

## 자동확산소화장치의 이격거리에 따른 소화성능평가연구

곽지현 · 김동석 · 구재현\*<sup>†</sup>

방재시험연구원, \*목원대학교 소방안전관리학과

### Fire Extinguishing Capability of an Automatic Spreading Fire Extinguisher in Accordance with Horizontal Distance from a Fire Source

Ji-Hyun Kwark · Dong-Suk Kim · Jae-Hyun Ku\*<sup>†</sup>

Fire Insurers Laboratories of Korea

\*Dept. of Fire Safety Management, Mokwon Univ.

(Received August 4, 2013; Revised September 11, 2013; Accepted October 11, 2013)

#### 요 약

보일러실이나 세탁소, 또는 음식점과 다중이용업소의 주방에 주로 설치하는 자동확산소화장치는 화재발생 시 화염이나 열에 의해 자동으로 약제가 방출되어 화재를 진압하는 소화기구 중 하나이다. 이 소화장치는 공칭방호면적에 해당하는 소화능력을 가지고 있으므로 방호대상물이 이 범위를 벗어나 있으면 유효한 화재진압이 보장되지 않지만 현행 기준에는 바닥면적에 따른 설치갯수만 요구하고 있다. 따라서 방호대상물과의 이격거리에 따라 소화성능은 달라지게 되며 이에 대한 특성을 고찰하고자 천장높이가 2.5 m인 모형화재실에 본 소화장치를 설치하고 A급, B급 모형가연물과의 수평이격거리에 따른 소화실험을 실시하였다. 실험결과 일반가연물과 유류가연물을 모두 확실하게 소화할 수 있는 최대수평이격거리는 약 30 cm인 것으로 나타났다.

#### ABSTRACT

An automatic spreading fire extinguisher usually installed in a closed area like a boiler room, a laundry store or a restaurant's kitchen room is one of the fire protection equipments. This extinguisher automatically discharges dry powder, extinguishing fire. As this extinguisher has the extinguishing capability applicable to the nominal protection area, objects outside the area cannot be properly extinguished. However only its number is being requested according to the floor area in the related laws, and the extinguishing capability depends on the distance from a fire source. In this study we tried to investigate the extinguishing capability of the automatic spreading fire extinguisher in accordance with horizontal separation distance from a fire source. It appeared that the maximum horizontal separation distance was about 30 cm for both class A and B fire to be certainly extinguished.

**Keywords :** Automatic spreading fire extinguisher, Horizontal separation distance, Fire source

#### 1. 도 입

자동확산소화장치(옛 자동확산소화용구, 이하 소화장치라 함)란 소화기구 중 하나로서 국가화재안전기준(NFSC 101)에 의하면 화재 시 화염이나 열에 따라 자동으로 소화약제가 확산하여 국소적으로 소화하는 고정된 소화장치를 말한다<sup>(1)</sup>. 이 소화장치는 일반화재용과 주방화재용, 전기설비용 자동확산소화장치로 구분된다.

국가화재안전기준에 의하면 이 소화장치는 보일러실, 건조실, 세탁소, 대량화기취급소 등과 음식점, 다중이용업소,

호텔, 기숙사, 의료시설, 업무시설, 공장 등의 주방, 그리고 변전실, 송전실, 지하구 제어반 등에 바닥면적에 따라 한 개 또는 두 개를 설치하도록 규정하고 있는데, 설치 위치에 대한 정확한 기준이 없어 단지 법에서 요구하는 소요 개수만큼 설치만 되면 적합한 것으로 통용되고 있으므로 화재발생 시 방호대상물에 대한 유효한 화재진압이 보장되지 않는 경우가 많다<sup>(2,3)</sup>.

