

인화성액체의 연소 형태에 관한 실험적 연구 Experimental Studies on the Burning Forms of Flammable Liquids

최 승 복*·최 돈 목*

Seung-Bok Choi*·Don-Mook Choi*

Abstract

The victims of fire are increasing steadily. Fires have been occurred by arson, spontaneous combustion and various causes. As a result of that, the damages of fire got out of hand. Especially, the fires of flammable liquids are can be spreaded easily because of high calorific value and fire loads. These rapid fire spread cause the huge losses of both life and property and the malfunction of extinguishing systems. In these studies, we examined the spread pattern of surface fire on the water surface by the reappearance experiment.

Keywords : Flammable liquids, Arson, Spontaneous combustion

* 경원대학교 환경대학원 소방방재공학전공

1. 서 론

기름누출에 의한 화재는 언론매체 등을 통해 어렵지 않게 접할 수 있다. 1990년 4월 17일 천안 ‘원성천’에 송유관에서 유출된 기름이 유입된 후 화재가 발생하여 3분 이내 2킬로미터에 이르는 하천이 순식간에 불바다가 되었고, 이로 인해 주택과 차량이 소훼되고 화재를 진화하던 소방관 10여명이 다치고 수억 원의 재산 피해가 발생했다.1) 2008년 1월 9일에는 울산 증산동에는 송유관에서 기름을 훔치던 절도범에 의해 기름이 유출되면서 1명이 사망하고 1명이 중화상을 입었다.2) 이와 같이 인화성 액체에 의한 화재는 폭발을 동반하거나 급격한 확산으로 인해 많은 인명과 재산적 피해를 가져온다.

또한 이와 유사한 화재는 2009년 1월 용산 재개발과 관련하여 철거를 반대하며 건물 4층에 망루를 만들고 경찰과 대치하는 과정에서 화재가 발생하여 다수의 인명피해가 발생하였다.3) 따라서 본 연구에서는 화재를 진화하거나 화재조사 관계자로 하여금 인화성 액체의 위험성과 유류 화재조사 시 자료로 활용하기 위하여 인화성 액체인 세녹스를 사용하여 첫째, 수면위에 인화성 액체가 분포되어 있을 때 전기스파크 등 점화원에 의해 착화가 가능한지, 둘째, 수면에 유출된 인화성 액체의 유량이 얼마나 되어야 착화되는지, 셋째, 인화성액체가 조형물을 따라 흘러내리고 있을 때 어떤 형태로 연소 확대되는지에 대하여 연구가 필요하였다.

2. 인화성 액체

2.1 인화성 액체(세녹스)의 성분

세녹스는 방향족 화합물로 제조 공정마다 성분은 조금씩 차이는 있겠으나 세녹스를 개발한 (주)프리플라이트사의 세녹스 제품의 성분에서 보면 알콜류 62%, 톨루엔 38%이며, 보통 메탄올 40%, IPA 10%, 톨루엔 30%, 비방향족 라피네이트 10%로 구성되고 있다.4-5)

2.3 인화성 액체의 연소 특성6)

액체 가연물은 액상 자체에서는 연소 범위를 형성하기 어려워 산소와 쉽게 혼합할 수 있는 증기 상태에서 예혼합상태에서 연소를 한다. 액체 가연물의 위험성은 증발속도와 관계가 있으며 증발속도가 빠를수록 연소로 인한 공기의 팽창은 급격하게 되며 급격히 팽창된 공기는 압력을 안정화 하려는 자연의 섭리에 따라 비교적 압력이 약한 부위로 이동하면서 압력파가 형성되며 이러한 압력파는 벽체나 건물을 파손하는 엄청난 위력을 보이기도 한다.

| 분류 | 내 용 | 비 고 |
|-------|---|--------|
| 제1석유류 | 액체로서 인화점이 21℃ 미만인 것 | 갑종 위험물 |
| 제2석유류 | 액체로서 인화점이 21℃ 이상, 70℃미만인 것. 다만, 도료류 그밖의 물품에 있어서는 인화성 액체량이 40vol%이하이고 인화점이 40℃ 이상, 연소점이 60℃ 이상인 것을 제외한다. | 갑종 위험물 |
| 제3석유류 | 액체로서 인화점이 70℃이상 200℃미만인 것. 다만, 도료류 그밖의 물품에 있어서는 인화성 액체량이 40vol% 이하인것은 제외 한다. | 을종 위험물 |
| 제4석유류 | 액체로서 인화점이 200℃이상 300℃미만인 것. 다만, 20ℓ이하의 불연성용기에 수납 밀전하여 지정수량 미만의 량을 저장.취급하고 있는 것과 40vol% 이하인 것은 제외한다. | 을종 위험물 |

