벤젠 저장탱크 보수 중 Roof Seal(우레탄)화재

재해개요

'13.12.2, 13:15분경 NCC공장의 SM공장 벤젠저장탱크에서 탱크내부 용접작업중 용접불꽃이 탱크 내부의 가연물(플로팅 루프 둘레의 기밀용 우레탄으로 추정)에 점화하여 화재가 발생한 것으로 추정

<용접부위 (노출) 및 화재흔적 >

피해현황

탱크 일부 소손

재해발생원인 및 대책

- 화기작업에 대한 안전조치 미흡
- ✓ 주위 가연물이 있을 경우 차단벽 설치 후 작업 및 감시인 역할 철저

폐수처리장 화재

재해개요

'13.10.11, 사고당일 11:10분경 00㈜의 폐수처리장의 모래여과기 역세척 피트 내부에서 화재가 발생하여 자체 소방대에 의해 5분만에 진화됨

<화재현장 >

피해현황

역세척 피트 상부 소손

재해발생원인 및 대책

- 역세척 피트 상부에 장기간 체류하고 있던 폐수에 포함된 유증기가 미지의 점화원에 의하여 발화함

해상운반선 상부 C5 잔사유 샘플링 작업 중 화재

재해개요

' 13.8.19, 7:50분경 부두에서 C5 잔사유를 해상운반선에 선적 후 해치를 개방하여 샘플링 작업 중 화재가 발생하여 작업 중이던 근로자 4명이 화상을 입음

<샘플작업해치 >

피해현황

근로자 4명 화상

재해발생원인 및 대책

- 작업자 정전기로 인한 화재로 추정
- ✓ 작업 전 정전기 제전조치 시행 후 작업투입

가성소다 누출로 하천오염

발생일 : '13.7.16

재해개요

'13.7.16, 11:58분경 ㈜00화학에서 가성소다를 해상출하하기 위해 펌프로 선박으로 이송 중 배관에서 핀홀이 발생하여 가성소다가 누출되었으며 일부 하천으로 유입됨. 방재벽을 사용하여 바다로의 방출 차단

<누출 후 방지조치 >

피해현황

가성소다 약 200kg 누출

재해발생원인 및 대책

- 급성독성 취급설비에 대한 누출예방 점검 미흡
- ✓ 사업장외부배관에 대한 점검을 주기적으로 실시하도록 검사절차에 반영
- ✓ 해상오염방지를 위한 배관부식관리 철저

나트륨 보관 중 빗물 유입으로 폭발

재해개요

'13.7.4, 16:40분경 00케미칼에서 약품 저장실에서 저장중인 1kg의 고체 나트륨(캔 포장되었으나 용기가 부식된 것으로 추정)에 빗물이 스며들어 반응에 의한 자연발화 및 폭발

<사고발생 창고>

피해현황

저장설비 일부 소손

재해발생원인 및 대책

- ➢ 환기구를 통한 빗물유입 및 보관용기 부식
- ✓ 빗물유입방지 및 장기간 보관중인 용기 폐기

사고로부터의 교훈

1) 취급 유해물질에 대한 유해성 파악 철저
- ✓ 작업자에 대한 유해물질 정보 제공 및 교육실시
- ✓ 배관 등의 교체 작업시 안전조치 실시

2) 유해물질 누출에 대비한 설비 점검 등 철저
- ✓ 정기적인 설비점검 실시
- ✓ 고압 연결배관 및 가스킷의 주기적 점검
- ✓ 누출에 대비한 가스감지기 및 중화설비(스크러버) 설치 및 정상가동

3) 작업표준(운전매뉴얼) 준수
- ✓ 입출하, 취급 및 보수 작업에 활용할 수 있는 작업표준(운전매뉴얼) 구비
- ✓ 작업표준에 대한 교육 또는 표지판 활용을 통한 작업수칙 준수 철저

4) 비상훈련 철저
- ✓ 유해물질 누출에 대비한 비상조치계획 수립(비상조치 및 연락기관 등 포함)
- ✓ 주기적인 비상훈련으로 누출시 신속하게 조치

