

밀폐공간 작업 프로그램(매뉴얼) 일부 개정(안)

(2025.1.14.(화), 안전관리팀)

□ 추진배경

- 밀폐공간 작업 시 산소결핍 및 유해가스로 인한 질식재해 등 안전사고 예방을 위해 밀폐공간 작업에 대한 프로그램을 수립·시행하여야 함
 - 밀폐공간 작업 관련 법령 개정 등에 따라, 기존 밀폐공간 작업 프로그램(매뉴얼)을 개정하여 배포하고자 함
- ※ 관련근거: 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제10장 밀폐공간 작업으로 인한 건강장해의 예방

□ 용어정의

- (밀폐공간) 산소결핍, 유해가스로 인한 질식·화재·폭발 등의 위험이 있는 장소(맨홀, 정화조, 집수정, 물탱크 등) [참고1]
 - (밀폐공간 작업 프로그램) 밀폐공간을 보유한 기관이 밀폐공간 안전·보건 관리에 관한 사항과 관리 역할, 작업절차 등을 문서화한 것
- ※ 적용대상: 밀폐공간에서 작업하는 근로자(학내 직원 및 도급 시 수급인)

□ 학내 밀폐공간 작업 현황[붙임2]

- (밀폐공간 작업 장소) 276개소(저수조, 정화조 등)
 - (밀폐공간 작업 대상기관) 11개 기관

□ 개정 주요내용

- (밀폐공간 산소 및 유해가스 농도 측정·평가자에 대한 제한 폐지)
 - (변경내용) 밀폐공간에서의 작업 전 밀폐공간의 산소 및 유해가스 농도를 측정·평가할 수 있는 자를 관리감독자, 안전관리자 등 특정 직책이나 전문기관 등에서 산소 및 유해가스 농도의 측정·평가에 관한 지식과 실무경험이 있는 자로 확대하여 적용
- ※ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조의2
- (긴급 구조훈련 관련 내용 신설)
 - (추가내용) 긴급상황 발생 시 대응을 위한 주기적 훈련 실시 및 관련 서류 보존

○ (작업 허가서 양식 변경)

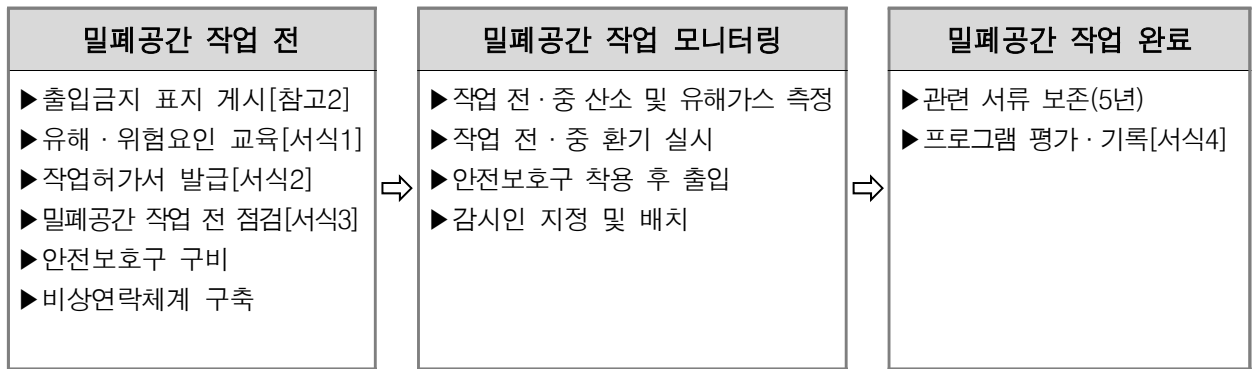
- (변경내용) 밀폐공간 작업 관련 안전조치사항 항목 구체화
- ※ 산소 및 유해가스 농도 측정결과 기재란 추가 등

□ 프로그램 주요내용[붙임1]

○ (밀폐공간 3대 안전수칙)

- 밀폐공간 작업 대상을 파악하고, 작업 시 질식사고 위험성을 사전에 근로자에게 알림
- 작업 전 산소 및 유해가스 농도를 측정하고 안전을 확인한 후 작업하도록 해야 함
- 작업공간이 적정공기 상태가 유지되도록 작업 전·중 충분히 환기해야 함

○ (밀폐공간 작업 프로그램 실시)



※ 밀폐공간 작업 프로그램 관련 서류 원본 기관 보존

□ 기타사항

○ (현장점검) 직원이 직접 밀폐공간에 출입하는 기관을 대상으로 2025. 1월 중 현장점검 예정

※ 대상기관(3): 의과대학(연건캠퍼스 및 시스템면역의학연구소), 그린바이오과학기술연구원, 시설지원과

○ (특별교육)

- (교육대상) 밀폐공간 출입 직원 중 특별교육 미이수자(단기간/간헐적 작업 대상)
- ※ 위 대상자 외 교육 수강 희망자 참석 가능
- (교육일정 및 장소) 2025. 2. 17.(월) 14:00 ~ 16:00, 자연과학대학(26동) B101호
- (교육신청 방법) 2025. 1. 24.(금)까지 [붙임3] 작성 후 담당자 메일 회신

- 붙임 1. 밀폐공간작업 프로그램(매뉴얼) 1부.
2. 밀폐공간 작업장소 및 작업현황 1부(별도첨부).
3. 특별교육 참석 희망자 명단 1부(별도첨부). 끝.

