

● 주요 공정(작업) 안전작업 및 대책



안전보건공단 위기탈출 애플리케이션(에)



<설치방법> Play스토어 또는 App스토어 접속 → 안전보건공단 검색 → 해당 앱 설치

정비·보수 작업 안전관리

● 정비 보수 작업 안전관리

정비·보수에 관한 일반사항

1. 정비·보수 계획 및 준비
2. 정비계획서의 작성
3. 정비 절차서의 작성
4. 특수작업허가서 및 절차서
5. 정비 작업수행 및 결과보고



● 정비 보수 작업 안전관리

정비·보수에 대한 교육

1. 정비·보수 작업 전 교육
 - 공정 및 설비에 대한 일반사항
 - 정비작업 절차에 관한 사항
 - 정비작업시 안전관리에 관한 사항
 - 기자재 운반, 설비해체, 용기출입, 화기작업, 설비조립, 수압 및 기밀시
2. 협력업체 및 일용근로자에 대한 교육
3. 교육실시 기록의 유지



정비 보수 작업 안전관리

정비·검사 등 협력업체관리

1. 정비·검사 등 협력업체의 선정

- 장비리스트, 정비, 검사능력, 기술력, 안전관리 등

2. 정비·검사 등 협력업체의 안전관리

- 정비 대상공정 및 설비에 대해서 화재·폭발·독성물질의 누출에 대한 정보
- 안전작업허가서 발급 받은 후 작업실시
- 협력업체 근로자에게 안전교육 실시

3. 비상사태 발생시 비상탈출구 확인, 응급조치사항, 구급장비 사용법 등 비상사태 행동요령

정비 보수 작업 안전관리

4. 공정안전교육

5. 변경 시 검토항목

- 기초설계 검토
- 안전설계 검토
- 환경사항 검토
- 화기작업 및 밀폐작업 절차검토
- 신설 또는 보완된 정비절차서
- 정비기록 보완 및 정비업체 교육
- 신설 또는 보완된 운전정차서
- 운전원 교육
- 가동전 안전점검
- 공정안전자료 보완
- 공정 위험성평가
- 예비품 점검 기타 등



정비 보수 작업 안전관리

안전작업허가(위험작업 승인)

1. 안전작업허가란?

사업장 내에서 이루어지는 작업 중 중대재해나 중대산업사고 위험과 직결되는 특별히 유해·위험한 작업에 대한 안전조건을 확보하기 위하여 작업 전 안전작업계획의 수립, 관계자의 안전요건 확인 및 승인, 작업 중 현장의 안전조치 확인, 작업 후 안전 여부 확인 등 체계화된 일련의 조치

2. 안전작업허가의 대상

- 화기 작업
- 상온 작업(점화원 유발작업)
- 밀폐공간출입 작업
- 전기차단(정전) 작업
- 굴착 작업
- 고소작업, 중대산업사고, 사망위험이 높은 작업 등



정비 보수 작업 안전관리

안전작업허가(위험작업 승인) 대상

화기작업 용접 용단작업 (위험물질 취급) 스파크, 불꽃 등 점화원이 발생하는 작업	밀폐공간출입 산소결핍, 질소농도, 유해물질, 위험물질 질식 및 가연성가스 채취 위험이 있는 장소의 출입 (예: 탱크, 맨홀, 반응기, 지하실 등)	장전작업 정비, 보수 작업 전원 차단 (봉전금지) 전원 차단이 수반되는 점검 및 보수작업 (예: 반응기정소, 전가설비 정비 등)
방사선 사용작업 방사선 사용작업 (방사능 오염, 방사능 물질) 비파괴검사작업, 방사선 사용설비의 정비보수 작업	고소작업 고소작업 위험, 수리, 안전장구 사용 불철수 떨어짐 위험이 있는 작업	굴착작업 침몰, 누출, 폭발 지반 지반(지반) 관련 지하배관이 있는 경우의 굴착작업

● 상기 이외 사업장에서 특별한 안전관리가 필요하다고 판단하는 작업, 즉 중장비 사용작업, 유해화학물질 취급 작업 등

정비 보수 작업 안전관리

위험작업 승인 및 운영절차 (예)

