방화구획을 관통하는 덕트 풍도주위의 스프링클러설비 설치기준에 관한 연구

A Study on the Establishment of Sprinkler System in Duct Passing through Fire Compartment Walls

권영희* · 채승언** · 민세홍***

Kwon, Younghee*, Chae, Seungun**, and Min, Sehong***

Abstract

The need for a standard review of fire prevention and related statutes and human safety protection against fire spread has emerged owing to the recent diversification of fire types and the increase in the scale of damage in the K-industrial complex's electronic parts manufacturing plant. The building law mitigates the installation of fire dampers (FDs) by fixing sprinkler heads to the inside of the exhaust duct that penetrates the fire compartment wall in the electronic components manufacturing plant. However, the clause presents only alternative applicability and does not present any installation criteria. This results in conflicting interpretations between the Fire Protection Act and the Building Act, causing major confusion in the work. Therefore, in this study, three problems of building legal fire-fighting facilities in electronic parts manufacturing plants with special process characteristics were reviewed and analyzed. In addition, performance standards and standards for inspection and maintenance of building-legal firefighting facilities suitable for preventing the spread of flames were presented.

Key words : Building Disaster Prevention, Fire Prevention Duct, Sprinkler in Duct, Fire Damper, Semiconductor Factory

요 지

최근 K공단 전자부품 제조공장의 화재 발생과 관련하여 화재유형의 다양화 및 피해규모 증가로 인해 화재확산방지와 인명안전보호에 대한 소방법령 및 소방관계법령의 기준검토 필요성이 대두되고 있다. 이와 관련하여 건축법령에서는 전자부품 제조공장에 국한하여 방화구획 벽체를 관통하는 배기덕트는 내부에 스프링클러헤드를 적용함으로써 방화담퍼(FD) 설치를 완화해 주고 있다. 하지만 해당조항은 대체 적용가능 여부만 제시하고 설치기준에 대해서는 전무하여 소방법과 건축법간의 상충된 해석이 발생하고 이로인해 업무에 큰 혼선을 빚고 있다. 따라서 본 연구에서는 특수한 공정을 갖고있는 전자부품 제조공장의 건축법령으로 소방시설의 문제점을 3가지로 검토·분석하였다. 또한, 화재확산 방지에 적합한 건축법으로 소방시설의 성능기준과 점검·유지관리기준을 제시하였다.

핵심용어 : 건축물 방재, 방화선상 덕트, 덕트 내부 스프링클러, 방화담퍼, 전자부품 제조공장

1. 서 론

최근 K공단 전자부품 제조공장의 화재 발생과 관련하여

화재유형의 다양화 및 피해규모 증가로 인해 화재확산방지와 인명안전보호를 위해 소방법령 및 소방관계법령의 기준검토 필요성이 대두되고 있다. 이와 관련하여 건축법령에서

*정회원, 공학박사, 가천대학교 ICT융복합 화재·재난과학연구센터 선임연구원(E-mail: yh119.kwon@gmail.com)

Member, Ph.D., Post-Doctoral Research Fellow, Department of Fire Protection Engineering, Gachon University

**정회원, 전임연구원, 한국건설기술연구원 화재안전연구소(E-mail: seungun.chae@kict.re.kr)

Member, Research Specialist, Fire Research Center, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

***교신저자, 정회원, 가천대학교 공과대학 설비·소방공학과 교수(Tel: +82-31-750-5714, Fax: +82-31-750-8746, E-mail: shmin@gachon.ac.kr)

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

는 전자부품 제조공장에 국한하여 방화구획 벽체를 관통하는 배기덕트는 내부에 스프링클러헤드를 적용함으로써 방화담퍼(FD) 설치를 완화해 주고 있다. 하지만 해당조항은 대체 적용가능 여부만 제시하고 있으며 설치기준에 대해서는 전무하여 소방법과 건축법간의 상이하게 해석이 되어, 이로인해 업무에 큰 혼선을 빚고 있다. 따라서 별도 기준없이 덕트내부에설치되는 헤드는 중요성과 필요성을 인지하지 못하고, 설계에 반영되고 있는 실정이다.

