

KOSHA GUIDE

P-75-2011

인화성 액체의 안전한 사용 및 취급에
관한 기술지침

2011. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자: 한국안전전문기관협의회 김기영

- 제 · 개정 경과
 - 2011년 10월 화학안전분야 제정위원회 심의(제정)

- 관련 규격 및 자료
 - HSG 140, “The safe use and handling of flammable liquids”, HSE, 1st Ed., 1996

- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자: 2011년 12월 26일

제 정 자: 한국산업안전보건공단 이사장

인화성 액체의 안전한 사용 및 취급에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 사업장에서 인화성 액체를 사용하거나 취급할 때 발생할 수는 있는 화재 등의 사고를 예방하는데 필요한 사항을 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

- (1) 이 지침은 인화성 액체를 사용하거나 취급하는 경우에 이루어지는 모든 활동에 적용한다. 특히, 회분식 및 소규모의 화학공정에 적용한다.
- (2) 산화에틸렌, 과산화물 및 급격한 분해반응, 중합반응 또는 자연발화 등이 일어나는 액체와 같이 특수한 예방조치를 필요로 하는 액체에는 적용하지 않는다.

3. 정의

- (1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다
 - (가) “인화성 액체”라 함은 산업안전보건기준에 관한 규칙 <별표 1>에서 규정하는 인화성 액체를 말한다,
 - (나) “대체 (Substitution)”이라 함은 창고에서 위성도가 높은 위험물을 위성도가 보다 낮은 위험물로 대체하여 저장·취급하는 것을 말한다.
- (2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 의한다.

4. 인화성 액체의 위험성

- (1) 인화성 액체가 가지고 있는 주요 위험은 화재·폭발에 대한 위험이다.
- (2) 화재·폭발은 다음과 같은 원인으로 일어난다.

- (가) 인화성 액체의 특성에 대한 이해의 부족
 - (나) 교육 부족 등으로 인한 근로자의 실수
 - (다) 인화성 액체를 사용·취급 장소에서의 화기작업 및 복사열에 노출
 - (라) 설비의 적절하지 못한 설계
 - (마) 설비의 오작동
 - (바) 부적절한 점화원 관리
 - (사) 정전기 발생
 - (아) 자연발화온도 이상으로 가열
 - (자) 인화성 액체가 들어 있는 설비의 분해 및 폐기
- (3) 인화성 액체에 의한 화재·폭발 사고는 주로 다음과 같은 경우에 일어난다.
- (가) 인화성 액체의 이동할 때
 - (나) 인화성 액체를 분배하거나 옮겨 담을 때
 - (다) 공정에서 사용 시
 - (라) 폐기 시
 - (마) 연료 탱크를 비울 때
 - (바) 누출물 처리 시
- (4) 액체의 연소는 인화성 액체가 기화되어 그 증기에 점화될 때에만 일어나므로 인화성 액체의 인화점, 자연발화온도, 점도, 폭발하한 및 폭발상한 등이 화재에 많은 영향을 준다.
- (5) 인화성 액체의 점도는 누출 시에 비산속도에 영향을 준다.
- (6) 일반적으로 용제는 점도가 낮기 때문에 빠른 속도로 퍼져나가 액체의 표면에서 빠른 속도로 기화되어 그 증기가 빠르게 확산되나, 페인트와 레진 등은 점도가 높아 누출되어도 증기가 생성되는 속도가 늦어 덜 위험하다.
- (7) 인화성 액체의 증기와 공기의 혼합물은 점화원이 있으면 바로 화재·폭발을 일으키

나, 인화성 액체가 자연발화온도 이상으로 가열되면 점화원이 없어도 스스로 발화되어 화재·폭발이 일어나므로 주의하여야 한다.

