

화학물질에 의한 화재 · 폭발 사고 예방

제1장 화재 · 폭발 사고 사례

1. 건물내 가연성 체류가스의 폭발

가. 개요

냉동저장소 건설 중 건물내 바닥 방수 도포 작업 시 발생한 가연성 가스가 폭발하여 작업자 2명이 사망한 재해이다.

나. 예방대책

(1) 공사시 사전안전성 확보

위험물질을 취급하는 장소부근에서 공사 시에 화기작업 등의 위험작업이 실시되는 경우 사전안전 조치가 필요하며, 특히 인접기기 설비와는 안전거리를 확보하여야 하고 필요 시에는 차단막 등의 안전조치를 하여야 한다.

(2) 공사관리 감독 철저

화학공장 등 정비 보수 작업 시에는 관련부서에서 안전조치 여부를 사전에 확인하고 안전한 상태에서 공사가 이루어지는지를 철저히 감독하고, 긴급조치를 취할 수 있는 별도의 감독자를 선임한다.

(3) 작업자 안전의식 고취

용접작업 등의 화기작업을 위험한 장소에서 행할 때에는 안전조치, 작업방법, 비상조치 등을 숙지토록 하여야 한다.

2. 교반기 과부하로 인한 화재

가. 개요

교반기 과부하로 인해 반응물을 임시 호스로 배출하는 과정에서 화재가 발생하였다.

나. 예방대책

(1) 반응기의 설계압력은 반응기의 최고 사용압력의 1.1 배 또는 최고사용압력에 $1.8\text{kg}/\text{cm}^2\text{g}$ 를 합한 수치 중 큰 수치를 반응기의 설계압력으로 사용한다.

(2) 반응기 등의 설계, 제작 및 검사 기준을 정립하고 이 기준에 따라 반응기 등을 안전하게 제작한다.

(3) 에스테르화 반응물의 Gel 화로 반응기, 상부 응축기의 튜브, 벤트배관 등이 Plugging되어 막힐 수 있으므로 정기적으로 Maintenance를 하도록 규정화 한다.

(4) 공정 또는 안전교육 등을 통해 용기 등의 설계압력 이상으로 운전하는 일이 없도록 한다.

(5) 반응기 내의 코일 또는 자켓측에는 냉각수 대신 Chilled Water을 사용한다.

(6) 반응기 내에서 MAA의 이상 중합의 조짐이 보이는 경우에는 반응물을 반응기 외부의 안전한 용기로 긴급 배출할 수 있는 Dump-Out설비를 설치한다.

(7) 반응기 내에서 MAA 이상 중합의 조짐이 보이는 경우 반응억제제 또는 Polyethyleneg-lycol Methyl Ether(PEME)를 다량 투입하여 중합속도를 조절할 수 있는 설비를 보완한다.

(8) 부가중합반응을 종결시킬 수 있는 반응 종결제 투입 설비를 설치하여 보완한다.

(9) 파열판의 크기를 “2에서 최소 6”으로 변경설치하고, 파열판은 반응기의 노즐과 최대한 가깝게 설치하고, 파열판 토출측 배관은 운전원의 접근이 없는 곳으로 향하여 설치(가급적 짧게 설치) 한다.

(10) 시간과 분자량 또는 점도 등의 반응관계를 보여주는 반응도표를 작성하여 제시한다.

3. 사상작업 중 탱크내 아세틸렌 가스가 폭발

가. 개요

맨홀 주위에서 사상작업을 실시하는 순간 탱크 내부와 주위에 표류해 있던 아세틸렌 가스가 폭발하였다.

나. 예방대책

(1) 토치와 호스는 주기적으로 수조에 넣어서 누출여부를 점검한다.

(2) 화재, 폭발 우려가 있는 장소에서의 사상작업 전 환기 후 가스검지기로 가스체류여부 확인하고 작업을 한다.

제2장 화재·폭발 예방 대책

1. 화재의 확산 방지

가. 국한대책

화재가 발생하였을 때 그 화재가 확대되지 않도록 조치하는 것이다.

(1) 가연물 저장의 최소화

발화위험이 있는 작업장에는 가능한 한 최소한의 양만 저장하고 필요 이상의 원료, 제품 및 상품 등은 안전한 창고 또는 집적장에 보관하여야 한다.