기타 화재폭발누출 사고사례

화장품케이스 코팅작업 중 폭발,화재

재해개요

2007. 8. 9(금) 20:41분경 아파트형 공장 3층에 위치한 스프레이 코팅 부스 내에서 화장품케이스 코팅 후 다른 제품 코팅 작업을 위해 코팅액을 공급하는 배관 및 스프레이 노즐을 세척하기 위해 에어펌프를 이용하여 신너를 분사하는 과정에서 발생한 인화성 증기에 비방폭형 모터 등의 점화원에 의해 폭발 및 화재

<사고발생 현장>

<코팅부스>

피해현황

사망 6명, 부상 2명

재해발생원인 및 대책

- ➢ 폭발 위험분기조성 및 점화원 발생(신너 인화성 증기, 비방폭형 컨베이어 모터, 정전기, 히터고온표면, 기계적 마찰)
- ✓ 방폭전기설비 사용, 접지 및 제전장치, 건조설비 개선
- ➢ 가스감지기 미설치
- ✓ 가스누출감지 경보기 설치
- ➢ 작업장내 위험물 과다보관
- ✓ 작업장내 위험물 필요량 만 보관하고 나머지는 별도보관
- ➢ 비상구 미설치
- ✓ 출입구와 다른 방향으로 별도의 비상구 설치

폐화약 소각처리 중 폭발사고

재해개요

2007. 2. 21(수) 오전 10시 05분경 (주)○○화약에서 폐화약(○○화약 제품)을 소각하는 과정에서 폭발, 2명 사망(작업자), 9명 부상, 폭발압에 의해 폐기장 내 벽돌 등의 비래 후 5개 공실 지붕 및 유리창 일부 파손(반경 약 90m이내)

〈소각장 및 폐기물 내용물〉

〈폭발잔해 뇌관〉

피해현황

사망 2명, 부상 9명

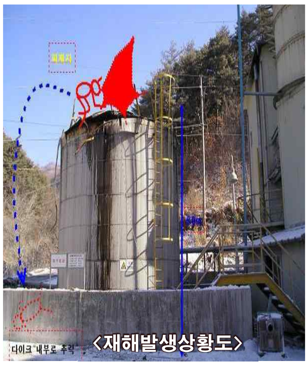
재해발생원인 및 대책

- ➢ 소각 폐기물의 사전분류 및 확인 미흡
- ✓ 폭발성 물질에 대한 사전 분류 및 안전조치
- ➢ 관계자 외 작업자의 출입
- ✓ 폭발위험장소에 대한 관계자 외 출입금지 철저
- ➢ 공정안전보고서 내용 미준수
- ✓ 공정안전보고서 및 보고서 하부 기준 준수

유류저장탱크 폭발, 화재로 인한 떨어짐

재해개요

2007년 1월 7일 06:32분경 멀티소성로 현장에서 높이 6m의 연료용 유류저장탱크(정제연료유, 저유량 150,000L) 상부에서 맨홀 개구부를 통해 탱크내부의 유류잔량을 확인하던 중 폭발,화재 발생



〈재해발생상황도〉

피해현황

사망 1명

재해발생원인 및 대책

- ➢ 위험물 장소에서의 화기관리 소홀
- ✓ 가연성증기 발생 장소 라이터 등 점화원 관리철저
- ➢ 자동계측장치의 정비 소홀
- ✓ 레벨게이지 즉시 정비
- ➢ 잔유량 확인 작업절차 불량
- ✓ 별도 레벨 측정구에 전용로프 투입 등 작업절차마련
- ➢ 보호구 착용 미흡(턱끈 미조임)
- ✓ 안전모 올바르게 착용

유기용제 드럼통을 용접기로 절단작업 중 폭발(1-2)

재해개요

2006년 10월, 공장내에서 철재를 담는 용기를 만들기 위해 MEK(메틸에틸케톤)가 들어 있었던 빈 드럼통의 상부를 산소용접(절단)기로 절단하던 중 드럼통 내부에 잔류된 인화성 증기에 점화, 폭발하면서 드럼통이 비래

〈재해발생상황도〉

피해현황

사망 1명

재해발생원인 및 대책

- ➢ 인화성물질 MEK 잔류상태 미확인
- ✓ 물질의 특성 파악 및 잔류량 상태 등 확인
- ➢ 작업방법 불량
- ✓ 드럼통 내부 인화성 증기 완전치환 및 제거, 절단금지

유기용제 드럼통을 용접기로 절단작업 중 폭발(2-2)

