가스계 소화설비의 설계농도유지시간 확보를 위한 연구

Securing the Design Concentration Maintenance Time of Gaseous Fire Extinguishing

서원석* · 황의홍** · 최돈묵***

Seo, Wonseok*, Hwang, Euyhong**, and Choi, Donmook***

Abstract

Gaseous fire extinguishing systems aid in dousing fires and preventing damage. However, it is important to manage and review designs, construction plans, and maintenance plans in conjunction with each other, particularly for those products and services that are employed in national industrial facilities. Hence, the significance of designing and construction is being continually studied for attaining the actual fire extinguishing design concentration. In this study, the authors discuss the definition of design concentration, the enclosure integrity test, and the means for securing the design concentration maintenance time.

Key words : Enclosure Integrity Test, Hold Time, Enclosure

요 지

가스계 소화설비는 화재를 진압하고 피해를 막아줄 소화설비 중 하나이다. 주로 국가적 산업시설에 적용되는 설비인 만큼 설계, 시공 그리고 유지관리 방안을 상호간에 연계하여 관리 및 검토하는 것이 중요하다. 현재 설계 및 시공의 비중만큼 실제적인 소화설계농도 유지 확보에 대해서 지속적으로 연구되고 있다. 본 연구에서는 설계농도의 정의와 이와 관련된 EIT시험 및 사례, 설계농도유지시간의 확보 방안에 대해 제시하고자 한다.

핵심용어 : EIT시험, 설계농도유지시간, 밀폐성

1. 서 론

1.1 연구 배경

일반적으로 소화 기구 및 설비는 구획된 방호구역 내의 소방대상물에 직접적으로 약제를 분사하여 진압하는 방식이다. 반면, 가스계 소화설비는 구획된 방호구역 내에 약제를 방사한 후 화학적 작용과 산소농도의 감소를 통해 자연적인 진압을 기대하는 전역방출방식이다. 전역방출방식에서는 방호대상구역 내의 다양한 환경 및 설비여건, 가연물의 종류, 건축물의 구조에 대해 파악하는 것이 중요하다. 그리고 방호대상구역에 대한 밀폐도는 화재를 진압할 때 주요인자라고

할 수 있다.

가스계 소화설비가 적용되는 대표적인 대상구역은 건축물 내에 설치되어 있는 고가의 장비시설과 수계소화설비 작동으로 인한 2차 피해 발생이 우려되는 장소가 있다. 고가 장비시설에는 전산장비, 통신기기, 변전시설 등이 해당하고, 수계소화설비로 인해 2차 피해가 우려되는 장소에는 전시실, 도서관, 문서고 등이 해당한다.

대상구역에서 화재가 발생했을 경우, 초기진압에 성공하지 못한다면 막대한 재산손실을 일으킬 수 있다. 2013. 12. 26 왕십리 변전소 화재사건에서도 초기소화의 실패 원인으로 방화셔터, 천장 등의 누설부위가 실질적인 소화농도 유지

*정회원, 가천대학교 산업·환경대학원 설비·소방공학과 석사(E-mail: wsseo@lnpfire.com)

Member, Master Degree, Fire & Disaster Protection Engineering Graduate School of Industry & Environment, Gachon University

**정회원, 가천대학교 설비·소방공학과 석사과정(E-mail: dmlghd1018@naver.com)

Member, Master Candidate, Fire & Disaster Protection Engineering, Gachon University

***교신저자, 정회원, 가천대학교 설비·소방공학과 교수(Tel: +82-31-750-5716, Fax: +82-31-750-8749, E-mail: fire@gachon.ac.kr)

Corresponding Author, Member, Professor, Fire & Disaster Protection Engineering Gachon University

시간 확보에 어려움을 주었다는 지적이 나왔다. 따라서 가스계소화설비의 신뢰성 확보를 위한 성능확인 은 반드시 고려되어야 한다(Fire Prevention News, 2013).

현재 미국방화협회(NFPA)와 미국 환경청(US EPA)에서는 방호구역내의 밀폐도를 측정하기 위한 Enclosure Integrity Test (EIT)시험을 언급하고 있으며, 시험절차에 대하여 나열하고 있다.

