응 사례를 분석 차후 우리가 갖추어야 할 대응 시스템에 대한 논의를 하고자 한다.

2. 표준화의 정의

표준화(Standardization)란 ISO에 따르면 과학, 공업기술 및 경제 분야에 있어서 문제를 되풀이해서 적용할 수 있는 해결책을 부여하는 활동을 의미한다. 표준화라는 활동에 대해 일반적으로 어떠한 규격을 설정하고 이러한 행위를 획일화 하는 과정으로 오해를 하기도 하는데, 일반적으로 평가 방법이나 기술의 형태 그리고 작업 수칙 등도 모두 표준화가 될 수 있으며, 획일화가 표준화의 목표는 아니기 때문에 이에 대한 정확한 이해 또한 중요하다.

앞선 정의에서도 확인 할 수 있지만 표준화란 되풀이 되는 상황을 보다 효율적으로 대응 할 수 있도록 하는 방법을 제안하기 위한 것으로 작업의 효율성을 극대화 하고 반복적으로 시행된 문제점을 보다 빠르게 해결하기 위한 목적이 강하다.

표준화의 목적을 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

1) 제품 및 업무 행위의 단순화와 호환성 향상
2) 관계자 간의 의사소통 개선
3) 전체적인 경제성(자재, 노력 등의 절약) 추구

즉 행위 자체의 방식을 간소화 하고 전체적인 경제성을 극대화 하는 것이 라고 볼 수 있다. 각 산업에서의 표준화의 중요성을 분석한 결과를 나타내면 Fig. 1과 같다. 대부분 산업의 표준화가 매우 중요한 관계에 놓여 있음을 확인 할 수 있으며, 이러한 산업들의 융합기술을 통해 제안되는 화재 재난용 특수 장비의 표준화는 더 더욱 중요하다고 할 수 있다.

표준화는 시대가 변화함에 따라 그 목적이 변화해 나가고 있다. 지난 세기에서의 표준화는 산업의 효율성을 극대화하기 위한 방향으로 제안되었으나, 지금의 표준화는 각 산업에서의 우선권을 이끌어 가기 위한 수단으로 활용되고 있다. 표준화를 통해 하나의 규격이 정해지게 되면 산업에서 생산되는 제품이 그에 맞추어져 제조 되어야 하며, 이를 활용하는 산업 또한 그 제품의 규격에 맞춰 시스템이 설계되어야 한다. 표준화에 의해 표준화의 대상으로 하는 산업의 변화뿐 만 아니라 기반산업들의 변화도 야기 시키기 때문에 이에 대한 효과적인 대응이 필수적이라 할 수 있다. 특히 앞으로 지속적으로 성장이 예측되는 재난용 특수 장비기술은 표준화에 따라 그

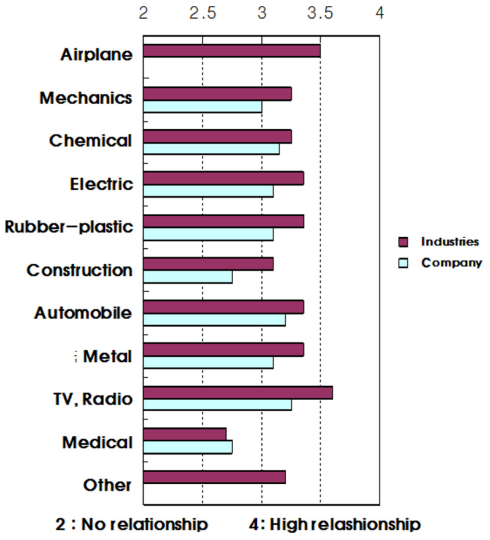

Fig. 1. Relevance of the standardization and industry (KSA, 2005).

시장의 흐름이 변화할 수 있는 가능성을 가지고 있으며, 자국 내 기술을 기반으로 한 기술 시장대응을 위해서 표준화에 대한 대응은 불가피한 상황이다.

3. 특수 장비를 기반으로 한 국외 재난 대응을 위한 표준화

세계적으로 재난 현장에 대한 모사평가와 이를 기반으로 하는 표준화에 대한 관심이 증가하고 있는 추세이다. 다양한 재난 현상에 대한 효과적인 대응을 위하면서도 동시에 재난 대응형 산업군의 발전과 산업적 우선권을 확보하기 위함으로 평가된다. 세계 각국이 가지는 재난 구조의 형태는 그 나라의 재난 유형에 따라 다양하게 구성되고 있다.

재난관리 표준화는 재난관리의 전 과정(예방, 대비, 대응, 복구)을 통일화, 단순화하여 재난관리의 효율성을 제고시키고, 국민의 생명과 재산 피해를 최소화하기 위해 진행되어 왔다. 이러한 재난 대응 시스템은 범국가적인 시스템의 제고에 목적이 있으며, 최근 들어 특수 장비 기반으로 한 표준화 활동을 확대해 나가고 있다.

