[Research Paper]

스프링클러설비의 일상적 유지관리 제도 개선방안

이호열 · 최승복* · 최돈묵**†

가천대학교 설비·소방공학과 대학원생, *경기북부지방경찰청 과학수사계 팀장, **가천대학교 설비·소방공학과 교수

Improvement of the Daily Management System for Sprinkler Systems

Ho Yeol Lee · Seung bok Choi* · Don Mook Choi**†

Graduate Student, Dept. of Equipment System · Fire Protection Engineering, Gachon Univ.,

*Team Leader, Dept. of Fire & Explosion Investigation Team Gyeonggi Bukbu Provincial Police Agency,

**Professor, Dept. of Equipment System · Fire Protection Engineering, Gachon Univ.

(Received September 13, 2020; Revised November 09, 2020; Accepted December 21, 2020)

요 약

본 연구는 시간 흐름에 따른 스프링클러설비의 일상적 유지관리 제도의 문제점과 개선방안을 제시하기 위해 유지관리의 개념과 제도적 현황을 알아보고, 수도권 내 건축물에 설치된 스프링클러설비의 작동기능점검과 소방안전관리 업무 대행 시 작성한 불량 내용의 분석을 통해 실태조사를 하였다. 이에 따른 개선방안으로 유지관리 지침서 제정, 소방안전관리 업무 대행에 관한 업무 규정, 불량 내용 처리 및 업무 대행 감독자의 교육 강화 등의 법률 제정과 유지관리행위의 효율성 제고를 위한 공간 수치화 및 부식 및 침수 피해를 방지할 수 있는 공간 구축 등의 관련 법 제도의 정비가 필요하다.

ABSTRACT

The maintenance and status of institutional maintenance of sprinkler facilities are examined to identify problems and suggest improvement plans for the daily maintenance system for sprinkler facilities over time. In addition, the details of poor inspection practices of sprinkler facilities installed in buildings in the Seoul metropolitan area and records prepared by the agency for fire safety management are analyzed. Suggested improvement measures include drafting legislation to establish maintenance guidelines, standardizing work on fire safety management, handling defective contents, strengthening education of business supervisors, and establishing a maintenance space to prevent corrosion and flooding.

Keywords : Sprinkler, Inspection, Testing, Maintenance, Daily maintenance

1. 서 론

스프링클러설비는 예방하지 못한 화재로부터 거주자의 인명 및 재산피해를 최소화하기 위해 상시 설계된 기능과 성능이 유지되어야 하는 수계 소화 설비로 무엇보다 그 성능과 기능 유지를 위한 일상적 유지관리가 요구된다.

이에 대한 대책은 매우 중요한 사안이나 현재 국내 기준을 살펴보면, 시간 흐름에 따라 겪게 되는 경년변화 등에 대응하는 유지관리가 아닌 설치 기준의 적부를 중심에 두고 관리하고 있었다.

그리고 일상적 유지관리의 한 형태로 소방시설관리업자를 통해 소방안전관리 업무 대행을 실행하고 있으나 이에 대한 구체적인 업무방법, 절차 등에 관한 규정 미비로 실효성은 상당히 낮은 실정이다⁽¹⁾.

또한 적절한 유지관리의 행위를 위한 공간이나 환경에 대한 규정도 미흡하여 성능과 수명을 적정 내용연한 기간 동안이라도 유지하기조차 어려운 환경에 머물고 있다고 볼 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 유지관리의 개념과 제도적 현황을 파악하기 위해 국내 건축법, 소방법 등 관련 법 규정을

† Corresponding Author, TEL: +82-31-750-5716, FAX: +82-31-750-8749, E-Mail: fire@gachon.ac.kr

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

고찰하였고, 소규모 건축물 소방시설의 유지관리 개선방향 등에 관한 연구논문 등에서 현행 자체점검을 통한 소방시설의 불량사항 분석을 기반으로 하는 유지관리 방안 등을 살펴보았다⁽²⁾.

그리고 실태조사를 위해 수도권 내 소방안전관리 업무대행을 계약한 위탁 건축물의 작동기능점검 불량 내역과 소방안전관리 업무 대행 시 작성한 점검일지의 기록 내용을 조사하였다.

