저장탱크 작업 중 재해사례

재해사례 1 저장탱크에 배관 설치 용단작업 중 폭발

중고로 들어온 저장탱크 배관을 설치하기 위해 작업자 3명이 용단작업을 하던 중 저장탱크 내 잔류하고 있던 벙커C유 인화성 증기에 용접 불티가 점화되어 폭발(사망 2, 부상 1)

재해원인

- 위험물 등이 있는 장소에서 화기작업 실시
- 용기에 화기작업시 안전조치 미실시

예방대책

- 벙커C유 등 인화성 물질이 있는 저장탱크는 폭발 또는 화재가 발생할 우려가 높으므로 불꽃 또는 아크를 발생하는 화기작업을 금지
- 위험물 또는 인화성 유류 등이 존재할 위험이 있는 탱크, 배관, 드럼 등의 용기에 화기작업을 실시할 때에는 인화성 물질 제거 후 세정작업 또는 불활성 가스로 치환하는 등의 안전조치를 실시

재해사례 2 인화성 물질 저장탱크 상부의 화재 · 폭발로 떨어짐

높이 6미터의 인화성 물질 저장탱크 상부에서 맨홀을 통해 내부 유량을 점검하기 위해 라이터를 켜는 순간, 맨홀을 통해 증발한 인화성 증기에 점화되면서 화재 · 폭발이 발생하여 그 충격에 의해 지면으로 떨어짐

재해원인

- 화재발생 위험장소에서 화기 사용
- 자동계측 장치불량

예방대책

- 인화성 증기로 인한 화재 · 폭발 위험이 있는 장소에서는 작업 점화원이 될 수 있는 화기의 사용을 금지하고 부득이한 경우 방폭형 손전등을 사용
- 자동 계측장치는 항상 그 기능을 유지토록 하여 근로자가 불필요하게 위험 장소에 접근하는 것을 방지

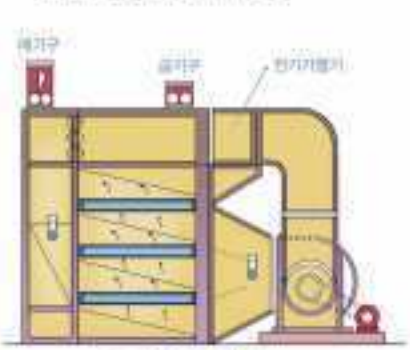
작업 전 [illegible] 작업내용을 파악하라	작업 전 안전점검의 습관화 / 일반문제 조정 - 사 업 주 : 작업 전 안전점검 문제 조정 및 지원 - 근 로 자 : 수행 작업의 위험요인 파악, 보고 및 대응 - [illegible] : 해당 작업의 안전점검 및 개선대책 수립	[illegible] 상황별 [illegible] 안전수칙	1. 안전보건표지 부착 (위험장소, 장치 등) 2. 안전보건교육 실시 (위험요인, 안전작업방법 인지) 3. 안전작업복 지급 (불이 재질, 준수) 4. 보호구 지급 : 작업(작업에 적합한 보호구)

건조설비(Dryer)

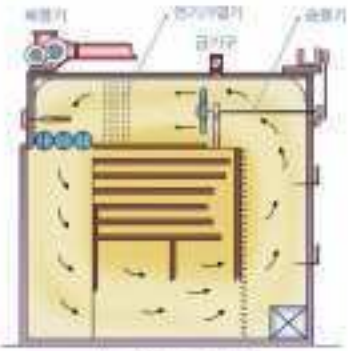
건조설비란?

건조설비는 어떤 물체를 가열하여 건조하는 설비를 말하며, 산업안전보건법에서 말하는 건조설비는 다음과 같다.

- 위험물 또는 위험물이 발생하는 물질을 가열 · 건조하는 경우 내용적이 $1m^3$ 이상인 건조설비
- 위험물이 아닌 물질을 가열 · 건조하는 경우로서 다음에 해당하는 설비
  - 고체 또는 액체연료의 최대사용량이 10kg/hr 이상
  - 기체연료의 최대사용량이 1㎥/hr 이상
  - 전기사용 정격용량이 10kW 이상



통기류식 상자형 건조기



병행류식 상자형 건조기

● 건조설비의 용도 ●

- 기계부속품 제조업체에서 도장된 물건의 빠른 건조를 위해 사용되며, 통상적으로 도장라인과 연계 설치함
- 건조열에너지를 얻는 방식에 따라 도시가스와 같은 가스를 사용하는 가스버너 방식과 전기히터를 사용하는 전기식이 있음
- 가스버너 또는 전기히터에 의해 발생된 열은 Fan에 의해 건조대상물에 열풍으로 가해짐

● 작업순서 ●

- 건조설비에 설치된 국소배기장치를 가동한다.(건조 시 발생하는 가연성 증기 배출용)
- 가스버너 또는 전기히터를 가동한다.
- 열풍 송기용 Fan을 가동한다.
- 건조설비 내부의 온도가 규정온도에 도달하는지 확인한다.
- 건조대상물을 건조설비내부로 투입한다.(일반적으로 트롤리 컨베이어 또는 매쉬 컨베이어 방식이 많음)
- 건조가 완료된 제품을 회수한다.

주요 위험요인

- 건조 시 발생하는 가연성 증기에 의한 화재 - 폭발위험(정전기, 전기히터 등의 점화원)
- 가스버너에 공급되는 가스의 누출에 따른 화재 - 폭발위험
- 건조대상물의 낙하에 따른 발손상 위험
- 건조대상물의 단순반복취급에 의한 근골격계질환 위험

안전대책

- 건조설비의 바깥 면은 불연성 재료로 제작
- 건조설비(유기과산화물을 가열 건조하는 것은 제외한다)의 내면과 내부의 선반이나 틀은 불연성 재료로 제작
- 위험물 건조설비의 측벽이나 바닥은 견고한 구조로 설치
- 위험물 건조설비는 그 상부를 가벼운 재료로 만들고 주위상황을 고려하여 폭발구를 설치
- 위험물 건조설비는 건조하는 경우에 발생하는 가스 · 증기 또는 분진을 안전한 장소로 배출시킬 수 있는 구조로 설치
- 액체연료 또는 인화성 가스를 열원의 연료로 사용하는 건조설비는 점화하는 경우 폭발이나 화재를 예방하기 위하여 연소실이나 그 밖에 점화하는 부분을 환기시킬 수 있는 구조로 설치
- 청소하기 쉬운 구조로 건조설비 내부를 구성
- 건조설비의 감시창 · 출입구 및 배기구 등과 같은 개구부는 발화 시에 불이 다른 곳으로 번지지 않는 위치에 설치하고 필요한 경우에는 즉시 밀폐할 수 있도록 조치
- 건조설비는 내부의 온도가 국부적으로 상승하지 않는 구조로 설치
- 위험물 건조설비의 열원으로서 직화를 사용하지 않음
- 위험물 건조설비가 아닌 건조설비의 열원으로서 직화를 사용하는 경우 불꽃 등에 의한 화재를 예방하기 위하여 덮개를 설치하거나 격벽을 설치
- 근로자 안전화 등 개인보호구 지급, 착용관리
- 주기적인 스트레칭 실시 등 근골격계질환 예방활동 시행

재해사례 : 인화성 증기가 체류중인 건조설비에서 폭발

개요

건조설비 내부에서 발생한 인화성 증기가 배출되지 않은 상태에서 열원으로 사용한 전기히터의 발열부 표면에 의한 자연발화로 건조설비가 폭발하여 작업자가 사망

발생원인

- 건조설비 내부의 인화성 증기 미배출로 폭발분위기 형성

예방대책

- 인화성 증기에 의한 화재 · 폭발 예방
  - 건조설비 내부의 인화성 증기 배출용 국소배기장치 가동 철저
  - 건조설비 내부에는 점화원이 될 수 있는 전기기계 · 기구 또는 배선 사용 금지(방폭형 사용)

안전수칙

작업 전

- 건조설비의 구조적 결함이 없는지 확인한다. (폭발구, 환기장치 등의 적정성)
- 가스배너 연료계통의 누설여부를 확인한다. (가스누설감지기의 정상 작동상태 확인)
- 건조실 내부 온도제어 설비의 정상 작동상태를 확인한다.
- 전기히터 관련 전기설비의 손상유무를 확인한다. (발열구조의 적적성, 절연손상 등)
- 건조설비의 열원용 가스배너 또는 전기히터 가동 전 건조실 내부 인화성 증기 배출용 국소배기 장치를 가동한다.

작업 중

- 건조실 내부 인화성 증기 배출용 국소배기장치의 작동상태를 수시로 확인한다.
- 건조실 내부의 온도제어 설비의 작동상태를 수시로 확인한다.
- 건조대상물의 낙하예방 및 안전화 처용을 철저히 한다.
- 주기적인 스트레칭 등 근골격계질환 예방활동을 실시한다.

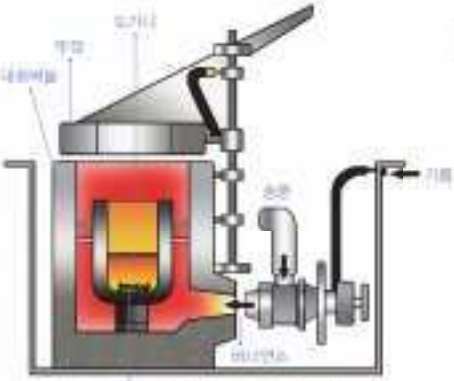
관련 법칙

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
  - 제32조 (보호구의 지급 등)
  - 제281조 (건조설비의 구조 등)
  - 제283조 (건조설비의 사용)
  - 제280조 (위험물 건조설비를 설치하는 건축물의 구조)
  - 제282조 (건조설비의 부속전기설비)
  - 제284조 (건조설비의 온도 측정)

용해로(Melting furnace)

금속용해로란?

고체재료를 녹는점 이상으로 가열하여 용해할 목적으로 제조된 노로서 가열하는 방식에는 코크스 · 석탄가스 · 천연가스 · 중유 · 석탄 등을 연료로 하는 것과 전열식(電熱式)으로 행하는 것, 아크열을 이용하는 것 등이 있으며, 이 밖에 용해하려는 물질이 전기도체일 경우에는 그 자체에 유도전류(誘導電流)를 흘려서 저항발열을 이용하여 가열하는 유도가열방식도 있다.



● 도가니로

- 금속 또는 광석을 용융, 정련, 배소할 때 이들을 도가니에 넣어 가열시키는 노로서 내용물이 연료 및 연소가스와 직접 닿지 않으므로 내용물이 그들의 영향을 받아 변화하지 않는 것이 좋으며, 특수강, 동합금, 알루미늄합금 등의 용융 및 인티온의 정련 등에 사용됨.

● 전기로

- 전기에너지로 가열하는 노(爐). 실험실뿐만 아니라 금속 · 기계 · 화학공업 · 요업(窯業)을 비롯한 여러 분야에서 널리 사용되며, 가열방식에 따라 분류하면 저항로 · 아크로 · 유도로(誘導爐) · 전자빔로 등이 있음.
- 일반적으로 전기로는 연료를 사용하는 연소로(燃燒爐)에 비해 폐기가스의 발생이 없고 노내 분위기의 제어가 용이하며, 온도제어 등의 조작 및 자동화가 쉽지만, 열연효율(熱利用效率)이 나쁘고 값이 비싸다.

● 작업순서 ●

- 용해대상 금속(철, 알미늄, 동 등)을 용해로에 장입한다.
- 연료 또는 전기에너지를 공급하여 금속을 녹인다.
- 용해된 금속을 출탕하여 조형공정으로 이동시킨다.

주요 위험요인

- 용해대상 금속의 잔류수분에 의한 수증기 폭발
- 내화벽돌 등 내화재 손상에 따른 냉각수 유입으로 폭발
- 통풍설 비상에 따른 화상
- 고열작업에 따른 열경련 · 열발진 등 건강장해

안전대책

- **용해대상 금속에 대한 수분유입 방지조치 철저**
  - 옥내 별도의 보관장소에서 보관
  - 용해로 투입 전 건조작업 실시
  - 고철재료 입고 시 수분함유 여부에 대한 검수 철저
- **내화벽돌 등 내화재의 설치기준을 준수**
- **고열 감소용 국소배기장치 설치**
- **작업장소 내 냉방 또는 통풍설비 설치**
- **용해로 내화재 손상 검출장치 작동상태 확인**
- **고열의 금속찌꺼기는 건조한 장소에서 보관**
- **고열작업장소에 적합한 개인보호구 착용**
  - 방열복, 안면보호구 등의 개인보호구 지급 및 착용

용해대상 금속에 대한 수분유입 방지

방열복, 보호구 착용

재해사례 : 수분이 함유된 재료의 투입으로 인한 수증기 폭발

개요

수분이 함유된 폐알미늄 칩을 알미늄 용해로에 투입하던 중 알미늄 칩에 포함되어 있던 빗물에 의한 수증기 폭발로 투입용 지게차가 전소되고 운전자가 화상으로 사망

발생원인

- **수분이 함유된 알미늄칩을 용해로에 투입**
  - 옥우로 간이 창고에 보관되어 있던 알미늄 칩에 수분이 함유된 상태였으나, 무리하게 680℃의 용탕이 들어있는 알미늄 용해로에 투입

예방대책

- **알미늄 칩 보관장소 내 빗물침입 방지조치**
- **빗물이 함유된 칩은 충분히 건조 후 투입**
  - 별도의 건조장소 마련 또는 투입 전 건조조치 실시

안전수칙

작업 전

- 용해로 내화재 손상 검출장치 작동상태를 확인한다.
- 용해대상 금속재의 수분함유 여부를 확인한다.
- 고열 감소용 국소배기장치 설치 및 냉방 또는 통풍설비 작동상태를 확인한다.

작업 중

- 용해로 주변에 불필요한 접근을 금지한다.
- 수분이 함유된 물질의 용해로 투입을 금지한다.
- 고열의 금속찌꺼기는 건조한 장소에 보관한다.
- 방열복, 안면보호구 등 지정 보호구를 착용한다.