재난 관리와 관련된 ISO 위원회의 대표적인 사례는 TC 223으로 WG 1(사회 안전관리 프레임), WG 2(전문용어) 및 WG 3(명령/통제/조정/협력) 으로 구성하여 진행해왔다. 재난의 발생 범주와 시스템을 정비한 국가 간의 협력을 중심으로 활동을 진행하였으며, 2015년 부로 TC 292에 합병되어 관리되고 있다.

NIST 등에서는 재난 현장에 대응 가능한 통신 시설 구축과 이를 기반으로 한 재난 대응 시스템을 개발하고 있다. 재난이 발생하게 되었을 때 재난 현장을 분석하고 현장 접근 루트와 대응책을 체계화 하고 이를 기반으로 IoT (사물인터넷) 활용한 광범위적인 재난 대응 시스템을 구축하고 있다. 미국은 기본적으로 광범위한 지형적 특성을 가지고 있기 때문에 모든 시스템이 집적화 되어 있을 수 없다는 단점이 존재하고, 동시에 지역별로 다양한 형태의 재난이 발생되기 때문에 이에 대한 총체적인 대응책을 마련해야 한다는 특징이 존재한다. 이러한 환경적 이슈에 대응하기 위한 통신 시스템의 정비와 이를 기반으로 한 재난 대응 시스템을 구축하고 있다.

Toyota, Hitachi 등에서는 재난 현장에서 인명구조를 위한 시스템적 접근 방식을 제안하고 있다. 지진, 화산폭발, 태풍 및 해일 등의 대형 재난이 자주 발생하고 인명피해에 직접적인 영향을 주는 경우가 다양하게 발생하기 때문에 인명구조를 위한 특수 장비에 대한 개발과 이를 이용한 재난 대응책 구축을 다양한 형태로 제안하고 있다. 드론을 통한 지형 탐색과 재난 현장 분석, 로봇을 활용한 재난현장의 탐색 그리고 인명구조용 로봇을 활용한 이송 등의 시스템을 하나의 체계로 구축하여 재난 현장에 대응하는 연구를 진행하고 있다. 이러한 재난 현장에 대한 접근 방식을 표준화함으로써 다양한 시스템 개발 그룹들이 각각의 프로세스에 해당하는 기술을 대응함으로써 전체적인 시스템의 완성도를 높여나가고 있다.

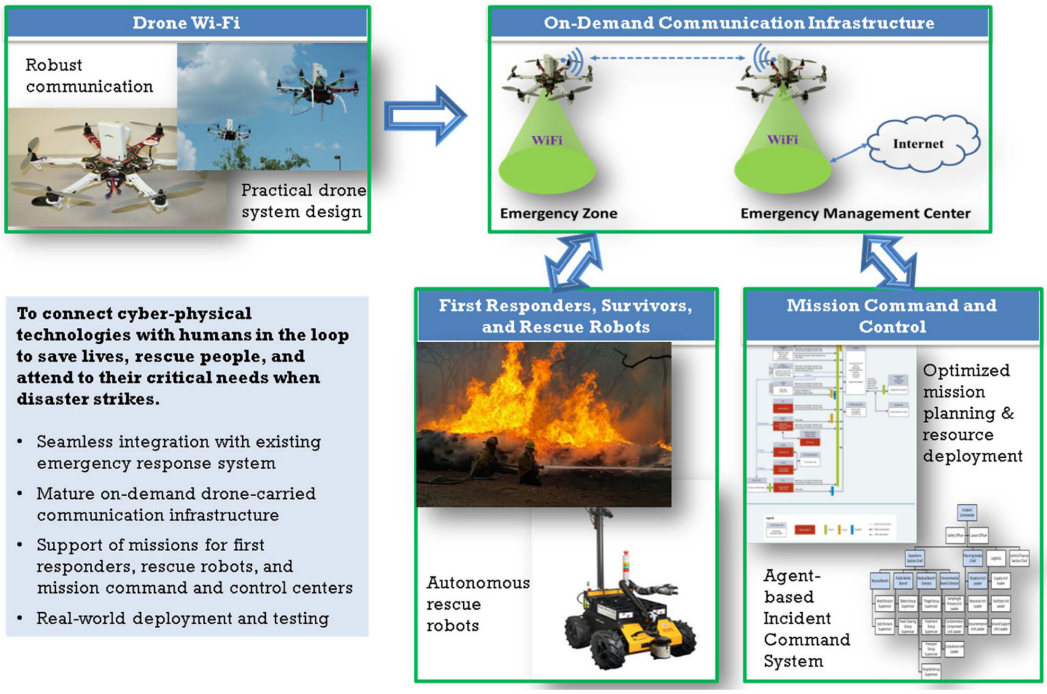

Fig. 2. Smart Emergency Response System (NIST, 2014).