방호구역내의 밀폐도는 화재진압성능과 직접적으로 관련이 있으며 가스계소화설비와 직결된다. 화재진압 성능을 확인하기 위해서는 설치된 소화 약제를 방호구역의 전역에 방사하여 내부 변화를 확인하여야 하지만, 전역방출방식의 제한적 요인으로 인해 막대한 테스트 비용과 절차가 수반되는 어려움이 있다. EIT시험은 간접적으로 성능을 확인할 수 있는 시험으로 가장 신뢰성이 높은 검증방법으로 인식되고 있다.

1.2 연구 목적 및 범위

본 연구는 가스계소화설비의 설계농도 유지 확보를 위한 조건과 방안을 제시하고자 한다. NFPA의 시험기준을 바탕으로 EIT시험절차를 검토하고, 실증시험을 통하여 결과 및 사례를 분석하였다. 이를 바탕으로 방호대상구역의 소화약제 최소설계농도 유지를 위한 전제조건 등을 정리하였다.

현재 Halon소화설비는 환경적 영향으로 인하여 사용 규제가 되어 더 이상 신규로 설치하지 않고 있어 CO₂소화설비와 할로겐화합물 및 불활성기체 소화설비 와 관련된 내용만 다루고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 용어정의

본 연구에서 소화농도, 설계농도 등 다뤄지는 용어에 대하여 간략히 정의하면 다음과 같다.

2.1.1 소화농도

“소화농도”란 소방청 고시의 『가스계소화설비 설계프로 그램의 성능인증 및 제품검사의 기술기준』에서 규정된 시험 조건인 화재를 소화하는 데 필요한 소화약제의 농도를 의미한다. 이는 각 가연물은 대상으로 시험을 실시하며, 소화농도 시험은 B급 컵버너 시험을 통하여 실시한다(NFA, 2017).

2.1.2 설계농도

“설계농도”란 소방청 고시의 『가스계소화설비 설계프로 그램의 성능인증 및 제품검사의 기술기준』에서 규정된 방호 대상물 또는 방호구역의 소화약제 저장량을 산출하기 위한 농도로서 소화농도에 안전율을 고려하여 설정한 농도를 말한다(NFA, 2017).

2.1.3 설계농도유지시간

“설계농도유지시간”이란 ISO 6183 (2009)의 3.13에서 소화농도보다 큰 이산화탄소 농도가 유지되는 시간으로 정의하고 있다.

다시 말해, 각 화재 등급별로 설계된 소화약제가 방호대상 물 또는 방호구역에 방출되었을 때 소화를 하는데 필요한 최저 농도가 유지되는 시간을 의미한다. 설계농도유지시간 을 통해 소화약제의 필요량과 소화의 기능을 유지하는 시간 의 상관관계를 확인할 수 있다.

2.2 설계농도유지시간 추론모델

NFPA 2001과 ISO 등에서 제안하는 설계농도유지시간 추론모델은 Descending Interface Model (DES)과 Continuous Mixing Model (MIX)가 존재한다.

2.2.1 Descending Interface Model

Fig. 1은 DES모델이다. 방호구역 내부의 기류가 없다고 가정했을 때 방출된 약제가 공기와 혼합하고 구역의 상단 부터 약제층을 형성하면 공기보다 비중이 큰 소화약제가 방호구역의 개구부를 통하여 빠져나가는 메커니즘을 다룬다.

따라서 방호구역의 높이는 높을수록, 방호대상물의 높이는 낮을수록 설계농도유지시간을 확보하는데 유리하다.

Fig. 1. Descending Interface Mode

2.2.2 Continuous Mixing Model

Fig. 2는 Mix모델이다. 방호구역 내부의 기류가 있다고 가정했을 때 방출된 약제의 초기농도가 기류에 영향으로 개구부 등으로 유입된 공기와 희석되면서 점차적으로 연해 지게 되는 메커니즘을 다룬다. 따라서 약제방출초기농도가 높을수록 설계농도 유지시간을 확보하는데 유리하다.

Fig. 2. Continuous Mixing Mode

2.2.3 개구부의 면적 및 위치

개구부는 방호구역 내·외부 기류가 상통하는 곳을 의미하며 기류가 상통하는 것을 누설이라고 한다. 누설에 영향을 미칠 수 있는 부분은 육안으로 확인 가능한 출입문, 창호 등의 개구부가 존재하며, 육안으로 확인이 어려운 벽, 천장, 바닥 등의 누설틈새, 각종 시설들의 배관 및 케이블의 관통부, 덕트 등이 존재한다.