(2) 건물, 설비의 불연화

① 건물은 내화구조로 하고, 건물 내부의 설비는 불연성의 재료를 사용하여야 한다.

② 내화기준은 건축물의 기둥 및 보는 지상 1층(지상 1층의 높이가 6미터를 초과하는 경우에는 6미터)까지, 위험물 저장·취급용기의 지지대(높이가 30센티미터 이하인 것을 제외한다)는 지상으로부터 지지대의 끝부분까지, 배관·전선관 등의 지지대는 지상으로부터 1단(1단의 높이가 6미터를 초과할 경우에는 6미터)까지 내화구조로 한다.

(2) 인화성 액체 및 가연성 액화가스 탱크 주변에는 방유제를 설치하여, 내용물이 누출된 때에는 외부로 확대되지 않도록 한다.

(3) 설비간 안전거리 확보

위험물질을 저장 또는 취급하는 작업장의 주변에는 일정한 공지를 확보하고, 거리를 유지하여 화재로 인한 영향이 다른 설비에 미치지 않도록 한다.

나. 소화대책

(1) 소화기

① 최초의 발화 직후에 불을 끄는 것이 가장 효과적인 응급조치이다.

② 소화기의 종류에는 분말, 이산화탄소, 포, 산알카리 및 할론소화기 등이 있으며, 소화기의 사용방법, 비치장소 등의 표지판을 설치하여야 한다.

(2) 소화설비

① 소화설비는 스프링클러, 물분무설비, 포소화

설비 등의 자동식 소화설비와 소화전 등과 같은 수동식 소화설비가 있다.

- ② 소화설비는 동절기에 얼지 않도록 조치하고, 수시로 작동여부를 점검 및 확인해야 한다.
- (3) 소화
 - ① 일정 규모 이상으로 화재가 확대되면 사업장 내의 자체소방대를 동원하거나 인근 지역 소방대에 지원을 요청하여야 한다.
 - ② 대형 탱크의 화재와 같이 현재의 소방력을 이용하여 소화할 수 없을 경우 연소되는 가연물이 소실되어 자연 진화될 때까지 기다린다.
 - ③ 소화활동 시에는 인명의 구조를 최우선으로 하고 화재가 다른 곳으로 연소되는 것을 방지하고 가연물을 빨리 다른 장소로 옮겨야 한다.
- (4) 대피
 - ① 화재 발생에 대비하여 미리 피난계획을 수립하고, 발화했을 때 당황하지 않도록 교육훈련을 실시한다.
 - ② 화재가 발생하면 즉시 경보를 발하고 인근지역에 통보한다.
 - ③ 위험구역에서 안전한 지역으로 대피한 때에는 안내자의 지시에 따라 질서 정연하게 하여야 하며, 이를 위해 평소에 피난기구의 사용법, 유도표지 및 유도등, 피난통로 및 대피장소 등을 확인하여 두어야 한다.
 - ④ 피난 후에는 각자에게 부여된 임무를 수행하고 보고체계를 확립한다.
 - ⑤ 부상자 치료 등 인명피해 최소화를 위한 응급조치를 우선적으로 한다.

2. 폭발예방대책

가. 폭발분위기 형성 방지

폭발은 가연성가스 또는 인화성액체의 증기가 공

기와 혼합되어 폭발범위 내의 혼합물을 형성함으로써 발생되므로 폭발범위의 밖에서 모든 작업이 이루어지도록 하고, 이에 대한 대책은 다음과 같다.

- (1) 공기 중의 누설, 누출 방지
- (2) 밀폐용기 내에 공기혼입방지
- (3) 환기를 실시하여 폭발하한계 이하로 희석

나. 불활성 물질 주입

- (1) 가연성 가스가 존재하는 분위기 중의 산소농도를 불활성 가스를 주입하여 감소시킨다.
- (2) 불활성 가스는 질소가스, 수증기, 이산화탄소 및 그 이외에도 소화액제로 이용되고 있는 할로겐화 탄화수소 등이 있다.
- (3) 연소가스도 사용할 수 있으나 연소가스는 각종 불순물을 수반하고 있어 세정 등에 의하여 사전에 사용 조건에 적합토록 하여야 한다.

