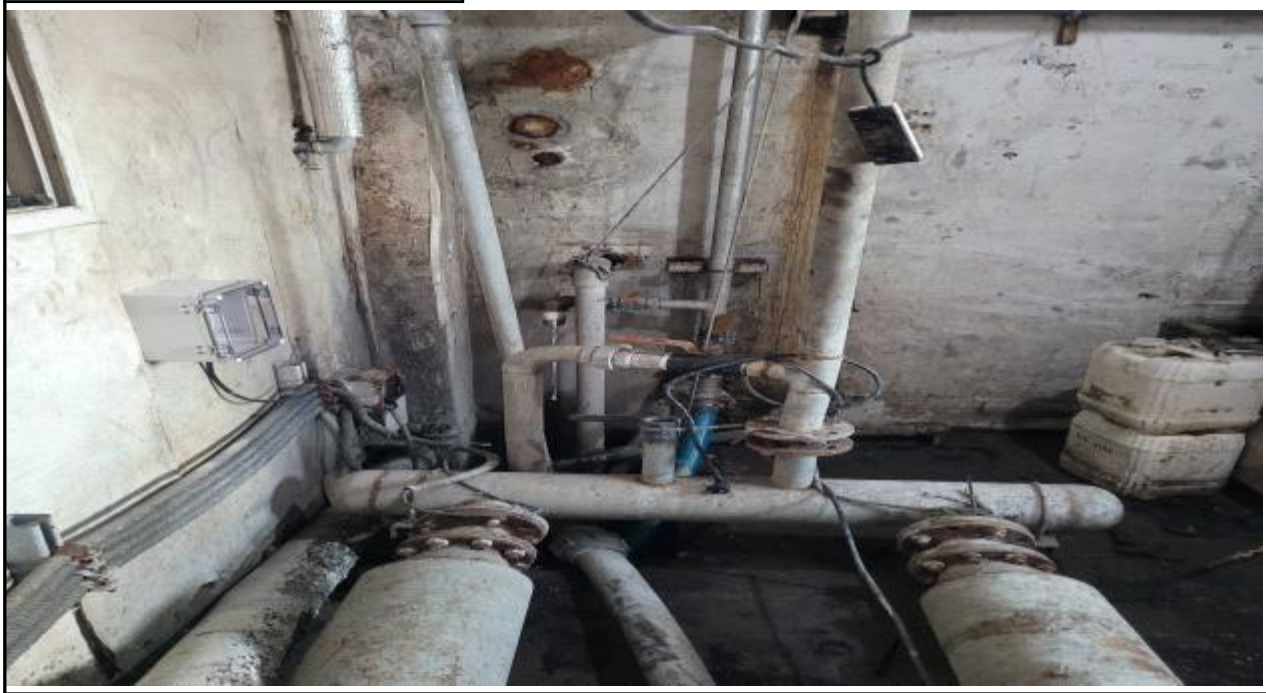
# 김제시 폐수처리장 내 작업 중 황화수소 중독 질식 사고

## 재해개요(실제)

2024.5.27.(수) 15:00 경 전북 김제 시 의 한 종이 공장에서 폐수처리장 내 근로자 지하 슬러지 저장 탱크쪽 수중펌프 고장으로 꺼내는 작업 도중 위로 새어나온 황화수소 가스 흡입으로 인해 1명이 쓰러지고 3명이 두통, 어지러움, 구토 증상으로 병원에 실려가는 사고 발생

## 재해상황(실제)



## 재해발생 원인

○ **황화수소 중독에 의한 질식**
○ **안전보호구 미 착용(송기마스크, 공기호흡기)**

## 재해예방 대책

○ **밀폐공간 작업 프로그램의 수립 이행**
-사업장 내 밀폐공간의 위치 파악 및 관리 방안
-밀폐공간 내 질식·중독 등을 일으킬 수 있는 유해·위험 요인의 파악 및 관리 방안
-밀폐공간 작업 시 사전 확인이 필요한 사항에 대한 확인 절차
-안전보건교육 및 훈련
-그 밖에 밀폐공간 작업 근로자의 건강장해 예방에 관한 사항

