D-17

# 2-프로판올과 O-xylene 혼합물질의 인화점과 자연발화 측정에 관한 연구

김태영 · 목연수 · 최재욱*
부경대학교 안전공학과·부경대학교 소방공학과*

# Study on the Flash Point and Spontaneous Ignition Determination of 2-Propanol and O-xylene Mixtures

Kim, Tae Young · Mok, Yeon Su · Choi, Jae Wook*
Department of Safety Engineering, Pukyong National University
Department of Fire Protection Engineering, Pukyong National University*

## 요 약

본 연구는 2-Propanol과 O-xylene의 혼합물의 인화점과 자연발화에 관한 연구이다. 인화점의 경우 2-Propanol과 O-xylene의 혼합비를 변화하여 측정하였으며, 2-Propanol은 12℃를 구하였고, O-xylene는 32℃를 구하였다. 자연발화의 경우 2-Propanol과 O-xylene의 농도를 변화시켜 혼합한 시료를 만들어 최저발화온도와 순간발화온도를 측정하였다.

## 1. 서 론

산업이 발달함에 따라 유기용제를 사용하는 횟수가 증가하고, 유기용제의 종류도 다양함 됨과 동시에 혼합용제의 사용도 증가하고 있다. 이들 유기용제는 대부분 인화성 액체이므로 항상 화재·폭발 사고의 잠재 위험성을 내포하고 있으며, 실제로 페인트 제조, 접착제의 제조산업 및 이들 제품을 사용하는 산업현장에서 화재·폭발 사고는 빈번히 발생하고 있으므로, 사고예방을 위해서는 유기용제 증기에 대한 위험성의 파악이 대단히 중요하다.

화재 및 폭발 위험성을 나타내는 지표로서 인화점이 사용되고 있으며, 인화점은 가연성 액체의 액면 가까이에서 인화하는데 필요한 농도의 증기를 발산하는 최저온도로서 정의한다. 인화점에는 하부인화점과 상부인화점이 존재하며 일반적으로 인화점이라고 부르는 것은 하부인화점에 해당하고, 상부인화점은 증기의 포화농도가 폭발상한계에 상당하는 액체의 온도로서 정의한다[1].

그리고 화재 및 폭발의 위험성을 평가하기 위한 특성으로는 자연발화가 있으며, 자연발화(自然發火)란 외부에서 착화원을 주지 않아도 물질이 공기 중, 상온에서 자연적으로 발화하여, 그 열이 오랜 시간동안 내부에 축적되어 점차 발화점에 도달하여 연소를 일으키게 되는 현상이다.

공기 중에서 가연성물질을 가열하는 경우, 여기에 화염, 전기스파크 등의 에너지원 없어도 연소가 일어나 화염이 발생하는 현상을 발화라고 하고 이때의 최저온도를 최저발화온도라고 한다.[2)]

따라서 본 연구에서는 유기용제로 많이 사용되고 있는 2-Propanol과 O-xylene의 혼합비에 따른 인화점과 자연발화 특성을 파악하여 화재 및 폭발예방의 자료를 제공하고자 한다.

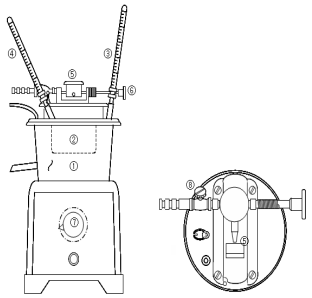
## 2. 실험장치 및 방법

### 2.1 실험장치

#### 2.1.1 인화점측정

인화점을 측정하는 방법은 KSM2010에 규정되어 있으며[3)], 일반적으로 80℃를기준으로 하여, 그 이상은 개방식을 사용하고, 그 미만의 온도에서는 밀폐식을 사용하는 것이 물성치의 정확성이 높다.

