

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2019.5.3.351>

JCCT 2019-8-45

범용 전자개방밸브를 적용한 스프링클러설비

Sprinkler System with Universal Solenoid Valve

공하성*

Kong, Ha-Sung

요약 이 연구는 습식, 건식, 준비작동식, 부압식, 일제살수식 등 각각의 스프링클러설비의 주요 구성요소인 알람체크 밸브, 건식밸브, 준비작동식밸브, 일제개방밸브를 전자개방밸브로 대체하여 제조공정의 다양한 과정을 하나의 과정으로 단순화시켜서 단일 기계에서 규격화 된 하나의 제품을 동시에 생산할 수 있는 환경을 조성하여 제품의 가격경쟁력 향상, 재고유지 비용 절감 및 향후 새로이 개발되는 스프링클러설비에도 적용성이 용이하도록 하기 위한 것이다. 기존 스프링클러설비의 종류인 습식, 건식, 준비작동식, 부압식, 일제살수식 모두 1차측과 2차측 배관을 제어하기 위한 밸브만 교체하고 리타딩체임버, 자동식 공기압축기, 엑셀러레이터 또는 익저스터, 슈퍼바이조리패널, 진공펌프, 수동기동장치 등 그 밖의 구성요소는 그대로 사용하기 때문에 기존 스프링클러설비에 쉽게 적용할 수 있다는 장점이 있다. 향후 연구과제로 전자개방밸브를 적용한 스프링클러설비의 상용화를 위한 법적 및 제도적인 연구가 필요하다.

주요어 : 스프링클러설비, 전자개방밸브, 제조공정, 규격화, 단순화

Abstract This research is automatic Wet Pipe Sprinkler System, dry pipe Sprinkler System, preaction Sprinkler system, vacuum Sprinkler system, deluge Sprinkler system, etc., key components of each Sprinkler system, verve valve, valve, etc. This is to simplify the various processes of the manufacturing process into a single process to create an environment in which a single machine can simultaneously produce a standardized product, thereby improving the price competitiveness of the product, reducing the cost of maintaining the product, and making it more adaptable to the new sprinkler system that is developed in the future. Automatic Wet Pipe Sprinkler System, desipe Sprinkler System, preaction sprinkler system, vacuum Sprinkler system, deluge Sprinkler system, both types of existing Sprinkler system, only replace the primary and secondary tubing valves. It has the advantage of being easy to apply to the lower system. Legal and institutional research is needed for the commercialization of the Sprinkler system applying the solenoid valve as a future project.

Key words : Sprinkler system, Solenoid valve, Manufacturing process, Standardization, Simplification

1. 서 론

스프링클러설비는 일반적으로 습식, 건식, 준비작동식, 부압식, 일제살수식으로 나뉜다. 이들 스프링클러설비의 각각의 개방장치로는 알람체크밸브, 건식밸브, 준비작동식밸브, 일제개방밸브 등의 기계적 장치가 사

용된다. 이 기계적 장치는 가격도 고가이고, 그 구조도 각각 달라서 제조공정을 다양화해야 하기 때문에 제조공정의 복잡성이 높아짐에 따라 제조원가 상승 및 공정 내 재고수준도 높아져서 과도한 재고유지 비용이 초래될 가능성이 높으므로 이에 대한 대책이 필요하다. 그리하여 제조공정의 다양한 과정을 하나의

* 우석대학교 소방방재학과 교수
접수일: 2019년 5월 14일, 수정완료일: 2019년 6월 8일
게재확정일: 2019년 6월 27일

Received: May 14, 2019 / Revised: June 08, 2019
Accepted: June 27, 2019
*Corresponding Author: 119wsu@naver.com
Dept. of Fire and Disaster Prevention, Woosuk Univ, Korea

과정으로 만들어서 단일 기계에서 규격화 된 하나의 제품을 동시에 생산할 수 있는 환경을 조성하여 제품의 가격경쟁력 향상 및 제조유지 비용 절감에 기여하고자 한다.

