KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE 기술지원규정

산화에틸렌 등의 취급설비의 안전에 관한 기술지원규정 C-C-4-2025

한국산업안전보건공단

기술지원규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을 이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 규정임

기술지원규정의 개요

○ 작성자 : 전병두
○ 개정자 : 한국안전문화진흥원 장 희

○ 제정 경과
- 2014년 6월 화학안전분야 제정위원회 심의(제정)
- 2024년 9월 화학안전분야 개정윈원회 심의(개정)
- 2024년 11월 화학안전분야 전문위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영 등)
- 2025년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영 등)

○ 관련 규격 및 자료
- 미국 FM Loss Prevention Data Sheets 7-92, “Ethylene Oxide”, 2007
- 미국 FM Loss Prevention Data Sheets 1-44, “Damage-limiting Construction”, 2008
- KS B 6750, “압력용기 설계 및 제조일반”
- KS C IEC 60079-10-1, KS C IEC 60079-14
- KOSHA GUIDE「안전밸브 등의 배출용량 산정 및 설치 등에 관한 기술지원규정」
- KOSHA GUIDE 「배관계통의 공정설계에 관한 기술지침」
- KOSHA GUIDE 「유해·위험물 탱크로리의 검사 및 입·출하 등에 관한 기술지침」
- 화학테러·사고 예방을 위한 취약시설 사고예측 정보 구축(Ⅲ), 환경부 화학물질안전원, 2020
- Propylene Oxide Product Safety Bulletin, LyondellBasell, Nederland, 2020
- Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Engineering, John Willey & Sons, 2004

○ 기술지원규정의 적용 및 문의
- 이 기술지원규정에 대한 의견 또는 문의는 산업안전포털 홈페이지(portal.kosha.or.kr)의 기술지원규정(KOSHA GUIDE) 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 규정 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2025년 3월 26일
제 정 자 : 한국산업안전보건공단

목 차

1. 목 적 ····· 1

2. 적용범위 ····· 1

3. 용어의 정의 ····· 1

4. 산화에틸렌 안전조치 등 ····· 2
4.1 산화에틸렌의 물리화학적 특성
4.2 산화에틸렌·공기·희석기체 혼합물
4.3 산화에틸렌의 일반적인 안전조치
4.4 산화에틸렌 저장설비 등의 안전조치
4.5 산화에틸렌 살균설비 등 사용설비의 안전조치

5. 산화프로필렌 안전조치 등 ····· 22
5.1 산화프로필렌 물리화학적 특정
5.2 산화프로필렌·공기·희석기체 혼합물
5.3 산화프로필렌 저장탱크의 일반적인 안전조치
5.4 산화프로필렌 입하작업 안전관리
5.5 산화프로필렌 출하작업 안전관리

6. 아세트알데히드 안전조치 등 ····· 34
6.1 아세트알데히드 물리화학적 특성
6.2 아세트알데히드 일반적인 안전조치

부록 1. 피해 제한 구조(Damage-limiting construction) ····· 40

산화에틸렌 등의 취급설비의 안전에 관한 기술지원규정

1. 목적

이 규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 제229조(산화에틸렌 등의 취급) 등의 규정에 의거 인화성 물질인 산화에틸렌, 산화프로필렌 및 아세트알데히드를 저장 및 취급설비와 그 부속설비에서 화재·폭발의 예방 및 피해를 최소화하기 위한 안전조치에 필요한 사항을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 규정은 산화에틸렌, 산화프로필렌 및 아세트알데히드를 화학설비, 탱크로리, 드럼 등에 주입하는 작업을 하는 경우는 미리 그 내부의 불활성가스가 아닌 가스나 증기를 불활성 가스로 바꾸는 등 안전한 조치를 하는데 적용되며, 소화설비 고장, 안전장치 고장 또는 작업절차 오류 등에 의한 사고예방에는 적용되지 않는다.

3. 용어의 정의

(1) 이 규정에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “블랭킷 (Blanket)”이라 함은 액체상태의 물질을 저장 또는 취급하는 용기내의 액체 상부 기상공간에 질소 등의 불활성 기체를 투입하여 압력을 조절해 기상공간에서 폭발 분위기 조성을 방지하는 것을 말한다.

(나) “피해제한구조 (Damage-limiting construction)”라 함은 밀폐된 작업장에서 인화성 가스/공기 혼합물의 폭연 발생에 대비하여 벤트면적과 건축물의 내압설계를 조합하여 피해를 제한할 수 있도록 한 건축물 구조를 말하며, 산화에틸렌 취급 작업장의 피해제한구조는 <부록 1>에 따른다.

(다) “혼합물 (Mixture)”이라 함은 폭발범위를 좁히고 분해 위험성을 줄이기 위해 산화에틸렌을 질소, 이산화탄소, 스팀, 메탄 등의 희석기체와 혼합한 상태를 말한다.

(라) “고장모드 (Failure mode)”라 함은 자동조절밸브의 구동용 압축공기 공급이 중단되었을 경우 밸브의 상태를 말한다.

(마) “입출하 설비 (Loading and unloading station)”라 함은 탱크로리에서 저장탱크로 이송하거나, 반대의 작업을 하는 탱크로리의 정차 장소를 포함한 이송 배관 및 밸브 등 부속설비를 말한다.

(바) “살균공정 (Sterilization process)”이라 함은 박테리아, 곰팡이, 바이러스를 포함한 모든 생명체를 제거하는 공정으로 이 규정에서는 산화에틸렌을 이용하여 의료장비 등을 처리하는 공정을 말한다.

(사) “내력벽 (Loadbearing wall)”이라 함은 벽에 부과되는 하중을 건축물의 기초에 전달하여 견딜 수 있는 구조의 벽을 말한다.

(2) 그 밖에 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 의한다.

4. 산화에틸렌 안전조치 등

4.1 산화에틸렌의 물리화학적 특성

(1) 액화가스의 상태로 주로 취급되며, 물리화학적 성질은 <표 1>과 같다.

<표 1> 산화에틸렌의 물리화학적 성질

화학구조	H2C CH2 O	용해도	수용성 (100 g/ 100 ㎖)
분자량	44.05	증발잠열(101 ㎪)	569 kJ/kg
녹는점(101 ㎪)	-112.2 ℃	인화점	-29 ℃ 미만
끓는점(101 ㎪)	10.4 ℃	폭발한계(27～38 ℃, 100～200 ㎪)	3.0～100 %
액체 비중(20 ℃)	0.871	자연발화온도(101 ㎪)	429 ℃
액체 밀도(20 ℃)	871 kg/㎥	연소열	29,400 kJ/kg
증기압(20 ℃)	146 ㎪	자연 분해온도(101 ㎪)	571 ℃
기체 비중(40 ℃)	1.49	분해열(기체)	161 kJ/kg
기체 밀도(40 ℃)	1.68 kg/㎥	임계온도	198.8 ℃
비체적(40 ℃, 101 ㎪)	0.595 ㎥/kg	임계압력	7,190 ㎪

(2) 에폭시에탄(Epoxyethane) 또는 옥시레인(Oxirane)으로도 명명되는 산화에틸렌은 -C-O-C의

결합력이 약하기 때문에 반응성이 높아 폴리산화에틸렌(Poyet-hylene oxide), 에틸렌글리콜(Ethylene glycol), 글리콜 이써(Glycol ethers), 폴리에스테르 (Polyesters) 등의 물질을 제조하는 중간체로 사용되며, 또한 살균제 및 소독제로 사용된다.

(3) 증기는 불안정하여 폭발적으로 분해될 위험성이 높아 저장 및 취급 시 다음 각 호와 같은 화재·폭발의 위험이 있으며, 또한 개방계 증기운 폭발 위험이 높은 대표적인 물질이므로 증기운 폭발 발생 가능성이 있을 경우 예방 조치를 하여야 한다.

(가) 액체 또는 증기에 의한 화재
(나) 밀폐 공간에서의 폭연
(다) 폭주반응에 따른 발열로 저장용기의 과압
(라) 증기의 분해(고온·고압에서는 액상 분해도 가능)
(마) 대량 누출 시 증기운 폭발

(4) 폭발범위는 약 3~100 %이며, 공기 중 농도가 80 %를 초과하면 발열과 함께 분해된다.

(5) 폭발범위를 좁히고 분해 위험성을 줄이기 위해 질소, 이산화탄소, 스팀, 메탄 등으로 희석하여 사용하는 것이 일반적이며, 수용성이므로 액상 화재 시에는 산화에틸렌 양의 22배의 물을 뿌려 진화 할 수 있다.

(6) 다양한 농도의 혼합물이 상업적으로 사용되고 있으며, 희석된 혼합물은 조성에 따라 인화성, 비인화성으로 구분된다.

(7) 중량 65 % 이상인 일부 혼합물은 밀폐용기 내에서 인화성 증기와 평형을 이루는 경우도 있으며, 이런 혼합물은 순수한 산화에틸렌과 동일한 위험성이 있으므로 동일한 안전조치를 하여야 한다.

(8) 산화에틸렌은 분해반응식은 다음과 같으며, 분해 시 발열한다.

$$C_2H_4O \rightarrow aCH_4 + CO + 2(1-a)H_2 + (1-a)C$$

500 ℃ 이상에서는 촉매가 존재하지 않아도 분해반응이 진행되며, 녹 또는 소량의 오염물질 등 불순물이 존재할 경우 분해반응 개시온도는 현저하게 낮아진다.

(9) 80 ℃를 초과할 경우 15~104 atm범위에서는 액상에서도 분해반응이 일어날 수 있으며, 104~208 atm범위에서는 22 ℃를 초과하면 분해반응이 일어날 수 있다.

(10) 불순물은 중합반응을 촉진할 수 있으며, 이 경우 심한 발열 및 압력상승으로 인하여 폭주반응으로 진행될 위험이 있다.

(11) 사고사례 분석결과 주요 사고원인은 공정제어 실패, 오염, 블랭킷 실패, 토출측 밸브를 잠근 상태에서 펌프 가동 및 운전자 조작실수로 파악되었다.

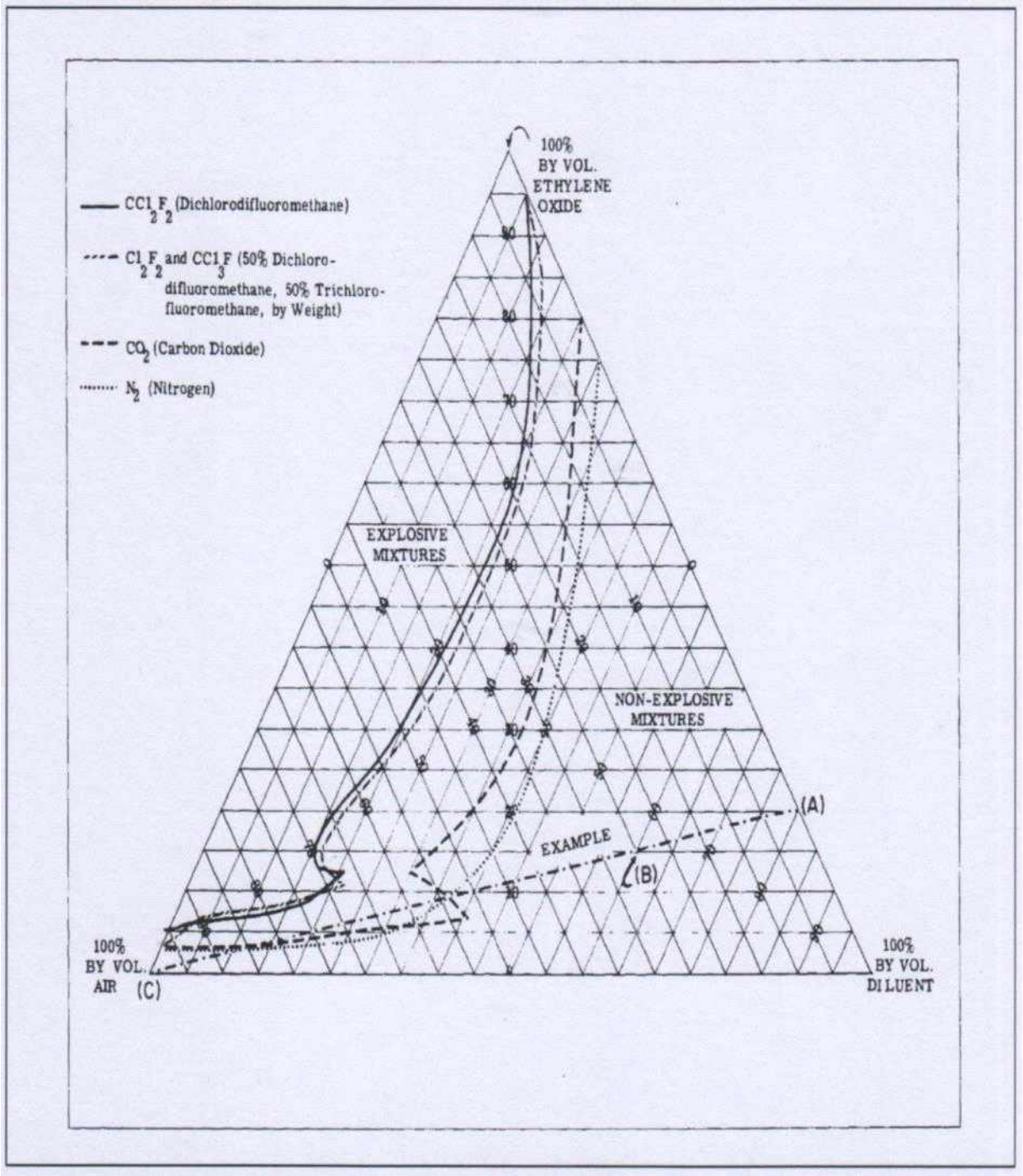
4.2 산화에틸렌·공기·희석기체 혼합물

(1) 38 ℃ 및 1 atm미만에서 산화에틸렌/공기/희석기체 혼합물 내 산화에틸렌 증기의 폭발범위는 <그림 1>과 같다.

