유해 · 위험물질 취급관리

삼불화붕소

조심조심 코리아
화재·폭발·누출 예방

삼불화붕소(BF_3) 란 ?

- 무색의 매운 냄새가 나는 가스로 습기가 있는 공기와 반응하여 유독한 흄 생성
- 피부 및 눈에 접촉하면 심한 손상을 주며, 흡입 시 치명적인 급성독성 물질임
- 불포화 폴리에테르류의 반응개시제 및 알킬화/축합/에스테르화 반응의 촉매로 이용되는 등 유기화학의 중요한 반응물질로 사용됨
- 반도체 제조 공정에서 실리콘 결정에 붕소(B)를 제공하는 Doping Gas로 사용됨

화학물질(CAS No : 7637-07-2) 정보 요약

유해·위험성 정보	그림문자 / 일반정보
● 관용명 : 트리플루오르보란(Trifluoroborane) ● NFPA 지수 – 보건 : 3(응급상황에서 심각하거나 영구장애 초래) – 화재 : 0 – 반응 : 1(물과 혼합 시 활발히 반응하는 물질) ● 독성 : 급성독성물질(흡입) LC50(쥐, 1시간) 1180㎎/㎥ ● 노출기준 : STEL C 1ppm(3㎎/㎥) ● 증기비중(공기=1) : 2.3(공기보다 무거워 지면으로 확산) ● 물에 녹으며 반응하여 부식성이 강한 불화수소산을 발생시킴 ● 유해위험문구 : 피부에 심한 화상과 눈에 손상을 일으킴 흡입하면 치명적임	 급성독성 물질 특정표적장기독성 물질 부식성 물질 압축가스

참고 : 해당 화학물질은 공급자 또는 제조사의 MSDS자료에 따라 일부 특성이 달라질 수 있음

삼불화붕소 취급 관리

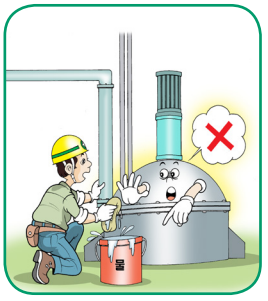
유해 · 위험요인

- 피부 및 눈에 접촉 시 심한 화상과 손상을 일으킴
- 가스를 흡입할 경우 건강에 치명적임
- 반복 노출될 경우 신장·호흡기계·뼈·이 등에 영향을 줌
- 물, 습한 공기와 반응하여 불화수소(산) 및 브롬산 등의 같은 유독물 생성

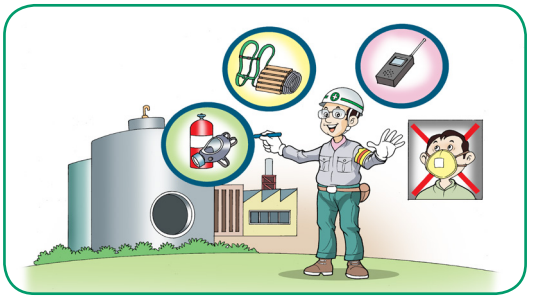
취급 상 주의사항

작업조건에 맞는 보호구 착용

배기설비 가동 / 용기밀폐



물과 접촉 금지



밀폐공간에서는 공기공급식 송기마스크 착용 / 면 마스크, 일반 방진 방독 마스크 착용 금지

안전한 취급 및 저장방법

- 모든 안전예방 조치 문구를 읽고 이해한 후 취급
- 사업장 내 저장 및 취급량을 최소화하고 설비 연결 부분은 월 1회 이상 점검
- 커플링 연결시 규정 토크를 주기 위한 토크 렌치를 사용
- 안전작업절차를 정하고 절차에 따라 실린더 교체나 충전작업 실시
- 가압, 충격, 절단, 용접, 뚫기, 연마 또는 열, 화염, 정전기 등 점화원에 폭로 금지
- 누출을 감지할 수 있는 감지기 및 경보설비 설치
- 직사광선을 피하고 환기가 잘 되는 곳에 밀폐하여 저장
- 실린더 취급방법은 '염소트리플루오르화물' 자료 참고

