

화재폭발누출 사례 및 대책(1)



목차

- I 화재, 폭발, 누출사고의 특성 및 실태
- II 화재, 폭발사고에 대한 원인 및 대책
- III 정비보수 작업 안전관리
- IV 유해위험물질 취급관리
- V 현장에서의 주요 안전보건 점검항목
- VI 비상조치계획 수립 및 훈련
- VII 산업재해예방 필수 안전수칙 준수
- VIII 최근 화재폭발누출사고사례(37개)
- IX 기타 화재폭발누출사고사례(15개)

일러두기

본 교육 교안은 최근 사회적 이슈가 되는 화재, 폭발, 누출 등의 재해를 예방하기 위하여 안전보건 관계자 교육용으로 작성된 자료입니다.

제작된 자료는 상업적으로 사용될 수 없고, 내부적으로 사용하며, 내용 중 사고 발생원인 및 원인추정 과정이 사실과 다를 수 있으며, 사고와 관련한 민형사상 판단근거 등으로 삼을 수 없음을 알려드립니다.

화재, 폭발, 누출 사고의 특성 및 실태

● 화재, 폭발, 누출 사고의 특성 및 실태



화재폭발누출 사고의 주요 특성

- 가연성 가스 및 인화성 액체 등 유해위험물질에 의한 화재, 폭발, 누출, 질식 등이 대다수
- 정비보수 등 비정상적 작업에서 안전수칙 및 안전절차 미준수, 위험물에 대한 위험정보 미인지 등에 의한 사고 증대
- 사고 빈도는 작고 대량의 사상자 발생 등 강도가 매우 크고, 사업장 근로자 및 인근지역 등 연쇄적인 피해확산, 민원야기
- 산업 다양화에 의한 다종·다량의 화학물질 사용, 신규 화학물질의 사용으로 인한 사고 위험성 증대
- 막대한 경제적 손실 및 사회적 물의로 인한 일반 대중의 관심 대상으로 사업장의 이미지 타격 등 집중관리 필요



● 화재, 폭발, 누출 사고의 특성 및 실태



대기업 및 중소 사업장의 실태

구 분	대기업(정유 및 석유화학공장)	중소규모(화학제품 제조업, 기타산업)
법적 규제 (화학물질)	○ 산업법 제49조의2 PSM에 의거 철저 규제 강화, 자율안전관리 정착	○ 5인 미만 사업장 산업법 PSM제출 적용 확대(14.1.1), 자율안전관리 미흡
설비가동방식	○ 연속식(Continuous Process) ○ 완전 자동화 ○ 공정운전상 문제점(위험성) 즉시 인지(DCS)	○ 회분식(Batch Process) ○ 반자동화 또는 수동방식 ○ 공정 운전상 문제점(위험성) 즉시 인지 곤란
제 품	○ 소품종 대량 생산	○ 다품종 소량생산 ※ 잦은 공정변경에 따른 위험성 점증
안전관리체제 및 인력	○ 전담 안전관리 부서 설치 ○ 안전관리 우수인력 확보 ○ 숙련된 현장근로자 확보	○ 전담부서 미 설치 ○ 안전관리 인력 전무 ○ 잦은 이직에 따른 숙련공 확보 곤란
설비의 유지보수	○ 주기적 설비·보수체계 구축	○ 생산 불가시만 설비 보수 ※ 잦은 고장, 작업환경 취약
기업 또는 사업주 안전의식	○ 대기업(그룹)의 이미지 및 제품 수출을 위한 기반조성 차원에서 안전관리에 대한 지대한 관심	○ 안전에 대한 의식 저조 ※ 생산 및 판매에만 관심 집중
작업조건	○ 작업환경 양호 ○ 높은 임금수준(근로자 장기근무)	○ 작업조건 및 작업환경 취약 ※ 3D업종 포함 ○ 낮은 임금수준(이직을 증가)

● 화재, 폭발, 누출 사고의 특성 및 실태



중대재해? 와 중대산업사고?의 차이

산업재해



사망자 1인
부상자 2인(3일)
직업성 질병자 10인

중대재해
일반재해

·중대산업사고(Major Industrial Accident)?