관련사진

[드럼통 : 상판 용단 흔적, 하판이 떨어져 나감]

[드럼통에 부착된 위험물 경고표시]

유해물질 오주입으로 유독가스 누출(1-2)

재해개요

2006. 8. 17 13:50경 인쇄회로기판 제조공장에서 위험물 납품업체인 직원(단독작업)이 1층에서 염산탱크(3층) 주입구(Hose)를 염소산나트륨 주입구로 오인하여, 잘못 연결 후 염산탱크에 염소산나트륨을 주입하므로써, 이상반응으로 유독가스가 발생

<재해발생상황도>

피해현황

인근사업장 근로자 72명 누출

재해발생원인 및 대책

- ➢ 위험물 주입구 내용물 표기 미흡
- ✓ **탱크 주입구에 내용물 정보를 알 수 있도록 명칭부착**
- ➢ 위험물 주입구(이동용 배관) 설치 상태 미흡
- ✓ **위험물 주입 및 배출구는 고정형 설치**
- ➢ 위험물 정보지식 미흡(1개월 미만 신규작업자)
- ✓ **취급물질에 대한 위험성 및 안전작업요령 등 안전보건교육 철저**

생성물

○ 염소산나트륨(23%)과 염산(30%) 혼합에 의한 부산물 반응식

$2NaClO_3 + 2HCl = \underline{2ClO_2 + Cl_2} + 2NaCl + H_2O$

※ 염소(Cl_2), 이산화염소(ClO_2) 발생

유해물질 오주입으로 유독가스 누출(2-2)

관련사진

1층 위험물 주입.배출 배관(Hose)

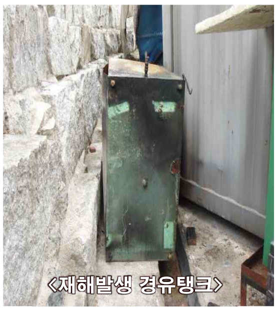
염산탱크 주입구 라인의 내용물 표기

위험물 탱크 및 배출처리설비(3층)

보일러 경유 저장탱크 용접작업 중 폭발, 화재(1-2)

재해개요

2006. 08. 04(금) 오후 3시30분경, 충남 금산군 군북면 소재 OO산업(주)에서, 당사 소속 근로자가 보일러 경유 저장탱크(1.02㎥) 누출부위를 보수하기 위하여 탱크내부에 남아 있던 경유(100ℓ 정도)를 비운 후, 전기용접기를 사용하여 탱크 측면 모서리부를 용접작업 중 폭발과 함께 화재가 발생


<재해발생 경유탱크>

피해현황

사망 1명

재해발생원인 및 대책

- ➢ 경유 저장탱크 내부 인화성 증기 체류(전기용접기 용접불꽃)
- ✓ **탱크 내부의 인화성증기를 불활성 가스, 물 등으로 완전 치환 및 제거**
- ➢ 작업절차 무시(탱크에 물 채우는 작업 무시)
- ✓ **유해위험성과 안전작업요령 교육 및 관리감독 철저**

보일러 경유 저장탱크 용접작업 중 폭발, 화재(2-2)

관련사진

파손된 저장탱크 및 전기용접기 모습

옥외작업장에서 시너 사용 점화 중 화재(2-1)

재해개요

2007. 4. 7, 09:00분경 OO패널 작업현장에서 추운 날씨에 모닥불을 피우기 위해 18ℓ 용량의 빈 유기용제 용기를 가져다 시너를 사용해 불을 피우던 중 점화원에 시너가 접촉되어 시너의 급격한 연소로 인해 작업복 바지에 불이 옮겨 붙어 화상

<재해발생 상황>

피해현황

사망 1명

재해발생원인 및 대책

- ➢ 위험물 관리 미흡
- ✓ 도장 작업장내 방치된 인화성물질 별도 보관
- ✓ 담당자 지정관리, 위험물질 저장소는 시건조치
- ➢ 소화기 미비치
- ✓ 불사용 장소에 소화기 등 화재진압설비 비치 및 교육

옥외작업장에서 시너 사용 점화 중 화재(2-2)