(2) 온도 및 압력이 상승하면 폭발범위가 넓어지며, 반대로 온도 및 압력이 낮아지면 폭발범위는 좁아진다.

(3) <그림 1>의 해석방법은 다음과 같다.

(가) 20:80(산화에틸렌:희석기체)의 혼합물이 공기와 자유롭게 섞이면 조성은 20:80:0(산화에틸렌:희석기체:공기)인 “점 A”에서 100:0:0(공기:산화에틸렌:희석기체)인 “점 C”로 변할 것이다. 이때 “점 A”와 ”점 C”의 연결선 상에 위치한 “점 B” 에서의 조성은 15:60:25(산화에틸렌:희석기체:공기)이며, 폭발범위에 포함되지 않는다.



<그림 1> 혼합물의 폭발범의(참조 FM 7-92)

(38 ℃, 100 ㎪ 이하에서의 값으로, 온도 및 압력이 높아지면 폭발범위는 넓어짐)

(나) 위의 혼합물이 공기와 계속 혼합될 경우, 희석기체가 질소 또는 이산화탄소이면 폭발 범위내로 들어가나, 희석기체가 디클로로디플로우르메탄(Dichloro-fluoromethane) 또는 디클로로디플로우르메탄 - 트리클로로플루오르메탄 혼합물(Dichlorodifluoromethane- trichlorofluoromethane)일 경우는 그러하지 않는다.

(4) 가압하여 액화한 혼합물은 <표 2>와 같이 다양하게 이용 된다. 이러한 액상 혼합물 내에 중량이 12 % 이하이면, 자체로 비인화성이며 공기와 혼합하여도 인화성으로 변하지 않는다.

<표 2> 비인화성 액상 혼합물

산화에틸렌(중량)	희석제(중량)	기화시의 기체 조성(부피)	
		산화에틸렌	희석기체
11 %	35 % CCl_3F	26.6 %	26.6 % CCl_3F
	54 % CCl_2F_2		47 % CCl_2F_2
	79 % CCl_3F	28 %	63 % CCl_3F
	10 % CCl_2F_2		9 % CCl_2F_2
12 %	88 % CCl_2F_2	27.4 %	72.6 % CCl_2F_2
10 %	90 % CO_2	10 %	90 % CO_2

※ Trichlorofluoromethane(CCl_3F, Halon113)
Dichlorodifluoromethane(CCl_2F_2, Halon122)

(5) 중량 80 % 이상의 고농도 혼합물 또는 가연성 희석기체와의 혼합물을 가압하여 액화한 혼합물은 자체로는 비인화성이나, 공기와 혼합되면 인화성으로 변할 수 있다.

(6) 산화에틸렌의 중량 20 % 이하인 혼합물은 폭발위험이 낮은 것으로 분류되는데, 공기와 혼합 시 폭발범위가 좁고 연소속도 및 압력상승이 낮기 때문이다. 그러나, 산화에틸렌의 중량이 20 %를 넘는 혼합물은 폭발위험이 높은 것으로 분류된다.

4.3 산화에틸렌의 일반적인 안전조치

4.3.1 산화에틸렌의 저장

4.3.1.1 일반사항

(1) 저장탱크는 화재·폭발 시 주요 건물, 구조물, 유틸리티 설비 및 다른 위험물질 저장소에 미치는 영향을 최소화하도록 위치를 선정하고 안전조치를 하여야 한다.

(2) 안전거리 확보가 최우선 안전조치이나, 온도 및 압력 모니터링, 자동 살수설비 설치, 배

출설비 설치 및 저장용기 매립 등의 조치로 안전거리를 줄일 수 있다.

(3) 설비가 위험에 노출되는 것을 줄이기 위해 공정 지역 내에는 저장량을 최소화하여야 한다.

(4) 저장량이 많을 경우에는 저장탱크를 여러 그룹으로 나누고 자동 살수설비를 설치하여야 한다.

(5) 저장탱크와 주요 건물 등과의 안전거리는 탱크 또는 인접 배관에서 누출 시 동시에 화염의 영향을 받는 범위 내 에 있는 탱크의 저장량 합에 의해 결정되며, 탱크, 배관, 배수시스템 배치와 내화 격벽(Fire-resistive barriers)을 설치 하여 동시에 화염의 영향을 받는 범위를 줄일 수 있다.

4.3.1.2 저장탱크 및 공정용기

(1) 저장탱크 및 공정용기는 운전압력과 블랭킷 압력에 따라 최소 설계압력을 선정하여야 하며, KS B 6750 “압력용기 설계 및 제조일반” 에 따라 설계 및 제조 하여야 한다.

(2) 일반적으로 운전온도가 상온일 경우에는 설계압력 515 ㎪, 블랭킷 압력 345 ㎪~485 ㎪로 하고, 저온일 경우 설계압력 103 ㎪, 블랭킷 압력은 69 ㎪로 한다.

(3) 블랭킷 및 냉동시스템은 안전한 저장조건을 유지하는데 가장 중요한 요소이므로, 적절하게 유지·보수하여 높은 신뢰성을 가져야 한다.

(4) 냉동능력의 상실에 의한 배출의 가능성을 낮추기 위해 상온에서 저장하는 것을 권장한다.

4.3.2 산화에틸렌 취급설비의 재질

(1) 저장탱크, 공정용기, 반응기, 살균설비, 배관, 온도 및 압력 감지 장치와 관련 설비는 탄소강, 합금강 또는 스테인레스 강으로 제작하여야 한다.

(2) 동, 은, 수은 및 이들의 합금은 혼합물 내 아세틸렌이 존재할 경우 촉매 역할을 하여 폭발을 유발할 수 있으므로 아세틸렌이 존재하지 않는 것이 확실한 경우 이외에는 사용하여서는 안 된다.

(3) 예외적으로 동 및 동합금은 혼합물의 농도 20 % 이하이고, 운전경험 또는 시험결과 주어진 운전조건에서 안전성이 입증된 경우에는 사용하여도 되나, 이상 상태 시 농도가 20 %를 초과할 가능성이 있으면 사용하여서는 안 된다.

4.3.3 산화에틸렌 취급설비의 건물

(1) 산화에틸렌을 취급하는 건물이나 밀폐된 작업장은 피해제한구조(Damage- limiting construction)로 하여야 한다.

(2) 예외적으로 산화에틸렌 중량 20 % 이하인 혼합물의 경우에는 피해제한구조로 하지 않아도 된다.

4.3.4 산화에틸렌 취급설비의 방호조치

(1) 반응기, 저장탱크 및 공정용기에는 KOSHA GUIDE “안전밸브 등의 배출용량 산정 및 설치 등에 관한 기술지침” 및 “배관계통의 공정설계에 관한 기술지침” 에 따라 압력방출장치를 설치하여야 한다.

(가) 배출용량이 클 경우에는 안전밸브 대신 파열판을 설치하여도 된다.

(나) 안전밸브가 막힐 위험이 있는 반응기에 파열판을 안전밸브 전단에 설치하여 안전밸브를 보호하여야 한다.

(다) 모든 저장시스템의 압력방출설비에서의 배출용량을 평가하여 필요시 추가적인 안전조치를 하여야 한다.

(2) 배출물은 안전한 장소로 유도하여 처리하여야 한다.

(3) 저장탱크 주위에는 자동 살수설비를 설치하여야 한다.

(4) 모든 용기는 접지하고, 배관은 접속하여 정전기에 의한 화재·폭발을 예방하여야 한다.

(5) 취급 장소는 KS C IEC 60079-10-1「장소 구분-폭발성 가스 분위기」에 따라 폭발위험장소 구분도를 작성하고, 폭발위험장소에는 KS C IEC 60079-10-14「폭발성 분위기-제14부: 전기설비 설계, 선정, 설치」에 따라 적정한 방폭 등급의 전기설비를 설치하여야 한다.

4.3.5 산화에틸렌 취급설비의 운전 및 유지보수

(1) 실험실 및 파이롯 단계의 연구결과 안전함이 입증된 경우 이외에는 표준 운전절차를 변경하여서는 안 된다.

(2) 취급하는 건물이나 밀폐된 작업장은 충분히 환기하여야 하며, 잠재적인 누출원에는 고정된 기계식 환기장치로 바닥면적 1 ㎡당 0.3 ㎥/min의 풍량으로 환기하여야 한다. 잠재적인 누출원은 펌프, 밸브, 플랜지, 기화기 및 정상운전 중 주기적으로 여닫는 설비를 말한다.

(3) 희석기체는 항상 건조하고 깨끗한 상태로 유지되어야 하며, 특히 산소, 암모니아, 아세틸렌, 황화수소, 먼지 및 기름 등 불순물이 없어야 한다. 그리고, 필요시에는 불순물의 존재여부를 상시 모니터링 하여야 한다.

(4) 제어설비, 소화설비 및 안전장치는 최소 월 1회 이상 정기 점검하여 정상적으로 작동되도록 하여야 한다.

(5) 중요한 공정조건은 대장에 정확하게 기록하여야 하며, 기록 대장은 관리자가 정기적으로 점검하여 운전조건 이상 및 운전절차 오류 등을 확인하여야 한다.

(6) 정비 작업 전과 산화에틸렌을 공정에 투입하기 전에 설비와 배관내부를 철저히 청소하고 불활성 기체로 퍼지한 후 불활성 정도(산소 존재여부)를 확인하여야 한다.

4.3.6 산화에틸렌 인화성 혼합물 생성 방지방법

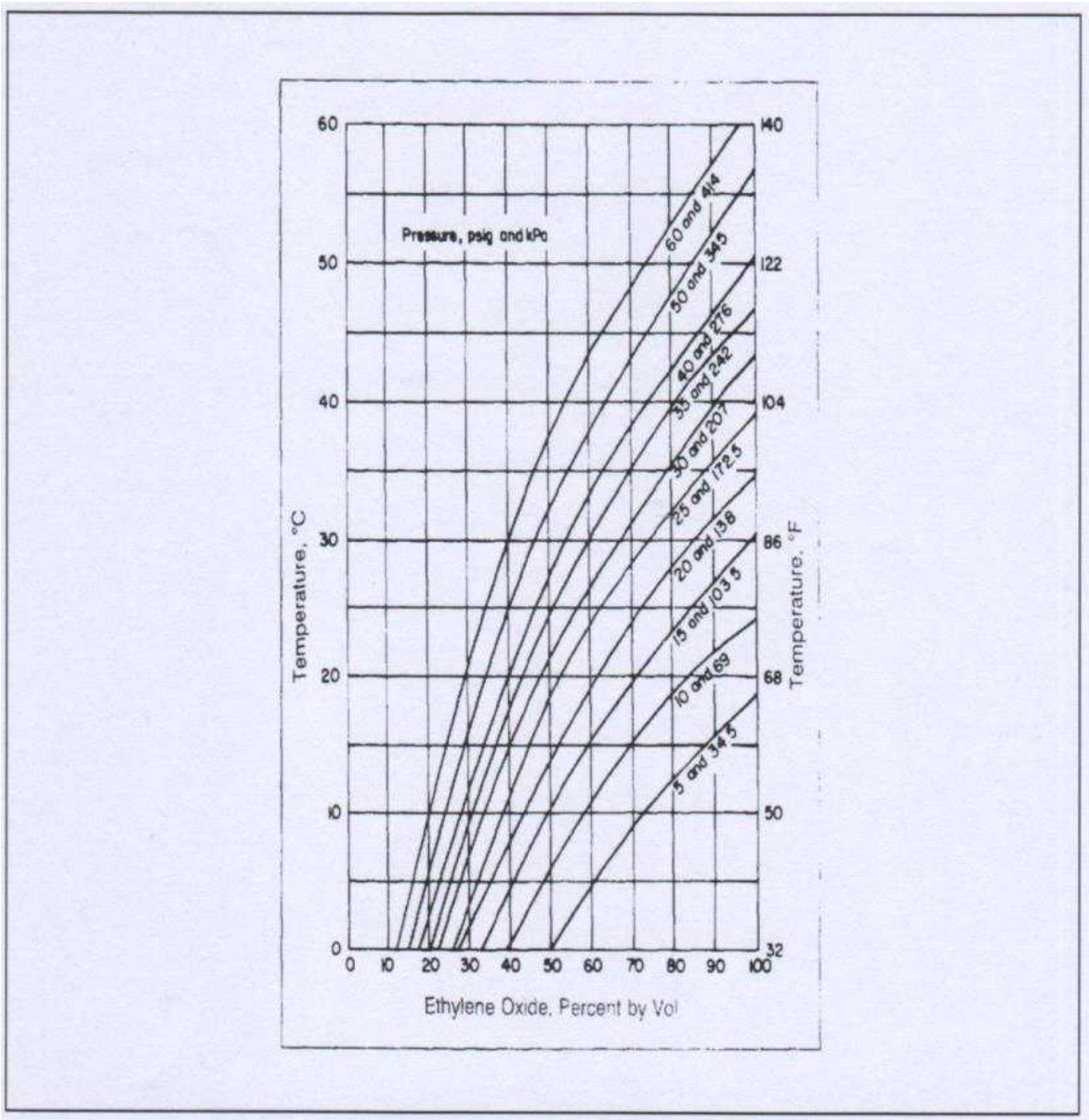
(1) 고농도 혼합물을 취급하는 설비에서는 내용물을 완전하게 배출 및 퍼지하여 혼합물이 폭발범위 내로 들어가지 않도록 하여야 한다. 예를 들어 살균설비 내용물을 강제 배출하여 공기농도를 낮추고, 불활성기체를 투입한 후 산화에틸렌을 투입량을 조절하여 설비 내 산화에틸렌 농도를 조절하여야 한다.

