

B-16

간이 스프링클러설비의 소화성능 특성에 관한 연구

윤계원, 사공성호, 백창선, 박준양, 남준석
한국소방검정공사

A Study of Fire Extinguishing Performance Characteristics of Easy Sprinkler System

Kea-Won Yun, Sung-Ho Sakong, Chang-Sun Baek, Joon-Yang Park, Joon-Seok Nahm
Korea Fire Equipment Inspection Corporation

1. 서론

선진국에서의 소화설비는 1890년대부터 스프링클러설비를 개발하여 건축물에 적용하고 있으나, 우리나라는 1970년부터 소화시스템에 대한 연구 및 설치에 관한 기술의 개발이 시작되었다.

화재에 대하여 국가 방재차원에서 국민의 생명과 재산을 보호하기 위한 적극적인 기술 개발과 노력을 기울이고 있으나 최근 다중이용업소 등에서 화재로 인하여 생명과 재산피해가 급증하는 추세에 있다. 그 예로 서울중구 팔레스 룸싸롱(사망 14명, '94. 8. 7), 부산 중구 자이안트 노래방(사망 8, 부상 2, '95. 11. 22), 서울 롤링스톤즈 카페(사망 12, 부상 2, '96. 9. 29), 경기 성남 카라파라호프(사망 8, 부상 1, '98. 4. 17), 인천 인현동 라이브호프(사망 56, '99. 10. 30), 경기 성남 아마존유흥주점(사망 7, 2000. 10. 18)과 같은 다중이용업소 화재가 발생하였다.

특히 선진국에서는 소방대상물의 다양성과 복잡성 및 구조와 가연물질의 종류 및 양에 따라 예상되는 화재하중, 화염확산속도 등을 고려하여 일정한 기준이 설정되어 상가, 간이 스프링클러 설치 장소에 최적화된 체계의 평가기준을 설정하여 모든 화재에 대해 소화하고 있는 현실이다. 그러나 국내의 경우는 지하다중이용업소의 화재에 대하여 미흡한 것이 우리의 현실이다.

본 연구는 국내에서 사용되고 있는 간이 스프링클러 설비에 사용중인 다중이용업소에 사용되는 소화설비에 대한 실화재 시험을 통한 소방대상물의 화재예방 및 소화에 적극 대처하고, 본 설비를 설치하려는 장소에서 사용목적에 따라 가장 경제적이고 합리적으로 소화시스템을 적용하고 평가기술을 개발하고 제시하여 소방시설에 적용될 수 있도록 하기 위한 것이다.

2. 시험장치 및 시험방법

2.1 시험장치

시험 Room의 크기는 소방기술기준에 관한규칙 제23조의8제3호의 규정에 따라 그림 1과 같이 표준형 헤드를 기준으로 방호면적 21m²(가로 4.2m, 세로 5m, 높이 3m)로 설계하였고, 그림 2는 시험 Room의 사진이다.

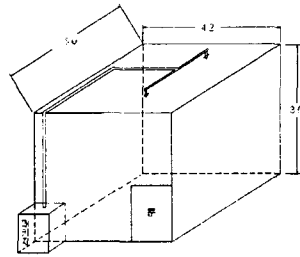
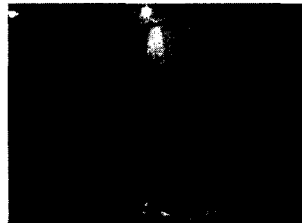


그림 1. 시험 Room의 크기가 방호면적이 21m²



그림 2. 시험 Room의 사진

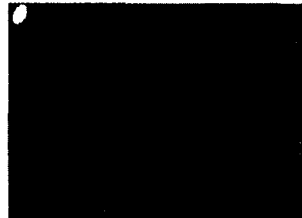
그림 3은 Room의 설치 순서로서, (a)와 같이 틀을 평행하게 설치하고, 사진 (b)와 같이 각각의 벽을 차례로 세우고 지붕을 덮은 후, Room의 안쪽벽에 (c)와 같이 합판을 설치하여, (d)와 같이 석고판을 부착한다. 내화 실리콘을 사용하여 석고판사이의 틈새를 막았으며, 화재실험시 소화용수가 석고판에 스며들지 않게 하기 위하여 수성페인트를 칠하였다. 바닥에는 석면포를 깔았다.