이 건축법 조항은 Table 1에서 나타난 바와 같이 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제14조(방화구획) 제2항제3호(건설교통부령 제348호, 2003. 1. 6 시행)에서 제시한 방화구획을 관통하는 부분에 설치하는 스프링클러헤드가 해당되고, 이에 소방 기술자의 관심 대상에서 제외되고 있는 실정이다.

Table 1. Article 14 the Building Code for Fire Damper Relief Provisions

If the ventilation, heating, or air-conditioning system airduct through the fire prevention compartment, a damper shall be installed in the penetration or adjacent area that conforms to the following criteria.

However, this is not the case if sprinkler heads are installed around airduct that penetrate fire prevention zones as semiconductor factory buildings.

2003년에 시행된 이래로 제도의 운영상 나타난 미비점에 대해 보완·개정없이 현재까지 전자부품 제조공장에 적용되고 있으며, 심지어 건축법규에서 제시된 화재안전 대체규정으로 소방법적 구속력이 없고, 덕트 풍도주위에 설치되는 스프링클러헤드에 대한 상세기준이 동법에 제시되지 않은 상태이다. 따라서 시공전 제출되는 시공상세도(Shop drawing)의 적합성 검증은 법적으로 의무화되지 않을뿐더러 담당감리원의 법적업무범위 정립도 아울러 해결해야 하는 과제로 발생하고 있다.

Fig. 1에서 나타난 바와 같이 전자부품 제조공장에선 방화구획을 관통하는 덕트에 방화담퍼와 스프링클러 헤드가 혼용 설치되어 있다. 즉, 공정 특성상 덕트 내부로 인화성이 높은 가스와 케미컬을 배기하고 있기에 방화구획 관통시 건축법상 의무조항인 방화담퍼 설치의 운영상의 문제점을 초래할 수 있어 스프링클러헤드로 대체하고 있다. 또한, 덕트의 규모가 대형화됨에 따라 적합한 크기의 방화담퍼 제작이 난해한 사항이 발생하는 구간에도 스프링클러 헤드로 설계하고 구성하여 시공하고 있다. 따라서, 소방시설 자체의 하드웨어적 설계뿐만 아니라 방화구획을 관통하는 덕트내 스프링클러설비 자체의 안전한 작동과 점검·유지관리를 위하여 법령으로 안전한 설계가 될 수 있도록 하여야 한다. 이를 위해서는 ‘설비덕트 분야와 연계한 안전기준’이

보다 구체적이고 적합하게 수립되어야 한다. 또한, 자동화 설비인 만큼 소프트웨어적인 측면에서도 명확하고 구속력 있는 안전기준이 수립되어 적용되어야 한다.

Fig. 1. Fire Damper (Left) and Sprinkler in Duct (Right) Installation

현재 방화담퍼 자체의 근본적 특성과 건축 내화구조 특성에 대한 연구는 다수 진행되고 있지만, 특정 건축물에서 방화담퍼 대체 시설인 스프링클러헤드의 연구는 전무한 상태이며, 스프링클러헤드 작동시 방화구획으로 성능이 방화담퍼와 같은 신뢰성이 있는지 우려가 된다.

본 연구에서는 전자부품 제조공장의 특수한 공정 범위에서 보완·적용되고 독자적인 기준으로 운용 및 유지관리하고 있는 건축법령에서 소방시설에 대해 아래와 같이 3가지로 검토·분석하였다.

- 첫째, 화재확산 방지성능의 적합성
- 둘째, 덕트 구조에 대한 점검 및 유지관리
- 셋째, 덕트 규모에 의한 시설 적용기준

또한 본 연구에서는 스프링클러헤드를 방화구획을 관통하는 덕트 풍도주위에 설치시 나타나는 문제점을 해결하기 위해 건축법령으로 소방시설 시공의 적합성과 효율적 현장 적용 등의 개선 방향을 조사·분석하여 반영하는 것을 목적으로 한다. 더불어, 건축법의 소방학적 화재안전 요구에 대하여 개선사항을 제안하고, 전자부품 제조공장 내 작업자의 인명안전을 확보하는 기초자료 및 첨단반도체산업의 화재안전기준 개선활동에 활용과 작업 효율을 상승시키는 이점이 있을 것으로 기대된다.

