

가연성 액체 혼합물의 인화 위험성에 관한 연구

A Study on Flammability Risk of Flammable Liquid Mixture

김주석¹ · 고재선^{2*}Ju Suk Kim¹, Jae Sun Koh^{2*}¹Junior Researcher Official, Fire Safety Research Division, National Fire Research Institute, Asan, Republic of Korea²Professor, Department of Fire Safety, University of Howon, Gunsan, Republic of Korea

*Corresponding author: Jae Sun Koh, 119kjs@howon.ac.kr

ABSTRACT

Purpose: In this study, the risk of flammability of a liquid mixture was experimentally confirmed because the purpose of this study was to confirm the increase or decrease of the flammability risk in a mixture of two substances (combustible+combustible) and to present the risk of the mixture. **Method:** Flash point test method and result processing were tested based on KS M 2010-2008, a tag sealing test method used as a flash point test method for crude oil and petroleum products. The manufacturer of the equipment used in this experiment was Japan's TANAKA. The flash point was measured with a test equipment that satisfies the test standards of KS M 2010 with equipment produced by the company, and LP gas was used as the ignition source and water as the cooling water. In addition, when measuring the flash point, the temperature of the cooling water was tested using cooling water of about 2°C. **Results:** First of all, in the case of flammable + combustible mixtures, there was little change in flash point if the flash point difference between the two substances was not large, and if the flash point difference between the two substances was low, the flash point tended to increase as the number of substances with high flash point increased. However, in the case of toluene and methanol, the flash point of the mixture was lower than that of the material with a lower flash point. Also, in the case of a paint thinner, it was not easy to predict the flash point of the material because it was composed of a mixture, but as a result of experimental measurement, it was measured between -24°C and 7°C. **Conclusion:** The results of this study are to determine the risk of mixtures through experimental studies on flammable mixtures for the purpose of securing the effectiveness of the details of the criteria for determining dangerous goods in the existing dangerous goods safety management method and securing the reliability and reproducibility of the determination of dangerous goods. Criteria have been presented, and reference data on experimental criteria for flammable liquids that are regulated in firefighting sites can be provided. In addition, if this study accumulates know-how on differences in test methods, it is expected that it can be used as a basis for research on risk assessment of dangerous goods and as a basis for research on dangerous goods determination.

Keywords: Flammability Risk, Mixture Compound, Alcohols, Flammable Liquid Paint Thinner, Aromatic Organic Solvent, Flash Point, Dangerous Goods Control Act, Material Safety A Sheet, Globally Harmonized System

요약

연구목적: 본 연구에서는 두 물질의 혼합물(가연물+가연물)에서의 인화 위험성의 증가 또는 감소를 실험적으로 확인하고, 혼합물의 위험성을 제시하는 목적이 있기에 액체 혼합물의 인화 위험성을 실험적

Received | 27 August, 2020

Revised | 27 November, 2020

Accepted | 9 December, 2020

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© Society of Disaster Information All rights reserved.

으로 확인하였다. **연구방법:** 인화점 실험방법 및 결과처리는 원유 및 석유 제품 인화점 시험 방법으로 사용되고 있는 테그밀폐식 시험방법인 KS M 2010-2008을 기준으로 실험하였다. 본 실험에 사용한 장비의 제조사는 일본의 TANAKA사에서 생산한 장비로 KS M 2010의 시험규격을 만족하는 시험장비로 인화점을 측정하였고, 점화원으로는 LP가스를, 냉각수로는 물을 사용하였다. 또한 인화점 측정시 냉각수의 온도는 약 2°C의 냉각수를 사용하여 실험을 진행하였다. **연구결과:** 실험결과로는 먼저 가연성+가연성 혼합물의 경우 두 물질의 인화점 차이가 크지 않으면 인화점의 변화가 거의 없었고, 두 물질의 인화점 차이가 낮으면 인화점이 높은 물질의 증가에 따라 인화점이 증가하는 경향을 보였으나, 톨루엔과 메탄올의 경우, 혼합물에서 인화점이 낮은 물질보다 더 낮은 인화점을 보였다. 또한 도료용 희석제의 경우, 혼합물로 이루어져서 그 물질의 인화점을 예상하기가 쉽지 않았지만 실험적으로 측정해 본 결과 -24°C~7°C사이로 측정되었다. **결론:** 본 연구에서의 결과는 기존의 위험물안전관리법에서의 위험물 판정 기준에 대한 세부 내용의 실효성 확보 및 위험물 판정의 신뢰성 및 재현성 확보를 목적으로 인화성 혼합물에 대한 실험적 연구를 통해서 혼합물에 대한 위험성 판단 기준을 제시하였고, 향후 소방현장에서 단속되는 인화성 액체 대한 실험적 판정 기준에 대한 참고적인 자료를 제공할 수 있을 것이다. 또한 본 연구로 시험방법별 차이 실험에 대한 노하우를 축적한다면 위험물의 위험성 평가 연구에 있어 기초 자료이자 위험물 판정 관한 연구의 기반으로 활용될 수 있기를 기대한다.

