

가연성 파이프 시공에 의한 전통가옥지붕에 매설된 자동소화장치

Automatic Fire Extinguisher Having Flammable Pipes Inserted in a Cultural Assets Roof



조태준 (Taejun Cho) 이사 | 대전대학교 건설시스템공학과 교수 | cho_taejun@daum.net

김재준 (Jae-Jun Kim) | 한양대학교 건축공학부 교수 | jjkim@hanyang.ac.kr

요약문

승례문과 같은 목조 구조물에서는, 소화(消火)가 지붕내부에서 발생하는 경우, 기존 소화장비로 소화가 불가능하여 지붕구조를 해체하기 전에는 소화가 거의 불가능해진다. 본 연구에서 제안하는 경사진 직선 파이프배치에 의한 지붕에 매설된 자동소화장치는 고 건축물(古建築物)의 내부에서 발생한 화재를 신속하고 효과적으로 진압하기 위한 것이다. 본 자동 소화장치는 화재 검출기의 검출 신호에 의해서 다수의 직선 파이프로 소화배체를 공급하여 화재 발생시 소화작동을 하는 소화 시스템을 구비하는데, 건축물의 지하 또는 별도의 장소에 각종 소화 기기들이 위치되고 배관을 통하여 상기 직선 파이프에 소화수 또는 소화가스를 제공한다. 건축물의 지붕 내부에 구비된 적심 상에 다수의 직선 파이프들이 배치되고, 적심 구멍에 스프링클러가 배치되며, 건축물의 실내에는 화재 감시 카메라 또는 열감지 센서와 같은 화재 검출기들이 배치된다. 소화 수에 의한 화재 진압에 선행

하여 상기 메인 파이프와 직선 파이프에는 하론 가스와 같은

소화 기체가 충전되도록 하고, 화재 발생시 이와 같은 하론 가스가 먼저 스프링클러를 통하여 분사되도록 한 다음, 하론 가스의 소모완료시 자동으로 가압수 장치로 전환되도록 밸브계통을 자동제어 할 수 있다. 또한 직선 파이프들은 지붕을 다수의 구역으로 나누고, 그 구역에 맞추어 구역 별로 소화 수가 공급되도록 하여 메인 파이프를 설치하고, 이에 직선 파이프들을 연결하고 있기 때문에 화재 진압시 다량의 소화 수를 일시에 공급할 수 있고, 그에 따라서 귀중한 문화재산의 신속한 자동소화가 가능해진다.

ABSTRACT

This invention is purposed to provide an innovative solution for the inside of roof structures, which is cultural assets. The Asian old houses generally have several layered roofs on top of the structures. If a fire has started inside of the roof, it is hard to be extinguished before eliminating all the upper layers of the roof. This invention provides pre constructed embedded pipes, which is flammable and easy to be dissolved by the fire. The material of pipe is composed of rubbers, of which the combustion point is so low

that the extinguishing of initial fire is possible without additional fire service. The inside of pipe is filled with halon gas. If the filled gas is consumed after ignited by fire, additional fire extinguishing water is supplied. If the flexible pipes are totally combusted by a big fire, the sprinkler at the end of inflexible pipe will work continuously, which is located between flexible and inflexible pipes. The extinguishing pipe network is suggested as dividing whole roof as multiple sections for a swift fire extinguishing in case of intentional or natural fire attack to our invaluable cultural assets.

1. 서론

종래의 자동소화 장치는 차량이나, 가스 렌지, 터널 내부 등의 현대적 기계장비 또는 시설물의 소화를 고려하여, 대공간 구조물의 개방된 공간의 내부를 포괄적이고 신속하게 소화하는 것을 주요 목표로 한다.

그러나 승례문과 같은 목조 구조물에서는, 소화(消火)가 지붕내부에서 발생하는 경우, 기존 소화장비로 소화가 불가능하여 지붕구조를 해체하기 전에는 소화가 거의 불가능해진다는 문제점이 있었다.

