



사고대응/대비(39)

# 고압가스 저장탱크 화재사고 대응



## 고압가스란?

20℃, 200kPa 이상의 압력하에서 용기에 충전되어 있는 가스 또는 액화되거나 냉동 액화된 가스를 말한다.

### ● 고압가스의 분류(MSDS 관련 고시 기준)

|        |                                                                                                                                        |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 압축가스   | 가압하여 용기에 충전했을 때, -50℃에서 완전히 가스상태인 가스<br>(임계온도 -50℃ 이하의 모든 가스 포함)<br>예) 수소, 산소, 질소, 메탄 등                                                |
| 액화가스   | 가압하여 용기에 충전했을 때, -50℃ 초과 온도에서 부분적으로 액체인 가스<br>① 고압액화가스 : 임계온도가 -50℃에서 65℃인 가스<br>② 저압액화가스 : 임계온도가 65℃를 초과하는 가스<br>예) 액화암모니아, 염소, 프로판 등 |
| 냉동액화가스 | 용기에 충전한 가스가 낮은 온도 때문에 부분적으로 액체인 가스                                                                                                     |
| 용해가스   | 가압하여 용기에 충전한 가스가 액상 용매에 용해된 가스<br>예) 용해 아세틸렌                                                                                           |

### ● 고압가스(고압가스안전관리법)

- 압축가스 : 상용의 온도에서 압력이 1메가파스칼 이상이 되는 압축가스로서 섭씨 35도의 온도에서 압력이 1메가파스칼 이상이 되는 압축가스
- 액화가스 : 상용의 온도에서 압력이 0.2메가파스칼 이상이 되는 액화가스로서 압력이 0.2메가파스칼이 되는 경우의 온도가 섭씨 35도 이하인 액화가스
- 아세틸렌가스 : 섭씨 15도의 온도에서 압력이 0파스칼을 초과하는 아세틸렌가스
- 섭씨 35도의 온도에서 압력이 0파스칼을 초과하는 액화가스 중 액화시아민화수소·액화브롬화메탄 및 액화산화에틸렌가스

## 고압가스 저장탱크 누출 화재사고

가스충전소에서 LPG 언로딩 작업 중 탱크로리의 호스 파손 및 체결불량 등으로 LPG가 누출되어 화재/폭발이 발생하여 65명이 중화상을 입은 재해



수소 트레일러 충전 및 공급공정에서 트레일러 내 압축된 수소농도 측정을 위해 시료 채취과정에서 트레일러와 수소 공급라인의 배관 연결부분을 분리하던 중 용기내부 폭발로 1명 사망, 1명 부상을 입은 재해임





## 고압가스 저장탱크의 잠재위험

### 〈고압가스 특성별 사고위험〉

- ① 가스가 고압이기 때문에 일어나는 재해 : 고압가스 용기 및 탱크의 파열, 고압가스의 분출
- ② 가연성 또는 조연성가스 : 폭발성 혼합가스의 폭발, 분출가스의 인화에 의한 가스화재
- ③ 불활성가스 : 산소부족에 의한 질식
- ④ 독성가스 : 중독사고



### 〈고압가스 화재·폭발·위험 특성〉

- 고인화성 물질로서 누출되면 쉽게 점화한다. 다량 누출시 먼거리의 점화원에 의해 탱크까지 역인화 가능
- 누출시 Jet Fire의 형태로 인접설비 가열이나 손상을 초래
- 대부분 고압가스는 무거워 지면을 타고 확산(수소나 LNG는 제외)
- 수소 누출시 정전기로도 점화되고 불꽃이 보이지 않음(불꽃감지기를 사용하여 감지)
- 용기가 가열되면 어느 순간 BLEVE 형태로 폭발할 수 있음  
이 경우 큰 화염과 비래물로 진압자의 화상이나 인접설비의 연쇄 손상을 초래
- 실린더 폭발시 멀리, 빠른 속도로 날아갈 수 있음
- 차단밸브로 잠그거나 내용물을 다른 탱크로 이송하는 방법 외에 화재를 진압할 방법은 없음
- 누출되는 부위에 주수하면 밸브가 얼어붙어 조작이 불가능할 수 있음

## 고압가스 저장탱크 화재사고 대응

### ● 저장탱크 본체에서 누설한 경우

- ① 저장탱크 주변의 점화원 및 화기 제거
- ② 작업자의 출입을 금지시키고 누설된 고압가스 확산·희석시킴
- ③ 대량누설일 경우 빈 탱크 또는 용기에 이송하고 잔 가스는 안전한 장소로 방출
- ④ 인화했을 경우 사용을 중지하고 살수장치를 작동시킴
- ⑤ 다른 탱크나 용기에 이송이 불가능한 경우 안전한 장소로 배출 또는 플레어스택에서 연소 처리