- (8) 인화성 액체를 취급하는 주위 환경도 위험요인에 영향을 주는 인자로 작용하므로 세밀히 검토하여야 한다.
- (9) 대부분의 인화성 액체의 증기는 공기보다 무거워서 누출된 바닥, 핏트, 배수구 및 하수구 등에 모이므로 이러한 장소에서 점화원 관리를 철저히 하여야 한다. 만일 이러한 곳에서 화재가 발생하면 화염이 인화성 액체 쪽으로 확산되어 화재가 크게 번진다.
- (10) 인화성 액체를 먹거나 흡입하거나 피부에 접촉하면 작업자의 건강에 해로운 영향을 줄 수도 있다.
- (11) 건강위험에 관한 정보는 물질안전보건자료(MSDS)를 참조한다.

5. 예방조치

5.1 대체

- (1) 가능한 한 인화점이 낮은 액체의 사용을 피하고, 인화성이 없거나 인화점이 높은 액체로 대체하여 사용한다. 이때, 근로자 건강 및 주위 환경에 더 해로운 영향을 줄 수도 있으므로 신중히 검토하여야 한다.
- (2) 대체를 검토하는 경우에는 위험성을 고려하여 결정하여야 한다.

5.2 격리

- (1) 일반적으로 인화성 액체를 사용·취급하는 장소는 다른 작업장소와 불연성 재질로 만들어진 칸막이 등으로 격리시켜야 한다.
- (2) 또한 인화성 액체를 사용·취급하는 장소와 다른 종류의 인화성물질을 취급하는 장소도 관련 법령에 따라 불연성 재질로 만들어진 칸막이 등으로 격리시켜야 한다.
- (3) 칸막이를 설치하는 경우에는 비상 대피로의 기능을 방해하지 않도록 설치하여야 한다.

5.3 분배 및 옮겨 담기

- (1) 인화성 액체의 분배 및 옮겨 담기 작업은 액체가 누출되지 않도록 안전한 조치를 강구한 후에 실시하여야 하며, 인화성 액체의 증기가 가능한 한 발생하지 않도록 작업하여야 한다.
- (2) 작업을 시행하는 경우에도 위험성 평가를 실시하고, 위험을 최소화할 수 있는 방법을 강구하여야 한다.
- (3) 위험을 최소화시키는 방법은 시스템을 밀폐구조로 만드는 것인데, 밀폐구조로 하는 것이 불가능한 경우에는 액체의 누출 및 증기의 생성을 최소화시키기 위하여 소형 안전용기를 사용할 수도 있다.
- (4) 소형 안전용기는 다음과 같은 특성 및 장치를 가지고 있는 것이어야 한다.
 - (가) 금속 또는 고강도의 플라스틱 재질로 만들어진 용기 사용(단, 플라스틱 재질로 만들어진 것은 보관할 인화성 액체에 저항성이 있어야 한다.)
 - (나) 떨어뜨렸을 때 그 충격에 견딜 수 있는 충분한 강도 및 구조
 - (다) 충전 및 배출구는 스프링의 힘에 의하여 자동으로 닫히는 뚜껑(Cap)으로 밀봉되는 구조
 - (라) 충전 및 배출구에 화염방지기 설치
 - (마) 배출구를 통한 분배용 호스 설치
 - (바) 정전기가 집적되지 않는 구조
- (5) 상부 전체가 열리도록 제작된 깡통 및 드럼은 인화성 액체의 저장 및 취급에 사용하지는 안 된다.
- (6) 인화성 액체를 저장·취급하는 깡통 및 드럼은 쉽게 열고 닫을 수 있어야 한다.
- (7) 인화성 액체를 저장·취급하는 모든 용기에는 고용노동부 고시 제2009-68호 “화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준”에 따른 표지를 부착하여야 한다.

5.4 배관 및 호스

- (1) 밸브의 씰 및 플랜지 가스킷을 포함한 인화성 액체를 취급하는 배관 시스템의 재

질은 취급하는 물질에 저항성이 있는 것을 사용하여야 하며, 관련된 코드에 적합하게 설치하여야 한다.