누출 및 화재폭발 시 대응방법

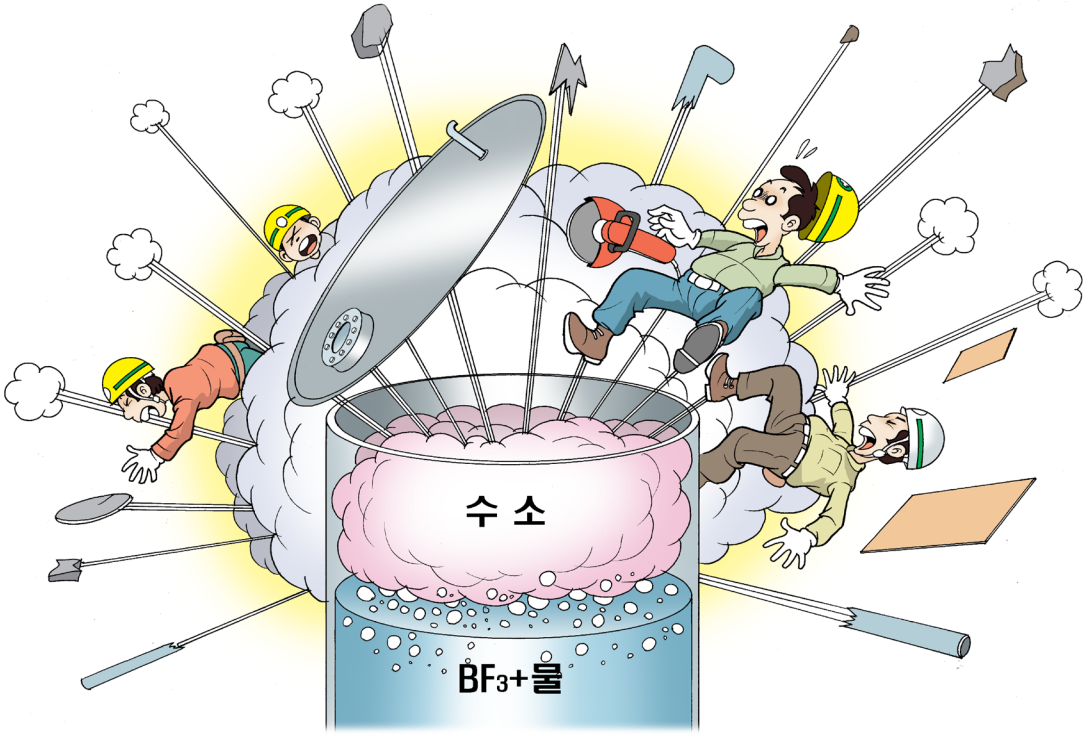
- 누출 시 송기마스크 및 전면보호형 증기 보호의 착용
- 물질을 먹거나 흡입하였을 경우 구강 대 구강법으로 인공호흡을 하지 말고 적절한 호흡의료 장비를 이용
- 오염지역을 격리하고 가스가 흩어질 때까지 충분히 환기
- 소화 시 알코올 포말, 이산화탄소, 물분무, 건조사 또는 흙을 사용
- 탱크 화재 시 최대 거리에서 소화하거나 무인 소화장비를 이용
- 탱크 화재 시 압력방출장치에서 고음이 있거나 탱크가 변색될 경우 즉시 대피
- 파손된 실린더는 전문가에 의해서만 취급

재해사례 : 삼불화붕소 제조공장 폭발 사고

발생 개요

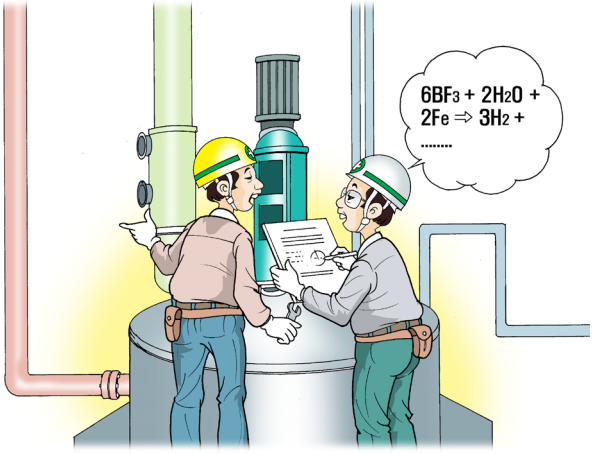
- 2009년 12월 일본에 위치한 BF_3 제조공장에서 폭발사고 발생함. 공장 유지·보수기간에 BF_3 제품탱크 정기검사를 위해 탱크를 전기절단기를 이용하여 여는 순간 탱크가 폭발해 작업자 4명이 사망하고 공장 지붕이 파손됨

