

n-Butanol과 n-Decane 계의 자연발화온도

하동명, 이명호*, 박철균*, 김규현*, 조영세*, 홍순강**, 정기신***

세명대학교 보건안전공학과, 세명대학교 대학원 소방방재공학과*,

초당대학교 소방행정학과**, 세명대학교 소방방재학과***

Autoignition Temperature of n-Butanol+n-Decane System

D.M. Ha, M.H. Lee*, C.K. Park*, K.H. Kim*. Y.S. Cho*, S.K Hong**, K.S. Jeong***

Dept. of Occupational Health and Safety Engineering, Semyung University

*Dept. of Fire and Disaster Prevention Engineering, Graduate School,

Semyung University

**Dept. of Fire Service Administration, Chodang University

***Dept. of Fire and Disaster Prevention, Semyung University

1. 서론

자연발화(Autoignition)는 가연성혼합기체에 열 등의 형태로 에너지가 주어졌을 때 스스로 타기 시작하는 산화 현상이다. 일반적으로 가연성물질이 주위로부터 충분한 에너지를 받아서 스스로 점화할 수 있는 최저온도를 최소자연발화온도(AIT, Autoignition Temperature) 이라고 한다.¹⁾ AIT는 개시온도, 증기농도, 용기크기, 산소농도, 계의 압력, 촉매, 발화지연 시간 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. 이와 같이 다양한 장치 및 조건에 의해서 실험이 이루어지고 있으므로 문헌들 마다 다른 값들이 제시되고 있다²⁾.

본 연구에서는 자연발화온도를 측정하는데 최근에 고안된 장치인 ASTM E659-78^{3,4)}을 사용하여 n-butanol+n-decane의 혼합물에 대한 최소자연발화온도를 측정하였고 2성분계의 자연발화온도를 측정하기에 앞서 2성분계를 구성하는 순수물질인 n-butanol과 n-decane의 최소자연발화온도를 측정하였다. 제시된 순수물질과 혼합물들의 실험 자료는 이들을 취급, 처리 및 생산하는 공정에서 화재의 방호 자료로 이용하고 다른 혼합물의 자연발화 연구에 응용하는데 목적이 있다.

2. 자연발화온도의 적용범위

폭발성 가스가 전기 기기의 고온부분에 닿게 되면, 폭발을 일으킬 위험이 있다. 화학공정의 반응용기에서는 분리장치, 열교환기 등 유체는 공기가 존재하는 곳에서 이들 유체의

최소자연발화점 이상으로 과열되는 경우 유체들의 누출 사고로 공기와 접촉하자마자 자연스럽게 발화할 수 있다. 용제 증발 오븐은 특별한 용제의 최소발화온도 이상으로 가열하는 경우 발화할 수 있다. 각종 반도체 공정을 비롯한 전자산업 등에서 용제 및 세척제 등으로 사용된 후 배출되고 있는 다양한 폐기물에 대한 발열 특성을 파악함으로써 공정의 안전을 확보하는데 도움을 줄 수 있다.

3. 실험 실험장치, 방법 및 재료

본 실험에 사용된 장치는 액체 화학물질의 자연발화점 측정 장치로서 ASTM E659-78 (Standard Test Method for Autoignition Temperature of Liquid Chemicals) 장치를 사용하였으면 장치는 크게 Furnance, Temperature Controller, Thermocouple, Test Falsk, Hypodermic Syringe, Mirror, Air Gun으로 구성되어 있다.^{3,4)}

실험 방법은 ASTM E659-78 규정에 맞추어 실험하였으며, 절차는 다음과 같다. 실내 온도, 기압, 시간, 습도를 기록한다. 기준 온도를 설정하고, 실험 장치를 가열한다. 설정온도에 도달하면 플라스크 내부에 주사기로 시료를 0.1 ml를 넣는다. 시료를 넣는 순간 Timer 작동한다. 10분 동안 관찰 후 발화가 일어나지 않으면 비 발화로 간주하고 플라스크를 에어건으로 청소 후 다시 실험을 준비한다. 다시 온도를 설정한 후 10분전에 발화가 일어나면 설정 온도 보다 30℃ 낮게 설정하고 3~5℃ 혹은 10℃씩 증가시키면서 측정한다. 실험 재료는 Acros사의 순도99% n-decane과 Lancaster사의 순도 99% n-octanol을 사용하였으며, 별도의 정제과정을 거치지 않았다. n-decane의 자연발화온도는 275℃, n-octanol의 경우 350℃로 측정되었다.

4. 결과 및 고찰

ASTM E659-78 장치를 이용하여 이성분계 혼합물(n-butanol+n-dcecan e)에 대하여 각각의 몰 비에 따른 최소자연발화온도의 관계를 실험하여 그 결과를 Table 1.에 나타내었으며, 또한 조성에 의한 자연발화온도 예측식을 제시하여 나타내었다. 본 연구에서 측정값을 분석한 결과 조성 변화에 따른 최소자연발화온도가 증가하는 경향을 보이고 있으므로 조성에 의한 최소자연발화온도 예측 모델을 제시다음과 같은 모델을 제시하여 최적화 방법⁵⁾을 이용하여 추산 모델을 제시하고자 한다.

$$T_{AIT,MIX} = 215.3 + 2.28X_1 + 113.42X_1^2 \quad (1)$$

$$T_{AIT,MIX} = 211.5 + 132.66X_1 - 253.84X_1^2 + 246.75X_1^3 \quad (2)$$

Table 4. The experimental and the predicted AIT of n-butanol +n-decane system

Mole fractions		AITs(°C)		
X1	X2	Exp.	Eqn.(1)	Eqn.(2)
0	1	212	215	212
0.3	0.7	233	226	235
0.5	0.5	247	245	245
0.7	0.3	267	272	265
0.9	0.1	300	309	305
1	0	340	331	337
A.A.D.			6.00	2.47

참고문헌

1. F.P. Lees, "Loss Prevention in the Process Industries", Butterworth-Heinemann (1996).
2. M. Sheldon, "Understanding Auto-ignition Temperature", Fire Engineering J., June, pp.27-32(1984).
3. F.Y. Hshieh, D.B. Hirsh and J.H. Williams, "Autoignition Temperature of Trichlorosilanes", Fire and Materials, Vol. 26, pp.289-290(2002).
4. D.M. Ha, and S.J. Lee, "Measurement of Autoignition Temperature of Ethylbenzene+n-hexanol and Ethylbenzene+n-propionic acid Systems", T. of the Korean Institute of Fire Sci. & Eng., Vol. 21, No. 2, pp.33-40(2007).
5. D.G. Kleinbaum, L.L Kupper and K.E. Muller, "Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods", 2nd ed., PWS-KENT Publishing Company, Boston. (1988).