

# 화재용 특수 장비의 등급화-표준화를 위한 시나리오 개발

## Development of Standardization and Grading Scenarios for Special Equipment Used in Fire Disaster

박지원\* · 이정훈\*\* · 김형준\*\*\* · 김현중\*\*\*\*

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

### Abstract

Many kinds of special equipment is developed to active trial for disaster environmental. But there are no test methods of testing and grading for the equipment. This is the time that required standardized evaluation method that can be utilized in a real environment. In order to derive a standardized evaluation methods require primary grading process. Grading process is applied differently depending on the absence to the case where existing of standardized criteria. Grading criterion is utilized as a basis for a database that include the environment of disaster. Existing grade is re-evaluated by proceeds to build a database. Standardized evaluation method and the grading process presents the criteria for use of the purchase of efficient equipment for consumers. Further, the developer, the methods presents the direction of development and presents an optimized environment for each case.

**Key words** : Special Equipment, Standardization, Grading, Fire Environmental

### 요 지

재난 환경에 보다 적극적인 대응을 위하여 다양한 형태의 특수 장비가 개발되고 있다. 하지만 아직 이러한 장비를 평가하고 수준을 가늠하기 위한 평가 방안이 제시되지 못하고 있다. 실제 환경에서 활용가능 한 표준화된 평가 방법과 이를 기반으로 한 등급화가 필요한 시점이다. 표준화된 평가방법을 도출하기 위해 1차 등급화 프로세스가 필요하다. 이러한 등급화 프로세스는 표준화된 기준이 존재하는 경우와 존재하지 않는 경우에 따라 다르게 적용된다. 각 프로세스를 통해 만들어진 등급화 기준은 재난환경을 데이터베이스화 하는 기준으로 활용되며 이러한 데이터베이스 구축을 통해 재등급화가 진행된다. 표준화된 평가방법과 이를 통한 등급화 과정은 수요자로 하여금 효율적 장비구매와 활용의 기준을 제시하고 개발자에게는 개발방향을 제시함과 동시에 각 환경에 대한 최적화된 환경을 제시하여 줄 수 있다. 이를 통해, 시장의 확대와 기술수준의 발전을 기대 할 수 있을 것이다.

**핵심용어** : 특수 장비, 표준화, 등급화, 화재 환경

## 1. 서 론

오늘날 거시적 기후변화에 따른 예측 못한 자연 재해의 증가와 산업 및 도시의 발달에 따른 인위적 재난 상황의 발생의 급증에 따른 문제해결의 중요성은 더욱 부각되고

있다. 이러한 재난의 발생은 사회의 형태에 따라 그 유형이 크게 구분되는데, 국내의 경우 화재/붕괴/폭발/교통사고 등의 도시형 재난의 유형이 가장 빈번히 발생하게 된다 (Kim, 2003). 이러한 도시형 재난의 특징은 다음과 같이 구분가능 하다.

\*정회원, 서울대학교 환경재료과학전공 연구조교수(E-mail: rooroun7@snu.ac.kr)

Member, Research Assistant Professor, Program in Environmental Materials Science, Seoul National University

\*\*서울대학교 환경재료과학전공 박사과정

Ph. D Candidate, Program in Environmental Materials Science, Seoul National University

\*\*\*정회원, 한국건설생활환경시험연구원, 방재기술평가센터 연구원(E-mail: arc7707@kcl.re.kr)

Member, Researcher, Fire & Safety Evaluation Technology Center, KCL.

\*\*\*\*교신저자, 정회원, 서울대학교 환경재료과학전공 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

- 1) 매우 좁은 공간에서 발생함.
- 2) 인명이 밀집되어 있는 경우가 많고, 인명피해를 크게 동반함.
- 3) 화재가 대부분 동반됨.
- 4) 반복적으로 학습이 어려우며, 발생하는 경우에 따라 모두 다른 형태의 재난으로 평가 할 수 있음.

이러한 요소로 인해 도시형 재난은 예측 불가능한 요소를 내재하고 있으며, 빠르게 현장에서 대응을 요구하는 특징을 가진다. 다양한 재난 환경에서 직접적인 인명구조에 한계가 발생하게 되고 이러한 상황에 대처하기 위해 경우 특수 장비를 활용하게 되는데, 이러한 특수 장비의 개발과 활용에 대한 제감지수의 차가 커서 그 활용이 확대되지 못하는 상황이다. 이러한 상황의 극복을 위해 현장 성능을 반영한 표준화된 평가방법과 이를 기반으로 한 등급지수의 필요성이 부각되고 있다.