### ● 저장탱크의 배관에서 누설한 경우

- ① 배관에 설치된 긴급차단밸브를 작동 및 공정 비상정지
- ② 누설부위 주변에서 점화원 및 화기를 제거
- ③ 작업자의 출입을 금지시키고 내부가스를 방출함과 동시에 가스를 확산시킴
- ④ 인화하였을 경우에는 소방서 신고 후 신속히 소화를 실시하면서 인접한 탱크 등 설비도 살수 및 냉각

### ● 일정 규모 이상으로 화재가 확대되면 자체소방대를 동원 또는 인근 지역의 소방대 지원을 요청

- 대형탱크의 경우 소화할 수 없는 경우에는 연소되는 가연물이 소실되어 자연 진화될 때까지 기다려야 함
- 소화 활동시 인명구조를 최우선으로 하며 가연물을 다른 장소로 이동시켜 화재가 다른 곳으로 연소되는 것을 방지



[탱크본체에서 누설한 경우]



[배관에서 누설한 경우]



## 누출사고 피해최소화 방안

### 〈설비적 대책〉

- 저장탱크의 과압을 방지하기 위해 안전밸브를 설치
- 저장탱크에는 액위계측장치, 압력계측장치 및 경보장치를 설치
- 저장설비 주위에는 가스 누출시 조기에 경보할 수 있도록 가스누출 감지경보기를 설치
- 위험물질을 저장하는 탱크 주변에는 일정한 안전거리를 확보하여 화재로 인한 다른 설비 영향 최소화
  - 위험물질 저장탱크로부터 단위공정시설 및 설비, 보일러 또는 가열로 사이에는 20m 이상 안전거리 확보
- 포소화 설비, 소화전 등을 설치
- 원거리에서 방수가 이루어져야 하므로 방수압이 높은 방수총(Monitor) 및 탱크 냉각용 물분무 설비 사용

### 〈관리적 대책〉

- 사고발생시 피해를 최소화하기 위해 비상조치절차를 작성하고 정기적으로 훈련
  - ① 화재발생시 경보 및 전파방법(경보 등)
  - ② 비상연락망 구성 및 연락방법(인근지역 소방서 통지)
  - ③ 화재 진화 및 누출확산 방지
  - ④ 화재시 근로자의 임무부여와 훈련
  - ⑤ 소화설비의 유지관리
  - ⑥ 정기적인 소방훈련



[과압 방지 안전밸브 설치]



[비상조치절차 작성·훈련]



## 관련 법규 및 안전보건기준

### ● 산업안전보건기준에 관한 규칙

- 제232조(폭발 또는 화재 등의 예방)
  - ① 인화성 액체의 증기, 인화성가스 또는 인화성고체가 존재하여 폭발이나 화재가 발생할 우려가 있는 장소에서 통풍·환기 및 분진제거 등의 조치 실시
  - ② 증기나 가스에 의한 폭발이나 화재를 미리 감지하기 위하여 가스 검지 및 경보 성능을 갖춘 가스 검지 및 경보장치를 설치
- 제240조(유류 등이 있는 배관이나 용기의 용접 등)
 

위험물이 있을 수 있는 배관·탱크 또는 드럼 등의 용기는 미리 위험물을 제거하고 예방조치 후 용접·용단 및 화기작업 실시
- 제269조(화염방지기의 설치 등)
 

인화성액체, 인화성가스를 저장 취급하는 화학설비에서 증기나 가스를 대기로 방출하는 경우, 외부로부터 화염을 방지하기 위하여 화염방지기를 상단에 설치 다만, 대기로 연결된 통기관에 통기밸브가 설치되어 있거나, 인화점이 섭씨 38도 이상 60도 이하인 인화성액체를 저장·취급할 때에 화염방지 기능을 가진 인화방지망을 설치한 경우에는 그러하지 아니함
- 제271조(안전거리)
 

폭발이나 화재에 따른 피해를 줄일 수 있도록 설비 및 시설 간에 충분한 안전거리 유지



## 재해사례 : 수소 트레일러 시료채취 중 폭발

### 개요

수소 트레일러 충전 및 공급공정에서 트레일러 내 압축된 수소 농도 측정을 위해 트레일러와 수소 공급라인의 배관 연결부분을 분리하던 중 트레일러(Hydrogen Tube Trailer)가 폭발하여 1명 사망, 1명 부상

※ 트레일러 : 수소를 저장하는 실린더가 20개 묶여 있는 차량운반용 설비



[트레일러 후면사진 샘플포트(Supply port)]



[작업장 전경, 상부 튜브 트레일러]

### 발생원인

- 수소 트레일러 배관 내에 산화제인 공기의 유입으로 인한 폭발분위기 형성
- 시료채취시 정전기 등에 의한 점화원으로 발생

### 예방대책

- 산화제 제어
  - 가스홀더의 양압이 유지되지 못할 경우에 공기가 홀더로 유입될 수 있으므로 압축기 가동시 수소 내 산소 등의 유입 유무를 확인하기 위한 농도분석 실시
- 산소농도계와 압축기의 연동
  - 압축기 전단에 산소농도계를 설치하여 공급되는 가스 중의 산소가 일정농도 이상이 되면 압축기가 자동으로 정지하도록 연동시스템 구축