이 소화장치는 사실 공칭방호면적에 해당하는 소화능력을 가지고 있으며, 형식승인시험 시 이 면적에 맞는 크기의 화재모형에 대해 소화성능시험을 실시하여 성능을 검

<sup>†</sup>Corresponding Author, E-Mail: kujh@mokwon.ac.kr  
TEL: +82-42-829-7707, FAX: +82-42-829-7705

ISSN: 1738-7167  
DOI: <http://dx.doi.org/10.7731/KIFSE.2013.27.5.38>

증받고 있다. 따라서 소화장치가 방호대상물의 직상단에 설치되지 않고 대상물로부터 멀리 떨어져 있거나 물건 등에 의해 차폐되어 있으면 소화능력을 보장 받을 수 없으나 실제 현장에서는 다양한 실내 구조에 따라 적절하게 설치되지 못한 경우가 많다<sup>(4)</sup>.

또한 J. H. Kwark에 의하면 소형선박의 무인기관실 등에 설치하는 자동확산소화장치는 기관실에 발생하는 화재를 초기에 진압하고자 설치되어 있으나 화재가 엔진 아래쪽에서 발생한 경우 방출된 소화약제가 엔진에 차폐되어 화원에 도달하지 못하고 유효한 화재진압이 이루어지지 않는 경우가 발생하는 것을 다양한 실험을 통해 확인하였다<sup>(5)</sup>.

본 연구에서는 이러한 소화장치의 설치위치, 즉 화원과의 수평이격거리에 따른 소화실험을 실시하여 소화장치의 이격거리에 따른 소화성능특성을 고찰하고자 한다.

## 2. 실험장치 및 실험방법

본 실험에 사용된 소화장치(Figure 1)는 한국소방산업기술원의 형식승인을 득한 제품으로 제1인산암모늄이 주성분인 제3종 분말 3 kg을 소화약제로 사용하고 있으며, 방사시간은 약 10초, 감열부의 공칭장동온도는 72 °C, 공칭 방호면적이 1 m<sup>2</sup>인 일반화재 및 전기설비화재용이다. Table 1은 본 소화장치의 주요사양을 나타낸다.



Figure 1. An automatic fire extinguisher.

Table 1. Principal Specifications

Item	Specification	Remark
Extinguishant	Dry powder	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
Weight	3 kg	Dry powder
Discharge time	Around 10 s	
Nominal protecting area	1 m <sup>2</sup>	
Nominal working temp.	72 °C	
Usage	Class A and C fire	

### 2.1 실험장치

본 실험을 위한 장치는 Figure 2와 같이 자동확산소화장치 본체와 화원, 점화봉, 영상계측장비, 모형화재실 등으로 구성된다. 가연물인 화원은 본 소화장치의 형식승인시험기준에 규정되어 있는 제2소화모형과 제4소화모형을 준용하여 실험에 적용하였다. 여기서 제2소화모형은 A급, 즉 일반가연물로서 Figure 3과 같이 40 mm×40 mm×500 mm 크기의 건조한 소나무를 5단으로 쌓아서 구성하였으며, 제4소화모형은 B급, 즉 유류가연물로서 Figure 4와 같이 500 mm×500 mm 크기의 사각팬에 n-헵탄을 3 cm 가량 담아 사용하였다. 이 때 소화실험에서는 각각 한 개의 목재더미와 한 개의 연료팬을 이용하여 소화장치로부터의



Figure 2. Fire test room.

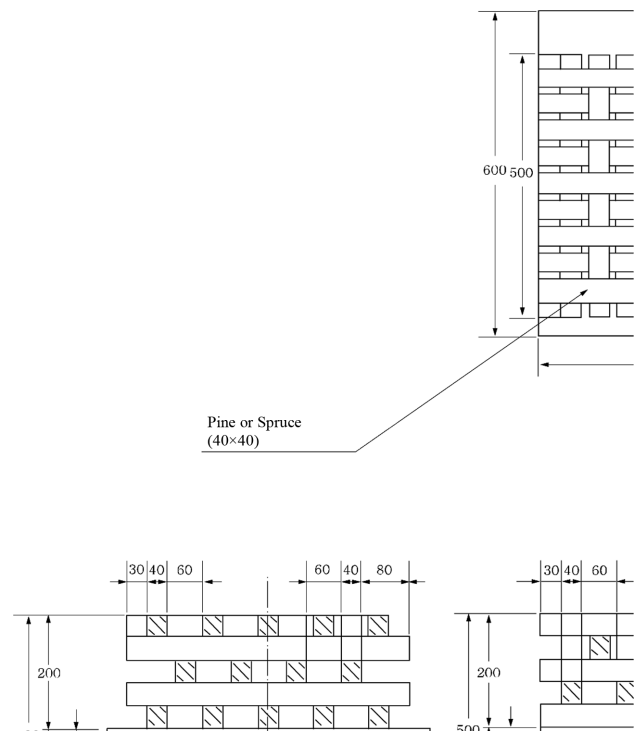


Figure 3. Fire source No. 2 (Unit: mm).