이 연구는 각 스프링클러설비의 주요 구성요소인 알람체크밸브, 건식밸브, 준비작동식밸브, 일제개방밸브인 기계적 장치를 전자식 장치인 전자개방밸브로 대체하여 제품의 가격경쟁력 향상, 제조유지 비용 절감 및 향후 새로이 개발되는 스프링클러설비에도 적용성이 용이하도록 하기 위해 기존 기계적 밸브를 전자식 전자개방밸브로 대체하는 데 그 목적이 있다.

스프링클러설비는 화재의 위험성이 있는 일반 고층 건축물, 공장, 기타 특수건축물을 포함한 대부분의 특정소방대상물에 설치하여 인명 및 재산 재해를 방지하기 위한 소화설비이다. 일반적으로는 특정소방대상물의 천장, 반자 등에 설치되어 있는 스프링클러헤드가 화재에 의한 열을 자동으로 감지하고 감열부가 분해, 이탈함으로써 배관내의 소화수가 방출되면 가압송수장치가 작동하여 일정압력으로 방수하여 화재를 자동으로 진압할 수 있는 중요한 소화설비로 인정받고 있다.

기존 스프링클러설비에 관한 연구의 방향은 스프링클러설비 전반에 관한 연구, 배관에 관한 연구, 스프링클러헤드에 관한 연구의 3가지로 나누어 볼 수 있다. 스프링클러설비 전반에 관한 주요 연구는 서동훈 외(2017)[1]의 샌드위치패널 등 복합자재를 사용한 건축물의 벽면보호용 스프링클러설비의 적용에 관한 연구, 채승언(2013)[2]의 고층 건축물의 외장재로 주로 사용하는 커튼월에서 스프링클러설비를 활용한 화재 확산방지법 연구, 정기신(2013)[3]의 스프링클러설비의 화재안전기준에서 불합리한 사항에 대하여 개정을 제안한 연구, 서동구 외(2013)[4]의 구획화재에서 스프링클러설비 작동 시 연기의 하강기류 측정에 관한 연구, 정기신·김위경(2013)[5]의 사양위주 스프링클러설비에서 유량계산방법의 문제점을 지적한 연구, 남민준 외(2012)[6]의 진동대 실험을 통해 스프링클러설비의 내진성능을 평가한 연구, 민세홍 외(2012)[7]의 건축물 외장재 화재 시 화염의 수직확산방지 및 지연을 위한 외벽방호 스프링클러설비의 구성에 관한 연구, 노삼규·함은구·김동철(2011)[8]의 목조문화재에 대한 스프

링클러설비의 소화성능에 관한 연구, 차종호 외(2006)[9]의 스프링클러설비에 의한 연기제어효과에 관한 연구 등이 있다.

스프링클러설비 배관에 관한 주요 연구는 정기신(2018)[10]의 설계면적 내에서 스프링클러설비 배관의 수리계산의 절차에 관한 연구, 이유식 외(2018)[11]의 랙크식 창고에 설치하는 스프링클러설비 배관의 최적 설계방안에 관한 연구, 임동오 외(2016)[12]의 스프링클러설비 배관 시공 상 발생하는 부식에 관한 연구, 정기신(2014)[13]의 배관스케줄방식에 대한 유량부족 문제를 해결하기 방법에 관한 연구, 정기신(2013)[14]의 스프링클러 배관설계방식에 관한 연구 등이 있다.

스프링클러헤드에 관한 주요 연구는 오찬욱·오윤석·최준호(2019)[15]의 PCB(Printed Circuit Board)공장 화재 시 스프링클러헤드의 개방 특성에 관한 연구, 유우준(2018)[16]의 구획 공간 화재 시 발열량 변화에 따른 스프링클러헤드의 작동시간 변화에 대한 연구, 김종훈 외(2017)[17]의 랙크식 창고에 사용하는 인렉스스프링클러 헤드의 살수 특성에 관한 연구, 최영상 외(2015)[18]의 노인관련시설에서 조기반응형 스프링클러헤드의 유용성에 관한 연구, 최수영·김정용·김성찬(2013)[19]의 스프링클러헤드의 분무 특성이 스프링클러의 분무패턴에 미치는 영향에 관한 연구, 김정용·최수영·김성찬(2013)[20]의 RTI(Response Time Index) 및 작동온도 측정장치를 이용한 스프링클러헤드의 반응특성시험에 관한 연구, 유우준 외(2012)[21]의 반응시간지수를 사용하여 대류, 전도 및 시간변화율을 고려한 스프링클러헤드 감열부의 열전달 현상 해석에 관한 연구, 김성찬(2012)[22]의 스프링클러헤드에서 분무될 때 화재공간내부 유동특성에 미치는 영향에 관한 연구 등이 있다.