핵심용어: 인화위험성, 혼합화합물, 가연성액체, 알코올류, 도료용 희석제, 방향족 유기용제, 인화점, 위험물안전관리법, 물질안전보건자료, 세계조화체계

서론

연구배경

2004년 소방법에서 분리된 위험물 안전관리법에 규정하고 있는 액상 인화성 물질의 위험성을 판단하는 세부기준[1, 2]이 확립되어 있으나, 이러한 기준에 대한 실험적인 연구로 인한 검증이 필요하다. 시험방식(측정)에 따른 결과의 차이, 장비의 종류에 따른 차이를 실험적으로 확인함으로써, 위험성 판단의 세부 기준을 검증 및 보완할 수 있을 것이다. 그리고 현재 세계적 화학물질에 대한 단일 분류 체계 확립을 위해서 도입되고 있는 화학물질 분류·표지 세계조화체계(Globally Harmonized System)[3]에서 제시하고 있는 인화성 액체의 분류 방법에 대한 실험적 고찰이 필요하다

연구범위 및 목적

현재 많은 화학 물질들이 산업 및 실생활에서 사용하고 있다. 단일 물질의 상태로 사용하는 물질도 많으나, 대부분 혼합물의 형태로 사용되고 있고, 이러한 물질들의 위험성을 판단하는 기준이 필요한 실정이다 특히 알코올류는 실생활에 많이 사용하는 물질로 혼합물 형태로 많이 사용하고 있다. 본 실험은 먼저 알코올과 가연성액체인 혼합물의 인화점, 연소점, 비등점 등의 물리적 물성 및 물질의 인화 위험성을 확인하고 또한 인화성 유기용제들의 혼합물에서의 화재 위험성 평가 지수의 하나인 인화점의 거동변화를 실험적인 검토와 아울러 실생활에서 사용하고 있는 알코올 함유 세정제·소독제, 아세톤을 함유하고 있는 네일 리무버, 도료용 희석제로 사용되고 있는 시너류 및 시너류의 혼합물과 첨가물을 이용한 유사석유의 위험성[10-12]을 실험을 통해 인화성 액체의 위험성을 확인하고자 한다.

실험방법 및 재료

인화점 실험방법 및 결과처리는 원유 및 석유 제품 인화점 시험 방법으로 사용되고 있는 테그밀폐식 시험방법인 KS M 2010-2008을 기준으로 실험하였다.[9-12] 본 실험에 사용한 장비의 제조사는 일본의 TANAKA사에서 생산한 장비로 KS M 2010의 시험규격을 만족하는 시험장비로 인화점을 측정하였고, 점화원으로는 LP가스를, 냉각수로는 물을 사용하였다.

또한 인화점 측정시 냉각수의 온도는 약 2°C의 냉각수를 사용하여 실험을 진행하였다. 그리고 모든 실험에 사용된 혼합물의 보관은 3°C, 상대습도 30%의 조건으로 항온항습기에 보관하면서 실험을 수행하였으며 실험에 사용된 알코올류는 특급 이상의 시약을 사용하였다. 인화점 측정은 1차 측정시 Special Mode로서 예상인화점을 알 수 없는 시료의 대략적인 인화점을 측정하기 위해 사용하는 모드인 ASTM D 56 방법보다 더 빠르게 측정하였다.[1,2] 또한 실험시작 후 불꽃 시험을 적용하여 인화점을 측정한 후 규격에 제시된 방법인 ASTM Mode[1,2]를 사용하여 측정하였다. 아울러 Fig. 1은 본 연구의 개략도이다.