(2) 반대로 설비 내에서 산화에틸렌 증기 배출 시에는 불활성기체로 희석하며 대기 중으로 안전하게 방출하여야 한다. 필요시 배출 및 퍼지는 여러번 반복하여야 한다.

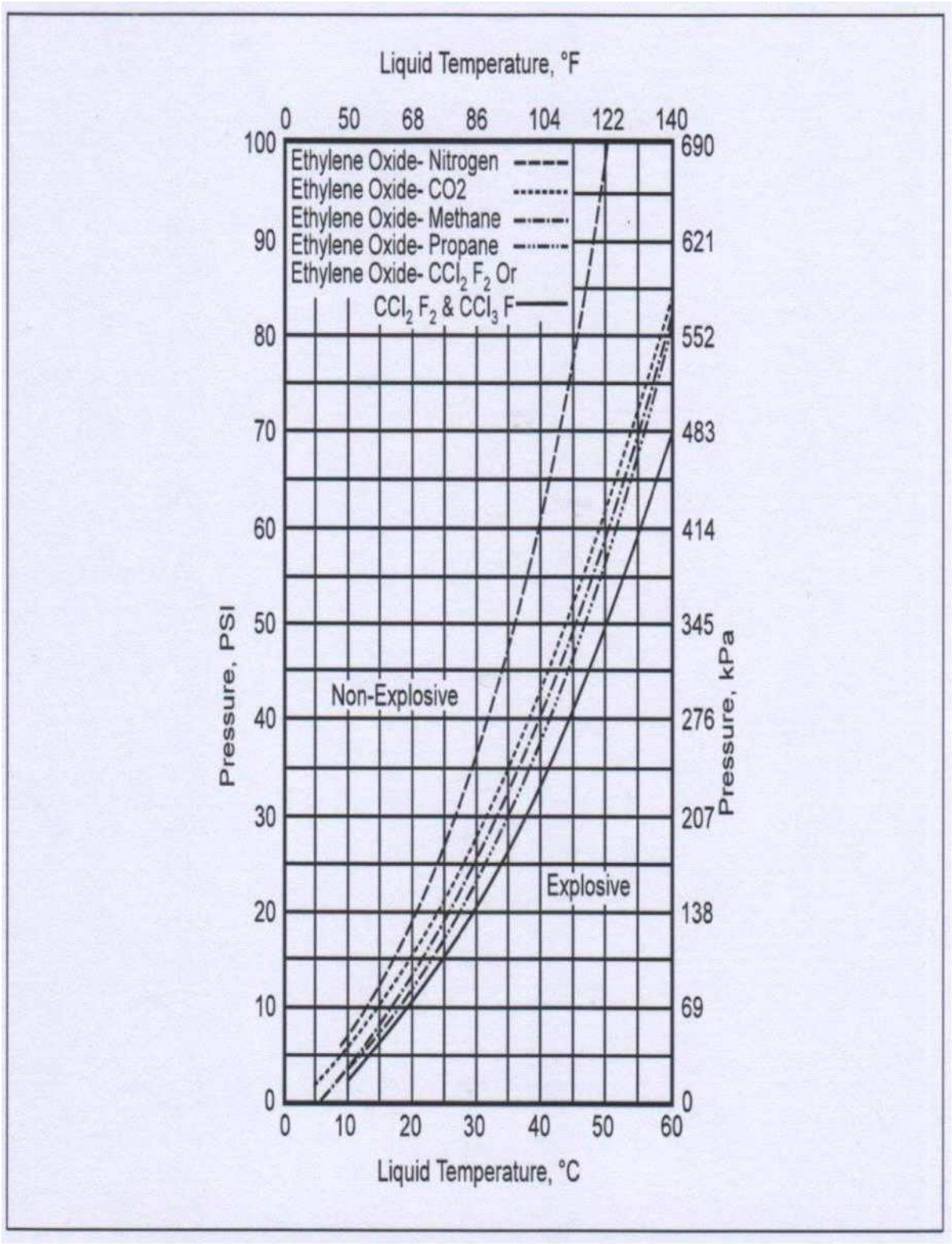
(3) 용기 내 액체 상부의 기상공간은 불활성 기체로 블랭킷 하여 폭발위험을 제거하여야 한다. <그림 2>는 불활성 기체로 블랭킷 하는 용기 내 기상공간의 압력에 따른 온도와 농도의 관계를 보여준다. 예를 들어 기상공간의 압력 및 온도가 414 ㎪, 30 ℃일 경우 기상공간의 산화에틸렌 농도는 40 %이다.

(4) 비인화성 혼합물을 형성하기 위한 기상공간의 온도에 따른 압력은 <그림 3>에 나타난다. 예를 들어 산화에틸렌・질소 혼합물의 기상공간 압력 및 온도가 276 ㎪, 35 ℃일 경우 인화성 혼합물이지만, 345 ㎪, 35 ℃일 경우에는 비인화성 혼합물이다.

(5) <그림 2>와 <그림 3>은 혼합물이 이상기체임을 가정하고 구한 값에 약간의 안전율을 더한 값이다. 메탄, 부탄 및 프로판 등 인화성 가스도 산화에틸렌과 비폭발성 혼합물을 형성할 수 있으나, 이러한 혼합물은 공기와 자유롭게 혼합되면 폭발범위 내로 들어갈 수 있다.



<그림 2> 온도와 압력에 따른 혼합물내의 산화에틸렌 증기 농도
(참조 FM 7-92)
(액상과 평형을 이루는 기상 공간에서의 농도임)



<그림 3> 온도와 압력에 따른 혼합물의 안전운전 압력(참조 FM 7-92)

4.4. 산화에틸렌 저장설비 등의 안전조치

4.4.1 산화에틸렌 탱크저장

4.4.1.1 안전거리

(1) 저장탱크는 주요 건물, 구조물, 유틸리티 설비 및 다른 위험물 저장시설로 부터 <그림 4>에 따라 안전거리를 두어야 한다.

(2) <그림 4>에서 산화에틸렌의 양은 화재 시 동시에 화염의 영향을 받는 범위 내에 있는 모든 탱크의 최대 저장량을 합한 양으로 한다.

(3) 화재 시 동시에 화염의 영향을 받지 않도록 하기 위해서는 다음 각호의 조치를 하여야 한다.

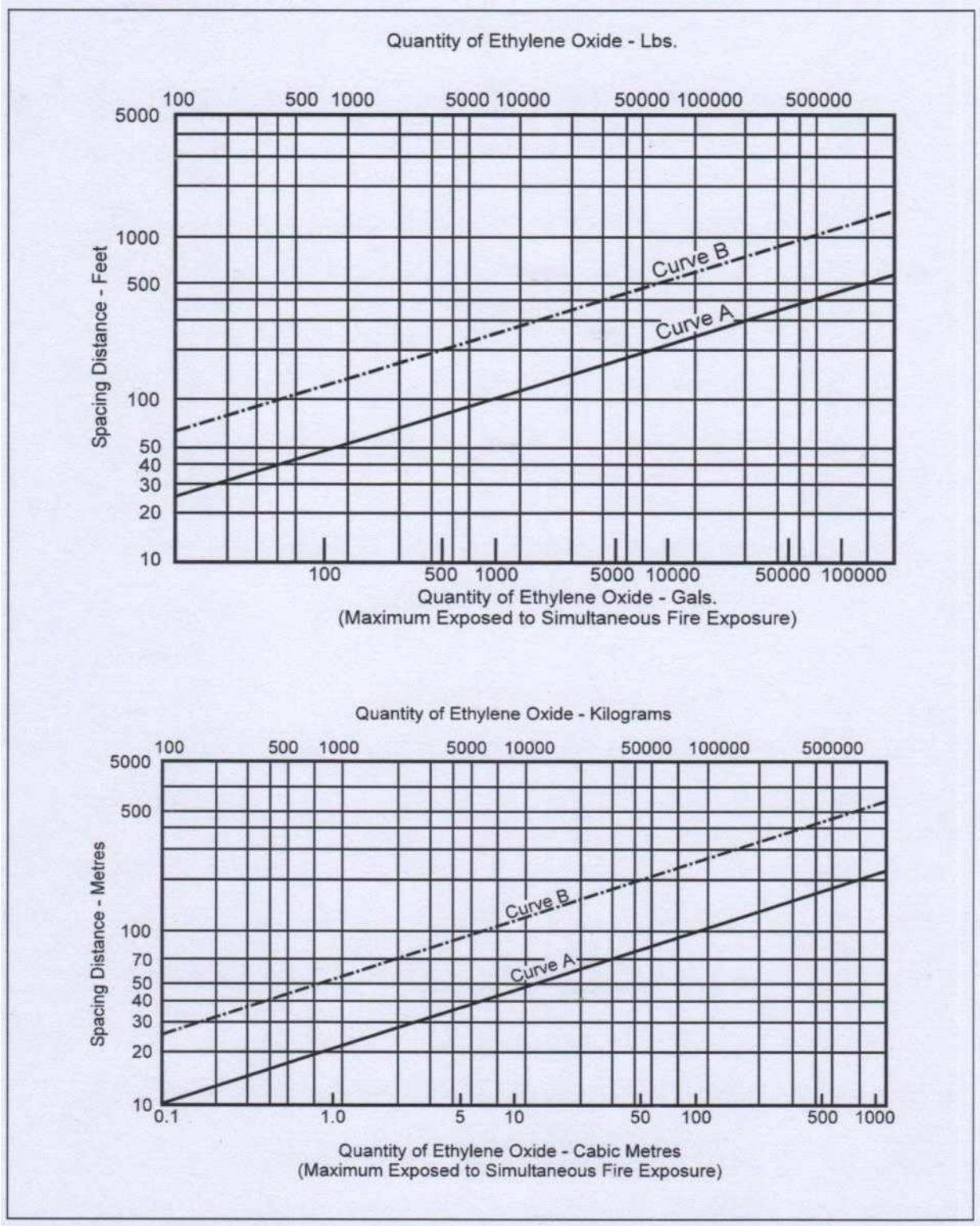
(가) 탱크 간 수평거리 6 m 이상 이격 또는 2시간 동안 화재에 견딜 수 있는 내화격벽 설치
(나) 누출 시 다른 탱크로 확산을 방지하는 방유제 및 배수 설비 설치
(다) 탱크와 헤더사이 수평거리 10 m 이상 이격

(4) <그림 4>에서 규정한 안전거리가 두는 것이 불가능할 경우 자동살수설비 설치, 지하설치 또는 매립 등의 조치와 병행하여 탱크 내 액상의 온도를 상시 모니터링 하며 설정온도에서 경보를 울리고 자동으로 내용물을 안전한 장소로 배출할 수 있는 배출시스템을 갖추어야 한다. 비상조치 절차에 숙련된 운전원이 항상 참여하는 체계를 갖출 경우에는 수동으로 조작되는 배출시스템을 갖추어도 된다.

(가) 저장탱크에 자동살수설비를 설치하거나, 지하에 설치 또는 매립시 안전거리는 <그림 4>의 50 %를 적용한다.

(나) 개방된 구조물이며, 자동살수설비가 설치되고, 지하에 설치된 산화에틸렌 취급공정과 저장탱크 간에는 7.6 m 이상 안전거리를 두어야 한다.

(5) 다른 인화성물질 저장탱크 및 시설과 격리하여 설치하여야 한다.



<그림 4> 산화에틸렌 저장설비의 안전거리(참조 : FM7-92)

(Curve A : 피해제한 구조의 주요 건물, 구조물 및 유틸리티 설비, 인화성 액체 및 가스 저장탱크와 안전거리, Curve B : 내력벽 구조의 주요 건물과의 안전거리)

4.4.1.2 자동배출시스템

(1) 자동배출시스템의 경보 및 배출온도 설정값 등은 <표 3>에 따른다.

<표 3> 질소로 블랭킷한 저장탱크의 경보온도, 배출온도 설정값 및 안전밸브 설정압력

기상공간의 압력(psi, 85 °F)	설정온도(°F)		안전밸브 설정압력(psi)
	경보	배출	
50	95	105	65
55	100	100	72
60	100	115	80
70	100	120	100

기상공간의 압력(kPa, 29.4℃)	설정온도(℃)		안전밸브 설정압력(kPa)
	경보	배출	
345	35	40	450
380	38	43	500
414	38	46	550
483	38	49	690

(2) 용량은 한 시간 내에 탱크용량 전부를 배출할 수 있어야 하며, 배출배관의 끝단에 액체포집 설비를 설치하여야 한다.

(3) 배출장소는 화재 및 환경오염에 대해 안전한 장소이어야 하며, 배출시스템에는 폭발범위 미만으로 희석할 수 있는 물공급설비를 설치하여야 한다.

(4) 배출장소에는 연소피트를 설치하고 연소상태를 제어할 수 있는 자동제어설비와 연동된 자동살수설비를 설치하여야 한다.