- 위험물질 누출, 화재, 폭발 등으로 인하여 사업장 내의 근로자에게 즉시 피해를 주거나 사업장 인근지역에 피해를 줄 수 있는 사고
- (산업안전보건법 제40조의2)

● 화재폭발에 대한 이해



화재와 폭발 구분

- 에너지 방출속도의 차이 : 화재 << 폭발(Micro sec). 폭발사고는 대피 여유가 없음
- 화재는 개방계, 폭발의 경우 밀폐계 뿐 아니라 개방계에서 증기운이 폭발하는 경우도 있음

폭발의 성립조건 및 폭발방지

- 가연성가스 및 인화성액체의 취급 시 폭발이 전제조건
- ① 공기 또는 산소와 혼합된 가연성 가스, 증기 및 분진이 일정 농도범위(폭발범위)에 있을 때
- ② 혼합된 물질의 일부에 점화원이 존재하여 어떤 에너지(최소점화에너지) 이상의 에너지를 가할 수 있을 때
- 따라서, 폭발을 방지하기 위해서는
- ① 가연성 가스, 증기 및 분진이 폭발범위 내로 축적되지 않도록 환기 실시
- ② 공기 또는 산소의 혼합 차단(불활성 가스 봉입 등)
- ③ 용접 및 용단 작업의 불꽃, 기계 및 전기적인 점화원의 제거 또는 억제

● 화재폭발에 대한 이해



연소와 소화의 의미

연소(화재)의 3각형

- ◆ 연소 : 물질이 공기 중에서 산소와 산화반응을 일으켜 열과 빛을 발생 하는 현상
- ◆ 화재 : 인간에게 해로운 불



▲ 모든 변이 접촉 : 연소(화재)

가연물, 산소, 점화원의 3요소가 결합하면 화재가 발생

▲ 한 변 탈락 : 소화

가연물, 산소, 점화원의 3요소 중 하나 이상을 제거하거나 격리시키면 불이 꺼짐

● 화재폭발에 대한 이해



인화점 이해

- 가솔린, 신너 등 인화성액체 : 온도가 올라가면 자체의 증기압 증가 → 액체표면에서 증기 발생
- 증기농도가 작으면 불이 붙지 않으나 일정농도 이상 시 → 점화원에 의해 불이 붙음

◆ 인화점이란?

- 가연성 액체의 표면 증발→연소범위 혼합물→점화원을 가까이 했을 때 인화되는 가장 낮은 온도, 즉, 불이 붙을 수 있는 가장 낮은 온도



● 화재폭발에 대한 이해



인화점 의미

< 이소프로필 알코올(IPA)
인화점 : 12°C >



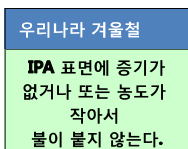
자신의 인화점 보다 낮은 온도로 있을 때



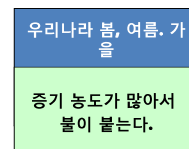
자신의 인화점 보다 높은 온도로 있을 때

<주요 물질 인화점>

- ✓ 가솔린 : -43°C
- ✓ 신너 : -5°C
- ✓ 아세톤 : -20°C
- ✓ 경유 : 60°C
- ✓ IPA : 12°C



우리나라 겨울철
IPA 표면에 증기가 없거나 또는 농도가 작아서 불이 붙지 않는다.



우리나라 봄, 여름, 가을
증기 농도가 많아서 불이 붙는다.

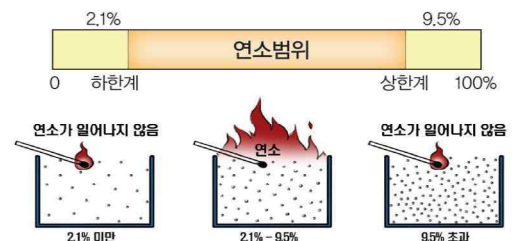
● 화재폭발에 대한 이해



연소범위(폭발범위)

- ✓ 가연물, 산소, 점화원의 3요소가 있어도 불이 붙지 않고 공기 중에 가연성가스가 일정범위 이내로 함유되어 있어야 연소가 가능한 경우가 있는데 이를 연소범위 또는 폭발범위라고 함

(예 : 000가스는 공기 중 농도가 7%이하이거나 20%이상인 경우 화재·폭발이 발생하지 않음)