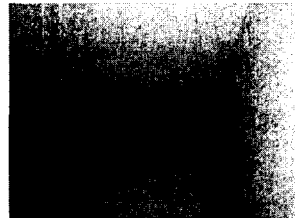
(a) 틀을 평행하게 설치한 사진



(b) 측면벽 설치 사진



(c) 합판을 붙인 사진



(d) 석고판을 붙인 사진

그림 3. Room의 설치 순서 사진

실험 Room에 온도센서는 그림 4는 같이 화원 직상 지점과 스프링클러헤드설치 지점에 동일하게 설치하였다.

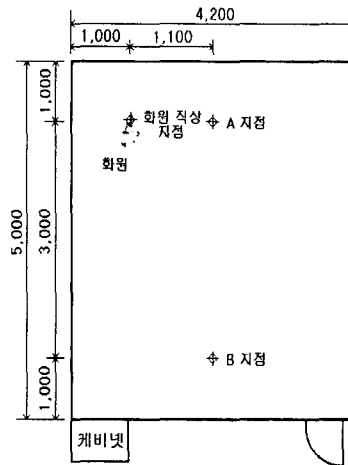
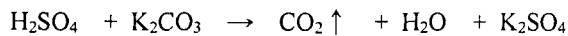


그림 4. 센서의 설치위치 평면도

강화액의 특징을 보면 다음과 같다. 무색 또는 황색으로 약간의 점성이 있는 액체로서 알카리금속염류의 수용액으로, 부족매효과(연소의 연쇄를 단절하고 반응을 제어하는 효과)에 의한 화재의 제어작용이 크며 재연을 저지하는 작용을 한다. 소화약제로서는 소화 기용, 설비용으로 제공되고 있다.



물에 중량비 약 30%에 가까운 탄산칼륨을 용해시키고 그 이외에 방청제(녹방지) 및 안정제 등을 첨가하여 사용한다. 아래 표 1은 강화액 소화약제의 물성치이다.

표 1. 강화액 소화약제의 물성치

비 중	1.15 (20°C)
응 고 점	약 -26°C
점 도	3.7 (C.P)
pH	약 7.8
표면장력	약 26 dyne/cm

2.2 시험방법

실화재시험은 다음의 방법으로 실시한다.

- 1) 시험체(쇼파)를 시험 Room의 코너에 부착시킨다. 외부에서 연소하기 쉬운 Methenamine 을 시험체(쇼파)위에 놓고 Pre-burn을 실시한 다음에 문을 개방한다.

- 2) 시험Room을 개방한 다음 시험체가 가열되어 온도가 상승하면서 간이헤드를 작동시켜 물 또는 소화약제를 10분간 방출한 후 재발화 여부로 소화를 확인한다.
- 3) 실화재시험은 시험실에 대한 설비의 배관 길이를 최대한 설치하여 간이헤드의 방수압력이 1 kg/cm² 이상이어야 한다.
- 4) 실화재시험에 사용하는 설비는 다음과 같이 구성된다.
 - ① 시험실에는 면적이 21 m² 이상의 출입문을 설치하며, 실화재시험 시 밀폐 가능한 구조이어야 한다.
 - ② 시험실의 크기는 방호면적 21 m²(가로 4.2 m, 세로 5 m, 높이 3 m)로 제작한다.
- 5) 시험체의 크기 및 종류
아래 표 2는 소화시험용 시료의 사양이다.

표 2. 시료의 사양

시 료	쇼파
크 기	2,000 mm × 900 mm × 920 mm
수 량	1개
위 치	시험 Room 코너에 설치
시료의 종류	폼, 펠트, 부직포, 스폰지, 폴리에스테르

본 실험은 다중이용업소 등에 사용되는 소화설비에 대한 화재의 소화성능을 확인하기 위하여 쇼파를 사용하여 물 및 소화약제를 사용하여 소화유무와 실제 화재발생시 효율적인 소화성능을 위하여 기초자료활용을 위한 실험이다.