개구부의 면적이 클수록 위치가 낮을수록 누설에 영향을 크게 미치게 된다. 따라서 개구부의 면적을 최소화 하는 것과 하부의 개구부는 완벽히 밀폐하는 것이 설계농도 유지 시간을 확보하는데 유리하다.

그리고 화재시 공조설비 및 자립형에어컨 등의 연동여부, 자동폐쇄장치의 설치여부 등으로 추가적으로 누설될 여부가 있는 개구부를 확인해야 한다.

2.3 약제별 방사 시 특성

방호구역 내부에 약제를 방사하면 소화약제가 기상상태로 급속히 변화하고, 체적 및 내부압력의 경우는 부압과 팽창효과 등이 나타난다.

할로젠화합물을 이용한 약제의 경우, 방사 초기에 방호구역 내부의 순간적인 온도 저하를 유발한다. 순간적으로 압력이 급격히 하강하여 부압(negative pressure)이 발생하고 과압(over pressure)상태로 변화한다. 불활성기체를 이용한 약제의 경우, 방사 초기에 급속히 높은 과압(over pressure)이 형성되었다가 점차 압력이 감소하는 형태를 보인다.

실내부가 과압상태가 될 경우, 실내의 공기와 충돌하여 압력이 팽창되므로 경량구조로 이루어진 방호구역은 벽체의 손상이나 파괴를 가져올 수 있다. 따라서 소화농도 유지를 위해서는 밀폐상태의 검토 및 보완이 매우 중요하다.

Table 1은 가스계 소화약제별 압력효과에 대한 내용으로

FIA의 관련규정 제6조 제2항이다(FIA, 2012). 소화약제에 의하여 발생하는 양압 및 부압을 보여주고 있다.

Table 1. Pressure Effects of Gaseous Media

Extinguishant Name	Positive Pressure Created	Negative Pressure Created
FK-5-1-12	YES	YES
HFC-125	YES	YES
HFC-227ea	YES	YES
HFC-23	YES	NO
IG-01	YES	NO
IG-100	YES	NO
IG-55	YES	NO
IG-541	YES	NO
CO ₂	YES	NO

3. EIT 시험

3.1 시험 개요

EIT 시험은 방호구역의 기밀성을 확인하고 약제가 방출되면 방호구역 내의 농도유지시간(Retention time)과 과압(Over pressure) 및 부압(Negative pressure)을 예측하여 소화약제의 소화성능 확보를 하기 위한 시험이다.

시험에서 요구되는 기밀성은 양압 시험방법과 부압 시험방법을 통해 확인 가능하다. 양압시험 방법은 구역 내부에 압력을 높여서 외부로 약제가 누설되는 여부를 확인하는 방법이다. 부압시험 방법은 내부를 진공상태로 만들어 외부의 기체가 유입되는 여부를 확인하는 방법이다.

3.2 시험절차

국내에는 현재 EIT시험에 관련된 규정이 존재하지 않아 본 연구는 미국의 NFPA 12 (2018)와 NFPA 2001 (2018)의 기준을 참고하였다.

Table 2는 NFPA 12와 2001의 EIT시험의 관련 규정내용이다. 구체적인 소화농도 유지시간과 검사주기에 대해서 명시되어 있다.

Table 2. Door Fan Test Regulations

Content	NFPA12	NFPA2001
Duration of Protection	5.4.1.1 20mins	5.6 10mins
Enclosure Inspection	N/A	8.4.5 Annually or Monitored by Program

3.2.1 설계검토

EIT 시험을 실시하기 전에는 발주처 또는 현장 담당자로부터 방호구역에 대한 관련 설계도서 및 관련 정보를 입수하여야한다. 현장 상황을 사전에 확인하고나서 사전 점검을 실시하여야 한다.

시험 구역 밀폐의 완전성에 대하여 시험 준비가 완료되어 있음을 육안으로 확인하고 방호구역 벽체 등의 외부는 EIT 공기를 받아들이거나 공급하는데 이용되는 귀환로 지역의 적합성을 판단한다. 현장 담당자에게는 시험에 대한 설명서를 제공하고 필요 인원 및 소요장비, 예상시간 등을 통보한다.

