



사고대응/대비(33)

독성가스 누출사고 대응



독성가스 누출사고란?

독성가스를 제조·취급·저장하는 설비에서 누출에 의해 당해 사업장의 근로자뿐만 아니라 인근지역 주민까지 피해를 야기하는 사고를 말한다.

▶ 독성가스란

- 인체에 유해한 독성을 가진 가스로서 시간가중평균노출기준(TWA)이 200ppm 이하인 경우(고압가스 안전관리법)
- 급성독성물질로서 표준압력 및 온도에서 가스상태인 물질(예 : MIC, 포스겐, 시안화수소, 염화수소, 실란 등)

독성가스 누출시 잠재위험

- 고압가스의 형태로 취급되어 짧은 시간에 많은 양의 독성가스가 누출될 수 있음
- 실외누출은 넓은 지역의 피해를 초래하고, 실내누출은 즉시 사망이 초래되는 고농도 형성
- 근로자의 상해뿐만 아니라, 인근 근로자, 비상대응관계자 및 주민의 상해와 사망 초래
- 눈에 잘 보이지 않기 때문에 누출물과 누출원을 모르는 경우가 있음
- 공기비중이 높은 가스의 옥외 누출시 바람이 불어가는 쪽으로 피해가 집중됨
- 용기누출뿐만 아니라, 화학물질의 반응, 소화작업시 물과의 반응, 폐기물의 부패 등 다양한 원인으로 예상하지 못한 중독위험이 있음
- 정확한 독성과 농도를 알지 못할 경우 부적절한 대응으로 대응과정에서 사망위험이 있음



[독성가스 누출시 잠재위험]

독성가스 누출사고

- 불화수소(HF : 100%)를 탱크로리에서 공정으로 이송작업 중 밸브 오조작으로 불화수소가 누출되어 5명 사망
- 액체염소 이송 중 중화탑의 진공배관으로 염소가 유입되어 액체염소의 기화로 인한 과압으로 염소가 누출된 사고





독성가스 취급작업시 안전수칙

- 모든 작업에 대한 표준안전작업절차를 정하고 작업절차에 따라 작업
 - 취급하는 물질에 대한 안전보건정보(독성 및 유해성에 관한 정보)를 반영
 - 밸브의 조작순서 등 안전한 작업방법을 기술
 - 상황별 적정 보호복, 호흡용 보호구 등 포함
 - 정상작업은 물론 사고시 응급조치 요령, 비상조치사항 등을 포함
- 작업시작 전 휴대용 가스감지기 등을 이용하여 누설 확인
 - 가스감지기 및 경보설비는 주기적으로 자격자에 의해 점검 실시
- 독성가스의 특성과 잠재위험에 따라 적절한 보호장구를 선택
 - 일반작업의 경우 : 방독마스크, 전면형 보호마스크 등
 - 비상조치 및 공정차단의 경우 : 양압식 공기호흡기(SCBA), 밀폐형 내화학복
 - ※ 독성가스 취급설비 정비는 작업허가에 의거 환기와 안전이 확보된 상태에서 실시
- 물질안전보건자료 작업현장에 비치하고, 작업 투입 전 취급물질의 주요 유해위험성과 안전취급방법을 정확히 교육
- 독성가스 취급시 현장의 환기상태, 국소배기장치 및 중화처리설비의 가동 여부 확인
- 독성가스 누출시를 대비한 사고 시나리오를 작성하고 비상대응훈련을 실시
 - 독성물질 누출 등 비상시 대피절차와 비상대피로의 지정
 - 비상대피 후 전 직원이 취해야 할 임무와 절차
 - 내·외부와의 통신 체계 및 방법
 - 사고 발생 및 비상대피시 보호구 착용 지침



[작업 시작 전 확인 절차]



[MSDS 비치 및 교육]

독성가스 누출시 대응수칙

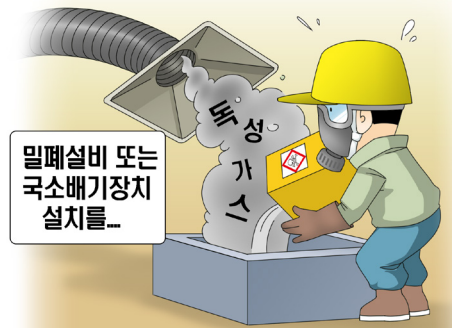
- 누출물질, 누출원, 물질 특성을 알지 못하면 가장 불리한 상황을 염두에 두고 대응
- 누출물질과 상황파악이 되었으면 가능한 빨리, 안전한 방법으로 누출물 차단
- 안전하게 차단할 수 없으면 포기하고, 최악의 누출 시나리오에 기준으로 대응
 - 하나의 용기나 배관계 물질의 10분 내 방출
 - 비상대응 기준상 권장되는 안전한 범위까지 대피
 - 액상 물질은 수질오염이 되지 않도록 억제선 구축
- 물질특성, 누출량, 풍량 및 풍향 등 기후조건을 고려하여 위험 및 피난지역 구체화
- 위험지역 내의 사람은 신속히 대피 및 출입 제한
- 위험이 없거나 낮다는 근거가 없는 한 비상대응요원은 가장 높은 수준의 보호구 착용
- 누출물질의 농도별 적용값에 대한 정확한 이해 및 적용(냄새 역치, TLV, IDLH, ERPG, LC₅₀ 등)
- 독성과 인화성을 동시에 갖고 있을 경우 폭발위험도 고려하여 대응



