

KOSHA GUIDE

P - 26 - 2012

인화성 액체의 혼합작업에 관한 기술지침

2012. 7.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자: 강 미 진

○ 개정자 : 최 이 략

○ 제 · 개정 경과

- 2010년 08월 화학안전분야 제정위원회 심의(제정)
- 2012년 7월 총괄 제정위원회 심의(개정, 범규개정조항 반영)

○ 관련 규격 및 자료

- Loss Prevention Data 7-36, 1989

○ 기술지침의 적용 및 문의

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

공표일자: 2012년 7월 18일

제 정 자: 한국산업안전보건공단 이사장

인화성 액체의 혼합작업에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 페인트, 바니쉬, 락카, 프린트 잉크, 접착제 및 인화성 액체를 포함하는 물질을 제조 취급 사용할 때 사용되는 인화성 액체의 혼합작업을 안전하게 수행하는 방법을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 페인트, 바니쉬, 락카, 프린트잉크, 접착제 및 인화성액체를 포함하는 물질을 제조, 취급 및 사용할 때 사용되는 인화성 액체의 혼합작업에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다

(가) “봉상주수 (Solid-stream)”라 함은 소화전 호스의 관창을 조작하여 물줄기가 봉 모양으로 직사하도록 분무하는 형상을 말한다. 봉상주수는 목재 등 일반화재의 소화에 쓰인다.

(나) “자기폐쇄수도꼭지(Self-closing faucet)”라 함은 주어진 유량의 한계를 벗어날 경우에는 스스로 폐쇄되는 수도꼭지를 말한다.

(2) 그 밖에 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. 위험 요인

(1) 인화성 물질과 관계되는 화재·폭발의 위험정도는 인화성 액체의 양, 그의 인화점, 취급방법 및 사용장소, 환기, 밀폐정도 그리고 인화성 액체 및 실내온도에 영향을 받는다.

(2) 인화성 액체를 다루는 곳에는 어디서나 화재의 위험이 존재한다. 특히 실온에서 존재하는 실내 폭발위험은 다음과 같은 상황이 존재할 때 발생한다.

(가) 혼합작업을 실시하려는 작업실 온도보다 낮은 인화점을 가지는 액체가 누출되거나 증기가 발생한 경우

(나) 실온 이상의 인화점을 가진 물질이 화학반응이나 교반에 의한 마찰로 인화점 이상으로 가열되는 경우

(다) 인화점(밀폐식)이 149 °C 이하인 물질을 끓는점에서 취급하거나 끓는점까지 가열하는 경우

(라) 폭발위험이 있는 설비가 실내 공간의 10% 이상 차지하는 경우

(3) 실온보다 높은 인화점을 가지는 인화성 액체라고 하여도 이 액체의 분무 등에 의하여 미스트가 떠 있거나 실온이 낮아져서 미스트가 생길 때에는 이로 인한 화재나 폭발이 가능하다. 그러나 이러한 특별한 상황을 제외하면, 높은 인화점을 갖는 인화성 액체가 누출되어도 실내 공간에서 폭발이 일어나기는 쉽지 않다.

5. 안전시설 및 작업자 교육

5.1 위치 및 시공

5.1.1 일반사항

(1) 혼합작업이 폭발위험을 가지고 있거나 저층에서 심각한 수손(Water-damage)에 직면할 가능성이 있을 때는 주건물(Main building)에 작업장을 배치하지 않는 것이 좋다.

(2) 혼합실은 인화성 액체에 관한 일반적인 안전작업 지침 및 설비설치 기준을 따른다.

5.1.2 혼합실 위치 선정기준

(1) 실외에서 작업하는 경우 중요한 건축물로부터 최소한 22.5 m 떨어진 곳에 위치하여야 한다.