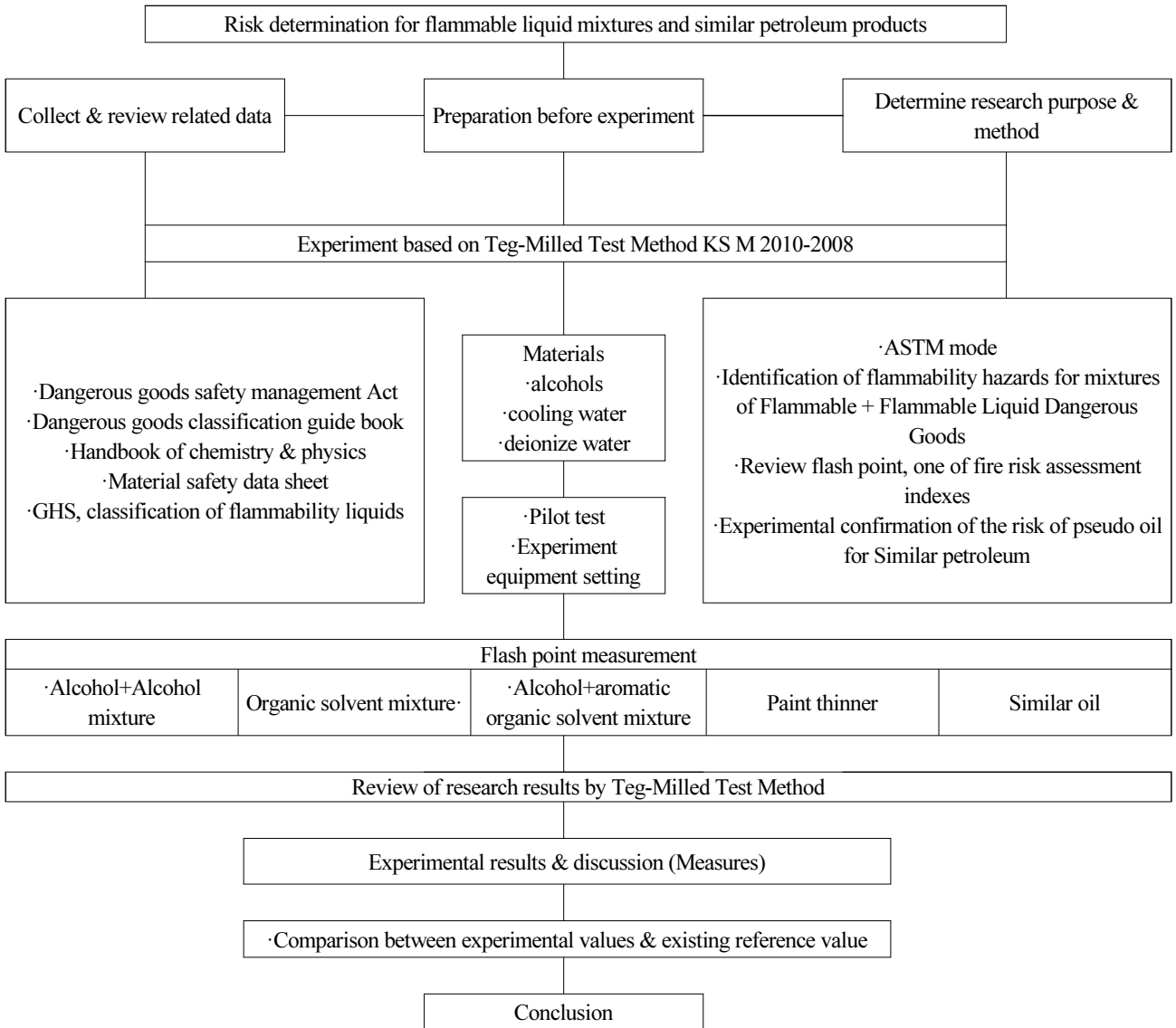


Fig. 1. Experiment flow chart

가연성+가연성 액체 혼합물

알코올+알코올 혼합물 인화 위험성

가장 대표적인 알코올 4종의 혼합물의 인화점의 변화를 실험적으로 측정하고자 Table 1과 같이 혼합 매트릭스에 의해 실험을 수행하였다.

Table 1. Mixing of alcohol mixture

	n-Butanol	i-Propanol	n-Propanol	Ethanol
Methanol	Me+n-Bu	Me+i-Pr	Me+n-Pr	Me+Et
Ethanol	Et+n-Bu	Et+i-Pr	Et+n-Pr	
n-Propanol	n-Pr+n-Bu	n-Pr+i-Pr		
i-Propanol	i-Pr+n-Bu			

먼저 메탄올과 4종의 알코올을 혼합해서 실험을 해본 결과, Fig. 2는 메탄올+에탄올, Fig. 3은 메탄올+n-프로판올, Fig. 4는 메탄올+i-프로판올, Fig. 5는 메탄올+n-부탄올, Fig. 6은 에탄올+i-프로판올, Fig. 7은 에탄올+n-프로판올, Fig. 8은 에탄올+n-부탄올, Fig. 9는 n-프로판올+i-프로판올, Fig. 10은 n-프로판올+n-부탄올, Fig. 11은 i-프로판올+n-부탄올과 같이 나타났다. 구체적으로 살펴보면 에탄올과 2-프로판올의 경우 메탄올과 인화점의 차이가 2°C, 4°C이다. 메탄올의 함량이 감소해도 인화점에 크게 영향을 미치지 않았고, n-프로판올은 30%가 함유되어도 인화점의 변화가 없었으며, n-부탄올의 경우 20%가 될 때까지 인화점의 변화가 없었다. 그리고 두 물질과 메탄올의 인화점 차이로 인해서 메탄올의 함량이 감소할 때 인화점 상승을 확인하였고, 메탄올이 10%와 두 알코올의 인화점 차이가 다른 함량 구간에서보다 더 크게 관찰되었다. 에탄올과 2-프로판올의 경우, 메탄올과 에탄올의 혼합물의 인화점의 경향과 비슷하게 나왔다. 그리고 나머지 알코올 간의 인화점 변화는 메탄올과 혼합했을 때의 실험결과와 유사한 경향을 나타내었다. 아울러 물질간의 탄소수(n-프로판올, i-프로판올)와 탄소의 배열형태(n-프로판올, n-부탄올)가 유사한 물질들의 혼합물의 인화점을 실험해 본 결과 인화점의 추세는 인화점이 높은 물질이 증가함에 따라 인화점도 같이 증가하는 경향을 보였다. n-프로판올과 n-부탄올의 혼합물의 인화점 경향과 비슷하게 나왔고 앞의 실험과 마찬가지로 인화점이 높은 물질이 증가함에 따라 인화점의 상승을 확인할 수 있었다.