화재폭발에 대한 이해



위험물질의 연소(폭발)범위

물 질 명	연소범위(공기내의 부피%)	UFL-LFL
1. 산화에틸렌	3.6 ~ 100	96.4
2. 디보란	1 ~ 99	98
3. 아세틸렌	2.5 ~ 80	77.5
4. 수 소	4.1 ~ 74	69.9
5. 트리클로로에틸렌	12 ~ 40	28
6. 일산화탄소	12.5 ~ 74	61.5
7. 메틸클로로포름	6.8 ~ 10.5	3.7
8. 카본디설파이드	1.25 ~ 44	42.8
9. 황화수소	4.3 ~ 45.5	41.2
10. 암모니아	15 ~ 28	13
11. 에틸알콜	3.3 ~ 19	15.7
12. 아세톤	2.5 ~ 13	10.5
13. 메 탄	5.3 ~ 14	8.7
14. 에 탄	3.2 ~ 12.5	9.3
15. 프로판	2.4 ~ 9.5	7.1
16. 부 탄	1.8 ~ 8.4	6.6
17. 펜 탄	1.4 ~ 7.8	6.4
18. 벤 젠	1.4 ~ 6.7	5.3
19. 톨루엔	1.3 ~ 6.7	5.4
20. 가솔린	1.4 ~ 6.2	4.8

화재폭발에 대한 이해



인화점/연소점/발화점

- **인화점** : 액체 표면에서 증발이 일어나 연소범위의 혼합물을 만들어 점화가 가능한 가장 낮은 온도
- **연소점** : 인화된 후 연소가 지속될 수 있는 가장 낮은 온도
- **발화점** : 별도의 점화원이 없어도 가연성 물질을 계속 가열하면 일정온도에 도달 시 불이 붙게 되는 온도
(예 : 가솔린의 발화점 : 257°C, 목재의 발화점 : 350°C)

<물질별 인화점과 발화점>

물질명	인화점 (°C)	발화점 (°C)	물질명	인화점 (°C)	발화점 (°C)
1. 수 소	Gas	579	11. 아세톤	-17.8	538
2. 메 탄	-188	538	12. 벤 젠	-11.1	562
3. 에 탄	-141	515	16. M.E.K	-4.4	516
4. 부 탄	-60	405	13. 톨루엔	4.4	536
5. 프로필렌	-108	497	9. 메틸알콜	12.2	464
6. 산화에틸렌	-28.9	426.7	10. 에틸알콜	12.8	423
7. 펜 탄	-49	260	14. 등 유	40~60	260
8. 가솔린	-43	280	15. 경 유	50~70	257

화재폭발에 대한 이해



가연물 및 산화제 종류

➢ 가연물

- ✓ 고체 : 종이, 나무, 석탄, 섬유, 플라스틱, 금속 분말 등
- ✓ 액체 : 가솔린, 등유, 경유, 아세톤, 톨루엔, 메탄올 등
- ✓ 기체 : 메탄, 프로판, 부탄, 수소, 아세틸렌, 일산화탄소 등

➢ 산화제

- ✓ 기체 : 산소, 불소, 염소(이중 대부분은 공기 중 산소와의 반응임)
- ✓ 액체 : 과산화수소, 과염소산
- ✓ 고체 : 질산염, 금속 과산화물

화재폭발에 대한 이해



점화원의 종류

➢ 점화원 분류

- ✓ 기계적 점화원 : 충격, 마찰, 단열압축 등
- ✓ 전기적 점화원 : 정전기 등
- ✓ 열적 점화원 : 나화, 고열표면, 용융물, 용접불꽃 등
- ✓ 자연 발화

<주요화재의 점화원>

점 화 원	백분율
전기적(모터의 배선)	23%
담뱃불	18%
마찰(베어링 또는 파손부품)	10%
과열물질(비정상적인 고온)	8%
고열표면(보일러, 펌프 등으로부터의 열)	7%
바너화염(호기의 오용 등)	7%
연소스파크(스파크 및 타다 남은 불)	5%
자연발화(산재기 등)	4%
결석 및 용접(스파크, 아크, 열 등)	4%
노출(새로운 지역으로 불통의 열)	3%
방화(방화화재)	3%
기계적 스파크(그라인더, 분쇄기 등)	2%
용융물질(뜨거운 용융물 누출)	2%
화학작용(공정이 제어되지 못할)	1%
정전기방전(속격된 에너지 방출)	1%
번개(피뢰침을 사용하지 않은 곳)	1%
기타	1%