- (2) 액체의 부피가 5.7 m^3 이하이고 화재위험만 존재할 때에는 주건물로부터 최소 7.5 m의 공간을 유지한다.
- (3) 지하실이나 지하공간이 없는 독립된 1층 건물이 아닌 경우에는 다음 사항을 참조하여 위치를 선정하는 것이 바람직하다.
- (가) 단지 화재위험만 존재하는 곳에는 5.1.2항의 (1)호 내지 (2)호를 준수한다.
 - (나) 만약 야적공간이 부족하여 좀 더 가까운 곳에 배치하는 경우에는 1시간 내화성을 갖는 방호벽을 설치하도록 한다.
 - (다) 인화성 액체의 취급량이 5.7 m^3 이상인 경우는 1등급(Class I) 노출로 하고, 5.7 m^3 미만인 경우는 2등급(Class II) 노출로 분류하여 각 규정에 적합한 노출벽을 설치한다. 다만, 노출건물에 스프링클러가 설치된다면 노출은 한 등급씩 낮춘다.
 - (라) 실내 폭발위험이 존재할 때 폭발위험에 노출되는 빌딩은 주건물에서 적어도 22.5 m 떨어진 곳에 있어야 하며, 손상제한구조(Damage-limiting)를 갖추어야 한다. 이러한 구조는 압력완화벽(방출판넬)이나 가벼운 재질(Sheathing)로 된 강철 틀(Steel frame)과 같은 지붕을 포함한다. 여기서 강철틀 지붕은 강화콘크리트, 금속제소형구조물(Metal-lath-and-plaster)과 단열금속, 강화 콘크리트 블록 또는 이들의 조합과 같은 내압구조지붕을 의미한다.
 - (마) 압력완화벽 또는 지붕은 보통 0.96 kPa의 내부압력에 파괴될 수 있도록 설계되어야 한다. 압력완화지붕은 금속이나 인증된(Approved) 플라스틱으로 하여야 한다. 석판(Slabs), 주입덱(Poured decks) 또는 조립지붕덮개(Built-up roof covering)가 달린 단열덱트는 환기에 실질적이지 못하다. 내압벽은 예견된 폭발력에 견딜 수 있어야 한다.
 - (바) 특별한 사항이 없으면 내압벽은 최소 4.8 kPa에 견딜 수 있도록 한다. 22.5 m 공간이 제공될 수 없으면 구조적 구조재(Structural member)와 바닥이 잘 접속된 내화 및 내압구조벽 또는 노출벽을 만든다. 다층 주건물의 7.5 m 이내에 있으면 지붕 또는 노출벽은 내화재 및 내압의 구조로 하여야 한다.
 - (사) 압력완화벽(Pressure relieving wall)이 설치되면 부가적인 폭발방산구(Explosion venting)는 필요 없으나, 내압구조의 건물 내에 폭발위험이 존재할 때에는 적어도 실내 용적 15 m^3 당 1 m^3 의 방출 면적의 방산구를 설치한다.
 - (아) 폭발방산구는 금속이나 인증된 플라스틱 판넬 또는 폭발방산 창을 이용한다.

방산구는 중요한 건물 또는 시설에 노출되어서는 안 된다. 특히 타일, 콘크리트 블록 또는 석면 또는 콘크리트 판자(Plank)와 같이 쉽게 부서지지 않는 지붕과 같은 내하중 벽(Load-bearing wall)은 피한다.

(4) 혼합실이 주건물의 실내에 위치해야 할 때에는 다음의 상황을 충족하도록 한다.

(가) 화재 위험만 존재하고 액체의 인화점(밀폐식)이 93 °C 이하일 때에는 적어도 1 시간 내화 등급을 가진 방화격벽으로 혼합실을 차단한다.

(나) 액체의 인화점이 93 °C보다 높고 물 공급 설비가 적절한 곳에는 혼합작업장 주변에 4인치 경계턱 또는 격자덮개 배수도랑(Grating-covered drainage trenches)을 설치하는 것이 좋다.

(다) 실내 폭발위험이 존재하고 작업이 주건물 안에서 진행된다면 작업실은 벽 외부에 위치하게 하고 노출되는 작업공간을 수평 및 수직으로 내화재 및 압력 구조로 차단한다.

① 외벽 및 지붕은 최대 폭발 방산구를 설치한다.

② 방산구는 작업실용적 7.7 m³ 당 1 m²로 하는 것이 좋다.

③ 방산구는 다른 건물이나 설비에 노출되지 않도록 한다.

(라) 작업실은 지하실이나 지하 공간이 있는 건물은 피한다. 만약 피할 수 없다면 지하공간을 매우거나 완벽한 차단 막에 의하여 격리하고, 바닥은 방수가 잘 되도록 한다.

① 작업공간에 인화성 액체나 인화성 액체를 포함하는 설비 또는 파이프가 통과 하여서는 안 된다.

② 지하공간에서 혼합작업을 실시하여서는 안 된다.

(5) 혼합작업실 바닥 및 경계턱 지역은 방수구조로 하고 원활한 배수를 위해 1 m에 8 mm의 경사를 두도록 한다.

(가) 드레인은 최대 인화성 액체누설에 스프링클러 및 소화전 유량으로부터의 물을 더한 양을 취급할 수 있는 크기여야 한다.

(나) 트랩(Trapped) 배수는 실외 분리 탱크 또는 적절한 처리소로 유도되어야 한다.

(다) 벽 배수구(Scuppers)는 그 배출이 다른 시설 등에 노출되지 않도록 비상 배수를 허용해야 한다.

(라) 인화성 액체 배수가 설비 아래를 지나가지 않도록 설비를 배치하여야 한다.

5.2 설비 안전장치

(1) 인화성 액체의 노출 표면을 최소로 하거나 밀폐할 수 있는 설비를 사용한다.