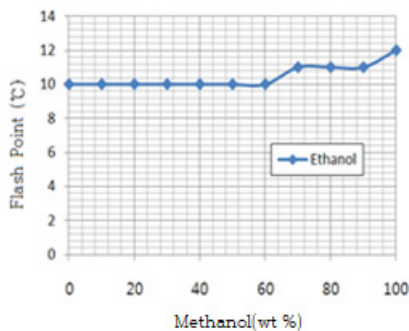


Fig. 2. Measurement result of flash point of methanol+ethanol mixture

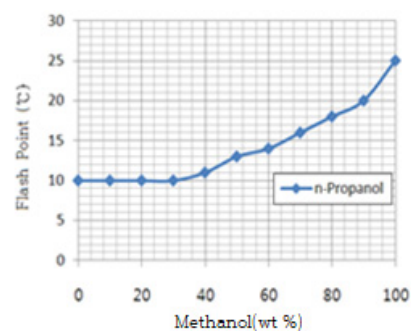


Fig. 3. Flash point measurement result of methanol+n-propanol mixture

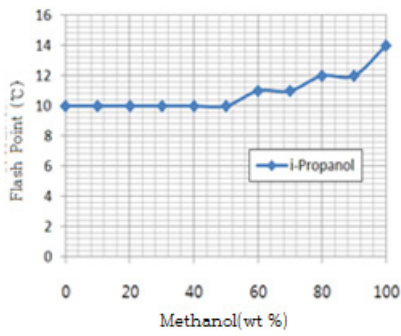


Fig. 4. Flash point measurement result of methanol+i-propanol mixture

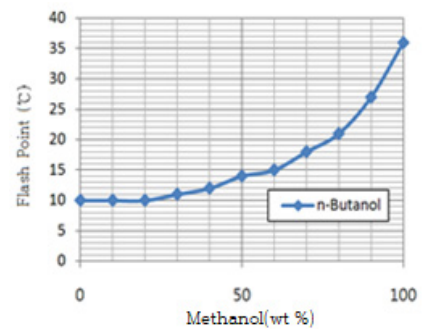


Fig. 5. Flash point measurement result of methanol+n-butanol mixture

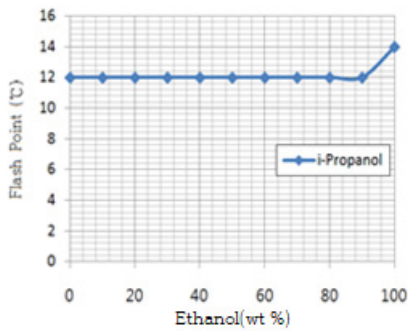


Fig. 6. Flash point measurement result of ethanol+i-propanol mixture

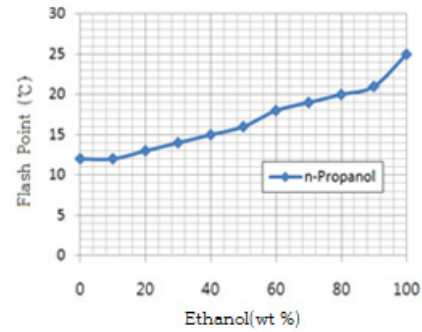


Fig. 7. Flash point measurement result of ethanol+n-propanol mixture

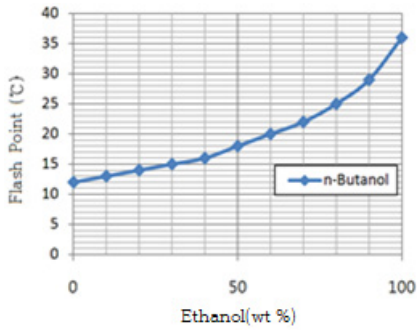


Fig. 8. Flash point measurement result of ethanol+n-butanol mixture

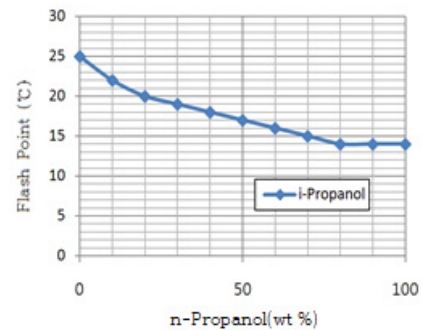


Fig. 9. Flash point measurement result of n-propanol+i-propanol mixture

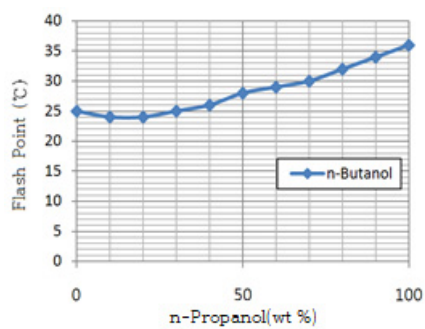


Fig. 10. Flash point measurement result of n-propanol+n-butanol mixture

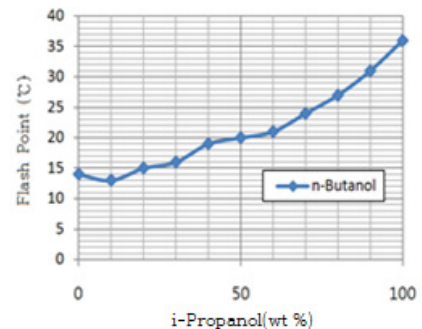


Fig. 11. Flash point measurement result of i-propanol+n-butanol mixture

유기용제 혼합물 인화 위험성

현재 우리 주변에서는 많은 유기용제들을 사용하고 있다. 알코올 외에도 많은 유기용제들이 사용되고 있다. 본 실험에서 많은 유기용제의 혼합물의 인화 위험성을 실험하면 좋으나, 시간적 제약으로 인해서 우리 주변에서 많이 사용하는 유기용제를 선택하여 Table 2와 같이 물질간의 혼합 비율에 따른 혼합 매트릭스에 따라 인화 위험성을 실험해 보았다.

Table 2. Mixing method of organic solvent mixture

	n-Butanol	Xylene	Toluene	Acetone	Ethylbenzene
Methanol	Me+n-Bu	Me+Xy	Me+Tol	Me+Ace	Me+EB
Ethylbenzene	EB+n-Bu	EB+Xy	EB+Tol	EB+Ace	
Acetone	Ace+n-Bu	Ace+Xy	Ace+Tol		
Toluene	Tol+n-Bu	Tol+Xy			
Xylene	Xy+n-Bu				