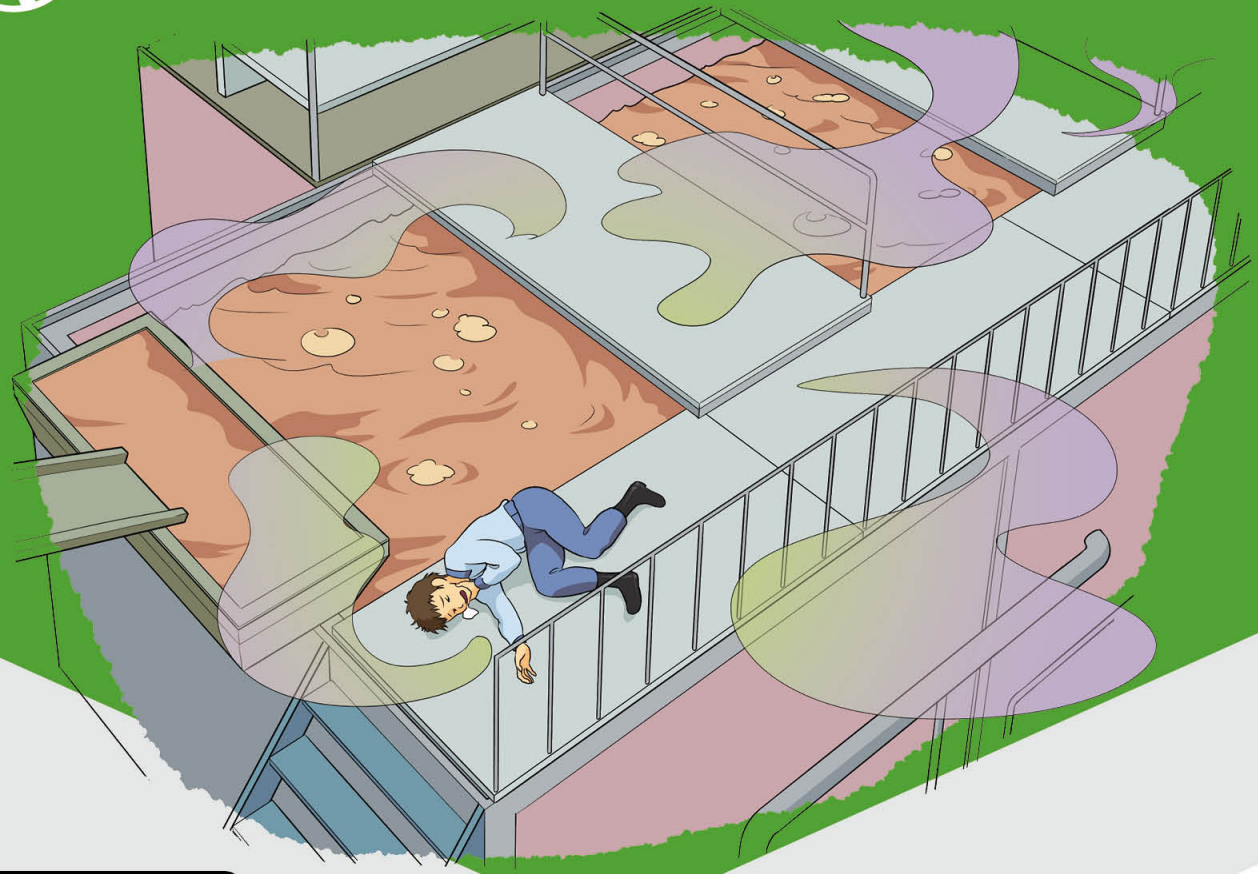
○ **작업 전 중 후 산소 및 유해가스 농도 측정 실시 및 적정 공기유지**
(산소농도 18퍼센트 이상 23.5퍼센트 미만, 이산화탄소 농도 1.5퍼센트 미만, 일산화탄소 농도30피피엠 미만, 황화수소 농도 10ppm 미만)