(2) 모든 설비를 적절하게 설치한다.

(가) 화재위험만 존재하는 곳에는 내용물의 최대압력에 통상의 부식 및 마모 계수를 더하여 설계한다.

(나) 설비 폭발 위험이 있는 곳에는 절대운전압력의 6배로 설계하거나 방산구를 설치하며, <표 1>을 참조한다.

- ① 방산구를 설치할 때는 방습 덮개 및 옥외로 향한 개별 방산구를 설치하도록 한다.
- ② 방산라인에는 역화방지기를 부착한다.
- ③ 증기공간은 불활성화가 바람직하므로, 설비는 서비스가 종료될 때와 서비스 시설로 재 저장될 때 폭발범위 형성을 피하기 위하여 불활성가스로 퍼지하여야 한다.
- ④ 컨테이너 길이는 그 폭의 3배를 초과하지 않도록 하는 것이 중요하다.

<표 1> 내부절대압력과 최소 방산면적의 비

최대 절대운전압력에 대한 설비의 최대 강도의 90%에서 내부절대압력의 비	최소 방산(vent) 비(ratio)	
	[m ² /m ³]	[ft ² /ft ³]
6	None	None
5	1 / 120	1 / 400
4	1 / 60	1 / 200
3	1 / 30	1 / 100
2	1 / 15	1 / 5
1 $\frac{1}{2}$	1 / 7.5	1 / 25
1	1 / 3	1 / 10

(다) 위에서 권장한 설비의 폭발 방산 비에 따라 방산구가 설치되지 않을 때에는 설

비 안에 불활성 분위기를 제공 및 유지하도록 불활성 가스를 지속적으로 보충하여야 한다. 만약 불활성 분위기가 유지될 수 없다면 운전자에게 고도의 훈련을 실시하고 가능한 폭발 방호시스템을 설치한다.

- (3) 강화콘크리트 또는 방호된 강철 지주를 설치하는 것이 좋다. 주 설비에 노출된 강철 지주는 자동 물분무설비나 스프링클러에 의하여 방호되고 실내 폭발 위험이 없을 때에만 수용할 수 있다.
- (4) 익류(Overflow) 배수관을 설치한다. 다만, 스프링클러 및 소화전 유량을 막을 수 있는 방습덮개가 설치되어 있고, 탱크를 충전할 때 익류를 방지할 수 있는 탱크의 경우에는 예외가 있을 수 있다. 소형 이동식 혼합 탱크에 익류설비가 필요하다면 물을 배출하고 인화성 액체를 가둘 자기 저장 드레인이 설치되어야 한다.
- (5) 가열을 할 때에는 스팀, 온수, 유기열매체, 또는 나염을 제외한 다른 수단을 사용한다.
 - (가) 작업자가 설비의 상태를 확인하기 위하여 연속 온도기록 장치를 설치하되, 가능한 한 자동조절 가열 장치를 설치한다. 다만, 고온에서는 차단 할 수 있도록 한다.
 - (나) 배관이나 가열 코일의 온도는 인화성 액체의 발화온도 미만으로 유지하도록 한다.
- (6) 인화성 액체의 펌핑 및 배관 시스템은 관련 작업 실무지침을 따라야 한다. 물질 이송시스템은 혼합 작업 시 요구사항과 부합한 최소 입출압력을 유지하도록 설계한다.
- (7) 저장과 혼합을 분리하여 혼합지역 안의 인화성 액체의 저장량은 한 근무조가 사용할 최소량으로 한다.
- (8) 드럼에서 인화성 액체를 다른 설비로 이송(Dispensing)할 때에는 드럼펌프나 자기 폐쇄수도꼭지(Self-closing Faucet)를 사용한다. 다만, 인화점이 43 ℃ 미만인 액체의 경우에는 안전마개(Bung)를 사용한다.
- (9) 계량 탱크에 안전장치를 설치하되 인화성 액체의 펌핑 및 배관 시스템에 대한 실무 규정에 따른다.
- (10) 꼭 필요한 경우에는 감시창을 설치한다.