화재폭발에 대한 이해



산업화재

Pool Fire(액면화재)

- ✓ 개방된 용기 내에 탄화수소계가 저장된 상태에서 증발되는 연료에 점화되어 난류적인 확산형 화재 : 화재를 초기 진화하지 않으면 진화가 어려움



17

화재폭발에 대한 이해



산업화재

Jet-Fire(분출화재)

- 탄화수소계의 이송배관이나 용기로부터 고속으로 누출이 계속될 때 점화되어 화재로 이어지는 경우로 난류 확산형 화재(중대한 피해를 가져올 수 있는 화재임)



18

화재폭발에 대한 이해



화재의 구분 및 소방설비의 종류

▶ A급 화재(일반화재)

- 연소 후 재를 남기는 종류의 화재로 가장 일반적임
- 물을 함유한 용액으로 냉각, 질식소화의 효과를 이용하여 소화

▶ B급 화재(유류화재)

- 연소 후 재를 남기지 않는 종류의 화재로 유류, 가스 등의 가연성 액체나 기체 등의 화재
- 포말, 분말소화약제를 사용하여 소화

▶ C급 화재(전기화재)

- 통전 중인 전기설비에서 발생하는 화재
- 이산화탄소, 할론, 분말 등의 소화약제로 소화

▶ D급 화재(금속화재)

- 금속 또는 금속분해에 발생하는 화재
- 팽창 질석, 건조규조토 등으로 소화

화재폭발에 대한 이해



폭발의 종류(1)

- ▶ 물리적 폭발 : 진공용기의 압괴, 과열액체의 급격한 비등에 의한 증기폭발, 용기의 과압 과충진 등에 의한 용기파열 등

- ▶ 화학적 폭발 : 화학반응에 의해 단기간에 급격한 압력상승을 수반할 때 폭발이 이뤄짐 (폭발 시 많은 양의 열이 발생)

※ 화학적 폭발의 종류

구분	특 징	예
산화폭발	비 정상적인 연소 시 가연성 물질이 공기와의 혼합·화합으로 산화반응을 일으킴	가연성가스 증기, 미스트와 공기와의 혼합, 밀폐 공간 내부에 가연성가스 채류 시 등
분해폭발	자기분해성 물질의 분해	산화에틸렌, 아세틸렌의 분해반응, 디아조화합물의 분해열 등
중합폭발	발열중합반응 시 온도조절(냉각 등) 실패로 인한 급격한 압력상승, 2차로 증기운 폭발을 일으킴	촉매 이상으로 인한 이상반응, 냉각설비 고장으로 인한 온도조절실패 등

19

폭발의 종류(2)

- ▶ **폭발물질에 따른 분류** : 일반적으로 폭발물질의 형태에 따라 분류하며 가스폭발, 분진폭발, 미스트 폭발, 고체 폭발 및 증기폭발 등으로 분류 할 수 있음

< 기인물질에 의한 분류 >

구분	특징	예시
가스폭발	-메탄, 수소, 아세틸렌 등의 가연성 가스 -가솔린, 알코올 등 인화성 액체의 증기	-공기와와의 혼합 상태에서 점화원으로 인한 산화반응 -용기 등 밀폐 공간에서는 분해, 중합반응
증기폭발	-고압 포화액, 액체의 급속 가열 -극저온 액화가스의 수면 유출 등	-물리적 폭발로서 급속한 기화현상에 의한 체적팽창 -보일러 등 고압포화수의 급속한 방출 -물 등에 고온의 용융금속 등이 대량 유입
미스트 폭발	-윤활유, 기계유 등 가연성 액체	-가연성 액체가 안개상태로 공기 중에 누출되어 가스-공기와의 부유 상태 혼합물을 형성하여 폭발
고체폭발	-화약류, 유기 과산화물, 유기 발포제 등	-위험물질 자체에 갖고 있는 산소와 산화반응으로 폭발
분진폭발	-금속분, 농산물, 석탄, 유황, 합성수지 및 섬유 등 가연성 분진	-공기 중 부유분진이 폭발 하한계 이상의 농도로 유지될 때 점화원에 의해 폭발

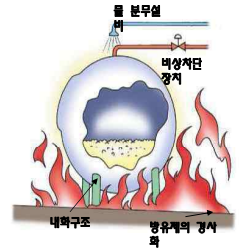
21

폭발의 형태(1)

