

# 마이크로 소화캡슐 도료에 의한 소공간 화재진압 성능의 예비적 실험

김균태\*, 박환표\*\*

\*한국건설기술연구원 건설정책연구소, 교신저자

\*\*한국건설기술연구원 건설정책연구소

\*e-mail: ktkim@kict.re.kr

## Preliminary test of small space fire suppression performance using paint type micro fire extinguishing capsule

Kyoontai Kim\*, Hwan-Pyo park\*\*

\*Construction Policy Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Corresponding author

\*\*Construction Policy Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

### 요약

본 연구에서는 전기화재 등 소공간에서 발생하는 화재가 많다는 점에 착안하여 이에 초기대응하기 위한 도료타입의 마이크로 소화캡슐을 제안하고, 그 적용가능성을 시험으로 확인하였다. 본 연구의 상황에 유사한 소공간용 소화용구의 형식승인 및 제품검사의 기술기준을 준용하여 시험한 결과, 문을 닫은 후 5분 후에 소화캡슐이 빈번히 터졌으며, 7분이 경과된 후에 소화되었다. 기준상 헵탄은 90초만에 소화되어야 하는 데, 이 기준을 만족하지 못한 것이다. 향후에 보다 작은 공간인 0.04m<sup>2</sup> 이하에 적용하여, 소화성능을 확인할 예정이다.

구에 부합되는 가장 유사한 기준을 준용하여 소화시험을 진행하여 도료타입 마이크로 소화캡슐의 소화성능을 확인하도록 한다.

### 1. 서론

2021년 6월에 경기도 이천의 OO물류센터에서 발생한 화재 사고의 발단은 멀티탭이었다. 지하 2층 물품 진열대 위쪽에 설치된 선풍기 연결용 멀티탭에서 불이 붙기 시작하는 모습이 폐쇄회로텔레비전(CCTV)에 고스란히 담겨 있었다. 멀티탭에서 튜 불꽃은 지상 4층, 지하 2층 연면적 127,178m<sup>2</sup> 건물을 뒤흔 태우는 대형 사고로 이어졌다[1]. 이와같이 우리나라에 가장 많은 화재 원인은 전기인데, 특히 분전반(배전반 포함)에서 발화한 화재가 가장 많다[2]. 따라서 분전함, 배전반과 같은 소공간에서 발생하는 화재를 초기단계에서 진압하는 것이 중요하다. 최근에 마이크로캡슐 입자를 이용하여 소공간에서 발생한 화재를 진압하는 방법이 도입되고 있으나, 치약, 로프, 스티커타입, 롤 테이프타입 등으로 제품화되어 협소하거나 곡면 등 대상의 상황에 따라 적용이 용이하지 않은 경우가 있다. 또 이에 대한 공인된 시험법도 부재한 상황이다.

이에 본 연구에서는 공인된 타 시험법을 준용하여 도료타입의 마이크로소화캡슐을 이용한 소공간 화재진압 가능성을 확인하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위하여 마이크로 소화캡슐의 개념과 소공간 소화관련 기준을 조사한다. 그리고 본 연

### 2. 마이크로 소화캡슐 도료

마이크로 소화캡슐이란, 소화제가 담긴 작은 캡슐을 말한다. 즉, 50~350 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 크기의 고분자 캡슐에 소화물질이 담겨있고, 화재가 발생하여 주변 온도가 120~220°C 까지 올라가면 스스로 반응해 캡슐이 터지면서 소화가스를 분출하여 초기 화재 진압하는 것이다(그림 1). 현재 마이크로 소화캡슐을 이용한 자동소화스티커, 자동소화패치 등이 시판되고 있으나, 도료형태의 제품은 발견되지 않고 있다.



[그림 1] 마이크로 소화캡슐의 소화 원리[3]

### 3. 시험방법

소공간용 소화용구의 형식승인 및 제품검사의 기술기준 제2조(적용범위)에 따르면, 이 기준은 분전반, 배전반 등 소공간(체적 0.36세제곱미터 미만인 경우에 한함)의 화재를 자동으로 소화하는 간이소화용구에 적용한다. 여기서 자동으로 소화한다 함은, 장치를 사용하여 소화약제를 분출하는 경우를 의미한다. 따라서 본 연구에서 제안하는 도료타입 마이크로 소화캡슐이 적용대상이라고 하기는 어렵다. 그러나 소공간에 화재를 소화한다는 점이 유사하므로, 최대한 이 기준을 준용하여 시험을 진행하고자 한다. 이 기준은 소공간의 체적에 따라 가연물 크기, 공간의 형상 조건 등의 시험법을 달리 제시하고 있다(표1 참조). 또한 바닥으로부터 70mm 이상 이격해야 한다고 규정되어 있다.