4.4.1.3 방호조치

(1) 동일 탱크 그룹 내 저장량이 225 ㎥ 이상인 경우 자동살수설비를 설치하여야 하며, 탱크 간의 거리가 <그림 4>의 “Curve A” 의 25 % 이하일 경우에는 동일그룹으로 판단한다.

(2) 탱크 그룹은 타 탱크 그룹 및 주요 시설과 방유제, 배수로 등으로 격리하여 누출 시 확산을 방지하여야 한다.

(3) 배수설비는 다른 물질이 유입·오염되는 것을 방지하기 위하여 타 공정과 연결 하지 않는다.

(4) 정상 운전온도에서 폭발분위기가 형성되지 않도록 탱크 내 기상공간에는 안정한 기체를 공급하고, 압력을 자동으로 조절하여 345 ㎪ 이하로 유지되도록 하여야 한다. 이 용도로 메탄 등을 사용할 수도 있으나 질소 등 불활성 기체를 사용하는 것을 권장한다.

(5) 대기온도에 의해 탱크 내 액상의 온도 30 ℃를 초과할 우려가 있는 지상탱크의 경우에는 열교환기 또는 자동살수설비를 설치하여야 한다.

(가) 열교환기는 탱크와 별도의 외부식으로 설치하고 비인화성 냉매를 사용하여야 한다.

(나) 자동살수설비는 소화설비와는 별도로 설치하여야 한다.

4.4.2 산화에틸렌 드럼 및 실린더 저장

4.4.2.1 인화성 혼합물

(1) 드럼 또는 실린더는 주요 건물 및 구조물로부터 <그림 4>의 “Curve A”에 따라 안전거리를 두어야 한다. 그러나, 안전거리가 30 m를 초과할 경우 최대 30 m로 한다. <그림 4>에서 산화에틸렌 양은 실제 저장하는 양으로 한다.

(2) 드럼 또는 실린더의 용량의 합이 225 ㎏ 이하일 경우에는 내화재질의 벽으로 둘러싸인 옥외저장소에 저장하여도 된다. 다만, 저장소의 벽은 건물 개구부와 3 m 이상의 안전거리를 두어야 한다.

(3) 저장소의 상부에는 내화재질의 덮개 또는 지붕을 설치하여야 한다. 실린더 용량의 합이 9,070 ㎏을 초과하거나 드럼 용량의 합이 19 ㎥를 초과할 경우에는 자동스프링클러를 설치하여야 한다. 스프링클러 용량은 바닥면적 280 ㎡에 대해 10 lpm/㎡ 이상이어야 한다.

4.4.2.2 비인화성 혼합물

(1) 옥외 저장소는 가연성 물질과 6 m 이상의 안전거리를 두어야 한다.

(2) 실린더를 실내에 저장할 경우에는 환기가 충분하여야 하며, 가연성 물질과 3 m 이상의 안전거리를 두어야 하며, 실내 구조물이 가연성일 경우에는 스프링클러를 설치하여야 한다.

(3) 다른 설비와 연결된 살균설비에는 예비용을 포함한 두 개의 실린더를 연결하여도 된다.

4.4.2.3 기화기

(1) 기화기는 저장탱크, 건물 및 유틸리티 설비에서 15 m 이상의 안전거리를 두어야 한다. 다만, 기화기와 공정설비 사이에 폭발 방호벽(Explosion-resistant barriers)을 설치할 경우에는 15 m 이상의 안전거리를 두지 않아도 된다.

(2) 피해제한구조의 건축물 내에 설치된 공정은 기화기를 저장탱크에 인접하여 설치하여도 된다.

(3) 인화성 혼합물을 취급하는 기화기는 일반적으로 온수 또는 압력 105 ㎪ 이하의 저압 스팀을 열원으로 사용 하여야 한다.

(가) 연소열 또는 전기는 점화원이 될 수 있으며, 고압스팀은 국부 과열이 발생 될 수 있으므로 열원으로 사용하지 않는 것이 바람직하다.

(나) 전기를 열원으로 사용하는 것은 비인화성 혼합물을 취급하는 경우에는 허용된다.

(4) 내부 온도가 11 ℃를 초과하거나 압력이 정상운전압력의 110 %를 초과할 경우에는 열원과 산화에틸렌 액체의 공급을 자동 차단하는 시스템을 갖추어야 한다.

(5) 기화기를 설치한 장소에는 자동 스프링클러를 설치하여야 한다. 스프링클러의 용량은 바닥면적 280 ㎡에 대해 10 lpm/㎡ 이상이어야 한다.

(6) 기화기 후단의 배관 및 설비 내에서 인화성 혼합물의 생성을 방지하기 위하여 충분한 양의 불활성 기체를 직접 투입하는 설비를 갖추는 것이 바람직하다.

4.4.2.4 입·출하 설비

(1) 탱크로리에서 저장탱크로 이송 시에는 불활성 기체로 압송하거나, 펌프를 이용하여 액상으로 이송한다.

(2) 저장탱크, 주요 건물, 구조물 및 다른 위험물 저장소로부터 15 m 이상의 안전거리를 두어야 하며, 자동 스프링클러 또는 살수설비를 설치하여야 한다.

(3) 탱크로리 정차 장소에는 산화에틸렌 전용임을 알 수 있도록 명확하게 표기하여 공정에

다른 물질을 투입하는 것을 방지하여야 한다.

(4) 작업 전 탱크로리는 다른 위험물 저장소 및 건물 등으로부터 가능한 한 멀리 떨어져 대기하여야 한다.

(5) 탱크로리와 저장탱크 사이의 배관은 가능한 한 짧게 설치하여야 한다.

4.4.2.5 배관

(1) KOSHA GUIDE 「배관계통의 공정설계에 관한 기술지침」 또는 동등 이상의 국제규격에 따라 설치하여야 한다.

(2) 플랜지 접합면에는 스파이럴운드 가스켓을 사용하거나, 스테인레스 강 또는 폴리플로우로에틸렌(Polyfluoroethylene) 재질의 가스켓을 사용하여야 한다.

(3) 이송 배관에는 체크밸브를 설치하여 역류를 방지하여야 한다. 저장탱크 또는 실린더에서 공정으로 이송하는 배관에는 과유량제한밸브(Excess flow valve)와 원격 조작할 수 있는 자동조절밸브를 설치하여야 한다. 자동조절밸브의 고장모드는 닫히는 구조(Fail-closed)이어야 한다.

(4) 실내에 설치된 공정에서 운전 중 이상이 발생하거나, 누출되었을 경우에는 공급을 긴급차단하는 시스템을 갖추어야 한다.

(5) 다른 물질을 포함하는 배관 또는 설비와 직접 연결될 경우에는 압력스위치에 의해 작동되는 자동밸브와 유량계 등 적절한 장치를 설치하여 역류를 방지하여야 한다. 이 경우에는 체크밸브만 단독으로 설치하는 것은 충분하지 않다.

(6) 저장탱크에서 공정으로 이송할 경우, 배관에 특수하게 설계된 화염방지기를 설치한 경우 이외에는 액상으로 이송하여야 한다. 일반적인 메시 형식의 화염방지기는 이용도에 적합하지 않다. 압송하기 위해 가열하여 압력을 올려서는 않된다.

(7) 저장탱크 및 공정설비의 액체 유입배관은 정전기 발생을 최소화하기 위하여 바닥까지 연장하여 설치하여야 한다.

4.4.2.6 펌프

(1) 펌프에서의 화재는 인접한 배관 및 설비에 영향을 미쳐 액상에서 분해반응을 일으킬

수 있으므로 다음 각 호의 조치를 하여야 한다.

(가) 저장탱크 및 다른 용기로부터 15 m 이상의 안전거리를 두어야 한다.
(나) 원격으로 조작되는 차단밸브를 설치하여야 한다.
(다) 설치장소에는 살수설비를 설치하여야 한다.

(2) 토출 측의 밸브를 닫고 운전할 경우 온도가 상승하여 내부의 산화에틸렌이 액상에서 분해될 수 있으므로, 고온경보 및 저유량 경보장치를 설치하여야 한다.

4.4.2.7 보온

(1) 보온재는 산화에틸렌 누출 시 연소반응의 촉매 역할을 할 가능성과 자체 점화될 가능성을 최소화할 수 있는 재질을 선정하여야 한다.

(2) 보온재 시공 전에 녹 방지용 페인트를 도색하여야 한다.

(3) 산화에틸렌 공급자는 용도에 적합한 보온재 재질과 두께에 대한 정보를 제공하여야 한다.

4.5 산화에틸렌 살균설비 등 사용설비의 안전조치

산화에틸렌은 반응성이 높아 에틸렌글리콜(Ethylene glycol), 글리콜 이더(Glycol ethers), 폴리에스테르(Polyesters) 등의 물질을 제조하는 중간체, 살균제 및 소독제 등으로 주로 사용되는 데, 사용설비 중 설균설비에 대한 안전조치 사항은 다음과 같다.

4.5.1 일반사항

(1) 100 % 산화에틸렌을 취급하는 살균설비(Sterilizer)에는 투입 전 반복적인 배출과 퍼지를 실시하여 내부 조성을 조절하여야 한다. 부적절한 설계 또는 제어 실패 시에는 설비내부의 혼합물이 폭발범위내로 들어갈 수 있다.

(2) 100 % 산화에틸렌을 취급하는 경우 살균설비 및 살균설비가 설치된 건물은 폭발위험을(Explosion hazard)을 고려하여 설계하여야 한다.

(3) 저인화성(중량 20 % 미만) 또는 비인화성(중량 12 % 미만) 혼합물을 취급하는 살균설비는 폭발위험을 고려하지 않아도 된다.

(4) 일부 살균설비는 산화에틸렌을 재순환하여 사용하며, 100 % 산화에틸렌으로 소모량을 보충하는 경우가 있어 비인화성의 혼합물을 취급하고 있는 설비 내에 100 %의 산화에틸렌을 공급하는 결과가 될 수 있다. 따라서, 이러한 경우에는 발생 가능한 최악의 결과 설비내부의 산화에틸렌 농도가 20 %를 초과할 가능성이 있는지를 판단하여야 한다.

(가) 소용량의 설비에 농도 100 % 실린더로 소모량을 보충하는 경우, 유량 조절에 실패하면 실린더 내 전량이 설비에 투입될 수 있으므로 설비 용량에 따라서는 농도 20 %를 초과할 수 있다.

(나) 반대로 대용량의 설비에는 실린더 내의 전량이 설비에 투입되어도 농도 20 %를 초과할 가능성이 없을 수 있다.

(5) 살균 설비내부의 농도가 20 %를 초과 할 가능성이 있을 경우에는 살균설비는 폭발위험을 고려하여 설계하여야 한다.

(6) 폭발위험을 고려하여 설계된 살균설비를 설치할 경우 설비의 부피가 설치된 건물 내 공간의 10 % 이상이면, 건물은 피해제한구조로 하여야 하며, 폭발의 위험을 고려하여 설계하여야 한다.

(7) 환경규제로 인하여 산화에틸렌과 클로로플루오르카본(Chlorofluorocarbon,CFC)의 사용량을 줄여야 하므로, 100 % 산화에틸렌의 사용이 증가하고 CFC의 사용량은 감소할 것이다. 따라서, 살균설비의 위험성은 높아질 것이므로, 안전 운전방법 및 안전조치를 강화하여야 한다.

4.5.2 고정식 살균설비

4.5.2.1 설치 등

(1) 폭발위험이 있는 살균설비를 실내에 설치할 경우에는 피해제한구조의 건물 내에 설치하여야 한다.(폭발위험 여부 판단 및 설비에 대한 상세한 내용은 “ 4.5.1 일반사항” 을 참조한다.)

(2) 주요 건물과 유틸리티 설비로부터 <그림 4>에 따라 7.5 m 이상의 안전거리를 두어야 하며, 산화에틸렌양은 가장 큰 살균 설비용량 1 m^3당 1.6 kg(1.6 kg/m^3)로 한다.

(3) 주공정이 설치된 건물과 밀폐된 통로로 연결할 수 있으며, 이때에는 통로 양 끝에 자폐식 문을 설치하여야 한다.

(4) 저인화성 혼합물을 취급하는 살균설비는 바닥면적 1㎡당 75 lpm 이상의 환기량을 갖춘 장소에 설치하여야 한다.

(5) 예상되는 최고압력(양압 및 음압)을 기준으로 KS B 6750「압력용기 설계 및 제조 일반」에 따라 설계 및 제조하여야 한다.

(6) “5.6 인화성 혼합물 생성 방지방법”을 참조하여 혼합물이 폭발범위 내에 들어가지 않도록 설계하여야 한다.

(7) 열원으로는 별도의 장소로부터 공급되는 온수 또는 105 ㎪ 이하의 저압스팀을 사용하여야 한다. 다만, 비인화성 혼합물을 취급하는 살균설비는 전기를 열원으로 사용하여도 된다.

(8) 공정 사이클을 적절하게 유지하기 위해서 진공펌프를 철저하게 유지·보수하여야 한다.

4.5.2.2 방호조치

(1) 인화성 혼합물을 취급하거나 다른 가연성 물질이 존재하는 살균 공정에는 자동 스프링클러를 설치하여야 한다. 자동 스프링클러의 용량은 바닥면적 280 ㎡에 대해 10 lpm/㎡ 이상이어야 한다.

(2) 기화기, 살균설비 및 가스배관에는 적정한 용량의 안전밸브를 설치하여야 한다.

(3) 인화성 혼합물을 충전하는 살균설비에는 압력스위치를 설치하여, 충전 중챔버도어가 열리면 충전을 정지하도록 연동하여야 한다.