Table. 1 인화성 액체 분류

3. 실험

3.1 실험 방법

- (1) 수조에 Fig. 1과 같이 높이150mm(600ℓ)의 물을 채우고 세녹스의 량을 200ml, 100ml, 50ml로 각각 달리하여 뿌리고 나무 막대로 잘 저어 Fig. 2와 같이 전기스파크를 이용 착화하고 연소 형태와 확산 거동을 살펴보았다.
- (2) 수조에 10ml, 5ml 2.5ml로 점차 유량을 달리하여 뿌리고 전기스파크를 주어 착화되는 최소의 유량을 알아보았다.
- (3) 평평한 철판 프레임 높이206cm에 세녹스를 담은 비닐봉투를 메달아 설치 한 후 구멍을 뚫어 프레임을 따라 세녹스가 흘러내리는 상태에서 점화가 되었을 때 인화성 액체의 연소 형태를 관찰하였다.
- (4) 물체의 모서리를 통해 흘러내리는 인화성액체의 연소 거동을 보기 위해 프레임의 모서리 철골 중단 128cm 지점에 2ℓ의 세녹스가 담긴 비닐 봉투를 달고 (3)과 같이 같은 실험과 형태를 관찰하였다. 실험당시 기온 7.2℃ 습도는 56%이다.



Fig. 1. 실험수조(200 x 200 x 30cm)

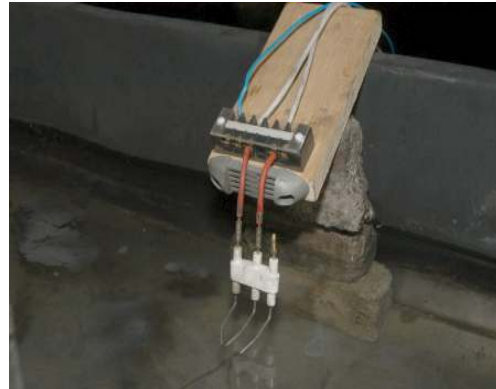


Fig. 2. 15kV 전기 스파크 점화 장치

4. 결과 및 고찰

Fig. 3, 4와 같이 유량을 달리한 연소 실험에서는 3가지 조건 모두 다 순식간에 약한 폭발음과 함께 급격히 연소되면서 주변으로 확산되었다. 연료의 량의 차이에 따라 불꽃의 길이와 형태는 조금 커졌지만 점점이 흩어진 세녹스 기름방울에 연쇄적으로 연소되면서 주변으로 급격히 수조 전체로 확산되어 물위에 분포된 세녹스 성분이 모두 연소 되었다. 이 때 발생하는 열은 최고 540℃로 측정되었다.



Fig. 3. 수면에서의 연소 형태



Fig. 4. 수면에서 점점이 착화된 형태.

10ml의 소량의 세녹스를 수조에 뿌리고 전기스파크를 주었을 때 비중이 가벼운 세녹스가 수면위에 점점이 방울 형태로 흩어져 물결을 따라 유동적으로 움직이는 관계로 세녹스가 물결에 의해 점화원으로부터 멀어지면 착화되지 않았으나 다시 물결을 따라 점화원 주변으로 접근하게 되면 세녹스의 유량에는 관계없이 소량임에도 불구하고 착화되어 주변의 세녹스 방울로 확산되면서 전체적으로 연소 되는것을 볼 수 있었다. 점차 유량을 5ml, 2.5ml로 줄여 가면서 똑 같은 방법으로 착화실험을 하였을 때 수

조 전체로 흩어진 세녹스가 점화원 부위로 근접되는 시간만큼 착화는 되지 않았으나 점화원 주변에 근접하게 되면 미량의 세녹스 방울에 착화되어 주변의 세녹스 방울로 확대 연소되는 것을 볼 수 있었다.

4. 결 론

1. 인화성 액체인 세녹스는 물보다 가볍고 휘발성이 강하며 물 표면에서 방울 형태로 응집되거나 분산되었으며 상온에서 물의 표면에서 용이하게 증발하여 연소범위를 형성하였다.

2. 유량을 달리한 200ml, 100ml, 50ml의 연소 실험에서 수조위에 분포된 세녹스 방울들은 제각기 증발하여 연소 범위를 형성하며 주변 기름방울에 점화된 불꽃에 의해 연쇄적으로 전체적으로 확산되는 연소 거동을 볼 수 있었다.

3. 10ml, 5ml, 2.5ml의 미량의 세녹스가 물 표면에 유류되었을 경우에도 점화원에 의한 발화는 큰 영향을 미치지 않았으며 수직으로 흘러내리는 상태에서는 흘러내리는 인화성 액체를 따라 상. 하단으로 급격히 연소가 진행되면서 불기둥을 형성하는 액체 가연성 중 세녹스의 연소 특성을 확인하였다.

5. 참 고 문 헌

- [1]. 1990. 4. 18 조선일보, 중앙일보, 서울신문.
- [2] 2008. 1. 10. 경향신문 & 경향닷컴.
- [3] 09.10.29. 세계일보, 09.12.24. 중앙일보.
- [4] 임우섭 외 2명, “유통법을 이용한 3성분계 유기용제의 인화특성에 관한연구”, 한국 안전학회, 1998.
- [5] <http://littlecalifornia.hairspray2007.co.kr>.
- [6] 오백균, “위험물안전관리”, 신광문화사, pp.475-492.