작업장 내 국소배기장치 설치

통풍설비 설치

관련 법조

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
  - 제247조 (고열물 취급설비의 구조)
  - 제248조 (용융고열물 취급 피트의 수증기 폭발방지)
  - 제249조 (건축물의 구조)
  - 제250조 (용융고열물의 취급작업)
  - 제251조 (고열의 금속찌꺼기 물처리 등)
  - 제252조 (고열 금속찌꺼기 처리작업)
  - 제253조 (금속의 용해로에 금속무스러기를 넣는 작업)
  - 제254조 (화상 등의 방지)
  - 제32조 (보호구의 지급 등)

가스 용접기(Gas welder)

가스용접 및 용단이란?

- 가연성 가스와 산소와의 반응 시에 생기는 고열 즉, 가스 연소열을 용접 열원으로 사용하는 용접법이며, 가연성 가스와 산소의 혼합가스를 적당한 압력으로 토치(Torch) 끝으로부터 분출 연소시켜, 가스 불꽃을 만들며, 이 가스 불꽃을 용접의 열원으로 사용한다.
- 가연성 가스로는 아세틸렌, 프로판, 부탄 등이 사용되며 이들 가스 불꽃 중 아세틸렌-산소 불꽃은 가장 화염온도가 높고 화염조절이 용이하며 모재에 세치는 악영향이 적어서 공업적으로 가장 널리 사용된다.
- 용단 작업은 사재 절단을 위한 용도로 산업현장에서 광범위하게 사용되고 있으며, 기염(예열)용으로도 이용이 늘고 있다.

산소아세틸렌 용접기

토치(Torch) 주요 구조부

주요 위험요인

- 고열 · 불티에 의한 화재 · 폭발 위험
- 용접 흄, 유해가스, 유해광선, 소음, 고열에 의한 건강 장해
- 용접 · 용단작업 중 화상 위험
- 유독물 취급장소 및 밀폐장소작업 중 중독 또는 산소결핍 위험
- 불꽃 역화에 의한 폭발 및 화상 위험

안전대책

- **고열 · 불티에 의한 화재 · 폭발**
  - 용접 · 용단 시 발생하는 수천도(℃)의 고온과 불티는 인접한 위험물질에 직접적인 점화원을 제공하여 화재 · 폭발의 대형 사고로 발전될 가능성이 높으므로 불방어포, 소화기 등을 비치하고 작업 실시
  - 아세틸렌-산소 용접 용단 온도는 3,200℃이어, 불티는 비산 거리는 작업장소 높이에 따라 최대 11 M 정도 흩어지므로 주변의 인화성 물질 제거 후 작업 실시

역화 방지기

- **역화 방지 조치**
  - 불꽃이 역화 되는 것을 방지하기 위해 반드시 역화방지기 설치
  - 호스 및 연결부 파손 상태 확인하여 파손품은 즉시 교체

- **화재 및 폭발 예방 대책**
  - 용접 · 용단 작업 시 사전 조치 사항
    - 용접 및 용단 작업 신고서 제출 및 작업허가서 신청

용접 용단 작업 허가 장소

• 지가주유소 및 폐유탱고 인근 10미터 이내 작업	• 유면탄시장, 유면탄분쇄기, 수송라인(BC) 작업
• B.C 유 탱크 방유제 내에서 작업	• 보일러실 내
• 대형건물 천장 지붕 및 투입설비, 수송 라인 등	• 기타 가연성 연료를 취급하는 장소에서의 작업

    - 화기 화재 감시인 배치하여 해당 작업에 대한 관리 감독 실시
    - 용접 · 용단 장소에는 불연성 불방어포, 소화기, 등을 비치하여 화재 등 대비
    - 용접 · 용단 작업 장소에 인접한 인화성, 가연성 물질은 격리 후 작업 실시
    - 가연성 가스 체류 위험 장소는 가스 농도 측정 후 폭발 하한계 1/4 이하로 유지하고 작업 실시
    - 도장작업 장소에서는 동시 작업 절대 금지
    - 기타 안전보호구 반드시 착용하고 작업 실시한다.(용접면, 방진마스크, 용접장갑, 용접 앞치마 등)

용단작업 중 용단 불티로 인한 화재

재해 개요

주상복합 건물의 어린이 놀이시설 내 남아있던 인테리어시설을 철거하는 작업 중 용단작업으로 인한 불티가 가연성 자재에 옮겨 붙으면서 화재가 발생하여 4명 사망

재해 발생 원인

- 불꽃, 불티 등 비산 방지조치 미실시
- 가연물 인근에서 화기 사용 작업 실시
- 해체작업 작업계획서 미작성

재해 예방 대책

- 화기 사용 전 사전에 가연물에 대한 정리·제거 또는 격리
- 화기작업 시 불티 비산 방지, 화재감시자 및 소화기 비치
- 시설물 해체작업 시 작업계획서 작성 및 이행

관련 법령

안전수칙

사용 시

- 고압가스 용기 및 관련부품(역화방지, 호스, 토치, 라이터, 압력조정기 용기밸브)을 항상 깨끗이 유지해야 하고 특히 기름 등이 묻지 않도록 한다.
- 고압가스용기의 밸브는 서서히 개폐하여야 하며, 아세틸렌용기의 밸브는 1/3회전 이상을 열어서는 아니 된다.
- 작업자는 점화전에 호스와 토치에 남아있는 불순물을 제거하기 위하여 일단 불어낸 후에 토치를 점화한다.
- 모든 용기는 직사광선에 노출되지 않도록 하며 용기 표면온도가 40℃를 초과하여서는 안 된다.
- 고압가스용기는 넘어뜨리거나 부딪히는 등의 충격을 주어서는 안 된다.
- 사용 고압가스용기는 작업자 또는 화염 열원으로부터 최소한 5m 이상을 이격시키고 사람의 통행이 빈번하지 않은 안전한 장소에 두어야 한다.
- 용기밸브와 호스, 토치와 호스 및 호스를 연결할 때에는 클립 및 바인더 등으로 꼭 조여 가스가 누출되지 않도록 한다.
- 용기의 식별을 용이하게 하기 위하여 산소호스의 색깔은 검정색을, 아세틸렌호스의 색깔은 적색으로 사용한다.
- 호스의 연결표준은 산소호스가 우수방향 나사를, 아세틸렌 호스는 좌수방향 나사임을 명심하여 확실하게 사용하여야 한다.
- 토치를 함이 대용으로 용접 슬래그를 제거하거나 용접철면을 두드리셔는 안 된다.
- 용기 내 가스를 전부 사용하였을 때에는 밸브를 잠궈 잔류가스의 누설이 없도록 하고 캡을 씌워야 한다.
- 폭발방지를 위하여 점화 시에는 스파크 라이터를 사용한다.
- 압력 조정기는 규격품을 사용하여야하며 그 성능을 주기적으로 점검한다.

산소-아세틸렌 취급 유의사항

- 불꽃이 토치내부로 역류 시 산소밸브를 먼저 닫은 다음 가스밸브를 닫는다.
- 산소용기 고장으로 산소 분출시 분출구는 약 -60℃까지 내려가므로 맨손으로 만져서는 안 되며, 분출방사력이 강하여 용기가 세게 회전하므로 접근을 금지하고 화기의 접근을 금한다.
- 용기에서 가스가 분출되어 폭발 또는 화재의 위험이 있을 때에는 근소리보 주변을 멀리고 신속히 대피한다.
- 진화 후 그 열대가 냉각되지 않으면 화재의 재발을 방지하기 위해 주위를 확실히 냉각시키고 재차 확인 점검한다.

관련 규정

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
  - 제233조 (가스용접 등의 작업)
  - 제234조 (가스 등의 용기)
  - 제243조 (소화설비)

드럼(Drum)

소용량 탱크 및 드럼 화기
작업안전
인화성 액체가 있었던 빈드럼통을 절단하던 중
드럼통 폭발
발생 원인
• 드럼 내부 인화성물질 정화에 따른 폭발
– 드럼 내부에 남아 있던 인화성액체 증기에 절단기 토치 불꽃이 점화되어 폭발
• 잔류 인화성물질 제거 미흡
– 드럼 내부에 남아 있던 인화성액체를 완전히 세척하지 않거나 내부의 가연성 증기를 치환하지 않음
화기작업 허가와 훈련
• 화기작업이 필요할 경우 위험작업을 주로 다루는 전문회사에 우선적으로 의뢰하고, 화기작업 전 잔류 액체와 증기 제거, 세척, 불활성화와 같은 방법들을 사용하여 위험을 최소화
• 화기작업에 관한 작업 허가시스템 운영
• 훈련
– 탱크, 드럼 그리고 기타 용기 등은 관련 위험작업 예방대책에 대해 적절한 교육훈련을 받은 사람이 수리하거나 해체

소용량 탱크 및 드럼의 화기작업 안전대책 및 수칙

탱크 및 드럼에 대한 화기 작업시 안전조치 및 위험성 평가

ㄱ 격리	• 탱크의 경우 연결되어 있는 다른 설비들과 격리, 특히 배관 부분은 반드시 분리해서 격리 • 작은 탱크는 분리시켜 안전한 장소로 이동
ㄴ 용기 내부 비움	• 적절한 저장장치로 펌핑하거나 배수를 시켜 내부를 비움 • 관련 법규에 따라 잔유물 폐기
ㄷ 청소	• 물이나 세척용액을 사용하는 세척 또는 분사 • 수증기 청소 • 솔벤트 세척 또는 분사
ㄹ 가스 제거	• 탱크 및 드럼 내부의 증발기체와 다른 위험성 물질들을 공기 또는 수증기 형태로 분사하여 내부 가스 제거
ㅁ 검사	• 탱크 내부 검사시 빛이나 열에너지를 가진 장비는 주의해서 사용 • 가스 누출감지경보기 등을 사용하여 안전하게 검사 실시
ㅂ 용기 내부 불활성화	• 물 또는 질소 등의 불활성기체로 탱크 또는 드럼 내부를 채워 공기 대체
ㅅ 위험성 평가 실시	• 작업장 내에서의 위험요소들을 평가하여 근로자와 관련자들의 안전을 보장할 수 있도록 실제적인 예방대책 마련

참고 법령 및 작성 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제 240조 (유류 등이 있는 배관이나 용기의 용접 등)
- KOSHA GUIDE G-1-2011 '소용량 탱크 및 드럼의 화기작업에 관한 안전가이드'

공기 압축기(Air compressor)

공기압축기란?

- 외부로부터 동력을 받아 공기를 압축하는 기계를 말하며, 왕복동식(피스톤식) 압축기, 스크류식 압축기, 베인식 압축기 등이 있다. 공기압축기는 공기를 압축 생산하여 높은 공압으로 저장하였다가 이것을 필요에 따라서 각 공압 공구에 공급해 주는 기계이다. 통상의 가공 현장에서 사용되고 있는 공기 압축기는 압축기 본체와 압축 공기를 저장해 두는 탱크로 구성되어 있다.
- 공기압축기의 사양은 매분 당 공기 토출량과 탱크 용량으로 표시되는 경우가 많다. 압축한 공기는 철의 현소 등에 사용되는 에어건 등에 쓰인다. 또한, 공기를 압축할 때 공기 중의 수분이 응축되어 압축 공기 중에 물이 고이는 경우가 있다. 그래서 수분을 제거할 필요가 있을 때는 공기압축기에 드라이어(건조기)를 접속하는 경우가 있다.

공기압축기 구조

왕복동식 공기압축기 : 가장 많이 사용

스크류식 공기압축

주요 위험요인

- 공기압축기의 회전부(V-BELT, FULLY)의 노출로 작업자 접근 시 끼임 위험과 벨트의 장력이 느슨한 상태로 작동 중 벨트 이탈에 의하여 파편이 작업자를 강타하는 사고 발생의 위험이 있음
- 공기저장탱크 내부 압력상승에 의한 파열사고 발생의 위험이 있음
- 전기배선 및 전원부의 충전부 노출, 미접지로 인한 신체접촉 및 누전 시 감전사고 발생의 위험이 있음

안전대책

- 공기압축기의 회전부 방호덮개, 주요 안전장치 등에 대한 정기적인 점검과 작동유무 확인

주요구조부	점검사항	사진
동력전달부	- 회전부(구동벨트, 플라이휠)의 안전덮개 설치상태, 회전방향표지판 부착상태 - 벨트의 이탈, 소손 및 벨트장력 등의 상태	
압력계	- 압력계 외관(지시계, 유리 등)의 손상유무 - 압력계의 정상 작동상태	
안전(safety) 밸브	- 안전밸브의 성능검정품 사용여부 - 안전밸브의 외관 및 조작용 레버의 이탈 유무 및 정상 작동상태 ※ 안전밸브의 압력조정 너트는 임의 조작을 금지토록 봉인실시(최대사용 압력의 110% 이하로 설정)	
드레인(drain) 밸브	- 드레인밸브 손잡이 등의 이탈 및 누유 유무 - 드레인밸브의 조작 및 드레인(drain) 실시 상태 ※ 자동 드레인 장치를 부착하거나 1일 1회 이상 드레인 실시	

- 공기압축기의 철대 외함 접지 실시 및 절연저항 측정을 통한 정기적인 점검
  - 접지저항 측정 시 : 400V 이하인 경우는 100Ω 이하, 400V 이상인 경우는 10Ω 이하 될 것
  - 배선(전선)의 절연 저항 측정 시 : 대지전압 150V 이하인 경우 0.1MΩ 이상, 대지전압 150V초과 300V 이하인 경우 0.2MΩ 이상, 사용전압 300V 초과 400V 미만인 경우 0.3MΩ 이상, 사용전압 400V 이상인 경우 0.4MΩ 이상 될 것

재해사례 : 공기압축기에 손이 끼임

개요

2010년 11월 18일 사업장내에서 공기압축기의 고장으로 밸브를 손으로 조작 중 공기압축기가 갑자기 작동하면서 손가락이 끼임

발생원인

- 공기압축기의 고장 시 수리, 점검 등의 작업을 하는 경우 반드시 전원을 차단하여야 하나 미실시
- 공기압축기는 전기기계기구로 전기누전에 대한 감전보호조치를 하지 않음
- 공기압축기 주변의 오일 등의 장애물을 사업장 현장에 방치