- (2) 플라스틱 재질 등은 취급하는 유체의 온도 유지 등과 같은 그 재질을 사용하여야 하는 특수한 이유가 있는 경우에 한하여 사용한다.
- (3) 배관시스템은 누출 가능성을 최소화하기 위하여 가능하면 용접에 의한 연결방법을 사용한다.
- (4) 배관시스템은 액체의 열팽창에 의한 과압에 충분히 견딜 수 있도록 설계하거나 액체 열팽창용 안전밸브를 설치하여야 한다.
- (5) 배관을 트렌치 내에 설치하는 경우에는 부식성이 있거나 상호 반응성이 있는 물질을 이송하는 배관을 같은 트렌치 내에 설치해서는 안 된다.
- (6) 배관과 전선을 같은 트렌치 내에 설치하는 것은 피해야 한다.
- (7) 지하에 설치하는 배관을 부식되지 않도록 배관 외부에 적절한 코팅을 하여야 한다. 이때, 플렌지 연결부위는 지하에 매설해서는 안 된다.
- (8) 신축성이 있는 호스는 인입 연결구 및 진동에 의한 손상 가능성이 있는 경우에 한하여 사용한다.

5.5 보조설비

펌프, 모터 및 보조설비는 환기가 잘 되는 장소에 설치하여야 한다.

5.6 차단밸브

- (1) 배관시스템에는 보수 및 사고에 대비하여 시스템을 차단할 수 있는 밸브를 설치하여야 한다.
- (2) 다음과 같은 부위에는 차단밸브를 설치한다.
 - (가) 외부와 연결되는 부위
 - (나) 외부에서 창고로 배관이 들어오는 부위
 - (다) 각 작업이 행해지는 끝단 부위
- (3) 밸브는 흐름을 신속히 차단할 수 있는 기능을 가진 것이어야 한다.

(4) 자동밸브를 설치하는 경우에는 고장 시에 닫히는 구조로 된 것이어야 한다.

5.7 이송시스템

- (1) 인화성 액체는 원칙적으로 배관, 펌프, 밀폐 용기 등으로 구성된 밀폐시스템에서 취급하여야 한다.
- (2) 액체 이송방법은 질소 등의 불활성 가스 압력 또는 진공흡입방식 등도 있다.
- (3) 인화성 액체를 공기 압력을 이용하여 이송해서는 안 된다.
- (4) 불활성 가스를 이용하여 이송하는 경우에는 압력을 신속히 차단할 수 있는 시스템이 설치되어야 하며, 이송 후 불활성 가스는 안전한 곳으로 배출되도록 하여야 한다.

5.8 공정지역

- (1) 공정지역 내에서는 위험도를 최소화할 수 있도록 설계 및 운전하여야 한다.
- (2) 인입배관은 가능한 한 용기 가까이에 설치하여야 한다.
- (3) 액체의 중력을 이용한 이송은 최소화하여야 한다.
- (4) 설비에 정전기가 축적되지 않도록 필요한 조치를 하여야 한다.
- (5) 배관은 사이폰 현상이 생기지 않도록 설치하여야 한다.
- (6) 용기에는 과충전 방지시스템을 설치하여야 한다. 이때, 과충전 방지시스템에는 다음과 같은 것들이 있으며, 액위경보시스템을 설치한다.
 - (가) 오버플로우
 - (나) 유량 제어설비
 - (다) 액위 제어설비 등
- (7) 공정지역에는 누출된 액체의 확산을 방지할 수 있는 방유제와 같은 설비를 설치하여야 한다.
- (8) 공정설비에는 통기관을 설치하여야 한다. 이때, 통기관의 끝단은 건물밖에 설치하

여 인화성 액체의 증기를 안전한 장소로 배출시켜야 한다.