즉 실험은 5가지 물질을 격자로 배열해놓고 무게 비율로 혼합해서 인화점을 측정하였다. 메탄올과 용제의 혼합물의 인화 위험성의 실험결과를 보면 다른 용제들과의 결과와 다른 점을 확인할 수 있었다. Fig. 12와 같이 메탄올과 크실렌의 혼합물의 인화점 측정결과를 보면 메탄올 기준으로 20~90%의 인화점이 같게 측정되었고, 톨루엔과 메탄올의 경우에는 두 물질의 인화점보다 낮은 온도에서 인화점이 측정되었다. 또한 다른 물질의 경우 인화점이 높은 물질과 낮은 물질을 혼합했을 때 중간 정도에서 인화점이 발생하는 것이 일반적이나 Fig. 13에 나타난 바와 같이 메탄올과 톨루엔의 경우 인화점이 -2°C까지 떨어지는 결과를 얻을 수 있었다. Fig. 14, 15는 메탄올+아세톤, 메탄올+에틸벤젠에 대한 인화점 실험결과이다. 또한 Fig. 16에 나타나 바와 같이 에틸벤젠, 크실렌 경우도 혼합물의 10~90%(메탄올 기준)사이의 인화점이 메탄올의 인화점보다 낮다는 것을 알 수 있었다. 이는 메탄올과 방향족화합물 혼합시에는 상대적으로 휘발도가 증가해서 인화점이 감소하는 것으로 생각할 수 있다. 그리고 메탄올의 경우 친수성 물질이고, 방향족화합물들은 친유성 물질들인데, 물질을 혼합했을 때 층 분리가 생기지 않고, 혼합되는 것을 알 수 있는데, 방향족화합물의 분자 크기가 서로 다른 물질의 혼합으로 생기는 공극에 인해서 물질 내에서의 비표면적이 높아져서 고유의 인화점보다 낮아진다고 생각할 수 있을 것이다.

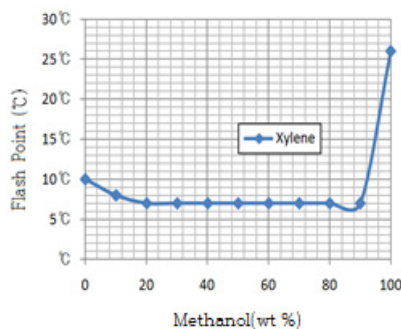


Fig. 12. Flash point measurement result of methanol+xylene mixture

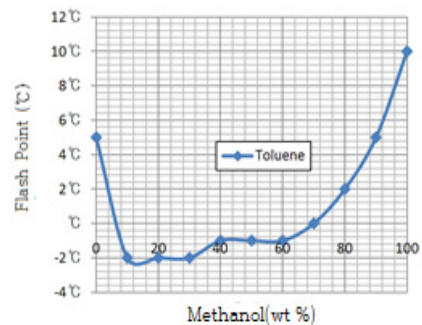


Fig. 13. Measurement result of flash point of methanol+toluene mixture

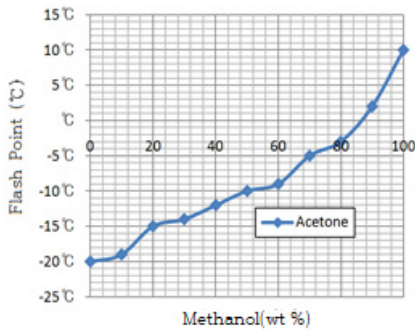


Fig. 14. Flash point measurement result of methanol+acetone mixture

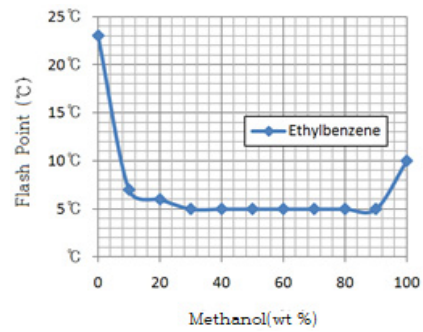


Fig. 15. Flash point measurement result of methanol+ethylbenzene mixture

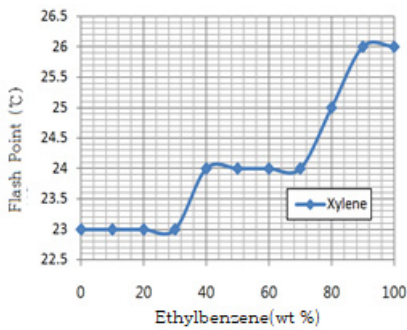


Fig. 16. Measurement result of flash point of ethylbenzene+xylene mixture

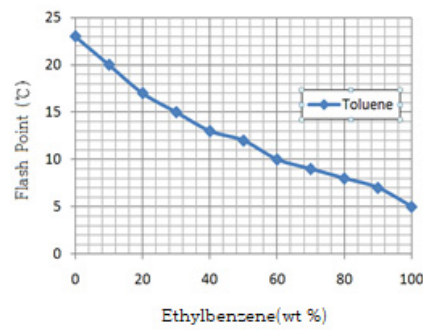


Fig. 17. Measurement result of flash point of ethylbenzene+toluene mixture

그리고 Fig. 17, 18은 에틸벤젠+톨루엔, 에틸벤젠+아세톤의 인화점 실험 결과이다. 또한 Fig. 19에 나타나 바와 같이 에틸벤젠과 n-부탄올의 혼합물에서는 에틸벤젠이 약 10 ~ 60% 사이에서 에틸벤젠의 인화점보다 낮게 나왔다. 그 외 시험결과 즉 Fig. 20, 21, 22인 아세톤+n-부탄올, 아세톤+크실렌, 아세톤+톨루엔은 각각의 인화점을 기준으로 상승 또는 하강하는 결과를 보여주고 있다. 그리고 아세톤의 경우 인화점이 약 -20°C로 실험에 사용된 용제 중에 가장 인화점이 낮은 물질이고, 낮은 인화점으로 인해서 10%의 함유량으로도 인화점이 0°C 근처까지 떨어졌고, 아세톤-용제 혼합물의 경우, 플라스틱 용기에 흡윤 되는 특성이 있어서, 아세톤-용제 혼합물을 담았던 용기는 재사용이 불가하였다.