관련사진

<재해현장 및 시너 점화 상황>

식물성 유지저장 탱크 상부 용접 작업 중 폭발, 화재

재해개요

2006년 9월 식물성유지 옥외 저장탱크(지름 3.5m, 높이 7.5m, 용량 80톤) 상부에서, 레벨게이지 설치작업을 위해 용접작업 및 드릴 천공작업을 하던 중 열려져 있었던 해치를 통해 용접불티가 저장탱크 내부로 비산되면서 저장탱크가 폭발

<재해발생 상황>

피해현황

사망 3명

재해발생원인 및 대책

- ➢ 장기간 미사용으로 인한 탱크내부 산패작용 등으로 가연성가스 체류
- ✓ 사전 안전조치(가연성가스 존재여부 확인, 화기작업 허가 등) 후 작업
- ✓ 작업 전 안전보건교육, 관리 감독 등 철저

유기용제 혼합 중 폭발(3-1)

재해개요

2007. 8. 17(금) 11:56경 자동차 흡집제거용 컴파운드 제조공장에서 유기용제 혼합용 배합기 내부에서 폭발이 발생

<재해 발생 현장>

사고물질 및 발생설비

- ○ 배합기 : Vertical Type(높이 : 2,000 × 직경 : 1,000)
- ○ 유용성 원료 : 유기용제(BTX 등 방향족 탄화수소) 연마제(Powder)
- ○ 교반Motor : 비방폭형

피해현황

사망 2명, 부상 5명

재해발생원인 및 대책

- ➢ 인화성 증기 폭발분위기 조성 및 점화원 작용
- ✓ 배합기 질소 등 불활성 가스 투입 설비 설치
- ✓ 인화성물질 정전기 방지를 위한 접지설비
- ✓ 배합기 승온방식 개선(스팀, 온수 등 간접 방식)
- ✓ 국소배기장치 설치
- ✓ 폭발위험분위기 형성지역 방폭형 전기기계기구 설치 및 접지설비 설치
- ✓ 가연성 가스 누출감지 경보기 설치
- ✓ 소화기 등 비치 및 MSDS교육 철저

유기용제 혼합 중 폭발사고(3-2)

제조공정

유용성 원료	유기용제 + 왁스 + 연마제(Powder)

※ 재해발생공정

수용성 원료	물 + 유화제

→ 배합 → 냉각 → 배출 → 충진 → 라벨부착 → 출하

※ 재해발생 당시 자동차 흠집제거용 컴파운드 제조공정 중 첫 단계인 "유용성 원료"를 혼합

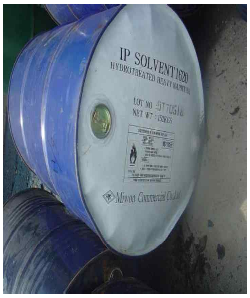
< 유용성 원료 혼합방법 >

- 1단계 : 유용성 원료 혼합용 배합기에 컴파운드를 투입
- 2단계 : 90~100℃로 승온(배합기 하부에서 버너로 가열 : 직화)
- 3단계 : 가열 및 교반(Motor)시키면서 연마제(Powder), 왁스를 투입
- 4단계 : 배합이 완료된 후 냉각
- 5단계 : 유용성 원료 혼합이 완성된 후 별도 만들어진 수용성 원료(물+유화제)를 혼합

[배합기 가열용 직화 Burner]

유기용제 혼합 중 폭발사고(3-3)

관련사진



야적장에 적재되어 있던 Solvent 드럼

임펠러 및 Motor

소손된 배합기

저장탱크 화재사고(2-1)

재해개요

2010.04.22, 폐 유기용제를 폐수저장탱크로 이송 완료 후 창고 내부에 체류되어 있던 유증기를 선풍기로 불어내던 중 선풍기 모터와 출입구 측면에 설치된 분전반 주변에서 발생된 전기스파크로 추정되는 점화원에 의해 화재가 발생

<폐기물 창고 및 폐수저장탱크 상부>

피해현황

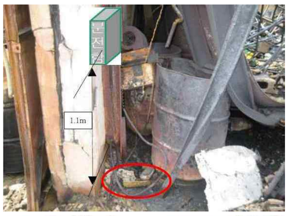
인명피해 없음, 창고 및 사무실 전소, 탱크로리 등 10여대 차량전소

재해발생원인 및 대책

- ➢ 폐수 저장탱크를 폐 유기용제탱크로 용도변경
- ✓ 지정된 위험물 저장탱크에서 만 취급
- ➢ 지정되지 않은 장소에서 유기용제 취급
- ✓ 지정된 위험물 취급소에서 실시
- ➢ 폭발위험분위기에서 비방폭형 전기기계기구 사용
- ✓ 유증기 체류 폭발위험장소에서는 방폭형 전기기계기구 사용