4. 특수 장비의 적용을 위한 화재 환경과 재난 대응 시스템 표준화의 필요성

특수 장비를 기반으로 한 화재 대응 기술의 표준화를 위해서 우선적으로 표준화를 위해 표준화대상에 대한 정의가 필요하다. 즉, 대상을 정확하게 정의하고, 대상을 효율적으로 관리하기 위한 목적에 적합한 표준화 항목을 설정해야 할 필요가 있다. 이를 위해서 무엇을 표준화해야 할지 결정할 필요가 있다. 화재 재난을 대상으로 할 경우 아래와 같이 크게 3가지 경우의 표준화 항목을 고려할 수 있다.

4.1 화재 환경에 대한 표준화

화재 환경에 대한 표준화는 화재의 규모 및 화재 현장에 대한 요소로 구별된 표준화가 진행될 수 있다. 화재에 대한 표준화는 국내외에서 조금의 차이가 있지만 일반적으로 화재를 발생시키는 요인과 그 규모를 기준으로 구분된다.

국내의 화재 기준은 연소원인을 기준으로 구분하고 있으며, A~K까지 총 5개의 화재 구분기준을 가지고 있다. 이 중에서 국제 표준화된 기준에 따라서 크게 A, B, C 등급 총 3개의 분류로 나누고 있다. 이와 유사하게 NFPA(National Fire Protection Agency)에서도 화재를 구분하고 있는 기준은 총 5개이며, 화재를 발생시키는 요인을 기반으로 하여 화재를 분류한다. EU는 이보다는 상세한 기준을 가지고 있으며, 총 7개의 구간으로 표시하는데, 화재의 종류와 그 규모를 병행하여 활용하는데 그 특징이 있다.

이러한 화재 기준들은 화재 원인에 대한 기준정의와 이를 기반으로 한 화재 진압을 목적으로 하고 있다. 이러한 기준은 화재 대응에 있어 초기 진화대응을 주목적으로 하고 있다고 볼 수 있는데, 화재 현장에 대한 표준은 존재하지 않는다. 화재의 현장의 표준이란 화재가 발생하였을 경우 현장에 대응하기 위한 현장 상태 즉, 연기에 의한 운무상태, 기체배기 등에 따른 온도분포 그리고 장애물의 발생 등에 따른 진입구조 등을 표준화 하는 것을 의미한다. 실제 다양한 화재 환경이 존재하게 되고, 일률적으로 형성될 수 없는 환경에 있기 때문에 표준화 작업이 단순하게 진행될 수는 없는 부분이다. 하지만 특수 장비가 활용되기 위해서는 표준화 작업이 필요하다고 할 수 있다. 예를 들어 화재 환경에 의해 발생한 운무에 의

Table 2. Fire classification in NFPA (NFPA, 2015)

CLASSES OF FIRES	TYPES OF FIRES	PICTURE SYMBOL
A	Wood, paper, cloth, trash & other ordinary materials.	
B	Gasoline, oil, paint and other flammable liquids.	
C	May be used on fires involving live electrical equipment without danger to the operator.	
D	Combustible metals and combustible metal alloys.	
K	Cooking media (Vegetable or Animal Oils and Fats)	

Table 1. Fire classification in Korea (Korean Fire Protection Association, 2015)

Fire Grade	Combustion products	Characteristic	Option
A	General	The type of fire to leave the ash after combustion fire as paper, textile, household goods made of plastic, and other various household goods	These segments belong to the classification creteria of professional fire and currently, there are just three classification of A, B and C class fire in the country (In accordane with the ISO7202 classification criteria of the International Organization for Standardization).
B	Oil & Gas	Fire type of flammable liquid and gas such as gasoline, gas oil, alcohol, and LPG that does not leave anything after combustion.	
C	Electric	Fire type which is occured in a state in which the electricity is supplied to elctrical machinery and the fire needs to be extinguished with fire extinguishing agents with electrical insulation.	
D	Metal	In particular, when classifying the metal fire type such as lithium, sodium and magnesium.	
F/K	Cooking oil	When fried container edible oil is overheating, easily catch fire and there is a risk of recurrence of the stick on fire again due to exist of extinct fire which has the risk of recurrence. So, in the past, it has been classified as a fuel fire (B class fire), in recent years, separately classification.	

Table 3. Fire classification in EU (EU, 2015)

Class	Performance description	Fire scenario and heat attack		Examples of products
A1	No contribution to fire	Fully developed fire in a room	At least 60 kW/m^2	Products of natural stone, concrete, bricks, ceramic, glass, steel and many metallic products
A2	"	"	"	Products similar to those of class A1, including small amounts of organic compounds
B	Very limited contribution to fire	Single burning item in a room	40 kW/m^2 on a limited area	Gypsum boards with different (thin) surface linings Fire retardant wood products
C	Limited contribution to fire	"	"	Phenolic foam, gypsum boards with different surface linings (thicker than in class B)
D	Acceptable contribution to fire	"	"	Wood products with thickness ≥ about 10 mm and density ≥ about 400 kg/m^3 (depending on end use)
E	"	Small flame attack	Flame height of 20 mm	Low density fibreboard, plastic based insulation products
F	No performance requirements	–	–	Products not tested (no requirements)

