

소방안전을 위한 독립 스프링클러 개발

윤해룡*, 김선엽**, 김호찬**.#, 박인백***

*경북테크노파크 경량소재융복합기술센터, **안동대학교 기계자동차공학과, ***LG전자

Development of Independent Sprinkler for Fire Safety

Hae-Yong Yun*, Seon-Yeop Kim**, Ho-Chan Kim**.#, In-Beck Park***

*Gyeongbuk technopark, **Department of Mechanical & Automotive Engineering, Andong National Univ. ***LG Electronics

(Received 15 March 2017; received in revised form 28 March 2017; accepted 5 April 2017)

ABSTRACT

Sprinklers are a necessary device for the early suppression of fires to prevent large fires. The installation has been obligatory for certain buildings recently through the digestion method. In an aging building, it is difficult to find sprinklers, because of their significant cost, long installation times, and they require installation by experts. That is why we are able to install all, was designed with enough independent integrated sprinklers with fire-extinguishing capabilities. The designed sprinklers are fitted with a conventional sprinkler head in a container of 20cm * 20cm * 10cm. Inside the container and potassium carbonate, which warms the rubber material and the plate line by pressing the potassium carbonate, the line weight is a 5kg pressing plate at the entrance at the pressure of 0.5Mpa when operating. The glass sprinkler valve blocking the entrance at about 68 °C is operated open. At this time, the potassium out of the digestive fire to combustible materials and heat off a chain reaction.

Key Words : Sprinklers(스프링클러), Fire Safety(소방안전)

1. 서론

스프링클러는 큰 화재를 예방하기 위해 화재의 조기진압에 꼭 필요한 장치이다. 최근 소화법에 의해 특정 건물에는 설치가 의무화 되어 있다. 노후화된

건물에서는 스프링클러를 설치하는 것은 큰 비용, 긴 설치시간, 설치 전문가의 필요 등 제한조건으로 실질적으로 설치가 불가능하다. 때문에 본 연구에서는 어느 장소든 쉽게 설치 할 수 있고, 저비용, 설치시간, 충분한 소화능력을 갖춘 독립된 일체형 스프링클러를 설계 및 제작하는 연구를 하였다. 본 연구에서는 어느 장소에나 설치가 쉽도록 20cm X 20cm X 10cm의 크기의 용기에 기존의 스프링클러 헤드가 장착되어 있다. 용기 안쪽에는 고무재질로 덮힌 탄산칼륨을 눌러줄 판과, 작동 시 입구에서 0.5Mpa의 압력을 위해 판을 중량 5kg이 있다.

Corresponding Author : hckim@anodong.ac.kr

Tel: +82-54-5269, Fax: +82-54-820-5044

스프링클러는 약 68℃에서 입구를 막고 있는 유리 밸브가 개방되어 작동된다. 이때 나오는 탄산칼륨은 가연성 물질과 열의 연쇄반응을 차단하여 불을 소화하게 된다. 기존의 스프링클러는 약 68℃에 도달했을때, 작동을 하게 되어 있어, 온도는 동일한 68℃에 작동을 하게 설계 하였다. 기존의 스프링클러가 2.5m~3m가량의 살수 범위를 가지고 있지만 본연구의 독립형 스프링클러는 물이 아닌 탄산칼륨을 사용하기 때문에 1m~1.2m 가량의 범위에 살수가 가능하도록 설계 하였다.