5.3 환기

- (1) 인화점이 43 °C 이하이거나 혹은 149 °C 미만인 인화성 액체를 인화점 이상으로 가열하는 경우 바닥 면적 1 m²에 대해 분당 0.3 m³의 공기를 배출할 수 있는 연속 기계적 환기장치를 설치한다.
 - (가) 공기 순환의 우회를 방지할 수 있도록 조정된 적절한 공기 주입구를 벽 외부에 설치한다. 만약 다른 공장 지역에서 공기를 채취할 필요가 있다면 벽이나 구획 벽의 주입구 개방 지점에 자동폐쇄 화재서터 또는 댐퍼를 설치한다.
 - ① 환기를 위한 실내 공기의 흡입은 장치의 기저 및 피트 가까이에서 실시한다.
 - ② 배기 팬은 작업설비에 공급할 전력과 연동한다.
 - (나) 저인화점 물질이나 가열된 액체를 공기 중으로 방출하는 배기가스 환기장치는 장치로부터 0.6 m 이내에서 배기가스의 농도가 폭발하한의 25%를 초과하지 않도록 인화성 증기농도를 제한하여야 한다.
- (2) 자연환기는 43 °C 보다 높은 인화점을 가지는 비 가열액체나 149 °C 보다 높은 인화점을 가지는 가열된 액체의 경우에 허용된다. 이때 환기장치는 바닥 면적 500 m²(ft²)당 1 m³(ft³)의 입구면적의 환기장치를 설치한다.
- (3) 독성이 있는 용제의 환기장치는 위에서 권장한 것 이상의 환기율을 요구한다.

5.4 발화원

- (1) 인화성 액체의 혼합작업을 실시하는 지역에서 열적, 기계적인 발화원을 제거한다.
- (2) 위험지역의 전기설비는 방폭구조로 한다.
- (3) 43 °C 미만의 인화점을 가지는 인화성 액체를 취급하는 설비는 전기 접속 및 접지를 실시하여야 한다.
- (4) 전기 용접 및 용단 작업을 제어하기 위한 작업허가 제도를 실시한다.
 - (가) 용단 및 용접을 실시하는 동안 혼합지역 내의 혼합장치를 이동한다.
 - (나) 가능하다면 기계적 절단 방법을 이용하고, 이렇게 할 수 없을 때에는 설비 안의 모든 물질을 배출시키고(Drain) 스팀 청정(Steam clean)을 실시하고, 모든 배관을 비우고 환기를 실시한다.

- (다) 스프링클러가 작동되는지 이중으로 확인한다.
- (라) 10.5 m 이내의 모든 가연물은 없애거나 불연재로 충분히 덮고 화재감시인을 배치한다.
- (5) 가열을 실시할 때에는 발화원이 될 수 없는 스팀이나 다른 열매체와 같은 실내 가열시스템을 이용한다.
- (가) 가열장치가 혼합 지역의 외부에 위치하고 공기의 재순환이 없다면 직화식 가스-공기 히터의 사용도 수용할 수 있다.
- (나) 스팀 또는 온수의 온도는 발화온도 미만으로 유지하도록 한다.
- (다) 43℃ 이하의 인화점을 가지는 물질을 사용하는 경우의 가열장치는 바닥 위 1.2 m 위치에 설치한다.
- (라) 방폭 전기라디에이터나 승인된 촉매히터를 사용할 수 있다.

5.5 방호 장치

- (1) 다음과 같은 상황에는 적절한 스프링클러 등 방호장치를 설치한다.
 - (가) 93 ℃ 이하의 인화점을 가지는 액체가 있는 상급위험용도(Extra-hazard occupancy)
 - (나) 93 ℃보다 높은 인화점을 가지는 보통위험용도
- (2) 실내 폭발 위험이 있을 때에는 스프링클러 배관, 밸브, 관부속품에 대한 방호조치를 실시하도록 한다.
- (3) 대량의 물에 손상을 입을 수 있는 고가 물질의 혼합작업 또는 플랜트 생산에 아주 중요한 물질의 혼합작업에는 자동 이산화탄소 및 화학포 등의 소방시설을 설치한다.
 - (가) 탱크가 완전히 개방되어있는 경우에는 고정소방시스템이 설치되어야 한다.
- (4) 소화기 및 스프레이와 봉상주수(Solid-stream) 노즐이 달린 호스를 제공한다.
- (5) 혼합실을 점검할 순찰자를 배치하여, 일과 후 첫 순찰 시에는 설비가 정지되고 인화성 액체흐름을 제어하는 밸브가 닫혀져 있는지를 확인한다.

5.6 유지관리 및 근로자 훈련

- (1) 작업자에게 설비의 안전 운전에 관한 훈련을 실시한다.
- (2) 작업자 및 소방원에게 위험물의 누출, 화재 또는 폭발 시 준수해야 할 적절한 비상 절차에 관한 훈련을 실시하며, 공공소방서와 연계한 연합소방훈련 계획을 수립한다.
- (3) 설비가 최선의 상태로 유지하도록 설계된 예방정비 프로그램을 수립한다.
- (4) 고도의 정리정돈기준을 수립한다.
 - (가) 누출물은 신속히 씻어낸다.
 - (나) 폐기물을 담아놓는 덮개가 있는 금속제 용기를 준비하고 폐기물은 최소한 매일 제거한다.
- (5) 복도는 소방을 위한 인력과 장비의 이동에 방해되지 않도록 개방되어 있도록 한다.
- (6) 이황화탄소나 저 발화온도액체가 존재할 때에는 방폭공구를 사용한다.