



사고대응/대비(32)

# 독성물질 누출사고 대응

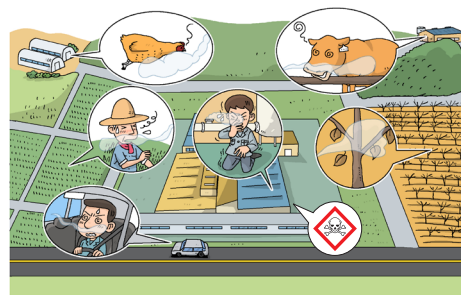


화재·폭발·누출 예방

## 독성물질 누출사고란?

구강, 피부 또는 호흡기를 통하여 나타나는 유해의 정도가 높아 회복하기 어려운 신체장애를 일으킬 수 있는 독성물질을 제조·취급·저장하는 설비에서 누출에 의해 야기되는 사고를 말한다.

- ▶ 기준(산업안전보건법, 유해화학물질관리법)
  - ① LD<sub>50</sub>(경구, 쥐) 300mg/kg 이하인 화학물질
  - ② LD<sub>50</sub>(경피, 토끼 또는 쥐) 1,000mg/kg 이하인 화학물질
  - ③ LC<sub>50</sub>(쥐, 4시간 흡입) 가스는 2,500ppm 이하, 증기 LC<sub>50</sub>(쥐, 4시간 흡입) 10mg/l 이하, 분진 또는 미스트 1mg/l 이하인 화학물질
- ▶ 독성가스(고압가스 안전관리법)
  - 시간가중평균노출기준(TWA)이 200ppm 이하인 경우 독성가스에 해당



[독성물질 누출사고 영향]

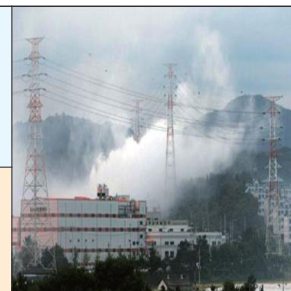
## 독성물질 누출시 잠재위험

- 근로자의 상해뿐만 아니라, 인근 근로자, 비상대응관계자 및 주민의 상해와 사망 초래
- 냄새나 누출물의 색상이 없는 경우, 상당시간 누출을 인지하지 못할 수도 있음
- 액상물질 누출시 수질오염을, 가스상 물질 누출시 일정반경 내 상해 및 사망초래
- 실내에서의 독성물질 누출시 치명적인 농도가 조성될 가능성이 높음

## 독성물질 누출사고

- 가스상 물질의 누출 : 불화수소(HF:100%)를 탱크로리에서 공정으로 이송작업 중 밸브 오조작으로 누출되어 5명 사망

- 액상 물질의 누출 : 불산 밸브의 누출로 보수 작업자가 불산 흡입·투출되어 1명 사망



## 독성물질 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 착용기준 제시
  - 정상작업은 물론 사고시 응급조치 요령, 비상조치사항 등을 포함



[안전작업 절차 제정·교육]





- 작업 시작 전 휴대용 가스감지기 등을 이용하여 누설 확인
  - 가스감지기 및 경보설비는 주기적으로 자격자에 의해 검·교정 실시
- 독성물질의 성상에 따라 호흡용 보호구 등 보호장구를 준비
  - 피부보호가 필요한 경우 : 밀폐형 내화학복, 내화학장갑, 내화학장화, 전면형 보호마스크
  - 호흡기 보호가 필요한 경우 : 방독마스크, 양압식 공기호흡기(SCBA)
- 작업 투입 전 취급물질의 주요 유해위험성과 안전취급방법을 정확히 교육
- 독성물질 취급시 현장의 환기상태, 국소배기장치 및 중화처리설비의 가동 여부 확인
- 독성물질 누출시를 대비한 사고 시나리오를 작성하고 비상대응훈련 실시
  - 독성물질 누출을 인지하는 방법 및 경보방법
  - 공정 비상정지, 누출차단, 처리설비 가동에 관한 내용
  - 사고발생 및 비상대피시 보호구 착용지침
  - 피해예측 결과에 따른 안전한 대피장소 및 안전거리
  - 내·외부와의 통신 체계 및 방법
  - 상황종료 판단 기준 및 전파방법



[사고 시나리오에 따른 훈련 실시]

## 독성물질 누출시 대응수칙

- 누출물질, 누출원, 물질특성을 알지 못하면 가장 불리한 상황을 염두에 두고 대응
- 누출물질과 상황파악이 되었으면 가능한 빨리, 안전한 방법으로 누출물 차단
- 안전하게 차단할 수 없으면 차단을 포기하고 최악의 누출 시나리오에 준하여 대응
  - 하나의 용기나 배관계 물질의 10분 내 방출
  - 가스상 물질은 비상대응 기준상 권장되는 안전한 범위까지 대피
  - 액상 물질은 수질오염이 되지 않도록 억제선 구축
- 가스상 물질은 물질특성, 누출량, 풍량 및 풍향을 고려, 오염 및 대피지역 구체화
- 위험지역 내의 사람은 신속히 대피시키고 대응조치 관계자외 출입제한
- 누출물질 농도별 적용값에 대한 정확한 이해 및 적용(냄새 역치, TLV, IDLH, ERPG, LC50 등)
- 위험이 없거나 낮다는 근거가 없는 한 비상대응요원은 가장 높은 수준의 보호구 착용
- 독성과 인화성을 동시에 갖고 있는 물질은 인화성도 고려하여 대응