이러한 이론적 고찰과 조사 등을 통해 현행 일상적 유지관리 제도의 문제점을 도출하였고, 이를 바탕으로 스프링클러설비의 성능저하 억제와 수명연장을 위한 제도 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 유지관리 개념

유지관리의 정의를 국내법에서 찾아보면 소방법에는 명확한 용어 정의가 없고, 「방재시설의 유지·관리 평가항목·기준 및 평가 방법 등에 관한 고시」, 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」에서 용어의 정의를 찾아볼 수 있다.

「방재시설의 유지·관리 평가항목·기준 및 평가 방법 등에 관한 고시」 제1조의2 2호에서는 ‘완공된 방재시설의 기능과 성능을 보전하고 방재시설 이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 방재시설을 일상적으로 점검·정비하고 손상된 부분을 원상 복구하며 경과시간에 따라 요구되는 방재시설의 개량·보수·보강에 필요한 활동을 하는 것을 말한다.’라고 규정하고 있다.

「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제2조 제11호에서는 유지관리란 ‘완공된 시설물의 기능을 보전하고 시설물이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 시설물을 일상적으로 점검·정비하고 손상된 부분을 원상복구하며 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량·보수·보강에 필요한 활동을 하는 것을 말한다.’로 명시하고 있다. 상기 법령에서는 개량·보수·보강 등 일련의 유지보수행위 시점을 시간의 흐름을 기준으로 하고 있음을 알 수 있다.

그 외 건축물 관련 유지관리 정의는 「건축법」과 건축물 유지·관리점검 세부기준」에서 건축물이 멸실될 때까지 지속적으로 유지하고 개선하는 행위로 정하고 있고, 기계설비의 유지관리는 「기계설비법」에서 ‘기계설비의 점검 및 관리를 실시하고 운전·운용하는 모든 행위’로 규정하고 있다.

유지관리 범위는 Figure 1에서와 같이 행위 시점에 따라 기능저하를 기점으로 예방보전과 사후보전으로 분류해 볼 수 있다.

예방보전은 건축물이나 설비의 설계된 기능의 저하를 사전에 감지하여 개·보수작업을 수행함으로써 건축물 및 설비의 사용 불가능 상태를 미연에 방지하는 것을 의미하며, 사후보전은 고장에 의해 성능이 저하된 것을 감지하고

Figure 1. Scope of maintenance.

Table 1. Summary of the Act on Fire Prevention and Installation, Maintenance and Safety Control of Fire-Fighting Systems Related to Maintenance

Article	Contents	
Article 9 ①	Maintainer of maintenance	Interested persons
	Standards of maintenance	Fire safety standards (National Fire Safety Code)
Article 20	Fire safety control	Interested persons fire safety controller Fire-fighting system Management business Operator
Article 25	In-House Inspection	Interested persons Fire-fighting system Management business Operator Qualified technical expert
Article 4	Maintenance supervision	Administrator of the national Fire agency Director general of a fire-fighting headquarters Head of a fire station

성능이 정지된 후에 개·보수작업을 하는 것을 말한다⁽³⁾.

2.2 국내 스프링클러설비 유지관리의 제도적 현황

현재 스프링클러설비를 포함한 소방시설 유지관리와 관련된 법 규정을 살펴보면 Table 1과 같이 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」을 중심에 두고 있다.

이 법률에 따르면 유지관리 주체는 관계인이며, 관계인은 소방시설의 수명이 다할 때까지 화재안전기준을 바탕으로 한 설치 기준을 유지하기 위해 자체점검을 실시하고, 소방안전관리자 또는 소방시설관리업자를 통해 일상적 유지관리를 하도록 규정하고 있음을 알 수 있다.

자체점검은 과거 소방공무원이 전담하던 소방대상물의 검사를 관계인의 자율적 예방의식을 유도하고 관 주도의 소방검사의 문제점을 보완하고자 도입되어 현재는 소방특별조사와 자체점검을 분리하여 실시하고 있고 작동기능점

Table 2. Classification of Investigation Targets
(Unit : Number of buildings)

Classification		Sum
By region	Seoul	14
	Gyeonggi Province	11
By usage	Neighborhood living facilities (Including composite)	16
	Apartment house (Including neighborhood living facilities)	2
	Religious facilities	4
	Elderly people facilities	2
	Exercise facility (Including neighborhood living facilities)	1
	Automobile related facilities	1
	Medical facilities	1

검과 종합정밀점검으로 구분된다⁽⁴⁾.

소방안전관리자는 소방안전관리대상물을 특급·1급·2급으로 나누어 각각의 등급에 따라 일정 조건을 갖춘 자를 선임하고, 소방시설과 그 밖의 소방 관련 시설의 유지·관리를 수행하도록 하고 있다.