다. 착화원 관리

- (1) 화기관리
 - 성냥, 라이터, 용접기 및 토치 등의 화염은 위험이 발생할 수 있는 장소에서 사용을 금하고, 사용 시에는 위험작업허가지침에 규정한 원칙에 따라 철저히 관리하여야 한다.
- (2) 고열 및 고온 표면관리
 - ① 전기 또는 가스히터와 같이 적열이 되고 있는 물체, 그 외 고온상태에 있는 물체도 착화원으로 직화와 같이 철저히 관리한다.
 - ② 고온의 배관 또는 열교환기의 금속표면은 고온이 아니어도 저온의 발화온도를 갖는 물질이 접촉하는 때에는 착화되므로 철저히 관리한다.
 - ③ 보온재 등에 가연성 액체의 물질이 스며들어 자기산화 등에 의하여 열이 축적되어 착화되는 경우가 있으므로 철저히 관리한다.
- (3) 충격·마찰 및 단열압축에 의한 착화방지

① 동력기계장치의 동력전달부, 원심기 등의 작동시 파손, 변형, 이물질에 의해 마찰·충격이 발생하여 고온, 화염이 발생된다.

② 공기와 혼합된 인화성 증기가 발화온도 이상으로 단열압축될 경우에도 착화원이 발생한다.

(4) 방폭전기설비 사용

인화성 물질 등을 취급하는 장소에 전기설비를 설치하는 경우에는 방폭지역으로 지정하고 이에 적합한 방폭전기설비를 설치하여야 한다.

(5) 정전기 제거

액체, 고체(분진) 또는 기체 등의 이동으로 인하여 정전기의 발생우려가 있는 장소에는 접지, 유속제한, 가습, 제전 등의 정전기 제거조치를 한다.

라. 가스농도 감지 및 측정

(1) 가연성가스, 증기가 누설되고 체류할 수 있는 장소는 폭발의 위험성이 매우 크므로 이와 같은 장소에는 위험정도를 상시 파악하도록 하고, 조그마한 고장과 사고의 위험성이 파악되는 경우, 즉시 필요한 조치를 취한다.

(2) 가스농도의 감지방법

① 배관이나 접속부 등에 비눗물을 도포하여 기포의 발생 유무를 눈으로 확인한다.

② 가스누설 감지기 및 경보기를 설치한다.

(3) 탱크내 청소시 폭발방지를 위하여 반드시 가스농도를 측정하여야 하며, 정식사고 예방을 위하여 산소농도가 18%이상 유지되도록 환기시키면서 공기호흡기를 착용하고 작업에 임하여야 한다.

3. 폭발 및 피해확산 방지 대책

가. 입지조건과 설비배치

(1) 지형, 지반, 자연현상 및 주변의 환경을 고려하여 입지를 선정한다.

(2) 지진에 있어서 위험물의 유출과 착화원 발생을 고려하여 이에 대한 대책을 반드시 고려한다.

(3) 안전거리와 공지확보, 소화, 피난 등의 활동에 대비한 통로 확보, 기타 비상사태에 대비하여 장치 및 설비를 배치하여야 한다.

나. 내압설계 적용

고압기체를 발생 또는 저장하는 용기 및 보일러 등은 내압설계를 적용하여야 한다.

다. 위험공정설비 자동화

(1) 위험한 작업공정과 설비에는 자동화와 원격조정방식을 적용한다.

(2) 안전성이 확인되지는 위험설비와 현장에는 작업원이 접근하지 않도록 연동설비를 설치한다.

(3) 폭발반응 등 이상반응이 우려되는 반응기 등에는 이상반응 제어장치 또는 폭발제어장치를 설치하여야 한다.

라. 내부압력의 방출 및 경감

압력용기, 장치류 및 배관 등이 이상 과압에 의하여 파괴되는 것을 방지하기 위하여 안전밸브, 파열판 또는 폭발상산구 등을 설치한다.

마. 긴급배출설비 설치

(1) 긴급 시에 용기 및 그 외 밀폐장소에 있는 위험한 가스와 안전밸브로부터 방출되는 가스를 안전한 장소에서 처리할 수 있는 긴급 배출설비를 설치하도록 한다.

(2) 수소와 같이 독성이 없고 가벼운가스는 높은 장소에서 대기 중으로 벤트시킬 수 있다.

바. 기타 안전장치 설치

안전장치로는 긴급차단밸브, 격리밸브, 화염방지, 폭굉방지 등이 있다. 