○ **적정공기상태가 유지되도록 수시 환기 실시(환기휀, 배풍기, 배기구, 송풍기 등 사용)**
○ **안전보호구 지급/착용 실시(안전대, 구명밧줄, 공기호흡기, 송기마스크)**
○ **대피용 기구 비치(섬유로프, 사다리, 삼각대 등)**
○ **관리감독자와 상시 비상연락체계 유지(무전기 등)**
○ **작업장 입구에 감시인 배치 및 필요 시 관리감독자 입회하여 현장 관리감독 실시**

2018-교육미디어-748

중대재해사례 _ 산재사망사고 절반으로 줄입시다!

# 폐수처리장 점검 중 황화수소 중독에 의한 질식



## 재해 개요

폐수처리장 위탁관리업체 근로자 1명이 폐수처리장 건물 내 반응조 작업발판 위에서 반응조에서 발생한 황화수소에 중독되어 사망

## 재해 발생 원인

> 고농도 폐수 유입에 의한 고농도 황화수소 발생

> 슬러지 미제거로 부패에 의한 황화수소 발생

> 분리설비 미운영에 따른 슬러지 퇴적

> 폴리머 사용에 따른 황화수소 증가

> 외기에 의한 부적합한 자연환기

> 밀폐공간 작업 프로그램 수립 · 시행 미실시

## 재해 예방 대책

- 유수분리조 설치를 통한 설계농도 범위내로 폐수 농도 저감
- 부패된 슬러지의 주기적 제거
- 고농도 유기물 분리 설비 설치
- 황화수소가 발생치 않는 화학약품 변경 또는 생물학적 처리 방법 사용
- 지붕 및 벽면에 전체환기용 동력팬 설치하여 환기
- 밀폐공간 작업 프로그램 수립 · 시행

**관련 법령**

산안법, 안전보건기준에 관한 규칙 및 KOSHA Guide 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제618조(정의) ~ 제644조(보호구의 지급 등)
- KOSHA-Guide H-80-2017 (밀폐공간 작업프로그램 시행 및 건강장해 예방 기술지침)

OPEN 공공누리 출처표시 상업용금지 변경금지 공공저작물 자유이용허락

고용노동부 산업재해예방 안전보건공단

# 위험을 보는 것이 안전의 시작!

안전보건 VR 전용관
360vr.kosha.or.kr

## 산소결핍자 발생 시 응급처치 순서 확인!

119 즉시 119 신고

심폐소생술 실시

AED 작동

## 황화수소 제대로 알기!

### 황화수소에 의한 재해 특성 및 인체 영향

* 8시간 작업시 노출기준

| 구분 | 재해특성 | 인체영향 | |
|---|---|---|---|
| | | 농도(ppm) | 건강영향* |
| 황화수소 (H2S 중독) | • 유기물 부패 시 발생된 황화수소는 독성도가 높고 인화성으로 계란 썩는 냄새가 남<br>• 산소농도가 정상이어도 고농도 황화수소에 의한 사망 사고 발생<br>• 작업 중 상시 환기를 해주어야 함<br>• 황화수소의 거품효과: 거품효과란 탄산 캔음료를 흔들어 따면 거품이 넘쳐 나오는 것처럼 폐수를 휘저으면 폐수에 녹아 있던 황화수소가 순간적으로 고농도로 발생 | 10 | - |
| | | 50~100 | 가벼운 자극 (눈, 기도) |
| | | 200~300 | 상당한 자극 |
| | | 500~700 | 의식불명, 사망 |
| | | > 1,000 | 의식불명, 사망 |

- **신경독성 :** 500ppm 이상의 고농도의 황화수소인 경우 순간적으로 의식소실 등이 나타나며, 사망 등의 치명적인 증상이 나타난다.
- **호흡기 :** 황화수소가 100~200ppm의 농도로 되면 후각신경이 마비되어 황화수소에 대한 거부감이 감소되며, 보다 높은 농도의 황화수소에 대한 경계도 저하되어 위험으로부터 탈출할 기회를 잃게 된다.