발주처로부터 입수된 가스계 소화설비 설계도서의 설계기준 및 법적 검토를 하고 소화약제 저장 용기실의 법적 설치기준의 적합성, 시공 도면과 현장 상황의 일치성 등을 확인한다.

저장용기실의 경우, 소화설비 작동의 신뢰성이 반드시 필요한 곳이다. 기동라인과 선택밸브가 적절하게 설치되었는지 여부를 확인하여야 한다.

방호구역 평가함에 있어 팬에 공기를 공급하거나 받아들이는데 사용될 방호구역 외부 장소에 대하여 기록해야한다. 그리고 방호구역 내 모든 창문 해치 이동식 칸막이가 시험 중 닫힌 상태로 유지할 수 있는지 여부를 확인한다. 방호구역의 바닥 또는 벽체를 통하여 시험 공간과 연결된 부속공간의 유무를 확인하여 기록한다.

3.2.2 누설부위 확인

누설부위를 확인하는 방법은 EIT 시험을 실시하는 방호대상구역에서 출입문, 창문 그리고 개구부의 개방상태와 댐퍼의 설치개소, 바닥케이블 트레이와의 개방 등 상태를 확인한다. 방사된 약제가 외부로 누설될 가능성을 검토하고 EIT 시험 시뮬레이션에 반영할 수 있도록 수치화 한다.

수치화한 자료는 시뮬레이션의 결과에 적합여부를 판단하는 주요한 인자로 작용한다. 신뢰성 높은 테스트를 수행하기 위해서는 반드시 방호구역의 상태를 상세하게 확인 및 기록하여 시험 분석의 기반자료가 되어야 한다.

추가적으로 반자가 견고히 고정되어 설치되었는지, Heating, Ventilation & Air Conditioning 및 댐퍼의 자동 폐쇄여부도 확인한다.

3.2.3 장비설치 및 최초시험

EIT시험의 장비인 Door panel과 Blower Door Fan은 방호대상구역의 출입문 중 귀환로 등을 고려하여 적합한 문 위치를 선정하여 설치한다. 팬을 제외한 출입문은 완전히 밀폐되도록 보완조치를 선행하며, 팬 장비가 견고히 고정되고 이탈되지 않도록 자체적인 시공 상태 검증도 함께 시행한다.

대상구역에 대한 사전 검토 및 보완 조치를 마치면 EIT

시험을 시행한다. 이를 위하여 EIT 장비 및 Blower Door Fan의 정상작동 여부를 확인하고 시험 장비들의 검교정 상태를 확인한다. 문제가 없다면 시뮬레이션 프로그램의 구동상태도 확인한다.

Blower Door Fan이 정상작동하면 측정되는 누기율을 검토하고 전체적인 구역과 바닥하부 구역을 구분하여 수치화하여 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 결과 분석한다.

장비의 작동신뢰성을 높이기 위해서는 주요기자재인 FAN은 5년마다 확인하고, 압력계이지는 매년 제조사로부터 검 교정을 정기적으로 받아 작동 및 계측기 기능에 문제가 없는지 확인한다.

3.2.4 보고서 작성

보고서를 작성하기 전에 시험분석 결과가 관련 기준에 부적합하다면 방호구역 내 누설부위 및 원인을 조사하여 보완 조치 후 재시험을 실시한다.

적합하게 EIT 시험이 종료 되면 시험보고서를 작성한다. 시험보고서는 서면으로 작성하고 시험자의 자격 인증서 및 시험장비의 검교정서와 함께 제출하여야한다. 제출은 발주처 또는 그 대리인에게 하여야한다.

시험 중 기록된 데이터 및 자료는 매우 세부적이고 구체적으로 기술되어야 한다. 또한 절차와 규정을 준용하여 실시한 후 시험 보고서를 작성해야 하고 유자격 시험자에 의한 검증 및 확인 5차를 거쳐야 EIT 시험의 결과물로 인정될 수 있다.

3.3 시험방법

시험방법은 DES모델을 적용하여 임의의 방호구역 내에 기류의 영향없이 CO₂, 할로젠화합물 중 HFC-125, 불활성 기체 중 IG-541에 대하여 시험절차에 따라 단계별로 실시하였다.

Table 3은 사전 검토를 통해 파악한 각 약제별 시험조건이다.