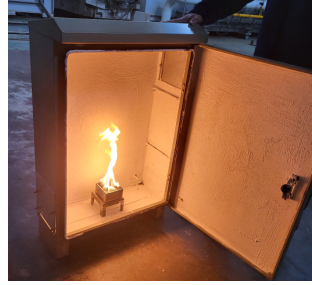
소화시험실 체적(m <sup>3</sup> )	A급			B급		비고	
	소화시험모형(각목) (가로×세로×높이)(mm)	예비연소 헵탄 (mL)	시간 (초)	팬(L) (mm)	소화시험모형크기 (L <sub>1</sub> ×L <sub>2</sub> ) (mm)	소화시험실 최소높이 (mm)	방출구와 소화모형과의 최소이격거리 (mm)
0.04이하	20×20×100	70	240	100	6,000	400	200
0.12이하	25×25×110	70	240	110	8,000	700	400
0.36미만	30×35×120	70	240	120	10,000	1,000	700

비고: 방출구와 소화모형과의 최소이격거리는 소화모형의 최상단에서 측정한다.

<표 1> 소화시험실 체적에 따른 소화시험방법

본 연구는 예비적 실험이므로 우선, 소화시험실 체적 0.12이하를 대상으로 하여 600×800×250mm 크기의 상용 스틸옥외분전함을 적용하였다. 연료는 B급인 헵탄을 적용하고, 기준에 제시된 규격에 따라 100×100×50 mm (3T)의 B급 시험용 버너와 120×120×70mm(3T)의 버너 받침대를 제작하였다. 누설면적은 스틸옥외분전함의 양측에 최소한으로 확보하였고, 실험 전날에 도료타입의 마이크로 소화캡슐을 2회 도장하고, 충분히 건조한 후에 시험에 적용하였다.

기준에 따라 외부에서 발화시킨 후 15초를 방치하고, (그림 2)와 같이 스틸옥외분전함 내부로 버너를 이동하여 다시 15초 경과된 후, 문을 닫고 소화되기를 기다렸다. 시험 결과, 3분 이상 지나서야 간간히 소화캡슐이 터지는 소리가 들렸으며, 5분 이상 경과된 후에야 소화캡슐이 빈번히 터졌으며, 7분 이상 경과된 후에야 화재가 연소되었다. 그리고 연소된 후에 문을 열어본 결과, (그림 3)과 같이, 도료내의 캡슐이 터진 하얀 자국이 촘촘히 분포되어 있었다. 하지만 7분 이상 경과된 후의 연소가 자연연소인지 아니면 소화캡슐에 의한 연소인지도 다소 불명확하였다. 또한 기준에 따르면 B급인 헵탄은 90초만에 소화되어야 하므로, 소화시험실 체적 0.12m<sup>3</sup>은 본 도료를 적용하는 데에 적합하지 않고, 보다 작은 공간인 0.04m<sup>3</sup> 이하에나 적용이 가능할 것으로 판단된다.



[그림 2] 시험 시작



[그림 3] 시험 후(소화)

### 4. 결론

본 연구에서는 소공간에서 발생하는 전기화재의 초기대응을 위하여 도료타입의 마이크로 소화캡슐을 제안하고, 그 적용 가능성을 시험으로 확인하고자 하였다. 도료타입의 마이크로 소화캡슐과 관련된 기술기준이 전무하므로, 소공간용 소화용구의 형식승인 및 제품검사의 기술기준을 준용하고 소화시험실 체적 0.12m<sup>3</sup>에 해당하는 스틸옥외분전함 내에서 헵탄의 소화를 시도하였다. 시험 결과, 문을 닫은 후 5분 가량 경과된 후에 소화캡슐이 빈번히 터졌으며, 7분이 경과된 후에 소화되었다. 다만 이것이 자연 연소인지 아니면 소화캡슐에 의한 소화인지가 다소 불분명하였다. 또한 헵탄은 90초만에 소화되어야 한다는 기준도 만족하지 못하였다. 향후에 보다 작은 공간인 0.04m<sup>3</sup> 이하에 적용하여, 소화성능을 확인할 예정이다.

### Acknowledgement

본 논문은 국토교통부 / 한국건설기술연구원 스마트건설지원센터의 2023년 스마트 건설기술 실·검증 연구 지원사업 “건축물에 적용 가능한 친환경 기능성 탄소저감 코팅제 개발”과제 결과의 일부임. 과제번호:20230343-007

### 참고문헌

[1] 김영배, “0.1mm 마이크로캡슐 ‘소방수’, 멀티탭·배터리 화재 막는다”, 한겨레, 2022.11.6., <https://www.hani.co.kr/arti/economy/startup/1065906.html>

[2] 이영삼, 백수호, “마이크로캡슐을 활용한 초기 화재용 자동소화약제에 관한 연구”, 한국방재학회논문집, v21, No 2, 2021.6, pp73-79

[3] ㈜이노션팩토리, “마이크로소방캡슐(화재진압 미세분말)”, 2022.11.6., <https://blog.naver.com/csc20022/222929432459>