예방대책

- 공기압축기의 고장 시 수리, 점검 등의 작업을 하는 경우 반드시 전원을 차단하고 작동이 되지 않음을 확인한 후에 작업하여야 하고, 작업 중 타작업자의 오조작에 의한 재해예방을 위하여 기동전원 스위치에 잠금장치 또는 조작금지 꼬리표 등을 추가적인 조치를 하여야 함
- 공기압축기 외함에 대한 접지 실시 : 전기기계·기구의 금속제 외함·금속제 외피 및 철대에는 누전에 의한 감전의 위험을 방지하기 위하여 확실하게 접지를 실시하여야 하고, 아울러, 주기적인 절연상태를 점검하여야 함
- 주변의 오일 등에 의한 전도재해예방을 위하여 주기적으로 청소를 실시하여야 함

안전수칙

- 공기압축기는 충분한 안전교육과 작동 법을 익힌 사람만 조작한다.
- 압축기가 운전 중일 때에는 벨트커버나 회전부에 가까이 가지 않는다.
- 압축기를 작동하기 전에 압축기 주변에 다칠 위험이 있는 사람은 없는 지 확인 후 가동한다.
- 작업 시작 전 점검 시 압력계이지, 온도계 등을 점검하여 공기압축기가 정상작동임을 확인한다.
- 공기압축기는 정상적인 대기 공기만을 흡입하여 압축하도록 설계되어 있으므로 다른 종류의 가스, 기체, 증기류는 절대로 공기압축기에 흡수되거나 사용하지 않는다.
- 공기압축기의 정비작업 개시 전에 리모트 컨트롤러를 포함하여 모든 전원을 차단한다.
- 압축기의 청소 정비 시에는 반드시 압축기를 정지하고 모든 전원을 차단한 다음 내부압력이 완전히 방출된 후 충분히 냉각된 상태에서 실시한다.
- 적합한 규격의 안전밸브를 설치하여야 한다.
- 안전밸브는 설정압력을 변경하거나 그 기능을 제한하거나 플러그 등으로 대체하지 않는다.
- 공기압축기의 시스템 어느 부분에도 플라스틱 파이프, 고무호스의 사용 및 납땜을 하지 말아야 한다.
- 에어필터나 부품의 세척 시 인화성 또는 독성이 있는 솔벤트, 신나 등의 사용을 금지한다.
- 공기압축기가 작동중일 때에는 정비작업을 실시하지 않는다.
- 규정된 압력이상으로 공기압축기를 작동시키지 않는다.
- 공기압축기 작동 중에는 보호커버나 판넬 등을 제거하지 않는다.
- 모든 보수/정비수칙을 준수하고 모든 안전장치를 정기점검계획에 따라 점검한다.
- 압축된 공기는 위험하므로 함부로 다루지 않는다.
- 항상 공기압축기에 적합한 윤활유를 사용하고 교환주기를 철저히 지킨다.

관련 법령

- 산업안전보건법 시행령 제28조의2 (자율안전확인대상 기계 · 기구 등)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙
  - 제87조 (원동기 · 회전축 등의 위험 방지)
  - 제96조 (압력방출장치)
  - 제302조 (전기 기계 · 기구의 접지)
  - 제60조 (정비 등의 작업 시의 운전정지 등)
  - 제20조 (최고사용압력의 표시 등)

에어 재킷(Air compressor)

에어재킷이란?

선박용 블록의 내부와 같은 공간에서 용접 · 용단 등의 작업을 하는 작업자의 작업복 안으로 시원한 공기(Air)를 공급하여 더위를 식히기 위한 것으로써 재킷, 호스, 플러그 등으로 구성되어 있으며, 매니폴드의 커플러에 플러그를 연결하여 공기를 공급받는 구조를 말한다.

공기재킷의 모습

공기재킷의 착용 모습

용어의 정의

- 재킷 (Jacket) : 작업자가 몸통에 착용하는 조끼 형태의 의복으로써 내부에는 공기를 공급하는 호스가 부착되어 있고, 이 호스에는 작은 구멍이 여러 개가 있어서 시원한 공기를 재킷 안으로 고르게 분산하는 구조를 말한다.
- 호스 (Hose) : 공기를 공급하는 고무재질의 관을 말한다.
- 플러그 및 커플러 (Plug and Coupler) : 호스와 매니폴드를 서로 연결하는 연결기구를 말한다. 플러그는 고무호스에 부착되어 있고, 커플러는 매니폴드에 부착되어 있으며 플러그를 커플러에 연결하면 매니폴드에 있는 공기가 호스를 통하여 공기재킷으로 공급된다.
- 매니폴드(Manifold) : 공기, 산소, 이산화탄소, 에틸렌 등의 가스를 작업현장에 공급하기 위하여 이들 가스 공급배관의 끝부분에 설치한 다기관을 말하며 일반적으로 하나의 매니폴드에 여러 개의 커플러를 부착하여 사용한다.

에어재킷 취급 시 안전대책

- **재킷**
  - 재킷은 좁은 공간에서 용접, 용단작업 시 불편함이 없도록 작업자가 편하게 착용할 수 있는 것을 착용
  - 재킷의 안쪽 부분은 땀을 잘 흡수하는 재질의 원단을 사용
  - 재킷의 바깥쪽은 용접불티가 접촉하여도 견딜 수 있는 내열성 재질이나 또는 방염처리 한 재질을 사용
  - 재킷은 작업자의 신체에 따라서 크기를 조절할 수 있는 구조이어야 함

- **호스 등**
  - 호스는 용접 불티가 접촉하여도 쉽게 손상되지 않는 재질의 호스를 사용
  - 호스는 공급되는 공기압력에 견딜 수 있는 충분한 강도의 호스를 사용
  - 호스, 배관 및 매니폴드의 색상은 가스의 종류별로 서로 다른 색상을 사용
  - 동일한 가스를 취급하는 호스, 배관, 매니폴드의 색상은 동일한 색상으로 사용

[가스 종류별 호스, 배관 및 매니폴드의 색상 예시]

내용물의 종류	배관의 색상		비 고
공기(Air)	회색		※ 이와 종류의 배관에 대해 보온이나 보온 커버를 설치할 경우 보온재나 보호커버의 색상도 배관색상과 동일한 색상으로 할 것
이산화탄소(CO2)	청색		
산소(O2)	녹색		
질수(H2O)	흑색		
에틸렌(C2H4)	황색		

- **유량조절 밸브**
  - 호스에는 유량조절 밸브를 부착하여 재킷으로 공급되는 공기(Air)의 양을 조절

- **플러그 및 커플러**
  - 동일한 가스를 취급하는 플러그 및 커플러는 동일한 구경의 것을 사용
  - 서로 다른 가스를 취급하는 플러그 및 커플러의 구경은 서로 다른 구경의 것을 사용하여, 작업자가 실수로 공기호스의 플러그를 산소 또는 다른 가스용 커플러에 연결하지 않도록 하여야 함

유량조절 밸브

플러그 및 커플러에 연결된 플러그

- **매니폴드**
  - 매니폴드의 색상은 가스의 종류별로 서로 다른 색상을 사용하여 취급하는 가스의 종류를 구별
  - 매니폴드에는 취급하는 가스의 종류별로 해당 가스명을 표기한 명찰을 부착
  - 매니폴드와 재킷을 연결하는 호스는 공기의 압력에 충분히 견딜 수 있는 재질의 호스를 사용

매니폴드 예시

에어재킷을 착용하고 용접 작업 중 화재
AIR
O2
재해 개요
재해 발생 원인
재해 예방 대책

안전수칙

작업 전

- 에어재킷 안으로 공급되는 공기(Air)의 양은 재킷과 호스의 연결부에 부착된 유량조절밸브로 조절한다.
- 원단이 찢어져 있거나 기름 등이 묻어 있는 재킷은 사용하지 않는다.
- 결함이 있거나 외관이 손상된 호스는 사용하지 않는다.
- 호스의 색상이 공기공급 매니폴드의 색상과 동일한 색상인지를 확인한다.
- 플러그를 호스에 연결할 때는 쉽게 이탈하지 않도록 호스밴드, 호스클립 등의 조임기구로 확실하게 체결한다.
- 호스의 플러그는 반드시 공기공급 매니폴드의 커플러에 연결한다.
- 에어재킷 사용방법에 대한 안전수칙을 제정하여 교육한다.

작업 후

- 에어재킷은 사용한 후 제비넛 등에 청결하게 보관하고 수시로 세탁하여 기름때가 묻지 않도록 한다.
- 오래 사용하여 호스의 색상이 변한 경우에는 새것으로 교체한다.
- 오래 사용하여 매니폴드의 색상이 변한 경우에는 새로 페인트를 칠하여 관리한다.
- 매니폴드에 부착된 취급 가스의 종류를 표시하는 명찰은 글씨나 색상이 잘 보이도록 관리한다.

관련 법령

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
  - 제233조 (가스용접 등의 작업)
  - 제241조 (통풍 등이 충분하지 않은 장소에서의 용접 등)
  - 제295조 (가스집합용접장치의 관리 등)
  - 제619조 (밀폐공간 보건작업 프로그램 수립 · 시행 등)
  - 제629조 (용접 등에 관한 조치)
- KOSHA GUIDE
  G-76-2011 공기재킷의 제작 · 사용에 관한 기술지침
  G-17-2011 압축공기의 안전한 사용에 관한 안전가이드

Ⅳ

화학설비 등의 주요 안전장치

1. 안전밸브(Safety valve) 107
2. 파열판(Rupture disk) 110
3. 통기밸브(Breather valve) 112
4. 폭발방산구(Explosion venting) 113
5. 화염방지기(Flame arrestor) 114
6. 가스누출감지기(Gas detector) 115

안전밸브(Safety valve)

1 안전밸브 정의 등

- 설비나 배관의 압력이 설정압력을 초과하는 경우 작동하여 내부압력을 분출하는 장치

2 안전밸브의 종류

- 스프링식(화학설비에서 가장 많이 사용), 중추식, 지렛대식 등이 있다.

3 안전밸브 설치 기준

- 압력상승의 우려가 있는 경우
- 반응생성물에 따라 안전밸브 설치가 적절한 경우
- 열팽창 우려가 있을 때 압력상승을 방지할 경우

4 안전밸브 등의 설치

- 다음에 해당하는 화학설비 및 그 부속설비에는 과압에 따른 폭발을 방지하기 위하여 안전밸브 또는 파열판을 설치하여야 한다.

압력용기

설치기준

안지름이 150mm 이하인 압력용기는 제외하며, 열교환기는 관의 파열로 인한 압력상승이 동체의 최고 사용압력을 초과할 우려가 있는 경우에 한정한다

정변위 압축기

정변위 펌프

설치기준

토출측에 차단밸브가 설치된 것에 한정한다

배관

설치기준

2개 이상의 밸브에 의하여 차단되어 대기온도에서 액체의 열팽창에 의한 파열이 우려되는 것에 한정한다

그 밖의 화학설비 및 그 부속설비

설치기준

이상 화학 반응, 밸브의 막힘 등 이상상태로 인한 압력 상승으로 해당 설비의 최고사용압력을 초과할 우려가 있는 것에 한정한다

파열판(Rupture disk)

1 파열판 정의 등

- 밀폐된 압력용기나 화학설비 등이 설정압력 이상으로 급격하게 압력이 상승하면 파단되면서 압력을 토출하는 장치이다. 짧은 시간 내에 급격하게 압력이 변하는 경우 적합하다.

2 파열판의 설치 기준

반응폭주 등 급격한 압력상승의 우려가 있는 경우

급성 독성물질의 누출로 인하여 주위의 작업환경을 오염시킬 우려가 있는 경우

운전 중 안전밸브에 이상물질이 누적되어 안전밸브가 작동이 안 될 우려가 있는 경우

파열판 설계기준식

$$P = 3.5Qu \times \left(\frac{t}{d}\right) \times 100$$

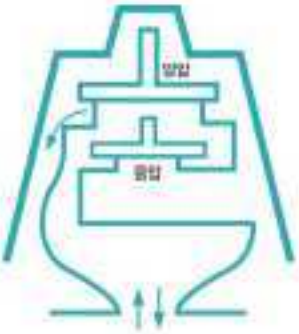
- 여기서, P : 파열압력[kg/㎠], d : 직경, Qu : 재료의 인장강도[kg/㎟], t : 두께[mm]

파열판의 특징

- 입력 방출속도가 빠르며, 분출량이 많다.
- 높은 점성의 슬러리나 부식성 유체에 적용할 수 있다.
- 설정 파열압력 이하에서 파열될 수 있다.
- 한번 작동하면 파열되므로 교체해야 한다.

통기밸브(Breather valve)

통기설비(Breather valve)



통기밸브 원리

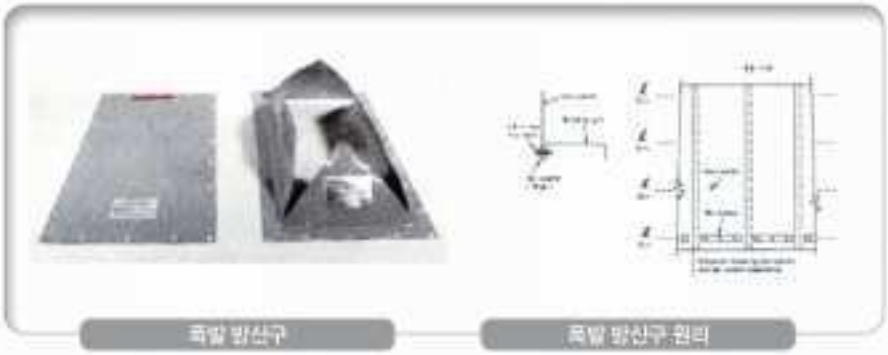
통기설비 정의 등

- 인화성 액체를 저장·취급하는 대기압 탱크에는 통기관(Vent) 또는 통기밸브(Breather Valve)를 설치하여 정상운전 시에 탱크 내부가 진공 또는 가압되지 않도록 외기를 흡입 또는 증기를 방출 수 있는 충분한 용량의 통기설비를 사용하여야 한다.