2. 방화구획 선상 스프링클러설비의 현장 취약점 및 품질관리를 위한 대책

건축법령에서 방화구획의 의미는 건축물의 구조적 안전을 도모하기 위해 설치기준에 중점을 두어 방화구획 관통부의 처리 지침을 제시하고 있다. 하지만 이외는 달리 소방법령에

서는 방화구획의 의미를 소방시설의 유지 및 안전관리 항목으로 규정하고 있다. 즉, 건축물의 화재안전성능은 Passive system과 Active system이 함께 설계·시공되어 상호보완적이어야 하지만 전자부품 제조공장에서는 대체설비로서 인식되고 있다.

따라서 Table 2는 방화댐퍼를 대체하여 설치된 스프링클러헤드의 시공성과 향후 유지관리의 점검을 고려하여 요구사항을 정리한 것이다.

2.1 화재확산 방지성능의 적합성

방화댐퍼(Fire Damper, F.D)는 환기·난방 또는 냉방시설의 풍도가 방화구획을 관통하는 경우에 그 관통부분 또는 이에 근접한 부분에 설치하고 있다.

국내 건축물의 방화구획에 적용되는 방화댐퍼에 대한 성능기준은 KS F 2822 (2019, 방화댐퍼의 방연시험방법)에 따라야 한다.

또한 차염성능에 대한 시험 결과, 방화댐퍼는 규정된 작동(폐쇄)시간에 모두 작동하였으며, 3시간의 가열시간 동안 개구부 및 화염 발생이 없는 등 차염성을 만족하여 비차열 3시간의 성능을 확보하고 있는 것으로 나타났다(Choi et al., 2015).

따라서 스프링클러헤드를 설치함에 따라 동등한 방화시간 및 수원량에 대한 확보를 위한 기준이 없어 내부로 화염이 확산될 위험이 있으므로 건축법령에서 기준 제시가 필요하다고 판단된다.

즉, Fig. 2에서 나타난 바와 같이 내화구조의 인정 및 관리에 관한 기준에서 제시하는 방화구획 벽체 내화시간(예: 석고보드 2시간 내화성능)과 화재안전기준에 명시한 법령에서 규정한 시간(예: 20분) 등 건축 및 소방관련 기준정립이 요구된다(KS F 2257-1, 2005).

■ Regulations on the Standard of Evacuation and Fire Protection Structure of Buildings
Performance Standard for Fire Resistance Structures

Organization Use		Wall						(unit : hour)		
		outer wall			inner wall			Beam column	Floor	Roof
		bearing wall	non bearing wall	partition wall	bearing wall	non bearing wall	elevator wall			
		burning	non burning	burning	non burning	burning	non burning			
Classification	Size									
general facilities	12/50 more than less than	3	1	0.5	3	2	2	3	2	1
	4/20 less than	2	1	0.5	2	1.5	1.5	2	2	0.5
housing facilities	12/50 more than less than	2	1	0.5	2	2	2	3	2	1
	4/20 less than	2	1	0.5	2	1	1	2	2	0.5
industrial facilities	12/50 more than less than	1	1	0.5	1	1	1	1	1	0.5
	4/20 less than	2	1.5	0.5	2	1.5	1.5	3	2	1
	12/50 more than less than	2	1	0.5	2	1	1	2	2	0.5
	4/20 less than	1	1	0.5	1	1	1	1	1	0.5

Fig. 2. Criteria for Fire Resistant Structure and Fire Insurance

2.2 덕트 구조에 대한 유지관리

화재시 방화구획 선상 스프링클러헤드는 개방되어 일정 시간 동안 덕트 내부에 살수하게 된다. 하지만 배수 유지관리 차원에서 덕트 포트를 기준없이 임의위치에 설치하고 있어 비효율적으로 운영될 우려가 있다. 심지어 Fig. 3에서 나타난 바와 같이 폭이 넓은 덕트의 경우는 구조상 내부에 후렌지를 설치하여 원활한 배수가 이루어지지 않고 있다. 또한, 임의의