(4) 내부의 온도 또는 압력이 허용범위를 벗어날 경우 자동으로 아래의 조치가 연속적으로 이루어지도록 시스템을 갖추어야 한다.

(가) 경보 울림
(나) 증기 배출
(다) 불활성 기체 투입
(라) 열원공급 차단
(마) 산화에틸렌 공급 차단

(5) 인화성 또는 고인화성 혼합물을 취급하는 살균설비에는 안전밸브 배출배관 및 벤트배관을

설치하여야 하며, 배출물을 스크러버 등의 공기정화장치 통해 처리하는 경우에도 배관은 옥외의 안전한 장소까지 연장 설치하여야 한다.

(6) 비인화성 혼합물을 취급하는 살균설비의 경우 최대 배출속도에서 스크러버 등의 공기정화장치로 배출물 내의 산화에틸렌을 모두 제거할 수 있으면 실내로 배출하여도 된다.

4.5.2.3 이동식 살균설비

다음의 내용은 인화성 혼합물(대부분의 경우 농도 100 %) 카트리지 용기를 탈·부착하여 사용하는 이동식 살균설비 중 내용적이 0.3 ㎥(산화에틸렌 중량 약 200 g) 이하이며, 카트리지 용기를 1개만 부착하여 사용하는 설비에 적용한다.

(1) 노출된 화염 및 전기적 점화원에서 1.8 m 이상 떨어진 충분한 환기가 이루어지는 장소에 설치하여야 한다.

(2) 벤트는 안전한 장소로 직접 배출하여야 하며, 벤트배관의 끝단은 건물 개구부로부터 1.5 m 이상 안전거리를 두어야 한다.

(3) “4.3.6. 인화성 혼합물 생성 방지방법”을 참조하여 혼합물이 폭발범위 내에 들어가지 않도록 설계하여야 한다.

(4) 설비별 카트리지 용기 저장량은 1일 사용량으로 제한하여야 한다.

(5) 카트리지 상부에 자동 스프링클러를 설치되어 있는 개방된 선반에 보관하거나, 인화성 액체 저장 캐비넷 내에 보관하여야 한다.

5. 산화프로필렌 안전조치 등

5.1 산화프로필렌의 물리화학적 특성

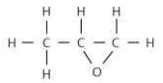
(1) 산화프로필렌은 상온에서 액체 상태로 주로 취급되며, 물리화학적 성질은 <표 4>와 같다.

(2) 산화프로필렌은 분자식 C_3H_6O로 1,2-에폭시프로판(1,2-Epoxypropane) 등으로 부른다. 특히, 옥세탄(Oxetane)으로 더 잘 알려진 이성질체 1,3-프로필렌 옥사이드와 구별하기 위해 1,2-프로필렌 옥사이드로 불리기도 한다.

(3) 에테르와 비슷한 냄새가 나는 무색 휘발성 액체로 산업적으로 폴리우레탄 제조에 사용되는 폴리올 원료로 대량생산되고 있고, 폴리에스테르(Polyesters) 제조원료, 살균제, 소독제, 군사적으로는 열압력탄 제조 등에 사용된다.

(4) 급성 노출 후에 나타나는 징후는 타액, 눈물샘, 비강배출, 호흡곤란, 무기력 증상이 나타난다.

<표 4> 산화프로필렌의 물리화학적 성질

화학구조		용해도(20 ℃)	수용성(40.5 g/ 100 mℓ)
분자량	58.08	비체적(40 ℃, 101 kPa)	0.451 m³/kg
녹는점(101 kPa)	-111.9 ℃	인화점	-37 ℃
끓는점(101 kPa)	34.2 ℃	폭발한계(27~38 ℃, 100~200 kPa)	1.85~36.25 %
액체 비중(20 ℃)	0.823	자연발화온도(101 kPa)	464 ℃
액체 밀도(20 ℃)	823 kg/m³	연소열	458.28 kcal/mol
증기압(20 ℃)	5.971 kPa	자연 분해온도(101 kPa)	Not available
기체 비중(40 ℃)	2.0	임계온도	209.1 ℃
기체 밀도(40 ℃)	2.215 kg/m³	임계압력	4,920 kPa

(5) 산화프로필렌은 인화성 액체 구분1, 급성독성 경구 구분4, 급성독성 경피 구분3, 피부 부식성 구분2, 심한 눈 손상 구분2, 생식세포 변이원성 구분 1B, 발암성 구분 1B, 특정표적장기 독성 구분3(호흡기계 자극)으로 구분하고 있다.

(6) 산업안전보건법에서 특별관리물질, 관리대상 유해물질, 작업환경측정대상물질(측정주기 : 6개월), 노출기준설정물질로 구분하고 있다. 또한, 화학물질관리법에서 유독물질(0.1 % 이상 함유한 혼합물질에 해당), 사고대비물질, 위험물안전관리법에서 4류 특수인화물(지정수량 50 L), 폐기물관리법에서 지정폐기물 등으로 규정하고 있다.

(7) 증기는 불안정하여 폭발적으로 분해될 위험성이 높아 저장 및 취급 시 다음 각 호와 같은 화재·폭발의 위험이 있으며, 또한 개방계 증기운 폭발 위험이 높은 대표적인 물질이므로 증기운 폭발 발생 가능성이 있을 경우 예방 조치를 하여야 한다.

(가) 액체 또는 증기에 의한 화재

(나) 밀폐 공간에서의 폭연
(다) 폭주반응에 따른 발열로 저장용기의 과압
(라) 기체 비중이 2.0으로 낮은 곳에 체류할 위험
(마) 대량 누출 시 증기운 폭발

(8) 용해도(40.5 g/100㎖ (20 ℃))가 높아 수용성이므로 액상 화재 시에는 산화프로필렌 양의 150배의 물을 뿌려 진화할 수 있고, 다량의 가스가 누출된 경우에는 물을 뿌려서 회수할 수 있다.

(9) 산, 알칼리 등의 불순물은 중합반응을 촉진할 수 있으며, 이 경우 심한 발열 및 압력상승으로 인하여 폭주반응으로 진행될 위험이 있다.

(10) 금속 카바이드, 산, 가연성 물질, 염기, 금속염, 아민, 산화제, 과산화물 등과 접촉하면 분해반응을 일으킬 수 있어 접촉을 피해야 한다.

(11) 산화프로필렌의 위험성은 다음과 같다.
(가) 연소범위(1.85 ~ 36.25 vol%)가 넓고, 연소하한값이 낮아 화재·폭발위험
(나) 끓는점이 34.2 ℃ 로 낮아 쉽게 기화
(다) 기체 비중이 2.0으로 낮은 곳에 체류
(라) 낮은 노출기준(TWA - 2 ppm, 5 mg/m^3)
(마) 누출된 액체에 접촉되면 피부손상, 눈손상
(바) 발암성 구분 1B

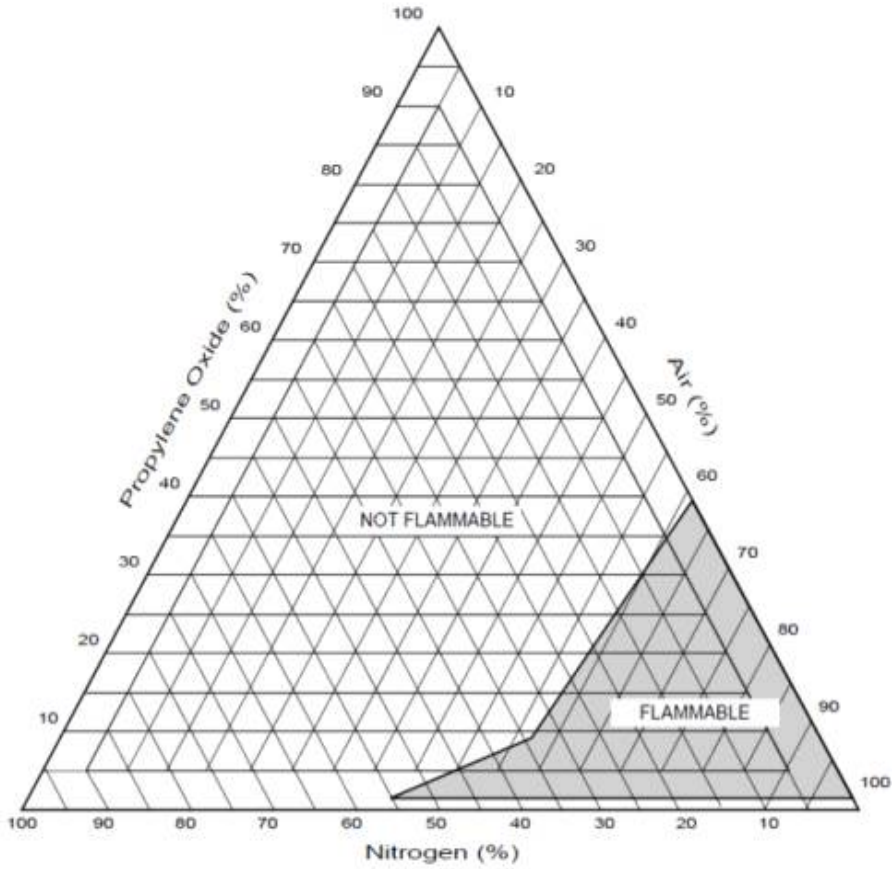
(12) 공기 중에 누출된 산화프로필렌 가스가 점화되어 폭발할 때 발생하는 충격파는 누출된 가스질량의 약 9 %에 해당하는 TNT 질량의 폭발위력이 있다.

(13) 440 ℃ 이상에서는 촉매가 존재하지 않아도 분해반응이 진행되며, 녹 또는 소량의 오염물질 등 불순물이 존재할 경우 분해반응 개시온도는 현저하게 낮아진다.

(14) 불순물은 중합반응을 촉진할 수 있으며, 이 경우 심한 발열 및 압력상승으로 인하여 폭주반응으로 진행될 위험이 있다.

5.2 산화프로필렌·공기·희석기체 혼합물

(1) 상온에서 산화프로필렌/공기/희석기체 혼합물 내 산화프로필렌 증기의 폭발범위는 <그림 5>와 같다.

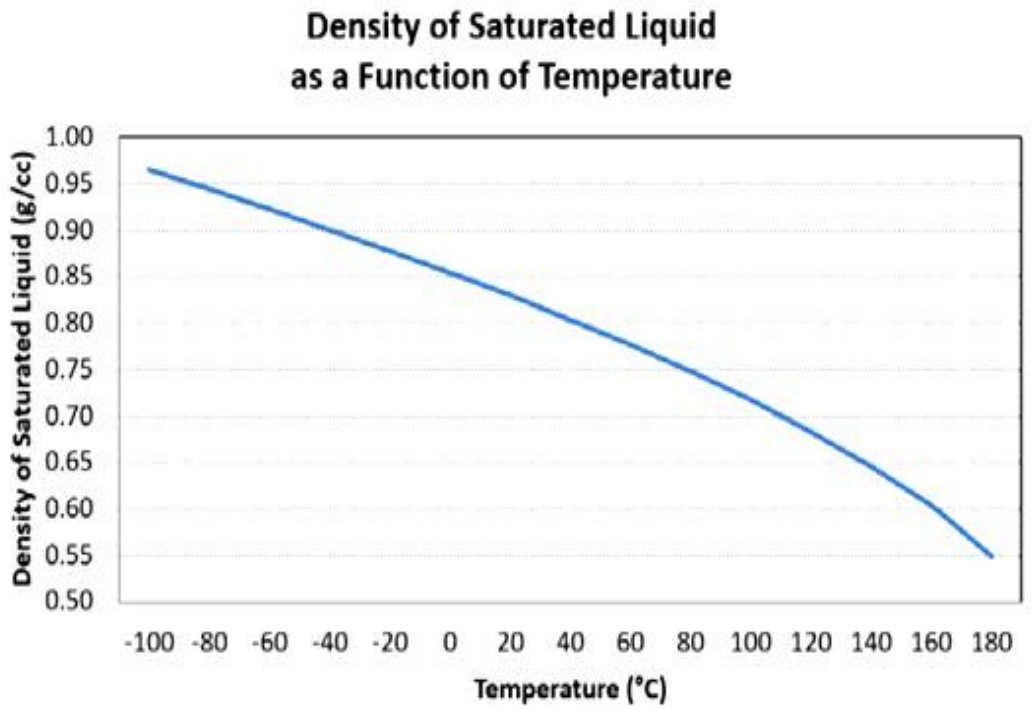


출처 : Propylene Oxide Product Safety Bulletin, LyondellBasell, 2020. Nederland

<그림 5> 산화프로필렌 혼합물의 폭발범위

(2) 온도 및 압력이 상승하면 폭발범위가 넓어지며, 반대로 온도 및 압력이 낮아지면 폭발범위는 좁아진다.