인화성 액체를 저장하는 용기의 통기관 및 통기밸브에는 외부의 화염이 탱크로 유입하지 못하도록 끝단에 화염방지기를 설치하여야 한다.

휘발성이 높아 증발손실이 많고 위험성이 높은 인화성 액체 저장탱크에는 통기밸브(Breather Valve)를 설치한다.

폭발 방산구(Explosion vent panel)



폭발 방산구 정의 등

- 폭발 방산구는 건물, 건조로 또는 분체의 저장설비 등에 설치하는 압력방출장치로서 폭발로부터 건물, 설비 등을 보호하는 기능을 갖는다.
- 다른 압력방출장치에 비해 구조가 간단하고 방출 면적이 넓어 방출량이 많고, 방출에 따른 2차적인 피해를 예방하기 위해 방출방향을 안전한 장소로 향하게 하는 것이 중요하다.

폭발 방산구 설치 기준

- 패널, 출입문, 개구부 등을 이용 1: 15법칙 준수
- 방출구 주위에 가이드 레일 설치와 경고표지
- 가능한 연소장치 가까이 설치
- 판넬이 비산되지 않도록 끈으로 묶어
- 판넬은 0.5psig의 서지 내압력
- 지붕 판넬을 단위면적당 최대 24.4kg/㎡ 설치
- 길이가 긴 건조설비는 최소 내경의 5배 초과 금지
- 초기 증기폭발압력을 조기에 배출시켜 배출 시간을 길게

폭발 방산구 덕트 설치

- 배출구 덕트는 폭발 방산구 면적 이상
- 벤트 면적은 가능한 균형 있고, 대칭적으로 분포
- 덕트는 가능한 짧게(3m 이하) 일직선으로 가능한 상부에 높이 설치하고 장애물 없도록 외벽에 가깝게 옥외 안전한 곳으로 배출
- 폭발 방산구 주위에 경고표지판 설치

화염방지기(Flame arrestor)

화염방지기

화염방지기 설치대상

- 인화점 38 ℃ 미만 (인화성액체 및 인화성 가스를 저장 취급하는 화학설비에서 증기나 가스를 대기로 방출하는 경우)

* 상온에서 저장 · 취급하는 액체의 인화점이 38 ℃ 이상이고, 60 ℃ 이하인 경우에는 화염방지기의 설치를 생략하고 인화방지망을 설치할 수 있다.

인화방지망

외부에서 발생한 화염의 전파를 억제하기 위하여 통기관 끝에 설치하는 40메시(Mesh) 정도의 구리망

가스누출감지기(Gas Detector)

가스누출감지기 설치모양

가스누출감지기

가스누출감지 경보기 정의 등

- **정의** : 가연성 또는 독성 물질의 가스를 감지하여 그 농도를 지시하고, 미리 설정해 놓은 가스 농도에서 자동적으로 경보가 울리도록 하는 장치를 말하며, 감지부와 수신경보부로 구성된 것을 말한다.

선정기준

- 감지대상 가스의 특성을 충분히 고려하여 가장 적절한 것을 선정
- 감지대상 가스가 가연성이면서 독성인 경우에는 독성을 기준하여 가스누출감지경보기를 선정

설치대상 물질

- 인화성 물질 : 인화성 액체 중 인화점이 35℃ 이하인 물질의 증기와 인화성 가스
- 독성 물질 : 독성 물질로서 35℃, 0.1MPa(1bar) 기체상태인 것

설치장소

- 건축물 내·외에 설치되어 있는 가연성 물질 또는 독성 물질을 취급하는 압축기, 밸브, 반응기 및 배관 연결부위 등 가스 누출이 우려되는 화학설비 및 그 부속설비 주변
- 가열로 등 점화원이 있는 제조설비 주위에 가스가 체류하기 쉬운 장소
- 가연성 물질 또는 독성 물질의 충전용 설비의 접속부위 주위
- 폭발위험장소 내에 위치한 변전실, 배전반실 및 제어실 내부 등
- 기타 특별히 가스가 체류하기 쉬운 장소

설치위치

- 검지부는 가능한 한 가스의 누출이 우려되는 누출 부위 가까이에 설치
- 식물적인 가스누출은 예상되지 않으나 주변에서 누출된 가스가 체류하기 쉬운 곳에 설치하되, 공기보다 가벼운 가스는 급속히 상부방향으로 확산되고, 공기보다 무거운 가스는 지표면을 따라 서서히 확산되는 경향을 고려하여야 한다.

경보 설정 및 성능

- 가연성 가스누출감지경보기 검지대상 가스의 폭발하한계 25% 이하(다경보 설정형인 경우 1차 경보는 폭발하한계의 25% 이하에서 2차경보는 폭발하한계의 50% 이하에서 경보를 설정), 독성 가스누출감지경보기는 당해 독성 물질의 허용농도 이하에서 경보가 발하여지도록 설정
  다만, 독성 가스누출감지 경보기로서 당해 독성 물질의 허용농도이하에서 검지부가 감지할 수 없는 경우에는 고려하지 아니하다.
- 가스누출감지경보기의 검지부 정밀도는 경보 설정점에 대하여 가연성 가스누출감지경보기는 ±25% 이하, 독성 가스누출감지경보기는 ±30% 이하이어야 한다.
- 가연성 가스누출감지경보기는 경보 설정점에서 램프의 점등 또는 점멸과 동시에 경보를 발하여야 하고 정상 및 오동작 상태가 식별될 수 있는 구조이어야 한다.
- 가연성 가스누출감지경보기는 담배연기 등, 독성 가스누출감지경보기는 담배연기, 세척유 증기, 석유류 증기 및 배기가스 등에는 경보를 발하여서는 아니 된다.
- 수신 경보부의 지시계 눈금범위는 가연성 가스누출감지경보기의 경우에는 0에서 폭발하한계 값, 독성 가스누출 감지경보기의 경우에는 0에서 허용농도의 3배 값 이상이어야 실내에서 사용하는 경우에는 150(ppm)이어야 한다.

가스누출감지기의 구성

V

화재위험작업 안전대책

1. 화재위험작업 일반사항 119
2. 화재감시자 124

화재위험작업 일반사항

화재위험작업 관련 용어 정의

- **화재위험작업 :** 용접·용단 및 금속의 가열 등 화기를 사용하는 작업이나 연삭 숫돌에 의한 건식 연마작업 등 그 밖에 불꽃이 발생 될 우려가 있는 작업을 말한다.
- **위험지역 :** 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제230조(폭발위험이 있는 장소의 설정 및 관리) 제1항에서 규정하는 장소 및 인근지역, 그리고 건설현장을 포함한 그 외의 장소에 설치된 설비 및 그 주위에서 화재·폭발을 일으킬 우려가 있는 장소
- **가연성물질 :** 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 별표 1에서 정한 위험물질의 종류 중 "6. 부식성 물질"과 "7. 급성 독성 물질"을 제외한 물질, 합성섬유·합성수지·면·양모·천조각·톱밥·짚·종이류 또는 인화성이 있는 액체(1기압에서 인화점이 섭씨 250도 미만의 액체)와 가연성 분진, 단열재를 포함하여 건설현장에서 사용되는 자재 및 폐기물 등 가연물을 말한다.
- **용접 :** 2개 이상의 고체금속을 하나로 접합시키는 금속 가공 기술수단과 전극봉과 모재금속 간에 아크열등으로 용융시켜 금속을 접합하는 것을 말한다.
- **용단 :** 고체 금속을 절단하는 방법으로 금속의 절단한 부분에 산화 반응 등을 일으켜 그 열로 재료를 녹여서 절단하는 것을 말한다.
- **화재감시자 :** 용접·용단 작업으로 인한 화재로부터 근로자와 국민을 보호하고, 발생 즉시 화재를 진압 및 소화하여 화재확산을 방지하는 등 화재로 인한 인명피해 등을 예방하기 위해 지정된 사람을 말한다.

화재위험작업 시 위험요인

- 용접·용단 및 땜 작업은 주변에 인화성물질이 존재하지 않더라도 고온의 불꽃, 불티의 비산이나 열로 인해 화재를 일으킬 수 있다.
- 용접·용단 불티가 단열재 내부에 들어가면, 일정부분 훈소*의 형태(연기발생)로 진행되다가, 충분한 산소의 공급과 축열 등으로 온도가 상승되는 경우 불꽃(화염)을 일으키는 화재로 확산될 수 있다.

  *훈소 : 화재가 발생하기에는 온도가 낮거나 산소가 부족한 상황때문에 화염이 없이 가연물의 표면에서 열이 발생하면서 서서히 연소되는 현상
- 연마나 절단작업은 인화성 물질이 존재하는 경우, 작업 중 발생하는 높은 마찰열이나 스파크가 점화원으로 작용하여 화재를 일으킬 위험이 있다.
- 화재위험작업 중 발생하는 불티는 신체에 화상 등을 입힐 수 있다.

화재위험작업 위험성평가 시 고려사항

» 화재위험작업을 수행하기 전에 다음 사항을 고려하여 위험성 평가를 실시한 후 위험요인을 제거하거나 최소화하는 방안을 수립하여야 한다.

☑ 밀폐된 지역에서의 수행여부

- ○ 작업 전 및 작업 중 산소농도와 가연성 가스 농도 측정
- ○ 환기의 필요성 및 필요한 환기 유량 파악

☑ 화재위험작업 대상 설비 및 배관의 상태

- ○ 대상 설비 및 배관 비우기 : 내부 물질의 배출
- ○ 대상 설비 및 배관의 청소와 잔류물질 확인

☑ 작업구역 인근설비의 가동 여부

- ○ 작업구역 인근설비에서 취급하는 물질의 종류 및 위험성
- ○ 인근설비에 위험물질이 잔류할 가능성
- ○ 인근설비와의 차단

☑ 작업구역 주변의 가연성 물질 보존 상태

- ○ 작업구역 주변의 가연성 물질의 상태 및 건축물 등의 부착 여부
- ○ 가연성 물질의 제거 및 방호조치 방법

☑ 인화성 물질 및 독성물질의 발생 여부

- ○ 작업 중 유해·위험물질의 발생 가능성, 처리방법
- ○ 필요한 개인 보호구의 종류

☑ 출입제한 구역 설정 여부

☑ 소화장비 비치 및 사용방법

☑ 작업 중 감독자 필요 여부

화재위험작업의 작업확인 및 서면게시 절차

❶ 화재위험작업 계획 수립	업무담당 : 관리감독자·사업주
❷ 화재위험작업 준비	업무담당 : 작업자·관리감독자
❸ 작업현장 사전점검 및 안전조치	업무담당 : 관리감독자
❹ 화재위험작업 허가서 작성	업무담당 : 관리감독자
❺ 화재위험작업 허가서 사업주 확인·서명	업무담당 : 사업주
❻ 화재위험작업 허가서 작업 현장 게시	업무담당 : 관리감독자
❼ 화재위험작업 실시	업무담당 : 작업자
❽ 화재위험작업 종료	업무담당 : 작업자
❾ 불꽃·불치 잔존 여부 확인	업무담당 : 관리감독자

작업계획 수립

화재위험작업 전 작업의 내용, 작업방법, 안전조치 방법 등에 대해 사전 검토 및 작업단계별위험분석(JSA)*의 위험성평가를 실시하고 안전작업절차를 작성하여야 한다.

* 작업을 단계로 구분하여 각 단계별 유해위험요인과 잠재적 사고를 파악하여 유해위험요인과 사고를 제거, 최소화하는 위험성평가 기법

사전점검·안전조치

관리감독자는 화재위험작업 전 작업장소 상태 및 상황을 파악하고 아래의 사항에 대하여 점검을 하고 안전조치를 하여야 한다.

- 화재위험작업 장소에서의 가연성물질의 제거(가연성물질 제거가 곤란한 경우 불꽃·불티 비산방지조치 또는 방호덮개 설치)
- 인화성액체의 증기 또는 인화성가스의 환기조치
- 소화기구의 비치
- 작업근로자의 화재예방 및 피난 교육, 피난 경로 숙지여부 등

작업허가서 작성

관리감독자는 사전 점검 시 확인한 내용을 화재위험작업 허가서(서식 참조)에 기재하고 허가서에 서명한 뒤 사업주에게 화재위험작업의 안전조치가 완료되었음을 보고하고 확인을 받는다.

※ 화재위험작업 허가서라는 명칭은 화재위험작업 승인서, 확인서 등 사업장의 규정에 따라 명칭을 변경하여 사용할 수 있음

작업허가서 확인·서명

화재위험작업을 하는 작업장소에 대해 안전이 확보된 것을 사업주는 확인 후 작업허가서에 서명하여야 한다.

작업허가 게시

사업주는 안전조치가 확인된 작업허가서를 누구나 볼 수 있도록 작업 현장에 게시한다.

작업실시·종료

작업자는 화재위험작업을 하면서 안전조치사항 및 작업절차를 준수하여 작업을 실시하여야 하며, 작업이 종료되는 현장의 잔존한 불꽃 또는 불티가 없는지 확인하고 작업장소를 깨끗히 정리하여야 한다.

- 입회 : 작업의 위험정도, 규모 및 복잡성에 따라 운전(작업)부서 및 공사부서의 관리감독자는 작업 중에 입회하여 제반 안전요구사항에 대한 조치를 확인한다.
- 화재감시자 배치 : 가연성물질이 있는 장소에서 용접·용단작업을 하는 경우에는 반드시 화재감시자를 배치하여 불꽃비산 등 화재위험을 감시하고 화재발생 시 근로자 대피를 유도하여야 한다.

기타

허가서의 승인은 작업하고자 하는 공정지역의 운전(작업)부서 책임자, 건설현장의 안전보건총괄책임자(이하 현장소장) 또는 다른 상위조직에서 발급된 허가서의 서면 확인을 통하여 승인한다.