- (9) 통기관의 크기는 KOSHA GUIDE “통기설비설치에 관한 기술지침”을 참조하여 산정한다.
- (10) 통기관에는 화염방지기를 설치하여야 하며, KOSHA GUIDE “화염방지기 설치에 관한 기술지침”을 참조한다.
- (11) 혼합, 충전, 코팅 및 세정 등의 작업은 자연 또는 강제 환기설비를 설치한 격리된 지역에서 실시하여야 한다.

6. 점화원 종류 및 관리

6.1 점화원의 종류

- (1) 인화성 액체를 저장·취급하는 장소에서는 점화원을 제거하여야 한다.
- (2) 점화원의 종류는 다음과 같다.
 - (가) 전등, 전기회로 및 전기설비
 - (나) 정전기
 - (다) 마찰 또는 스파크를 일으키는 차량
 - (라) 열 표면
 - (마) 용접 및 절단 불꽃과 같은 나화
 - (바) 흡연 등

6.2 전기설비

- (1) 인화성 액체의 증기가 존재하는 지역은 한국산업규격 KS C IEC 60079-10에 따라 가스폭발위험지역으로 지정하여야 한다.
- (2) 가스폭발위험지역에 설치하는 전기설비는 그 지역에 적합한 방폭설비등급을 갖는 것을 사용하여야 한다.

(3) 방폭전기설비는 한국산업안전보건공단의 검인증 제품을 사용하여야 한다.

(4) 가스폭발위험지역에 적합한 방폭전기설비는 다음과 같다.

(가) 0종 장소 : 본질안전방폭구조(ia)

(나) 1종 장소 : 본질안전방폭구조(ia, ib)

내압방폭구조(d)

안전증 방폭구조(e)

압력방폭구조(p)

유입방폭구조(o)

충전방폭구조(q)

몰드방폭구조(m)

(다) 2종 장소 : 비점화 방폭구조(n) 및 0종과 1종 장소에서 사용할 수 있는 것

6.3 접지

(1) 인화성 액체를 이송하거나 스프레이 시키면 정전기가 축적되므로, 정전기 축적을 방지하기 위하여 모든 설비는 접지를 하여야 한다.

(2) 접지한 설비는 주기적으로 전기저항을 측정하여 규정치 이하로 유지되고 있는지를 기록하여야 한다.

(3) 건조한 분말을 인화성 액체가 저장된 용기에 플라스틱 재질로 된 스푼(Scoop)나 슈트 등을 이용하여 투입하는 경우에 정전기에 의한 스파크를 발생하므로 주의하여야 한다.

(4) (3)항의 작업은 다음과 같은 설비를 이용하여 작업한다.

(가) 기계적인 이송시스템

(나) 이중 밸브가 설치된 호퍼시스템

(다) 드럼 접지클립이 있는 플라스틱에 전도체를 라이닝한 제품 사용

- (라) 공기차단 및 질소 퍼징
 - (마) 분체를 먼저 투입하고, 용매 투입
 - (바) 분체를 습한 슬러지로 만들어 투입
- (5) 정전기 방지용 작업화, 작업복 등 착용 및 작업장의 바닥을 정전기 방지용 재질로 시공한다.

6.4 마찰 스파크

- (1) 인화성 액체의 증기는 마찰 스파크로도 점화한다.
- (2) 폭발위험분위기 장소에서는 니켈·알루미늄 합금 등으로 만들어진 공구 즉 사용 시에 스파크가 발생되지 않는 공구를 사용하여야 하고, 주기적으로 그 기능을 점검하여야 한다.
- (3) 알루미늄과 같은 가벼운 재료의 합금은 철재의 더러운 표면에 큰 힘으로 부딪치면 스파크를 발생하며 또한 페인트에 혼합된 알루미늄 분말도 스파크를 발생할 수 있으므로 세심한 주의를 기울여야 한다.

6.5 차량의 점화원 보호

- (1) 폭발위험분위기 지역에서 사용하는 지게차 등과 같은 차량은 점화원이 될 수 있으므로 이에 대한 조치를 하여야 한다.
- (2) 인화점이 32 °C를 초과하는 액체를 취급하는 경우, 취급하는 인화성 액체를 인화점 이상으로 가열하여 취급하지 않는 지역에서는 차량에 점화원 보호조치를 하지 않아도 된다.