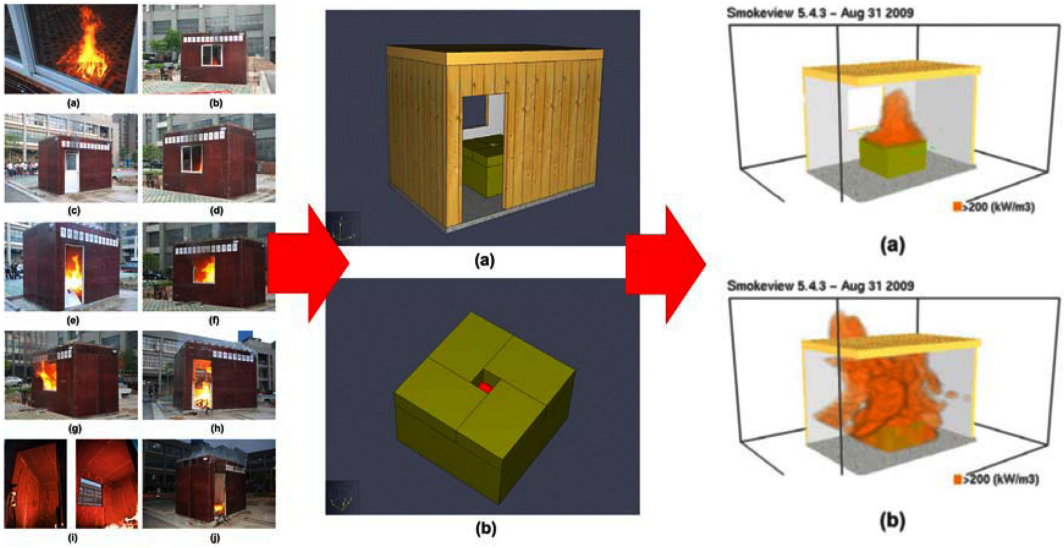

Fig. 3. Fire simulation test compare with real structure test (Yan Xiao, 2012).

해 발생하는 가시권 제한 문제에 있어, 실제 그 정도가 어느 정도이고 이를 모사하고 평가하기 위해서는 어떻게 대응해야 하는가에 대한 정확한 기준이 필요하다고 할 수 있다.

A라는 도시의 한 지역에 노래방건물에서 화재가 발생하였다. 화재 신고가 접수되고 현장까지 B분만에 도착하였다. 현재 불길로 봐서는 플래쉬오버 전으로 평가되며, 내부에 갇힌 인원을 확인하기 위해 특수 장비를 투입하기로 하였다. 건축 도면을 확인해보니 진입로의 계단 폭과 높이는 C, D로 확인되었으며 진입로의 폭은 E로 확인이 되었다. 탈출자의 설명으로는 밖으로 혼란스럽게 나오면서 화분 등이 부서져 바닥의 상태가 매우 불안정하다고 한다.

화재 환경의 표준화는 기본적으로 화재 환경의 변수를 포괄적으로 분석하여 분류와 작업을 진행한 것을 포함하는 개념이다. 다음과 같은 하나의 시나리오를 예상해보자.

위와 같은 시나리오에서 노래방이라는 하나의 변수가 표준화 될 수도 있으며, 노래방이라는 공간이 내포하고 있는 장애물 요소들 또한 표준화가 될 수 있다. 이렇게 DB화된 화재 환경의 표준화는 특수 장비가 활용될 수 있는지를 기준이 되는 가장 기초적인 요소로 분류 할 수 있다. 앞선 시나리오에서 B라는 시간 조건(플래쉬 오버 진입 예상시간), C, D, E 등의 공간적 제약조건, 그리고 불규칙하게 발생 가능한 환경적 요소가 실제 특수 장비 활용의 제약 요소로 작용한다고 가정할 때,

Fig. 4. Classification the ground state of failure factor for robot operation (NIST, 2014).

특수 장비의 이용자는 B, C, D, E 및 기타 추가적인 요소에 대응이 가능한 특수 장비를 선택해야 한다. 그런데 모든 환경에 대응 가능한 특수 장비를 라인업 할 수 없으며, 이러한 문제점을 해결하기 위해 B~E 및 기타 환경요소를 표준화 하고 이를 반영한 평가 시스템을 제안함으로써 사전에 특수 장비의 활용도를 높여 둘 수 있다. 또한 노래방이라는 특수한 공간이 가지는 공통적인 요소를 그룹화 함으로써 사전대응 시나리오를 확보하고, 실제모사평가 시험장등의 시스템을 설계하는데 반경 할 수 있다.