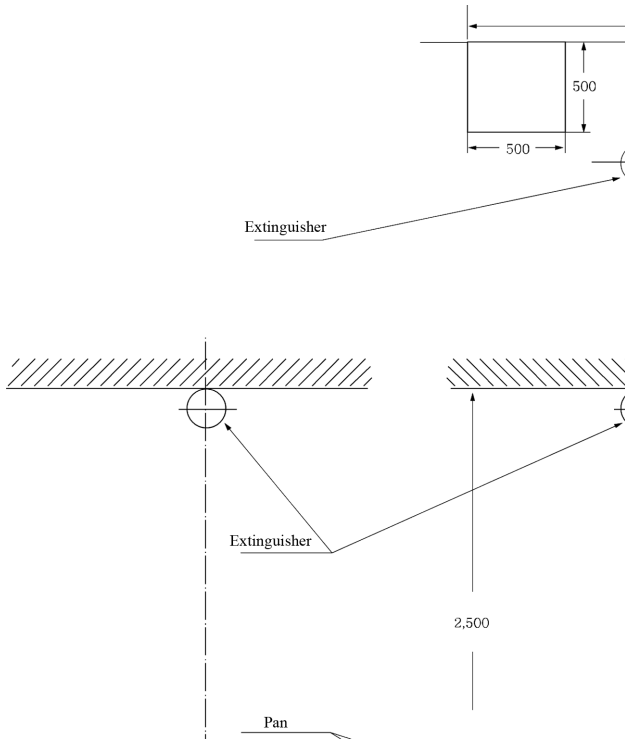


Figure 4. Fire source No. 4 (Unit: mm).

설치거리 즉, 수평이격거리에 따른 소화성능을 고찰하고자 하였다. 화원의 점화는 면심지가 달린 길이 1 m의 점화봉을 사용하였고, 실험장면의 연속촬영을 위해 고속카메라를 사용하였다. 모형화재실은 3 m(W)×5 m(L)×2.5 m(H) 크기로 내화보드로 마감하였으며 전면은 개방된 구조이다.

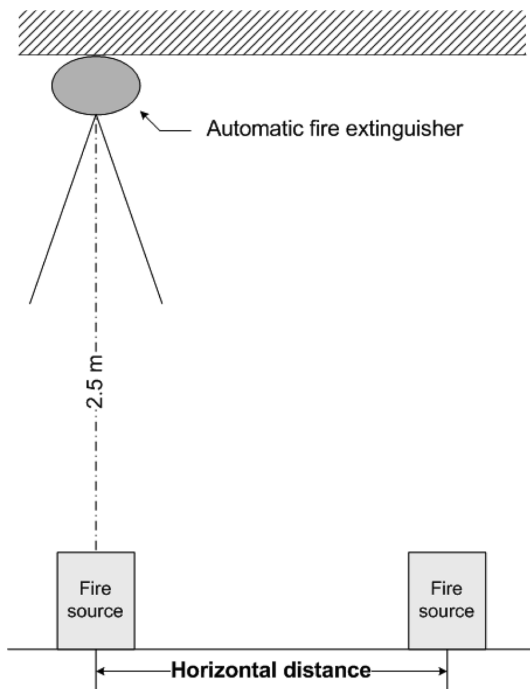


Figure 5. Experimental condition.