본 연구에서는 Tag밀폐식 시험기로서 시험물질의 증기발산을 방지하기 위하여 덮개로 밀폐시켜 개폐기를 조작함에 따라 구멍이 열리게 되고, 이와 동시에 시험불꽃이 그 중심에서 내부의 시료에 착화됨에 따라 인화됨을 확인 할 수 있었다. 시료량의 혼합비율은 2-Propanol 100vol%를 시작하여 O-xylene 10vol%씩을 혼합하면서 O-xylene 100vol%시료까지 총 11개의 시료로 실험을 하였다. Fig. 1은 실험장치의 개략도 이다.



① Water bath　　⑤ Fire nozzle
② Sample cup　　⑥ handle controller
③ Bath thermometer　　⑦ Voltage controller
④ Specimen thermometer　　⑧ Gas controller valve

Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus for flash point measurement.

#### 2.1.2 자연발화측정

본 연구에서 사용한 실험장치는 자연발화온도 측정장치로 가장 많이 사용되고 있는 ASTM식 발화온도 측정장치로서 액체석유제품의 발화온도 측정은 규격화되어 있는 방법으로 일정온도로 가열한 용기 내에 시료를 떨어뜨려 발화온도를 측정하였다.[4)]

액체의 자연발화를 측정하기 위하여 전기로 내에 250ml의 삼각플라스크를 넣어 고정시켰으며, 열전대를 사용하여 측부 및 하부에 밀착시켰다. 측정온도에 도달하게 되면 마이크로실린저로 시료를 채취하여 플라스크의 상부에서 수직으로 일시에 주입함과 동시에 스톱워치를 사용하여 발화지연시간을 측정한다. 5분이 경과하여도 발화하지 않는 경우에는 미발화로 간주하고 압축공기로 측정용기내에 잔류성분을 제거한 후 1회의 측정을 마치고 10회를 반복한다. 자연발화측정에 사용된 시료의 혼합비는 2-Propanol 100vol%, O-xylene 100vol% 2-Propan

ol50vol% 와 O-xylene 50vol%를 혼합하여 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 인화점

Fig. 2를 보면 O-xylene 100vol%일 경우 32℃를 구하였으며, .2-Propanol 100vol%의 인화점은 12℃를 구하였다. 2-Propanol을 10%씩 증가시켜 인화를 측정하였으며, O-xylene vol 90%와 2-Propanol vol10%을 혼합하였을 경우 급격하게 낮아져 19℃를 나타냈으며, 2-Propanol을 증가 시 차츰 낮아지는 경향을 나타내었다.

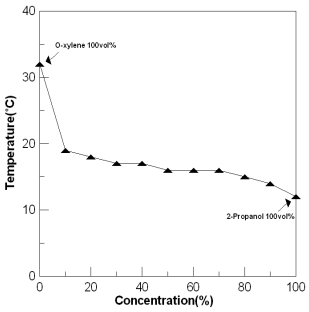
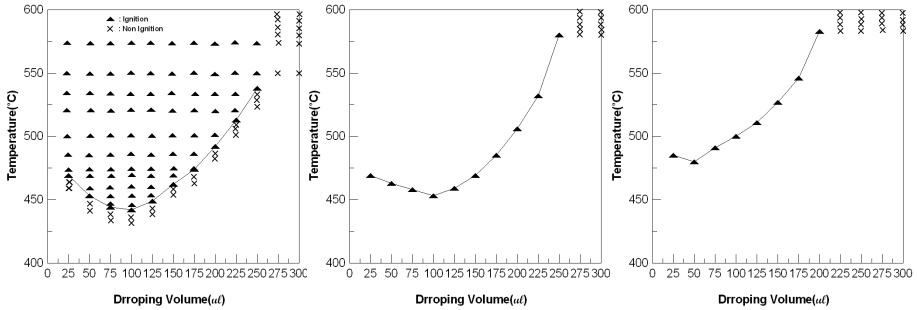



Fig. 2 Flash points of 2-Propanol and O-xylene mixture.