도시형 재난 중 화재 환경에서 활용가능한 한 특수 장비는 그 정의에 따라서 그 범주가 다양하게 변화하게 되지만, 현재 표준화된 방안이 필요한 장비는 로봇등과 같이 자체 이동이 가능하거나 사용자가 그 공간에서 떨어져서 간접적으로 상황에 접근 할 수 있도록 하는 장비들이 그 범주로 한정된다. 즉, 실제 환경에 적용되었을 때 사용자가 즉각적인 대처를 할 수 없으며 다양한 장애요인을 자체적인 기능을 통해 해결해야 하는 장비들로 구분한다.

## 2. 표준화된 평가 방식의 필요성

Table 1은 Chiba Institute of Technology에서 개발한 재난 대응용 로봇의 자체적인 성능지표를 보여주고 있다. 표에서 제공하고 있는 정보는 단위 모듈 단계에서의 성능수준으로, 이렇게 제시된 지표가 실제 재난환경에서 어떻게 활용될 수 있는지를 나타내어 주지 못한다. 실제 재난환경에서 사용되었을 때 각 환경에 대응가능한 장비의 성능은 각 개발사에서 자체적인 방식을 통해 표현하고 있지만, 주관적인 접근의 한계에 따라 서로 비교하고 활용하는데 한계가 있다. 또한, 각 제조사가 어떠한 환경을 가정하고 로봇을 설계하였는지에 대한 기준을 확인 할 수 없으므로, 사용자가 그 활용성을 초기 검토하는 데에는 한계가 존재한다.

표준화된 평가방식은 앞서 언급된 사용자의 입장뿐만 아니라 산업에서의 접근에도 크게 영향을 미친다. 장비의 개발과정에서 개발 목표치를 설계하는 기준이 될 뿐만 아니라 기존 장비들의 시장 진입에 기준점이 되어 줄 수 있다. 또한 이러한 평가방식이 확장되어 표준화된 평가법을 통해 등급화가 진행된다면, 소비자는 필요에 적합한 장비의 수요가 가능하게 되며, 개발자는 다양한 환경에 특화된 제품군의 개발 방향을 설계하는 데까지 활용가능하다.

로봇과 같은 특수 장비들의 표준화는 매우 간단한 기능을

**Table 1.** Specification of Disaster Robot “Quince” (Chiba Institute of Technology, 2011).

size	490 × 700 × 150
weight	32kg
maximum running speed	1.6m/sec
turning diam	pivot turn
payload	20kg
battery	lithium-ion
sensors	PTZ camera

하는 로봇에서 부터 진행되고 있다. 기존의 플랜트에서 활용하고 있는 로봇팔 등은 동작과 작동에 대한 통신 신호, 전기규격, 입출력 방식 등의 표준화가 진행되어 왔다. 이러한 로봇들의 경우에는 대상을 기반으로 한 맞춤형 장비이기 때문에 개별적인 비교가 필요 없다. 반면 최근 그 시장이 확대되어온 자동 청소기 등은 동일한 역할을 수행하기 위하여 다양한 형태의 기술과 다양한 디자인이 제안되어 왔으며, 각 제품의 기본적인 성능 수행능력을 평가하기 위한 표준화가 진행되어 왔다. KOROS<sup>1)</sup>는 이러한 표준화의 대표적인 사례로 꼽을 수 있으며, 로봇의 최소한의 성능을 평가 할 수 있는 표준 평가방법이라 할 수 있다.

표준화된 평가의 가장 우선시 되는 항목은 평가의 대표성이다. 평가의 대표성은 실제 평가의 실효성을 의미하기 때문에 가장 중요시 되는 부분이다. 가령 코팅소재의 표면경도를 평가하기 위해서 가장 단순하게 연필경도<sup>2)</sup>, 혹은 진자 경도<sup>3)</sup> 방법이 제안되어왔다. 이 방식은 도막의 딱딱함을 매우 직관적으로 설명 할 수 있을 뿐 아니라 경도라는 단위를 매우 광범위하게 설명 할 수 있기 때문에 매우 실효성 높은 방식으로 제안되어 왔으며, 현재 가장 대표적인 평가 법으로 활용되고 있다. 하지만 다양한 기능성 코팅소재가 개발되고 이질적인 특성을 구현하는 기술이 발달됨에 따라 기존의 경도 측정 방식이 아닌 새로운 측정방식을 통해 다른 관점의 결과로 보완하는 형태로 개발되고 있는 추세이다.