- ▶ **비등액체 팽창증기 폭발(BLEVE)** : 비점 이상의 압력으로 유지되는 액체가 들어 있는 탱크가 파열될 때 발생

<비등액체 팽창증기 폭발의 진행과정>

- ① 액체가 들어 있는 탱크 주위에서 화재 발생
- ② 화재로 인한 열에 의해 탱크의 벽이 가열됨
- ③ 액위 이하의 탱크 벽은 액에 의해 냉각되나, 액의 온도는 올라가고 탱크내의 압력이 증가
- ④ 화염의 열을 제거 시킬 액이 없고 증기만 존재하는 탱크의 벽이나 천장에 도달하면, 화염에 접촉하는 부위의 금속온도가 상승하여 그 구조적 강도를 잃음
- ⑤ 탱크가 파열되고 그 내용물은 폭발적으로 증가



<방지대책>

- ① 내화구조, ② 방유제의 경사화, ③ 물분무 설비, ④ 비상차단장치(Remote Control), ⑤ 내부 위험물의 출하(Pumping) 설비, ⑥ 감압장치, ⑦ 훈련

22

폭발의 형태(2)

- ▶ **화구(Fire-Ball)** : 탄화수소계 연료의 연소가 난류적으로 빠르게 확장되는 것으로 일반적으로 공과 같이 형성되는 것을 말함

< 비등액체팽창증기폭발(BLEVE)에 의하여 생성된 공 같은 모양의 화염 덩어리 >



23

폭발의 형태(3)

- ▶ **증기운 폭발(VCE : Vapor Cloud Explosion)**: 화학공정산업에서 가장 위험하고 파괴적인 폭발은 증기운 폭발(VCE)이며, 이러한 폭발은 다음과 같은 단계로 일어남

- ① 다량의 가연성 증기가 급격히 방출, 일반적으로 이러한 현상은 과열로 압축된 액체의 용기가 파열 할 때 일어남
- ② 플랜트에서 증기가 분산되어 공기와 혼합
- ③ 증기운의 점화



24

화재, 폭발사고에 대한 사고원인 및 대책

화재, 폭발사고에 대한 사고원인 및 발생현황

연도별 중대산업사고 발생현황

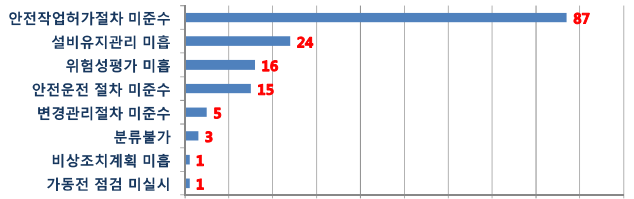
연도	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13
건수	20	20	11	8	10	6	8	18	11	5	3	4	6	4	5	3	5	5
사망	15	16	4	1	9	6	7	7	9	3	2	4	3	1	6	9	15	7
부상	32	39	5	10	41	6	22	57	12	77	2	10	22	12	7	8	6	16

- '96-2013 동안 국내 **PSM 적용 사업장 1,257개소**에서 발생한 화재, 폭발 및 독성물질 누출 사고(**총 152건**) 분석자료
- 본 통계는 동종사고를 예방하기 위해 안전보건공단에서 조사한 화재, 폭발 및 독성 물질 누출 등의 사고를 자체 분석한 내용으로, 공식 발표자료가 아님

화재, 폭발사고에 대한 사고원인 및 발생현황

중대산업사고 사고원인 분석('96-2013)(1)

사고원인	건수	점유율(%)
가동전 점검 미 실시	1	0.7
비상조치계획 미흡	1	0.7
분류불가	3	2.0
변경관리절차 미준수	5	3.3
안전운전 절차 미준수	15	9.9
위험성평가 미흡	16	10.5
설비유지관리 미흡	24	15.8
안전작업허가절차 미준수	87	57.2
총합계	152	100



화재, 폭발사고에 대한 사고원인 및 발생현황

중대산업사고 사고원인 분석('96-2013)(2)

폭발 78건(51.3%)
반응물의 열분해 온도 및 반응 매카니즘 미파악
위험성평가 미 실시
안전장치 미설치
(안전밸브, 파열판, 폭발방산구 등)