2. 연구 목적

실제로 화재발생시 화재의 초기진화가 중요해 스프링클러는 빠른 반응지수로 초기화재 진화에 큰 역할을 한다. 최근에는 법적으로 일정규모 이상의 건축물에는 설치가 의무화 되어있을 정도로 중요한 역할을 하고 있다. 기존에 설치 되어있던 소방 스프링클러의 경우 살수범위가 약 2.5m~3m가량 된다. 때문에, 살수 범위의 사각지대가 발생하게 된다. 또한 오래된 건축물에는 소방 스프링클러가 설치된 곳이 많지 않다. 하지만 기존의 스프링클러를 설치하려면 여러 가지 비용, 시간, 설치전문성 등 설치의 제한조건들이 있다. 그리고 최근 소화법에 의해 특정 건물에는 스프링클러 설치가 의무화 되어 노후화된 건물에서는 스프링클러를 찾기 어려운데, 그 이유는 큰 비용, 긴 설치시간, 설치 전문가 필요 등 제한조건이 많기 때문이다. 이러한 기존의 스프링클러의 설치문제, 제한조건들을 충족하지 않더라도 어느 장소나 설치를 할 수 있도록 독립형 스프링클러 설비를 개발 하였다.

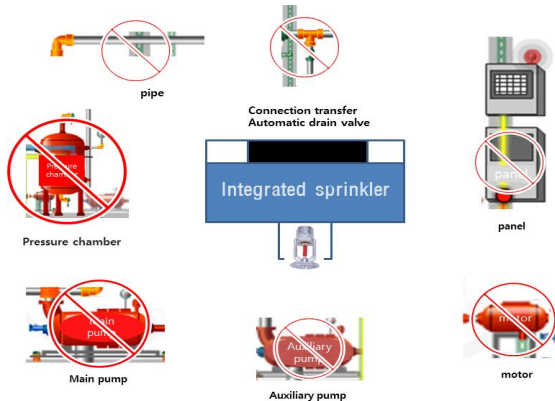


Fig. 1 Design goal

3. 재료

3.1 탄산칼리·칼리

화학적 K_2CO_3 . 백색 분말로, 식물을 태운 재 속에 함유되어 있다. 녹는점 891℃, 비중 2.29이다. 조해성이 있다. 100g의 물에는 0℃에서 105.5g, 100℃에서 156g 녹는다. 수용액은 가수분해에 의해서 염기성을 보이며, pH는 11.6이다. 수용액에서 탄산칼륨을 결정화 시킬 때는 2수화물 $K_2CO_3 \cdot 2H_2O$ 가 생긴다. 이 밖에 수화물로는 1수화물·1.5수화물 등이 알려져 있다. 에탄올에는 녹지 않는다. 산과 작용시키면 이산화탄소를 발생한다. $K_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + H_2O + CO_2 \uparrow$ 또, 이산화탄소를 흡수하면 중탄산칼륨으로 변한다. 45~50%의 수산화칼륨용액을 반응조에 넣고, 교반하면서 이산화탄소를 불어넣어 탄산칼륨수용액을 만들고, 거른 후 증발·건조시키거나, 탄산칼륨수용액에 다시 이산화탄소를 불어넣어 중탄산칼륨으로 결정을 만들어, 회전로를 사용해서 가열분해하여 얻는다. 또, 탄산나트륨을 제조할 때의 르블랑법과 비슷한 방법을 이용하는 경우도 있다. 즉, 염화나트륨 대신 염화칼륨과 진한 황산을 높은 온도에서 작용시켜 황산칼륨으로 하고, 이것을 탄소로 환원시켜 황화칼륨 K_2S 로 변화시켜 다시 탄산칼슘 $CaCO_3$ 를 작용시키면 탄산칼륨 K_2CO_3 과 황화칼슘 CaS 가 생긴다. $K_2S + CaCO_3 \rightarrow K_2CO_3 + CaS$ 생성물을 물에 담그면 탄산칼륨이 녹으므로, 이것을 여과한 다음 증발·건조시킨다. 칼리비누·칼리유리·광학유리 등의 제조원료, 염색·가죽무두질·사진·분석시약과 의약품의 제조원료·화학조작 등에 사용된다.

3.2 스프링클러 용기 선정

금속 중 녹는점이 600℃ 이상 금속 - 알루미늄, 안티모니, 금, 은, 크롬, 텅스텐, 탄탈늄, 티타늄, 철, 구리, 납, 니켈, 백금, 베릴륨, 마그네슘, 망간, 몰리브덴, 비소, 규소, 황동판, 황동봉, 스텐304, 스텐 316, 청동 등이 있다. 스프링클러 헤드의 재질인 bronze(청동)의 녹는점은 970℃이다. 그래서 본 스프링클러 용기는 천장에 스프링클러 용기가 설치되는 경우를 고려하여 일정수준이상의 녹는점과 비중이 높지 않은 재질인 알루미늄으로 재료 선정하였다.

