



SAFETY TRAINING

밀폐공간 안전교육

질식재해 예방과 비상 대응 실무

위험성 이해

밀폐공간의 정의와 질식재해의 치명적인 특성을 파악하고 경각심을 고취합니다.

비상 대응

사고 발생 시 119 신고 절차를 포함한 올바른 초기 대응 및 대피 요령을 습득합니다.

감시인 역할

감시인의 임무와 금지사항을 숙지하고, 구조장비의 올바른 사용 및 관리법을 배웁니다.

밀폐공간의 정의

환기가 불충분한 상태에서 **산소결핍**, **유해가스**로 인한 건강장애 위험이 있는 장소

❗ 주의: 반드시 사방이 막힌 장소만을 의미하지 않습니다.

위험 공기 발생 원인

- 1 산소 소모 (Oxygen Depletion)**
물질의 산화(녹 발생), 건성유 건조, 호흡
- 2 유해가스 발생 (Toxic Gas)**
미생물 증식, 유기물 부패(황화수소), 연소(일산화탄소)
- 3 가스 치환/누출 (Displacement)**
작업용 불활성가스(질소, 아르곤) 주입, 배관 누출

주요 위험 장소 실제 사례

▶ 이미지 확인



산소결핍의 위험성 (O₂)

- 21% 정상 공기
- 18% 미만 산소결핍 (맥박증가, 두통)
- 10% 이하 의식상실, 구토
- 8% 이하 수분 내 사망 위험

주요 유해가스 독성

황화수소 (H₂S)

계란 썩는 냄새, 오페수 발생



- 10ppm 허용기준
- 100ppm 기도자극
- 500ppm 즉시사망

⚠ 고농도 시 후각 마비

일산화탄소 (CO)

무색/무취, 불안전 연소



- 30ppm 허용기준
- 200ppm 두통/구토
- 1000ppm 의식불명

⚠ 혈액 내 산소운반 방해

질식재해 통계 (치명성)

재해자 중 사망자 비율 (치명률)

1.2%
일반 사고성 재해

52.9%
질식재해
2명 중 1명 사망!

유해인자별 사망자 분포 (최근 10년)



- 황화수소 (28.9%)
- 일산화탄소 (20.5%)
- 불활성가스 (24.1%)
- 산소결핍 (22.9%)

*출처: 고용노동부/안전보건공단 (2010~2019 통계 기준)

1

즉시 조치 (2차 재해 예방)

⊘ 내부 진입 절대 금지
보호구 없는 단독 구조 시도 금지

- ⏻ 관련 설비/전원 즉시 정지
- ↻ 환기팬 작동 상태 유지 및 확인
- 📣 주변 작업자에게 상황 전파

2



119 신고

침착하게 아래 내용을 전달하세요

표준 신고 메시지

“여기는 [주소/상세위치]입니다.”
"밀폐공간(맨홀/탱크)에서 작업자가 쓰러졌습니다."
"의심되는 유해가스는 [황화수소/산소결핍]이며,
구조 대상자는 [0명]입니다. 공기호흡기 등 특수 구조장비가 필요합니다.”

3

전파 및 현장 통제

“1” 내부 비상연락망 가동
관리감독자, 안전관리자, 보건관리자에게 동시 통보

🔒 출입 통제
통제선 설치, 호기심에 의한 접근 차단, 진입로 확보

4

구조대 인계 (정보제공)

구조대 도착 시 핵심 정보를 즉시 전달해야 골든타임을 지킬 수 있습니다.

🌿 가스 농도 측정값 (최근 수치)

👤 내부 인원 수 및 정확한 위치

🔧 내부 구조도 및 위험 요소

5

상황 기록



사고 수습 후 정확한 조사를 위해
신고 시간, 대응 조치, 관련자 등을
육하원칙에 따라 기록합니다.



✔ 필수 임무 (DO)

작업자의 생명을 지키기 위해 반드시 수행해야 합니다.



작업 전 안전 확인

작업허가서 유효성 확인, 산소 및 유해가스 농도 측정 결과 확인, 환기 설비 가동 및 보호구 착용 상태 점검



출입 통제 및 인원 관리

허가받지 않은 외부인 출입 금지, 입·출입 인원 현황판 기록 및 체류 시간 관리



상시 모니터링

작업자와 무전기 등으로 상시 교신 유지, 연속 복합가스 측정기 수치 변화 및 이상 징후 감시



비상 상황 대응

위험 감지 시 즉시 작업 중지 및 대피 지시, 119 신고 및 내부 알림, 외부 구조 장비(원치 등) 작동

⊘ 절대 금지 (DON'T)

사고를 유발하거나 키울 수 있는 위험한 행동입니다.