## 누출사고 피해최소화 방안

### 〈설비적 대책〉

- 배관, 밸브, 플랜지로부터의 누출이 없도록 적정 재질선정, 하중, 동결시 배관 파손 가능성에 대한 위험성 평가
- 독성물질 취급 배관의 말단부에는 이중밸브(Double Valve) 또는 블라인더(Blind), 플랜지(Flange) 등으로 막음처리
- 용기의 인입, 토출측 배관에는 독성물질 누출을 차단할 수 있도록 원격 조작이 가능한 긴급차단밸브를 설치
  - 긴급차단밸브는 취급 및 저장설비에 최대한 근접하게 설치



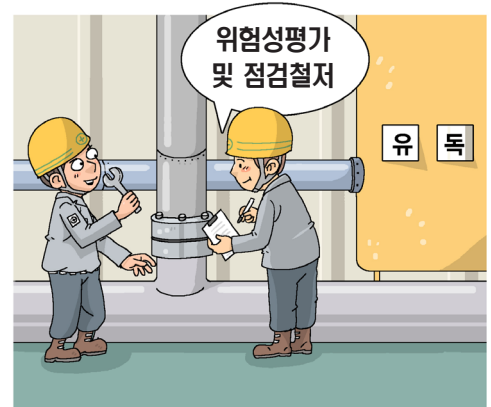
[신속하게 감지·경보할 수 있는 설비 설치]



- 배관에 설치되는 밸브는 개방시간이 짧은 형식(Quick Open Type: Ball Valve) 대신에 오조작이 어려운 게이트밸브 등을 사용
- 독성물질이 외부로 누출될 경우 신속하게 감지·경보할 수 있는 설비 설치
- 밀폐식 취급이 곤란하여 불가피하게 노출상태에서 취급하는 경우 국소배기장치 설치

### 〈관리적 대책〉

- 독성물질의 저장설비, 취급배관에 관련된 작업시 인적오류에 대한 위험성평가 및 수칙 준수 여부 점검
- 독성물질 점검 취급, 저장하는 설비의 연결부분은 누출되지 아니하도록 밀착시키고 매월 1회 이상 연결부분의 이상 유무를 확인
- 염산, 질산, 불산 등 산류는 동절기 Dead Point에서 동파에 의한 설비 파손여부 점검
- 밸브 교체, 플랜지 교체, 용기교체 등 위험이 높은 작업에 대한 작업 전 준비, 작업 중 누출방지 절차, 작업 후 누출확인에 대한 표준작업방법 적용
- 취급 설비 보수시 공정 중단, 내용물 완전배출, 잔류량 확인, 환기 후 작업 수행 실시
  - － 운전상태에서 설비·보수 절대 금지
- 관리감독자의 현장점검 및 책임과 권한 강화



[설비 이상 유무 점검·확인]



### 관련 법규 및 안전보건 기준

#### ● 산업안전보건기준에 관한 규칙

- － 제299조(독성이 있는 물질의 누출 방지)
  - ① 저장 및 취급량 최소화
  - ② 취급저장 설비의 연결부분은 누출되지 않도록 밀착, 매월 1회 이상 연결부분 점검
  - ③ 폐기·처리 하는 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, 원격조정할 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)

#### ● KOSHA GUIDE

- P-58-2012 : 위험물질 사고대응에 관한 기술지침
- P-88-2012 : 사고피해영향 평가에 관한 기술지침
- P-101-2012 : 비상조치계획 수립에 관한 기술지침
- P-107-2012 : 최악의 누출 시나리오 선정지침

#### ● 환경부 : 유해물질 비상대응 핸드북





## 재해사례 : 불화수소(HF) 누출사고

### 개요

탱크컨테이너(Iso Container)에서 불화수소(HF)를 희석공장(50% 불산)으로 공압 이송하기 위해 호스연결을 위한 플랜지 체결작업 중 밸브 오조작으로 불화수소가 누출



### 발생원인

- 쉽게 조작할 수 있는 게이트밸브를 사용하여 오조작시 위험초래
- 작업수칙을 무시하고 불화수소 및 공기배관을 모두 개방
- 적합한 보호구 미착용
- 감지, 경보설비 설치 등 비상조치계획 및 대응 부재
- 옥외 설비로 만일의 누출시 포집 및 정화처리 불가능
- 비상시 누출확산방지를 위한 비상차단 밸브 미설치



### 예방대책

- 개방 시간이 짧은 볼밸브(Ball Valve) 대신 게이트밸브 및 이중밸브 설치
- 작업 안전수칙 준수
- 독성물질 취급작업 및 비상조치를 위한 보호구 비치
- 실제 최악의 누출사고에 대비한 비상조치계획 수립 및 훈련
- 독성물질 입출하장은 옥내 격리장소에서 실시하고, 누출사고를 대비한 포집설비와 중화설비 설치
- 누출시 자동 또는 원격으로 비상차단할 수 있는 안전장치를 토출측에 설치