또한 이 업무는 소방시설관리업자가 업무 대행할 수 있고, 이 경우 관계인은 업무 대행자를 감독할 수 있는 소방안전관리자를 선임하도록 되어 있다.

스프링클러설비의 설치 공간에 관한 규정은 스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103)에서 유수검지장치실의 출입구 크기를 가로 0.5 m 이상 세로 1 m 이상으로 수치화한 것을 제외하고는 ‘점검에 편리한 곳’, ‘점검하기에 충분한 공간이 있는 장소’, 또는 ‘화재발생 시 접근이 쉽고 점검하기 편리한 장소’ 등으로 가압송수장치 및 유수검지장치를 설치하는 장소 등의 조건을 정하고 있다.

3. 스프링클러 유지관리 실태조사

3.1 조사 대상 및 방법

연구를 위한 조사대상은 Table 2과 같이 서울, 경기지역에 있는 스프링클러설비가 설치된 특정소방대상물 중 동일한 소방시설관리업자가 소방안전관리 업무 대행과 작동기능점검을 한 건축물을 대상으로 하였다.

조사기간은 3년이고, 조사방법은 이 기간내 작동기능점검보고서에 작성한 지적 내역을 「소방시설 자체점검사항 등에 관한 고시 [별지 제2의4호서식]」의 점검항목을 기준으로 분류하였고, 소방안전관리 업무 대행은 소방시설관리업자가 자체 제작한 점검일지에 기록된 스프링클러설비의 불량 내역을 조사하였다.

Table 3. Characteristics of Faulty Contents that Inspected the Operation Function of Sprinkler System
(Unit : Number of case)

Division	Number of defectives		Sum
Water supply source	10	/	10
Fire pump controllers	1	/	1
Starting device	5	1*	6
Pressurized water-sending device	20	3*	23
Device for detecting running water	53	1*	54
Pipes	/	13*	13
Fire department connection	/	1*	1
Sprinklers (head)	23	1*	24
Test valve	/	1*	1
Other items	/	6*	6

The ‘*’ indicates the number of defective items that are not in the operation function checklist.

3.2 조사결과

3.2.1 작동기능점검 불량 내역

Table 3에서 보는 것과 같이 불량 건수가 가장 많은 항목은 유수검지장치 항목으로 54건을 차지하였다. 이 중 비중이 가장 높은 불량 건은 준비작동식밸브용 화재감지기의 불량으로 37건을 기록하였다. 다른 구성요소에 비해 상대적으로 설치 수량이 많아 불량률이 높게 집계된 것으로 볼 수 있다.

가압송수장치의 경우 불량 23건 중 21건이 펌프 관련 불량이고 2건이 감압밸브의 세팅비 불량이었다. 이 중 감압밸브는 고층 건축물에서 적정 방수압력을 제공하기 위해서는 필수 요소이나 장시간 사용에 따른 균압현상 등의 문제가 있어 시간 경과에 따른 관리가 필요하다⁽⁵⁾.

하지만 스프링클러설비 화재안전기준에 언급이 없고 소방시설등 점검표에도 구체적인 점검 항목이 없기 때문에 유지관리 점검 항목에 추가하여 주기적인 관리를 할 수 있도록 할 필요가 있었다.

그리고 기동장치인 기동용수압개폐장치도 대부분 압력 챔버로 설치되어 있어, 압력스위치에 대한 불량이 동작 불량 2건과 세팅 불량 2건 그리고 점검 항목에는 없는 건으로 압력 챔버의 노후로 인한 급수밸브 부근 누수가 1건 등 5건이 집계되었다. 현재 설치된 대부분의 압력스위치는 세팅에 문제가 있다. 세팅이 어렵고 정확도도 낮으며, 세팅 후에도 배관 내 수격 등에 의해 세팅치가 변동되기도 하므로 기능 유지를 위한 관리도 어려운 제품이다⁽⁶⁾. 따라서 압력챔버용 압력스위치의 품질 보증을 위한 규정이 필요하였다.

배관과 수원에 관련된 불량을 보면 밸브에 설치되는 템퍼스위치 기구 불량이 11건, 저수위 감시장치 기구 불량이 4건 등으로 기구 류 불량이 상대적으로 많이 집계되었는

데, 이렇게 불량률이 높은 이유는 이 제품들에 대한 성능인 증이나 KFI인정 등의 규정이 없어 최소한의 기능만 유지하는 저가의 제품을 사용하기 때문이다. 따라서 이러한 기구류도 일정 수준의 품질을 보증하는 제품을 사용할 수 있도록 하는 규정이 요구되었다.

