

# K급 화재용 주방소화설비 실험연구

안병호 / 소화연소팀 선임연구원

## 1. 개요

최근 생활양식의 변화로 쇼핑몰 등 대형건물에 튀김용 기름을 사용하는 패스트푸드점과 뷔페식 식당과 같은 외식사업 점포가 크게 늘고 있다. 식용유와 같은 튀김용 기름은 화재시 일반적인 수계, 가스계 또는 분말 소화기구로는 화재의 진압이 어렵다. 또한 주방후드에 붙어 있는 기름 찌꺼기는 화재시 다른 공간으로 급격한 연소 확대의 원인을 제공하여 인명 및 재산상의 막대한 손실을 초래할 수 있다. 본고는 이러한 튀김용 화재에 적용되는 주방용 소화설비의 소화방법과 화재실험방법을 소개하고자 한다.

## 2. K급 화재

NFPA10에서는 가연성 요리재료(식물성 또는 동물성 기름이나 지방)를 포함한 조리기구의 화재를 K급 화재라 정의하고 있으며 ISO 7165에서는 이를 F급 화재로 분류하고 있다. 주방의 조리기구 시설에서의 조리용 기름은 과열에 의해 점화원 없이도 약 360 °C 정도에서 자연발화하거나 조리중 흘러내린 기름이 주위의 인화성 물질에 의해 착화되는 등 부주어나 조리환경에 따라 화재가 발생할 수 있다. 이러한 K급 화재는 분말소화기 등 일반적인 방법으로는 불이 소화되지 않아 적응성 있는 소화설비나 소화기의 설치를 필요로 한다.

## 3. K급 화재의 소화방법

K급 화재의 소화는 주로 알칼리 금속염류인  $K_2CO_3$ 에 황산암모늄이나 인산암모늄을 첨가한 알칼리 금속염류 수용액인 강화액(Loaded Stream) 소화약제를 사용하고 있으며 강화액 소화약제는 냉각소화가 소화작용의 주체이나 부촉매효과, 즉 연쇄반응 차단에 의한 억제소화(화학적 소화) 효과가 있어 K급 화재에 무상으로 분무시켜 화재를 소화한다.

강화액은 액체이며 영하 20 °C에서도 얼지 않으며 가연물속으로 잘 침투하여 일반화재에도 적응성이 좋다.

강화액 소화약제는 방사기술에 따라 유류화재도 소화할 수 있다. 즉 강화액을 미세한 물방울 형태로 화염에 분무하면 냉각작용과 공기 희석현상이다 미세한 물방울 속에 함유되어 있던 황산칼륨과 인산암모늄 등의 일부가 화염에 의해 분해되어 활성중에 흡착 불의 연쇄반응을 중단시키는 역할을 한다.

[표 1] 강화액 소화약제의 일반적 조성표

품명	TYPE(I) (%)	TYPE(II)(%)	비 고
탄산칼륨	40	30	주제
황산암모니아	-	5	
인산암모늄	-	5	
폴리옥시에틸렌노닐페놀	-	2	침투제
물	60	58	
합계	100	100	

## 4. K급 화재 실험

### 4.1 실험개요

주방소화설비의 소화성능실험은 주방용 조리기구로부터 식용유가 자연발화에 의해 화재가 발생했을 때 자동으로 화재를 감지하고 동 소화설비의 동작에 따라 전열기기(또는 가스공급기기)가 차단되고 화재경보를 발하는지 여부와 화재가 소화되고 또한 재발화가 일어나지 않는지를 확인하였다.

### 4.2 실험관련 기준

- (1)소방방재청고시 제2012-74호, 주방용 자동 소화장치의 형식승인 및 제품검사의 기술기준
- (2)NFPA 10(2010), Standard for Portable Fire Extinguishers
- (3)UL 300(2005), Standard for Fire Testing of Fire Extinguishing Systems for Protection of Commercial Cooking Equipment
- (4)ISO 15371(2009), Fire Extinguishing Systems for Protection of Galley Deep-fat Cooking Equipment - Fire Test (Ships and Marine Technology)

### 4.2 실험용 주방소화설비

실험용 주방소화설비는 형식승인 대상인 아파트 설치용 자동식 소화기가 아닌 업소 주방에 설치하는 소화설비 1종을 선정하여 실험을 실시하였으며 다음과 같은 기능을 갖고 있다. 또한 실험체 구성품 사양은 [표 2]와 같다.

