



노말언데칸의 연소특성치고찰

하동명 · 이명호* · 박상훈 · 정성현 · 강미경 · 김세호 · 박윤아
세명대학교 보건안전공학과, 세명대학교 대학원 소방방재공학과*

Investigation of Combustion Characteristics for n-Undecane

Dong-myeong Ha · Myung-Ho Lee* · Sang Hoon Park · Sung-Hyun
Jung · Mi-Kyung Kang · Se-Ho Kim · Yoon-A Park
Dept. of Occupational Health and Safety Engineering, Semyung University
*Dept. of Fire and Disaster Prevention Engineering, Graduate School,
Semyung University

1. 서론

산업 현장에서 취급하고 있는 각종 화학물질은 잠재적 위험성이 크므로 보관, 수송 및 취급할 때 특별한 주의가 필요하다. 공정 설계 시 정확하지 않은 연소특성치를 사용함으로써 사고가 유발되는 경우가 많다. 따라서 사업장에서 사용되고 있는 화학물질의 화재 및 폭발 특성치인 인화점, 최소자연발화온도, 폭발한계 등을 정확히 파악하는 것은 중요하다.¹⁾

인화점은 하부인화점과 상부인화점으로 나누고 있고 있으며, 인화점은 가연성 액체의 화재 위험성을 나타내는 지표로써, 가연성액체의 액면 가까이서 인화할 때 필요한 증기를 발산하는 액체의 최저온도 또는 점화원 존재시 인화가 일어날 수 있는 최저온도, 그리고 가연성증기의 포화증기압이 공기와 혼합기체의 폭발한계 하한농도와 같게 되는 온도로 정의한다.²⁾

본 실험의 주제인 자연발화(Autoignition 혹은 Spontaneous Ignition)는 가연성 혼합기체에 열 등의 형태로 에너지가 주어졌을 때 스스로 타기 시작하는 산화현상으로, 주위로부터 충분한 에너지를 받아서 스스로 점화할 수 있는 최저온도를 최소자연발화온도(AIT)라고 한다. AIT는 개시온도, 증기농도, 용기크기, 산소농도, 계의 압력, 촉매, 발화지연시간 등 다양한 실험조건에 영향을 받는다. 또한 AIT측정에 있어 기체와 액체 및 고체의 측정법이 다른 경우도 있으며, 온도를 미리 일정하게 정하여 실험하는 정온법과 온도를 올리면서 발화온도를 측정하는 승온법이 있다.

본 연구에서는 n-Undecane의 인화점과 자연발화온도를 측정하여 기존의 자료와 비교하였고, 폭발한계는 여러 문헌에 제시된 자료를 고찰하여 공정 안전에 타당한 자료를 제시하였다. 본 연구에서 제시된 n-Undecane의 자료는 이를 취급하는 공정에서 안전을 확보하는 지침 마련과 MSDS의 최신화에 유용한 정보를 제공하는데 목적이 있다.

3.2 n-Undecane의 연소특성

n-Undecane은 위험물안전관리법에서는 제 4류위험물의 제 2석유류이고, 산업안전보건법과 유해화학물질 관리법에서는 미규정하고 있다. NFPA에서는 건강 위험성은 1등급, 화재 위험성은 2등급 그리고 반응위험성은 0 등급이다. n-Undecane은 색상은 투명하고, 무색에서 노란색까지 분포되어있으며, 알코올과 에테르 등에 잘 용해된다.

피해야 할 발화원은 열, 화염, 스파크 및 기타점화원 등이 있다. 그리고 산화제, 가연성물질, 금속염과 접촉을 피해야 한다. 소화약제로는 물, 건조분말, 화학적 포말, 내화학적 포말 등을 유용하며, 저장 및 보관방법은 점화원으로 부터 격리시킬 것 단단히 밀폐된 용기에 저장할 것 서늘하고 건조하며 통풍이 잘 되는 곳에 저장해야 한다.

3. 실험 장치, 방법 및 재료

본 연구에서 사용한 n-Undecane(KANTO, 99%)의 시료는 별도의 정제과정을 없이 사용한다.