예컨대, 승례문, 흥인지문과 같이 지붕이 경사를 가지는 고 건축물(古建築物)의 지붕 내부 공간은 일반적으로 기와지붕 아래 기와-보토(補土)-강회다짐-적심-서까래의 다섯 겹 구조로 되어있다. 이와 같은 보토 아래에는 생석회를 물과 배합해 양성한 석회석 층인 강회다짐이 있다. 이러한 겹처럼 단단한 강회다짐은 기와장 틈새로 들어온 빗물이 건물 내부로 침투하지 못하게 막는 방수층 역할을 한다. 또한 강회다짐 밑에 비스듬한 지붕 경사를 잡기 위해 나무 자재인 적심이 놓이고, 그 아래 서까래와 도리가 자리한다. 상기에서 도리는 서까래를 엮기 위해 기둥의 중심선 바깥쪽에 걸치는 부재로서 도리 하부에는 처마 끝의 하중을 받치기 위해 기둥머리 등에 짜맞추어 댄 나무 부재인 공포(貢包)가 화려하게 장식돼 있다. 이와

같은 상기 고 건축물(古建築物)의 지붕 구조는 외부의 재해로부터 내부의 목조 건축물을 보호하는 데에는 효과적이지만 화재 진압에는 치명적으로 취약한 문제점을 갖는다. 기와지붕 밑에서는 나무 자재들이 훤히 타고 있는데도 보토와 강회다짐이 물줄기를 막아내 아무리 바깥에서 물을 쏟아 부어도 내부의 불길에 닿을 수 없는 구조이므로 지붕구조를 들어내지 않고서는 화재진압이 불가능하다는 문제점이 있었다.

종래에 제안된 대표적인 자동소화방식은 통상 스프링클러 방식과 안개분무방식인데, 이러한 방식은 대공간의 소화 및 연기 저감 방식이므로 상기와 같은 고 건축물(古建築物)의 “밀폐된 지붕 구조에는 적용이 어렵거나 불가능”하게 된다는 문제점이 있었다. 그러므로 상기의 문제점을 해결하기 위한 자동소화장치를 개발하고자 한다.

2. 자동소화장치의 기본구성

1) 고 건축물(古建築物)의 지붕과 같은 밀폐된 공간에서의 공간적 제약과 파이프 배치 형상에 따른 경제성 재고의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 경사진 지붕 구조 내부에서 그 경사진 지붕을 따라서 배치된 경사진 주파이프에 연결된 연직방향 가연성 비금속 파이프와 파이프내부에 스프링클러 헤드를 구비하여 화재의 위치와 강도에 무관하게 최적화된 소화능력을 갖는 지붕에 매설된 자동소화장치를 개발한다.

2) 고 건축물(古建築物)의 내부 어떤 위치에서 화재가 발생하여도, 비금속 가연성 파이프가 먼저 연소되어 내부에 충전된 소화제를 분무하여 소화효과가 우수함은 물론 신속한 소화가 가능하여 최적화된 소화능력을 갖는 경사진 직선 파이프배치에 의한 지붕에 매설된 자동소화장치의 배관내 균등한 소화제 공급을 개발한다. 제안하는 자동소화장치의 전체구성은 그림 1과 같다.

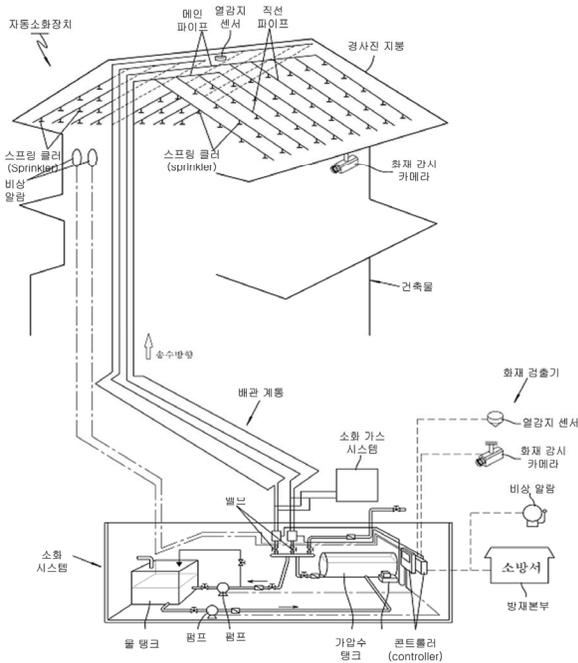


그림 1. 밀폐구조에 설치된 소화방재 파이프 및 센서연결도

3. 시공상세

제안한 연구를 위하여 시공실시예를 구성해보면 다음과 같다. 경사진 직선 파이프배치에 의한 지붕에 매설된 자동소화장치는 고 건축물(古建築物)의 내부에서 발생한 화재를 신속하고 효과적으로 진압하기 위한 것이다.