화재 51건(33.5%)
안전작업 허가 절차 미준수
안전운전절차서 미 준수 및 운전자 교육 미 실시

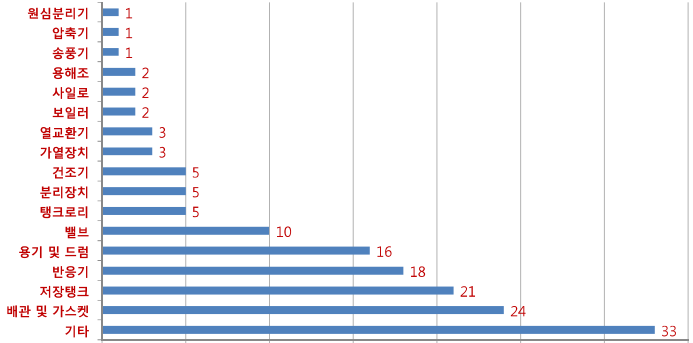
누출/질식 23건(15.1%)
밀폐공간 출입허가 절차 미준수
산소 및 유해가스 농도 미 측정

※ 분석대상 : 총 152건 중 화재 폭발이 129건으로 84.8% 차지(1996년~2013년)

화재, 폭발사고에 대한 사고원인 및 발생현황



장치 및 설비별 사고 현황(152건)

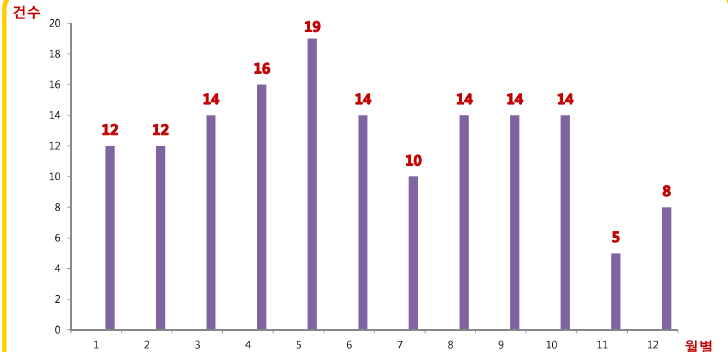


※ 배관 및 가스켓(15.8%), 저장탱크(13.8%), 반응기(11.8%)로 순으로 발생

화재, 폭발사고에 대한 사고원인 및 발생현황



월별 사고발생 현황(152건)



※ 5월(12.5%), 4월(10.5%), 3월/6월/8월/9월/10월(9.2%) 순으로 발생

화재, 폭발사고에 대한 사고 원인 분석



사고 원인 분석(152건)

- 설비의 정비·보수 작업 중 용접 및 청소작업 등에 따른 화기작업허가절차 미준수(57.2%)
 - 탱크로리, 저장탱크, 드럼, 배관 등의 설비 내부에 남아있던 가연성증기를 제거하지 않은 상태에서 용접불꽃, 정전기, 기타 점화원 등이 사고의 원인이 되는 경우
- 설비의 운전시 안전운전 절차 미준수 및 위험성평가 미흡(20.4%)
 - 밸브를 정해진 순서대로 열고, 닫고 하지 않을 경우나 원료가 적절한 순서에 따라 정해진 양을 반응기에 주입하지 않은 경우
- 설비의 유지관리 불량(15.8 %)
 - 설비의 주기적인 점검 및 검사를 제대로 실시하지 않은 경우

전체사고 중 화기작업절차 미준수/안전운전절차 미준수가 약 77.6%로, 설계단계부터의 안전성 확보, 인간의 실수를 통제할 수 있는 절차 및 표준 수립, 안전보건 교육, 안전수칙 준수 등을 통한 안전에 최우선

주요 공정(작업) 안전작업 및 대책



인화성 액체 등 위험물을 호스 또는 배관을 통한 탱크, 드럼 등 충전

- 원료 충전하기 전 탱크의 액위(Level) 확인, 규정용량 미만(90% 미만)으로 충전
- 제품의 입·출하 시에는 탱크로리의 엔진가동을 금지
- 경사면 탱크로리의 주·정차 금지
- 위험물 이송시 호스 풀림 등을 방지하기 위한 연결 조인트 잠금장치 등을 사용체결
- 인화성물질 및 가연성가스 충전 시 접지 및 본딩 실시, 필요시 작업자에게는 제전복 및 제전화 등 정전기방지조치 실시
- 용제의 주입구 끝단은 최대한 용기의 바닥까지 내려 자유낙하로 인한 정전기 발생을 최소화
- 폭발위험장소에서 사용하는 공구는 공기작동식 또는 스파크 미발생 방폭공구 사용
- 드럼 내용물을 이송 시에는 펌프를 사용하거나 공기압축기를 사용할 경우에는 압력 조절기 후단에 안전밸브를 설치
- 밸브조작방법 및 순서 등에 관한 안전수칙 게시