인화점 측정은 여러 매개변수(Parameter)에 의해 영향을 받는다. 본 연구에서 사용된 장치의 Pensky-Martens과 Setaflash 그리고 Tag 개방식, Cleveland, ASTM E659의 구성요소를 소개한다.³⁾

Pensky-Martens 밀폐식 장치는 몸체부, Test Cup 장치부, 교반부, 화염 공급부로 나눌 수 있다. 몸체부는 가열공기조, 전원 개폐기, 전열 조절기, 투구관 등으로 구성되어 있다. Test Cup 장치부의 Cup은 용량이 100ml 정도이며, 재질은 열전도도가 높은 구리로 되어 있고, Test Cup Handle, 온도계 삽입구, Test Cup 상부 개폐기 손잡이로 구성되어 있다.

Setaflash 밀폐식 장치는 몸체부, 시료컵 장치부, 화염 공급부로 크게 나눌 수 있다. 몸체부는 가열공기조, 전원 개폐기, 전열 조절기 등으로 구성되어 있다. 시료 장치부는 4 ml 용량의 시료컵, 온도계 삽입구, 시료컵 상부 개폐기 손잡이로 구성되어 있다.

Tag 개방식 장치는 가연성 액체의 인화점 및 연소점 측정이 가능한 장치로서, 구성은 시료컵, 승온 다이얼, 수조, 시험염 발생 장치 등으로 구성되어 있으며, 부가 장치로는 시료컵의 시료 수위를 조절할 수 있는 레벨수준 유지장치(Level Device)가 있다.

Cleveland 개방식 장치는 인화점 및 연소점을 측정하는 장치로서, 몸체부, 시료컵 장치부, 화염 공급부로 크게 나눌 수 있다. 몸체부는 가열공기조, 전원 개폐기, 전열 조절기 등으로 구성되어 있다. 시료장치부의 시료컵의 용량은 80ml 정도이며, 재질은 열전도도가 높은 구리이며, 시료컵 조절기, 온도계 삽입구, 시료컵 상부 개폐기 손잡이로 구성되어 있다.

ASTM E659 장치는 크게 Furnace, Temperature Controller, Thermocouple, Test Flask, Hypodermic Syringe, Mirror, Air Gun으로 구성되어 있다.⁴⁾

4. 결과 및 고찰

본 실험에서 인화점을 측정한 결과 Pensky-Martens 밀폐식 장치는 67℃, Setaflash 밀폐식 장치는 58℃, Tag 개방식 장치는 71℃ 그리고 Cleveland 개방식 장치 72℃로 측정되었으며, 측정된 값을 이용하여 폭발한계를 예측하였다.

본 실험 결과를 고찰하기 위해 여러 문헌에 제시된 자연발화온도와 비교하였다. n-Undecane의 최소자연발화온도는 유일하게 Ignition Handbook⁵⁾에서 202℃를 제시하고 있다. 그러나 본 실험에서는 초기설정온도를 210℃로 하여 실험한 결과 51.90sec에서는 발화가 일어나서, 초기온도 보다 30℃ 낮게 180℃에서 다시 실험한 결과 발화가 일어나지 않았다. 따라서 2~5℃ 상승시켜 실험한 결과 198℃에서 실험한 결과 101.77sec에서 발화가 시작되었고, 이를 기점으로 5℃ 혹은 10℃ 씩 상승시켜 발화지연시간을 측정한 결과 280℃에서 1.98sec에 발화하였다. 본 연구에서 얻은 n-Undecane의 최소자연발화온도는 198℃로서 기존의 문헌값 보다 4℃ 낮게 측정되었다.

참 고 문 헌

1. F.P. Lees, "Loss Prevention in the Process Industries", Vol. 2, 2nd ed., Butterworth-Heinemann(1996).
2. E. Meyer, "Chemistry of Hazardous Materials", 2nd ed, Prentice-Hall(1990).
3. D.M. Ha, "The Measurement and Investigation of Fire and Explosion Characteristics of Cyclohexanone", J. of the Korean Institute of Gas, Vol. 15, No. 2, pp. 75-81(2011).
4. D.M. Ha, "The Investigation of Combustible Hazard by Measurement of Flash Point and Auto-ignition Temperature of n-Dodecane", J. of the Korean Institute of Fire Sci. & Eng., Vol. 25, No. 2, pp.120-125(2011)
5. V. Babrauskas, "Ignition Handbook", Fire Science Publishers, SFPE(2003).