본 연구에 따른 경사진 직선 파이프배치에 의한 지붕에 매설된 자동소화장치는 그림2에 도시된 바와 같이, 건축물의 경사진 지붕을 따라서 그 전체에 배치된 다수의 직선 파이프와 이에 연결된 연직방향 고무파이프를 주요소로 한다.

이와 같은 다수의 직선 파이프들은 그림 2에 도시된 바와 같이 지붕을 다수의 구역으로 나누어서 해당 구역 별로 배치된다. 지붕을 평면으로 보아서 4개소의 대 구역으로 분할하고, 그 각각의 대 구역은 다시 작은 2개소의 구역으로 분할하여 지붕을 전체적으로 8구역으로 분할할 수 있다.

그림 2의 경우, 기와지붕(5a)의 보토 및 강회다짐 평면을 4 등분하여 전체 지붕(5a)을 8개의 구역(a)으로 분할하고, 직선 파이프(10)가 설치되는 경우의 2개의 파이프 배치 예를 보여준다. 이와 같이 지붕(5a)을 다수의 8 구역(a)으로 분할하고, 각 구역(a)별로 소화 수를 공급하면, 일시에 많은 소화 수를 건축물(5)의 내부로 공급할 수 있어서 신속한 화재 진압에 매우 효과적이다.

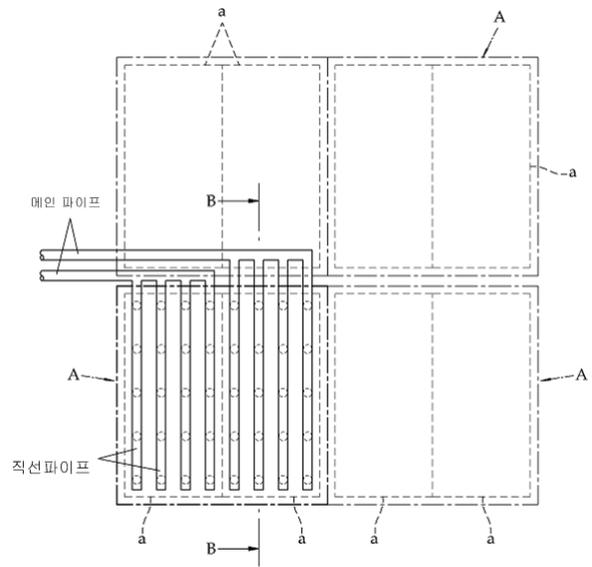


그림 2. 지붕분할 및 주 파이프의 배치

상기와 같은 직선 파이프(그림1의 10)는 그림 2의 B-B선 단면으로 도시된 그림 3 에서와 같이, 강관의 구조로 이루어지고, 그 각각은 적심(30)의 상부 측에 위치한 메인 파이프(14)로부터 지붕(5a)의 경사면을 따라서 경사 배치되며, 건축물 지붕(5a)의 강회다짐(20) 내에 매설되는 구조이다. 그리고 상기 강관의 직선 파이프(10)로부터 연직 방향으로 하향 배치된 다수의 스프링클러(Sprinkler)(12)들은 지붕(5a)에 위치한 적심(30)을 구멍(32) 가공하여 그 내부에 배치된 구조이다. 스프링클러들은 연직방향 비금속(고무)파이프의 내부에 위치하며, 고무파이프는 파이프를 둘러싸고 있는 적심에 화재가 발생하면 즉시 용융되어서 내부에 충전된 소화기체(하론가스)를 분사하게 된다.

이때 적심(30)은 지붕(5a)의 구조체 역할을 하는 것이 아니므로, 상하로 구멍(32)을 만들어서 고무파이프들을 설치하도록 한다. 따라서 상기 스프링클러(12)는 비금속(고무)파이프의 최상단 (스프링클러와의 연결부) 또는 고무파이프가 전체가 연소되는 화재의 경우에 광범위한 소화제의 분사를 하게되어 지속적인 소방이 가능하도록 구성되어있다.