4. 해석 및 설계안 도출

4.1 모델 공식화

독립형 스프링클러를 공식화하기 위하여 자유물체도를 설정하고 Fig.2에 나타내었다. 질량M은 스프링클러헤드 사용압력(1~10kg/cm²)과 동일한 압력을 주기 위하여 설정한 값이다. 질량(M)을 구하기 위한 공식은 다음과 같다.

1. $Q = AV \rightarrow V = Q/A$
2. $P_1A_1 - P_2A_2 - pA_2V_2 = 0$
3. $P_1A_1 = Mg$

Q=유량, A₁=용기 단면적, A₂=스프링클러헤드 단면적, V=유량의 속도, P₁= 용기 내 압력, P₂=헤드 압력, p=밀도, M=질량이다. 식 1, 2번과 Table1을 이용하여 P₁과 M을 구한다. 따라서 P₁ 값은 1231.87Pa이고 식 3번을 이용하여 계산한 M 값은 5.03Kg이다. 위와 같이 모델 공식화를 통하여 독립형 스프링클러를 작동하기 위해서 필요한 최적의 질량 값은 5Kg이란 것을 알 수 있었다.

Table 1 Value required for the formula

A ₁	A ₂	P ₂	P ₁
0.04m ²	0.0009852m ²	0.35MPa	
p	Q	g	M
1350kg/m ³	0.000033m ² /s	9.8m/s ²	