근무지 이탈

작업자가 밀폐공간 내부에 있는 동안에는 어떠한 경우에도 정해진 감시 위치를 비우지 말 것



한눈팔기 (개인 용무)

스마트폰 사용, 게임, 음악 청취, 낮잠 등 감시 업무 외 다른 행동 금지



충동적 구조 진입

사고 발생 시 보호구 없이 구조를 위해 내부로 직접 뛰어드는 행위 절대 금지 (2차 피해 원인)



임의 인원 교체

관리감독자의 승인 없이 감시인을 변경하거나, 자격 없는 사람에게 감시를 맡기는 행위 금지



필수 보유 장비 목록 (Checklist)



복합가스 측정기

O₂, H₂S, CO, LEL 동시 측정 (작업 전/중 필수)



환기팬 및 덕트

급기/배기용. 작업 장소 깊이까지 덕트 연결



공기호흡기(SCBA)

비상 구조용. 30분 이상 사용 가능 용기



송기마스크

장시간 작업용. 외부 신선 공기 지속 공급



삼각대 및 원치

수직 갭/맨홀 작업자 추락방지 및 구조 인양



무전기

감시인-작업자 간 상시 통신 (밀폐 통신가능 기종)



출입금지 표지판

관계자 외 출입금지 및 위험 경고 게시



방폭 랜턴

어두운 공간 시야 확보 (폭발 방지 구조 필수)

사업장 장비 보유 현황 및 위치

작성일: 2026.02.18

장비명	수량	보관 위치 (상시/비상)	점검 주기	관리 담당자
공기호흡기	2	본관 1층 방재실 캐비닛 A-1	월 1회	홍길동 (안전)
복합가스 측정기	-	{ 위치를 기입하세요 }	{ 주기 }	{ 성명 }
환기팬 및 덕트	-	{ 위치를 기입하세요 }	{ 주기 }	{ 성명 }
송기마스크/삼각대	-	{ 위치를 기입하세요 }	{ 주기 }	{ 성명 }
무전기/비상연락망	-	{ 위치를 기입하세요 }	{ 주기 }	{ 성명 }

배치도 / 사진



이곳에 장비 보관함 위치도 또는
실물 사진을 부착하세요.

주요 점검 포인트

- ✓ 측정기: 센서 작동 및 교정(Calibration) 유효일
- ✓ 공기호흡기: 용기 압력(정상 범위), 면체 손상 여부
- ✓ 배터리: 무전기, 랜턴 등 상시 완충 상태 유지

1



작업계획 및 위험성평가

- ✓ 작업범위, 투입인원, 시간, 방법 확정
- ✓ 질식, 화재폭발, 추락 등 유해위험요인 파악
- ✓ 감시인 배치 및 비상연락체계 수립

2



식별 · 표지 · 차단

- ✓ 밀폐공간 출입금지 표지 부착 확인
- ✓ 유입 배관 블라인드(Blind) 설치
- ✓ 밸브/전원 잠금 및 태그아웃 (LOTO)

3



작업허가서 승인

- ✓ 작업일시, 장소, 내용, 안전조치 기재
- ✓ 관리감독자 및 안전부서장 서명
- ✓ 현장에 허가서 원본 게시

4



산소 및 유해가스 측정

적정 공기 기준 (필수)

산소(O ₂)	18.0 ~ 23.5%
황화수소(H ₂ S)	< 10 ppm
일산화탄소(CO)	< 30 ppm
가연성(LEL)	< 10%

5



환기 (Ventilation)

- ✓ 작업 전 충분한 강제 환기 (급기/배기)
- ✓ 작업 중 상시 환기팬 가동 유지
- ✓ 덕트는 작업 위치 하단부까지 연장

6



장비 및 보호구 점검

- ✓ 공기호흡기(SCBA) 또는 송기마스크 준비
- ✓ 안전대, 구명줄, 삼각대 설치
- ✓ 무전기 통신 상태 및 측정기 배터리 확인

7



비상대응 준비

- ✓ 비상연락망 및 인근 병원 확인
- ✓ 구조용 장비(들것 등) 현장 배치
- ✓ 119 신고 위치/진입경로 설명 준비

8



최종 브리핑 및 출입통제

- ✓ TBM 실시: 작업내용, 위험요인 공유
- ✓ 인원/체류시간 현황판(Board) 기록 시작
- ✓ 허가된 작업자 외 진입 절대 금지



필수 선택 기준

산소결핍/미확인 장소
공기호흡기(SCBA) 또는 송기마스크

일반 방독마스크
절대 사용 금지 (산소 공급 불가)