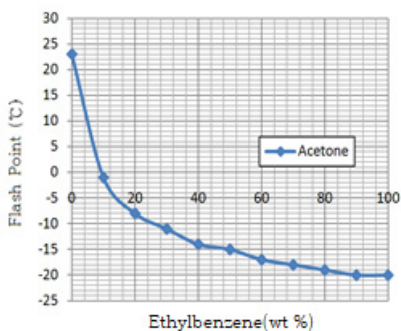


Fig. 18. Measurement result of flash point of ethylbenzene+acetone mixture

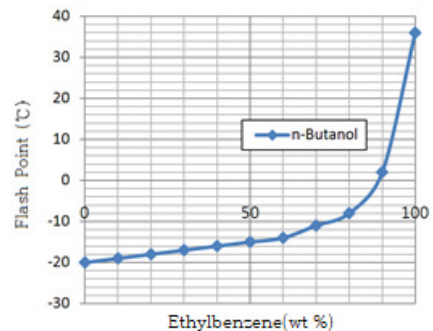


Fig. 19. Measurement result of flash point of ethylbenzene+n-butanol mixture

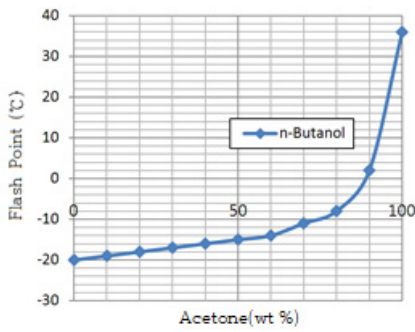


Fig. 20. Flash point measurement result of acetone+n-butanol mixture

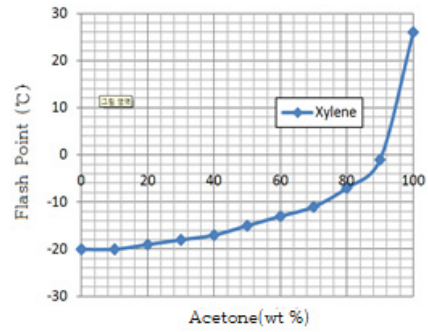


Fig. 21. Flash point measurement result of acetone+xylene mixture

그리고 우리가 실생활에 사용하고 있는 네일 리무버의 경우 정제수와 아세톤의 혼합물로 이루어져있다. 시중에서 팔고 있는 네일 리무버 시판품을 구입해서 인화점 측정을 해서 인화위험성을 실험적으로 확인해야 할 것이다. Fig. 23, 24에 나타난 바와 같이 톨루엔과 n-부탄올, 크실렌의 혼합물의 경우로서 톨루엔과 유기용제 2종의 혼합물의 인화점이 기존의 각각의 인화점을 기준으로 상승 또는 하강하는 결과를 보여주고 있다. Fig. 25과 같이 크실렌과 n-Butanol의 혼합물에서는 에틸벤젠이 약 10 ~ 90 % 사이에서 n-부탄올의 인화점보다 낮게 나왔다. 그 차이는 약 2 ~ 3°C이고, 크실렌과 n-부탄올 3:7의 비율로 혼합했을 때 크실렌의 원래 인화점과 비슷한 결과를 얻을 수 있었다.

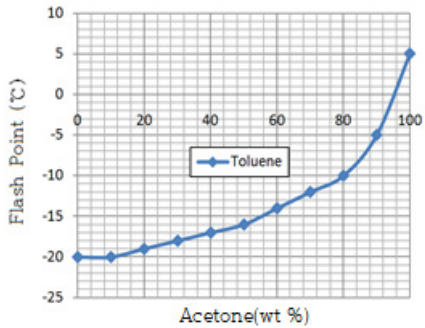


Fig. 22. Flash point measurement result of acetone+toluene mixture

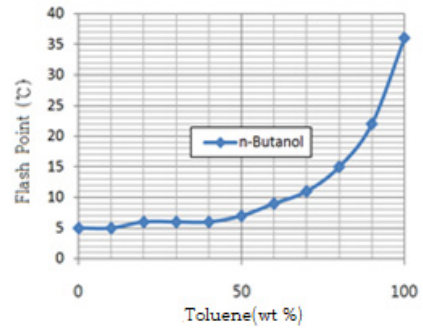


Fig. 23. Measurement result of flash point of toluene+n-butanol mixture

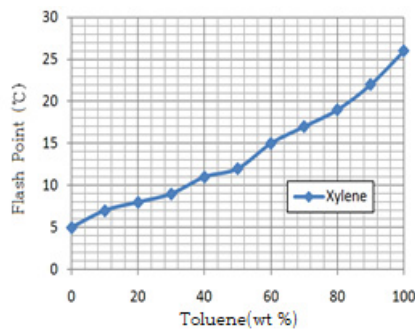


Fig. 24. Measurement result of flash point of toluene+xylene mixture

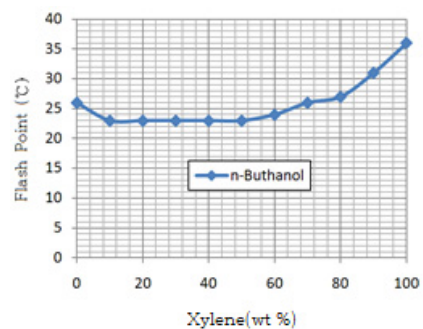


Fig. 25. Flash point measurement result of xylene+n-butanol mixture

알콜+방향족 유기용제 혼합물 인화 위험성

Table 3과 같이 알코올류 5종과 대표적인 방향족 물질인 톨루엔, 크실렌, 에틸벤젠의 혼합물질별 인화점 변화 추이를 실험 해보았다. 혼합비율은 10~90%(무게 기준)로 실험을 하였고, 실험결과는 동일한 온도가 3번 이상 측정되면, 결과 값으로 하고 실험을 중단하였다. 혼합 방법을 알콜 5종과 방향족 유기용제 3종으로 총 15개 혼합물(혼합물 당 9개 혼합비율)에 대해서 혼합 매트릭스에 의해 실험을 진행 실험결과를 비교하였다.