3.2.2 소방안전관리 업무 대행의 불량 내역

월 1회 정기적인 방문에서의 문제로는 거실의 용도나 레이아웃 변경에 따른 스프링클러헤드 미설치 또는 파손, 도색 등의 불량, 밸브 류와 배관의 미세 누수, 알람벨브 2차 측 과압 상태 그리고 제어반에서 펌프 기동 스위치가 정지 상태로 된 경우 등이었다.

그리고 관계인의 요청에 의해 방문하는 경우는 주로 준비작동식밸브용 화재감지기의 작동에 의한 경종 동작, 유수검지장치의 압력스위치 불량에 의한 사이렌 동작 또는 엔진펌프 기동에 의한 소음 등 주로 음향에 의한 소음 발생으로 방문을 요청한 횟수가 많았다.

소방안전관리 업무 대행에서 조사된 불량 내역을 작동 기능점검 불량 내역과 비교해 보면 스프링클러헤드 설치 관련 불량이나 준비작동식밸브용 화재감지기 오동작 등이 다수 중복됨을 알 수 있었다.

그렇게 되는 이유는 작동기능점검 후 소방서에 제출하는 불량 내역은 법적 효력이 있어 일정 기간 내 조치를 해야 하나 소방안전관리 업무 대행 중 발생한 불량 내용은 관계인에게 구두 또는 점검일지에 기록하여 전달하는 것으로 종료된다. 결국 관계인의 의지가 없으면 대부분 누적되어 작동기능 점검을 할 때까지 이어지게 되기 때문이다.

이러한 불량의 장기 방치는 결국 스프링클러설비의 설치 목적을 무의미하게 만드는 것으로 화재 확산 방지 및 화재 피해 저감을 위해 소방안전관리 업무 대행 시 발생한 불량 사항은 적정 시기에 조치될 수 있도록 관련 규정 마련이 필요하다.

4. 문제점 및 개선방안

4.1 유지관리 지침서

2.1항 유지관리 개념에서 보듯 설비나 건축물의 유지관리는 시간의 흐름을 기준으로 하는 것이 합리적이지만, 현행 국내 적부 기준은 화재안전기준의 준수 여부에 있고 자체점검의 점검표는 대부분 이를 바탕으로 점검 내용이 정해져 있다.

자체점검은 년 단위로 1회 또는 2회 유지관리에 관여하고, 그 외 일상적 유지관리는 소방안전관리자 또는 소방안전관리 업무 대행을 통해 이루어지고 있으나 전반적인 유지관리 지침서가 없어 자체점검과 일상적 유지관리 업무간의 업무 연계성은 낮다고 볼 수 있다.

또한 소방안전관리 업무 대행자가 일일 방문하는 위탁 대상물의 수량 등을 산정하기 위한 근거가 되는 업무 지침

Table 4. Country-specific Maintenance Cycle

Country	National standard	Frequency
The united states	NFPA 25	<ul style="list-style-type: none"> • Monthly • Quarterly • Semiannually • Annually • 5 years • At 10 years and every 10 years thereafter • At 20 years and every 10 years thereafter • At 50 years and every 10 years thereafter • At 75 years and every 10 years thereafter
England	BS EN 12845:2015	<ul style="list-style-type: none"> • Weekly routine • Monthly routine • Quarterly routine • Half-yearly routine • Yearly routine • 3 Yearly routine • 10 yearly routine
Australia	AS 1851-2012	<ul style="list-style-type: none"> • Monthly • Six-monthly • Yearly • Five-yearly • Ten-yearly • Twenty-five yearly • Thirty yearly

서가 없기 때문에 소방시설관리업자는 경제성을 기준으로 일일 업무량을 정하게 되어, 결국 무리한 일정에 의해 시간에 쫓기는 형식적인 업무 대행이 되고 있는 실정이다⁷⁾.

따라서 체계적인 유지관리 지침서 제정을 통해 업무 흐름의 연관성을 높이고, 이 지침서를 기반으로 한 적정 업무량 산정으로 대행 업무의 실효성 제고와 표준화된 서비스를 제공 받을 수 있도록 하여야 한다.