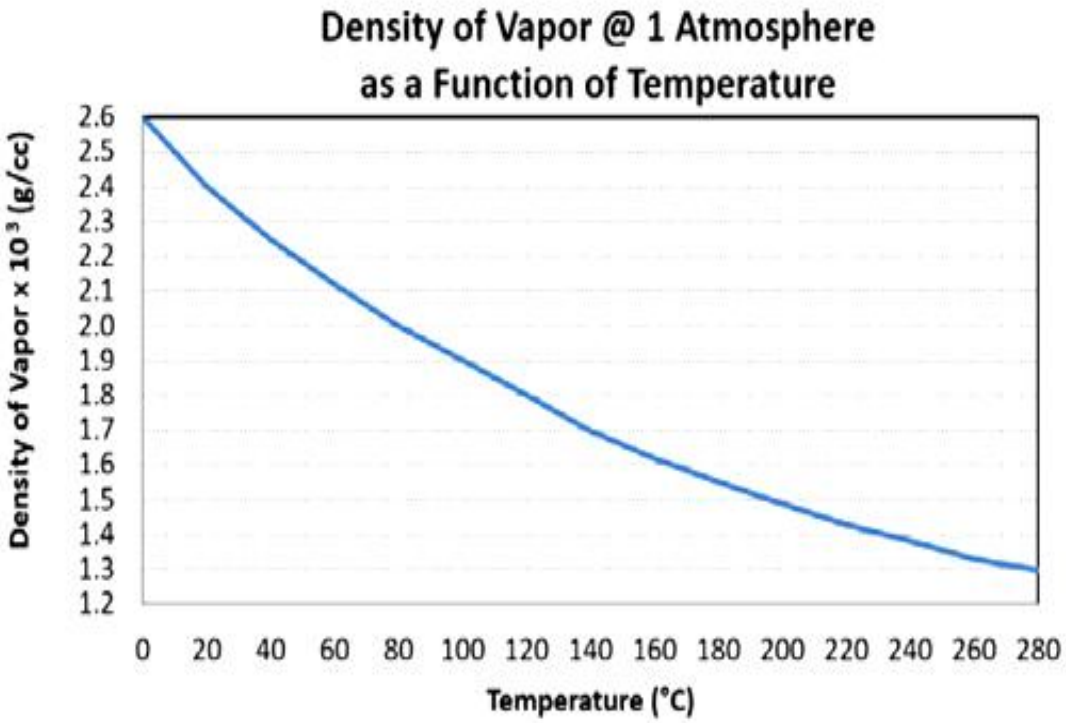
(3) 온도와 액체비중은 다음 <그림 6>와 같이 민감하게 변하여 저장할 때 용기에 최대 90 % 이상을 채울 수 없다.



출처 : Propylene Oxide Product Safety Bulletin, LyondellBasell, 2020. Nederland

<그림 6> 산화프로필렌 온도에 따른 포화액체비중

(4) 온도와 기체비중은 <그림 7>와 같다.



출처 : Propylene Oxide Product Safety Bulletin, LyondellBasell, 2020. Nederland

<그림 7> 산화프로필렌 온도에 따른 기체비중

5.3 산화프로필렌의 일반적인 안전조치

5.3.1 일반사항

(1) 저장탱크는 화재·폭발 시 주요 건물, 구조물, 유틸리티 설비 및 다른 위험물질 저장소에 미치는 영향을 최소화하도록 위치를 선정하고 안전조치를 하여야 한다.

(2) 안전거리 확보가 최우선 안전조치이나, 온도 및 압력 모니터링, 자동 살수설비 설치, 배출설비 설치 및 저장용기 매립 등의 조치로 안전거리를 줄일 수 있다.

(3) 설비가 위험에 노출되는 것을 줄이기 위해 공정 지역 내에는 저장량을 최소화하여야 한다.

(4) 저장량이 많을 경우에는 저장탱크를 여러 그룹으로 나누고 자동 살수설비를 설치하여야 한다.

(5) 약 35 ppm의 농도부터 달콤한 냄새로 감지할 수 있어 냄새로 누출을 감지할 경우에는 허용농도를 초과하는 농도이다.

(6) 노출농도가 20 ppm보다 낮을 경우 적절한 필터 또는 정화통을 장착한 반면형 호흡보호구를 착용한다.

(7) 노출농도가 100 ppm보다 낮을 경우 적절한 필터 또는 정화통을 장착한 전면형 또는 전동식 반면형, 공기 공급형 연속흐름식/압력요구식 반면형 호흡보호구를 착용한다.

(8) 노출농도가 20,000 ppm보다 낮을 경우 적절한 필터 또는 정화통을 장착한 자가공기공급식(SCBA) 또는 압력요구식 자가공기공급식(SCBA) 호흡보호구를 착용한다.

(9) 증기는 불안정하여 저장 및 취급 시 액체 또는 증기에 의한 밀폐 공간에서의 폭연, 폭주반응에 따른 발열로 저장용기의 과압, 증기의 분해(고온·고압에서는 액상 분해도 가능), 대량 누출 시 증기운 폭발 위험이 높은 물질이므로 증기운 폭발 발생 가능성이 있을 경우 예방 조치를 하여야 한다.

(10) 폭발범위를 좁히고 분해폭발 위험성을 줄이기 위해 질소, 이산화탄소, 수증기, 메탄 등으로 희석하여 사용하는 것이 일반적이며, 수용성이므로 액상 화재 시에는 다량의 물을 뿌려 진화할 수 있다.

(11) 불순물은 중합반응을 촉진할 수 있으며, 이 경우 심한 발열 및 압력상승으로 인하

여 폭주반응으로 진행될 위험이 있다.

(12) 높은 온도에서 중합반응을 일으킬 수 있어 저장할 때는 50 ℃(122 ℉) 이상의 온도 상승을 금지한다.

5.3.2 저장탱크

(1) 저장탱크는 운전압력과 블랭킷 압력에 따라 최소 설계압력을 선정하여야 하며, KS B 6225 「용접식 강재 석유 저장 탱크의 구조」, KS B 6750「압력용기 설계 및 제조일반」 에 따라 설계 및 제조하여야 한다.

(2) 산화프로필렌 저장탱크는 일반적으로 다음 <그림 8>과 같이 구성된다.

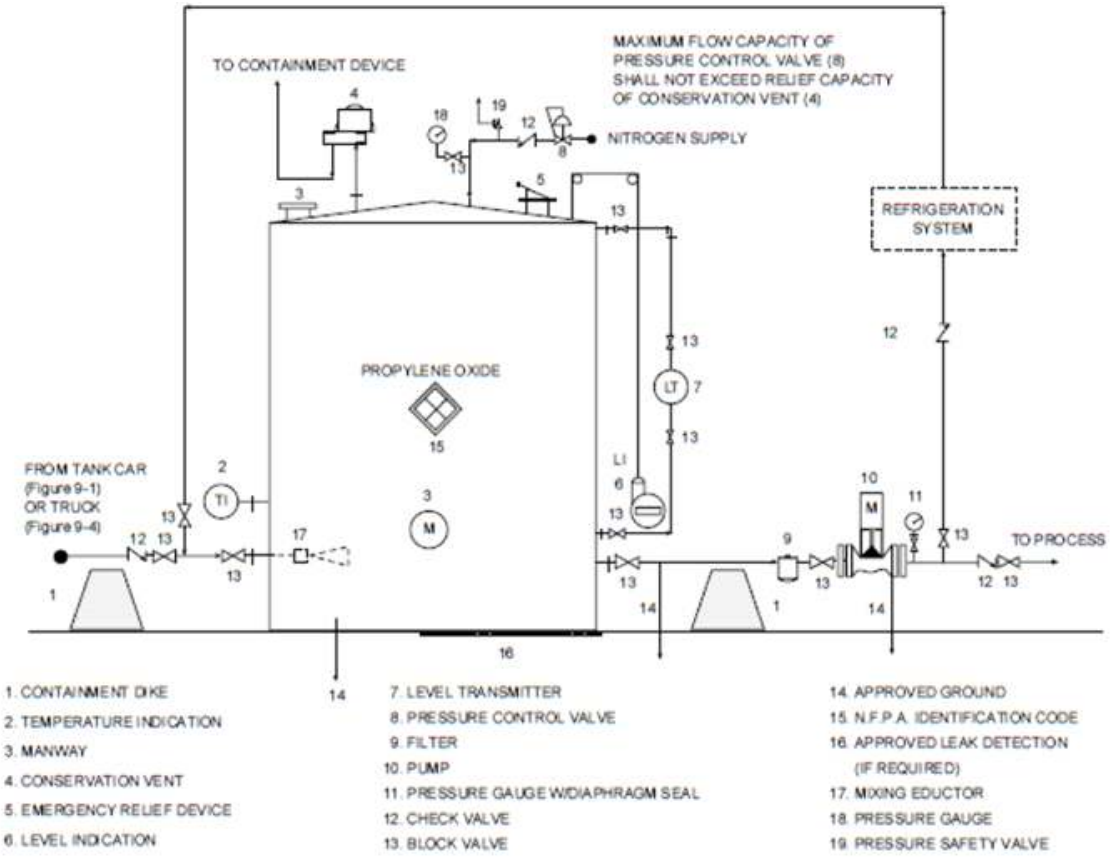
(3) 산화프로필렌 저장탱크 및 관련설비를 설계, 설치, 운전 및 유지보수할 때는 인화성 물질, 급성독성 물질, 인체유해성 물질 등이란 것을 고려하여야 한다.

(4) 저장 중에 발생하는 산화프로필렌 증기는 회수, 흡착, 흡수, 연소 등의 방법으로 안전하게 처리하여야 한다.

(5) 여러 개의 탱크를 설치할 때는 화재발생시 다른 탱크로 전파되지 않도록 설치하여야 한다.

(6) 상온에서 증기압이 높아 21 ℃(70 ℉) 이하로 유지할 수 있도록 냉각장치를 설치하는 것이 권장된다.

(7) 낙뢰와 정전기에 의한 화재·폭발을 방지하기 위하여 적절한 접지를 하여야 한다. 접지와 관련된 자세한 내용은 KOSHA GUIDE「정전기 재해예방에 관한 기술지침」 등을 참조한다.



출처 : Propylene Oxide Product Safety Bulletin, LyondellBasell, 2020. Nederland

<그림 8> 산화프로필렌 저장탱크 설치사례

(9) 저장탱크를 설치할 때는 관련 법에 따라 안전거리를 유지하여야 한다.

(10) 저장탱크는 액위경보장치 등을 설치하여 과충전에 의한 누출을 방지하여야 한다.

(11) 설비 및 배관에서 액화가스 산화프로필렌이 누출될 경우를 대비하여 긴급차단밸브를 설치한다.

(12) 액체 또는 기체가 유입되는 배관에는 역류에 의한 누출을 방지하기 위하여 긴급차단밸브 대신 인입 라인에 체크밸브를 설치할 수 있다.

(13) 저장시설 주위에 누액감지기로써 가스누출감지경보기를 설치하여 누출 시 경보하고, 감지신호와 긴급차단밸브를 연동시켜 누출을 신속하게 차단한다.

(14) 정전기에 의한 화재·폭발을 예방하기 위하여 배관의 플랜지 연결부위는 등전위 접지를 하고, 저장탱크, 펌프, 벤트스택 등의 설비는 단독으로 접지해야 한다.

(15) 펌프이송 시, 충분한 흡입유효양정을 확보하기 위하여 저장탱크를 높게 설치하고, 지지대

는 내화시공한다.

(16) 저장탱크의 모든 노즐은 플랜지식으로 해야 하며, 특별한 경우를 제외하고 맨홀뚜껑 은 저장탱크의 상부에 설치해야 한다.

(17) 저온저장설비는 진공상태에서 안전하게 운전될 수 있도록 진공방지 밸브를 설치하고, 불연성 단열재를 사용하여야 한다.

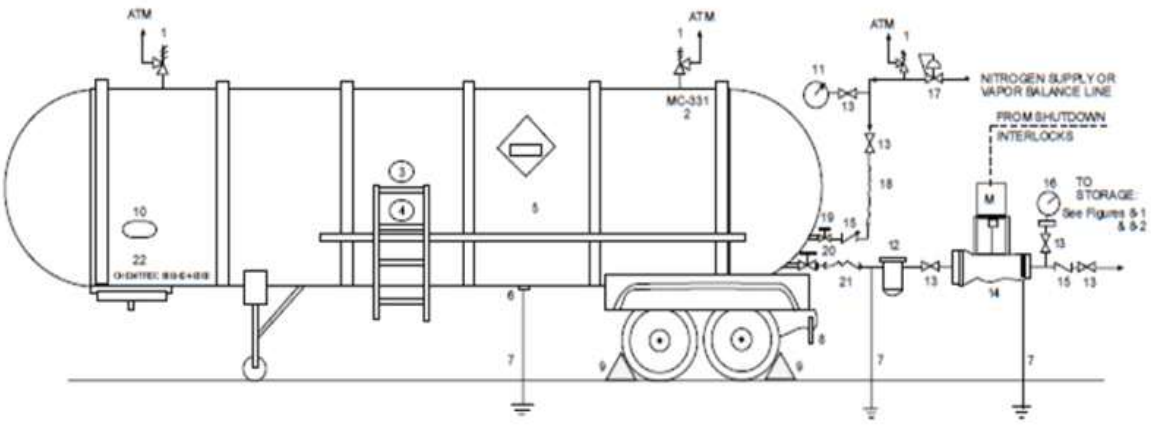
5.3.3 산화프로필렌 탱크로리

(1) 저장탱크 및 공정용기는 운전압력과 블랭킷 압력에 따라 최소 설계압력을 선정하여야 하며, KS B 6750「압력용기 설계 및 제조일반」에 따라 설계 및 제조하여야 한다.

(2) 대기온도에서는 액화된 상태로 이송시키고, 탱크트럭의 설계압력은 압축기의 토출압력까지 고려하여 설정한다.

(3) 탱크로리에 질소를 먼저 충전한 상태에서 산화프로필렌을 충전한다.

(4) 산화프로필렌 탱크로리는 일반적으로 다음 <그림 9>와 같이 구성된다.



