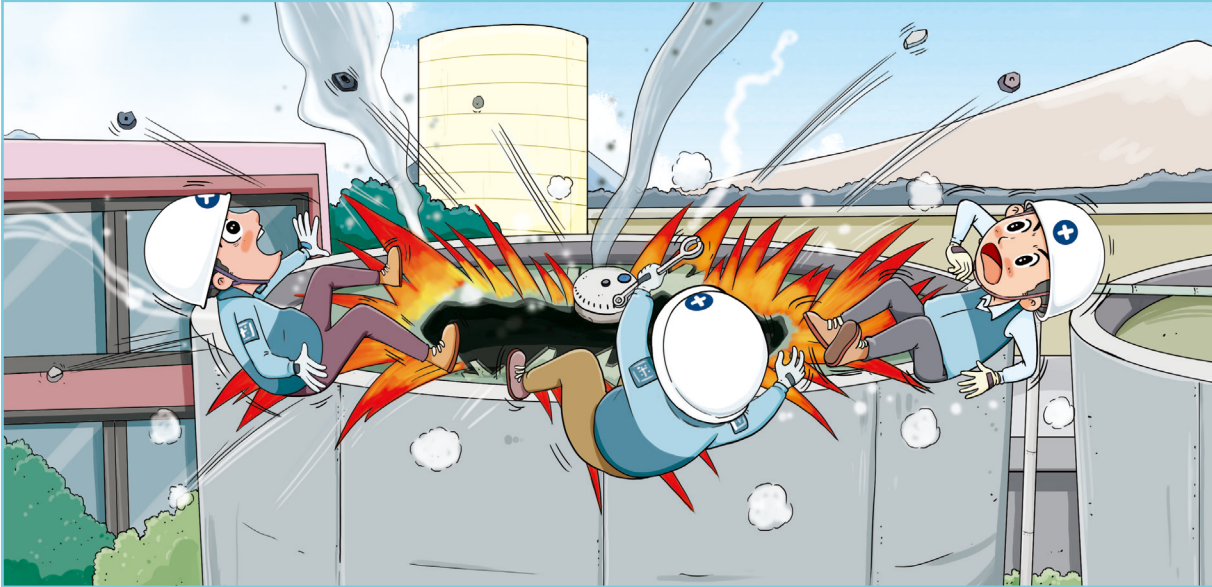




폐수처리설비

2017-교육미디어-1135

재해사례



- 하수처리시설 소화조에 투입하는 음식폐기물 이송배관 부분교체 작업 중 화재·폭발

폐수처리설비

- 다른 공정지역 및 생산설비에 비하여 상대적으로 안전하다는 잘못된 사고(思考)로 인한 관리 소홀과 환경 측면의 유기휘발성물질 규제 강화로 설계, 구조, 시공, 운영상의 안전성 검토 없이 밀폐구조(Roof 등)로 변경되는 추세로 집수조 등 밀폐구조의 내부는 폭발 분위기를 형성할 수 있다. 특히, 제조공정 발생 폐수, 생활폐수, Oily Sewer를 통하여 유입되는 우수(雨水)를 단순 저장한 다음 폐수처리공정으로 이송하는 목적의 집수설비가 특히 안전에 취약하다.

밀폐구조 폐수집수조 화재·폭발 사고



※ 상압 저장탱크 및 공정에서 발생하는 휘발성 유기화합물을 대기로 배출할 경우에는 반드시 VOC 처리설비를 거친 후, 대기로 배출하도록 규제(「대기환경보전법」)

유해·위험 요인

폭발분위기 형성이 쉬운 밀폐구조

- 공정 폐수의 경우 미반응된 인화성 액체 및 생활 하수의 경우 집수조 하부에 축적된 슬러지 층의 혐기 조건에서 발생하는 바이오 가스(메탄, 황화수소, 일산화탄소 등), 공정 내 우수의 유분이 유입되어 축적될 경우 폭발 분위기 형성 가능
- 「환경법」에 의한 휘발성 유기화합물(VOC) 물질의 대기 확산 방지를 위하여 지붕(Roof)을 설치하는 등 밀폐구조가 대부분이다.

유해·위험 요인

집수조 내 VOC 등 위험물 처리설비 미가동 시 위험성 증가

- 회발성 유기과산화물 등 기체 상태의 위험물 처리를 위한 후속 설비인 RTO 등 직접연소, 활성탄을 이용한 흡착, 물 또는 특정 약제를 이용한 흡수·흡착설비 등 처리설비가 가동되지 않는 등 집수조 내 지속적인 배풍 등 환기가 중단될 경우, 집수조 내부는 고농도의 폭발 위험물질로 인한 폭발 분위기 조성이 쉬워 점화원 존재 시 폭발·화재가 발생할 위험이 크다.