- (1) 주(Primary) 및 예비(Backup) 온도조절장치  
주 온도조절장치가 고장 난 경우 자동으로 예비 온도조절장치로 전환
- (2) 자동 차단장치  
소화설비가 작동될 때 전원(또는 가스)을 자동으로 차단하는 설비
- (3) 수동 조작장치

화재시 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 명  
확한 표지 부착

### (4) 정보설비

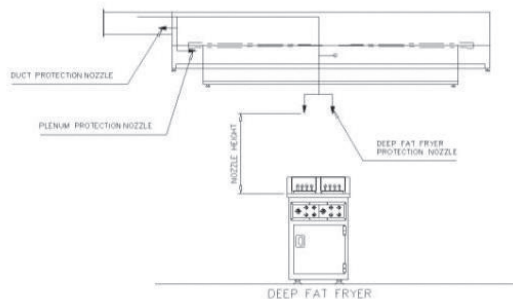
소화설비 작동시 화재경보를 나타내는 설비

[표 2] 실험체 구성품 사양

품 명	사 양
소화약제 저장용기	강화액(7.2L/11.4L)
최소 노즐설치 높이	1.2 m
최대 노즐설치 높이	1.5 m
제 어 부	자기진단 및 RS-485
전원공급장치	AC220V, DC24V/600mAH
수동작동장치	기계식 (수동작동버튼)
온 도 감 지 기	섬머커플렉( 0 ~ 999℃ )
D A M P E R	DC24V(차단속도 5 s)
가스차단기	차단속도 5s ~ 6s
콘트롤 및 용기함	소화시스템함(1~2병용)
노즐 (4개)	분사 각도 (120° 폴콘형)
작 동 장 치	모터구동 작동방식
연 결 부 속	엘보(ELBOW), 티(TEE)

### 4.3 실험장치

조리기구(전열식 및 가스식), 후드시스템 및 주방소화설비를 설치하였으며, 주방소화설비는 기동장치, 제어장치, 소화약제 저장용기, 소화약제, 방출노즐, 배관 등으로 [그림 1] 및 [그림 2]와 같이 구성하였다.



[그림 1] 실험장치 개략도



【그림 2】 실험장치 사진

(1) 실험장치 주요사양

(가) 조리기구(Deep-fat Fryer)

1) 전기식(전기히팅방식)

- 크 기 : 600(W) × 510(L) × 850(H) mm

- 조리면적 : 290(W) × 310(L) mm (깊이 : 210 mm)

- 전 원 : 220 V, 60Hz, (3 kW)

2) 가스식(LP gas 직화가열방식)

- 버너수량 : 4개

- 크 기 : 1200(W) × 600(L) × 800(H) mm

- 조리면적 : 사각 Pan [500(W) × 300(L) mm (깊이 : 150 mm)]

원형 Pan [600(D) × 170(H) mm]

(나) 후드시스템(Hood System)

1) 크 기 : 900(W) × 1300(L) × 1000(H) mm / 2개

2) 재 질 : SUS 304

4.4 실험조건

(1) 소화약제 방출노즐은 조리기구 상부로부터

최소 높이와 최대 높이로 구분하여 실시

최소 설치 높이 : 1.2 m

최대 설치 높이 : 1.5 m

(2) 소화약제 방출노즐은 각 조리기구의 상단에

1개를 설치

(3) 배관 전체 길이 : 6.8 m

(4) 실험용 기름 : 대두유

4.5 실험방법

실험방법은 ISO 15371을 준용하여 다음과 같은 절차에 따라 실시하였다.

(1) 조리기구, 후드시스템 및 주방소화설비를 설치사양에 따라 설치한다.