출처 : Propylene Oxide Product Safety Bulletin, LyondellBasell, 2020. Nederland

<그림 9> 산화프로필렌 탱크로리 구성사례

(5) 산화프로필렌 Unloading Tank lorry 안전점검은 KOSHA GUIDE「유해・위험물 탱크로리의 검사 및 입・출하 등에 관한 기술지침」등을 참조한다.

(6) 입출하장 주위에는 작업 중에 누출된 물질을 회수할 수 있는 확산방지턱 등을 설치하고, 확산방지턱은 누출된 물질을 저장할 수 있도록 최저 수위를 유지하여야 한다.

(7) 압축기 가동 전에 차량 접지를 확인해야 한다.

(8) 탱크에 액위계, 온도계, 압력계를 설치하여 과도한 충전과 과열을 방지한다.

(9) 인출배관에 긴급차단밸브를 설치하여 비상시 누출을 차단한다.

(10) 이송 시, 화재 등으로 인하여 내부압력이 과도하게 상승하는 것을 방지하기 위하여 안전밸브 등을 설치하여야 한다.

(11) 탱크로리는 평상시 외부의 물질이 내부로 유입되지 않도록 상압보다 높은 압력을 유지할 수 있도록 질소 등의 불활성가스로 충전하여야 한다.

(12) 탱크로리는 그 내부에 4,000 L 이하마다 칸막이를 설치하여 운송할 때 출렁임을 방지한다.

5.3.4 배관

(1) 액체 산화프로필렌을 취급하는 배관에는 열팽창 안전밸브를 설치해야 한다.

(2) 방유제 및 그 내부 바닥의 재료는 액체 산화프로필렌이 침투할 수 없는 것을 사용해야 하며 방유제의 단면적은 누출된 산화프로필렌의 기화를 억제할 수 있도록 최소화해야 한다.

(3) 연결부위의 개수는 최소로 해야 한다. 배관 연결 시 용접이음이 바람직하며, 플랜지 이음은 저장용기 등의 장치와 연결 시에만 사용한다.

(4) 탱크로리와 저장탱크 사이의 배관은 가능한 한 짧게 설치하여야 한다.

(5) 프렉시블 호스(Flexible hose) 연결구 등은 이물질이 혼입되지 않도록 평상시 막아두어야 한다.

(6) 플랜지 접합면에는 스파이럴운드 가스켓을 사용하거나, 스테인레스 강 또는 폴리플로우로에틸렌(Polyfluoroethylene) 재질의 가스켓을 사용하여야 한다.

(7) 이송 배관에는 체크밸브를 설치하여 역류를 방지하여야 한다. 저장탱크 또는 실린더에서 공정으로 이송하는 배관에는 과유량제한밸브(Excess flow valve)와 원격 조작할 수 있는 자동조절밸브를 설치하고, 자동 조절밸브의 고장모드는 닫히는 구조(Fail-closed)이어야 한다.

(8) 실내에 설치된 공정에서 운전 중 이상이 발생하거나, 누출되었을 경우는 공급을 긴급 차단하는 시스템을 갖추어야 한다.

5.4 산화프로필렌 입하작업 안전관리

5.4.1 입하작업 전 준비사항

(1) 사업장으로 입고된 탱크로리에 저장되어 있는 유해·위험물이 해당 물질과 일치하는가를 확인한다.

(2) 입고된 탱크로리에 실려있는 해당 물질에 대한 물질안전보건자료(MSDS)를 준비하여 하역 작업자에게 현장 교육한다.

(3) 산화프로필렌은 정전기에 의한 화재·폭발을 방지하기 위하여 접지 클램프를 탱크로리 차체에 연결한다.

(4) 화물송장에 기재된 양과 반입한 양이 일치한가를 확인하기 위하여 입하 전/후에 계량하여 반입량과 비교한다.

(5) 배관연결구, 멘홀 등에 설치된 납봉인 상태가 정상인가를 확인한다.

(6) 세안장치의 위치를 확인하고 시험작동하여 정상작동 여부를 확인하되, 고정식 세안장치가 없을 경우에는 비상시 작업자가 세안할 수 있도록 깨끗한 물을 준비한다.

(7) 산화프로필렌에 적합한 보안경, 보안면, 방독마스크, 보호의, 보호장갑 등 보호구를 작업현장에 비치하고 작업시 모든 작업자가 착용하도록 한다.

(8) 운전자는 차량을 수평하게 정 위치에 정차시킨 후 고임목을 고이고, 차량키를 뽑아 입하책임자에게 보관시킨다. 입하작업이 완전히 끝난 것을 확인하고 키를 반납받도록 하여 입하작업 중에 차량의 돌발적인 출발을 사전에 방지하여야 한다.

(9) 화재발생시 초기 진화를 위하여 소화기 등 소화설비를 준비한다.

(10) 확산방지턱 주위에 설치된 배수구는 닫혀있는지를 확인한다.(비상 피트의 수위는 최저 수위 인지를 확인한다.)

(11) 입하작업시 관계자 이외의 작업자 접근을 방지하기 위하여 입고장 주위에 안전거리를 확보하여 출입금지 표시를 한다.

5.4.2 입하작업시 준수사항

(1) 취급물질의 누출이나 입하작업 후 호스 끝부분에서 배출되는 물질의 안전한 처리를 위하여 확산방지턱을 설치하거나 이동식 용기를 설치한다.

(2) 작업자는 차량 상부에서 작업하는 경우, 안전대를 착용하고, 안전대 부착설비에 안전고리를 체결한다.

(3) 혼재방지를 위하여 입하 배관의 밸브를 확인하고 로딩암이나 호스를 연결한다. 또한, 이물질 혼입을 방지하기 위하여 배관, 플렉시블 호스 연결구 등에 이물질이 있는지를 확인하고, 제거시켜야 한다.

(4) 동일 배관에 여러 기의 탱크가 연결되어 있을 경우 탱크별 액위를 확인하고 해당 밸브를 연다.

(5) 탱크의 밸브를 열고 펌프를 작동시킨다.

(6) 탱크로리 밸브를 서서히 열고 입하작업을 계속한다.

(7) 최초 또는 청소 후 빈 탱크에 제품을 받을 때에는 액위가 탱크의 주입 노즐로부터 1 m 이상 될 때까지는 유속을 1 m/s 이내로 한다.

(8) 플로팅 루프형 탱크에서는 플로터가 지지대를 벗어날 때까지 유속을 1 m/s 이내로 한다.

(9) 입하작업이 계속되는 동안 안전 관계자는 계속 입회하여야 한다.

(10) 정전시에는 탱크로리의 펌프로 이송하지 않고 비상전원이 투입될 때까지 입고작업을 중단한다.

(11) 입하작업시 호스가 분리되거나, 파손되었을 때에는 즉시 탱크로리에 설치된 긴급차단장치를 작동하고 펌프의 가동을 중단하며 밸브를 잠근다.

(12) 입하작업이 완료되고 나면 밸브를 잠그고 펌프를 가동 중지한 후 호스를 제거하는 등 입하작업의 역순으로 안전하게 작업한다.

(13) 입하작업이 완료된 후 입고작업시 사용된 걸레 등은 뚜껑을 덮은 후 안전한 장소로 옮긴다.

(14) 취급물질의 누출이나 화재사고가 발생하면 작업을 중단하고 안전관계자에게 알린 후 비상조치계획에 의거 행동한다.

(15) 토출 또는 흡입 압력이 규정압력을 초과하거나, 낮을 경우에는 밸브 연결부위의 바이패스밸브, 펌프 고장, 압력계 고장 등을 확인하고 정상압력이 유지되지 않을 경우에는 즉시 입하작업을 중지하고 상세한 원인조사를 실시하여야 한다.

5.5 산화프로필렌 출하작업 안전관리

5.5.1 출하작업 전 준비사항

(1) 출하하고자 하는 물질이 저장된 서비스 탱크를 확인하고, 탱크에는 “출하중”이라는 표지판을 설치한다.

(2) 출하하고자 하는 물질이 적재될 탱크로리가 관련 감독관청의 허가된 제품명 및 적재량과 일치하는지를 확인한다.

(3) 운송차량을 안전한 곳에 주차하고, 차량고임목을 설치한다.

(4) 기타 관련된 사항은 입하작업전 준비 사항과 동일하게 적용한다.

5.5.2 출하작업시 준수사항

(1) 출하 대상물질의 물질안전보건자료(MSDS)에 대한 내용을 현장에서 사전 교육한다.

(2) 적재 지점에 도착한 탱크로리는 정 위치에 정차시키고, 엔진을 정진시킨 후, 차량키를 빼어 운전석에 놓는다.

(3) 주차 브레이크를 확실하게 제동시키고, 고임목을 설치하여야 한다.

(4) 작업자는 차량 상부에서 작업하는 경우, 안전대를 착용하고, 안전대 부착설비에 안전고리를 체결한다.

(5) 탱크로리 각 격실, 배관 연결구 및 플렉시블 호스 등은 깨끗하게 비어 있고, 이물질이 없는지를 적재 작업 전에 확인한다.

(6) 모든 제품 출구 및 내부 밸브 등이 잠겨 있는지 확인한다.

(7) 물질 적재시 로딩암(Loading arm)이나 출하용 호스의 드롭 튜브(Drop tube)를 탱크 바닥에 닿게 하여 로딩암이나 출하용 호스와 탱크를 고정시키고, 밸브를 서서히 연다.

(8) 탱크내의 액위가 20 ㎝ 정도 유지될 때 밸브를 완전히 열고, 물질을 본격 적재하며, 유량계나 액면계를 읽으면서 적재용량의 90 % 전에서 적재 속도를 줄여 정량을 적재한 후 밸브를 잠가야 한다.

(9) 한 유창의 적재가 끝나면 뚜껑을 조심하여 닫고 다음 유창의 뚜껑을 열어 같은 방법으로 적재를 계속한다.

(10) 적재가 완료되면 받침통에 튜브(Tube)를 받쳐 로딩암이나 출하 호스를 위로 끌어올린 후 고정한다. 만약 플렉시블 호스를 사용하는 경우에는 연결구에서 누출되는 물질을 회수할 수 있도록 하여야 한다.

(11) 우선 고정목을 제거하기 전에 접지 클램프를 제거한다.

(12) 동일 저장탱크에서 입하작업과 출하작업이 동시에 이루어지지 않도록 한다.

(13) 출하장에서 인화성 물질이 누출되었을 경우에는 출하를 중단하고 운행중인 전 차량 및 내연기관의 시동을 끄고, 점화원을 제거한다.

(14) 출하중 인화성 물질이 누출되었을 때에는 반드시 가스 감지기로 가스 농도를 측정하여 안전여부를 확인한 후 다음 작업을 진행한다.

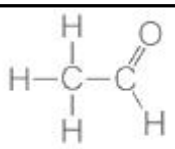
(15) 기타 관련된 사항은 입하작업 시 준수 사항과 동일하게 적용한다.

6. 아세트알데히드 안전조치 등

6.1 물리화학적 특성

(1) 무색의 액체이나, 끓는 점이 20.2 ℃로 휘발성이 강하고, 증기압이 98.63 ㎪로 물리화학적 성질은 <표 5>과 같다.

<표 5> 아세트알데히드의 물리화학적 성질

화학구조		용해도	수용성 (100 g/ 100 ㎖)
분자량	44.05	증발잠열(101 ㎪)	569 kJ/kg
녹는점(101 ㎪)	-123.7 ℃	인화점	-39.0 ℃
끓는점(101 ㎪)	20.2 ℃	폭발한계(27~38 ℃, 100~200 ㎪)	4.0~60 %
액체 비중(20 ℃)	0.784	자연발화온도(101 ㎪)	185 ℃
액체 밀도(20 ℃)	784 kg/㎥	연소열	912.1 kJ/kg
증기압(20 ℃)	98.63 ㎪	기체 비중	1.52

(2) Acetaldehyde, Ethanal, Acetic aldehyde, Ethyl aldehyde, Acetyl aldehyde 등으로도 부른다.

(3) 환원제, 방부제, 유기합성의 원료. 합성수지, 염료, 폭발물 등의 합성에 사용된다.

(4) 증기압이 높아 누출시 증발에 의한 확산 및 화재·폭발의 위험이 높다. 물에 잘 녹는 특성을 고려하여 다량의 물로 희석하여 회수할 수 있다.

(5) 섭취 시 위장에 자극을 주고 구역질, 구토, 설사를 일으킬 수 있다.

(6) 흡입 시 기도에 자극을 줄 수 있으며, 고농도에는 마취 효과가 있고, 노출될 경우 중추신경억제 효과가 있을 수 있다.

(7) 증기흡입은 어지러움 또는 질식을 일으킬 수 있으며, 폐수종이 있을 수 있다. 다량을 흡입할 경우 호흡 항진이 있을 수 있으며 그 뒤 호흡 불량, 경련, 호흡계 마비로 인한 사망에 이를 수 있다.

(8) 피부를 자극하고, 민감하게 만든다. 알레르기 반응이 있을 수 있다.

(9) 눈에 심각한 염증을 일으킬 수 있다. 증기는 눈을 자극할 수 있다. 일시적인 각막의 손상을 줄 수 있다. 최루 효과가 있다.

(10) 고온에서 중합반응이 일어나 화재·폭발로 이어질 수 있고, 다량으로 누출될 경우에는 증발하여 증기폭발의 위험이 있다.

(11) 화재시 알콜포, 이산화탄소, 물분무 소화기를 사용하거나, 다량의 물로 희석한다.