- 작업허가 대상 여부 확인 및
작업허가서 작성
- 안전보건(환경) 책임부서(자)의
내용 검토 및 승인
- 작업지역 담당부서의
승인 및 확인
- 승인 내용에 따른 관련사항
전달, 교육 및 감독
- 작업승인 내용의 현장 게시
- 작업자는 지시받은 안전사항 준수
- 관련된 사항의 협조 및 현장의
안전작업 여부 확인
- 작업의 안전종료 및
현장정리와 복구 확인



정비 보수 작업 안전관리

3. 작업허가서의 작성시 주의사항

- 작업허가서 발급자는 현장을 확인하고 작업에 필요한 안전조치
- 인근 작업부서관련 운전부서의 책임자 협조
- 작업허가서 중 허가시간, 수행작업개요, 작업상 취해야 할 안전조치 사항, 작업자에 대한 안전 요구사항 등
- 작업허가 시간은 8시간을 초과할 수 없음. 초과시 재발급
- 산소 농도, 가연성가스 농도, 독성가스 농도는 주기적으로 측정 및 기록

4. 안전작업허가서의 승인 및 확인

- 허가서 발급 시 현장을 반드시 확인 후 승인할 것
- 작업 시 현장 관리감독 철저
- 작업허가 상의 안전조치 사항을 확인 철저 등



정비 보수 작업 안전관리

화기작업 안전



• 안전조치사항

- 작업구역의 설정
- 가연성 물질 및 독성물질의 농도측정
- 차량 등의 출입제한
- 밸브차단 표지 부착
- 가연성 또는 독성물질의 방출 및 처리
- 가연성 물질의 보호
- 화기안전담당자의 입회
- 소화장비의 비치

정비 보수 작업 안전관리

밀폐공간 작업안전



• 안전조치사항

- 압력(내용물)방출 및 냉각
- 질소 내지 공기 등으로 치환
- 밸브 이중잠금 또는 맹판 설치 등 배관을 격리
- 기기내의 작동부분을 전기적, 기계적으로 차단
- 가연성물질 및 독성물질의 가스농도 측정
- 산소농도의 측정
- 입회자의 감독하에 작업실시

정전작업 안전



- ## 굴착작업 안전

- 안전조치사항

-
- 지하매설물
폭발·누출위험

안전작업허가서(예시)

[illegible]

용기 등 입조작업 안전

1. 용기의 운전정지 및 청소작업

- 용기의 운전정지
- 중단상태의 확인
- 용기 내용물의 배출
- 청소준비
- 점화원 억제 : 기계적 · 전기적 · 정전기 등



2. 용기의 격리

- 맹판 설치
- 밸브 등의 시건
- 교반기 등의 전기적 차단, 시건 후 열쇠는 작업자 소지
- 꼬리표 부착

정비 보수 작업 안전관리

3. 주요 점검사항

항 목	확 인 내 용
작업책임자	작업책임자의 결정
작 업 자	작업의 위험성에 대하여 교육 이수여부 이상발생시 긴급 조치요령 숙지여부 작업자 개인보호구 착용상태
작 업 장 소	작업장소의 적절한 위치에 "작업 중", "화기엄금", "출입금지" 등의 표지 부착여부 맨홀 등 개방여부 용기와 연결된 배관 등 이탈 또는 맹판 등 완전히 차단유무 적절한 환기 여부 송, 배기구의 적절한 위치 방폭형 전기기구 사용여부/전기기구(코드)등의 절연상태 확인 필요한 보호구 준비 여부 : 공기 호흡기, 안전모, 안전공구 등 필요한 작업도구 준비여부(사다리, 안전도구 등) 담배, 성냥, 라이터 등 소지 여부 피난구 등 대피 준비 상태

4. 용기 출입 및 안전관리

- 가연성가스 농도 측정, 산소농도 측정, 독성가스농도 측정
- 주기적으로 측정 및 관리, 2인1조 및 현장관리감독 철저

정비 보수 작업 안전관리

용기 세척작업 안전

1. 물 세척

- 용기 내 화학물질이 수용성인 경우 실시
- 물 세척 시 증기공간이 생기지 않도록 실시
- 배출 시에 진공에 의한 파손 주의
- 수용성 화학물질 : 아세톤, 에탄올 등