### 3.2 최저발화온도

Fig. 3은 2-Propanol 100vol%, 2-Propanol 50vol%와 O-xylene 50vol%혼합물 및 O-xylene 100vol%를 시료로 최저발화온도를 측정하였다. 최저발화온도를 결정하기위하여 시료량을 25㎕~300㎕의 범위에서 온도를 변화시키면서 25㎕ 간격으로 실험하여 각 시료량의 최저발화온도를 구하였다.

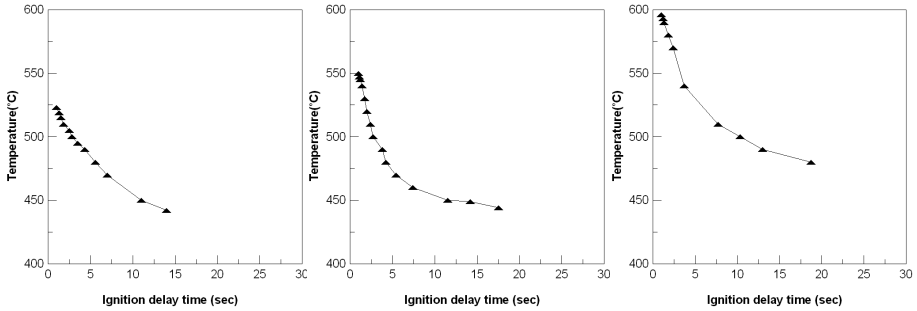



(a) 2-Propanol 100vol% (b) 2-Propanol 50vol% and O-xylene 50vol% (c) O-xylene 100vol%

Fig. 3 Variation of ignition minimue temperature and dropping volume.

### 3.3 순간발화온도

Fig. 4는 최저발화온도에서 발화지연시간이 1.0sec가 되는 온도를 순간발화온도로 측정하였다.




(a) 2-Propanol 100vol% at 100㎕ (b) 2-Propanol vol50% and O-xylene 50vol% at 100㎕ (c) O-xylene 100vol% at 50㎕

**Fig. 4 Variation of Ignition delay time and Ignition temperature.**

## 4. 결 론

2-Propanol 과 O-xylene의 혼합물을 사용하여 인화점과 자연발화 온도를 측정하여 물질의 위험성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 인화점은 2-Propanol 100vol%일 때 12℃였으며, O-xylene 100vol%일 경우 32℃를 구하였다.
2) O-xylene 90vol%와 2-Propanol 10vol%를 혼합하여 측정된 인화점은 급격하게 낮아졌다.
3) 2-Propanol 100vol% 일 때의 최저발화온도는 100㎕에서 442℃를 나타내었고, O-xylene 100vol% 일 때는 50㎕에서 480℃의 최저발화온도를 구하였다. 또한2-Propanol과 O-xylene를 각각 50vol%을 하였을 경우에는 100㎕에서 453℃를 구하였다.
4) 2-Propanol 100vol% 일 때의 순간발화온도는 100㎕에서 523℃를 나타내었고, O-xylene 100vol% 일 때는 50㎕에서 596℃의 순간발화온도를 구하였다. 또한 2-Propanol과 O-xylene를 각각 50vol%을 하였을 경우에는 100㎕에서 550℃를 구하였다.

## 5. 참고문헌

1) 金 鴻, 睦演洙, 李謹悟, 鄭國三, 防火工學, 東和技術, pp.58-60, 1993.
2) 최재욱, 목연수, 최일곤, 전세호, 임우섭, 민철웅, “Gasoline과 연료첨가제(Cenox)의 자연발화에 관한 연구”,한국화재소방학회논문지 제20권 제1호, pp.1~5, 2006.
3) Korean standard, “Testing Methods for Flash Point of Crude Oil and Petroleum Products,” KSM 2010.
4) 최재욱, 임우섭, “Hydroxypropyl Methyl Cellulose의 자연발화와 활성화에너지에 관한 연구”, 한국안전학회지, 제22권 제4호, pp.1~7, 2007.