화재 환경을 표준화하기 위해서는 화재발생현장에 대한 포괄적 접근이 필요하다. 화재의 발생에 관련된 시나리오와 장애물의 발생유무 그리고 재난 현장에 특수 장비에 대한 활용 가능성 판단과 적용 시나리오 등이 종합적으로 평가되어야 한다. 각 단계의 시나리오를 평가하고 검증하기 위해서 실험을 기반으로 한 평가가 선행되어야 할 필요가 있다. 실제 화재모델을 만들고 시뮬레이션 등을 통해 유사성을 검증하는 연구들이 진행되고 있으며, 이러한 화재 시뮬레이션을 통한 화재 발생공간에서의 다양한 요소변화를 평가하는 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구결과가 하나의 요소가 됨으로써 장기적인 표준화의 기준으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

환경요소에 대한 표준은 화재 환경을 종합적으로 평가하여 진행 할 수도 있으나, 각각의 인자를 모듈화 하는 방안도 검토할 수 있다. 미국의 NIST가 주도 하고 있는 로봇 장비의 표준화가 그 대표적인 사례로 평가된다.

ASTM E54.08에 의해 규정되고 있는 표준들을 살펴보면, E2801-11(Standard Test Method for Evaluating Emergency Response Robot Capabilities: Mobility: Confined Area Obstacles: Gaps) E2802-11(Hurdles), E2803-11(Inclined Planes), E2804-11 (Stairs/Landings) 등이 존재하며, 로봇이 운행을 하는데 장애요인으로 작동할 수 있는 요소를 개별적으로 모사 평가하고자 설계되었다. Fig. 4는 ASTM에서 규정하고 있는 바닥 장애요인들을 나열한 것으로 다양한 환경요소에서 발생 가능한 인자를 모듈화 하여 표준화하는 작업을 진행하고 있다.

4.2 화재 대응 장비의 표준화

화재 대응 장비의 표준화는 일반적인 산업적 표준화와 유사한 구조를 가지고 있다. 즉, 장비를 모듈화 하여 각 부속품을 접근하는 방식에 대한 표준이 있으며, 완제품으로 제조된 장비의 표준화가 존재할 수 있다. 표준화의 범주를 재난용 특수장비라고 한정하였을 경우 상기의 두 가지 경우에 대한 표준화 결과물은 아직 존재하지 않는다고 보는 것이 맞다. 가령 예를 들어 인명구조용 로봇이라는 특수 장비에 대한 표준을 한다고 가정해보자. 로봇의 부품을 모듈화 하여 통신 장비에 대한 표준화를 한다고 하면, 통신기술에 해당하는 항목들은 표준화가 되어 있다. Zigbee[1], 6LoWPAN[2], BLE[3], LTN[4], 802.11ah[5] 규격 등이 무선통신을 위해 제안되고 있는 표준화 기술들이며, 각각의 기준은 표준화된 방식의 통신을 제공하고 있기 때문에 사용자가 임의로 선정하여 사용하고 그에 맞는 장비로 개조할 수 있다. 그런데 이러한 통신방식이 재난기술에 대응하여 제안된 기술이 아니다. 최근 PTT(Push To Talk), eMBMS, D2D 등의 기술이 재난용 통신기술로 제안되고 있으나 이러한 기술 또한 통신망장비에 해당하며, 특수 장비 등에 적용될 수 있는 단계로 평가되지 못한다. 또한 앞서 언급되었던 무선통신 기술들이 재난 현장에서 어떻게 제한적으로 활용될지가 미지수이기 때문에 이에 표준화 단계를 위한 추가적인 환경평가가 존재한다.

이와 반대로 완제품을 기준으로 표준화를 한다고 가정하면, 로봇의 크기, 동작 방식, 내구성 및 사용자 인터페이스 등이 모두 표준화의 대상이 되어야 하지만 표준화가 된 사례는 없다. 하지만 단순 로봇에 대한 관점에서 살펴본다면, ISO 등에서는 로봇관련 표준화 분과가 6개로 구분되어 있으며, 이는 TC 184그룹으로 명칭 되어 있다. 각분과는 현재 로봇의 정의와 로봇의 안정성에 관한 논의가 가장 활발하게 진행하고 있다. 고려해볼 사항은 ISO/TS 15066으로 인간과 로봇의 충돌

[1]근거리 통신을 지원하는 IEEE 802.15.4 표준 중 하나. 무선 네트워킹 분야에서 10~20 m 내외의 근거리 통신과 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 기술
[2]IETF의 워킹 그룹 중 하나이며, 저 전력 무선 사설 네트워크위에서 인터넷 프로토콜을 사용하기 위한 아키텍처 등을 표준화하고 있는 단체
[3]Bluetooth Low Energy. 헬스케어 및 비콘, 보안기술 및 IoT 기술에 대응하기 위한 저 전력 블루투스 기술
[4]Loss Tolerant Network. 손실내성망으로 데이터 손실이 허용되는 네트워크를 의미. 패킷전달이 불안전한 공간에서 효율적인 데이터 통신을 하기 위한 방식.
[5]WiFi의 연장선상에 있는 기술로 기존 WiFi의 거리와 노드수 및 전력소모 문제 등을 해결한 규격

안정성 즉 로봇이 적용되었을 경우에 인간에게 미치는 안정성 및 이에 대한 안전기술이 매우 중요하게 부각되고 있다는 것이다.