하지만 스프링클러설비의 종류와 상관없이 전자개방밸브를 적용한 스프링클러설비에 관한 연구는 존재하지 않으므로 이 연구의 의의가 있다.

II. 기존 스프링클러설비의 적용밸브

스프링클러설비의 종류는 표 1과 같이 특정소방대상물의 층수, 연면적, 수용인원 및 설치장소 등에 따라 습식, 건식, 준비작동식, 부압식, 일제살수식으로 구분하여 적용한다. 또한 각 스프링클러설비에 따라 적용밸브도 다른 데 습식은 알람체크밸브, 건식은 건식밸브, 준비작동식과 부압식은 준비작동식밸브, 일제살수식은 일제개방밸브 등 각기 다른 밸브를 사용하고 있다. 또한 이들 밸브의 1차측은 모두 가압수로 충수되어 있지만 2차측은 사용장소의 여건 및 설비의 작동특성에 따라 가압수, 질소, 압축공기, 대기압 등으로 채워져 있다.

표 1. 기존 스프링클러설비의 적용밸브[23]

Table 1. Application Valves of Existing Sprinkler System

kind	Application Valves
automatic wet pipe sprinkler system	alarm check valve
dry pipe sprinkler system	dry valve
preaction sprinkler system	preaction valve
vacuum sprinkler system	preaction valve
deluge sprinkler system	deluge valve

III. 전자개방밸브를 적용한 스프링클러설비의 구성 및 작동메커니즘

1. 습 식

그림 1과 같이 습식밸브를 전자개방밸브로 교체하고 리타딩체임버, 압력스위치, 압력계, 게이트밸브, 테스트밸브 등은 그대로 둔다. 작동메커니즘은 가압송수장치로부터 말단의 폐쇄형 스프링클러헤드까지의 전체 배관에 가압수를 채워 놓고 화재가 발생하면 폐쇄형헤드의 감열부분이 열에 의해 용융되어 이탈되면서 헤드를 개방시켜서 방수하게 되며, 헤드의 방수에 의해 배관 내의 수압이 감소되면 압력스위치가 이를 감지하여 전자개방밸브를 작동시키면 개방되어 헤드를 통해 가압수를 계속 방수하게 된다. 이와 함께 제어반에 화재신호를 송출하고 그에 따라 해당 방호구역에 사이렌으로 경보하고 제어반에도 밸브개방표시등이

점등된다.

소화가 끝난 후 1차측 주밸브를 폐쇄시키면 배관 내의 수압이 다시 증가하여 압력스위치가 이를 감지하고 전자개방밸브의 작동을 정지시킨다. 이때 열에 의해 개방된 헤드를 다시 폐쇄형헤드로 교체하면 된다.