- 다만, 조직 등 인력이 적은 소규모사업장, 정상근무시간 이외에 수행되어 책임자의 승인을 얻기가 어려운 경우 등 사업장 내부 규정에 따라 승인 권한을 차상위자에게 위임할 수 있다.

화재감시자

1. 화재감시자 배치 대상

대상 1 작업반경 11미터 이내에 건물구조 자체나 내부(개구부 등으로 개방된 부분을 포함한다)에 가연성 물질이 있는 장소

대상 2 작업반경 11미터 이내의 바닥 하부에 가연성 물질이 11미터 이상 떨어져 있지만 불꽃에 의해 쉽게 발화될 우려가 있는 장소

대상 3 가연성 물질이 금속으로 제작된 칸막이·벽·천장·지붕의 반대쪽 면에 인접해있어 열전도나 열복사에 의해 발화될 우려가 있는 장소

2. 화재감시자 배치 제외

» 동일한 장소에서 상시·반복적으로 용접·용단작업을 할 때 경보용 설비 또는 기구와 소화설비 또는 소화기가 갖추어진 경우

3. 화재감시자 자격 및 지정

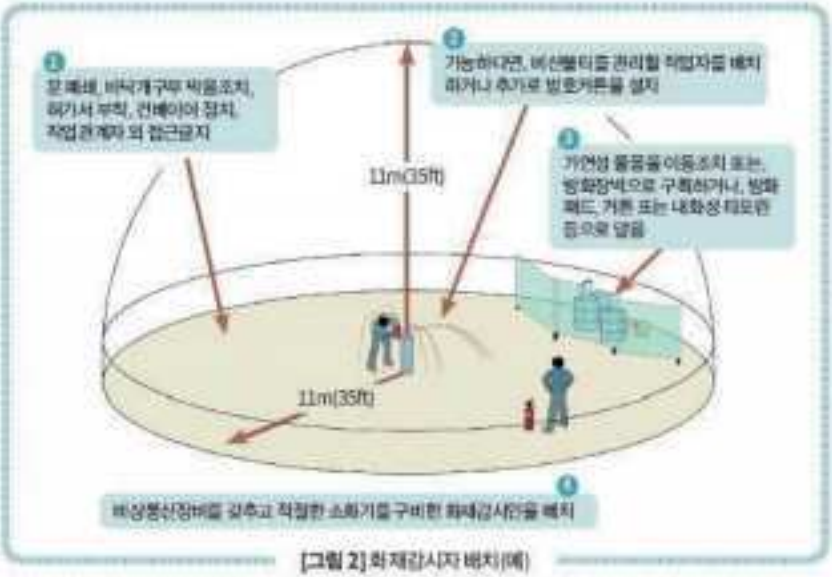
업무 화재의 위험을 감시하고 화재 발생 시 사업장 내 근로자의 대피를 유도하는 업무만을 담당한다.

자격 화재감시자의 자격은 별도로 규정되어 있지 않고, 특정한 기술 등을 필요로 하지 않으나, 화기작업 중 불티 착화여부를 감시하고 착화 시 이를 즉시 인지, 대피를 유도해야 하므로 해당 업무만을 전담하도록 하여야한다.

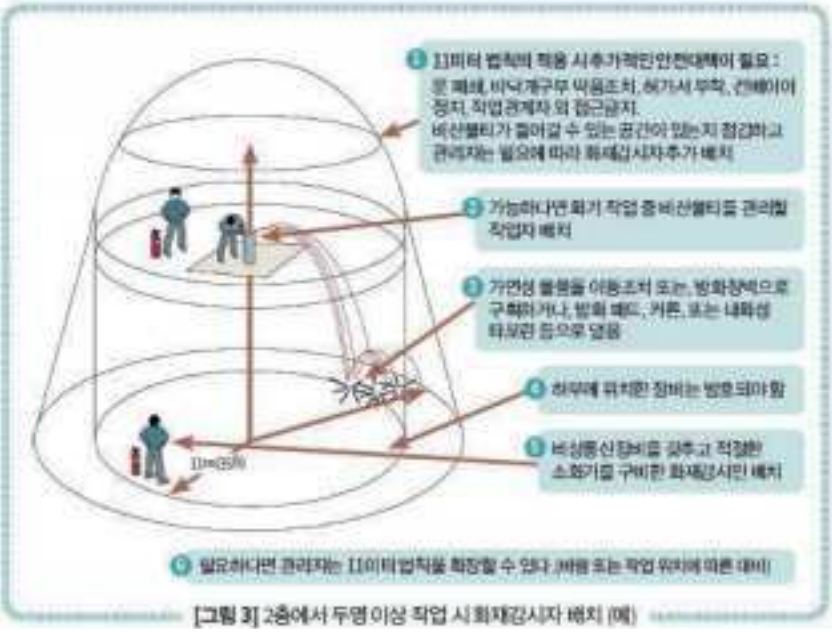
※ 건설업 기초안전보건 교육을 이수하여야 함

지정 사업주는 용접·용단 작업에 화재감시자 업무만을 수행하는 화재감시자를 지정하여야 한다.

소통 화재감시자는 근로자들(용접·용단 작업을 수행하는 외국인 근로자 포함)간 의사소통을 원활히 할 수 있어야 한다.



[그림 2] 화재감시자 배치 (예)



[그림 3] 2층에서 두명 이상 작업 시 화재감시자 배치 (예)

4. 화재감시자 역할

용접·용단 작업 전 화재감시자의 역할

- 화재감시자는 사업주로부터 화재발생 시 조기에 진압할 수 있는 방법을 포함하여 작업위험성에 대하여 사전에 교육을 받아야 한다.
- 화재감시자는 사업주로부터 적절한 소화기 또는 사전에 준비된 충전된 소방호스 등을 비치하도록 한다.
- 화재감시자는 사업주로부터 적절한 소화기 또는 사전에 준비된 충전된 소방호스 등을 비치하도록 하고, 현장에서 사용가능 하도록 해야 한다.
- 화재감시자는 방염포 및 방염제 겔 또는 용액으로 제거할 수 없는 가연성 물질을 격리하거나 덮고, 용접·용단 작업 주변에 물을 충분히 뿌려주도록 해야한다.

용접·용단 작업 중 화재감시자의 역할

- 화재감시자는 용접·용단 작업이 진행되는 동안에는 화재 감시 활동과 함께 다른 업무를 수행하지 않아야 한다.
- 용접·용단 작업 중 불안전한 것으로 판단되는 용접·용단 작업은 중단하고 안전한 상태를 유지하고 복원하기 위한 적절한 조치를 취하며, 사업주에 모든 우려사항을 제기하거나 전달해야 한다.
- 화재감시자는 초기단계의 화재를 적극적으로 진압해야 한다.
- 용접·용단 작업 중 화재가 발생할 경우 사업주의 안전관리자 또는 경비원에게 신속히 알려야한다.
- 사업주가 수립한 모든 밀폐된 공간 진입과 용접·용단 작업에 대한 요구사항을 준수해야 한다.

용접·용단 작업 후 화재감시자의 역할

- 용접·용단 작업이 완료된 후 적어도 30분까지 화재감시 업무를 지속해야 한다.
  (용접 등의 불티가 남아있을 경우)
- 용접·용단 작업이 완료된 후 화재가 발생할 경우, 초기 단계 화재를 적극적으로 진압하고, 사업주와 관리자 또는 경비원에게 신속히 알려야 한다.

Ⅵ

자연재해 및 날씨(계절)에 따른 화재 · 폭발 · 누출사고 예방대책

1. 낙뢰 129
2. 지진 132
3. 여름철 136
4. 겨울철 139

낙 뢰

낙뢰란?

낙뢰란 양(+)전하나 음(-)전하가 뭉쳐 축적된 뇌운과 뇌운사이, 뇌운과 대지사이에 절연이 파괴되어 일어나는 정전기에 의한 방전현상을 말한다. 낙뢰는 다음과 같은 상황에서 발생한다. 첫째, 주로 공기밀도가 큰 한기가 공기밀도가 적은 난기를 급격히 파고들 때 발생한다. 동때로는 여름철 햇볕이 내리쬐는 오후에 국지적으로 지면에 접한 대기가 가열되어 빠른 속도로 상승하면서 뇌우가 발달할 때 발생한다.

이것만은 꼭!

- ✔ 평지나 산 위에서 번개를 만났을 때는 몸을 가능한 낮게 하고 안전한 건물 등으로 피한다.
- ✔ 자동차에 타고 있을 때는 차를 세우고 차 안에 그대로 있는 것이 안전하다.
- ✔ 전화 통화를 하고 있거나 사워기로 목욕을 하면 번개를 유도할 수도 있다.
- ✔ 건물에 번개가 치면 상수도관이나 전선을 따라 전류가 흐를 수 있으므로 주의한다.
- ✔ 피뢰설비를 정상상태로 유지 · 관리한다.

주요 재해사례

인명사고(감전 등)

직접적인 낙뢰에 의한 감전

화재 · 폭발 사고

낙뢰에 의한 화재

구조물이나 전기설비 파손

낙뢰로 인한 전기 · 통신설비 파손

안전한 작업방법

인명안전대책

- 평지나 산 위에서 번개를 만났을 때는 몸을 가능한 낮게 하고 안전한 건물 등으로 피한다.
- 나무 밑은 벼락이 떨어질 가능성이 크므로 피해야 한다.
- 낚싯대나 골프채 같은 전기가 통하는 뾰족한 물건은 버리고 이로부터 멀리 피한다.
- 자동차에 타고 있을 때는 차를 세우고 차 안에 그대로 있는 것이 안전하다. 차에 번개가 치면 전류는 도체인 차 표면을 따라 흘러 타이어를 통해 지면에 접지된다.
- 건물에 번개가 치면 상수도관이나 전선을 따라 전류가 흐를 수 있으므로 주의한다.
- 번개가 칠 때 전화 통화를 하고 있거나 사워기로 목욕을 하면 번개를 유도할 수도 있다.

물적손실에 따른 안전대책

- 낙뢰로 인한 물적 피해는 직격뢰에 의한 건축물이나 설비의 손상, 화재로 이어지는 피해 등을 들 수 있고, 간접뢰 즉 전력선을 타고 건물에 침입하는 이른바 써지에 의한 전자장비 등의 소손과 오작동이 있다.
- 낙뢰로부터 물적인 손실을 방지하기 위해서는 다음과 같은 조치를 취한다.
  ① 피뢰침 설비
  ② 접지
  ③ 본딩과 써지보호기(SPD)
  ④ 차폐

피뢰설비의 조건

피뢰설비의 조건

- 보호대상물에 접근한 뇌격은 반드시 피뢰설비로 막아야 한다.
- 피뢰설비에 뇌격전류가 흘렀을 때 피뢰설비와 보호대상물 사이에 불꽃 플래시 오버를 발생시키지 않아야 한다.
- 피뢰설비로의 낙뢰시에 그 접지점 근방에 있는 사람 및 동물에 장애를 미치지 않아야 한다.
- 낙뢰시 건축물 안의 전위를 균등화한다.(건축물 안의 각 점의 전위차를 없앨 것)
- 건축물 안의 천자, 통신용 전기회로 및 기기를 낙뢰에 기인하는 2차 재해로부터 보호해야 한다.

※ 자료 출처 : 소방방재청

지 진

지진이란?

- 지진은 지하에 축적된 탄성에너지의 급격한 방출에 의해 지구가 진동하는 현상이다.
- 세계에서 지진이 가장 많이 발생하는 지역은 환태평양지진대이며 지진의 크기를 나타내는 척도로는 진도와 규모가 사용된다.
- 진도는 지진의 크기를 나타내는 상대적 개념의 단위로, 사람이 느끼는 지진의 정도와 건물의 피해 정도를 기준으로 나타낸다.
- 규모는 지진의 강도를 나타내는 절대적 개념의 단위로, 지진발생 시 방출되는 에너지의 양을 나타내는 척도이며 보통 규모 1이 차이가 나면 에너지 방출에 있어서 25~30배의 에너지 증가를 가져온다.

이것만은 꼭!

- ✔ 머리를 보호하고 위험물로부터 몸을 피한다.
- ✔ 화재 발생시 침착하고 빠르게 불을 끈다.
- ✔ 지진 발생 시 진동 중에 밖으로 나가면 유리창이나 간판 등이 떨어져 매우 위험하다.
- ✔ 지진이나 화재 발생시에는 엘리베이터를 이용해서는 안된다.
- ✔ 여진은 지진에 의해 취약해진 건물에 치명적인 손상을 줄 수 있으므로 여진에 대비한다.

주요 사례

물건 낙하

높이 올려진
물건이 떨어지면서 부상

화재 발생

조리 중 지진으로 인해
화재가 발생

서둘러 뛰어 나감

간판 등
외부구조물이 떨어짐

안전한 작업방법

물건 낙하 및 화재

- 튼튼한 테이블 밑에 들어가서 몸을 보호한다.
- 테이블 등이 없을 때는 방석 등으로 머리를 보호한다.
- 머리를 보호하고 위험물로부터 몸을 피한다.
- 낙하물, 자동판매기, 블록담, 대문기둥은 피해야 한다.
- 대지진 발생 때는 구조대에 의한 구조가 어려울 수 있으므로 침착하게 대처해야 한다.
- 화재 발생시 침착하고 빠르게 불을 끈다.
- 주변 사람들과 협력하여 초기에 불을 끄도록 한다.

서둘러 뛰쳐나가지 말 것

- 지진이나 화재 발생시에는 엘리베이터를 이용해서는 안되며, 갇혔을 경우에는 도움을 청하고 당황하지 않는다.
- 공공장소에서는 당황하지 말고 안내자의 지시를 따른다.
- 지진 발생 시 진동 중에 밖으로 나가면 유리창이나 간판 등이 떨어져 매우 위험하다.
- 운전시에는 도로의 오른쪽에 차를 정차하고 도로의 중앙을 비운다.
- 블록담, 자동판매기 등 고정되지 않은 물건 가까이에는 가지 않는다.
- 문을 열어서 출구를 확보한다.
- 갑작 사태를 대비하여 대피방법을 미리 준비해 둬야 한다.

