



Sec-Butanol과 n-Decane 계의 자연발화온도 예측

하동명

세명대학교 보건안전공학과

The Prediction of Autoignition Temperature for Sec-Butanol + n-Decane System

Dong-Myeong Ha

Department of Occupational Health and Safety Engineering, Semyung
University

1. 서론

국내 사업장에서 사용되고 있는 화학물질은 4만 5천 여 종이 된다. 그 중 6천 여 종에 대한 유해·위험성 평가가 이루어 졌을 뿐 나머지 85% 정도는 이에 대한 평가가 이루어지지 않고 있으며, 혼합물에 대한 유해·위험성 평가는 전무한 상태이다.

최소자연발화온도의 문헌들을 고찰하면, 동일 물질인데도 문헌에 따라 다른 최소자연발화온도가 제시되고 있다⁷⁾. 따라서 화재 방호(Fire Protection) 목적을 위해서는 정확한 자료를 이용해야 해야 한다. 그러나 문헌에 제시된 대부분의 자료들은 과거 표준 장치 및 자체 제작된 장치 등을 사용해서 얻은 결과이므로, 최근에 고안된 표준 장치를 이용한 결과가 매우 유용한 자료가 될 것으로 본다.¹⁾

본 연구에서는 ASTM E659(Koehler)를 사용하여 sec-Butanol과 n-Decane의 혼합물에 대해 자연발화온도를 측정하였다. 이성분계를 측정하기 위해서는 이성분계를 구성하는 순수성분인 sec-Butanol과 n-Decane의 발화온도와 발화지연시간 관계를 측정하였으며, 측정된 최소자연발화온도는 문헌값들과 비교 고찰하였다. 또한 sec-Butanol과 n-Decane 계에 대해 최소자연발화온도를 측정하였고, 조성변화에 따른 최소발화온도를 예측할 수 있는 모델을 제시하였다. 제시된 실험자료 및 예측 모델은 이들 물질을 생산, 취급, 처리, 수송 및 저장하는 공정에서 화재 및 폭발을 방호 자료로 제공하는데 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 자연

스럽게 발화할 수 있다. 용제 증발오븐은 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.²⁾

3. 자연발화온도 실험

3.1 실험장치 및 방법(ASTM E659)

본 실험에서는 액체 화학물질의 자연발화점 측정 장치로서 ASTM E659(Koehler 사)를 사용하여 자연발화온도를 측정하였으며, 장치는 크게 Furnace, Temperature Controller, Thermocouple, Test Flask, Hypodermic Syringe, Mirror, Air Gun으로 구성되어 있다.²⁾

실험 방법은 기준 온도를 설정하고, 실험 장치를 가열하고, 설정온도에 도달하면 플라스크 내부에 주사기로 시료를 0.1 ml를 넣는다. 그리고 10분 동안 관찰 후 발화가 일어나지 않으면 다시 온도를 설정한 후 10분전에 발화가 일어나면 설정 온도 보다 30℃ 낮게 설정하고 3~5℃ 혹은 10℃씩 증가시키면서 측정하며, 발화가 일어났을 때 시간과 온도를 기록한다.

3.2 실험재료

본 실험에 사용된 시약은 n-Decane은 Lancaster(USA), sec-Butanol은 Junsei(Japan), 사로서 순도는 각각 99%의 시약을 사용하였으며, 혼합물의 발화온도 측정은 순수물질을 각각 다른 몰비(Mole Fraction)로 혼합하여 실험하였다.

4. 결과 및 고찰

ASTM E659 장치를 이용하여 이성분계 혼합물(sec-butanol+n-dacane 계)에 대하여 각각의 몰 비에 따른 최소자연발화온도의 관계를 실험하여 그 결과를 Table 1에 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 방법⁴⁾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 1. Experimental and the predicted AIT of sec-butanol +n-decane system

Mole fractions		AITs(°C)		
X ₁	X ₂	Exp.	Eqn.(1)	Eqn.(2)
0	1	212	226	210
0.3	0.7	243	216	254
0.5	0.5	253	241	243
0.7	0.3	265	290	257
0.9	0.1	325	363	347
1	0	447	409	435
A.A.D.		-	25.54	10.79

참고문헌

1. F.P. Lees, "Loss Prevention in the Process Industries", Butterworth-Heinemann(1996).
2. D.M. Ha, "Investigation of Reliability of Flash Points and Autoignition Temperatures of Acids", J. of the Korean Society of Safety, Vol. 24, No. 2, pp.42-47(2009).
3. F.Y. Hshieh, D.B. Hirsh and J.H. Willams, "Autoignition Temperature of Trichlorosilanes", Fire and Materials, Vol. 26, pp.289-290(2002).
4. 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).