Table 3. How to mix 5 types of alcohol and 3 types of aromatic organic solvent

Aromatic Organic solvent	Alcohol					
	Methanol	Ethanol	n-Propanol	i-Propanol	n-Butanol	
Toluene	Mt+Tol	Et+Tol	n-Pr+Tol	i-Pr+Tol	n-Bu+Tol	
Xylene	Mt+Xy	Et+Xy	n-Pr+Xy	i-Pr+Xy	n-Bu+Xy	
Ethylbenzene	Mt+EB	Et+EB	n-Pr+EB	i-Pr+EB	n-Bu+EB	

방향족 유기용제 인화점 변화

Fig. 26에 나타나 바와 같이 메탄올, 에탄올 2-프로판올의 경우 알코올이 10~80%까지 증가할 때 톨루엔의 인화점 보다 낮게 나왔다. 이는 두 물질간의 혼합으로 인해서 인화점이 하강하는 것을 확인할 수 있었고, 톨루엔+알코올 혼합물에 인화점 시험결과도 n-프로판올을 제외하고 유사하게 나왔다. 특히 메탄올의 경우 알코올의 함량이 10~60%의 인화점이 0°C이하의 인화점을 나타내었고, n-프로판올과 n-부탄올의 인화점은 유사한 온도 상승을 보여주고 있었다. 또한 희석제 또는 세척제로 메탄올과 톨루엔이 아래와 같은 비율로 혼합되었을 때는 두 물질의 인화점보다 낮은 온도에서 인화 위험성이 존재한다. 크실렌, 에틸벤젠과 알코올의 혼합물의 경우에도 알코올 함량이 약 10~20%일 때를 제외하고 인화점이 알코올이 가지고 있는 고유의 인화점보다 낮아지는 것을 관찰 할 수 있었다. 이는 방향족화합물과 알코올의 혼합물에서 알코올의 비율이 상대적으로 높으면, 알코올의 고유의 인화점보다 낮은 온도에서 인화점이 측정되는 것을 실험적으로 확인하였다. 알코올 같은 경우에는 공비점을 형성하는 대표적인 물질로, 다른 물질과 혼합비 끓는점이 낮아지거나 높아지는 현상을 발생한다. 이러한 공비현상이 인화점 변화에 영향을 주었을 것이라고 판단된다.

알코올류의 인화점 변화

또한 알코올류의 인화점 변화를 살펴보기 위해 동일한 알코올을 기준으로 3종의 방향족유기용제를 혼합했을 때의 인화점의 변화를 살펴보고자한다. Fig. 27에 나타나 바와 같이 알코올을 기준으로 했을 때, 톨루엔과의 혼합물에서는 인화점 경향이 n-프로판올과 n-부탄올을 제외하고 알코올의 고유의 인화점보다 낮게 나왔다. 그리고 크실렌과 에틸벤젠의 혼합물도 알코올이 약 10%이상 혼합되어 있다면, 알코올이 가지고 있는 고유의 인화점보다 낮은 인화점을 보여주고 있다. 따라서 알코올류와 방향족 화합물(톨루엔, 크실렌, 에틸벤젠)의 혼합물의 경우 알코올의 고유의 인화점을 떨어뜨리는 역할을 하는 것을 실험을 통해서 확인하였다.

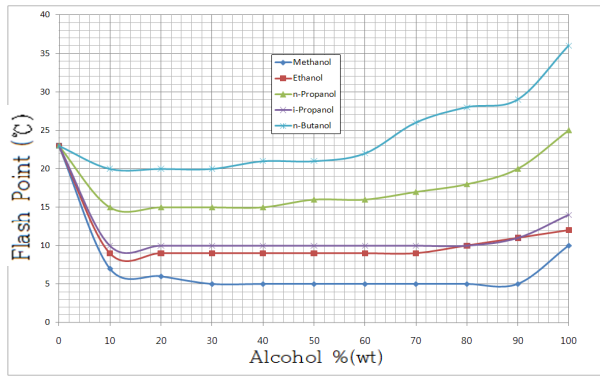


Fig. 26. Flash point change for each ethylbenzene+alcohol (5 types) mixture

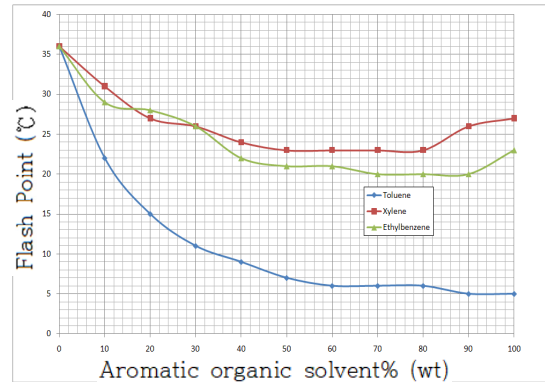


Fig. 27. Flash point change by mixture of n-butanol-aromatic organic solvent (3 types)

연구결과 고찰

가연성혼합물의 혼합에 따라 발생하는 인화위험성의 변화 결과

가연성+가연성 혼합물의 경우 두 물질의 인화점 차이가 크지 않으면 인화점의 변화가 거의 없고, 두 물질의 인화점 차이가 낮으면 인화점이 높은 물질의 증가에 따라 인화점이 증가하는 경향을 보였으나, 톨루엔과 메탄올의 경우, 혼합물에서 인화점이 낮은 물질보다 더 낮은 인화점을 보였다. 향후 혼합물의 위험성 판단 시 혼합물의 인화점 차이에 대한 경향을 예측할 수 있는 자료로 활용할 것이다.