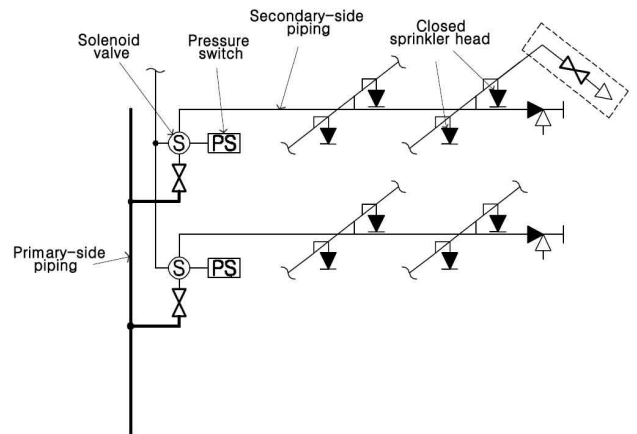


그림 1. 습식 스프링클러설비의 구성

Figure 1. Configuration of automatic wet pipe sprinkler system

2. 건 식

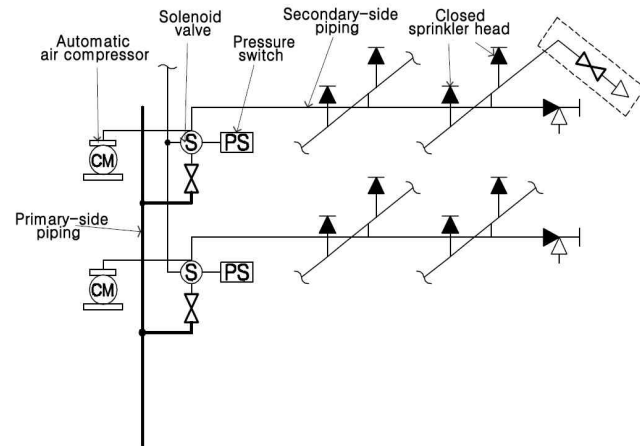
그림 2와 같이 건식밸브를 전자개방밸브로 교체하고 자동식 공기압축기, 엑셀러레이터 또는 익저스터, 공기조절기, 저압경보스위치, 압력스위치, 압력계, 게이트밸브, 테스트밸브 등은 그대로 둔다. 작동메커니

좁은 가압송수장치로부터 1차측 전자개방밸브까지는 가압수로 채워져있고 전자개방밸브 2차측 배관에서 말단의 폐쇄형 스프링클러헤드까지는 압축공기 또는 질소가스로 채워 놓고 있다. 폐쇄형헤드가 열에 의해 개방되면 배관 2차측 압축공기나 질소가스의 압력이 감소하게 된다. 이때 액셀러레이터나 익저스터가 작동하여 2차측 배관의 압축공기나 질소가스를 신속해 배출시킨다. 2차측 배관 내의 압력이 감소되면 압력스위치가 이를 감지하여 전자개방밸브를 작동시키면 개방되어 헤드를 통해 가압수를 방수하게 된다. 이와 함께 제어반에 화재신호를 발송하고 해당 방호구역에 사이렌으로 경보하며 제어반에 밸브개방표시등이 점등된다.

소화가 끝난 후 1차측 주밸브를 폐쇄시키면 배관 내의 수압이 다시 증가하여 압력스위치가 이를 감지하고 전자개방밸브의 작동을 정지시킨다. 이때 열에 의해 개방된 헤드를 다시 폐쇄형헤드로 교체한 후 자동식 공기압축기에 의해 전자개방밸브 2차측 배관에 압축공기 또는 질소를 재충압시킨다.

그림 2. 건식 스프링클러설비의 구성

Figure 2. Configuration of dry pipe sprinkler system



3. 준비작동식

그림 3과 같이 준비작동식밸브를 전자개방밸브로 교체하고 슈퍼바이조리패널, 화재감지기, 압력스위치, 압력계, 게이트밸브 등은 그대로 둔다. 작동메커니즘은 가압송수장치로부터 1차측 전자개방밸브까지는 가압수로 채워져있고 전자개방밸브 2차측 배관에서 말단의 폐쇄형 스프링클러헤드까지는 진공펌프를 사용하여 대기압보다 낮은 부압(負壓)을 유지하고 있다. 2회로 이상의 화재감지기가 작동되어 제어반에 화재신호를 보내면 진공펌프는 작동을 정지하며 전자개방밸브가 작동되어 배관을 개방시키면 가압수가 흐르고 2차측 배관은 정압(定壓)상태가 된다. 이후 화재에 의해서 헤드가 개방되면 2차측으로 가압수가 유입되면서 헤드에서 물이 방사된다. 준비작동식 스프링클러설비와 같이 화재감지기의 작동이 아닌 슈퍼바이조리패널의 수동기동스위치를 눌러도 전자개방밸브

단의 폐쇄형 스프링클러헤드까지는 대기압으로 되어 있다가 2회로 이상의 화재감지기가 작동되어 제어반에 화재신호를 보내면 전자개방밸브가 작동되어 배관을 개방시키고 이렇게 하여 송수된 물은 말단의 헤드까지 충전되어 화재에 의해서 헤드가 개방되면 살수가 이루어진다. 화재감지기가 미처 화재를 감지하지 못할 경우 슈퍼바이조리패널의 수동기동스위치를 눌러도 전자개방밸브가 작동된다.