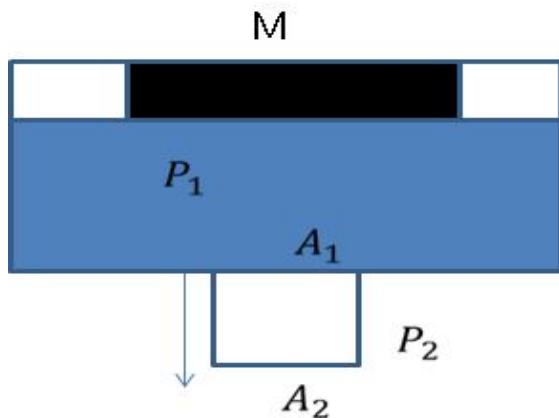


Fig. 2 Integrated Sprinkler Free object

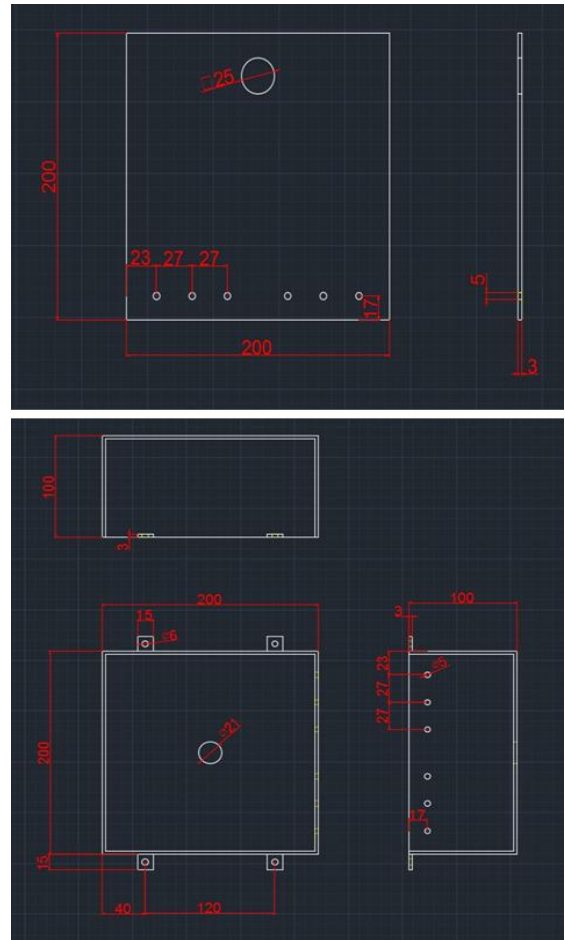


Fig. 3 (On)Sprinkler lid Drawing, (Under)Sprinkler container Drawing

4.2 모델 해석

독립형 스프링클러 도면은 Fig. 3을 통하여 나타내었다. 3-2에서 용기에 대한 재질선정을 하였지만 구조 해석을 통하여 압력에 따른 변위가 적은 재질을 2차적으로 선정하였다. 재질의 종류로는 주로 사용되는 PVC, 알루미늄, 스틸로 동일하게 두께 3mm, 5mm로 설정한 후 모델 해석을 진행하였다. 모델 해석결과는 Table 2와 Fig.4, Fig. 5를 통하여 나타내었다. AL2014재질이 가격, 비중, 녹는점에서 적합하여 본 연구에서 채택 하여 사용 하였다.