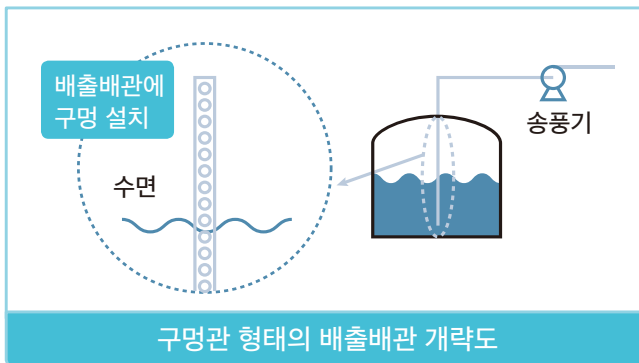
폐수 유입펌프 및 관로 유입 형태에 따른 내부 점화원 존재 가능성이 큼

- 집수조 폐수 이송펌프의 형태, 폐수관로의 집수조 유입 형태에 따라 전기·기계적 점화원이 내부에 존재할 수 있다.
- 집수조 폐수의 후처리공정 이송펌프가 침수형(Submersible motor pump)일 경우 동력 케이블 소손, 케이싱 파손에 의한 전기적 점화원 발생 위험이 있다.
- 수직형 펌프(Vertical pump)의 경우 집수조 내부 기체 상태 부분에 위치한 회전축과 부상(Bushing)의 이상에 의하여 발생된 마찰열 등 기계적 점화원이 존재할 수 있다.
- 공정폐수 등의 유입배관과 집수조 연결 부위의 유입낙차에 의하여 발생된 분출대전, 이송 시 배관 내 마찰 등에 의하여 발생된 유동대전, 교반 등에 의하여 생성된 정전기에 의한 점화원 제공 위험이 높다.

재해 예방대책

폐수집수조(저장조) 내부 인화성 가스 배출방법 개선

- 탄화수소계 유분 등 집수조 내 VOC 폐가스 처리 등 후처리를 위한 배기구가 상부에 위치할 경우 공기보다 큰 비중의 가스는 효율적 배출이 어렵다.
- 상부 구조물 또는 지붕에 연결된 배출배관을 집수조 내 최대 액면 가까이 연장하거나 구멍 가공된 배관을 이용하여 공기보다 무거운 비중의 인화성 유증기 등 집수조 내부에 포집된 휘발성 유기가스를 최대한 배출한다.



- 배출 배관은 집수조 내 최대 액면 가까이 연장하고, 배출 배관 상하 부분은 구멍을 내어 공기보다 무거운 인화성 증기가 쉽게 배출되도록 하여야 한다.

인화성 가스 감지 및 경보설비 설치

- 공정용 폐수 집수조의 내부에 인화성 가스 감지기를 설치하여, 집수조 내부가 폭발하한농도 (LEL)의 25% 이하로 유지되는지를 항상 모니터링 하여야 한다.
- 집수조 외부에 가스감지 경보용 경광등 및 사이렌 등 경보설비를 설치하고, 설정농도 초과 시 신속한 경보를 통해 배풍기 운전여부 확인 및 인근 작업자 대피 유도 등을 하여야 한다.



재해 예방대책



집수조 내 가스검지기 설치



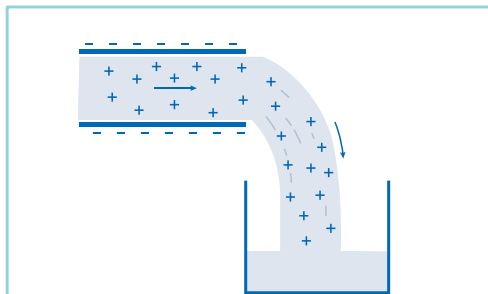
집수조 하부 경광등 설치

충분한 용량의 인화성 증기 이송 배풍기(BLOWER) 설치 및 운영 철저

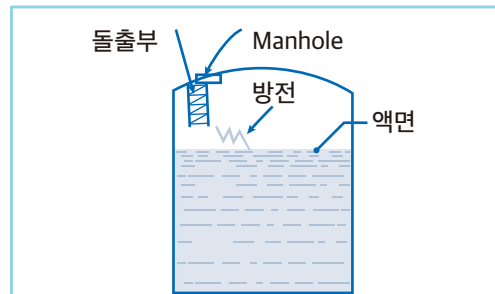
- ⚙️ 집수조 내부 인화성 가스 농도 증가 시 RTO 등 VOC 처리설비 이송을 위한 배풍기 풍량 증가, 공정 발생 VOC 등 유입관로 차단 등 내부 농도 체류 완화를 위한 조치 실시
- ⚙️ 인화성 가스의 대량 유입 등 비상시 내부 환기량 확대를 위한 배풍기(BLOWER)의 풍량 증가 농도 기준을 설정하고, 명확한 비상 대응절차를 마련하거나 기존 절차의 보완
- ⚙️ 인화성 가스의 대량 유입 등 내부 인화성 가스 농도의 급격한 증가 등 비상 시를 대비한 풍량 증가 등 가변운전이 가능토록 충분한 용량의 배풍기(BLOWER)를 확보하고 고장 시를 대비한 Stand-by 설비 필요

집수조 유입관로의 정전기 제거조치

- ⚙️ 집수조 유입배관은 집수조 내 액위가 최저상태에서도 말단부가 가급적 액위 아래에 있도록 침액배관(Dip pipe)으로 설치
- ⚙️ 집수조 유입배관에는 유체 이동 중 발생할 수 있는 정전기 제거용 본딩을 권장