Table 2. Experimental Condition

Case No.	Experimental condition	Remark
Case 1	Height: 2.5 m Fire source: Class A Distance: 0 m (under fire extinguisher)	
Case 2	Height: 2.5 m Fire source: Class B Distance: 0 m (under fire extinguisher)	
Case 3	Height: 2.5 m Fire source: Class B Distance: 1 m	
Case 4	Height: 2.5 m Fire source: Class B Distance: 0.5 m	Fire source was on the open floor
Case 5	Height : 2.5m Fire source : Class B Distance : 0.5m	Fire source was near the wall
Case 6	Height : 2.5m Fire source : Class A Distance : 0.5m	
Case 7	Height : 2.5m Fire source : Class A Distance : 0.3m	

2.2 실험조건 및 실험방법

Figure 5와 같이 소화장치와 화원 중심과의 수평이격거리에 따른 소화성능을 고찰해보고자 각각 A급, B급 가연물에 대한 소화실험을 수행하였는데 이를 위해 적용한 실험조건은 Table 2와 같으며, 모든 실험에서 설치높이는 천장의 일반 높이인 2.5 m로 동일하게 적용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

앞 장에서 설정한 실험조건 및 실험방법에 따라 본 소화장치의 소화실험을 실시한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다. 우선 A급인 제2소화모형과, B급인 제4소화모형에 대한 소화성능을 확인하는 차원에서 소화장치 바로 아래에 화원을 설치하고 실험을 실시한 결과 Figure 6과 같이 모두 소화되었다.

Case 1의 경우 A급 모형은 자유연소 후 소화장치 하단에 배치한 이후 54초 만에 동작하여 약 12초 간 약제가 방출되었고 방출종료 후 완전히 소화되어 재발화하지 않았다. Case 2의 B급 모형도 점화한지 1분 55초 후에 감열부가 개방되며 약제가 방출되었고 방출종료 후 완전히 소화되어 재발화하지 않았다.

Figure 7과 8에서 보듯이 본 소화장치의 방사각도는 약 30도 이내인데 이는 한 쪽 방향에 대해 약 15도의 각도로

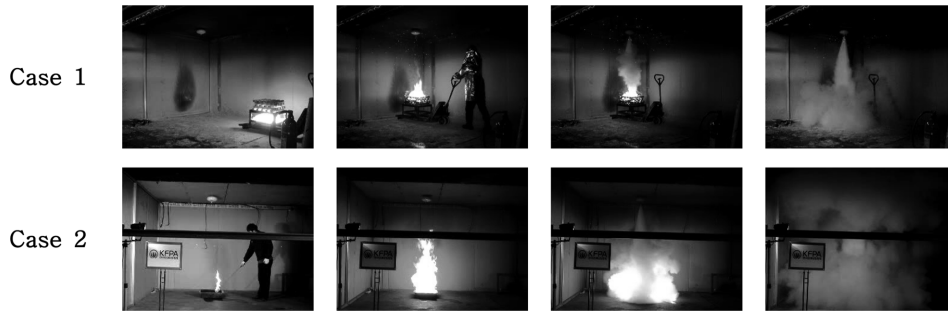


Figure 6. Fire extinguishing tests with fire sources directly under the extinguisher.



Figure 7. Extinguishant discharge scenes.

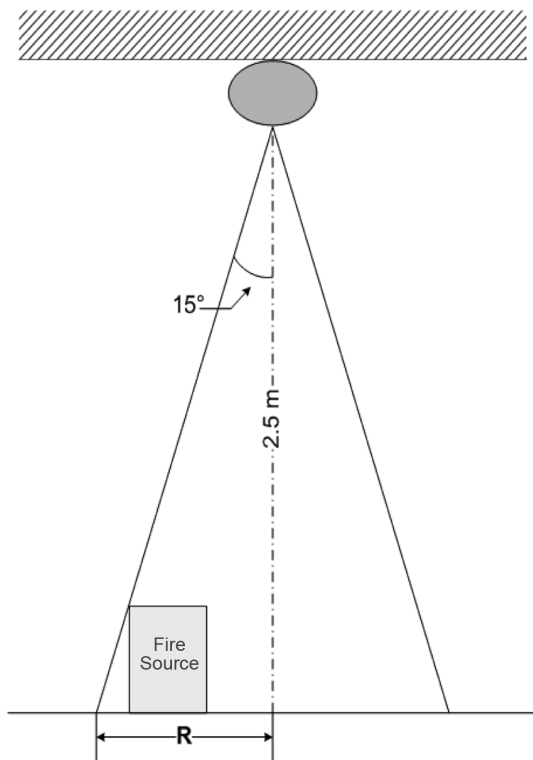


Figure 8. Discharge concept.