### 황화수소(H2S) 중독 발생기전

- 몸 속 세포 호흡에 관여하는 미토콘드리아에 붙어 산소 호흡을 방해하는 화학적 질식제
  → 세포에 산소 전달이 안되어 즉사
- 발생메카니즘 : 유기물(C, H, O, N, S) → $SO_4^{2-}$(황산염) + 2C + $2H_2O$ $\xrightarrow{\text{황산염환원세균}}$ $2HCO_3^-$ + $H_2S$↑
- 황화수소는 온도가 높을수록(15 ~ 45℃), 용존산소가 낮을수록, 정체된 공간일수록 발생량이 증가함
- 침전지, 저류조 등의 바닥층(스컴, 퇴적물 등)을 파괴(교반)할 경우 황화수소 발생량이 급속히 증가함




오수, 하수 유입구를 통해 각종 유기물 유입

가스농도 (예측)
산소 21%, 황화수소 0ppm



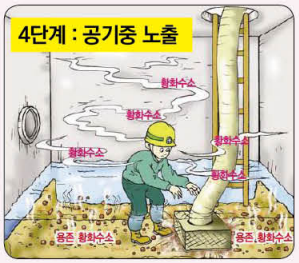

호기성 미생물에 의한 산소소모

가스농도 (예측)
산소 10~20%, 황화수소 1~10ppm




황산염환원세균의 유기물 분해에 의한 황화수소 발생

가스농도 (예측)
산소 10% 미만, 황화수소 10ppm 이상




오니, 슬러지층 등의 교반(파괴)에 의한 용존 황화수소 다량 노출

가스농도 (예측)
산소 10% 미만, 황화수소 300ppm 이상

**우리 공단은 질식재해예방 장비를 무료로 대여해 드리고 있습니다.**

- 대여장비 : 산소 및 유해가스 농도측정기, 환기팬, 송기마스크, 공기호흡기, 구조용삼각대 등
- 대여문의 : 안전보건공단 6개 지역본부 및 21개 지사 **(대표전화 : 1644-4544)**

미디어 현장배송 서비스 media.kosha.or.kr
안전보건자료 다운로드 경로 www.kosha.or.kr ⟶ '안전보건자료실'

고용노동부 산업재해예방 안전보건공단

## 집수조, 침전조, 유량조정조, 정화조, 맨홀 등 질식위험장소에

# 그냥 들어가면 바로 사망!



## 질식의 위험성

1. 질식위험장소 그냥 들어가면 바로 **사망!**
2. 질식위험장소에 **죽은 공기***를 빼내지 않고 그냥 들어가면 바로 **사망!**
   *산소가 부족하거나 황화수소 등 화학적 질식가스가 존재하는 공기
3. **죽은 공기**를 마시면 손쓸 틈도 없이 바로 **사망!**

## 질식사고예방 3대 핵심사항

**죽은 공기에 대한 대처방법!**
**반드시 필수 안전수칙을 지킵시다!**

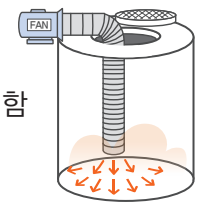
### 1 무단출입금지

- '질식위험장소는 사망할 수 있다'는 사항에 대해 인지 및 출입금지 조치 (사전조치 없이 절대 들어가지 못하게 함)



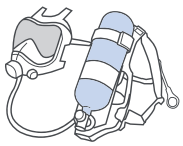

### 2 출입 전·작업 중 충분한 환기

- 죽은 공기는 강제 환기 없이는 잘 안 빠짐
- 반드시 환기팬으로 급기시켜야 함




### 3 구조 시 보호구 착용

- 구조 시, 환기팬 가동이 불가능하면 소방관처럼 반드시 공기호흡기 또는 송기마스크 착용



※ 보호장비 없이는 아무리 급해도 절대로 구조하러 들어가지 말 것

※ 가스농도 측정기를 활용하면 유해가스 농도를 알 수 있습니다.