화재로봇과 관련 있는 분과로는 ISO TC 184 SC 2 WG 8 (서비스로봇 분과)로서 로봇의 일반적인 성능의 표준안을 만들고자 하는 목적을 가지고 있다. 특히 여기에서 제시된 시험항목-정격속도(Rated speed), 정지 특성(Stopping characteristics), 경사면 이동(Mobility over the slope), 장애물 극복(Mobility over the sill), 회전(Turning)-기준은 로봇의 주행환경 시험의 요소로 작용하게 될 가능성이 크다고 볼 수 있다. NIST 등에서는 Gaithersburg에 로봇 평가 전문 사이트를 형성하여 로봇에 대한 다양한 평가를 진행하고 있기도 하다.

이러한 표준화작업이 재난 환경에 대한 기술적 접근을 위한 것이 아니고, 로봇단계에서 원천적인 기술의 확보를 위한 표준화로 평가되기 때문에 보다 적극적인 대응이 필요하다고 할 수 있다.

4.3 대응 장비 평가시스템의 표준화

평가 시스템은 실제 어떠한 제품이나 기술의 성능을 구분하는 가장 중요한 역할을 한다. 이러한 평가 시스템은 공인인증된 방식을 통해 진행되며, 표준화된 방법에 의해 정해진 기준을 사용하게 된다. 평가 시스템은 하나의 제품을 이루고 있는 소재에서 부터 각 기능을 구현하는 모듈과 완성된 제품 단계에 이르기 까지 전 단계에 의해 진행된다.

평가 시스템의 표준화는 그 평가를 통해 인증된 제품의 성능을 보장해야 하기 때문에 다각적으로 검토된 시스템의 적용이 필요하다.

이러한 평가 시스템을 구축하는 활동은 미국의 NIST가 가장 활발하게 진행하고 있다. Fig. 5는 장애요인을 평가하기 위해 시험장을 설계하는 사례로써 특정 요인을 체계적으로 분석하기 위한 시험규격을 제안하고 있는 사례이다. 하지만 이

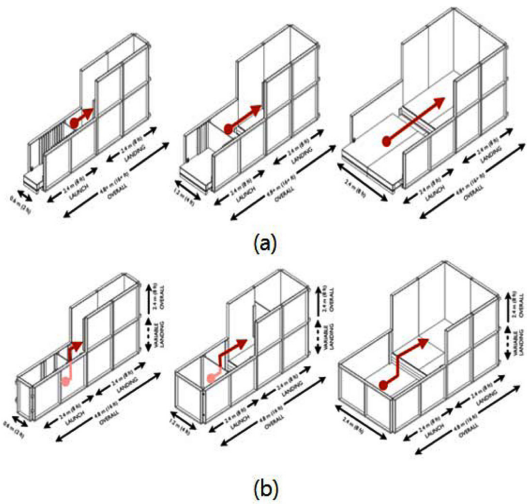

Fig. 5. Grading of obstacles (ASTM E54, 2015).

러한 평가 방식의 설계는 아직 하나의 사례에 불과하며, 모듈화 수준에 머물러져 있다. 재난 현장에 대응이 가능한 평가시스템은 전 세계적으로 구축된 경우가 없으며, 특정 재난 환경을 모사한 경진대회 시스템구축이 현재단계라고 볼 수 있다. 다양한 환경과 이를 종합적으로 평가 할 수 있는 시험장의 설계는 차후 개발될 특수 장비의 성능을 검증하기 위하여 필수적이라 할 수 있다.

5. 화재용 특수 장비의 표준화와 등급화

앞서 표준화의 대상이 정리되었으며, 이를 기반으로 표준화가 진행된다고 할 때 이에 수반되는 작업은 바로 등급화이다. 등급화란 일정한 평가를 통하여 대상의 수준을 하나의 계층에 놓는 일련의 과정을 의미한다. 등급화는 등급 계층의 분화를 기초로 하여 표준화된 평가방법을 통해 특정 대상이 분류되며, 이 분류 체계 내에 포함되는 대상은 일정 이상의 성능 혹은 가치를 지니고 있음을 설명하는 지표로 활용된다. 따라서 등급화의 핵심 요소는 적절한 수준의 등급 계층을 만들어 내고 동시에 이에 대한 적절한 평가 지표를 제시하는 것이다.

등급 계층을 구성하는 방법에는 다양한 표본을 통해 표본의 수준을 분석하고 이를 분류하여 구성하는 방식과 실제 대상의 사용목적에 따라 사전에 분류된 계층에 의해 대상이 만들어지는 경우로 구분이 가능하다. 예를 들어 사과나 배와 같은 농작물은 농작물의 분포를 분석하여 그 가치가 결정되는 반면 자동차와 같은 경우에는 이미 배기량이나 방식 등이 결정되어 져있고 이에 맞추어 제조사가 제조를 하는 경우로 구별할 수 있다.