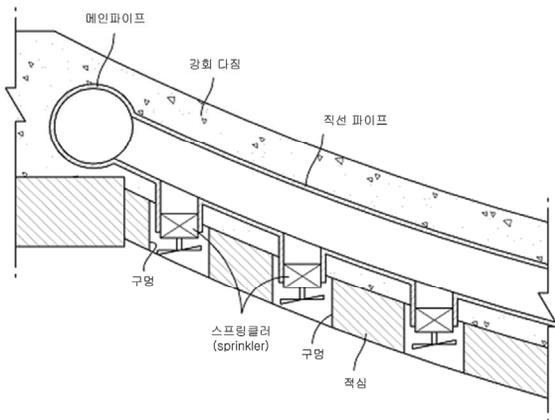


그림3. 연직방향 단면도

◎ 비금속 (고무) 파이프의 배치 이유 및 성능은 다음과 같다.

- 1) 적심의 연직방향 깊이는 10 cm부터 3m 까지 변화하면서 지붕의 모양을 만들어주는 채움재의 역할을 하고 있다.
- 2) 두꺼운 두께를 가질 수 있는 적심에서의 화재가 특히 문제이며, 전 지역 어느 위치라도 화재가 발생하면 소화를 하기위해서는 1m 깊이에 10개 이상의 스프링클러가 있어야 할 수 있다.
- 3) 그러므로 비금속 연직배치 파이프를 설치하고, 화재시 스프링클러와 같이 용융되어 내부에 충전된 소화제가 분사될 수 있다면, 이것은 연속배치된 스프링클러와 동일한 효과를 낼 수 있는 장점이 있다.
- 4) 결과적으로 스프링클러와 비교하여 연직방향으로 연속된 소방능력과 단순한 시공, 그리고 막대

한 비교 경제성 우위를 보일 수 있게 된다.

본 자동 소화장치는 상기 고 건축물의 내부 공간에서 화재가 발생하는 것을 검출하는 화재 검출기를 구비한다. 이와 같은 화재 검출기는 화재 감시 카메라 또는 열감지 센서로 이루어지는데, 예를 들면 건축물의 실내에 화재 감시 카메라를 장착하여 화재 발생 여부를 실시간으로 감시 할 수 있다. 다르게는 열감지 센서를 장착하여 건축물의 내부에서 화재에 의하여 열이 발생하면 이를 전기적인 신호로 소화 시스템에 제공하여 비상 알람을 타종과 동시에 화재 진압이 이루어지도록 한다. 이와 같은 열감지 센서는 그 이외에도 레이저 센서, 초음파 센서 및 적외선 센서와 같은 다른 센서들로 대체 가능하다.

화재 검출기의 검출 신호에 의해서 다수의 직선 파이프로 소화배체를 공급하여 화재 발생시 소화작동을 하는 소화 시스템을 구비하는데, 이와 같은 소화 시스템은 건축물의 지하 또는 별도의 장소에 각종 소화 기구들이 위치되고 배관을 통하여 상기 직선 파이프에 소화수 또는 소화 가스를 제공한다. 상기 소화 시스템은 소화수를 저장하는 물 탱크, 상기 물 탱크로부터 공급된 물을 일정 압력으로 가압하는 가압수 탱크 및 상기 가압수 탱크로부터 상기 직선 파이프들로 소화수를 공급하도록 연결된 배관 및 밸브를 갖는 배관계통을 포함한다.

이와 같은 소화 시스템은 외부로부터 펌프를 통하여 상기 물 탱크에 물이 적절한 수준으로 항상 유지되도록 물이 공급된다. 그리고 상기 물 탱크는 다른 펌프를 통하여 가압수 탱크에 물을 공급하여 일정 수준으로 유지되도록 하며, 상기 가압수 탱크에는 에어 콤프레서(Air Compressor)가 장착되어 가압수 탱크의 내부를 일정압력으로 가압시킨다. 그리고 가압수 탱크에는 상기 직선 파이프 측으로 배관이 연결되어 고압수를 제공하게 되는데, 이와 같은 구조를 통하여 가압수 탱크로부터 배출되는 물은 일정압력을 갖고서 화재 진압시 고압으로 급속하게 스프링클러를 통하여 분사배출된다.