(2) 화재실험은 소화설비의 최소 방사율 조건과 최대 노즐 높이에서 실시한다.

(3) 화재실험용 조리기구(fryer)의 평균가열속도(7 °C/min 이상) 및 평균냉각속도(3 °C/min 이하)를 확인한다.

(4) 실험용 기름을 조리기구의 상단으로부터 75 mm 지점까지 충전한다.

(5) 실험용 기름의 자연발화온도는 363 °C 이상이어야 한다.

(6) 실험을 실시하는 동안, 실험용 기름의 표면 25 mm 아래지점에 열전대를 설치하여 실험용 기름의 온도를 측정한다. 이때 열전대는 조리기구 측면에서 75 mm 이상 이격시켜 설치한다.

(7) 조리기구에 담겨 있는 실험용 기름을 자연 발화 될 때까지 가열한다. 만일 실험용 기름 온도가 363 °C에 도달했을 때에도 발화되지 않으면 수동으로 점화시킨다.

(8) 조리기구의 열원에 의한 화재는 1 min 이상 자유연소 시킨다.

(9) 소화설비는 화재에 의하여 자동으로 작동되도록 하며 소화약제의 방사가 완료된 후, 다음의 요건을 충족하는지 확인한다.

(가) 화재가 완전 소화될 것.

(나) 20 min 동안 재 발화되지 않거나 실험용 기름 온도가 자연발화온도보다 34 °C 이상 떨어질 때까지 재 발화하지 않을 것.

## 5. 실험결과

각 조리기구별로 화재실험을 실시한 소화성능 실험결과는 [표 3]과 같이 전체적으로 실험기준에서 요구하는 성능조건을 만족하였다.

대표적인 화재실험 사진과 시간-온도 Graph는 [그림 3]에서 [그림 7]과 같으며 소화 약제 저장용기와 연결된 방출노즐로부터 소화약제가 방출될 때의 방출시간-압력 Graph는 [그림 8]과 같다.

[표 3] 각 화재실험에 의한 소화성능

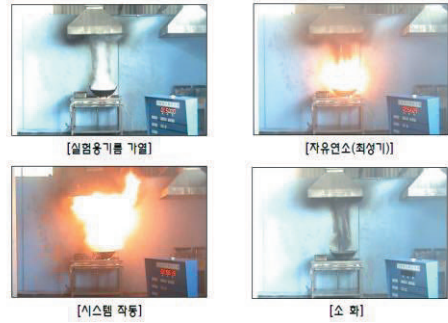
조리기구	노즐설치높이(m)	소화 유무	재발화 유무	
전기식	1.0	소화되었음	재발화되지 않았음	
	1.5	소화되었음	재발화되지 않았음	
가스식	사각형	1.0	소화되었음	재발화되지 않았음
		1.5	소화되었음	재발화되지 않았음
	반구형	1.0	소화되었음	재발화되지 않았음
		1.5	소화되었음	재발화되지 않았음



[그림 3] 전기식 조리기구 화재실험 장면



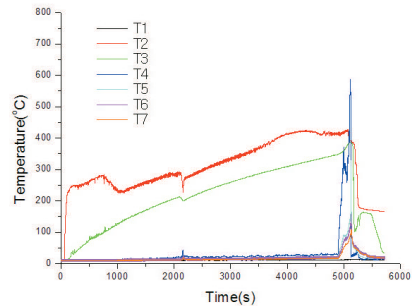
[그림 4] 가스식 조리기구 화재실험(사각형 Pan) 장면



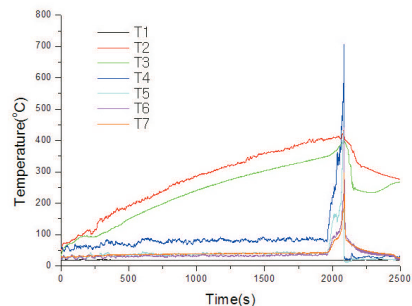
[그림 5] 가스식 조리기구 화재실험(반구형 Pan) 장면

[ 방출시간-온도 Graph ]