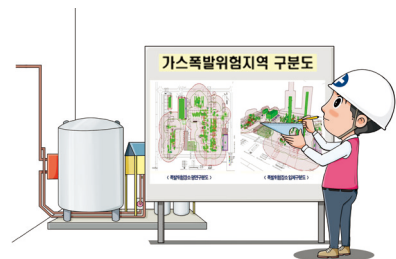
폐수 유입관로 말단부 정전기 발생



집수관 내부축적 정전기의 방전

방폭지역 구분 및 방폭설비 설치

- ⚙️ 공정용 폐수집수조 밀폐 내부와 인화성 물질의 유출과 체류 위험이 있는 지하설비 등 폭발 위험 분위기를 형성할 수 있는 장소는 폭발위험장소로 구분하고 폭발 등급에 적합한 전기 및 계장 설비 설치



풍량 증가 기준 및 대응절차 (예시)

- ⚙️ 풍량 증가 기준 : 집수조 내부 인화성 가스 농도 LEL 20
- ⚙️ 대응절차
 - 저장탱크 및 공정지역 VOC 유입관로 차단밸브 잠금
 - 탱크 및 공정 관련 팀에 VOC 라인 폐쇄 내용 통보
 - 집수조 RTO Blower Damper 최대 개방 또는 인버터식의 경우 회전수 증가
 - RTO 온도 상승 시 Air 공급밸브 개방으로 VOC 농도 조절 등

폐수처리과정 비정상 작업에 대한 '운전작업표준' 제정 또는 보완

- ❁ 환기 팬 가동 정지, 급격한 공정 위험물질의 대량 유입 등 비정상 상태를 대비한 폐수처리시설에 대한 '운전작업표준'을 새로 제정하거나 기존 작업표준의 보완·개정 운영

외주 협력업체 현장 출입 전 교육, 장비 확인 등 관리 강화

- ❁ 작업 전 당일 작업을 위한 외주 협력업체별 안전교육을 강화하고, 위험지역 화기작업 등 위험작업에 대해서는 작업현장에 맞춘 주의 및 준수 사항을 집중 전달
- ❁ 외주 협력업체의 반입 장비를 꼼꼼하게 확인하여 해당 작업에 필요하지 않거나, 안전장치 미부착, 외형 등에 심한 손상이 있는 불안정한 장비는 현장 반입을 원천 차단
- ❁ 전기용접 케이블, 전선 등은 절연피복 상태를 전수 확인하여 절연상태 불량, 도선 노출 부위 등이 있는 경우 즉시 절연테이핑을 하고 전반적인 상태 불량 시 반입 금지
- ❁ 용접, 용단, 절단, 사상 등 화기작업에 따른 불티 비산방지포, 작업에 필요한 개인 보호장구 보유 및 착용 상태도 확인하고 출입 전 전원 착용 등 조치

용접작업 개인보호구(PPE)등



절연장갑



절연소매



차광보호구



차광막



앞치마



발 덮개

폐수처리 및 집수시설에서 화재방지 표준

- ❁ 하수처리장에서 주로 취급하는 생활오폐수가 아닌 산업용 폐수는 성상이 다양하여 특정 하기가 곤란하기 때문에 산업폐수 중 인화성 물질을 포함하고 있는 경우는 아래 기준과 동등하거나 그 이상의 기준 적용이 필요하다고 판단된다.(권고)

생활오폐수 하수처리장의 화재방지 안전기준(NFPA 820 표 4.2)

위치 및 기능	화재폭발위험	환기	폭발 위험장소	NEC 방폭지역	건물 및 구조의 건설재료	화재방지조치
오수, 우수, 폐수 이송펌프	인화성 가스와 부유하는 인화성 액체의 점화	A	전체공간	Division 1	NC, LC 또는 LFS	인화성가스 감지시스템
		B		Division 2		
집수조	인화성 가스와 부유하는 인화성 액체의 점화	A	전체공간	Division 1	NC, LC 또는 LFS	없음
		B		Division 2		

- 환기 A : 미환기 또는 시간당 12회 전체환기 이하, B : 시간당 12회 전체환기
- 건설재료 NC : 불연성, LC : 준불연성, LFS : 난연

화기작업은 모두 동일한 사전 안전조치 및 현장 관리기준 적용

- ❁ 용접(AC/DC아크, Tig, 가스용접 등), 그라인더를 이용한 사상 및 절단 작업 등 불티가 비산되는 모든 작업은 동일한 위험의 화기작업임. 용접 종류 및 작업 형태, 규모에 따라 비산방지포 설치 생략, 소화기 미비치 등 임의 판단에 의한 안전조치의 차등 적용을 금지하고 동일한 작업방법 및 사전 안전조치 적용



관련 법령 및 작성 기준

- KOSHA GUIDE P-148-2015 화학공장 폐수 집수조의 안전조치에 관한 기술지침

※ 해당 자료의 자세한 내용은 공단 홈페이지 ▶ 정보마당 ▶ 법령/지침 ▶ 안전보건 기술지침을 참고하시기 바랍니다.