2. 스팀세척

- 용기내부 온도가 최소한 77°C 이상이 되도록 스팀 유입
- 스팀 유입 시 정전기적 스파크가 발생되지 않도록 주의 (파이프 또는 노즐은 용기에 접지)
- 스팀은 용기 바닥 가까운 연결부위를 통해 유입
- 스팀 세척 후에 공기로 치환하고 가연성 가스/독성 가스 농도 측정 실시

정비 보수 작업 안전관리

3. 화학 세척

- 화학 세척 시 내용물과 세척제의 반응유무 확인
- 방호복, 보안경, 방독마스크, 공기호흡기 등 보호구 착용
- 세척용 화학물질 제조업자의 지시 준수

4. 불활성 가스로 치환

- 스팀 및 물의 사용이 부적당할 경우 불활성가스로 치환
- 불활성가스로 치환 후 산소농도는 최소한 18% 이상일 것
- 질식에 주의할 것
- 벤트 및 드레인 실시 시 밸브를 신중히 개방
- Purge 방법
- 연속 Purge, 압력 Purge, 진공 Purge



정비 보수 작업 안전관리

용기의 환기작업 안전

1. 용기 내 환기

- 산소농도 : 18% 이상 확인
- H2S농도 : 10ppm 이하 확인
- 산소 농도, 가연성 가스 농도, 독성가스 농도 주기적으로 측정 및 관리
- 공기호흡기, 산소마스크 착용
- 방독마스크 착용시 주의
- 정전 등 비상시 대체방안 수립

2. 환기의 방법

- 자연환기, 기계적 환기 : 배기식, 송기식, 송기 및 배기식
- 충분한 시간 동안 환기 실시
- 작업 시에도 환기를 계속적으로 실시
- 방폭형 환기설비 사용
- 이동식 전기 사용시 접지 실시



정비 보수 작업 안전관리

3. 가스농도 및 산소농도 측정

- 용기 내 작업 전·후 주기적으로 농도측정 및 기록관리
- 측정순서는 산소농도, 가연성가스 및 증기, 독성가스 순으로 측정
- 독성가스가 채류하거나 불활성가스가 정체할 염려가 있는 장소
- 용기내부 수직방향 및 수평방향으로 각각 3곳 이상
 - ※ 넓은 장소 수직, 수평방향으로 약 5m이내
- 작업자가 출입하는 장소
- 산소농도측정기, 가스농도측정기의 주기적 점검 실시



정비 보수 작업 안전관리

설비의 유지관리

1. 정비이력서에 정비·보수결과 기록유지
2. 설비의 이상이나 고장의 발생 빈도에 따라 점검주기를 증가
3. 정비 이력서의 내용
 - 기기의 설계 명세 및 데이터
 - 정비일자, 정비담당자
 - 정비구분(예방정비, 정기정비)
 - 고장 일시 및 고장원인
 - 정비내용



정비 보수 작업 안전관리

정비, 보수 시 체크리스트(1)

구분	점검 항목	적합	부적합
① 정기보수 작업계획수립	✓ 정기보수계획 및 수리작업스케줄 작성 여부 ✓ 정비절차서 및 단계별 확인 체크리스트 작성 여부 ✓ 용기내부 입소 작업 등의 특수작업허가서의 사전 승인 여부 ✓ 공정책임자와 사전 협조 여부 ✓ 보수안전교육계획 수립 및 교육실시 여부		
② 책임자의 지정 및 연락체계	✓ 보수책임자와 안전담당자의 지정 여부 ✓ 매일 작업 전 작업안전에 관한 회의 소집 여부 ✓ 작업자가 안전사항을 숙지하고 있는지 여부 ✓ 작업자간의 연락체계 숙지 여부 ✓ 협력업체 작업자간의 연락, 협조 여부		
③ 퍼지 및 배출 시 안전확보	✓ 내용물 배출 및 상압 유지 확인 여부 ✓ 용기 및 배관내 잔류물의 여부 ✓ 화학세척 또는 물세척 실시 여부 ✓ 가스퍼지와 가스감지 실시 여부 ✓ 맹판 취부 및 표시 부착여부 ✓ 밀폐용기 내 입소작업시 산소농도 측정, 산소마스크 착용여부		

정비 보수 작업 안전관리

정비, 보수 시 체크리스트(2)

