



n-Decanol의 인화점 측정에 의한 폭발한계 예측

이명호, 박상훈*, 정성현*, 강미경*, 박철균, 김규현, 조영세, 하동명*

세명대학교 대학원소방방재공학과, 세명대학교 보건안전공학과*

Prediction of Explosion Limits by Measurement of Flashpoints for n-Decanol

Myung-Ho Lee · Sang Hoon Park* · Sung-Hyun Jung* · Cheol-Gyun Park · Kyu-Hyun Kim · Young-Se Jo · Dong-myeong Ha*

Dept. of Fire and Disaster Prevention Engineering, Graduate School, Semyung University

*Dept. of Occupational Health and Safety Engineering, Semyung University

1. 서 론

산업 현장에서 취급하고 있는 각종 화학물질은 잠재적 위험성이 크므로 보관, 수송 및 취급할 때 특별한 주의를 필요로 하고 있다. 공정 설계 시 정확하지 않은 연소특성치를 사용함으로써 사고가 유발되는 경우가 많다. 따라서 사업장에서 사용되고 있는 물질의 인화점, 폭발한계, 최소자연발화온도 등 연소 특성치를 정확히 파악하는 것은 재해 예방에 무엇보다 중요하다.¹⁾

인화점은 하부인화점과 상부인화점으로 나누고 있고 있으며, 인화점은 가연성 액체의 화재 위험성을 나타내는 지표로써, 가연성액체의 액면 가까이서 인화할 때 필요한 증기를 발산하는 액체의 최저온도로 정의한다. 폭발한계는 발화원이 존재할 때 가연성가스와 공기가 혼합하여 일정 농도범위 내에서만 연소가 이루어지는 혼합범위를 말한다.

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

2. 노말데칸올의 물리적 및 연소특성

2.1 물리적 특성

각 국에서는 사업장에서 취급하는 유해·위험물질에 대한 안전한 취급, 처리, 수송 및 보관을 위해 MSDS 자료를 제공하고 있다. 그리고 많은 단체에서 발간한 자료와 논문들에서도 물리적 특성치를 제공하고 있다. 노말데칸올의 물리적 특성은 요약하여 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Physical properties of n-decanol

Component Properties	n-Decanol
CAS number	112-30-1
Molecular formula	C ₁₀ H ₂₂ O
Boiling point	230°C
Melting point	7°C
Vapor pressure	0.009kPa(25°C)
Viscosity	11.49cp(288.15°C)
Solubility(Water)	37mg/L(20°C)
Critical temperature	416°C
Critical pressure	24.1 atm
Vapor density(Air=1)	5.45
Specipic gravity(Water=1)	0.83

2.2 노말데칸올의 연소특성

노말데칸올은 위험물안전관리법에서는 제 4류위험물의 제 3석유류이고, 산업안전보건법과 유해화학물질 관리법에서는 미규정하고 있다. NFPA²⁾에서는 화재 위험성은 2등급 그리고 반응위험성은 0 등급이다. 노말노난올은 색상은 투명하고, 무색에서 노란색까지 분포되어있으며, 알코올과 에테르 등에 잘 용해된다.

화학적 안정성 및 유해 반응의 가능성 고온에서 분해되어 독성가스를 생성할 수 있음 가열시 용기가 폭발할 수 있고, 피해야할 발화원은 열, 스파크, 화염 등이고, 가연성 물질, 환원성 물질과의 접촉을 피해야 한다. 증기는 공기보다 무거우므로 누출 시 원거리의 발화원으로 부터 점화되어 순식간에 확산될 수 있다.

소화약제로는 알콜 포말, 이산화탄소, 물분무 등이 있으며, 질식 소화시 건조한 모래 또는 흙을 사용할 수 있다. 저장 및 보관방법 은 점화원으로 부터 격리시킬 것 단단히 밀폐된 용기에 저장할 것 서늘하고 건조하며 통풍이 잘 되는 곳에 저장 해야 한다.

3. 연소특성 실험장치

3.1 실험재료

본 연구에서 사용한 노말데칸올(DAEJUNG, 99%)의 시료는 별도의 정제과정을 거치지 않고 사용한다.

3.2 실험장치

3.2.1 인화점 측정 장치

본 연구에서 사용된 장치의 Pensky-Martens과 Setafash 밀폐식 그리고 Tag와 Cleveland 개방식장치의 구성 요소를 간략히 소개한다.

Pensky-Martens 밀폐식 장치는 몸체부, Test Cup 장치부, 교반부, 화염 공급부로 나눌 수 있다. 몸체부는 가열공기조, 전원 개폐기, 전열 조절기, 투구판 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. 교반부는 교반기, 굴곡축, 140~150회/min을 교반하는 전동기로 구성되어 있다.

Setafash 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. 화염 공급부는 화염접근장치(Flame Exposure Device), 연료통, 화염 조절기, 가스관, 가스 안전 밸브 등으로 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 시료 컵의 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. 화염 공급부는 화염접근장치, 연료통, 화염 조절기, 가스관, 가스 안전밸브 등으로 구성되어 있다.

4. 결과 및 고찰

노말데칸올의 폭발한계 자료를 검토한 결과 유일하게 Ignition Handbook에서 폭발한계를 0.7 Vol%로 제시되고 있다.

노말데칸올의 폭발한계의 자료를 검증하기 위해 Antoine 식³⁾을 사용하여 폭발한계를 계산하였는데, 사용된 Antoine 식은 다음과 같다.

$$\ln P^f = 15.9395 - \frac{3389.43}{(T - 139)} \quad (1)$$

여기서, P^f 는 증기압(mmHg)이고, T는 온도(K)이다.

식 (1)을 이용하여 노말데칸올의 폭발한계를 예측한 결과, Setafash 밀폐식 장치의 10 5℃를 이용했을 때 폭발한계는 0.76Vol%, 상한계는 7.85 Vol%로 계산되었다.

참고문헌

1. F.P. Lees, "Loss Prevention in the Process Industries", Vol. 2, 2nd ed.,

-
- Butterworth-Heinemann(1996).
2. NFPA, “Fire Hazard Properties of Flammable Liquid, Gases, and Volatile Solids”, NFPA 325M, NFPA(1991).
 3. J. Gmehing, U. Onken and W. Arlt, “Vapor-Liquid Equilibrium Data Collection”, DECHEMA(1980).