Table 2. Requirements of Installed Sprinkler System

Type	Risk	Requirements of Sprinkler System in Duct
Performance 성능	- Standard for Management of Fire-resistance Performance 내화구조의 성능기준 적합여부 확인	- Duration of Water Supply 수원량 확보에 필요한 소요시간
	- Structural Stability of Duct with Spray 살수에 따른 덕트 구조적 안정성	- Establishment of Criteria for the Drain Port 드레인 포트(Drain Port) 설치 기준 정립 - Consultation of Work-scope 업무 범위 협의
	- Efficiency of Sprinkler System 스프링클러설비 효율성(법령준수)	- Horizontal Distance of Sprinkler-Head 스프링클러헤드 수평거리 선정 - Selection of the appropriate head type 적정 헤드 타입 선정
Inspection / maintenance 점검 및 유지관리	- maintenance difficulties 유지관리상의 문제	- Application of Design in Inspection Ladder 점검용 사다리 시공상세도 설계반영
Application Criteria 적용기준	- Unable to manufacture and install fire dampers 방화댐퍼 제작 설치 불가	- Application of Duct Size to Facilities 덕트 규모에 의한 시설 적용기준

크기와 위치에 덕트 포트를 설치하고 있으며, 헤드 설치와 연계하여 위치 선정이 필요하다.

Fig. 3. Duct Port Installation for Duct System

덕트 포트 설치 기준정립은 방수량 및 방사시간에 따라 많은 양의 물을 이기지 못하고 주저앉는 등 덕트의 외형이 파손되는 위험뿐만 아니라 덕트 하부에 놓인 장비와 인명의 2차 피해 발생 위험이 있어 고려해야 할 사항으로 판단된다.

이러한 수손피해에 대응하기 위해서는 현재 방수량에 따른 수하중을 고려한 덕트 지지대 구조검토와 함께 덕트 포트 설치기준을 고려한 설비적 대책 마련이 필요하다.

2.3 덕트 내에 설치되는 헤드 살수반경

건축법규의 화재안전에 관한 스프링클러헤드 규정이 건축물의 환경에 적합한 시설이 되도록 살수 반경에 대한 기준의 정비가 필요하다.

스프링클러설비의 성능위주 설계는 화재진압에 필요한 최소살수밀도(Required Delivered Density, RDD)와 실제 화염에 도달하는 살수 밀도(Actual Delivered Density, ADD)와의 상관관계를 평가하여 $ADD > RDD$ 가 될 수 있도록 설비를 구성하게 된다.

일반적으로 ADD를 평가하기 위해서는 스프링클러헤드의 방수각도, 초기방사속도, 방사압력, 유량, 물방울크기 및 분포 등의 정보가 필요하다(Hur and Shin, 2017).

따라서 타공정간의 간섭 및 설치상의 어려움에 의해 스프링클러 방사 특성 해석을 고려하지 않은채 Fig. 4에서 보는 바와 같이 덕트의 측면에 설치하고 있는 실정으로 소화성능을 고려한 스프링클러헤드 위치 및 타입선정이 필요하다.

2.4 점검 및 유지관리

국내 건축물의 방화구획에 사용되는 방화담퍼에 대한 성능기준은 KS F 2822 (방화담퍼의 방연시험방법), KS F 2815 (2001, 방연성능기준)에 따라야 한다(Nam, 2016).

Fig. 4. Duct for Installed Sprinkler Head

Fig 5에서 나타낸 바와 같이 방화구획 선상 덕트 스프링클러설비의 구성은 볼밸브, Flow Switch, 플렉시블, 스프링클러 헤드 순으로 설치된다. 즉, 헤드는 천정 최상단에 덕트가 방화벽을 관통하는 관개로 대부분 육안으로 확인이 어려운 높은 곳에 설치되어 있다. 그러므로 이를 점검하기 위해서는 추가로 비계를 쌓아야 하는 비경제적이고 합리적이지 못한 어려운 업무가 발생한다. 따라서 시공전 시공상세도 작성(MLTM, 2010)시에 점검을 위한 사다리에 대한 설계반영은 추후 점검 및 유지관리 차원에서 필수적으로 반영되어야 하는 사항이다.

Fig. 5. Re-insurance Company Material Requirements

2.5 덕트의 규모에 따른 담퍼 설치제외 규정 필요

반도체 공정 특성상 덕트가 대형화됨에 따라 유기배기가 아닌 일반배기 덕트의 경우에도 방화담퍼 설치 어려움이 발생하여 스프링클러 헤드를 설치함으로써 방화구획 인정을 받고 있다. 이러한 사항은 제작 가능 여부와 관계없이 현장에선 오인되어 혼재되는 무분별한 설치가 발생될 수

있다. 따라서 덕트내에 설치되는 방화댐퍼의 제작 가능 여부에 따라 제외할 수 있는 규제조항과 스프링클러 설비의 설치 상세기준 추가로 건축물의 화재안전성능 확보 방안이 제시되어야 한다.