방호면적 21 m²인 Room안에 쇼파를 사용하여 Room의 코너 넣고 시료를 Pre-burn하기 위해 메텐아민(Methenamine)을 사용한다. 물과 강화액을 사용하였을 경우의 소화 유무 및 재발화 유무 화재시 Room의 온도측정과 소화시 소화시간을 측정한다. 표 3은 간이 스프링클러설비의 시험조건이다.

표 3. 간이 스프링클러설비의 시험조건

소화약제	- 물 - 강화액
측정항목	- 점화전·후 온도 - 헤드작동온도 - 방수정지온도 - 점화후 ~ 헤드작동시간 - 헤드작동시간 ~ 방수정지시간 - 화재진압유무
시 료	- 쇼파

점화원은 메텐아민(Methenamine)으로 사용하고, 점화 위치에 대하여 쇼파는 등받이에서 20cm 떨어진 위치에서 점화를 하였다.

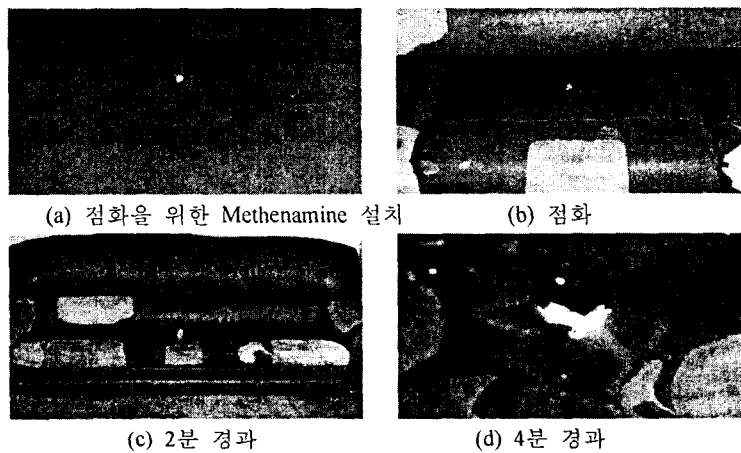
실험 Room에 쇼파의 설치위치는 문 반대방향에 위치시킨 후 소화실험을 수행한다.

- 1) 온도 : 시험 Room 내부의 온도를 측정하기 위해 화원의 직상부와 각 헤드에 센서 설치하여 온도를 측정한다.
- 2) 압력 : 헤드의 방수압력을 측정하기 위해 가지배관에 센서를 설치하여 압력을 측정한다.

5. 실험결과

그림 5는 간이 스프링클러설비에 대한 실화재 실험으로 쇼파의 시간별 화재전이를 나타낸 것으로서, 점화원(Methenamine)을 가운데 등받이에서 20 cm떨어진 위치에서 점화하였다. 쇼파의 경우 화재형태는 심부화재의 형태를 나타내면서 화재가 확산되었으며 점화 후 6분 30초 후에 등받이 쪽으로 화재가 확산되었으며, 등받이로 화재가 확산됨과 동시에 빠른 속도로 전파·확대된다. 등받이로 화재가 확산된 후 약 20초 후에 헤드는 작동하였다. 물을 사용하였을 경우 화재는 진압이 되지 않았으며, 강화액을 사용하였을 경우에 화재가 진압되는 것으로 분석하였다.

그림 6은 물과 강화액을 사용하여 쇼파의 시간에 따른 온도와 배관내의 압력 측정결과로서, 점화 후 4~5분 사이에 급격히 온도가 증가하기 시작하다가 주위온도가 67~68°C인 약 6분 25~42초 후에는 헤드의 개방과 동시에 급격히 주위온도는 감소한다. 헤드방출압력은 헤드의 개방으로 인하여 급격히 감소하나 펌프의 작동에 의하여 다시 올라간다. 간이 스프링클러설비의 소화약제가 물인 경우(조기반응형헤드 1,000 ℓ) 방출을 완료하여도 쇼파화재를 진압하지 못하고 화재가 다시 재발화하였으나, 간이 스프링클러설비의 소화약제가 강화액인 경우(조기반응형헤드 500 ℓ) 방출을 완료하기도 전에 쇼파화재를 진압하였다. 또한 실내온도가 일정크기 이상 증가하면서 스프링클러헤드가 작동하고 이에 따라 배관내 정지상태로 있던 압력은 작동된 스프링클러헤드를 통해 화원으로 방출됨에 따른 방출압력의 변화와 온도의 변화를 자세히 보여준다.