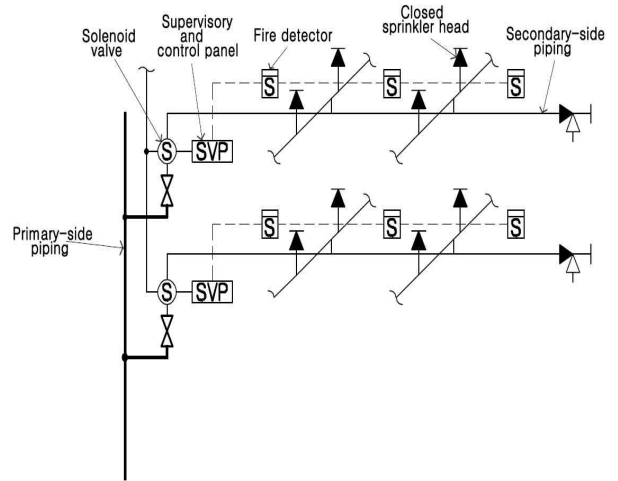


그림 3. 준비작동식 스프링클러설비의 구성

Figure 3. Configuration of preaction sprinkler system

4. 부압식

그림 4와 같이 준비작동식밸브를 전자개방밸브로 교체하고 슈퍼바이조리패널, 진공펌프, 화재감지기, 압력스위치, 압력계, 게이트밸브 등은 그대로 둔다. 작동메커니즘은 가압송수장치로부터 1차측 전자개방밸브까지는 가압수로 채워져있고 전자개방밸브 2차측 배관에서 말단의 폐쇄형 스프링클러헤드까지는 진공펌프를 사용하여 대기압보다 낮은 부압(負壓)을 유지하고 있다. 2회로 이상의 화재감지기가 작동되어 제어반에 화재신호를 보내면 진공펌프는 작동을 정지하며 전자개방밸브가 작동되어 배관을 개방시키면 가압수가 흐르고 2차측 배관은 정압(定壓)상태가 된다. 이후 화재에 의해서 헤드가 개방되면 2차측으로 가압수가 유입되면서 헤드에서 물이 방사된다. 준비작동식 스프링클러설비와 같이 화재감지기의 작동이 아닌 슈퍼바이조리패널의 수동기동스위치를 눌러도 전자개방밸브

는 작동된다.

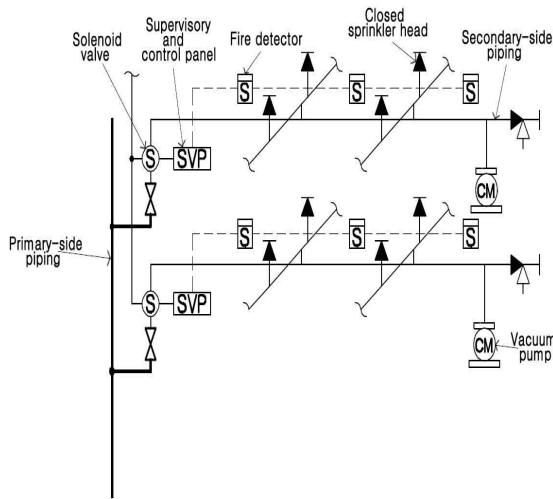


그림 4. 부압식 스프링클러설비의 구성
 Figure 4. Configuration of vacuum sprinkler system

5. 일제살수식

그림 5와 같이 일제개방밸브를 전자개방밸브로 교체하고 수동기동장치, 화재감지기, 압력스위치, 압력계, 게이트밸브 등은 그대로 사용한다. 작동메커니즘은 가압송수장치로부터 1차측 전자개방밸브까지는 가압수로 채워져있고 전자개방밸브 2차측 배관에서 말단의 개방형 스프링클러헤드까지는 대기압으로 되어 있다가 2회로 이상의 화재감지기가 작동되어 제어반에 화재신호를 보내면 전자개방밸브가 작동되어 배관을 개방시키면 해당 방호구역의 전체 개방형헤드에 의해 살수가 이루어진다. 화재감지기가 아닌 수동기동장치에 의해서도 전자개방밸브를 개방할 수 있다.