구분	점검 항목	적합	부적합
④ 유해, 위험물질 취급안전	✓ 독성물질 등 유해, 위험물질의 표시 및 표지판 설치 ✓ 유해, 위험물질의 위험성에 대한 교육 여부 ✓ 가스 중독 시 대책 수립 여부 ✓ 세척작업 중 중독 발생 시 대책 수립 여부 ✓ 산, 알칼리성 물질 비산 대책 수립 여부 ✓ 작업장내 환기 적정 여부 ✓ 폭발위험장소에서의 방폭형 안전공구 사용 여부 ✓ 유해, 위험물질 보관장소의 적정성 여부		
⑤ 화기작업 시 안전	✓ 작업장 내 기를 제거 실시 여부 ✓ 화기작업허가서의 사전승인 여부 ✓ 불꽃 비산방지 대책 실시 여부 ✓ 소화기의 준비 및 기능 이상 여부 ✓ 흡연통제 및 임시 흡연장소의 지정 여부		
⑥ 전기기계, 기구의 안전	✓ 누전차단기 작동여부 ✓ 전기기계, 기구 등의 충전부 방호와 접지 확인 여부		
⑦ 비상조치계획	✓ 가스중독자 발생 시 비상연락과 응급조치 수립 여부 ✓ 화재, 폭발 발생 시 대피 및 연락체계 수립 여부 ✓ 작업자의 개인 보호구 사용법 숙지 여부		

유해·위험물질 취급 관리

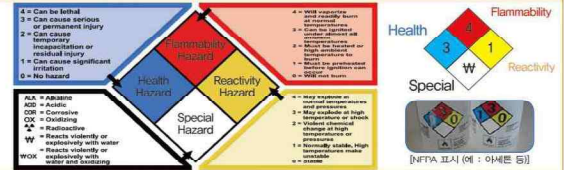
화학물질 인화성에 대한 이해

화학물질의 인화성이란?

- 화학물질이 얼마나 쉽게 연소가 이루어지는가에 대한 위험정도를 의미
- 인화성이 높으면 쉽게 불이 붙고, 화재위험이 높다고 할 수 있음
- 인화성이 낮은 화학물질은 화재와 폭발을 유발함

안전 TIP : 화학물질 위험성 분류

- 미국 NFPA(National Fire Protection Association) 704의 물질 위험 등급 분류 기준에 유해성(건강), 인화성(화재), 반응성(폭발), 기타 특성 위험으로 구분 됨
- NFPA지수의 의미는 4(매우 높은 위험), 3(보통), 2(위험 없음)이고, 대부분 사고사례는 직업병/중독사망은 유해성 3 이상, 화재는 인화성 3 이상, 폭발은 반응성 10 이상의 물질이 관계되어 있음
- 해당 지수는 MSDS 2번 항목이 유해성·위험성에 언급되고, 용기·저장탱크 등에 부착되는 경우가 있음



- 고용노동부 고시 「화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준」에 물리적 위험성(16종), 건강 유해성(11종), 환경 유해성(1종)으로 물질을 분류하고, 각 분류별로 다른 위험지수를 적용(1~6, A~F 등)

화학물질 인화성에 대한 이해

화학물질 인화성의 파악방법

1) 인화점

- 화학물질의 인화성은 인화점이 가장 중요하며, 인화점이 낮을수록 위험하다.
- 화학물질에서 증발된 증기가 공기와 섞여서 최저폭발범위 이상의 가연성 혼합기체를 형성하는 최저온도를 말한다.
- 액체상태의 물질은 인화점 이하의 온도에서 화재나 폭발이 일어나지 않는다.
- 기체상태의 물질은 연소범위만 조성되면 화재나 폭발이 가능하다.
- 각 법과 기준의 인화성 위험분류도 인화점을 기준으로 한다.