도료용 희석제 및 그 혼합물의 인화 위험성 결과

도료용 희석제의 경우, 혼합물로 이루어져서 그 물질의 인화점을 예상하기가 쉽지 않다. 실험적으로 측정해본 결과 -24°C ~ 7°C 사이로 측정되었다. 그리고 유사석유류로 사용하고 있는 에나멜 신나와 소부 신나의 혼합물의 인화 위험성도 확인하였고, 에나멜 신나, 톨루엔, 메탄올의 혼합물의 인화 위험성도 실험적으로 확인하였다. 불법적으로 사용하고 있는 희석제 혼합물, 관리시설이 없는 상태에서 보관하는 희석제에 대한 위험성을 확인하는데 활용할 수 있을 것이다.

혼합물의 불확실성에 대한 결과

혼합물의 경우 혼합의 과정에서 발생하는 불확실성이 발생할 수 있다. 따라서 본 연구의 결과는 두 물질의 혼합물(가연물-가연물, 비가연물)에서의 인화 위험성의 증가 또는 감소를 실험적으로 확인하고, 혼합물의 위험성을 제시하는 목적이 있다. 각각의 실험결과는 실험적인 오차와, 환경적인 오차를 무시할 수가 없으므로, 60% 에탄올의 인화점과 연소점은 단정 지을 수 없다. 참고 문헌[7]과 본 실험과의 비교로 인해서 60% 에탄올의 인화점은 약 22°C 확인 하였으나, 연소점에 대한 확인은 할 수 없었다.

결론

본 연구에서는 액체 혼합물의 인화위험성을 실험적으로 확인하였다. 실험 결과로는 먼저 밀폐식 인화점 측정 방식의 차이 점을 확인한 결과 장비간의 인화점 차이를 확인(장비간의 온도 측정 간격 차이: 1~2°C)할 수 있었고, 또한 가연성액체 혼합 물의 경우, 인화점이 유사한 물질은 혼합 비율에 따라서 인화점의 차이가 발생하지 않는다는 것을 확인하였고, 가연성 액체 혼합물의 경우 인화점이 높은 물질이 인화점 상승에 많이 기여하나, 톨루엔-메탄올 혼합물의 경우 톨루엔의 인화점보다 더 낮은 온도에서 인화점이 발생하는 것을 실험적으로 확인할 수 있었다. 아울러 실생활에서 사용하는 물질의 인화위험성을 실험적으로 확인한 결과 도료용 희석제의 인화점을 확인함으로써 희석제의 위험성을 확인하였다. 따라서 본 연구에서는 기존의 위험물안전관리법에서의 [6] 위험물 판정 기준에 대한 세부내용의 실효성 확보 및 위험물 판정의 신뢰성 및 재현성 확보를 목적으로, 인화성 혼합물에 대한 실험적 연구를 통해서 혼합물에 대한 위험성 판단 기준을 확인, 소방현장에서 단속되는 인화성 액체 대한 실험적 판정 기준에 대한 참고적인 자료를 제공할 수 있을 것이다. 또한 본 연구로 시험방법별 차이 실험에 대한 노하우를 축적한다면 위험물의 위험성 평가 연구에 있어 기초 자료이자 위험물 판정 관한 연구의 기반으로 활용될 수 있을 것을 기대한다.

References

- [1] ASTM D 6450 (2005). Standard Test Method for Flash Point by Continuously Closed Cup (CCCFP) Tester. ASTM international.
- [2] ASTM D 1310 (2005) Standard Test Method for Flash Point and Fire of Liquids by Tag Open-Cup Apparatus. ASTM international.
- [3] Globally Harmonized System. (2018). Classification of Flammable Liquids. UNECE.
- [4] Ha, D.M., Lee, S.K., Kim, M.M. (1993). "Estimation of flash point of pure flammable liquid." The Korean Society of Safety Institute, Vol. 8, No. 2, pp. 11-20.
- [5] Koh, J.S. (2019). "Study on the risk of flammability & combustion of liquid mixtures such as alcohols." The Korean Society of Safety Institute, Vol. 15, No. 4, pp. 634-647.
- [6] Korea Fire Industry Technology Institute (2008). Dangerous Goods Classification Guide Book. KFTI.
- [7] Korea Ministry of Food and Drug Safety (2018). Notification. KFDA.
- [8] Korea National Fire Agency (2018). Enforcement Decree of the Dangerous Goods Safety Management Act and the Dangerous Goods Safety Act. KNFA.
- [9] KS M ISO 3679 (2003). Paints, varnishes, petroleum and related products - flash point test methods - rapid equilibrium method. KATS.
- [10] KS M ISO 2592 (2007). Test Method for Flash Point and Burning Point - Cleveland Open Cup Test Method. KATS.
- [11] KS M ISO 3680 (2008). Paint, varnish, petroleum and other related products - flash point / non-flash point test method - rapid equilibrium method. KATS.
- [12] Lide, D.R. (1995). Handbook of Chemistry and Physics 77th edition. CRC Press.
- [13] Occupational Safety and Health Administration (2017). Material Safety Data Sheet. OSHA.
- [14] STM D 1120 (2007). Standard Test Method for Boiling Point of Engine Coolants. ASTM international.
- [15] STM D 1120A (2007). Standard Test Method for Boiling Point of Engine Coolants. ASTM international.