올바른 착용 순서 (Standard Procedure)

1



보호복

2



안전화

3



안전대

4



호흡구

5



안전모

6



장갑

호흡용 보호구 ※ 생명 직결 장비

종류:
공기호흡기(SCBA), 송기마스크(SAR)

✓ 밀착도 검사 및 양압 작동 확인

추락방지 설비 수직 공간 진입 시 필수

종류:
전신형 안전대(Harness), 구명줄, 삼각대

✓ D링 체결 및 원치 작동 상태 확인

머리 · 안면 보호 낙하물 및 유해물질 비산 방지

종류:
안전모(턱끈 필수), 보안면/고글

✓ 안전모 충격흡수 라이너 확인

신체 보호복 화학물질, 병원균, 오염 방어

종류:
내화학 보호복(Type 3/4), 방수 앞치마

✓ 찢어짐 방지 및 테이핑 밀봉

손 · 발 보호 접촉성 피부염 및 미끄럼 방지

종류:
내화학 장갑, 안전화(토캡/내답판)

✓ 장갑 내화학성 등급 확인

통신 및 조명 어두운 밀폐공간 필수 장비

종류:
방폭형 무전기, 방폭 랜턴/헤드랜턴

✓ 배터리 완충 및 방폭 등급 확인



CASE 01

정화조 청소 중 2차 인명피해

“ 동료가 쓰러지자 구조를 위해 보호장구 없이 진입했다가 2명 모두 사망

⚠️ 사고 원인 (Problem)

- 작업 전 가스측정 및 환기 미실시
- 외부 감시인 부재 및 비상대응 미비
- 황화수소(H₂S) 특성(후각 마비) 간과

📋 예방 교훈 (Solution)

- ✓ 119 우선 신고 후 구조대 대기
- ✓ 외부에서 원치 등 기계적 구조장치 사용
- ✓ 공기호흡기 없이는 **절대 진입 금지**

CASE 02

질소 퍼지 탱크 보수 중 질식

“ 내부를 질소로 치환한 탱크에 산소농도 확인 없이 진입 하여 질식

⚠️ 사고 원인 (Problem)

- 퍼지(Purge) 후 잔류 질소 제거 미흡
- 산소농도 10% 미만 상태 진입
- 작업허가서 및 LOTO 절차 미준수

📋 예방 교훈 (Solution)

- ✓ 불활성가스 사용 설비는 **강제 환기 필수**
- ✓ 작업 중 **연속 산소농도 측정** 실시
- ✓ 작업 전 **안전작업허가 승인 절차** 엄수

CASE 03

갈탄난로 사용 CO 중독 사고

“ 동절기 콘크리트 양생용 갈탄난로 사용 중 일산화탄소 중독

⚠️ 사고 원인 (Problem)

- 밀폐된 공간에서 고체연료(갈탄) 연소
- 일산화탄소(CO) 경보기 미설치
- 환기 설비 없이 장시간 작업

📋 예방 교훈 (Solution)

- ✓ 밀폐공간 내 **내연기관/연소기 사용 금지**
- ✓ 전기 열풍기 등 **유해가스 무배출 장비** 대체
- ✓ 출입 전 **CO 농도 측정** 및 호흡보호구 착용

Summary

밀폐공간 질식재해 예방 3-3-3 안전 수칙



STEP 01

출입 전 3가지 확인

- 1** **작업허가서 승인**
관리감독자의 최종 승인 확인
- 2** **가스농도 측정**
산소 및 유해가스 농도 적합 판정
- 3** **환기 설비 가동**
작업 전 충분한 급·배기 실시



STEP 02

작업 중 3가지 준수

- 1** **감시인 상주 · 교신**
외부 감시인 배치 및 상시 무전
- 2** **연속가스 경보기**
작업자 휴대용 측정기 상시 착용
- 3** **인원 · 시간 관리**
출입 인원 현황판 및 체류시간 준수



STEP 03

비상 시 3가지 행동

- 1** **119 즉시 신고**
위치, 상황, 가스종류 등 구체적 전달
- 2** **외부 구조장치 작동**
삼각대/윈치를 이용해 외부 구조
- 3** **진입 금지 (통제)**
공기호흡기 없이 내부 진입 절대 금지



핵심 숫자 기억하기

산소 (O₂)

18~23.5 %

적정 농도 유지

황화수소 (H₂S)

< 10 ppm

노출 기준 미만

일산화탄소 (CO)

< 30 ppm

시간가중평균(TWA)

가연성가스 (LEL)

< 10 %

폭발 하한계 미만