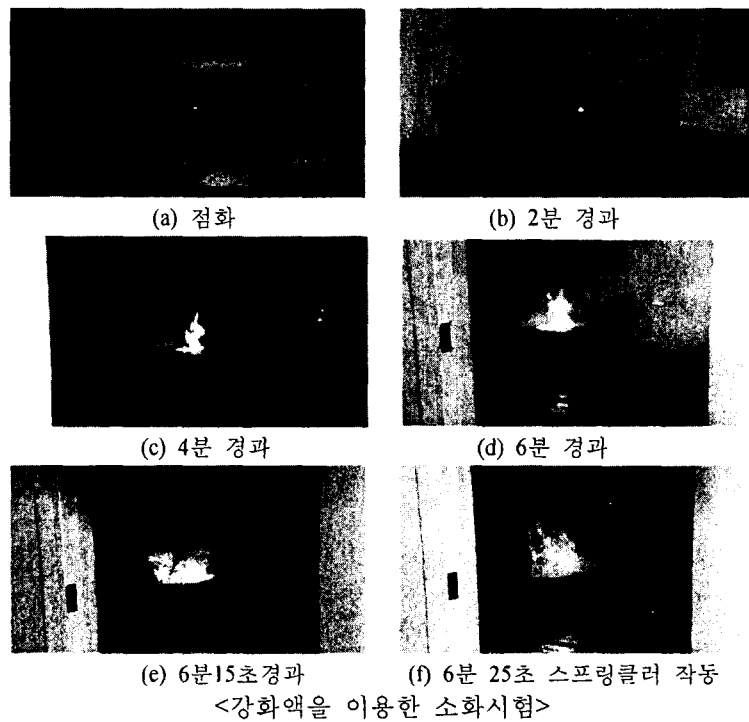
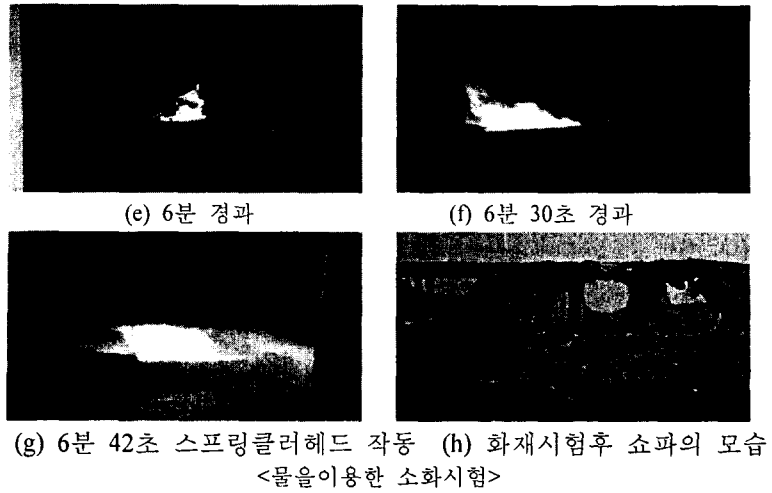


그림 5. 물 및 강화액을 이용한 간이 스프링클러설비의 실화재시험

표 4는 물과 강화액을 사용하여 시료에 따라 주위온도(°C), 헤드작동온도(°C), 점화 전~헤드작동시간(sec), 방수정지온도(°C), 헤드작동~방수정지시간(sec), 화재진압여부를 측정 한 결과이다. 쇼파의 경우 헤드작동에서부터 방수정지시간을 보면 물의 경우 모두 방수가 되어도 소화가 되지 않았으며, 강화액은 약 4분 방수하여 소화가 이루어졌다. 따라서 물보다 강화액의 화재적응성이 높다는 것을 알 수 있다.