지진이 멈춘 후

- 부상자를 살펴보고 즉시 구조를 요청한다. 만약 부상자를 옮겨야만 한다면 머리와 부상부위를 고정한 후 안전한 곳으로 옮긴다.
- 만약 부상자의 호흡이나 심장이 멈추었으면 신속하고 조심스럽게 심폐소생술(인공호흡)을 실시한다.
- 정전이 되었다면 손전등을 사용하고 불(양초, 성냥, 라이터)은 누출된 가스가 폭발할 위험이 있으므로 안전을 확인하고 사용한다. 전기에 문제 있을시에는 전기차단기를 내린다.
- 유리파편 등에 대비하여 견고한 신발을 신도록 한다.
- 가스가 누출되면 가스 밸브를 잠근 후, 관계기관에 신속히 신고하고 전문가의 조치를 받은 다음 재사용한다.
- 여진은 지진에 의해 취약해진 건물에 치명적인 손상을 줄 수 있으므로 여진에 대비한다.

■ 자료 출처 : 소방방재청

지진 발생시 대피방법

쿠구구구구
덜컹
덜컹
저... 지진이다!!!
당황하지 마세요. 제가 대피 방법을 알려드릴게요!
높은곳의 물건이 떨어져 위험할 수 있으니 튼튼한 테이블 밑으로 숨어 다리를 붙 접고 몸을 보호 하세요.
화재의 위험이 있을 때는 미리 불을 끄세요. 진동이 심할 때에는 창서 기다렸다가 불을 끄세요.
실외로 갑자기 나오는 것은 위험 해요. 진동이 잦아들면 나오되 블록담이나 대문기둥, 자동판매기근처는 피하세요.
꺄아아아!
진동이 멈출 때는 유리창과 간판 등 고정되지 않은 물건들이 떨어져 위험해요. 상황에 따라 근처 건물로 대피하세요.
과광!!
아이고 놀래라!
건물이 붕괴되어 갇힐 위험이 있으므로 출구는 미리 확보해 두시는 것이 좋습니다.
EXIT
만약을 위해 출구 위치를 알아두자!

여름철

유기용제 중독이란?

도장 작업 시 휘발하는 희석제(신나 등) 가스를 흡입하여 중추신경 마비로 인해 현기증, 혼절 또는 사망에 이르는 재해로 고온 환경 때문에 유해물질의 휘발이 활발하게 이루어지는 여름철에 많이 발생 한다.

이것만은 꼭!

- ✔ 작업장은 공기를 항상 환기시킨다.
- ✔ 밀폐공간에 들어가기 전 유해가스 농도를 반드시 측정한다.
- ✔ 응급 시 활용할 병원과의 연락망을 갖춘다.
- ✔ 작업자는 송기마스크를 착용토록 하며 안전담당자를 지정하여 작업을 지휘 · 감독토록 한다.
- ✔ 작업 중 쓰러진 동료 구출은 구조장비를 완벽하게 착용한 상태에서만 실시한다.

주요 재해사례

도장 작업 근로자

도장 작업 근로자의
유기용제 중독

인테리어 종사자

인테리어 시공 작업자의
유기용제 중독

세척작업 근로자

부품 세척 근로자의
유기용제 중독

안전한 작업방법

도장작업 근로자

- 작업장 출입 시 공기호흡기를 쓴다.
- 밀폐공간에 들어가기 전 유해가스 농도를 반드시 측정한다.
- 밀폐공간에는 출입금지 표시를 한다.
- 작업장은 공기를 항상 환기시킨다.
- 작업장 출입 시 유해가스 경보기를 지참하고 들어간다.
- 작업 중 쓰러진 동료 구출은 구조장비를 완벽하게 착용한 상태에서만 실시한다.
- 세면 및 목욕할 수 있는 시설을 갖춘다.

인테리어 종사자

- 작업 중 급 · 배기장치를 계속 가동한다.
- 작업 시 유해가스용 호흡보호구를 쓴다.
- 유해가스의 농도를 수시로 측정 한다.
- 작업장에는 항상 작업 감시자를 두어 감시한다.
- 취급하는 유해물질에 대한 독성 정보 등을 익힌다.
- 정기적으로 유해물질에 대한 특수건강진단을 실시 한다.
- 노출 수준이상의 유해가스 검출 시 작업장에 들어가지 않는다.

세척작업 근로자

- 국소배기장치를 설치 항상 가동시킨다.
- 유기가스용 호흡용보호구(방독마스크)를 쓴다.
- 세면 및 목욕할 수 있는 시설을 갖춘다.
- 피부 노출을 최소화 하도록 젖을 않는 작업복을 입는다.
- 정기적으로 유해물질에 대한 특수건강진단을 실시 한다.
- 응급 시 활용할 병원과의 연락망을 갖춘다.
- 달리기 및 걷기 등 유산소 운동을 통하여 건강 관리를 한다.

겨울철

겨울철 화재란?

- 겨울철에는 대기가 건조하고 날씨가 추워 보온 등을 위한 전열기구 사용이 급증하여 화재가 많이 발생한다.

이것만은 꼭!

- ✔ 화기주변에는 항상 소화기나 모래를 비치하여 만일의 사태에 대비한다.
- ✔ 난로주변에서 세탁물을 건조하지 않고 커텐 등이 난로에 닿지 않게 한다.
- ✔ 사용하지 않는 전열기구는 플러그를 뽑고, 뽑을 때는 몸 전체를 잡고 뽑는다.
- ✔ 올바른 소화기 사용방법을 익힌다.
- ✔ 소화기, 소화전 등 소방시설을 정기적으로 점검 한다.

주요 재해사례

유류 등 화학물질 화재

석유난로가
쓰러져 화재 발생

전기 화재

전열기 사용 시
장시간 사용으로 화재 발생

소화기를 이용한 초동진압 미흡

초기 화재 발생 시
대처를 못해 큰 불로 번짐

화재 예방 방법

유류 등 화학물질화재 예방

- 석유난로는 불이 붙어있는 상태에서는 절대 주유하거나 이동해서는 안된다.
- 가스난로는 충분한 거리를 두어 설치하고 주변의 인화성 물질을 제거한다.
- 난로주변에서 세탁물을 건조하지 않고 커튼 등이 난로에 닿지 않게 한다.
- 화기주변에는 항상 소화기나 모래를 비치하여 만일의 사태에 대비한다.
- 건설현장, 창고 등에 도장을 위해 스프레이 할 때는 환기를 철저히 한다.
- 공장, 사무실, 창고 등 시설물의 내장재는 불연성 소재로 한다.
- 소화기, 소화전 등 소방시설을 정기적으로 점검한다.

정전기란?

- 두 물체를 마찰시키면 그 물체들은 전기를 띠게 되는데 이 전기를 마찰전기라 한다. 각각의 물체에는 양전기와 음전기의 두 종류로 대전(帶電)된다. 이와 같이 어떤 물체가 양전기와 음전기만을 띠는 대전체로부터 외부에 나타나는 전기적인 현상을 정전기(靜電氣, static electricity, electrostatic)라 한다.
- 이러한 정전기는 동전기와는 다른 고유한 성질을 가지고 있어 대전이나 방전현상에 의해서 대형화재나 폭발사고를 유발하기도 한다.
- 정전기 현상은 산업분야에서는 산업기기의 오작동으로 인한 작업의 방해 및 재해, 정전기 방전불꽃에 의한 화재 · 폭발, 작업자의 감전 등의 사고에 대한 위험요소로 되고 있다.

이것만은 꼭!

- ✔ 도체의 대전방지를 위한 접지를 실시한다.
- ✔ 부도체의 대전방지를 위한 대전방지제를 사용한다.
- ✔ 가습을 하여 정전기를 예방한다.
- ✔ 인체의 대전을 방지한다.
- ✔ 폭발 위험분위기의 생성을 방지한다.

주요 재해사례

가연성 가스 화재 · 폭발

유기용제 드럼통 주입시 화재 · 폭발

분진 폭발

집진설비 청소 중 분진 폭발

폭발위험장소에서의 화재 · 폭발

폭발위험장소에서의 정전기 화재 · 폭발

정전기로 인한 화재폭발 위험 장소

위험물을 탱크로리 · 탱크차 및 드럼 등에 주입하는 설비

탱크로리 · 탱크차 및 드럼 등 위험물저장 설비

인화성액체를 함유하는 도료 및 접착제 등을 제조 · 저장 · 취급 또는 도포(塗布)하는 설비

위험물 건조설비 또는 그 부속설비

인화성 고체를 저장 하거나 취급하는 설비

드라이클리닝설비 · 염색가공설비 또는 모피류 등을 씻는 설비 등 인화성유기용제를 사용하는 설비

유입 · 압축공기 또는 고전위정전기 등을 이용하여 인화성 액체나 인화성 고체를 분무하거나 이송하는 설비

고압가스를 이송하거나 저장 · 취급하는 설비

화약류 제조설비

발파공에 장전된 화약류를 점화시키는 경우에 사용하는 발파기(발파공을 막는 재료로 물을 사용하거나 장도발파를 하는 경우를 제외한다)

안전한 작업방법

정전기 발생 방지 대책

- 도체의 대전방지를 위한 접지를 실시한다.
- 부도체의 대전방지를 위해 대전방지제를 사용한다.
- 가습을 하여 정전기를 예방한다.
- 도전성 섬유를 사용한다.
- 제전기를 사용한다.
- 인체의 대전방지를 예방한다.

정전기의 화재 및 폭발 방지대책

위험분위기 생성 방지

- 가스 중의 폭발 혼합기체의 생성을 방지한다.
- 분진 폭발 혼합기체의 생성을 방지한다.
- 불활성, 불연성 물질에 의한 폭발 혼합기체의 생성을 방지한다.

착화성 방전의 발생 방지

- 대전된 물체가 방전시 주위의 가연성 또는 폭발성 물질의 최소착화에너지보다 큰 경우 화재·폭발이 발생하는데 이를 착화성 방전이라 하며 이에 대한 대책은 다음과 같다.
  - 정전기 발생을 방지한다.
  - 정전기 대전을 방지한다.

Ⅶ

화재 · 폭발 · 누출
사고사례 및 예방대책

목 차

1. 점화약을 풍건 후 용기에 옮겨 담던 중 화재 149
2. 반응기 과투입 인화성액체 회수작업 중 화재 150
3. 스트레이너 교체 중 염산 누출 151
4. 황산 하역작업 중 플렉시블 호스 파손 152
5. 염소 탱크로리 하역작업 중 염소 누출 153
6. 산화성물질이 포함된 추진제 충전 중 화재 154
7. 과압에 의한 스팀보일러 폭발 155
8. 공기구동 밸브 조작기 오조작으로 인한 혼합C_4 누출 156
9. 수지 배합중 인화성증기에 의한 화재·폭발 157
10. 황산탱크 배관 누설부위 작업 중 황산누출 158
11. 혼합기 맨홀로 충진재 투입작업중 유증기에 의한 화재·폭발 159
12. 용해로 원료(LPG)배관에서 역화로 화재·폭발 160
13. 가공작업 중 텐터기 폭발 161
14. 강관 용접공정 수소분배기 교체작업 중 화재·폭발 162
15. 계기용 변압기 교체중 폭발 163
16. 도료생산 공정에서 분체원료 투입작업 중 화재 164
17. 드럼 절단작업 중 폭발 165
18. 열매배관 온도센서 정비작업 중 열매누출 166
19. 전기 유도 용해로 작업 중 잔류 화약류 폭발 167
20. 침강조 용접작업중 폭발 168
21. 탱크 연결배관에 드레인 밸브 설치작업 중 폭발 169
22. RTO설비 점검 중 폭발 170
23. 고무원료 생산 공정 교반기 맨홀부위에서 용매 누출로 인한 화재 171
24. 고체 연료 취급 작업 중 화재·폭발 172
25. 도료합성수지 제조공정 반응기 내용물 누출로 인한 화재·폭발 173
26. 바이오 디젤 증발기 운전 중 화재·폭발 174
27. 불산(HF, 55%) 상차작업 중 누출 175
28. 삼불화질소(NF_3) 이송 펌프 교체 운전 중 폭발 176
29. 원료의약품 제조 반응기에 원료투입 작업 중 화재·폭발 177
30. 인화성액체 이용 여과작업 중 폭발사고 178
31. 점착제 제조공정 교반기에 원료(용제) 투입 중 화재·폭발 179

32. 차량용 내장재 원료 생산 공정 혼합작업 중 화재 180
33. 톨루엔 주입작업 중 정전기에 의한 화재 181
34. 폐차장 연료탱크 잔유(휘발유) 회수 작업 중 화재 182
35. 포스겐 벤트 배관 맹판 교체 작업 중 중독 183
36. 황산 제조공정 보수 작업 준비 중 누출 184
37. 회분식반응기에 원료 투입작업 중 폭연·화재 185
38. 가열된 아스팔트에 등유를 투입하여 교반 중 폭발 186
39. 계면활성제 제조 반응기 폭발사고 187
40. 냉매충전 작업 중 냉매용기가 폭발 188
41. 바닥방수제 배합공정 폭발 189
42. MMA 중합반응 중 인화성증기에 정전기 점화로 폭발 190
43. 산소공급 상태인 에어자켓 착용 작업 중 화재 191
44. 진공탱크 내 슬러지 제거 중 화재로 인한 사망 192
45. 탱크로리 재검사 중 잔존 인화성 물질에 의한 폭발 193
46. PF(페놀폼)단열제 제조공장 반응기 폭발사고 194
47. 폐드럼통 절단 중 잔류 인화성증기에 의한 폭발 195
48. LPG-산소 용접기를 이용하여 빈드럼 상판 제거작업 중 폭발 196
49. 금형가열작업 중 유압작동유 분출로 인한 화재 197
50. 아스팔트방수 후 PIT 청소 중 용접 불티로 화재 198
51. 용해작업 중 폭발로 용탕 비산 199
52. 선박 용접 작업중 폭발 발생 200
53. 소각로 내 휴대용 가스용기 폭발 201
54. 역화로 인한 LPG가스 용기 폭발 202
55. 핸드폰 케이스 세척작업 중 정전기 화재 203
56. 부원료 투입 용해작업중 전기로 폭발 204
57. 철제 폐 드럼통 절단 작업 중 폭발 205
58. LPG가스 누출에 따른 착화 폭발 206
59. 신너와 페인트 혼합작업중 화재 207
60. 인화성 세척제 증기에 의한 폭발 208
61. 금속칩 용융작업 시 화재 209
62. 빈드럼 용단 작업 중 폭발 210
63. 탄소섬유공장 산화오븐에서 화재 211