화재 및 이에 대응하기 위한 특수 장비의 등급화는 크게 두 가지 이슈로 구분 가능하다. 우선 화재 상황에 대한 등급화로써 이는 화재상황에서 발생할 수 있는 다양한 환경이슈에 대한 대응을 하기 위함이다. 화재 상황은 매우 다양하게 발생하며, 특히 내부의 상황은 매우 복잡하게 발생하게 됨. 이러한 화재 상황을 모사한 환경 시험장을 구축한다고 하였을 때, 화재 환경에 대한 다양한 구조물이나 환경에 대한 계층화가 필요하다. 가령 화재 상황에서 고려 가능한 다양한 바닥 재질에 관련된 모사를 진행한다고 하였을 때 그 정도에 따른 등급화가 필요하다. 같은 모래 바닥이라고 하더라도 모래의 입자크기, 모래의 사이즈 등에 따라 로봇 등의 움직임에 영향을 주는 수준이 달라지기 때문이다. 하나의 경우를 가지고서 대표적으로 평가를 진행할 수도 있으나, 등급화를 통해 적절한 수준에 맞는 특수 장비 활용대응이 가능 할 수 있다.

두 번째는 이에 적용될 로봇의 등급화에 관한 것으로써 실제 특수 장비를 이루고 있는 구성 모듈 단위에서 부터 조립이 완성된 제품까지 모두 등급화의 필요성이 있다. 실제 모듈의 적용환경과 그 내구성 등을 고려한 등급화를 통해 다양한 화재 현장에 대한 적용 가능성 모색이 필수적이다.

특수 장비의 등급화는 단위 모듈의 성능에 대한 지표를 나타내는 것으로써 예를 들어 열에 대한 내구성 지표를 통해 등급화를 한다고 하였을 경우, 화재 정도에 따라 발생하는 온도 및 환경에서 노출되는 온도를 평가하여 적용 가능한 특수 장비의 등급이 구분될 수 있다. 또한 이에 적용되는 모듈단위별 부품의 등급이 구분되고 따라서 각 모듈단위의 제품 경쟁력의 확보뿐만 아니라 수요자입장에서 소재/부품의 관리가 가능 할 것으로 예측된다.

등급화에 따라 얻을 수 있는 장점은 다음과 같이 정리된다.

* 제품 및 모사 환경에 대한 수준을 한 번에 파악 가능
* 기술의 파급단계에 있어 현 기술 수준에 대한 판별이 쉬움
* 제품생산단계에서의 시장 경쟁유도가 가능하며, 적절한 수준의 제품으로의 대응을 확대함으로써 제품의 경쟁력을 확보
* 소비자 관점에서 로봇에 대한 사용 성능을 예측함으로써 사용 수준을 확대할 수 있음.

따라서 이러한 장점을 극대화 할 수 있는 등급화를 제안하여, 표준화와 연계된 시스템을 제안하고 특수 장비의 개발과 이를 활용하는 산업기반을 갖추어야 할 필요가 있다.

6. 국내의 화재 표준화 연구사례

앞서 화재 환경에 대한 표준화와 등급화의 중요성에 대해서 언급하였다. 현재 국내에서 이러한 재난 환경을 표준화 하고 시험시스템을 구축하고자 하는 연구가 시작되고 있다.

국민안전처를 중심으로 지난해 말 밀폐공간에 대한 표준화 및 특수장비의 평가 시스템에 대한 연구가 시작되었다. 현재 화재 사고에서 큰 이슈화가 되고 있는 밀폐공간이라는 국내의 특수환경을 기반으로 공간의 정의와 대표적인 공간의 구조를 설계하고 이러한 구조가 대표성을 가질 수 있도록 하는 다양한 기반 연구가 시작되고 있다.

특히 기존의 재난 환경을 모사하고 있는 다양한 시험 체계를 평가하고 이를 기반으로 한 새로운 형태의 평가 시스템을 개발하고 있다. 이러한 시스템이 특수 장비 평가의 기준이 될 수 있도록 하는 표준화연구를 병행함으로써 현재 태동하는 화재 재난에 대한 표준화의 기준을 구축해 나가고 있다.

Fig. 6은 화재 환경을 표준화하기 위해 다양한 화재 환경의 요소를 분석하고 이를 DB화하기 위한 기초 분류를 한 예시이다. 표준화가 진행되기 위해서는 기본적인 대상을 분류하고 이 과정에서 공통점과 차별점을 분석하여 이를 체계적으로 재분류 할 필요가 있다. 이러한 DB구축은 차후 화재대응 기술의 통합적 솔루션 제시에 있어 핵심요소로 채택될 것이다.

7. 결　　론

표준화와 등급화는 산업의 개발과 확장에 필수적인 요소로 작용하고 있다. 표준화를 통해 다양한 재난에서 보다 효율적인 대처를 유도하고, 인명피해를 최소화 할 수 있는 국가적 시스템을 마련해야 할 것이다.

전 세계적으로 재난에 대한 표준화 및 이를 평가하기 위한 기반 시스템을 구축하고 있으며, 화재라는 특수한 환경 및 화재용 특수 장비 기술에 대한 표준화 시스템은 태동기 단계에 그치고 있다.