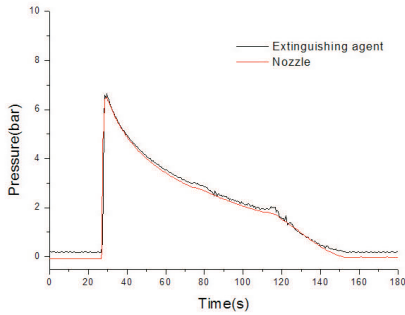
- T1 : 실내온도
- T2 : 조리기구 Pan 바닥온도
- T3 : 기름온도(기름표면에서 25 mm 아래 위치한 온도)
- T4 : 기름표면으로 부터 30 cm 상부의 온도
- T5 : 소화약제 방출노즐 아래의 온도
- T6 : 후드시스템의 그릴(범퍼) 상단 내부온도
- T7 : 후드시스템의 덕트 내부온도



[그림 6] 전기식 조리기구



[그림 7] 가스식 조리기구



【그림 8】 소화약제 방출시간-압력 Graph

## 6. 실험결과 분석

주방 소화설비의 화재실험에 의한 소화성능을 평가한 결과는 다음과 같다.

첫째, 각 조리기구별로 실시한 화재실험시 설치 사양 범위내에서 모두 소화가 이루어졌으며 재 발화가 일어나지 않았다.

둘째, 주방 소화설비는 소화설비 작동시 자동으로 전열기구의 전원 및 가스기구의 가스를 차단하였으며 경보장치는 벨을 울려 화재발생을 알리는 기능 등이 정상적으로 작동되는 것을 확인하였다.

셋째, 약제 방사시 노즐 설치 높이(1.5m/1.2m)에 따라 소화성능에 큰 차이를 보이지 않았으며 조리기구별(가스식 및 전기식)로도 소화시간에 큰 차이가 없이 소화약제 방출 즉시 소화되었다.

## 7. 주방소화설비의 점검 및 유지관리

본 실험의 준비과정과 화재실험을 통하여 대두된 화재 소화용 주방소화설비의 성능 유지관리를 위하여 다음과 같은 사항을 확인하여야 할 것으로 판단된다.

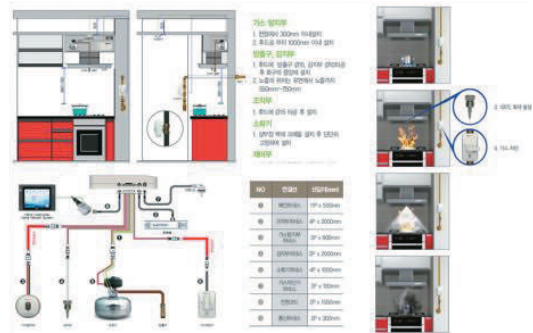
- (1) 제조자의 설계시방(시스템의 설치 범위내) 확인
- (2) 방출노즐의 막힘 방지를 위한 보호캡 설치유무
- (3) 경보기 및 감지기의 유지관리
- (4) 시스템의 작동을 위한 온도 설정값의 적절성
- (5) 후드 및 덕트의 기름때 청소유무 또는 필터 설치여부 확인

- (6) 주방용 조리기구 주위의 가연물질 유무
- (7) 기타 조리기구 인근의 내장재의 불연화

## 8. 참고자료

### 8.1 가정용 주방소화설비 설치도

현재 국내의 아파트에 설치되는 주방용 자동소화설비의 설치도 및 소화순서



【그림 9】 주방용 자동소화설비 설치도 및 소화순서

### 8.2 대형 여객선에 설치된 Water Mist System을 이용한 주방소화설비

최근 선박의 대형 여객선 등에 설치되는 주방소화설비로 고압식의 Water Mist System을 이용하는 소화설비가 개발되어 설치되고 있다. 아래의 사진은 방출노즐과 방출노즐로부터 미분무수(Water Mist)가 방사되는 장면과 설치장소를 나타낸다.



【그림 10】 고압식 Water Mist System을 이용한 주방소화설비