이와 같은 소화 시스템에 사용되는 소화수는 부동액이 혼합되어 동절기에 소화 수의 동결이 방지된 것을 사용하거나, 소화 수에 소금이 용해되어 -21℃까지 동결이 방지된 것을 사용할 수도 있다. 한편 상기 소화 시스템은 건축물의 내부에 장착된 화재 감시 카메라와 열감지 센서에 전기적으로 연결되어 실시간으로 건축물의 화재발생 여부를 감시하게 되는데, 이와 같은 소화 시스템은 컨트롤러(controller)를 구비하여 화재 발생시에는 건축물의 내부에 마련된 비상 알람을 타종하여 화재발생을 인근 관리자에게 알리게 되고, 소방서와 같은 방재본부에 신호를 제공하여 건축물에서 화재가 발생하였음을 통보하여 즉시 출동하도록 한다.

소화 시스템은 소화 매체로서 소화수 뿐만 아니라, 하론 가스와 같은 소화 가스 시스템을 활용할 수도 있는데, 이와 같은 소화 가스 시스템은 예를 들면 하론(CF3Br) 1301을 사용할 수 있으며, 고압 저장탱크(미도시)를 통하여 직선 파이프에 하론 가스를 공급하고, 화재 소화 시 이를 사용하게 된다. 소화용 가스로 사용되는 하론 가스는 강재파이프에 대한 내 부식성이 우수하고, 전기절연성이며 연쇄반응을 억제하여, 공기보다 5배의 밀도를 가지므로 지붕의 상단에서 하부 방향으로의 소화에 적절하다. 그 설치는 이산화탄소 소화설비와 거의 같으며, 탄산가스의 약 3배의 소화능력을 가지게 된다. 소화방식은 하론 가스가 충전된 상태에서 화재 발생시 즉시 사용하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

이와 같은 하론 가스를 이용한 소화가 이루어지고 나면, 직선 파이프 측으로는 소화수가 공급되도록 밸브가 자동 전환되어 소화수를 하론 가스에 뒤이어서 공급하고, 추가적인 소화 작동을 이룰 수 있는 것이다.

4. 3차원 시공시물레이션

제안한 자동소화장치를 문화재의 지붕내부에 설치하기 위한 사전준비로 3차원 시공그림을 상세히 그려보

면 그림 4와 같다. 그림에 보이는 바와 같이 건축물의 지붕 내부에 구비된 적심 상에 다수의 직선 파이프들이 배치되고, 적심 구멍에 스프링클러가 배치되며, 건축물의 실내에는 화재 감시 카메라 또는 열감지 센서와 같은 화재 검출기들이 배치된다.