3. 방화구획 선상 스프링클러설비 체크리스트

3.1 체크리스트 항목 도출

체크리스트 항목 작성을 위해 앞장의 방화구획 선상 스프링클러 시스템의 요구사항 분석을 통해 해당별 체크리스트

주요항목을 도출하였다. 다음의 Table 3은 체크리스트 항목 도출 근거를 보여준다.

이와 같은 방법으로 시공상세도 도면의 적용요소 항목들을 구분하였고 체크리스트 작성을 진행하였다.

3.2 시공상세도 도면의 적합성 체크리스트 작성

체크리스트의 작성은 요구하는 항목을 도출하여 시공상의 적합성을 판단할 수 있게 하는 것에 그 목적이 있다. 이를 통해 Table 4에서 보여주는 것과 같이 요구사항을 토대로 방화구획 선상 스프링클러설비의 체크리스트를 정리한 것이다.

Table 3. Checklist Item in Duct Sprinkler

Type	Checklist Items
Performance	types and locations of sprinkler head, Drain Port, distance between sprinkler heads, flow time etc.
Inspection & Maintenance	Eye marking, Pipe welding, heat insulator, Poly Bag, shop drawing, Duct mount, ladder, nameplate of valves etc.

Table 4. Check Sheet in Duct Sprinkler Head

Type 구분	Check Sheet 검사항목	Reference 비고
performance 성능	- Check Propriety in the Horizontal Distance of Head 스프링클러헤드 수평거리 적정성 확인	- Article 10 NFSC 103 NFSC 103 제10조 참고
	- Check Pipe-Diameter for Drain Port 드레인 포트 배관 관경 확인 - Confirm Propriety between Drain Port and Head 드레인 포트와 헤드 간 이격거리 적정성 확인 - Check Installation of Drain Port 드레인 포트 설치상태 확인	
	- Check Duration of Water Supply 법적 수원량 확보 확인	- Standards for Management of Fire-resistance Performance 내화구조 인증 및 유지관리기준
	- Check Application of Shop Dwg for Inspection Ladder 점검용 사다리 설계 반영 확인 - Check Installation for Key Lock Valve 유지관리를 Key Lock Valve 설치상태 확인	- Reference of Shop Drawing 시공상세도 참조
Inspection & Maintenance 점검 및 유지관리	- Check Installation Ploy Bag for SP Head SP헤드 Poly bag 설치상태 확인	
	- Check Installation for Heat-Sensing part of Head SP헤드 덕트내부 부착시 감열부 돌출 상태 확인	
	- Check Attaching Name-Stickers on Pipe 배관 눈관리 상태 확인 - Check Attaching Zoning-separation Stickers on Pipe 배관 표식 색상 확인 - Check making Name-Pannel in Valveroom 밸브실 명판 설치여부 확인	
	- Check Welding and Coating on Pipe 배관 용접 및 도장상태 확인	
	- Check Installation of A.O.V System 급배수시스템(A.O.V) 위치도면 일치여부 확인 - Check Installation Temper Switch for Butterfly Valve 급수차단용 버터플라이 밸브는 T/S 부착 형으로 시공확인	- Shop Drawing 승인도면 확인 - Speccification 시방서
	- Check Matching between Shop dwg and on Site 시공상세 승인도면 사용여부 확인	- Shop Drawing 시공도면(Shop Dwg 승인도)
	- Check Appropriate of Application between Fire Dampers and Sprinkler System in Duct 반도체 공장을 포함한 방화댐퍼의 적용유무와 기능저하를 고려한 스프링클러 설비 적용기준 확인	

체크리스트는 검사항목과 규격 및 기준에 근거하여 작성되어졌으며 이에 따라 대체설비로 분류되는 소방시설에 대한 설계에 관심이 높아지고 있고 시공상세도에 대해 여러 가지 방법들이 논의되고 있다. 건축법에 명시된 소방시설에 대해 화재안전기준에 의거한 적용범위에 대한 문제점을 해소할 수 있으며, 검측 체크리스트의 시공검토에 따른 법적 책임과 담당감리원의 업무부담이 감소될 것으로 판단된다.