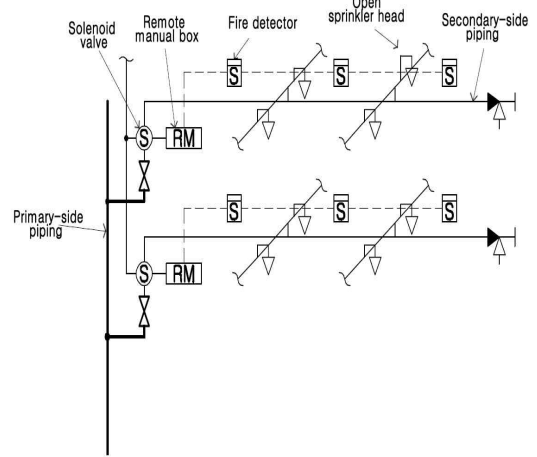


그림 5. 일제살수식 스프링클러설비의 구성
 Figure 5. Configuration of deluge sprinkler system

이와 같이 새로 개발된 스프링클러설비는 표 2와 같이 알람체크밸브, 건식밸브, 준비작동식밸브, 일제개방밸브 등의 배관에 설치하는 각각의 제어용 밸브를 스프링클러설비의 종류와 관계없이 하나의 전자개방밸브로 적용이 가능하도록 구성하였다.

표 2. 전자개방밸브의 적용
 Table 2. Application of The Solenoid Valve

Original Sprinkler Systems	New Sprinkler Systems
alarm check valve	Solenoid Valve
dry valve	
preaction valve	
deluge valve	

IV. 결 론

이 연구는 각 스프링클러설비의 주요 구성요소인 알람체크밸브, 건식밸브, 준비작동식밸브, 일제개방밸브를 전자개방밸브로 대체하여 제조공정의 다양한 과정을 하나의 과정으로 만들어서 단일 기계에서 규격화 된 하나의 제품을 동시에 생산할 수 있는 환경을 조성하여 제품의 가격경쟁력 향상, 재고유지 비용 절감 및 향후 새로이 개발되는 스프링클러설비에도 적응성이 용이하도록 하기 위한 것이다. 습식, 건식, 준비작동식, 부압식, 일제살수식 스프링클러설비 모두 1차측과 2차측 배관을 제어하기 위한 밸브만 교체하고 기타의 구성요소는 그대로 사용하기 때문에 기존 스프링클러설비에 쉽게 적용할 수 있다는 장점이 있다. 향후 연구과제로 전자개방밸브를 적용한 스프링클러설비의 상용화를 위한 법적 및 제도적인 연구가 필요하다.