이러한 지침서의 형식은 Table 4와 같이 미국, 영국, 호주의 유지관리 주기를 참조하여 월별, 분기별, 반기별, 매년, 3년, 5년 별로 구분하고 이 주기에 따라 점검, 검사, 시험, 정비 등을 할 수 있도록 하여 노후화와 경년변화에 대응하도록 한다.

그에 따른 업무 내용은 Table 5와 같이 1인이 할 수 있는 업무와 점검자 3인 이상이 할 수 있는 수준의 업무로 구분한다.

4.2 소방안전관리 업무 대행

소방안전관리 업무 대행은 관계인이 소방안전관리자를 선임하기 어렵거나 소방안전관리자에게 적절한 업무 수행을 기대하기 어려울 때 업무를 위탁하게 된다.

Table 5. Maintenance Work by Cycle

Frequency	Maintenance personnel	Work
Monthly	One person (fire safety controller. Fire-fighting system management business operator)	<ul style="list-style-type: none"> • Visual inspection • Light maintenance
Quarterly		
Half-yearly	More than three people (Fire-fighting system management business operator)	<ul style="list-style-type: none"> • Performance and operation test • Overhaul • Equipment replacement
Yearly		
3 Yearly		
5 Yearly		

이 경우 관계인은 대행 업무를 감독할 자를 선임하여야 하나 감독자에 대한 아무런 자격 조건이 없어 소방지식이 없는 무지자도 선임이 가능하여 업무 대행자가 형식적으로 업무처리하여도 실질적인 관리·감독을 기대하기는 어렵다고 볼수 있다. 따라서 소방안전관리 업무 대행의 충실도를 높이기 위해서는 무엇보다 감독자에 대한 교육이 요구된다.

이에 대한 대책으로 관계인은 업무 대행 위탁 시 선임된 감독자에게 해당 소방시설관리업체에 소속된 소방시설관리사 등 전문 인력에게 유지관리에 관한 교육을 이수하도록 하고, 교육이수증을 소방안전관리자 선임 신고시 첨부하도록 하는 제도적 규정을 마련하여야 한다.

그리고 또 다른 문제점은 불량 내용 조치에 관한 규정 부재이다. 현 상황은 불량 건이 발생하면 소방시설관리업자는 계약 범위 내에 포함된 경미한 정비만 수행할 뿐 심각한 성능 저하가 발생되어도 관계인의 적극적인 의지가 없으면 자체점검이나 특별조사 전까지 장기간 방치되기도 한다.

따라서 업무 대행 중 발생한 불량 건이 장기간 방치되지 않도록 현재 소방청에서 운영하는 소민터(소방청 소방민원센터)를 통해 불량 내역을 전산 기록하고, 소방서 등 관련 기관에서 모니터링을 하여 장기간 방치되는 불량 내용에 대해 행정조치를 할 수 있도록 하는 방안을 고려해 볼 필요가 있다.

4.3 유지관리 공간

4.3.1 공간면적 수치화

일정 규모의 유지관리 공간 확보는 평소 유지관리 행위를 위한 편의성 제공과 화재 등 비상시 스프링클러설비를 강제 작동시키기 위해 머무르는 근무자의 안전 확보 차원에서 매우 중요한 사항이다.

하지만 소방시설을 점검하고 정비하기 위해서는 밸브실

Figure 2. Maintenance space bad case. **Figure 3.** Fire pump corrosion case.

의 내부 공간이 확보되어야 하고 조명등이 있어야 하는데 현장 확인 결과 그렇지 않은 곳이 다수이다⁽⁸⁾.

이러한 이유 중의 하나는 유지관리에 필요한 공간 면적을 정량적으로 규정하지 않아 관계인은 경제성을 우선하여 공간 구획을 하기 때문이다.

Figure 2는 유수검지장치실에 공조덕트를 설치하여 알람 벨브의 점검이나 유지보수도 할 수 없는 사례이다. 따라서 공간 면적의 수치화 규정은 반드시 필요하며, 그 방법으로 2011년 8월 3일에 당시 소방 방재청에서 고시한 「피트 공간 소방시설 설치에 관한 지침」을 준용해 볼 수 있다.

최소한의 실내 면적을 가로, 세로 및 높이가 각각 1.2m 이상 되도록 함으로써 스프링클러 헤드 등의 설치를 가능하게 하여 근무자 안전을 도모한다. 그리고 최소 2인의 작업 공간 확보로 유지관리행위의 효율과 편의성을 높일 수 있도록 하여야 한다.