점화약을 풍건 후 용기에 옮겨 담던 중 화재

재해일시	2018년 1월 25일(목) 09:15경	상해정도	부상 1명
작 업 명	원료 풍건작업	기 인 물	용기, 비닐, 점화약 등

재해발생 개요

< 사고발생 현장 >

충북 보은군 소재 ㈜○○공장 1사업장 생산2팀 제조공실 풍건공정에서 재해자가 풍건작업이 완료된 점화약을 비닐대에서 도전성 용기에 옮겨 담던 중 화재가 발생하여 1명이 화상을 입은 사고임

재해발생 원인

❍ 위험물질 취급시 안전조치 미흡

- 점화약은 가연성분체이나 비닐대에서 도전성 용기에 옮겨 담는 과정에서 충격이나 마찰 등 정전기를 발생시키는 행위를 함

❍ 정전기 대전방지 및 제전조치 미흡

- 등전위 본딩을 미실시한 상태로 점화약 분체를 도전성 용기로 옮기던 중 비닐대와 용기의 접촉면, 용기 내부에 정전기가 축적됨

❍ 안전운전절차서 작성 미흡

- 점화약 풍건작업표준에는 제전기능이 없는 가정용 고무장갑을 사용하도록 작성되고, 작업전 비닐대와 제전복 접지, 온습도 관리 등 구체적인 내용이 작성되지 않음

< 점화약 담는 모습 >

< 분체 투입작업 >

< 풍건작업 배풍기 >

재해예방 대책

❍ 위험물질 취급시 안전조치 준수

- 점화약 분체(가연성) 등 위험물질 취급시에는 화재를 예방하기 위해 가열·마찰시키거나 충격을 가하는 행위 금지

❍ 정전기 대전방지 및 제전조치 철저

- 점화약 등을 사용하는 폭발위험장소에서 작업시에는 다음의 조치를 실시하고 작업
  - · 도전성 재료를 사용 및 접지체와 등전위 본딩을 실시, 인체 대전방지를 위해 제전화, 제전복 등을 착용
  - · 온· 습도 환경을 철저히 유지

❍ 안전운전절차 작성 및 교육 철저

- 가연성 분체를 취급하는 공정에는 화재예방을 위하여 적합한 안전운전절차를 작성하고 근로자 교육 실시

반응기에 과투입 인화성액체 회수작업 중 화재

재해일시	2018년 4월 17일(화) 05:00경	상해정도	부상 1명
작 업 명	인화성액체 회수작업	기 인 물	반응기, MMA, 금속제 용기 등

재해발생 개요

< 사고발생 현장 >

충남 공주시 소재 ○○㈜ 수지제조공장 2층 반응기에서 맨홀을 열고 금속제 용기로 과투입된 원료(MMA)를 회수하는 작업을 하는 과정에서 반응기 내부에서 화재가 발생하여 작업자 1명이 얼굴과 목 부위에 화상을 입은 사고임

재해발생 원인

❍ **작업방법 부적절**

- 과투입된 인화성액체 회수를 맨홀을 열고 회수하는 등 폭발위험분위기가 조성된 상태에서 작업 실시함

❍ **점화원 관리 미실시**

- 작업도구(금속제 용기, 철사), 인체 대전 등에 대해 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 실시하지 않음

❍ **안전운전절차서 작성 미흡**

- 원료 과투입에 따른 회수작업 등 비일상작업에 대한 안전작업절차가 마련되어 있지 않음

< 반응기 맨홀 개방상태 >

< 인화성액체 회수작업 용기 >

< 인화성액체 회수작업 >

재해예방 대책

❍ **안전한 작업방법으로 작업 실시**

- 과투입된 반응기 내부 액체를 회수할 경우 반응기 하단의 드레인라인 등을 이용하여 안전하게 작업 실시

❍ **점화원 관리(정전기 제거) 실시**

- 폭발위험분위기를 조성하는 작업시에는 다음의 조치를 실시하고 작업
  - · 도전성 재료를 사용 및 접지체와 등전위 본딩을 실시, 인체 대전방지를 위해 제전화, 제전복 등을 착용
  - · 설비, 인체에 대한 접지상태를 주기적으로 모니터링 등

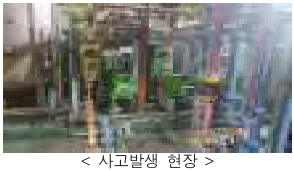
❍ **안전운전절차 작성 및 교육 철저**

- 과투입된 원료 회수작업 등 비정상작업에 대해서도 안전작업절차서 마련하여 준수 및 근로자 교육 실시

스트레이너 교체 중 염산 누출

재해일시	2018년 5월 09일(수) 13:55경	상해정도	부상 1명
작 업 명	스트레이너 교체작업	기 인 물	스트레이너, 염산

재해발생 개요


< 사고발생 현장 >

충남 보령시 소재 ○○㈜ ○○호기에서 염산공급 펌프 스트레이너가 손상되어 탈착, 교체과정에서 염산이 누출되었으며, 염산 누출 차단을 위해 차단밸브를 잠그는 도중에 염산 35%가 좌측 눈에 비산되어 상해를 입은 사고임

재해발생 원인

❍ **위험물질 차단 및 제거조치 미실시**

- 염산 스트레이너를 교체시 운전중인 염산배관을 차단 및 잔류 염산을 제거하지 않고 작업 실시함

❍ **보호구 미착용**

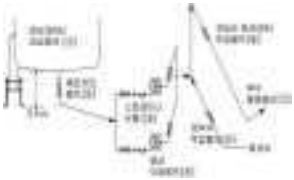
- 염산 스트레이너 교체작업시 일시적으로 안면보호구를 벗고 작업을 실시함

❍ **안전작업허가 승인 전 현장확인 미실시**

- 안전작업허가 승인시 원청 현장관리자가 작업현장의 안전상태를 확인하지 않고 승인함

❍ **안전운전절차서 작성 및 작업위험성평가 실시 미흡**

- 염산 스트레이너 교체작업절차가 마련되어 있지 않았고, 작업시 위험요인에 대한 상세한 평가가 누락됨


< 염산공급 계통도 >

< 손상된 스트레이너 >

< 스트레이너 탈착 부위 >

재해예방 대책

❍ **작업 전 위험물질 차단 및 제거 조치**

- 위험물질이 포함된 배관 부속품을 교체시에는 작업전 배관과 연결된 공정설비 등은 차단 및 격리 조치

❍ **위험물질 취급작업시 적합한 보호구 착용**

- 위험물질이 포함된 설비 보수, 교체작업 중에는 적합한 보호구를 항시 착용

❍ **안전작업허가 승인 전 현장확인 철저**

- 안전작업허가 승인시 반드시 원청 현장관리자가 작업현장의 안전상태를 확인하고 안전할 경우 작업승인

❍ **안전운전절차서 작성 및 작업위험성평가 실시 철저**

- 정기적 작업은 안전운전절차를 누락 없이 작성하고, 작업전에는 작업위험성평가 실시
- 작성된 안전운전절차 및 위험성평가를 원·하청 근로자에게 교육 및 공유

황산 하역작업 중 플렉시블 호스 파손

재해일시	2018년 5월 10일(목) 10:30경	상해정도	부상 1명
작 업 명	황산 하역작업	기 인 물	황산 하역설비, 황산 등

재해발생 개요

< 사고발생 현장 >

울산광역시 온산읍 소재 ○○㈜ 황산하역장에서 탱크로리의 황산을 플렉시블 호스를 통해 저장탱크로 이송하는 과정 중 탱크로리와 플렉시블 호스 연결부에서 소량의 황산이 비산되어 작업자 얼굴과 목 부위에 화상을 입은 사고임

재해발생 원인

❍ **플렉시블 호스 관리 미흡**

- 플렉시블 호스 점검 및 교체기준이 없어 연결 캄록커플링이 호스와 분리되어 황산이 비산됨

❍ **적합한 보호구 미착용**

- 위험물질(황산) 하역작업 등의 취급작업 시에 적합한 보호구를 착용하지 않음

< 황산 탱크로리 연결부 >

< 분리된 커플링 등 >

< 플랙시블 호스 >

재해예방 대책

❍ **플렉시블 호스 점검주기 마련 및 점검**

- 플렉시블 호스는 작업부하, 작업환경, 운전조건을 고려하여 적절한 점검주기를 마련, 점검 사용
- 커플링이나 피팅류와 연결된 소스는 인접 300mm 부위를 특별히 주의하여 점검
- 호스를 완전히 펼친 상태에서 다음의 손상유무 점검하여 이상이 없을시 사용
  · 외피의 갈라짐, 브레이드 부식, 호스 내부 침식, 비틀림 등

❍ **취급물질에 적합한 보호구 착용**

- 위험물질 하역작업 등의 취급작업시에 적합한 보호구를 착용하고 작업

염소 탱크로리 하역작업 중 염소 누출

재해일시	2018년 5월 17일(목) 09:50경	상해정도	부상 3명
작 업 명	염소 하역작업	기 인 물	염소하역설비, 염소 등

재해발생 개요

< 사고발생 현장 >

울산광역시 소재 ○○㈜ 울산공장 염소하역장에서 염소하역작업 중 질소퍼지를 위해 설치된 플랙시블 호스 일부가 파손되어 염소가스가 누출되어 근로자 3명 및 인근 근로자 25명이 호흡계통에 불편함을 느껴 병원진료를 받은 사고임

재해발생 원인

❍ **부적절한 호스 사용**

- 염소에 부식 저항성이 없는 스테인레스 304를 사용 및 사용압력 보다 낮은 압력등급의 호스를 사용함

❍ **염소 외부 누출방지조치 미흡**

- 급성 독성물질인 염소가 외부로 누출될 경우를 대비한 방재설비가 설치되어 있지 않음

❍ **염소 하역작업시 배관에 정체구간 발생**

- 설계 당시와 상이하게 질소배관에 밸브가 설치되지 않아 염소 하역작업시 플랙시블 호스에 염소가 정체되어 부식 발생

❍ **변경관리 미흡**

- 염소 플랙시블 호스 직경 변경사항이 발생하였으나 변경관리(공정안전자료, 위험성평가 등)를 실시하지 않음

< 염소 하역 도면 >

< 파손된 플랙시블 호스 1 >

< 파손된 플랙시블 호스 2 >

재해예방 대책

❍ **물질 및 사용조건에 적합한 호스 사용**

- 염소를 취급하는 플렉시블 호스는 염소에 내화학성이 있는 재질, 두께 등으로 설치 및 사용

❍ **염소 외부 누출방지조치 실시**

- 급성 독성물질인 염소가 누출되었을 경우에는 외부 확산이 되지 않도록 유출방지 및 회수설비(워터커튼 등)를 설치

❍ **설계시와 동일하게 설비 설치**

- 설계 당시와 동일하게 질소배관에 밸브를 설치하여 염소 하역작업시 플랙시블 호스에 염소가 정체되지 않도록 조치

❍ **변경관리 철저**

- 안전에 중대한 변경요소가 발생할 경우에는 적합하게 변경관리를 실시하여 위험요인을 제거

산화성물질이 포함된 추진제 충전 중 화재

재해일시	2018년 5월 29일(화) 16:13경	상해정도	사망 5명, 부상 4명
작 업 명	추진제 충전작업	기 인 물	혼합기, 과염소산암모늄 등

재해발생 개요

< 사고발생 현장 >

대전광역시 소재 ㈜○○ ○○충전공실에서 믹서볼에 담긴 추진제를 추진기관에 충전작업 중 화재(연소)가 발생하여 작업자 5명이 사망하고 4명이 부상을 입은 사고임

재해발생 원인

❍ **산화성물질 및 혼합물 취급시 부적절한 작업방법 실시**

- 과염소산암모늄이 포함된 추진제를 추진기관에 충전작업 시 밸브가 개방되지 않자 나무막대로 추진제에 충격을 가하는 작업을 실시함

❍ **안전운전절차서 작성 누락**

- 비정상작업(밸브 개방작업)에 대한 안전작업절차(작업계획서)가 작성되어 있지 않음

❍ **사용물질에 대한 자료 부족 및 근로자 교육 미흡**

- 과염소산암모늄이 포함된 추진제에 대한 정확한 자료를 보유하고 있지 않았으며 근로자에 대해 물질의 위험성 교육 실시 미흡

< 충전작업 화학설비 >

< 나무막대 가격 망치 >

< 나무막대 >

재해예방 대책

❍ **산화성물질 취급시 안전조치 실시**

- 산화성물질 및 혼합물 취급 시 마찰시키거나 충격을 가하는 행위를 하지 않도록 안전하게 작업 실시

❍ **비정상 작업시 운전방법 변경**

- 비정상 작업 시 산화성물질 혼합물인 추진제에 직접 충격 또는 마찰을 주지 않고 배출밸브를 개방할 수 있도록 작업방법 변경

❍ **안전운전절차 작성 및 위험성 교육 철저**

- 화학설비 및 그 부속설비 사용작업 시 비정상작업 시 화재폭발 방지를 위하여 필요한 조치 등에 대해 상세한 안전운전절차를 작성하고 그 위험성에 대해 평가 및 근로자 교육 실시