## 3. 등급화의 필요성

등급화란 일정한 평가를 통하여 대상의 수준을 정해진 계층집단에 분류하는 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 설명하게 된다. 따라서 등급화의 핵심 요소는 적절한 수준의 등급

1) KOREA ROBOT STANDARD 지능형 로봇 표준 포럼  
 2) ASTM D3363 Film Hardness by Pencil Test.  
 3) ASTM D4366 Pendulum Hardness Test

계층을 만들어 내고 동시에 이에 대한 적절한 평가 지표를 제시하는 것이다. Fig 1은 입자의 크기에 따라 분류된 모래입자의 등급기준이다. 이러한 등급기준을 통해 우리는 일정 구간의 물질을 미사, 모래 및 자갈 등으로 구분하며 통칭하여 관리한다.

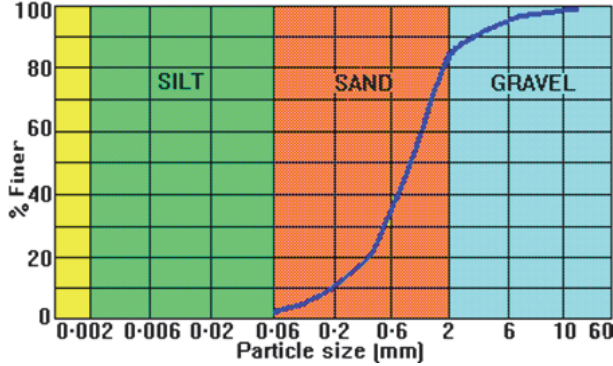


Fig. 1. Grading of Sand by Particle Size Distribution [ACCP, 2015].

		SIZE OF TREATMENT EFFECT →			
		CLASS I	CLASS IIa	CLASS IIb	CLASS III
		Benefit >>> Risk Procedure/Treatment SHOULD be performed/administered	Benefit >> Risk Additional studies with focused objectives needed IT IS REASONABLE to perform procedure/administer treatment	Benefit ≈ Risk Additional studies with broad objectives needed; additional registry data would be helpful Procedure/Treatment MAY BE CONSIDERED	Risk > Benefit Procedure/Treatment should NOT be performed/administered SINCE IT IS NOT HELPFUL AND MAY BE HARMFUL
ESTIMATE OF CERTAINTY (PRECISION) OF TREATMENT EFFECT	LEVEL A Multiple (3-5) population risk strata evaluations General consistency of direction and magnitude of effect	• Recommendation that procedure or treatment is useful/effective • Sufficient evidence from multiple randomized trials or meta-analyses	• Recommendation in favor of treatment or procedure being useful/effective • Some conflicting evidence from multiple randomized trials or meta-analyses	• Recommendation's usefulness/efficacy less well established • Greater conflicting evidence from multiple randomized trials or meta-analyses	• Recommendation that procedure or treatment is not useful/effective and may be harmful • Sufficient evidence from multiple randomized trials or meta-analyses
	LEVEL B Limited populations evaluated* Data derived from a single randomized trial or nonrandomized studies	• Recommendation that procedure or treatment is useful/effective • Evidence from single randomized trial or nonrandomized studies	• Recommendation in favor of treatment or procedure being useful/effective • Some conflicting evidence from single randomized trial or nonrandomized studies	• Recommendation's usefulness/efficacy less well established • Greater conflicting evidence from single randomized trial or nonrandomized studies	• Recommendation that procedure or treatment is not useful/effective and may be harmful • Evidence from single randomized trial or nonrandomized studies
	LEVEL C Very limited populations evaluated* Only consensus opinion of experts, case studies, or standard of care	• Recommendation that procedure or treatment is useful/effective • Only expert opinion, case studies, or standard of care	• Recommendation in favor of treatment or procedure being useful/effective • Only diverging expert opinion, case studies, or standard-of-care	• Recommendation's usefulness/efficacy less well established • Only diverging expert opinion, case studies, or standard-of-care	• Recommendation that procedure or treatment is not useful/effective and may be harmful • Only expert opinion, case studies, or standard-of-care
Suggested phrases for writing recommendations/		should be recommended/ is indicated/ is useful/effective/beneficial	is reasonable/ can be useful/effective/ beneficial/ is probably recommended or indicated	may/might be considered/ may/might be reasonable/ usefulness/effectiveness is unknown/uncertain or not well established	is not recommended/ should not be recommended/ is not useful/effective/ beneficial/ may be harmful

Fig. 2. Table of Grading in Complex Factor [Agency for Healthcare Research and Quality, 2012].