※ 출처 : 2010년 ESG 안전세미나((사)한국산업특수가스협회)



재해발생 원인

- 제품탱크에서 수소가스가 발생되어 폭발분위기가 형성됨
  - BF_3 제품탱크 검사 전 물을 채워 세척을 함
  - BF_3는 습한 환경에서 부식성이 강해 철과 반응하여 수소를 발생시킴
  - 탱크 내에 수소가 폭발분위기를 형성하였고, 개봉을 위해 탱크를 절단하는 순간 폭발함



재해예방 대책

- 유지·보수 작업 전 위험성평가 수행
- 물질의 특성을 고려하여 유지·보수 작업절차를 검토
- 물과 BF_3를 혼합하지 말 것
- 근로자 교육 실시

참고 법규 및 안전보건기준

산업안전보건법

- **제12조(안전·보건표지의 부착 등)** 취급장소 및 설비에 금지, 경고, 지시, 안내 표지 부착
- **제24조(보건조치)** 원재료·가스·분진 등에 의한 건강장해 예방조치
- **제29조(도급사업 시의 안전·보건조치)** 화학물질 취급 설비 관련 위험한 작업을 도급하는 경우 안전보건정보 등 제공
- **제31조(안전·보건교육)** 물질취급 특별위험작업 안전보건 및 MSDS 내용
- **제41조(물질안전보건자료의 작성·비치 등)** MSDS 확보, 교육, 물질경고표시 등
- **제49조의2(공정안전보고서의 제출 등)** 규정량 이상 취급설비의 공정안전보고서 제출

산업안전보건기준에 관한 규칙

- **제16조(위험물 등의 보관)** 위험물질을 작업장 외의 별도의 장소에 보관하여야 하며, 작업장 내부에는 작업에 필요한 양만 둠
- **제17조(비상구의 설치)** 위험물질을 제조·취급하는 작업장 출입구 외에 비상구를 설치
- **제35조(관리감독자의 유해·위험 방지업무 등)** 관리감독자는 위험물 취급에 따른 유해·위험을 방지하기 위한 업무 수행
- **제72조~78조(환기장치)** 국소배기장치를 법정기준에 적합하게 설치하고 가동
- **제225조(위험물질 등의 제조 등 작업 시의 조치)** 급성독성 및 부식성 물질 인체접촉 예방 조치

- **제235조(서로 다른 물질의 접촉에 의한 발화 등의 방지)** 다른 물질과 반응 방지
- **제256조(부식 방지)** 위험물질의 종류·온도·농도 등에 따라 부식 방지 조치
- **제279조(대피 등)** 폭발이나 화재 위험이 있는 경우 대피 및 출입 금지
- **제299조(독성이 있는 물질의 누출방지)** 월 1회 이상 누출점검, 가스감지 및 경보설비 설치

– 설비의 연결부분은 누출되지 않도록 밀착시키고 매월 1회 이상 연결부분 점검
– 외부로 방출될 경우 저장·포집 또는 처리설비를 설치하여 안전하게 회수
– 취급하는 설비의 작동이 중지된 경우에는 근로자가 알 수 있도록 경보설비 설치
– 급성 독성물질이 외부로 누출된 경우에는 감지·경보할 수 있는 설비를 갖춤

세부 사항은 제2편(안전기준) 제2장(폭발, 화재 및 위험물 누출에 의한 위험방지 : 제225조~300조), 제3편(보건기준) 제1장(관리대상 유해물질에 의한 건강장해의 예방 : 제420조~451조) 참조

법적 규제사항

- **산업안전보건법**
  – 공정안전보고서 제출 대상(150kg 이상 제조·취급·저장하는 경우)
  – 노출기준설정 물질(STEL-C 1ppm)
  – 위험물질 : 급성독성(흡입 : 구분2)
- **유해화학물질관리법 :** 유독물
- **폐기물 관리법에 의한 규제 :** 지정폐기물