주요 공정(작업) 안전작업 및 대책



높은 온도와 압력으로 운전되는 화학반응 공정

- 원료, 촉매, 제품 등에 대한 물질안전보건자료 작성 및 물질에 대한 가연성, 독성, 반응성 등 유해·위험성 및 특성을 이해하도록 교육철저.
- 폭발위험장소의 방폭형 전기기계기구를 사용.
- 진공운전을 포함한 압력을 유발할 수 있는 반응기에는 반응특성 및 용량을 고려하여 안전밸브 또는 파열판 등 압력방출장치를 설치
- 압력방출장치의 전·후단에는 원칙적으로 차단밸브 설치 금지
- 안전밸브 토출구나 벤트 배관은 안전한 지역으로 유도.
- 발열반응인 경우에는 반응열의 제어 및 이상반응시의 조치 강구
- 반응기 자켓 또는 코일 냉각수나 스팀밸브가 열렸는지 잠겼는지를 쉽게 알 수 있도록 표시.
- 공정 관련도면 및 운전절차서는 현장과 일치되게 작성 후 게시
- 작업자가 안전운전절차를 준수하고 있는지 확인, 공정안전교육을 실시.

33

주요 공정(작업) 안전작업 및 대책



위험물 물질용 가열, 건조하는 공정

- 건조설비의 점화장치(버너)는 점화전에 연소실을 환기
- 온도측정장치 또는 온도제어장치가 정상적으로 작동되는지를 확인
- 위험물건조설비는 정전기 발생을 억제하거나 제거하기 위해 접지 및 본딩(Bonding)을 실시
- 위험물건조설비는 방폭구조의 전기기계기구 사용
- 위험물건조설비는 폭발을 대비하여 폭발구를 설치
- 위험물건조설비의 배풍기 날개는 스파크가 나지 않는 재질로 설치
- 위험물건조설비의 열원으로서 직화 사용금지

34

주요 공정(작업) 안전작업 및 대책



정비 보수 작업 시 용접, 용단 등에 의한 화기작업(1)

- 가연성가스 및 인화성물질 등 위험물을 취급하는 장소에서는 원칙적으로 화기작업을 금지(부득이 폭발위험장소에서 실시할 경우에는 화기작업허가서를 발급 및 승인 후 작업을 실시)
- 작업 전 협력업체를 포함한 정비작업자에 대한 취급 위험물질·공정의 위험성 및 비상대피요령, 소화요령 등에 대하여 교육을 실시
- 화염 또는 스파크 등이 인근 공정설비에 영향이 있다고 판단되는 범위의 지역은 작업구역으로 설정하고 통행 및 출입을 제한.
- 화기작업 전에 작업 대상 기기 및 작업구역 내에서 가연성물질 및 독성물질의 가스농도를 측정하여 허가서에 기록.
- 배관 및 용기내의 위험물질을 완전히 비우고 세정한 후 가스농도를 측정
- 밀폐공간에서의 작업을 수행할 때에는 작업 전에 밀폐공간 내의 공기를 신선한 공기로 충분히 치환하는 등의 조치(강제환기 등)

35

주요 공정(작업) 안전작업 및 대책



정비 보수 작업 시 용접, 용단 등에 의한 화기작업(2)