과압에 의한 스팀보일러 폭발

재해일시	2018년 6월 15일(금)	상해정도	사망 2명
작 업 명	보일러에 폐의류 투입	기 인 물	보일러

재해발생 개요

경북 고령군 소재 ㈜OOO 보일러실에서, OOENG가 운용하는 소각스팀보일러*가 과압에 의해 폭발하여 소각스팀보일러에 폐의류를 투입하던 작업자 2명이 사망한 재해임

재해발생 원인

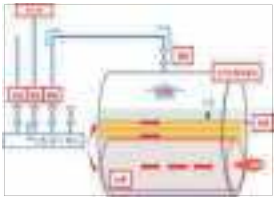
❍ 보일러의 스팀 배출배관 밸브를 차단한 상태에서 보일러 계속 가동

- 보일러에서 발생한 스팀이 보일러 내부에 축적될 수밖에 없는 상태에서 계속하여 열원이 공급됨으로써, 보일러 내부에 설계압력(7 kgf/㎠) 이상의 과압 발생

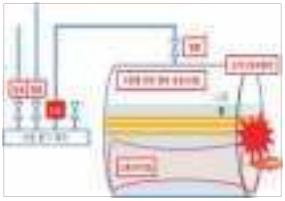
❍ 보일러 내부의 과압을 방출시키는 압력방출용 안전밸브 미작동

- 보일러에 설치된 안전밸브의 압력방출 작동부가 부식·고착되어 작동하지 않음으로써 소각스팀보일러 내부에 발생한 과압을 외부로 방출하지 못하여 보일러 폭발

< 사고 발생 순간 >



< 사고 발생 전 운전상황(밸브 개방) >



< 사고 발생 시 운전상황(밸브 차단) >

재해예방 대책

❍ 보일러의 안전성 확보 철저

- 압력방출장치는 매년 1회 이상 설정압력에서 적정하게 작동하는지를 검사한 후 납으로 봉인하여 사용
- 압력방출장치인 안전밸브의 기능이 정상적으로 작동될 수 있도록 유지·관리
- 보일러에 대한 검사수검(설치검사, 계속사용검사) 철저

❍ 보일러 운전자의 불안전한 행동 예방활동 철저

- 보일러 운전자에게 열관리 및 방호장치에 관한 사항, 작업순서 및 방법에 관한 사항 등을 포함한 산업안전·보건 특별교육 실시
- 보일러 운전자격을 갖춘 자가 보일러를 운전하도록 관리

공기구동 밸브 조작기 오조작으로 인한 혼합C_4 누출

재해일시	2018년 8월 17일(금) 10:53경	상해정도	부상 1명
작 업 명	열교환기 세척작업	기 인 물	열교환기, 공압밸브, 혼합C4 등

재해발생 개요

< 사고발생 현장 >

전남 여수시 소재 ○○㈜ NCC 1팀 BD공장에서 열교환기 세척 후 이동식크레인으로 열교환기 덮개(channel)를 설치하던 중 증류컬럼의 공기구동 밸브 조작기 오조작으로 밸브가 열려 증류컬럼 내부의 혼합 C_4 및 추출용제가 누출되어 협력업체 근로자 4명이 흡입하여 대피 중 1명이 부상을 입은 사고임

재해발생 원인

❍ **공압밸브 작동원 미차단**

- 공압밸브를 닫은 후 오조작이나 오작동에 의해 공압밸브가 불시에 열려 위험물이 누출되지 않도록 작동원인 공기공급 밸브를 차단하지 않음

❍ **공압밸브 조작 절차 미준수**

- 최초 공압밸브를 닫은 후 클러치가 완전한 수동 선택이 되었는지 안전핀 결속 여부를 확인하지 않음

❍ **작업발판 부적절 설치**

- 작업자가 열교환기 덮개(channel) 부위로 이동할 수 있게 설치된 작업발판이 공압밸브 조작부위 근처에 설치되어 밸브 조작부위에 접촉함

< 재해발생 공압밸브 >

< 혼합C4 누출부위 >

< 공압밸브 >

재해예방 대책

❍ **공압밸브 작동원 차단**

- 공압밸브와 같은 작동원에 의해 조작되는 밸브는 조작 후 불시 작동을 방지하기 위해 반드시 작동원을 차단하여야 하며, 현장 밸브 조작스위치와 작동원 차단밸브에 시건 및 표지를 부착하여 다른 작업자의 오조작을 방지

❍ **공압밸브 조작 절차 준수**

- 공압밸브 조작 절차서의 내용이 현장에서 준수될 수 있도록 하고, 클러치 수동 등 절차서 준수 여부를 작업허가 과정에서 확인할 수 있도록 조치

❍ **작업에 적합한 작업발판 설치**

- 정비작업 시 작업에 필요한 작업자의 이동 경로, 장애물, 설비 간섭 등을 고려한 작업발판을 설치하여 작업자가 현장 조작스위치 등을 잡고 이동하는 경우가 발생하지 않도록 설치

수지 배합중 인화성증기에 의한 화재.폭발

재해일시	2018년 8월 19일(일) 10:34경	상해정도	부상 1명
작 업 명	수지 교반작업	기 인 물	교반기, 솔벤트 등

재해발생 개요

< 사고발생 현장 >

경기도 안성시 소재 ㈜○○ 안성공장에서 수지 배합 교반기에 고무와 솔벤트를 1차 투입, 교반된 상태에서 솔벤트를 추가 투입한 후 추가 원료인 수지를 맨홀로 투입하기 위해 지게차를 사용하여 수지원료 포대를 교반기 맨홀이 위치한 중 2층으로 올리던 중 실내에 체류한 유증기에 화재·폭발이 발생하여 1명이 화상을 입은 사고임

재해발생 원인

❍ **폭발위험분위기 조성 작업**

- 교반작업 중에는 증기압이 높은 인화성액체를 취급함에 있어 교반기의 벤트구를 개방하고, 맨홀을 개방하여 교반기 상부에 형성된 인화성증기가 폭발위험분위기를 조성함

❍ **가스감지기 미설치**

- 조제실내에 인화성 증기를 감지할 수 있는 설비를 설치하지 않아, 솔벤트(HD-250) 증기에 의한 폭발이나 화재의 징후를 미리 감지할 수 없었음

❍ **비방폭전기기계·기구 사용**

- 폭발위험장소에 비방폭 지게차를 사용하여 운전하는 등 점화원을 제공하였음

< 사고 교반기 >

< 제조소로 들어가는 지게차 >

< 화염발생중인 제조소 >

재해예방 대책

❍ **교반작업 중 생성된 인화성증기 적절 처리**

- 인화성물질이 포함된 물질을 교반작업 중에는 발생된 인화성증기를 배관을 통하여 적절한 처리설비로 연결

❍ **인화성물질 취급시 감지설비 설치**

- 인화성물질을 취급하는 설비 주위에는 적합한 위치에 가스감지기를 설치 및 유지관리 실시

❍ **폭발위험장소 내에 적합한 전기기계·기구 사용**

- 폭발위험장소 내에 사용하는 전기기계·기구는 적합한 방폭등급의 설비로 사용

황산탱크 배관 누설부위 작업 중 황산누출

재해일시	2018년 10월 12일(금) 00:03경	상해정도	부상 1명
작 업 명	황산 배관작업	기 인 물	황산배관, 황산 95% 등

재해발생 개요

< 사고발생 현장 >

경기도 포천시 소재 ○○㈜ 폐수처리공정에서 황산탱크와 펌프사이의 배관에서 누출이 발생하여 누출을 막기 위해 닫혀진 수동 차단밸브를 오조작으로 개방하여 황산이 누출되어 1명이 화상을 입은 사고임

재해발생 원인

❍ **황산배관 용접시공 불량 추정**

- PVDF 배관을 플라스틱 용접으로 연결하였으나 시공불량으로 황산 누출됨

❍ **지식이 없는 근로자가 위험물 취급설비 조작**

- 황산설비에 대한 지식이 없는 근로자가 황산 취급밸브를 조작하다 오조작에 의해 닫혀진 밸브를 개방함

❍ **설비 유지관리 미흡**

- 최초의 황산 누출시점에서 4일이 지나서 수리 시작하는 등 설비 유지관리 미흡

❍ **보호구 미착용**

- 황산은 인체에 접촉되면 화상 등의 중대한 부상을 가하는 물질이나 보호구를 미착용하고 작업

< 보온재 내 황산배관 >

< 황산 누출부위 >

재해예방 대책

❍ **황산배관 용접시공 후 품질관리 철저**

- PVDF 배관을 플라스틱 용접으로 연결 후에는 용접품질을 철저히 검증 필요

❍ **위험물 취급설비 정비·보수시 적정 인력 투입**

- 황산 등의 위험물 취급설비의 정비보수 시에는 적정한 지식 및 교육을 받은 인력이 수행

❍ **설비 유지관리 미흡**

- 황산 등의 위험물을 취급하는 배관은 주기적으로 점검을 실시하고 이상시 신속히 보수하여 사용

❍ **위험물 취급시 적합한 보호구 착용**

- 위험물질을 취급하는 작업시에는 반드시 적합한 보호구를 착용하고 작업

혼합기 맨홀로 충진재 투입작업중 유증기에 의한 화재.폭발

재해일시	2018년 11월 23일(금) 14:40경	상해정도	부상 2명
작 업 명	부원료 투입작업	기 인 물	혼합기, 자일렌 등

재해발생 개요

< 사고발생 현장 >

충남 아산시 소재 ○○㈜ 방수제 제조공정에서 혼합기 맨홀로 충진재를 폴리프로필렌 포대로 넣는 과정에서 자일렌 유증기에 화재·폭발이 발생하여 2명이 부상(화상 1명, 골절 1명)을 입은 사고임

재해발생 원인

❍ **고체원료 투입방법 부적절**

- 인화성물질(자일렌)이 들어 있는 혼합기에 폴리프로필렌 포대로 고체원료를 맨홀로 넣는 부적절한 작업방법을 사용

❍ **폭발위험장소에서 작업시 점화원 제거 미실시**

- 점화원에 의해 화재·폭발 사고 위험이 있는 자일렌을 취급, 사용하는 설비에 폴리프로필렌 포대를 사용하는 등 정전기 제거조치 미실시

❍ **취급물질 위험성 미파악**

- 방수제 제조공정에서 사용하는 물질(PAS, BRS 등)은 자일렌이 포함되어 화재·폭발 사고 위험이 있으나 그 위험성에 대해 파악하지 않음

< 사고 혼합기 >

< 화재폭발 중인 혼합기 >

< 폴리프로필렌 포대 >

재해예방 대책

❍ **혼합기에 물질 투입방법 개선**

- 인화성물질이 포함된 혼합기에는 맨홀을 닫은 상태에서 질소 등의 불활성가스를 주입한 상태에서 호퍼, 전용의 분체 투입장치, 스크류 컨베이어 등을 사용하여 안전하게 작업

❍ **폭발위험장소에서 작업시 점화원 제거**

- 인화성물질을 취급하는 폭발위험장소에서는 정전기 대전을 완화시킬 수 있는 작업방법으로 작업
  - · 포대는 도전성섬유 및 필라멘트로 만든 재질 사용 및 사용시 전기적 접지 실시
  - · 인체 대전 방지를 위해 도전성 바닥, 대전방지용 신발, 도전성 의류 등 착용

❍ **취급물질의 위험성 파악 및 근로자 교육**

- 방수제 제조공정에서 사용하는 물질의 상세한 위험성을 파악하여 해당근로자에게 교육

용해로 원료(LPG)배관에서 역화로 화재폭발

재해일시	2018년 12월 7일(금) 19:46경	상해정도	사망 1명, 부상 1명
작 업 명	용해로 재점화작업	기 인 물	용해로, LPG배관, LPG 등

재해발생 개요

< 사고발생 현장 >

충남 당진시 소재 ○○㈜ 알루미늄 용해로에서 LPG공급이 중단된 후 용해로 재점화과정에서 LPG 역화로 LPG 차단밸브, 감압밸브가 파손되어 누출된 LPG에 화재·폭발이 발생하여 사망1명, 화상 1명이 발생한 사고임

재해발생 원인

❍ **용해로 LPG배관에 역화방지조치 미실시**

- 용해로에 버너 실화 후 LPG가 공급되는 상태에서 버너 재점화 시 LPG, 연소공기 공급비율이 적절하지 않을 경우 등에는 역화가 발생할 수 있으나 역화방지 조치 미실시

❍ **비방폭 전기기계·기구의 사용**

- 용해로의 연료인 LPG는 외부로 누출될 경우 지면으로 체류되어 점화원에 의해 화재·폭발이 발생할 수 있으나, 사고발생 장소에는 다수의 비방폭 전기·기계기구를 설치하여 사용

❍ **안전운전절차 작성, 위험성평가 실시 미흡**

- 용해로에 LPG공급이 차단되고 버너가 꺼진 후 이를 재점화하는 과정에서 발생 가능한 유해위험요인을 미도출 및 상세한 안전운전절차서가 작성되지 않음

< 사고 LPG배관 >

< 파손된 차단밸브 >

< 파손된 감압밸브 >

재해예방 대책

❍ **용해로 LPG배관에 역화방지조치 및 비상배출밸브 설치**

- 용해로 LPG배관에는 역화방지기, 체크밸브 등을 설치하여 역화방지
- 용해로 버너가 꺼질시 즉시 감지하여 신속히 차단할 수 있도록 차단밸브를 복수로 설치 및 긴급차단밸브 사이에는 자동밸브를 F.O 형태로 설치

❍ **적합한 전기기계·기구의 사용**

- 용해로의 연료인 LPG는 외부로 누출될 경우 점화원에 의해 화재·폭발이 발생할 수 있으므로 폭발위험장소에는 적합한 방폭전기·기계기구를 설치하여 사용

❍ **안전운전절차 작성, 위험성평가 실시 철저**

- 용해로 운전조건 및 범위, 이상상황 발생, 운전이 일시적으로 또는 부분적으로 중단될 경우 등에 대한 상세한 안전운전절차 작성 및 준수
- 용해로에서 발생 가능한 유해위험요인을 상세하게 도출 및 적합한 조치계획 수립, 이행