2) 산업안전보건법

- 인화성액체 : 인화점 60℃ 미만의 물질

2) 위험물안전관리법

제4류(인화성액체) 물질분류	정의
제1석유류	인화점 21℃ 미만(아세톤, 휘발유 등)
제2석유류	인화점 21℃ 이상 70℃ 미만(등유, 경유 등)
제3석유류	인화점 70℃ 이상 200℃ 미만(중유 등)
제4석유류	인화점 200℃ 이상 250℃ 미만(가솔린 등)

3) NFPA 지수의 인화성 분류

인화성 지수	정의 및 대상물질
4	인화점 23℃ 미만 및 비등점 38℃ 미만(LNG, 알칸)
3	인화점 23℃ 미만이고 비등점 38℃ 이상 인화점 23℃ 이상 38℃ 이하(휘발유, 아세톤, 등유)
2	인화점 38℃ 이상 93℃ 이하(경유, 중유)
1	인화점 93℃ 이상(식용유, 말뚝제유)
0	타지 않음(물)

화학물질 인화성에 대한 이해

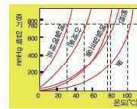
화학물질 인화성의 파악방법

• MSDS의 내용

- 2. 유해성·위험성항목에 포함된 유해성·위험성 분류 내용, 경고표지항목에 포함되는 그림문자, 신호어, 유해·위험문구, 예방조치문구 등
- 그림문자 가 있는 경우 인화성물질이므로 화재폭발 예방 조치와 관련된 내용을 검토
- 물질위험분류 수치는 낮을수록(1, A 등) 위험이 높으므로 NFPA 지수와 혼동하지 않도록 한다.

• 증기압

- 액체의 증기압이 높을수록 증기화되는 양이 많아지고 인화점은 낮아짐
- 온도가 높을수록 증기압은 증가하고, 증기압이 171mmHg(760mmHg) 이상이면 기체로 존재함
- 증기압이 171mmHg 되는 지점을 비등점이라 함



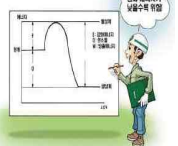
(증기압에 따른 끓는점)

• 발화점

- 점화원이 없는 상태에서 물질자체의 에너지로 인해 연소가 발생 하는 온도
- 대부분 발화점은 400~500℃ 내외이나 특이하게 낮은 경우 위험하다(예 : 이황화탄소 102℃) 방폭기구의 온도등급(TA, TB, TC)을 결정함

• 점화에너지

- 점화에너지가 낮으면 쉽게 불이 붙고 점화에너지가 높으면 연소에 필요한 활성화에너지가 높아 쉽게 붙지 않는다.



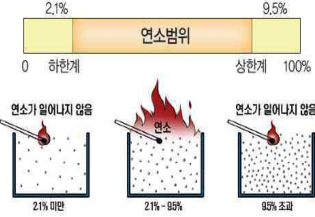
- 대부분 물질의 점화에너지는 0.2~2.5mJ 내외이나 수소는 0.02mJ로서 정전기로도 쉽게 점화되며, 암모니아는 수백mJ로써 점화위험성이 낮다.

화학물질 인화성에 대한 이해

화학물질 인화성의 파악방법

• 폭발범위(Explosion Limit) 또는 연소범위(Flammability Limit)

– 증기나 가스는 폭발범위 내에서만 연소가 가능하다. 폭발하한계가 낮거나 폭발범위의 폭이 클수록 인화성위험이 높다.



• 취급온도

– 인화점이 높더라도 취급온도가 그 이상 높을 경우 화재·폭발위험이 있게 된다.

• 취급압력

– 취급압력이 높을수록 만일의 누출시 방출량이 많아지므로 위험하게 된다.

• 취급량

– 취급량이 많을수록 누출량과 화재 및 폭발피해가 크게 된다.

• 환기량 및 환기형태 등 환기조건

– 환기조건은 폭발분위기 형성 가능성이나 폭발위험 지역 설정범위가 결정된다.

화학물질 인화성에 대한 이해

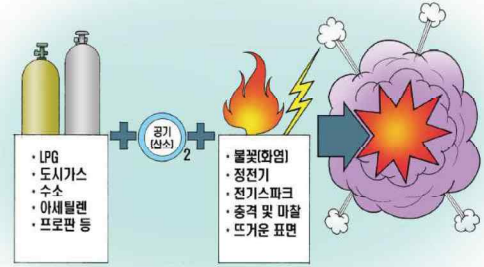
인화성 가스란?