저장탱크 화재사고(2-2)

관련사진



<폐기물 창고 및 화재사고 현장>

필름 점착액 제조 중 화재(2-1)

재해개요

2007. 4. 6(금), 13:10경 LCD 필름 점착액 제조공정에서 점착액을 제조하기 위해 이동용 혼합용기(용량 약 1㎥)를 계량기에 올려 놓고 먼저 MEK, 바인더 등 원료를 소량 계량하여 먼저 투입 한 뒤 외부 저장탱크로 부터의 공급배관을 통해 소형용기(용량 18리터)에 톨루엔을 공급받던 중 용기 내에 화재가 발생하여 동 건물 2층 기숙사에서 쉬던 근로자들이 대피하던 중 화상 및 유독가스 질식

<전소된 작업장 및 기숙사 전경>

주요 취급위험물질

* 메틸에틸케톤(MEK) : 인화점(−14℃), 폭발한계 2.0%~11.8%
* 톨루엔 : 인화점(11℃), 폭발한계 6.7%~36%

피해현황

사망 1명, 부상 4명, 공장동 전소

재해발생원인 및 대책

➢ 톨루엔 공급 중 용기 상부에 국부적으로 폭발위험분위기 형성 및 PE재질 이동용 배관 정전기 축적
✓ 도전성재질의 배관, 제전 및 등전위 접지 실시
✓ 배관유속(1m/sec이하), 낙차 최소화로 마찰 정전기 감소
✓ 고농도의 유증기 확산 방지를 위한 국소배기장치 설치
✓ 혼합기 등 용제 취급 용기에 필요부분 제외하고 덮개 설치

➢ 긴급 차단 미흡으로 연소 확대 및 대피로 미확보로 신속 대피 곤란
✓ 위험물 이송 시 긴급차단기능 확보 및 방폭형 기구 사용
✓ 바닥, 벽, 기둥 등 불연성 재료 및 방화구획 설치
✓ 가스계 자동소화설비 설치
✓ 비상대피로 지정 및 훈련, 안전작업요령의 작성 등

저장탱크 화재사고(2-2)

관련사진

<이동용 점착제 혼합기>

<톨루엔 취급 소형용기>

<톨루엔 공급 펌프>

발수제 도포작업 중 화재

재해개요

2011. 6, 오후 6시 30분경 어린이집 보수공사 중 계단 바닥 방수작업을 위해 롤러로 발수제 도포작업 중 도포된 발수제 표면 유증기의 폭발위험분위기가 형성되면서 롤러의 마찰 정전기로 인해 화재가 발생

<재해발생 상황 및 현장>

피해현황

사망 1명

재해발생원인 및 대책

➢ 취급 화학물질에 대한 위험성 주지 미흡
* 발수제 : 묻거나 흐르는 정도의 수분을 튕겨냄으로써 차단하는 역할을 하도록 합성된 물질로 95% 이상의 유기용제에 희석해 중합물로 합성한 것. 인화점이 40~50℃ 수준으로 낮아 불이 붙고 폭발 및 화재가 나기 쉽다.

✓ 취급 화학물질에 대한 MSDS 비치 및 교육 철저
✓ 정전기 예방을 위한 접촉면적인 작은 붓이나 대전용 카본브러쉬 등 정전기발생 최소화

LPG-산소절단 중 불꽃 역화로 용기 폭발(2-1)

재해개요

2012. 6. 16(토), 열처리 작업장에서 템퍼링(Tempering) 공정에서 LPG−산소용접(절단)기로 절단 작업을 하던 중 토치에서 가연성 가스가 나오지 않아서 이를 조정하던 중 불꽃이 역화되어 LPG용기가 폭발

※ LPG & 산소 사용 압력비 : 통상 절단작업에서 LPG는 0.03~0.1 MPa 산소는 0.3~0.8 MPa 정도로 작업하므로 산소와 LPG의 압력비는 약10배 정도 임.