화재에 대한 대응을 위한 특수 장비의 표준화를 위해 환경, 장비 그리고 평가라는 개별적인 항목에 대한 분석과 기초적인 DB 구축을 진행해야 한다. 기술의 발전은 표준화와 등급화에 따라 그 발전도가 변화할 수 있기 때문에 다양한 변수들을 고려한 포괄적 개념의 표준화가 필수적이다.

또한 전 세계적인 재난 대응에 대한 표준화와 더불어 자국화된 정보를 기반으로 한 새로운 표준을 제안함으로써 국내 산업을 보호할 뿐 아니라 국제적 경쟁력을 갖출 수 있게끔 하는 기반을 마련하는 것이 현재 재난 대응기술을 개발하는 연

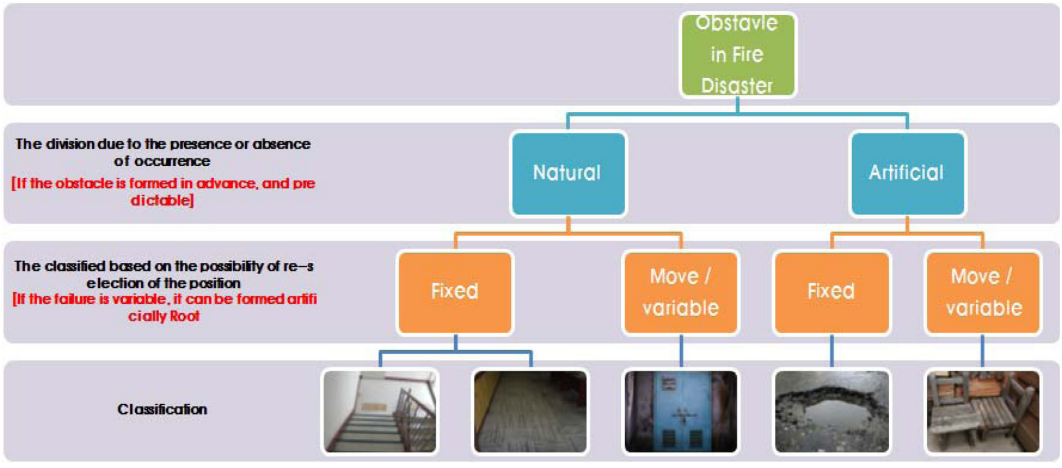

Fig. 6. Classification of obstacle in fire disaster (NEMA, 2014).

구팀의 목표가 될 것이다.

감사의 글

본 연구는 국민안전처 '소방안전 및 119 구조구급기술연구개발사업'(NEMA-차세대-2014-58)의 지원으로 수행되었습니다. 또한 연구수행을 위한 자료 조사 및 분석에 도움을 주신 중앙소방학교 소방과학연구실에도 깊이 감사드립니다.

References

Alessandra Pipino, Antonio Liscidini, Karen Wan, Andrea Baschirotto (2015) Bluetooth low energy receiver system design, 2015 IEEE International Symposium on 2015.

ASTM E2801-11 Standard Test Method for Evaluating Emergency Response Robot Capabilities: Mobility: Confined Area Obstacles: Gaps).

ASTM E2802-11.

ASTM E2803-11.

ASTM E2804-11.

European Standard (2015).

ISO/IEC Guide 2 (1978).

ISO/TC 223 Societal security.

ISO/TC 292 Standardization in the field of security to enhance the safety and resilience of society.

Korean Fire Protection Association (2015) Fire prevention education guide book.

Korea Occupational Safety and Health Agency (2015).

Liu Xiao-lu, Wang Wen-qing (2013) A Study into the Standardization of Using Fire Detectors in Rail Vehicles for China, *Procedia Engineering,* No. 52, pp. 240-244.

Ministry of Public Safety and Security (2015) 2015 Fire Statistics Report.

National 119 Rescue Headquaters (2015).

National Fire Protection Agency (2015).

NIST (2014) Internet of Things (IoT) & Global City Teams Challenge.

Park, S.H., Ku, K.M., and Ha, K.-J. (2014) Mobile Information System using Zigbee Technology, *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, Vol. 19, No. 2.

Jin, S.G. (2015) A Simulation Study on the Performance of the RAW in IEEE 802.11ah WLANs, *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research,* Vol. 20, No. 2, pp. 39-44.

Technofrotier (2015) Tokyo.

University of North Texas (2014) Smart Emergency Response System.

Yan Xiao and Jian Ma (2012) Fire Simulation Test and Analysis of Laminated Bamboo Frame Buildin, *Construction and Building Materials*, No. 34, pp. 257-266.

Zhao Xin (2011) A Study on Wireless Sensor Network Based on 6LoWPAN, Thesis of Master Degree, Gachon University, Incheon, Republic of Korea.

Received	September 30, 2015
Revised	October 1, 2015
Accepted	October 16, 2015