6.6 표면가열

- (1) 폭발위험분위기 지역에서는 뜨거운 물을 이용한 라디에이터 등을 사용하여 가열하는 방법과 같은 간접 가열방식을 사용하여야 한다.
- (2) 전기 라디에이터를 이용하여 가열하는 경우, 전기 라디에이터는 방폭검증을 받은 제품을 사용하여야 한다.

- (3) 표면가열 시 노출된 표면의 온도는 자연발화온도를 초과해서는 안 된다.
- (4) 표면가열 시에는 가열 중에 생성된 증기가 액체 표면에 축적되지 않도록 조치하여야 한다.

6.7 화기작업 및 냉간절단작업

- (1) 많은 사고는 인화성 액체 찌꺼기가 남아 있거나 그 액체의 증기가 존재하는 용기에서 용접·절단과 같은 점화원에 의하여 일어난다.
- (2) 열 작업은 화기작업허가절차에 따라 작업허가를 얻은 후에 실시하여야 한다.
- (3) 화기작업허가절차를 문서화하여 보관하여야 하며, 화기작업허가절차는 KOSHA GUIDE “안전작업 허가지침”을 참조하여 작성한다.
- (4) 화기작업은 인화성 액체 및 그 증기를 완전히 제거한 후에 실시하여야 한다.
- (5) 화기작업은 지정된 관리자가 작업 가능 여부를 확인한 후에 실시하여야 한다.
- (6) 화기절단작업 대신에 냉간절단작업으로 가능하면 대체하는 것이 좋다.
- (7) 냉간절단작업에는 다음과 같은 방법이 있다.
 - (가) 수압 또는 공기압을 이용한 절단기 및 톱
 - (나) 공기압 끌
 - (다) 고압 워터 제트

6.8 흡연

- (1) 폭발위험분위기 장소에서는 절대로 흡연을 해서는 안 된다.
- (2) 사업장 내에는 필요한 경우 흡연지역을 지정하여 이 장소에서만 흡연하도록 하여야 한다.
- (3) 흡연장소에는 담배꽂이를 안전하게 버릴 수 있도록 모래가 채워진 드럼통 등을 비치하여야 한다.

7. 배기 및 건강상의 예방조치

7.1 배기

- (1) 인화성 액체를 취급하는 장소는 누출된 인화성 액체의 증기가 안전한 농도 이하로 유지되도록 배기를 하여야 한다.
- (2) 배기설비의 용량은 시간당 6회 이상 치환할 수 있어야 한다.
- (3) 배기 용량은 누출된 물질의 농도를 그 물질의 폭발하한 이하로 유지할 수 있어야 할 뿐 아니라 작업자가 출입하는 장소는 그 물질의 노출기준 이하로 유지할 수 있어야 한다.
- (4) 배기설비의 제어풍속은 산업안전보건기준에 관한 규칙 <별표 13>에서 규정하는 수치 이상이어야 한다.
- (5) 부츠, 캐비닛 및 밀폐된 공간은 인화성 액체 증기의 폭발하한의 25 % 이내로 유지될 수 있도록 배기시켜야 한다.
- (6) 배기 배출구는 안전한 장소에 설치하여야 한다.
- (7) 배기 덕트는 인화성 액체의 증기가 덕트 내부에서 응축되지 않도록 설치하고, 덕트의 낮은 곳에는 응축 액체를 드레인 시킬 수 있는 설비를 설치하여야 한다.
- (8) 배기용 팬을 스크러머 전단에 설치하는 경우에는 팬은 스파크가 발생되지 않는 구조로 된 것이어야 한다.