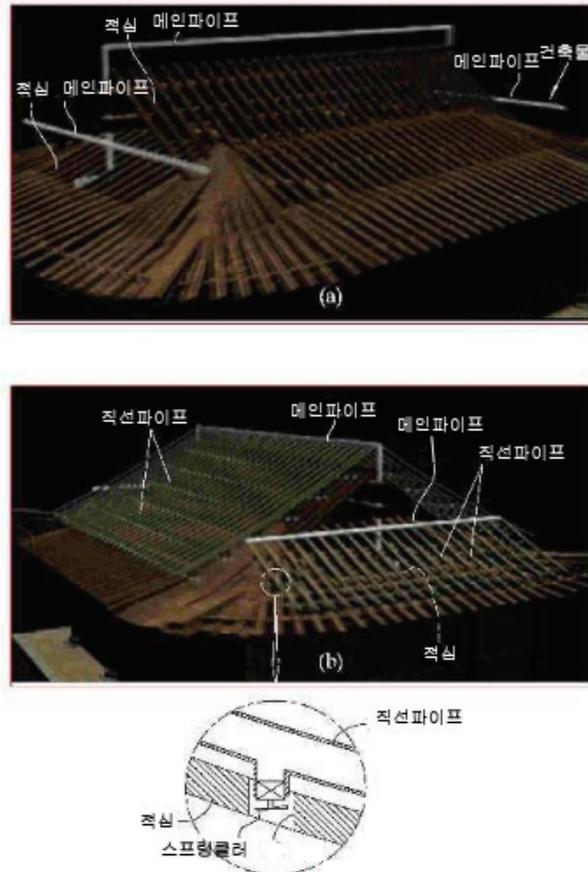


그림 4. 3차원 시공도

그리고 이와 같은 상태에서 건축물의 실내에서 화재가 발생하면, 이는 화재 감시 카메라 또는 열 감지 센서에 의해서 화재발생이 감지되고, 이는 화재 감시 카메라 또는 열 감지 센서에 의해서 화재발생이 감지되고, 이는 소화 시스템을 통하여 비상 알람이 타종(打鐘)되며, 소방서와 같은 방재본부로 자동 연락된다.

또한 상기 소화 시스템에 구비된 가압수 탱크로 이르는 배관 계통의 밸브들은 자동으로 열리게 되며, 스프링클러에는 가압 수가 공급되어 분사 대기상태로 되

며, 건축물의 실내온도가 일정온도로 상승하여 스프링클러가 개방되면, 메인 파이프와 직선 파이프를 통하여 공급된 가압 수가 스프링클러를 통하여 건축물의 화재 개소에 분사되어 소화된다.

소화 수에 의한 화재 진압에 선행하여 상기 메인 파이프와 직선 파이프에는 하론 가스와 같은 소화 기체가 충전되도록 하고, 화재 발생시 이와 같은 하론 가스가 먼저 스프링클러를 통하여 분사되도록 한 다음, 하론 가스의 소모완료시 자동으로 가압수 장치로 전환되도록 밸브계통을 자동제어 할 수 있다. 이와 같은 밸브 전환에 관련된 배관계통과 자동밸브제어 기술은 현재 일반적으로 이용되는 기술을 이용하여 구성하면 되므로 이에 대한 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.

이와 같이 본 연구는 고 건축물(古建築物)의 경사진 기와지붕 하단에서 적심의 상부 측에 경사진 평행한 다수의 직선 파이프들을 연결시켜서 배치하고, 그 각각의 직선 파이프의 하부측으로는 적심을 관통하는 다수의 스프링클러를 포함하는 비금속(고무)파이프들을 장착하고 있다. 또한 이와 같은 상기 직선 파이프들은 지붕을 다수의 구역으로 나누고, 그 구역에 맞추어 구역 별로 소화 수가 공급되도록 하여 메인 파이프를 설치하고, 이에 직선 파이프들을 연결하고 있기 때문에 화재 진압시 다량의 소화 수를 일시에 공급할 수 있고, 그에 따라서 신속한 소화가 가능하다.

5. 결론

기존의 자동소화장치는 콘크리트 구조물에서 스프링클러가 수평으로 설치되어 있다. 승레문 화재 때와 같이 경사진 지붕을 갖는 고건축물의 지붕내부에서 지붕 밑으로 진행되는 화재 발생 시에는 취약한 점을 인식하여 본 연구를 제안하였다.

기와의 지어진 지붕 밑과 같이 밀폐된 공간에서는 소화방법이 없다는 것을 착안하여 신속하고 효과적인 소화방법을 제안하였다.

기초조사로 국내외 출원 및 등록특허를 검색한 결과, 승레문 방화사건에서 짐작할 수 있듯이 이러한 종류의 문화재의 지붕구조에 대해서는 많은 연구가 없었으며 방화사건도 찾기가 힘들다. 그러므로 기존의 개방된 지붕 구조 하단에 대한 소화장비 및 설치는 존재하지만 밀폐구조내부의 화재에 대해서는 대안을 찾을 수 가 없었다.

그러므로 본 제안연구가 성공적으로 추진이 되면 국내는 물론이고 특히 동양 각국에 산재한 수많은 문화재 구조물을 자연적 또는 인위적인 화재로부터 보호하여 인류유산의 보호는 물론, 기술수출에 의한 막대한 경제적 효과 또한 가능할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 조태준, 유기찬, 한양대학교 산학협력단, (주)에스알파트너즈, “경사진 직선 파이프배치에 의한 지붕에 매설된 자동소화장치”, 특허청, 등록번호 1010508170000 (2011.07.19.)