• 폭발한계 농도의 하한(폭발하한)이 13퍼센트 이하 또는 상하한의 차가(폭발상한-폭발하한)가 12퍼센트 이상인 것으로서 1기압 20℃에서 가스 상태인 물질

• 수소, 아세틸렌, 에틸렌, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄, 도시가스(NG), LPG, 암모니아 등

※ 폭발하한(LEL : Lower Explosive Limit) : 공기 중에서 인화성가스 등의 농도가 이 값 미만에서는 폭발되지 않는 한계

※ 폭발상한(UEL : Upper Explosive Limit) : 공기 중에서 인화성가스 등의 농도가 이 값을 넘는 경우에는 폭발되지 않는 한계



화학물질 인화성에 대한 이해

인화성 가스의 종류

물질명	Cas. No	주요 용도	유해위험성				
			인화성	고압가스	발암성	산화성	자극성/특정독성
수소	1333-74-0	임모니아, 염산, 메탄을 합성 원료, 수소첨가제	⚠	⚠			
아세틸렌	74-86-2	용접·절단용 가스 합성성유 및 고무 원료	⚠	⚠			!
에틸렌	74-85-1	석유화학제품 원료		⚠		⚠	
메탄	74-82-8	메탄올 원료, 천연가스 주성분	⚠	⚠			
에탄	74-84-0	연소화 유도제, 냉동제	⚠	⚠			!
프로판	74-98-6	LPG 성분, 냉매	⚠	⚠			!
부탄	106-97-8	냉동제, 첨가제, LPG 성분	⚠	⚠	⚠		!
천연가스	8006-14-2	연료	⚠				
LPG	68476-85-7	가정용 연료, 용접	⚠	⚠	⚠		

화학물질 인화성에 대한 이해

인화성 가스 취급관리

• 안전하게 취급

- 누출되면 쉽게 화재를 유발하므로 누출되지 않는 밀폐구조로 취급
- 인화성가스 사용, 저장장소는 누설 여부를 알 수 있도록 가스경보장치 설치
- 인화성가스 취급장소에서는 흡연, 용접, 그라인딩 작업, 비방폭형 전기기기 사용을 금지하고, 접지 조치로 인체 및 설비 정전기를 없애는 등 전화원 제거

• 안전하게 저장

- 직사광선을 피하고 환기가 잘 되는 곳에 저장하여 용기온도를 40℃ 이하로 유지
- 용기가 넘어질 위험이 없도록 하고 용기에 충격 행위 금지
- 운반하는 경우에는 캡을 씌울 것. 캡은 전용 도구로 개방할 것
- 커링링 연결시 규정된 힘으로 체결/분리하고 와서는 1회 사용 후 폐기
- 용기의 부식·마모 또는 변형상태를 점검 후 사용

• 누출 및 화재폭발시 대응방법

- 인화성가스 누출시 지연된 폭발을 수반하는 경우가 많으므로 원격이나 안전한 방법으로 차단할 수 없으면 접근을 지양하고 경보 후 대피 조치
- 폭발 후 누출로 인한 Jet Fire 발생시 가스차단 외에는 소화할 수 없으므로 다 타도록 내버려 두고 인접시설의 피해방지에 주력

● 화학물질 인화성에 대한 이해

인화성 액체란?

인화성액체란 상온상압(섭씨 20도 1기압)에서 액체상태로서 불에 탈 수 있는 물질을 말하며 국내에서는 통상적으로 산업안전보건법과 위험물안전관리법에 따라 인화성액체를 관리하고 있음

산업안전보건법

- 인화성액체란 표준압력(101.3kPa)하에서 인화점이 60℃ 이하이거나 고온·고압의 공정운전조건으로 인하여 화재·폭발위험이 있는 상태에서 취급되는 가연성 물질을 말한다.

위험물안전관리법

- “인화성액체”라 함은 액체(제3석유류, 제4석유류 및 동식물유류에 있어서는 1기압과 섭씨 20도에서 액상인 것에 한한다)로서 인화의 위험성이 있는 것을 말한다.