4. 결 론

전자부품 제조공장의 경우는 화재발생시 우리나라 산업에서 치명적일 뿐더러 막대한 복구비용이 투입될 수 있으며, 복구 시간 역시 경제적 손실로 환산하면 실로 어마어마한 비용이 발생하게 된다.

이에 본 연구에서는 전자부품 제조공장의 특수한 공정 특성으로 인하여 건축법에서 제시되어진 방화구획 선상 스프링클러설비의 요구사항을 분석하여 시공상세도(shop dwg) 작성에 필요한 세부적인 체크항목을 제시하였다.

본 연구의 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 방화구획 선상 스프링클러설비는 건축법에 제시된 수계 소방시설로서 가동시간은 내화구조의 인정기준에서 제시한 방화벽의 성능기준 이상으로 적용받아 유지되어야 하며 스프링클러헤드의 수평거리와 유효수량 및 배수 배관 선정은 화재안전기준의 관련내용 규정으로 보완이 필요하다.

둘째, 해당 덕트에 설치하는 스프링클러헤드는 대부분 천정 최상부에 설치되기에 화재시 성능확보를 위한 유지관리용 점검용사다리를 설치하도록 규정하고 시공상세도에 반영해야 한다.

또한, 헤드의 상태(부식, 파손 등)는 수시로 확인할 수 있도록 점검구 설치와 방화댐퍼 설치시와 동일하게 필요할 것으로 판단된다.

셋째, 덕트 크기의 대형화로 인해 방화구획 관통부분에 적합한 대형 사이즈의 방화댐퍼 설치 제작이 불가능한 상황이 발생하고 있으며, 이에 무분별한 스프링클러설비 반영이 되지 않도록 방화댐퍼 제품에 대한 적용기준에 대한 규정이 필요하다. 따라서, 반도체 공장에 한하여 화재안전성능 평가를 통한 방화댐퍼의 적용유무 및 댐퍼의 기능저하를 고려한 스프링클러 헤드 설치기준으로 정립이 필요하다.

이를 통하여 본 연구 결과를 활용한다면 화재안정성이 고려된 방화구획 선상 스프링클러헤드 설치기준 정립에 기초자료가 될 수 있을 것으로 확신한다. 본 연구는 전자부품 제조공장을 대상으로 하였으나, 이외의 다양한 대규모 일반 공장 대상으로 적용하더라도 보다 높은 신뢰성 있는 자료를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

전자부품 제조공정은 많은 장비 및 시설 투자를 기본으로 하며 반도체 핵심 기술 자체의 연구개발에도 많은 투자가 요구된다. 따라서, 본 연구를 통해 화재로 인한 인명안전 및 덕트 관통부를 통한 화재확산에 대한 기준 마련에 추후 투자도 병행될 것으로 기대해 본다.

감사의 글

본 연구는 소방청 현장중심형 소방활동지원 기술개발사업(2015-NFA001-007-01010000-2019)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

References

- Choi, D.H., Seo, H.W., and Park, S.Y. (2015). A study on the fire resistance of the fire damper. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 15, No. 4, pp. 129-133.
- Hur, M.N., and Shin, C. (2017). An experimental study on droplet size according to discharge coefficient of sprinkler head. *Journal of the Korean Society of Safety*, Vol. 32, No. 4, pp. 16-21.
- KS F 2257-1. (2005). *Methods fire resistance test for elements of building construction General requirements*. Korean Agency for Technology and Standards.
- KS F 2815. (2001). *Inspection standard of smoke exhaust equipment*. Korean Agency for Technology and Standards.
- KS F 2822. (2019). *Smoke-proof test method for fire damper*. Korean Agency for Technology and Standards.
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (MLTM). (2010). *Guidelines for development definitions in constructions*. Technical Standard Division - 1732 (June 28, 2010). Retrieved from http://www.molit.go.kr/USR/I0204/m_45/dtl.jsp?idx=7166
- Nam, G.S. (2016). *A study on the identity, fire prevention facilities in recognition of the performance of construction and supervision*. Master's thesis, Gachon University.

Received	November 5, 2019
Revised	November 8, 2019
Accepted	November 15, 2019