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 저있고 이에 맞추어 제조사가 제조를 하는 경우로 구별 할 수 있다는 것이 특징이다.

#### 4. 등급화를 위한 표준화 프로세스의 정립

표준화된 접근을 통한 등급화는 앞서 언급된바와 같이 기술의 성숙을 위해 매우 중요한 요소로 작용하게 된다. 특히, 기술적으로 데이터 베이스의 축적이 매우 적은 환경에서는 초기 데이터 베이스를 구축하는 단계에서부터 활용이 진행되기 때문에, 전체적인 기술 개발의 방향을 결정하는 요인으로 작용하기도 한다.

재난에 활용되는 특수 장비의 기술시장이 아직 도입기에 위치하고 있으며, 그 활용 면에서는 본격적인 시장 형성이 진행되지 못하였기 때문에, 이에 대한 표준화/등급화는 매우 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다.

등급화를 위해서는 우선 모수 및 표본을 분석해야만 한다. 모수 (Population)는 일정한 현상이 발생하는 집단을 의미한다. 특수 장비를 위한 표준화/등급화를 위한 환경요소를 반영하는 경우, 모수라는 것은 실제 사건의 총합을 의미하기 때문에 특수 장비를 위한 모수환경은 국내 화재 사건 전체를 의미한다. 표본 (Sample)은 모수의 대표사건으로 주요 통계를 위하여 선별 할 수 있는 사건들의 집합을 의미한다. 사건의 집계가 가능한 환경에서는 통계에 활용되는 표본의 크기가 모수의 크기와 동일 할 수도 있다. 하지만 모든 경우의 수를 해석의 대상으로 평가를 하는 데에는 시간과 비용적인 한계가 발생하기 때문에, 표본을 통한 유추적 해석이 일반적으로 행해진다. 반면 화재와 같이 사건의 집계가 쉽지 않고 다양한 변수를 가지고 있어 표본 집단으로 활용하는데 어려움이 있는 경우 및 역학적 관계를 설명하기 힘든 환경을 내포하는 경우 표본 집단이 모수를 대변하는 것은 쉽지 않다. 이러한 경우에 모수의 범위를 등급화 및 표준화가 적용되는 대상에 한정 지어 그룹화를 하는 것이 중요하다.

특수 장비의 활용에 있어, 화재 환경이 영향을 미칠 수 있는 주요 요소를 그룹화 해보면 다음과 같다

- 1) 화재의 발생 상황 - 발화, 성장, 임계, 소화
- 2) 인명 피해의 상황
- 3) 화재 장소의 특성 - 개방형, 지하, 고층, 밀폐, 고립
- 4) 장애물의 유형 - 진로, 통신, 시야

위와 같은 다양한 그룹 요소 중에서도 로봇과 같은 구름형 특수 장비는 장애물의 유형에 가장 큰 영향을 받게 된다.

1) ~ 3)과 같은 경우는 화재의 발생과 함께 동시에 발생하는 시나리오의 유형으로 구분이 가능한데 비해 4)의 경우에는 불확실성이 높고 매우 다양한 변수가 동시에 영향을 미치기 때문이다. 또한 1) ~ 3)의 각 요소는 4)의 환경을 발생시키는 원인으로도 작용하기 때문에, 보다 적극적인 상황대처를 위해서는 4)에 대한 표준화 및 등급화된 접근이 중요하다고

- 4) 구름형 (바퀴를 가지고 있는 장비) 로봇으로 자체적인 이동이 가능한 장비를 통칭함.

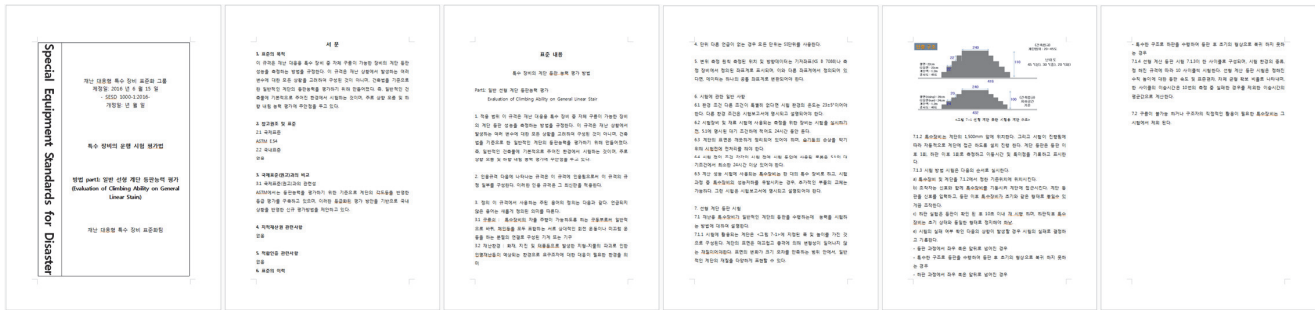


Fig. 3. Case of Standard Test Methods for 'Obstacle: Regular Step' with Regulation (NEMA, 2016).