References

- [1] D. H. Seo, W. H. Kim, J. H. Kim and Y. J. Lee, An Experimental Study of Sprinkler system for Sandwich Panel Wall Protection. Korean Institute of Fire Science and Engineering. (2017), Vol.31, No.5, pp.37-43.
- [2] S. Y. Chae, An Experimental Study on the Prevention of Fire Diffusion Using the Sprinkler System in the High-rise Building Exterior Curtain Wall, Proceedings of 2013 Autumn Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering. (2013), pp.59-60
- [3] K. S. Jeong, A Study on the Revision of the National Fire Safety Codes of Springkler System. Korean Institute of Fire Science and Engineering. (2013), Vol.27, No.5, pp.32-37
- [4] D. K. Seo, I. H. Ku, H. B. Hwang and Y. J. Kwon, A Study on the Smoke Movement in the Zoning Space in the Operation of the Sprinkler System, Fire Science and Engineering. (2013), p.152
- [5] K. S. Jeong and W. K. Kim, A Study on the Problem of Pressure and Flow Rate by Prescriptive Code Based Design of fire Sprinkler System. Korean Institute of Fire Science and Engineering. (2013), Vol.27, No.3, pp.14-19
- [6] M. J. Nam, S. H. Park, D. J. Kim, J. K. Yoon and C. G. Seo, Seismic Performance Evaluation of Sprinkler Facilites throughtout Shaking Table Test. Proceedings of 2012 Spring Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp.54-55
- [7] S. H. Min, J. E. Yun, J. S. Sun, S. H. Jeong, C. H. Chea and S. J. Kim, Research for the Configuration of the Outside Sprinkler System. Fire Science and Engineering. (2012), Vol.26, No.1, p.102
- [8] S. K. Roh, E. G. Ham and D. C. Kim, The Study of Fire Suppression Capability of Sprinkler System for Wooden Cultural Properties. Fire Science and Engineering. (2011), Vol.25, No.6, p.51
- [9] J. H. Cha, M. O. Yoon, C. B. Choi and S. K. Lee, A Brief Study on Smoke Suppression Effects by Sprinkler Spray System. The Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea. (2006), pp.560-565
- [10] K. S. Jeong, A Study on Hydraulic Calculation Procedure of Fire Sprinkler System Design. Korean Institute of Fire Science and Engineering. (2018), Vol.32, No.1, pp.24-32.
- [11] Y. S. Lee, J. H. Kwark, H. S. Kim, D. K. You and Y. C. Ahn, A Study on the Optimal Design of a Sprinkler System for Rack-Type Automatic Warehouses According to the Pipe Design Methods. Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems. (2018), Vol.12, No.2, pp.112-120
- [12] D. O. Lim, C. Y. Oh, S. I. Thak and B. S. Son, A Basic Study on the Construction Problem of Sprinkler Piping System. The Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea. (2016), pp.337-341
- [13] K. S. Jeong, A Proposal on the Pipe Schedule Sprinkler System of NFSC 103. Fire Science and Engineering. (2014), Vol.28, No.2, pp.40-47
- [14] K. S. Jeong, A Study on the Pipe Design Method of Sprinkler System. Proceedings of 2013 Autumn Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering. (2013), pp.50-51
- [15] C. W. Oh, R. S. Oh and J. H. Choi, A Study on a PCB Manufacturing Plant's Fire Risk Assessment due to the Mitigation of Fire Protection Zone and an Improvement Way through Estimation of Sprinkler Demand Water Flow Rate. Fire Science and Engineering. (2019), Vol.33, No.2, pp.56-62
- [16] W. J. You, Analysis on the Effects of the Heat

- Loss Coefficient on the Operation Time or Sprinkler in Compartment Fire. *Fire Science and Engineering*. (2018), Vol.32, No.5, pp.34–39
- [17] J. H. Kim, W. I. Joung, S. Y. Myoung, K. S. Jeong and W. H. Kim, Spray Characteristics of In-Rack Sprinkler heads. *Korean Institute of Fire Science and Engineering*. (2017), Vol.31, No.3, pp.54–62.
- [18] Y. S. Choi, Y. R. Gong and H. S. Kong, Evaluation of Early Suppression–Fast Response (ESFR) Sprinklers in Facilities and Residences for Elderly People. *Fire Science and Engineering*. (2015), Vol.29, No.4, pp.15–20
- [19] S. Y. Choi, J. Y. Kim and S. C. Kim, A Study on the Sprinkler head spray pattern according to the injection cabinet. *Proceedings of 2013 Autumn Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering*. (2013), pp.97–98
- [20] J. Y. Kim, S. Y. Choi and S. C. Kim, A Comparative Study on the Sprinkler System Operating Time of Fire Analysis Model. *Proceedings of 2013 Autumn Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering*. (2013), pp.103–104
- [21] W. J. You, H. J. Moon, M. C. Youm and H. S. Ryou, An Investigation on the Thermal Characteristics of Heat-Responsive Element of Sprinkler Head. *Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering*. (2012), Vol.26, No.3, pp.79–84
- [22] S. C. Kim, A Numerical Study of the Effect of Sprinkler Spray on the Flow Characteristics Induced by Fire. *Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering*. (2012), Vol.26, No.5, pp.105–110
- [23] H. S. Sang, K. H. Lee and H. S. Kong, *Fire Protection Theory*. Publishing company Wolsong, pp.105–106, 2015