누출사고 최소화 방안

〈설비적 대책〉

- 독성물질 취급설비 작동이 중지된 경우 이를 쉽게 알 수 있는 경보설비를 근로자와 가까운 장소에 설치
- 독성가스를 취급하는 배관의 말단부에는 이중밸브(Double Valve) 또는 블라인더(Blind), 플랜지(Flange) 등으로 막음 처리
 - 배관의 벤트(Vent) 및 드레인(Drain) 라인에는 캡(Cap), 플러그(Plug) 등으로 막음 처리
- 독성가스 취급 배관은 누출 가능성을 최소화하기 위해 가능하면 용접에 의한 연결방법을 사용하고 100% 비파괴 검사 실시
- 탱크인입·토출측 배관에는 파열로 인한 독성가스 누출을 방지할 수 있도록 원격조작이 가능한 긴급차단 밸브를 설치
 - 긴급차단 밸브는 취급 및 저장설비에 최대한 근접하게 설치
- 배관에 설치되는 밸브는 개방시간이 짧은 형식(Quick Open Type : Ball Valve) 대신에 게이트밸브 등을 사용
- 독성가스 누출을 감지·경보할 수 있는 설비 설치
- 밀폐가 곤란하여 불가피하게 노출상태에서 취급하는 경우 국소배기 장치를 설치



[밀폐 곤란 시 국소배기장치 설치]

〈관리적 대책〉

- 독성물질의 저장설비, 취급배관에 관련된 작업시 인적오류에 대한 위험성 평가 및 관리 강화
- 독성물질을 취급, 저장하는 설비의 연결부분은 누출되지 아니하도록 밀착시키고 매월 1회 이상 연결부분의 이상유무를 확인
- 밸브교체, 플랜지교체, 용기교체 등 위험이 높은 작업에 대한 작업 전 준비, 작업 중 누출방지 절차, 작업 후 누출확인에 대한 표준작업방법 적용



관련 법규 및 안전보건기준

● 산업안전보건기준에 관한 규칙

– 제299조(독성이 있는 물질의 누출 방지)

- ① 저장 및 취급량을 최소화
- ② 취급저장 설비의 연결부분은 누출되지 않도록 밀착, 매월 1회 이상 연결부분 점검
- ③ 폐기·처리하는 경우에는 냉각·분리·흡수·흡착·소각 등의 처리공정을 통해 외부 방출금지
- ④ 취급설비의 이상 운전으로 급성 독성물질이 외부로 방출될 경우 저장·포집, 처리설비를 설치하여 안전하게 회수
- ⑤ 폐기·처리, 방출하는 설비를 설치하는 경우, 자동으로 작동될 수 있는 구조, 원격 조정 할 수 있는 수동조작구조로 설치
- ⑥ 취급 설비의 작동이 중지된 경우, 쉽게 알 수 있도록 필요한 경보설비를 근로자와 가까운 장소에 설치
- ⑦ 급성 독성물질이 외부로 누출된 경우에는 감지·경보할 수 있는 설비를 갖추

– 제258조(밸브 등의 개폐방향의 표시 등) 오조작 독성물질 누출 방지를 위해 개폐방향을 표시

– 제260조(공급 원재료의 종류 등의 표시) 독성물질의 종류 및 공급되는 설비명 등을 표시

– 제273조(계측장치 등의 표시) / 제432조(부식의 방지조치) / 제435조(긴급차단장치의 설치 등)

● 환경부 : 유해물질 비상대응 핸드북





재해사례 : 염소(Cl_2) 누출사고

개요

염소 처리공정에서 저온의 액화염소를 펌프로 이송하던 중 액화염소가 중화탑 진공배관으로 유입되면서 진공 배관의 약화 및 액화염소의 기화로 인한 과압형성으로 진공배관에 균열이 발생하여 염소가스가 대기로 누출



발생원인

- 펌프운전 절차 미준수
 - 펌프 운전정지 후 진공배관의 차단밸브를 잠그도록 운전절차서에 규정하고 있으나 미실시
- 팽창드럼의 감시용 계측장비 미흡
 - 중화설비 전단의 팽창드럼에 액체염소가 유입될 경우 이를 알 수 있는 압력계, 액위전송기(LT) 등 계측장비 미설치

예방대책

- 펌프 진공배관의 차단밸브는 이중으로 설치하여 누설의 위험을 최소화
- 팽창드럼에 감시용 계측장치(압력계, 압력전송기, 액위전송기)를 설치하고 조정실에서 원격으로 감지 할 수 있도록 경보장치 설치

안전 TIP : 독성물질 안전보건정보 확인방법

물질안전보건자료(MSDS) : 11번 독성 항목

암모니아

신호어 : 위험
유해·위험 문구 :
 극인화성 가스
 고압가스 : 가열 시 폭발할 수 있음
 수생생물에 매우 유독함

예방조치 문구

예방 : 열·스파크·화염과 같은 점화원으로부터 격리하십시오 - 금연, 환경으로 배출하지 마십시오
 대응 : 누출성 가스 화재 시 누출을 안전하게 막을 수 없다면 불을 끄려하지 마십시오. 필요하면 모든 점화원을 제거하십시오, 누출물을 모으십시오
 저장 : 직사광선을 피하고 환기가 잘 되는 장소에서 보관하십시오
 폐기 : 관련법규에 명시된 경우 규정에 따라 내용물·용기를 폐기하십시오
 공급자 정보 : 00화학(주), 경기도 과천시 중앙동 345번지 TEL. 02-1234-3456

※ 화학물질 경고표지(그림문자, 유해위험문구)

NFPA 위험등급 분류 : 건강 유해성(청색)

	4	단순 노출에도 사망 초래
	3	건강에 극도로 유해(호흡장비 및 방호복 착용, 피부 노출금지)
	2	건강에 유해(호흡장비 착용 후 출입)
	1	건강에 약간 유해(호흡장비 착용 바람직)
	0	노출 시 위험 없음

※ NFPA 지수 의미 : 4(매우높은 위험), 2(보통), 0(위험없음)