4.3.2 부식억제 및 배수시설

스프링클러설비의 구성품은 일반적으로 철(금속)로 제작되어 있기 때문에 부식에 대한 영향을 고려해 보아야 한다. Figure 3은 고습도에 노출된 소화펌프의 부식사례이다.

Table 3에서 보듯 상대적으로 불량률이 높은 소화펌프나 유수검지장치가 설치된 장소는 대부분 습도가 높게 유지될 우려가 높은 지하 또는 환기불량의 장소이다.

따라서 이런 환경에 노출된 설비의 부식 예방을 위해 습식 유수검지장치의 경우 매년 주기적으로 교차배관 끝의

Figure 4. Cases of poor drainage facilities.

청소구와 유수검지장치의 배수밸브 개방을 통해 배관 세척을 하고, 소화 펌프는 성능시험배관을 통해 내부를 세척하는 등의 부식에 관여하는 이물질 제거를 위한 방법과 환기 시설을 이용한 설치 공간내 습도를 낮추는 방안 등의 유지관리 규정이 필요하다.

그리고 현재 소화 펌프를 설치한 장소에 집수정 및 배수시설의 설치 기준에 관한 규정이 없다. 그로 인해 방출 수나 배관 파손 등에 의한 누수로 인근 전기실 또는 발전기실 등의 침수 우려가 있고 방출 수가 발생하는 유지관리행위가 불가능한 경우도 있다.

Figure 4는 주변 배수시설이 설치되지 않아 릴리프밸브의 방출 수를 처리하기 위해 배관 끝을 비닐 주머니로 감싸놓은 사례이다.

따라서 적정 크기의 집수정 및 배수시설의 설치기준 제정을 통해 원활한 유지관리 행위 보장과 누수나 방출 수에 의한 피해를 방지할 수 있도록 하여야 한다.

5. 결 론

본 연구는 현행 제도에서 스프링클러설비의 일상적 유지관리의 문제점과 개선방안을 도출하기 위해 유지관리 개념, 제도적 현황 및 실태조사를 하였고 이를 통해 다음과 같은 개선방안이 필요하였다.

첫째, 현재의 유지관리 기준은 경년변화에 따른 적절한 대응으로 적합하지 않으므로 시간의 흐름을 기준으로 하는 유지관리 지침서 제정이 필요하다.

둘째, 소방안전관리 업무 대행은 유지관리 지침서를 기

준으로 한 업무 규정, 불량 내용 처리 방법 및 업무 대행 감독자의 교육을 강화하는 규정 등의 법제화가 요구된다.

셋째, 일상적 유지관리행위와 설치 공간의 효율성 제고를 위해 공간 크기 수치화, 부식 억제를 위한 배관 세척 및 환기 시설 설치 규정과 침수 피해 방지를 위한 집수정 및 배수기준 등의 법 규정 정비가 필요하다.

References

1. Y. Choi, "The Fire Services Act, which is due to be Reviewed by the Subcommittee... Will the Controversial Clause be Corrected?", Fire Prevention News (2019).
2. J. Y. Ham, "A Study of Improvement Direction through Analysis of Operation Disability Type of Small-scale Building Fire Fighting Facilities - Focused on buildings that conduct self-inspection of firefighting facilities -", Master's Thesis, University of Seoul (2010).
3. K. H. Yu and M. J. Kim, "A Study on the Improvement of Inspection System for Building Maintenance", Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, Vol. 34, No. 10, pp. 63-73 (2018).
4. Y. H. Yoon, "Research for Gaining Credibility in Self-inspection of Water-based Fire Extinguishing System", Master's Thesis, University of Seoul (2016).
5. Y. H. Park, S. W. Kim and B. K. Kim, "The Performance of a New Pressure Reducing Valve Automatically Preventing Pressure Equalization", Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 27, No. 1, pp. 26-30 (2013).
6. T. K. Lee, I. C. Tak and D. H. Rie, "A Study of Efficiency for Digital Pressure Switch in Fire Pump System", Proceedings of 2011 Spring Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 207-213 (2011).
7. E. P. Lee, "Analysis of the Causes of Multiple Casualties in an Electronics Factory Fire", Fire Science and Engineering, Vol. 33, No. 4, pp. 130-139 (2019).
8. J. G. Park, "A Study on the Management Systems Sprinkler that a Plan of the Complex Building", Master's Thesis, University of Seoul (2010).