할 수 있다. Fig 2는 다변수 조건에 따라 표준화된 타겟 시나리오를 가지는 분석 기법 테이블을 나타낸 것이다. 2가지 이상의 병행되는 변수가 작용할 때에는 매트릭스로 구성하여 보다 복잡한 시나리오가 형성되는 것이 일반적이다.

이러한 그룹화 및 대상의 선정이후에는 1차 등급화를 수행하게 된다. 1차 등급화를 기준으로 사건에서의 주요 값을 추출하고 이를 기반으로 한 그룹 분포 분석을 진행하게 된다. 그룹분포 구조를 통해 1차 등급화가 가지는 대표성을 분석 할 수 있다. 등급은 하나의 집단을 구분하는 기준이 되어야 한다. 등급이 정도를 나타내는 지표로 활용되기 위해 주요 값의 경계를 구분하는 역할을 수행해야 한다. 따라서 최종적인 등급화의 기준은 1차 등급화를 통해 추출된 값의 분포를 기반으로 재구성되어야 하며 재조직되어야 할 필요가 있다.

상기의 프로세스를 다시 정리해보면, 다음과 같이 요약이 가능하다

- 1) 임의의 기준을 활용한 1차 등급 기준 마련
- 2) 등급을 평가하기 위한 표준 평가방법 제안
- 3) 등급 평가 및 실제 재난 환경 분석을 통한 데이터베이스의 구축
- 4) 데이터베이스의 평가를 통한 표본의 분포재해석 및 수정된 등급 기준 제안
- 5) 수정 등급을 기반으로 한 수정 표준 평가방법 제안 및 산업 표준화 진행

일반적으로 등급화는 모집단의 결과 값의 분포를 이용하여 작성하게 된다. 하지만 현재 특수장비의 개발 과정을 위한 등급화 과정에서는 이러한 접근이 불가능하다. 그 이유는 우선, 화재 환경이 발생을 하고 다양한 특수 장비가 적용되어서 그 결과를 독립변수와 종속변수를 통해 축적 할 수 없다. 따라서, 실물 평가가 불가능한 상황이기 때문에 대표성 있는 평가로 대체 하여야 한다. 또한 화재 이후에 축적되어진 환경 변수가 실제 특수 장비의 활용에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 기반 해석이 진행되어 있지 않다. 결과적으로, 임의의 표본 집단을 통하여 추출된 요소를 1차 기준으로 선정하고 이를 기반으로 다양한 평가 결과가 축적되어야

할 필요가 있다.

## 5. 모수의 그룹화

1차 등급화를 위해서 대상의 구분을 진행해야 한다. 구분 기준은 다양하게 설정가능 하지만, 본 등급화 프로세스에서는 모수집단의 표준화 유무를 가장 우선시 하였다. 장애물의 유형을 구분하는 기준이 표준화의 유무로 대표될 수 있다.

### 5.1 모수집단을 표준화된 기준으로 그룹화 할 수 있는 경우

1차 등급화를 위해서 대상의 구분을 진행해야 한다. 구분 기준은 다양하게 설정 가능하지만, 본 등급화 프로세스에서는 모수집단의 표준화 유무를 가장 우선시 하였다. 장애물의 유형을 구분하는 기준이 표준화의 유무로 대표될 수 있다.

화재 환경의 대상이 건축 및 토목의 환경에 제한될 때, 특정 요소는 "건축법" 등으로 대표되는 명문화된 제한요소를 가지게 된다. 즉, 건축법을 기준으로 하여 각 요소가 설계될 수 있는 한계치 및 규격화된 디자인이 존재한다는 것이다.

예를 들어 특수 장비 이동의 가장 큰 장애요인으로 평가되는 계단의 경우를 가정해보자. 다음의 건축법 시행령 및 규칙을 살펴보면 계단의 크기의 범주가 정해진다. 계단의 폭과 높이 그리고 간격이 결정되기 때문에 등판 각도 등의 변수가 고정된다고 할 수 있다.