Table 3. Test Conditions

Content	CO ₂	HFC-125	IG-541
Volume of Area (m ³)	2,612.6	2,011.2	535.17
Height of Area (m)	2.31	5.48	5.79
Quantity of Agent	3,825 kg	1,750 kg	302.4 m ³
Hold Time (min)	20	10	10
ReleaseTime (sec)	420	10	60

Table 4는 각 약제별 기밀성조건인 양압 및 부압시험결과이다. 방호구역 내의 비교적 높은 체적을 고려하여 송풍기 2대를 설치하고 시험하였다.

Table 4. Pressure Test Result

Agent	Pressurize Data			Depressurize Data		
CO ₂	Measured pressure [Pa]	10.8	19		-10.1	-18
	Fan #1, Range Open(22)	80	163	Fan #1, Range Open (22)	118.5	182
	Fan #2, Range Open(22)	80	163	Fan #2, Range Open (22)	118.5	182
HFC -125	Measured pressure [Pa]	11	41		-10.7	-37.0
	Fan #1, RangeA	52	251	Fan #1, RangeA	67.9	237
IG -541	Measured pressure [Pa]	10	25		-10	-23
	Fan #1, RangeC4	68	231	Fan #1, RangeC4	75	252

4. 시험결과 및 고찰

Table 3의 사전 검토를 통해 파악한 각 약제별 시험조건을 적용하여 다음과 같은 시험결과를 도출후 시험결과에 대하여 고찰하였다.

4.1 이산화탄소(CO₂)

Fig. 3은 이산화탄소 설계농도유지시간 시험결과를 나타낸다. 설계농도유지시간이 8.6분 산출되었는데 관련 규정에서 요구되는 20분의 설계농도유지시간에 미달되었다.

Fig. 3. Hold Time (CO₂)

이에 현장을 육안으로 확인해보니 Fig. 4의 부적합 조건이 확인되었다. 부적합 조건을 야기한 현장의 요건은 여러 가지로 규명되어지지만 육안으로 확인할 수 있는 부분은 벽체의

마감상태, 각종 관통부에 대한 보완미비, 공조설비에 의해 발생하는 누설부위 등이며 smoke test를 통하여 정밀한 누설부위의 확인이 가능하다. 이러한 제반여건을 보완하여 20분의 요구시간을 만족시키도록 개선하여야 한다.

Fig. 4. Room Leak Point Check (CO₂)

4.2 할로젠화합물(HFC-125)

할로젠 화합물 설계농도유지시간 초기시험은 Figs. 5(a)와 (b)처럼 환풍그릴 부위의 밀폐하지 않은 상태로 실시하였다. 초기시험 결과 NFPA 2001 5.6의 Hold Time 기준 10분과 비교했을 때 설계농도유지시간이 턱없이 부적합하였다.

이에 Figs. 5(c)와 (d)같이 환풍 그릴부위를 임시 밀폐 재시험 실시하였다. Fig. 6은 할로젠화합물 설계농도유지시간 재시험 결과로 설계농도유지시간이 24.8분이 산출되었다. 관련 규정에서 요구되는 10분을 상회한다.

Fig. 5. Room Leak Point Check (HFC-125)

설계농도유지시간을 확보하기 위하여 임시 밀폐부위를 반드시 영구적으로 밀폐 또는 폐쇄장치를 설치하는 것이 필요하다.

Fig. 6. Hold Time (HFC-125)

Fig. 7은 재시험결과가 NFPA 2001 5.6의 Hold Time을 만족함에 따라 관련 감독관에게 임시밀폐부위를 영구히 밀폐 또는 자동폐쇄 장치를 설치할 것을 통보하여 조치한 그림이다.

Fig. 7. Room Permanent Seal

4.3 불활성기체(IG-541)

Fig. 8은 시험결과 109.8분이 산출되었음을 나타낸다. 관련 규정에서 요구되는 10분의 설계농도유지시간을 상회한다.

Fig. 8. Hold Time (IG-541)

그러나 대상구역은 사람이 상주하는 구역에서의 최대 허용 설계농도 기준인 43%를 초과한 43.16%의 소화약제가 설치된 것으로 확인되었다. 따라서 소화약제량의 조정이 필요하며, 가스계 소화설비 유량 프로그램의 재검토가 필요하다고 판단된다.