약제가 퍼져 나가는 것을 의미한다. 이 경우 천장높이가 2.5 m이므로 바닥에서 약제가 포용할 수 있는 최대수평거리(R)는  $2.5 \times \tan 15^\circ$  즉, 0.67 m이다. 하지만 가연물의 높이를 고려할 경우 가연물 더미가 완전히 약제 내부에 들어 가려면 포용 가능한 수평거리는 더 짧아진다.

다음은 Figure 9와 같이 가연물이 소화장치 직하단에 있지 않고 떨어져 있는 경우의 소화성능을 고찰하기 위해 비

교적 화원의 설치 및 이동이 용이한 B급 모형을 이용하여 수평거리 1 m인 경우(Case 3)부터 실험을 수행하였다.

실험결과 화원과의 거리로 인해 열기류에 의한 감열부의 개방도 많은 시간이 소요되어 점화 3분 52초 후에 소화장치가 동작하였으며 소화에도 실패하였다. 화원중심까지의 거리가 1 m인 경우 가장자리까지는 1.25 m이므로 약제가 포용할 수 있는 최대반경 0.67 m를 많이 벗어나 소화는 불가능한 것으로 판단된다.

Case 4의 실험에서 수평거리를 0.5 m로 줄여 실험을 실시한 결과 역시 소화에 실패하였다. 이 경우 화원 가장자리까지 거리는 0.75 m로 포용 가능한 거리를 약간 상회하고 있어 소화에 실패한 것으로 사료된다. 그러나 Case 5에서 똑같은 수평거리에 대해 화원의 위치를 벽 쪽에 설치하여 실험한 결과 소화에 성공하였다(여기서 소화장치에서 벽까지의 거리는 약 1 m). 이는 방출된 소화약제가 주위 공간으로 확산되지 않고 벽에 부딪힌 뒤 화원 쪽으로 되돌아와 소화작용을 높인 것으로 생각된다.

이번에는 가연물 표면에서 연소하는 B급 유류화재 보다, 심부화재로 발전해 냉각작용이 확실하지 않으면 소화하기 어려운 A급 화원에 대해 B급 소화모형(제4소화모형)의 소화가 성공한 최대거리(0.5 m)에서 실험을 수행하였다. 실험 결과 Figure 10의 Case 6과 같이 화원을 벽 쪽에 위치하여 실험하였음에도 소화에는 실패하였는데, 약제의 포용 반경을 벗어나는 경우 일반가연물의 소화는 어려운 것으로 판단된다.

같은 화원에 대해 수평거리를 0.3 m로 축소하여 다시 실험을 실시한 결과, 화원을 목표위치에 배치한지 1분 35초 후에 소화장치가 동작하였고 소화에 성공하였다. 이 때 목재 가연물 가장자리까지의 수평거리는 0.55 m이며 약제포용반경 안에 들어가면서 소화에 성공한 것으로 판단된다.