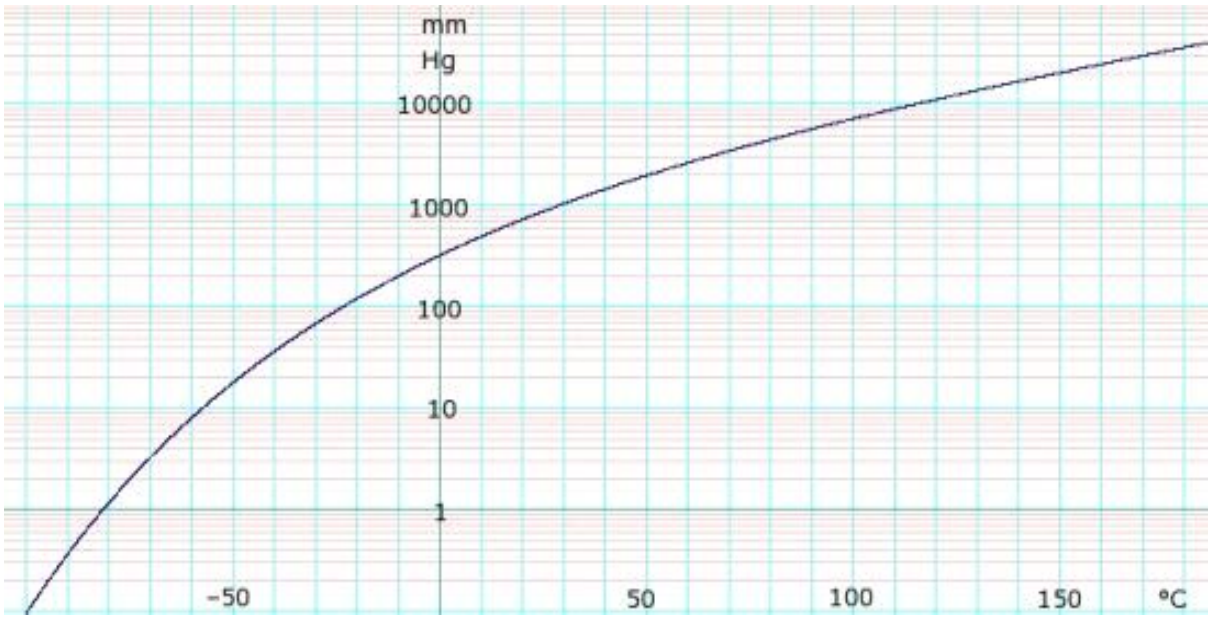
(12) 화재시에는 공기호흡기를 착용하고 소화활동을 하여야 한다.

(13) 화재시 저장물질의 온도상승을 방지하기 위하여 다량의 물을 탱크 등의 용기에 분사시켜 온도를 낮춘다.

(14) 저장탱크가 변색할 경우에는 내부 압력이 상승하여 탱크가 파열될 위험이 있어 즉시 안전한 곳으로 대피하여야 한다.

(15) 아세트알데히드의 위험성은 다음과 같다.
(가) 연소범위(4.0 ~ 60 vol %)가 넓고, 연소하한값이 낮아 화재·폭발위험
(나) 끓는 점이 20.2 ℃로 낮아(증기압 740 ㎜Hg (20.0 ℃))이 높아) 쉽게 기화
(다) 기체비중이 1.52으로 낮은 곳에 체류
(라) 낮은 노출기준(TWA - 50 ppm)
(마) 누출된 액체에 접촉되면 피부손상, 눈손상
(바) 발암성 1B
(사) 급성독성(경구) 구분4

(16) 아세트알데히드의 증기압 곡선은 다음 <그림 10>과 같다.



출처 : Chemical Engineering Research Information Center. Archived from the original on 3 June 2007. Retrieved 27 May 2007.

<그림 10> 아세트알데히드 증기압 곡선

6.2 일반적인 안전조치

6.2.1 저장

6.2.1.1 일반사항

(1) 저장탱크는 화재·폭발 시 주요 건물, 구조물, 유틸리티 설비 및 다른 위험물질 저장소에 미치는 영향을 최소화하도록 위치를 선정하고 안전조치를 하여야 한다.

(2) 안전거리 확보가 최우선 안전조치이나, 온도 및 압력 모니터링, 자동 살수설비 설치, 배출설비 설치 및 저장용기 매립 등의 조치로 안전거리를 줄일 수 있다.

(3) 설비가 위험에 노출되는 것을 줄이기 위해 공정 지역 내에는 저장량을 최소화하여야 한다.

(4) 저장량이 많을 경우에는 저장탱크를 여러 그룹으로 나누고 자동 살수설비를 설치하여야 한다.

(5) 저장 중에 누출을 최소화시키기 위하여 내압력이 충분한 압력용기를 사용을 권장한다.

6.2.1.2 아세트알데히드 저장탱크

(1) 저장탱크는 운전압력과 블랭킷 압력에 따라 최소 설계압력을 선정하여야 하며, KS B 6225「용접식 강재 석유 저장 탱크의 구조」, 또는 KS B 6750「압력용기 설계 및 제조일반」에 따라 설계 및 제조하여야 한다.

(2) 저장시 질소충전을 할 수 있도록 설계압력을 고려하여야 한다.

(3) 질소충전 및 냉동시스템은 안전한 저장조건을 유지하는데 가장 중요한 요소이므로, 적절하게 유지·보수하여 높은 신뢰성을 가져야 한다.

(4) 냉동능력의 상실에 의한 배출의 가능성을 낮추기 위해 상온에서 충분한 내압력이 있는 탱크설치를 권장한다.

(5) 저장탱크는 일반적으로 산화프로필렌 탱크와 같은 구조로 설치한다.

(6) 저장탱크 및 관련설비를 설계, 설치, 운전 및 유지보수할 때는 가연성 물질, 급성독성 물질, 인체유해성 물질 및 환경에 영향을 미칠 수 있다는 것을 고려하여야 한다.

(7) 안전거리는 관련 법에서 규정한 사항을 준수하여야 한다.

(8) 저장 중에 발생하는 증기는 회수, 흡착, 흡수, 연소 등의 방법으로 안전하게 처리하여야 한다.

(9) 여러 개의 탱크를 설치할 때는 화재발생시 다른 탱크로 전파되지 않도록 설치한다.

(10) 낙뢰와 정전기에 의한 화재·폭발을 방지하기 위하여 적절한 접지를 하여야 한다. 접지와 관련된 자세한 내용은 KOSHA GUIDE「정전기 재해예방에 관한 기술지침」 등을 참조한다.

(11) 저장탱크는 압력계, 온도계, 액위경보장치 등을 설치하여 과충전에 의한 누출을 방지하여야 한다.

(12) 복사열에 의한 온도상승을 방지하기 위하여 보온하거나, 도장은 흰색을 칠하여야 한다

(13) 긴급차단밸브는 기술지원규정「긴급차단밸브의 설치에 관한 기술지원규정」에 따라 설치하여야 한다.

6.2.3 배관

(1) 배관은 플랜지 사용을 원칙으로 한다.

(2) 배관은 직사광선에 의한 복사열을 차단할 수 있도록 흰색을 칠한다.

(3) 배관 양쪽에 밸브가 설치되어 복사열에 의한 열팽창으로 압력상승이 가능한 경우에는 안전밸브를 설치하여야 한다.

(4) 대기 방출구는 빗물이 유입되지 않도록 설치하여야 한다.

(5) 안전밸브를 설치할 경우에는 3-way 밸브를 사용하여 복수의 안전밸브를 설치하거나, 전단에 파열판을 설치하는 것이 권장된다.

(6) 배관과 탱크 등은 등전위 접지를 하여야 한다.

6.2.4 입출하 설비

입출하 작업은 5.4 산화프로필렌 입하작업 안전관리 및 5.5 산화프로필렌 출하작업 안전관리를 따른다.

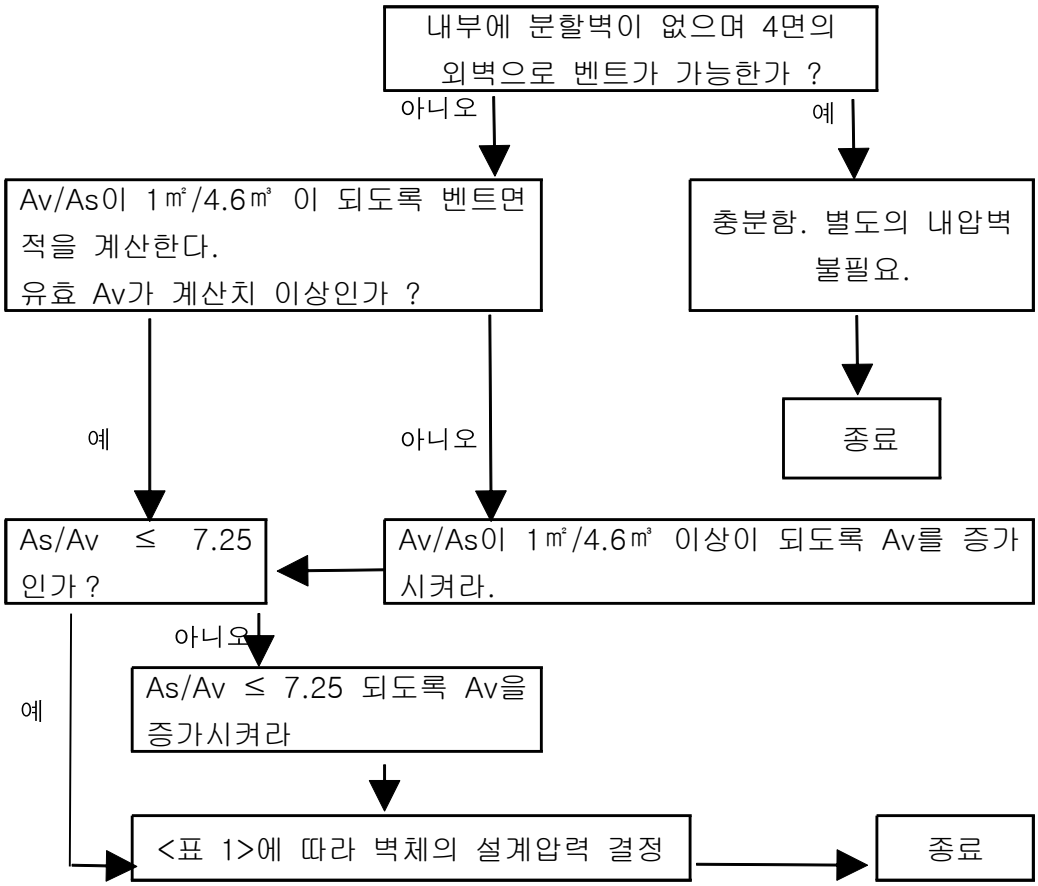
부록 1. 산화에틸렌 피해 제한 구조(Damage-limiting construction)

1. 정의

밀폐된 작업장에서 인화성 가스와 공기 혼합물의 폭연 발생 시 벤트면적과 건물의 내압설계를 조합하여 피해를 제한할 수 있도록 한 건물 구조를 말한다.

2. 설계

(1) <그림 1>에 따라 설계한다.



As : 실내 체적, Av : 벤트 면적

<그림 1> 설계절차

(2) 밀폐된 작업장 체적 4.6 ㎥당 1 ㎡의 벤트면적이 필요하다. 그러나, 밀폐된 작업장의 체적/벤트면적의 비가 7.25를 초과하여서는 안된다.

(3) 건축물의 최소 설계압력은 4.8 ㎪이어야 하나, 이 값이 <표 1>에서 구한 값보다 작으면 <표 1>의 값에 따른다.

<표 1> 건축물 설계압력(Pr)

Pv (㎪)	As/Av										
	4.75*	5.00	5.25	5.5	5.75	6	6.25	6.5	6.75	7	7.25
0.96*	4.80	4.99	5.52	6.05	6.53	7.20	7.82	8.45	9.12	9.79	10.37
1.20	4.80	4.99	5.52	6.05	6.53	7.20	7.82	8.45	9.12	9.79	10.37
1.44	4.80	4.99	5.52	6.05	6.53	7.20	7.82	8.45	9.12	9.79	10.37
1.68	4.80	4.99	5.52	6.05	6.53	7.20	7.82	8.45	9.12	9.79	10.37
1.92	4.80	4.99	5.52	6.05	6.53	7.20	7.82	8.45	9.12	9.79	10.37

Pv : 벤트 압력, * 이하(or less)

건축물 최소 설계압력(Min. Pr = Pv + 2.4 ㎪)

(4) 벤트 판넬의 단위 면적당 무게는 14.6 kg/㎡ 이하이어야 한다.

기술지원규정 개정 이력

□ 개정일 : 2025. 2. 3.

○ 개정자 : 한국안전문화진흥원 장 희

○ 개정사유 : 산화프로필렌 및 아세트알데히드 내용 추가

○ 주요 개정내용

- 제목변경 : 산화에틸렌 취급설비의 안전에 관한 기술지침에서 산화에틸렌 등의 취급설비의 안전에 관한 기술지원규정으로 변경
- 5. 산화프로필렌 안전조치 등 추가
- 6. 아세트알데히드 안전조치 등 추가

□ 재공표 : 2025. 3. 26.

○ 기술지원규정 영문 명칭 복원(KSH-GUIDANCE→KOSHA GUIDE)으로 재공표

KOSHA GUIDE
기술지원규정

·규정번호 : C-C-4-2025
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2025. 3. 26.