5. 설계농도 유지시간 확보방안

시험을 통하여 가스계 소화설비의 설계농도유지시간 확보하는 방법을 알 수 있었다. 설계농도유지시간을 확보하기 위해서는 방출된 소화약제가 일정 시간동안 방호구역 내 잔존해야만 화재를 완벽하게 진화할 수 있다. 설계농도유지시간을 장시간 동안 확보 할 수 있는 방안은 다음과 같다.

5.1 개구부의 크기

육안으로 확인 가능한 출입문, 창호, 지하층 dry wall, 기타 개구부 등을 고려하고 방화셔터나 건축 마감부위를 집중적으로 검토 및 보완 조치한다. 천 장상부나 바닥하부 트랜치 등에 설치된 각종 시설 배관과 케이블의 관통부는 육안으로 확인하기 어려운 단점이 있지만 EIT 시험을 통해 누설면적의 크기를 산출할 수 있다(Jo, 2014). 누설면적은 소화농도를 유지하는 직접적인 요인이 되므로 추가적인 개구부가 생성되지 않도록 유지 관리하여야 한다.

5.2 개구부의 위치

육안으로 확인 가능한 개구부의 경우는 위치에 관계없이 밀폐조치를 해야하며, 육안으로 확인이 어려운 바닥, 벽 부분 및 창호의 누설틈새부위는 EIT 시험을 통해 위치를 파악할 수 있다(Jo, 2014). 방호 구역 내 방사된 소화약제는 이 누설틈새를 통하여 인접구역으로 누설될 수 있으므로 이 부분에 대한 확인 작업이 필수적이다.

5.3 설비 연동 시스템 구축

약제 방사 시 외기와 혼합적인 요인이 발생되어 적절한 농도를 유지하지 못하는 상황도 파악해야 한다. 예를 들면 화재 발생 시 급배기 설비 및 자립형 에어컨 등의 연동여부, 자동폐쇄장치의 설치여부를 파악해야 한다. 소화설비가 작동되었을 때 이러한 설비들이 중지되지 않으면 덕트 등을 통하여 기류가 형성되어 약제가 희석되거나 누설될 수 있다. 따라서 위 설비 등은 화재 시 연동하여 정지 및 폐쇄되는 시스템을 구축해야 한다.

6. 결 론

설계농도유지시간 확보를 위한 연구 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

- (1) 설계농도 유지시간을 확보하기 위해서는 개구부의 크기 및 위치를 파악하는 것이 중요하다.
- (2) 개구부는 크기가 작을수록 위치가 높을수록 설계농도 유지시간의 확보에 유리하다.
- (3) EIT시험을 통해 육안 확인이 어려운 개구부의 크기 및 위치를 파악할 수 있다.
- (4) 각종 급배기 관련 설비와의 연동 시스템을 구축하여 약제의 희석현상과 누설을 방지할 수 있다.

현재 가스계소화설비 설치에만 관점이 집중되고 있다. 설계농도유지시간 확보를 지속적으로 확인하지 않는다면 재해발생시 예기치 않은 피해로 돌아올 것이다.

References

- Fire Industry Association (FIA). (2012). *Guidance on the pressure relief and post discharge venting of enclosures protected by gaseous fire fighting systems*. Guidance on Venting of Gas Systems, Issue 2.
- Fire Prevention News. (2013). *KEPCO Wangsimni substation fire* (December 9, 2013). Retrieved from <http://m.fpn119.co.kr/a.html?uid=22781>
- ISO 6183. (2009). *Fire protection equipment – Carbon dioxide extinguishing systems for use on premises – Design and installation*. International
- Jo, I.H. (2014). *A study on the proactive of affect on the enclosure integrity test of fire extinguisher systems*. Master's Thesis, Seoul National University of Science and Technology, pp 27-30
- National Fire Agency (NFA). (2017). *Standard for performance certification and product inspection of gaseous extinguishing systems design program*. Notification No. 2017-1.
- NFPA 12. (2018). *Standard on carbon dioxide extinguishing systems*. 2018 Edition, National Fire Protection Association.
- NFPA 2001. (2018). *Standard on clean agent fire extinguishing systems*. 2018 Edition, National Fire Protection Association. Organization for Standardization.

Received	January 29, 2019
Revised	February 7, 2019
Accepted	February 28, 2019