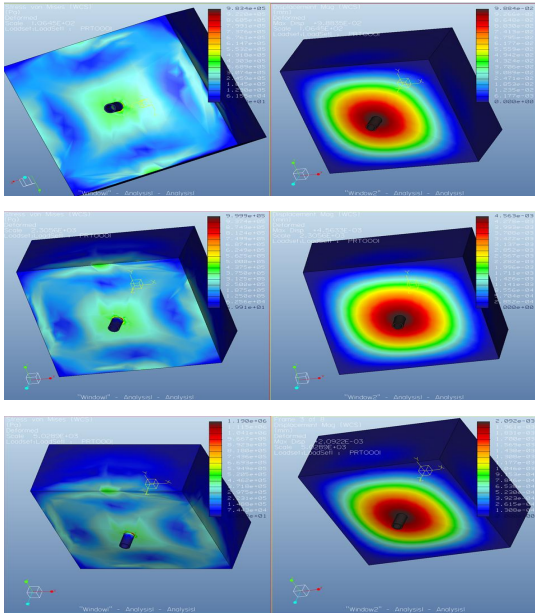


Fig. 4 Thickness : 5mm (On)PVC, (Mid)AL2014, (Under)Steel

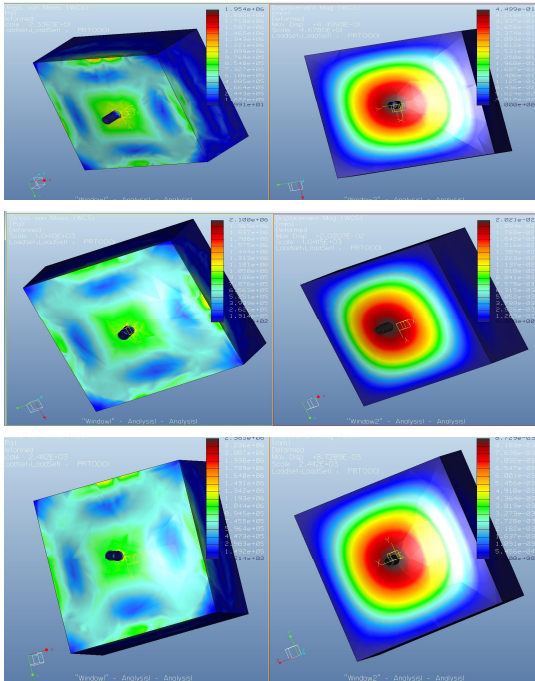


Fig. 5 Thickness : 3mm (On)PVC, (Mid)AL2014, (Under)Steel

Table 2 Melting point and specific gravity for PVC, AL2014, STEEL

	PVC	AL2014	STEEL
Melting point	170℃	660℃	1427℃
Specific gravity	1.35	2.7	7.93

5. 실험결과 및 고찰

기존 스프링클러를 설치하는데 있어 많은 비용 및 설치기간, 설치 전문가 필요 등 다양한 제한조건이 있다. 이에 따라 본 연구는 저렴한 비용 및 어느 장소에서나 설치가 가능한 독립형 스프링클러를 개발하는 연구이다. 독립형 스프링클러 모델 공식화를 통해 작동에 필요한 최적의 질량 값을 도출할 수 있었다. 또한 구조해석을 통하여 스프링클러를 사용하기에 적합한 재질을 선정하여 독립형 스프링클러를 제작할 수 있었다. 제작한 독립형 스프링클러는 Fig. 6에 나타내었다. 독립형 스프링클러가 기존 스프링클러만큼 소화가 가능한지 소화력실험을 통해서 기존 스프링클러만큼의 소화력을 가졌다는 것을 알 수 있었다.

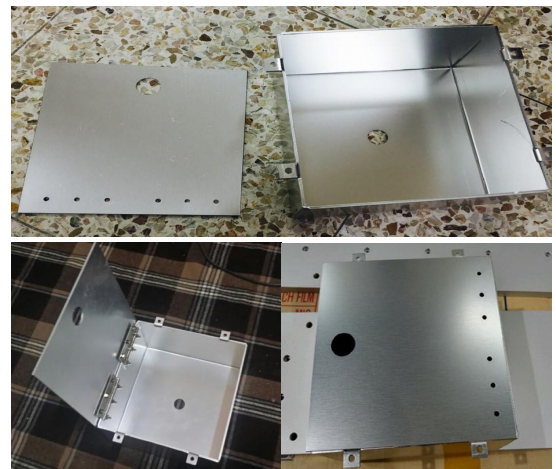


Fig. 6 Integrated Sprinkler



Fig. 7 (Left)Integrated Sprinkler Jet, (Right) Digestion

독립형 스프링클러 성능 실험은 Fig. 7에 나타내었다. 기존의 스프링클러의 살수범위는 2.5m에서 3m 가량이다. 연구에서 개발한 독립형 스프링클러도 그와 비슷한 성능을 가지기 위해 헤드 사용압력을 0.5kg/cm^2 (기존 스프링클러 사용압력 $0.1\sim 1\text{kg/cm}^2$) 맞추었고 소화용액은 단순 물이 아닌 소화액으로도 사용되는 탄산칼슘을 사용하여 적은양으로도 일정 범위 소화가 가능하게 설계하였다.

6. 결 론

제작된 독립형 스프링클러가 기존의 스프링클러만큼의 성능을 낼 수 있는지에 대하여 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 제작된 독립형 스프링클러는 작은 공간에서 충분한 소화능력을 갖추었으며 용기의 크기를 증가시켜 액체의 양을 증가시킨다면 기존 스프링클러만큼 넓은 공간에서도 충분히 활용이 가능해 기존의 스프링클러의 시설 및 공간적 한계를 극복 할 수 있다.

REFERENCES

1. Korea Fire Fighting Corporation, Type approval and certification of fire extinguishing agent technical test standard, Korea Fire Industry Technical Institute, pp18-30, 2006.
2. Fire Department, Fire safety standards for sprinkler installations(NFSC 103), National Security Agency, pp1-20, 2015.

3. National Emergency Management Agency, Fire safety standards for fire fighting appliances (NFSC 101) Commentary, National Emergency Management Agency, pp1-23, 2013.
4. S.W. Hong, "A Study on the Application of Simple Sprinkler Facility at Single Housing", J of KIFSE, Vol. 22, No. 4, pp. 33-41, 2008.
5. K.S. Jeong, "A Study on Design Area of Fire Sprinkler System", J of KIFSE, Vol. 24, No. 3, pp. 93-98, 2010.
6. I.S. Son, "Rescue Lift Development Using Structural Analysis", J of KSMPE, Vol. 14, No. 1, pp. 111-116, 2015.
7. S.W. Nam, Design and Construction of Fire Service Facilities, Seongandanh, pp. 1-412, 2008.