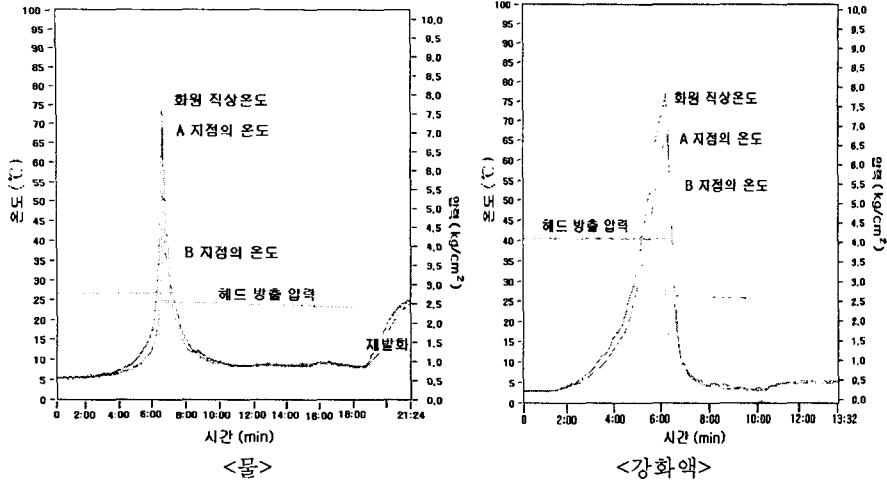


그림 6. 시간에 따른 온도와 배관내의 압력 측정결과

표 4. 시료와 소화약제에 따른 화재시험결과

구 분	쇼 과	
	물	강화액
주위온도(°C)	6	3
헤드작동온도(°C)	68	67
점화전~헤드작동시간	6분42초	6분25초
방수정지온도(°C)	8	4
헤드작동~방수정지시간	12분15초	3분45초
화재진압여부	×	○

6. 결론

본 연구는 간이 스프링클러설비의 특성과 실험결과 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

국민경제 및 국가적 방화체계 정립의 관점에서 간이 스프링클러설비는 실내화재를 정확하게 감지하고 소화할 수 있는 고효율 소화설비 중의 하나이며 현재 전세계적으로 사용되고 있는 효과적인 소화설비로서 화재적응성이 고려되어야 한다.

실험 Room에서 간이스프링클러설비를 사용하여 쇼파화재시험을 실시한 결과, 물보다 강화액을 소화약제로 사용하였을 경우에만 적응성이 있었으므로 기존 간이스프링클러설비는 쇼파화재에서 소화의 어려움이 있다고 판단된다.

간이스프링클러설비와 관련하여 실제 화재발생시 효율적인 소화성능을 위하여 간이 스프링클러설비 또는 간이 스프링클러헤드에 화재시험기준을 도입하여야 한다고 판단된다

지하층의 다중이용업소에만 간이 스프링클러설비를 설치하도록 되어 있으나, 화재를 조기에 소화하여 인명피해를 최소화하기 위해서는 모든 다중이용업소에 기존 물을 사용한 스프링클러설치기준과 함께 간이 스프링클러설비의 설치를 권장, 확대함으로써 화재예방에 만전을 기하여야 할 것으로 판단된다.

본 실험은 쇼파화재에 대한 것으로 향후 헤드 종류, 발화원의 위치, 발화원의 형상, 가연물의 종류 등 다양한 경우의 실험이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Cote, A. E., "Update On Residential Sprinkler Protection", Fire Journal, 1983.
2. "주거용 스프링클러설비 도입에 대하여", 소방검정, Vol. 11, No. 2, pp.23-34, 1992
3. 일본 화재학회지 "주거용 스프링클러설비", Vol. 42, p.39, 1992.
4. "주택에서의 스프링클러설비의 경제성에 대한 연구(I)", 소방2000년, No. 6, pp.50-62, 1990.
5. "주택에서의 스프링클러설비의 경제성에 대한 연구(II)", 소방2000년, No. 8, pp.63-71, 1990.
6. "주택에서의 스프링클러설비의 경제성에 대한 연구(III)", 소방2000년, No. 9, pp.90-97, 1990.
7. 손봉세, 소화 시스템 공학, 일진사, 2000.
8. 허만성, 소방 유체 역학, 동일출판사, 2000.
9. 행정자치부, 소방기계기구편람, 1994.
10. 행정자치부, 2001 화재통계연보, 2002.
11. 현성호외 5명, 화재원론, 동화기술, 2001.
12. 박외철외 5명, 최신소방설비, 동화기술, 1999.