#### 1. 건축법 시행령

제48조(계단·복도 및 출입구의 설치)

① 법 제49조제2항에 따라 연면적 200제곱미터를 초과하는 건축물에 설치하는 계단 및 복도는 국토해양부령으로 정하는 기준에 적합하여야 한다.

② 법 제49조제2항에 따라 제39조제1항 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물의 출입구는 국토해양부령으로 정하는 기준에 적합하여야 한다.

#### 2. 건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙

제15조(계단의 설치기준) ① 영 제48조의 규정에 의하여



**Table 2.** Simulation DB of Irregular Obstacle by 1st Grading System (NEMA, 2015).

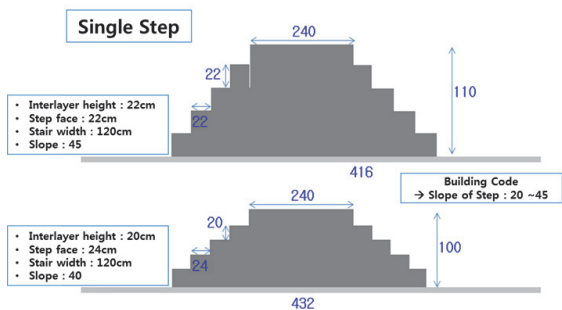
Grading Target		diameter (mm)	height (mm)	weight (g)	toughness (MPa)	Classification characteristic	
Grading Number		6	6	6	6		
Estimated coefficient for each property (1st grade is harsh environment)	1st Grade	1,500	1,500	3,000	2,000	<b>materials</b>	<b>appearance</b>
	2nd Grade	1,200	1,000	2,500	1,200	woody	square
	3rd Grade	1,000	800	2,000	500	metal	circle
	4th Grade	800	500	1,500	200	plastic	tube
	5th Grade	600	200	1,000	50	glam	pillar
	6th Grade	300	100	500	20	paper	Not constant

건축물에 설치하는 계단은 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다

1. 높이가 3미터를 넘는 계단에는 높이 3미터이내마다 너비 1.2미터 이상의 계단참을 설치할 것
2. 높이가 1미터를 넘는 계단 및 계단참의 양옆에는 난간 (벽 또는 이에 대체되는 것을 포함한다)을 설치할 것
3. 너비가 3미터를 넘는 계단에는 계단의 중간에 너비 3미터 이내마다 난간을 설치할 것. 다만, 계단의 단높이가 15센티미터 이하이고, 계단의 단 너비가 30센티미터 이상인 경우에는 그러하지 아니하다.
4. 계단의 유효 높이(계단의 바닥 마감면부터 상부 구조체의 하부 마감면까지의 연직방향의 높이를 말한다)는 2.1미터 이상으로 할 것

하지만 이러한 건축법 등으로 제시된 규격이 모든 경우의 계단을 대표 할 수 없다. 나선형 계단, 임시계단 및 자체 개조 등의 형태에 따라 특수 조건의 그룹이 형성된다. 또한 건축물의 실제 시공 단계 등에서 임의적인 변경이 발생할 수도 있기 때문에 그 변수는 더욱 복잡적으로 발생하게 된다. 따라서 이러한 경우의 수에 대응 할 수 있는 등급화 프로세스를 만들어야 한다.

본 연구에서는 앞서 언급되었던 1차 등급화를 위하여 규제를 기준으로 한 1차 변수군을 확정하고 이를 이용하여



**Fig. 4.** Variation of Test Methods for 'Step Obstacle' (NEMA, 2016).

1차 표준평가법을 제안하였다. Fig 3 은 계단 등판평가에 대한 1차 표준화 평가 방안이다. Fig 4는 보다 자세하게 표현한 시험 변수에 대한 그림으로 평가에 반영된 요소는 계단 폭, 너비 그리고 재질 등이 있다. 본 표준화 접근을 통해 수집된 데이터베이스를 바탕으로 복합 환경 (다양한 계단요소를 반영하는) 의 시나리오를 설계하고자 한다. 이렇게 설계된 표준평가법과 시나리오 대응을 통해 다양한 장비와 환경에 대한 복합적인 데이터베이스를 구축하고, 이를 기반으로 주요 변수 항목을 재설정 하는 과정을 거치고자 한다.