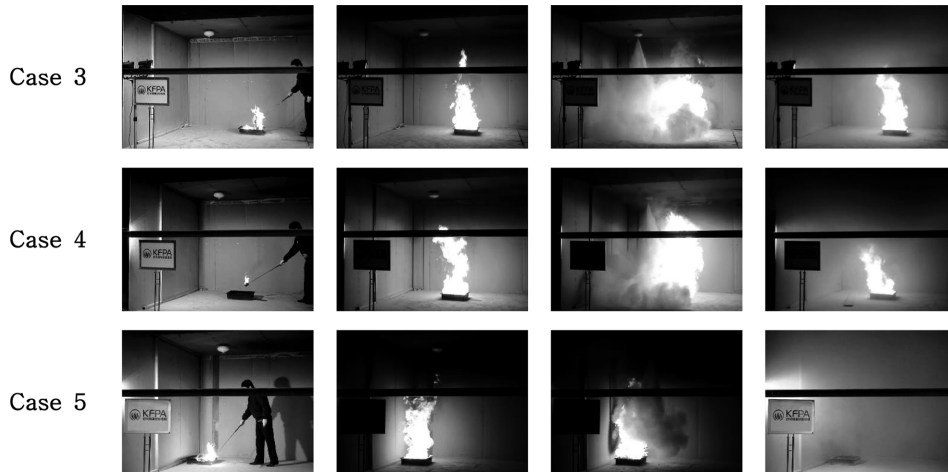


Figure 9. Class B fire tests with the variation of horizontal separation distance.



Figure 10. Class A fire tests with the variation of horizontal separation distance.

Table 3. Experimental Results

Case No.	Condition	Discharge begin (min:sec)	Discharge finish (min:sec)	Extinguished or not	Reburning	Remark
Case 1	Height: 2.5 m Fire source: Class A Distance: 0 m	0:54	1:06	Extinguished	None	
Case 2	Height: 2.5 m Fire source: Class B Distance: 0 m	1:55	2:07	Extinguished	None	
Case 3	Height: 2.5 m Fire source: Class B Distance: 1 m	3:52	4:05	Not extinguished	-	
Case 4	Height: 2.5 m Fire source: Class B Distance: 0.5 m	2:25	2:37	Not extinguished	-	Fire source was on the open floor
Case 5	Height: 2.5 m Fire source: Class B Distance: 0.5 m	1:35	1:48	Extinguished	None	Fire source was near the wall
Case 6	Height: 2.5 m Fire source: Class A Distance: 0.5 m	1:50	2:02	Not extinguished	-	
Case 7	Height: 2.5 m Fire source: Class A Distance: 0.3 m	1:35	1:47	Extinguished	None	

모든 실험결과를 표로 정리하여 Table 3에 나타내었다.

#### 4. 맺음말

이상에서 자동확산소화장치가 방호대상물 또는 가연물 직상단에 설치되어 있는 경우와 떨어져 있는 경우에 대해 수평이격거리에 따른 소화성능특성을 실험을 통해 고찰해 보았다. 그 결과 일반가연물과 유류가연물을 모두 안전하게 소화할 수 있는 최대수평거리는 약 30 cm인 것으로 나타났다.

시중에 설치된 소화장치는 공칭방호면적이 1 m<sup>2</sup>로서 일반적인 천장높이인 2.5 m의 천장에 설치된 경우 약제의 포용반경이 60~70 cm에 불과하므로 소화장치가 방호대상물의 직상단에 설치되어 있지 않으면 소화성능의 보장이 어려우며, 방호대상물의 높이에 따라 약간의 차이는 있겠지만 가급적 중심까지의 수평거리가 30 cm 이내에 설치되어야 화재발생 시 적절한 진압이 가능하다고 할 수 있겠다.

#### References

1. "National Fire Safety Code (NFSC 101)", NEMA (2012).
2. Y. G. Choi, B. D. Yoon, Y. G. Kim and M. C. Shin, "A Study on the Development of an Automatic Fire Extinguisher for Power Sub-station systems", Proceedings of 2010 Autumn Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 345-348 (2010).
3. C. S. Park, J. S. Choi and C. G. Jeon, "The Characteristics of Extinguishant Transfer According to the Nozzle Conditions of a Fixed Aerosol System", Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 18, No. 2, pp. 41-48 (2004).
4. J. H. Kwark, D. S. Kim and B. S. Son, "Development of Fire Extinguishing System Suitable for Unmanned Engine Room of a Small Ship", Proceedings of 2006 Spring Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 109-113 (2006).
5. J. H. Kwark, "Fire Extinguishing Characteristics of an Automatic Spread Extinguisher in an Unmanned Engine Room", Proceedings of 2006 Spring Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 114-121 (2006).
6. J. G. Quintiere, "Principles of Fire Behavior", Thomson Learning (2004).