1. 특수인화물
2. 제1석유류 : 인화점 21℃ 미만(아세톤, 휘발유 등)
3. 알코올류
4. 제2석유류 : 인화점 21℃ 이상 70℃ 미만(등유, 경유 등)
5. 제3석유류 : 인화점 70℃ 이상 200℃ 미만(중유 등)
6. 제4석유류 : 인화점 200℃ 이상 250℃ 미만(기어유 등)
7. 동식물유류



● 화학물질 인화성에 대한 이해

인화성 액체 취급관리

● 안전하게 취급

- 입력을 가하거나, 자르거나, 용접, 납땜, 접합, 뚫기, 연마 또는 열에 폭로, 화염, 불꽃, 정전기 등 점화원 금지
- 취급 중인 용기는 덮개를 사용하여 증발억제
- 반응기의 맨홀 밀폐 및 배기벤트로 실내로 증발하지 않도록 함
- 취급시 모든 용기, 배관을 반드시 접지, 제전복 및 제전화 착용
- 폭발위험지역 내 전기기구는 방폭형을 사용
- 반응기나 밀폐용기 내부 정전기 위험시 퍼지하여 MOC 이하로 관리

● 안전하게 저장

- 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장
- 저장용기 및 배관은 접지 및 본딩 실시
- 저장탱크에 방유제 설치

● 누출 및 화재폭발시 대응방법

- 누출 및 화재시 자동 또는 원격으로 원료공급 정지 가능하도록 설치
- 수용성, 불용성, 물반응성 등을 고려 물질특성에 맞는 적절한 소화기 및 소화설비 설치
- 대형화재시 복사열을 고려, 실제 화재진압 가능하도록 소화전 배치
- 실내화재시 유독가스가 생성되므로 지체하지 말고 신속히 대피
- 이상반응 위험이 있을 경우 원료공급중지-냉각-억제제 투입-대피 시점을 미리 정할 것



● 화학물질 인화성에 대한 이해

인화성 물질 취급에 따른 준수사항



개인보호구 착용



배기설비 가동 / 용기 밀폐



금연 화기금지



밀폐공간에서는 공기공급식 송기마스크 착용
면 마스크, 일반방진 방독 마스크 착용 금지

● 화학물질 인화성에 대한 이해

인화성 물질 취급에 따른 준수사항

● 취급 현장에 관련 안전보건표지의 부착

(예:      등)

● 취급 지역을 폭발위험장소로 설정 및 방폭형 전기설비 사용



● 취급용기나 탱크에 해당물질 경고표시



● 취급물질의 유해위험성, 올바른 취급방법, MSDS를 이해하는 방법 등을 교육



● 기타 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 위험물 안전관리법 시행규칙에서 정한 내용

● 화학물질 유해성에 대한 이해

화학물질의 유해성이란?

- 화학물질로 인하여 생물체, 특히 인체의 건강과 생명에 어느 정도의 유해한 정도를 미치는가에 대한 정도와 특성
- 유해성이 높은 화학물질은 직업병, 작업중 고농도 폭로로 인한 중대재해, 환경피해 및 이로 인한 민원 등 사업장 내부 및 외부의 문제를 야기시킴



[독성물질 누출사고 영향]



[독성물질 누출로 인한 농작물 고사]

- 가스상태 독성물질의 다량누출시 상상하기 어려운 피해를 초래할 수 있으므로, 만일의 누출시 누출농도와 피해범위를 미리 예측 평가하고 그 결과를 바탕으로 사고확을 감소조치, 만일의 사고시 대응조치, 대피반경 설정 등 사고대응조치를 준비

독성 Level	관심농도	농도값의 의미(1시간내 미대피시)
1	ERPG 1	사망가능
2	ERPG 2	중상가능
3	ERPG 3	상해가능

※ ERPG (Emergency Response Planning Guideline) : 미국 AHA에서 비상대피와 관련하여 1시간내 대피하지 않을 경우 발생할 수 있는 상황별 농도

● 화학물질 유해성에 대한 이해

물질 유해성의 파악방법

• 급성독성 물질 대상여부 및 독성치

- 급성독성 물질은 그림 표지(☠) 의미 그대로 치명적 재해(사망) 및 직업병과 관련이 높음
(급성독성 물질기준(안전보건규칙 별표1의 7항))

- 1) LD₅₀(경구, 쥐) 300mg/kg-(체중) 이하인 화학물질
- 2) LD₅₀(경피, 토끼 또는 쥐) 1000mg/kg-(체중) 이하인 화학물질
- 3) 가스 LC₅₀(쥐, 4시간 흡입) 2500ppm 이하인 화학물질, 증기 LC₅₀(쥐, 4시간 흡입) 10mg/l 이하인 화학물질, 분진 또는 미스트 1mg/l 이하인 화학물질

※ LD(Lethal Dose), LC(Lethal Concentration)

※ LD₅₀과 LC₅₀는 해당 생물체에 인으로 마시거나, 피부를 통해 흡수시키거나, 흡입하게 했을 때 50%가 죽는 확률의 농도를 말한다.