**질식사고**는 **나쁜사고***입니다.

*충분히 예측 가능하고 반드시 막아야 하는 사고

고용노동부
산업재해예방 안전보건공단

2020-기술총괄본부-314

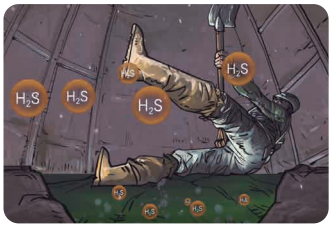
OPEN 공공누리 출처표시 상업용금지 공공저작물 자유이용허락

## 질식재해 사례

### 1 유기물 부패로 인한 황화수소 중독 사망

수산물 가공업체에서 수중모터 점검을 위해 폐수집수조 내부로 들어간 작업자와 구조 위해 들어간 근로자 모두 황화수소 중독 사망 **(4명)**






### 2 미생물 증식으로 인한 산소결핍 질식사망

맨홀 내부로 들어갔던 근로자가 미생물 증식에 의한 산소결핍 **1명 사망**






## 질식위험장소 내 환기 절차

### 1 송풍기에 자바라를 붙여서 입구에서 1m 이상 밀어 넣고

(가급적 작업 위치까지 밀어 넣는 것이 효과적임)





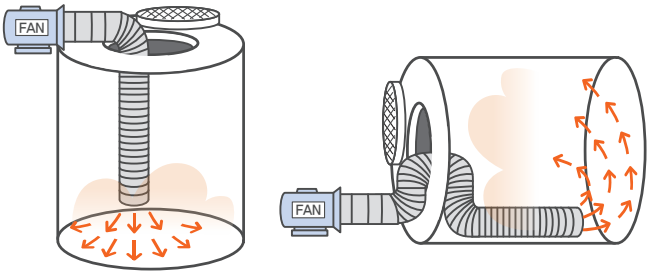
※ 이런 모양의 송풍기면 환기 가능

### 2 작업자가 들어가기 전, 15분 이상 공기를 불어 놓고

(단, 환기시간은 질식위험공간의 체적, 구조, 유해가스 발생량, 환기조건에 따라 달라질 수 있음)

### 3 작업자가 들어간 후, 계속 송풍기를 틀어 놓을 것!

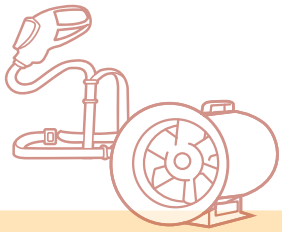
(단, 유해가스 발생량에 따라 필요 송풍기 대수가 증가될 수 있음)




※ 탱크와 같은 밀폐공간은 이렇게 환기하세요.

## 환기팬 등 질식재해예방 장비가 없으시다구요?

우리 공단은 질식사망사고 예방을 위해 **산소·유해가스 농도 측정장비, 환기팬, 송기마스크, 구조용 삼각대 등을 무상으로 대여**해 드리고 있습니다.



홈페이지 (www.kosha.or.kr) 접속 → 사업소개 → 직업건강 – 질식재해예방 장비대여 신청 → 관할구역 선택 → 담당자 유선연락 및 방문 수령

※ QR코드를 스캔하면 안전보건공단 홈페이지로 접속됩니다.

고용노동부 산업재해예방 안전보건공단