## 5.2. 모수집단을 표준화된 기준으로 그룹화 할 수 없는 경우

규격 및 규제 등이 포함된 표준화된 기준을 가지고 있는 장애요인은 1차적인 그룹화에 큰 강점을 가진다. 하지만 일반적인 재난 환경에서 불규칙한 변수가 더욱 다양하게 발생하게 된다. 예를 들어 임의의 밀폐공간에서 화재가 발생하였다고 가정하면, 격벽으로 가두어진 공간 안에 테이블 혹은 의자 등의 장애물이 존재 할 수 있다. 사고의 발생 혹은 인위적인 행위에 의해 이러한 장애물이 불규칙하게 형상화되어 있을 수 있다. 테이블이라는 하나의 장애요소를 대표적으로 분석해보면 일반적으로는 사격형의 구조체로 해석 할 수 있지만, 만약 재난 환경 속에서 다리가 부러져 뿔의 형태로 변화하게 된다면 상기와 같은 해석에 문제가 발생한다. 이러한 불규칙한 요소는 실제 등급화 표준화에 있어 가장 취약점으로 작용하게 된다.

불규칙적인 시스템에 대응하기 위해 대표성이 있는 모델을 선정하는 방식을 취할 수 있다. Table 2와 같이 대표적인 형상 및 재질로 1차적인 구분을 하고 이를 기반으로 크기에 따른 1차적인 등급을 제안하고자 한다. Table 2의 주요 그룹 기준은 임의로 선정된 지표이다. 선정된 1차 등급 기준은 DB 구축의 기준이 된다. 이러한 장애요인은 불규칙하다는 단점이 있지만, 다양한 환경에서 그 표본의 숫자가 상대적으로 많다는 특징을 가지고 있다. 따라서 다량의 데이터를

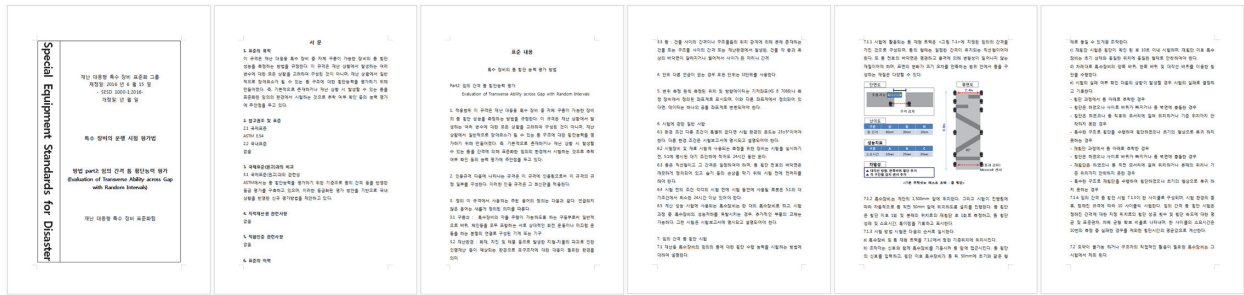


Fig. 5. Case of Standard Test Methods for ‘Obstacle: Gap’ without Regulation (NEMA, 2016).

처리하기 위한 기준이 필요하며 1차 등급화 기준이 그 용도로 활용될 수 있다.

화재 환경에서 발생 가능한 불규칙한 장애요소에는 이동형 장애물, 간격 장애, 공간 틀어짐, 바닥재 등이 존재한다. Fig 5 는 다양한 불규칙한 환경을 대표하는 이슈 중 간격 장애물 (Gap)에 관한 표준화 방안이다. 간격 장애물은 불규칙한 장애요인이며 기준이 없는 장애요인이지만, 기본적으로 그 형상의 구성이 단순하다는 특징이 있어 기초적인 등급화를 수행하는 데 적합하다. 복합요소화가 진행되면 간격장애물의 형상이나 고저차등의 다양한 환경 변수에 대한 해석이 필요해진다. 이러한 이슈는 앞서 언급되었던 표준화된 기준에서의 접근방식과 마찬가지로 기본 안을 기반으로 한 데이터베이스 구축이후 재 등급화의 과정을 거쳐 표준모델로 만들어져야 한다.

이러한 연구 방향은 NIST<sup>5)</sup>등에서 제시하고 있는 인명구조로봇평가의 방향과 유사하다. 하지만 NIST에서 제시하고 있는 방안은 Scoring으로 평가된다. 즉, 표준화된 평가를 통해 대상의 성능을 구분하는 용도로만 활용된다. 그 점수의 수준이 어느 정도로 활용 될 수 있는 지에 대한 지표를 만들어 내고 있지는 않다. 국내의 재난 환경과는 큰 차이점을 가지고 있기 때문에 보다 개방적인 접근을 하고 있는 상황이다.