7.2 건강상의 조치

- (1) 취급하는 인화성 액체가 근로자에게 건강상 장해를 일으키는 물질인 경우에는 그 물질의 물질안전보건자료에서 요구하는 개인보호구를 비치하여야 한다.
- (2) 필요한 경우에는 아이 샤워 및 비상 샤워 설비를 설치하여야 한다.

8. 유지 및 보수

- (1) 인화성 액체 관련된 사고는 배관시스템의 개방, 용기 출입, 화기작업 등과 같은 유

지·보수 작업 중에 일어나는 경우가 많다.

- (2) 설비 또는 인화성 액체의 위험성을 잘 인지하지 못하고 있는 외부 작업자에 의하여 유지·보수 작업을 실시하는 경우에 사고의 위험성이 더 커진다.
- (3) 다음과 같은 조치가 이루어지기 전에는 유지·보수 작업을 시작해서는 안 된다.
 - (가) 가능한 위험에 대한 확인 및 평가
 - (나) 필요한 조치의 내용 확정 및 조치의 실행
 - (다) 필요한 안전장구의 준비 및 지급
 - (라) 적절하고 명확한 절차의 준비
- (4) 유지·보수 작업장소는 인화성 액체 및 그 증기는 작업 시작 전에 완벽하게 제거하여야 하며, 용기 및 배관은 완벽하게 격리 차단시켜야 한다.

9. 인화성 액체의 폐기

- (1) 인화성 액체의 폐기물은 안전하고 환경오염을 발생시키지 않도록 처리하여야 한다.
- (2) 폐기물의 성분이 서로 섞여도 위험을 야기하지 않는다는 것을 파악하기 전에는 다른 공정에서 수집된 액체 폐기물은 서로 혼합하여서는 안 된다.
- (3) 액체 폐기물은 증류 등의 방법을 활용하여 회수할 수 있다.
- (4) 이 경우에 니트로셀룰로오스가 함유된 액체 폐기물을 회수할 경우에는 전문가의 자문을 받아야 한다.

10. 화재 예방

- (1) 인화성 액체를 저장·취급 설비에서 화재가 일어날 확률 및 확산 등은 다음과 같은 방법으로 최소화할 수 있다.
 - (가) 적절한 설계 및 배치
 - (나) 적절한 엔지니어링

- (다) 숙련된 운전경험
- (라) 적절한 정상운전 및 비상운전 절차
- (2) 화재 시에 피해를 최소화하기 위하여 다음과 같은 조치를 취하여야 한다.
 - (가) 대피로
 - (나) 대피로 이용방법
 - (다) 화재경보 및 대피 경보시스템
 - (라) (가)항에서 (다)항에 대한 철저한 유지 및 교육
- (3) 초기에 화재를 진압하기 위하여 소화기를 적절한 곳에 비치하여야 한다.

11. 교육 등

- (1) 인화성 액체의 저장·취급 시에는 적절한 교육과 정보를 공유하여야 한다.
- (2) 현장의 모든 관리자는 저장·취급하는 인화성 액체에 대한 정보 및 점화원의 격리 등에 대하여 알고 있어야 한다.
- (3) 다음 사항을 정기적으로 교육하여야 한다.
 - (가) 저장·취급하는 인화성 액체의 종류, 특성 및 위험성
 - (나) 안전한 인화성 액체의 취급 및 설비 운전에 필요한 절차
 - (다) 개인보호구의 사용법
 - (라) 아차사고 등을 포함한 사고 보고
 - (마) 공정설비에 대한 특수사항
 - (바) 비상조치절차

12. 비상조치

- (1) 사고발생 초기에 피해를 최소화시키기 위하여 비상조치 계획 및 절차를 문서화하

여 비치하여야 한다.

(2) 비상조치절차에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

(가) 경보 발령

(나) 비상대응기관과 연락방법

(다) 화재 진화 및 누출확산 방지

(라) 설비의 비상정비

(마) 근로자의 안전한 대피

(3) 비상조치절차는 KOSHA GUIDE “비상조치계획 수립지침”을 참조하여 작성한다.