<재해발생 상황 및 현장>

피해현황

사망 1명, 부상 2명

재해발생원인 및 대책

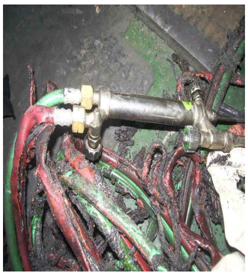
➢ 취관(토치) 팁의 막힘, 가스 소진 등으로 인한 역화

✓ 안전기(역화방지기)를 가연성가스 압력조정기 후단과 취관(토치)호스 사이에 설치
✓ 토치의 화구 및 LPG용기 충진 상태 확인 철저
✓ 용기에 설치된 압력계 정상상태로 관리

LPG-산소절단 중 불꽃 역화로 용기 폭발(2-2)

관련사진

<폭발한 LPG용기>



<LPG호스 탄 흔적>

<주변으로 날아간 산소용기>

위험물 저장탱크 배관연결 작업 중 폭발(2-1)

재해개요

'11.07.10(일) 01:18경, 위험물 저장탱크 상부(높이 6M)에서 배관 연결 및 용접작업 중 탱크 내부에 잔류하고 있던 인화성물질(톨루엔)이 폭발하면서 상부 경판과 함께 날아가 떨어짐

<재해발생 상황 및 현장>

피해현황

사망 2명

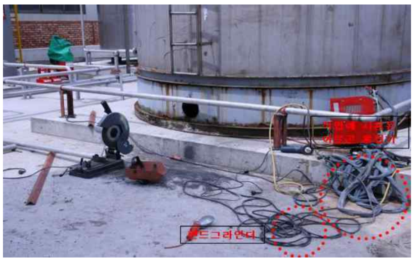
재해발생원인 및 대책

- 인화성 물질 미 제거 상태로 용접 등 작업진행
  - ✓ 유류 등이 있는 배관이나 용기의 용접 작업시 사전 위험물 제거
  - ✓ 저장탱크 재사용시 세척, 가연성가스농도측정 등의 정비 및 설치작업 절차서 작성
  - ✓ 화기작업에 대한 안전작업허가제도 도입
- 폭발 및 화재 우려 장소 관리감독 미흡
  - ✓ 폭발, 화재 발생 우려 장소에서 불꽃이나 아크 발생 등의 화기기계 기구 공구의 사용 금지
  - ✓ 현장안전교육 및 관리감독 철저

위험물 저장탱크 배관연결 작업 중 폭발(2-2)

관련사진

<폭발한 저장탱크>



<작업장에서 사용한 기계기구>

래들 내 체류 중인 가연성가스 폭발(2-1)

재해개요

2011. 8. 2(월), 18:58분경 스테인레스(STS) 공장 내에서 래들(Ladle) 벽 내장 내화재 양생과정에서 발생된 것으로 추정되는 가연성가스(수소)가 폭발

* 래들(Ladle) : 제강공장의 노에서 정련, 용해된 용탕(鎔)을 받는 쇳물 바가지

<재해발생 상황 및 현장>

피해현황

사망 1명, 부상 2명

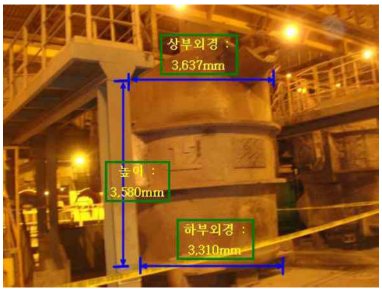
재해발생원인 및 대책

- 위험물 등이 있는 장소에서 화기 등의 사용 금지 조치 미실시(알루미늄이 물과 반응하여 발생한 가연성가스(수소)가 래들안에 유입, 용접기 등 불꽃작업)
  - ✓ 위험물 등이 있는 장소에서 화기 등의 사용 금지조치 실시
  - ✓ 내화재 양생시 통풍, 환기 등의 조치 실시
  - ✓ 래들 내화재 시공 작업 표준 보완
  - ✓ 양생과정에 대한 주의사항, 화재폭발 방지요령 등 보완 및 교육실시

래들 내 체류 중인 가연성가스 폭발(2-2)

관련사진

<폭발로 뒤집어진 벽 내장용 중장 덮개>



<바닥에서 본 사고 래들 정면 모습>

감사합니다!