- 기름, 스케일, 슬러지 등을 치환(퍼지) 시에는 스팀을 사용
- 화기작업 중 용접불티 등이 인접 가연성물질에 비산되어 화재가 발생하지 않도록 비산 불티차단막 또는 불받이포를 설치하고 개방된 맨홀과 하수구 등을 밀폐
※ 용접시 불티는 수평거리로 약 11m 정도까지 비산됨(3,000 °C 이상의 고온체)
- 작업현장에는 소화기를 비치하거나 소방차를 대기
- 입회자는 작업 전/중/후 안전상태를 확인, 작업 중 주기적인 가스농도의 측정 등 안전업무수행
- 화재/폭발이 우려되는 장소에서 사용하는 공구는 공기 작동식 또는 방폭형 공구사용
- 고압산소를 용접·용단 목적 이외에 용도로 사용금지, 고압가스용기는 단단히 지지 고정
- 가스용기 밸브는 서서히 개폐하고, 윤활유를 사용금지
- 호스는 손상을 받지 않도록 보호하고, 누설 등의 결함 여부를 확인
- 화재/폭발이 발생할 경우를 대비하여 대피 및 비상연락체계를 수립

36

주요 공정(작업) 안전작업 및 대책



가스용접, 절단 작업

구 분	주요발생원인	대 측
화 재	불티 비산	1. 가연물의 제거 및 청소 2. 불꽃받이나 방염시트 사용 3. 소화기 비치
	용접부분 뒷면의 가연물 가열	1. 용접부 뒷면 점검 2. 작업종료후 점검
폭 발	토치나 호스에서 가스 누설	1. 토치나 호스의 누설점검. 2. 작업장 떠날때 밸브 잠금 3. 휴게시간 중 환기좋은곳에 토치를 내려둠 4. 호스에 명찰부착
	용기 내부 잔류가스 폭발	1. 내부에 가스,증기 체류 점검 2. 개방, 환기, 물채움 등 조치
화 상	산소를 공기대신 환기,압력시험용으로 사용	1. 용접목적외 산소사용 금지 2. 난연성 작업복 착용 3. 교육, 소화기 비치

☆ 작업 전 안전작업허가서 발행 / 안전조치

37

주요 공정(작업) 안전작업 및 대책



방수 및 도장작업

- 방수액, 도료, 신너 등 재료에 대한 **MSDS** 파악/교육 : 구성성분, 물성(인화점, 폭발한계 등) 및 위험특성
- 위험물질은 별도 저장소에 안전하게 보관 : 당일 작업에 필요한 최소량만 불출 사용
- 작업장 환기상태 점검 : 밀폐공간 경우 강제환기(기계적 환기) 가연성가스 체류 방지
- 작업장 근처 용접,용단, 연삭 작업 등 화기사용 금지 : 부득이한 경우 사전 승인 / 안전조치 후 작업
- 조명등, 송풍기, 스위치 등은 방폭형 사용 : 정전기, 기계적 스파크 등 점화원도 방지
- 마스크, 보안경 등 보호구 착용
- 작업장내 흡연 / 취식 금지
- 도료,신너 등 인화물질 사용후 위험물창고 보관
- 유기용제 넣었던 빈 용기는 밀폐하여, 별도 보관
- 폐기절차에 따라 안전하게 폐기
- 작업장에 소화기를 비치하여 초기소화
- 비상탈출 통로 확보 및 숙지



38

주요 공정(작업) 안전작업 및 대책



화재/폭발/누출 사고는 철저한 예방과 관리가 우선

MSDS 파악 / 교육

작업절차, 시설기준, 표지, 물질대체

누출방지 / 환기대책

저장/취급방법, 보호구, 안전장치, 예방정비

점화원 관리

방폭, 안전작업허가서, 정전기 제거, 정리정돈

소화, 경보, 대피설비

비상조치계획, 훈련

주요 공정(작업) 안전작업 및 대책



화재폭발누출 예방에 관한 유용한 자료와 정보

- 안전보건공단 홈페이지 : www.kosha.or.kr 접속
 - **KOSHA Guide(안전보건가이드)** : 설계/공정/화재/기계/일반 등 기술지침
 - 예) . 화학물질 저장, 운반 및 취급 관리지침, . 소규모사업장의 화재·폭발사고 방지를 위한 기술지침 . 용접·용단 작업시 화재예방 기술지침
 - . **안전작업허가지침(화기작업, 일반위험작업 등)**
 - 재해사례의 활용 : 화공안전분야, 중대산업사고사례분야
 - 안전보건자료실 : 동영상/애니메이션, OPS, 책자/교재, 포스터/스티커
 - **MSDS자료** : 위험물질에 대한 유해위험성, 반응성 및 안정성 등 물질 특성파악
- 안전보건공단 위기탈출 애플리케이션 자료
 - 위기탈출 사고포착, MSDS검색, KOSHA Guide, 지식충전소 등

40