### 5.3. 복합변수에 대한 등급화 프로세스

실제 환경에서 활용가능 한 장비를 등급화하기 위해서는 복합변수, 즉 실제 환경과 유사한 환경에서의 대응 능력을 평가해야 한다. 실제 환경에서는 운무에 따른 시야 확보 문제, 벽체 등에 따른 통신 문제, 그리고 이동에 방해가 되는 불규칙한 장애물 등이 복합적으로 발생한다.

이러한 복합 환경에 대한 평가를 위해 1차 등급화 프로세스는 각 환경을 대표할 수 있는 모사 환경 기준을 제시해 줄 수 있다. 예를 들어, 실제 화재 환경을 만들어 시험을 하는 경우가 아니라면 위와 같은 환경을 동시에 구현하는 것이 많은 비용이 발생할 뿐만 아니라, 화재 환경을 만들어 평가하더라도 그 반복에 한계가 존재한다. 따라서 각 요소를 모사할 수 있도록 표준화된 평가방법을 제안하고 이를 단순

화 시켜 하나의 시스템에서 동시에 발생 시키는 방법으로 접근이 가능하다.

운무에 대한 환경을 제어하기 위해 실제 농연의 수준을 반영하여, 운무를 형성시키거나 혹은 이미지 감지기 상에 노이즈를 간섭시키는 방법도 채택 할 수 있다. 이러한 방법을 채택하기 위해서는 앞서 제안되었던 등급화 과정이 활용된다. 등급화 및 표준화 평가를 통해 각 급간의 요소를 추출하고 이를 모사 환경을 제안하는 작업을 진행함으로써 보다 효율성 높은 복합 환경 평가를 수행하게 되는 것이다.

## 6. 결론

특수 장비의 표준화된 평가방법의 개발과 이를 통한 등급화 프로세스는 단순히 장비의 수준을 가늠하는데 활용하는 지표에 그치지 않고, 기술의 개발 방향을 제시하고 동시에 재난 환경을 재평가하고 데이터베이스화 하는데 중요한 요소로 작용할 수 있다. 아직 재난 환경에 대한 개념의 정의가 명확하지 않고 그 경우의 수에 대한 분석이 많이 진행되지 않았기 때문에, 표준화된 평가법의 도출이 아직 이른 시점일 지도 모른다. 하지만 기본적인 수준에서 접근을 진행하고 이러한 접근을 통해 보다 다양한 관점에서 데이터베이스를 구축해 나아감으로써 기술의 관점을 확장하는데 역으로 주요한 자원이 될 것으로 기대한다.

## 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

ACCP Guideline Ranking (2015) British Soil Classification System  
 Agency for Healthcare Research and Quality (2012) Assessing

5) National Institute of Standards and Technology

Cardiovascular Risk: Guideline Synthesis  
Alessandra Pipino, Antonio Liscidini, Karen Wan, Andrea Baschiroto (2015) Bluetooth low energy receiver system design, IEEE International Symposium on 2015  
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.  
Korea Occupational Safety and Health Agency (2015)  
Korean Fire Protection Association (2015) Fire prevention education guide book  
Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2015) BUILDING ACT  
Ministry of Public Safety and Security (2015) 2015 Fire Statistics Report  
Ministry of Public Safety and Security (2015) 2015 Fire Statistics Report  
National 119 Rescue Headquarters (2015)  
National Fire Protection Agency (2015)  
NIST (2014) Internet of things(IoT) & Global City Teams Challenge  
NIST (2014) Internet of things(IoT) & Global City Teams Challenge into the Standardization of Using Fire

Detectors in Rail Vehicles for China, Procedia Engineering, no. 52, pp.240~244  
Sang-Don Kim (2003) Focus on the Case of the gas explosion and fire accident on Dae gusubway, Korean Urban Management Association  
Se Hyun Park, Kyo Min Ku, and Kyeoung-Ju Ha (2014) Mobile Information System using Zigbee Technology, Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, 19(2)  
Sunggeun Jin (2015) A Simulation Study on the Performance of the RAW in IEEE 802.11ah WLANs, Journal of the Korea Industrial Information Systems Research 20(2) pp 39~44  
Technofrotier (2015) Tokyo  
University of North Texas (2014) Smart Emergency Response System  
Yan Xiao, 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

---

<i>Received</i>	October 11, 2016
<i>Revised</i>	October 12, 2016
<i>Accepted</i>	October 20, 2016