- 화학물질의 유해성은 독성치인 LD₅₀ 경우, LD₅₀ 경피, LC₅₀의 값을 주로 참고한다.

- NFPA의 유해성 등급분류도 LC₅₀ 값을 기준으로 함

유해성지수	건강위험
4	LC ₅₀ 1000ppm 이하 (예 : 염소, 불화수소)
3	LC ₅₀ 3000ppm 이하 (예 : 포스겐, 염화수소)
2	LC ₅₀ 5000ppm 이하 (예 : 에틸알콜, 메틸알콜)
1	LC ₅₀ 10000ppm 이하 (예 : 질산암모늄)
0	무해함(물)

※ 산업법상 급성독성물질(LC₅₀ 2500ppm 이하)은 NFPA 지수 3 또는 4에 해당

● 화학물질 유해성에 대한 이해

물질 유해성의 파악방법

• 작업환경측정 허용농도

- 측정시간을 고려하여 정해진 수치(TLV : Time Limited Value)로서 조건에 따라 3가지 기준치 적용

TLV-TWA(Time Weighted Average)	TLV-STEL(Short Time Exposure Limit)	TLV-C(Ceiling)
• 8시간 근무하는 경우를 가정하여 측정하고, 평가하는 값 • 일상적인 작업에 적용	• 15분간 일일 4회 근무하는 것을 가정하여 측정하고 평가하는 값 • 원료송진, 투입이나 출하 등 단시간 고농도 작업에 적용	• 작업 중 어느 순간도 넘지 않아야 할 농도로서 일부 독성물질에 대해 적용

- 고용노동부고시(화학물질 및 물리적인자의 노출기준)을 통하여 공표되며, MSDS의 '8항, 노출방지 및 개인보호구'가 화학물질의 노출기준 예로 표기됨

● 화학물질 유해성에 대한 이해

물질 유해성의 파악방법

• 증기압

- 증기압은 액체가 액면에서 기체화되는 압력이므로 액체의 증기압이 높을수록 증기화된 가스의 양이 많아지고 인체의 노출위험은 높아짐
- 증기압 171mmHg(760mmHg) 이상의 화학물질은 기체로 존재하므로 누출시 확산 및 중독 위험이 상당히 높음(예 : 불화수소, 염소 등)

• MSDS의 내용

- 2. 유해성·위험성 항목에 포함된 유해성·위험성 분류 내용, 경고표지 항목에 포함되는 그림문자, 신호어, 유해·위험문구, 예방조치문구 등
- 그림문자 ☠가 있는 경우 급성독성물질이므로 유해성 및 건강상의 예방조치와 관련한 내용을 검토
- 물질위험분류 수치가 낮을수록(1, A 등) 위험이 높으므로 NFPA 지수와 혼동하지 않아야 함



취급 중 유해성에 영향을 미치는 요소

• 취급온도 및 압력

- 취급온도와 압력이 높을수록 만일의 누출시 누출량이 많게됨
- 취급온도가 높을수록 증기압이 증가하여 증발량 및 대기 중 농도가 높아짐
- 액체라 하더라도 인력이 인가되어 누출되면 흡 상태로 누출되어 대기농도와 흡입독성 및 경피독성 위험이 모두 증가하여 가스보다 더 위험할 수 있다.

• 취급량 및 취급조건

- 취급량이 높을수록 잠재누출위험이 크다.
- 화학물질이 밀폐된 상태로 취급되지 않고 개방상태로 사용되거나 용기의 개구부 먼지가 노출수족, 또 발산원에서 근접하여 작업할수록 노출위험이 크다.

• 환기량 및 환기형태 등 환기조건

- 환기량과 환기방법은 작업장내 위험물질의 제거농도와 작업역전 관계가 있다.

[용제 취급 작업장 환기 사례]

양호 환기



불량 환기