【붙임1】

산소결핍 또는 유해가스로 인한 질식재해 예방을 위한
밀폐공간작업 프로그램(매뉴얼)



2025. 1.

서울대학교 안전관리팀

목 차

I. 개 요	1
II. 밀폐공간 프로그램 조직 및 운영	1
III. 밀폐공간 프로그램 추진절차	3
1. 밀폐공간작업 대상 파악	4
2. 유해·위험요인 관리방안	6
가. 산소 및 유해가스농도 측정	6
나. 밀폐공간에서의 환기	8
다. 보호구의 사용	9
3. 근로자 교육·훈련 실시	10
4. 밀폐공간 작업 모니터링 세부절차	11
(작업 허가서 발급, 출입 전 체크리스트 확인 등)	
5. 프로그램의 평가 및 기록	14
IV. 재해자 발생시 행동요령	15

밀폐공간작업 프로그램(매뉴얼)

(2025.1.14.(화), 안전관리팀)

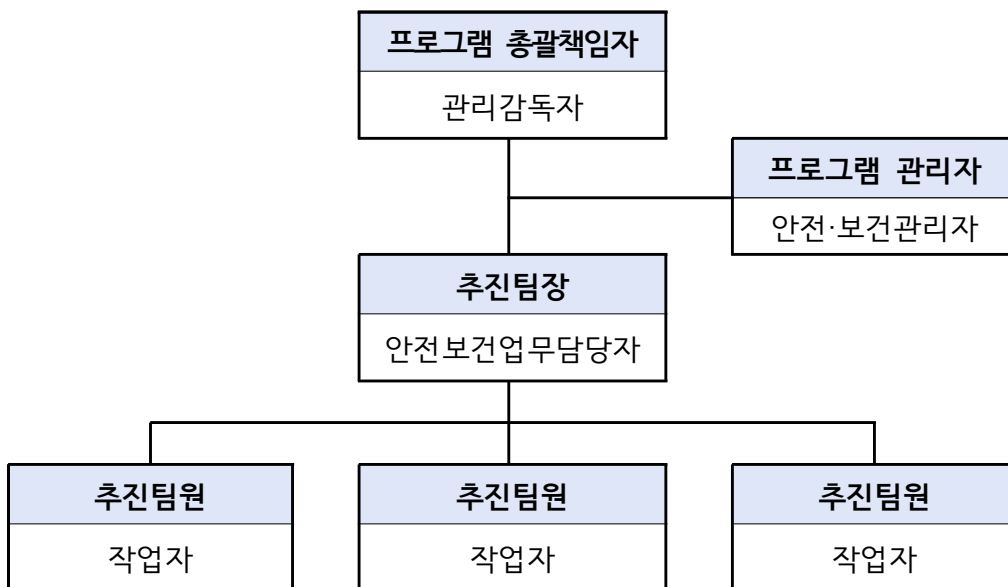
I 개요

- 밀폐공간 정의: 산소결핍, 유해가스로 인한 질식·화재·폭발 등의 위험이 있는 장소
※ [붙임1]「산업안전보건기준에 관한 규칙」 별표18에서 정한 장소 참조
- 적용대상: 밀폐공간에서 작업하는 근로자(학내 직원 및 도급 시 수급인 등)
- 주요내용: 밀폐공간 유해·위험요인 관리 방법, 작업절차 등
- 관련근거
 - 「산업안전보건법 시행령」 제54조(질식 또는 붕괴의 위험이 있는 작업)
 - 「산업안전보건법 시행규칙」 제85조(질식의 위험이 있는 장소)
 - 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제619조 (밀폐공간 작업 프로그램의 수립·시행)

II 밀폐공간 프로그램 조직 및 운영

□ 밀폐공간 프로그램 추진체계

- 밀폐공간 프로그램 추진팀 체계도



※ 밀폐공간 작업 발생 시 기관별 프로그램 추진체계 구성

○ 밀폐공간 프로그램 추진팀 역할

구분	역할
<p>프로그램 총괄책임자 (관리감독자)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 추진팀원의 활동을 지휘·감독 및 운영 • 프로그램의 수립·운영·평가에 관한 사항 결정
<p>프로그램 관리자 (안전·보건관리자)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 안전보건 이행사항 점검 및 지도·조언 • 추진팀원의 활동지도 및 프로그램 관리
<p>추진팀장 (안전보건업무담당자)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 실질적인 프로그램 운영실무 전반 관리 • 교육 및 훈련에 관한 사항을 결정하고 실행 • 밀폐공간 작업 허가서 발급 및 작업 지시·감독 업무 수행 • 추진팀원의 활동 지도 및 프로그램 평가·관리 • 관련 서류 기록·보존
<p>추진팀원 (작업자 등)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 안전장비 및 호흡용 보호구의 사용 등 • 안전보건교육 참석 • 작업 시 안전·보건 준수사항 이행

① 밀폐공간 작업 대상 파악

- 밀폐공간 작업 현황 파악
- 밀폐공간에 출입하지 않고 외부에서 작업하는 방법이 불가능한 공간 파악
- ※ 밀폐공간 출입금지 표지 부착[참고2]

② 유해위험요인 관리방안

- 산소·유해가스 농도 측정
- 밀폐공간에서의 환기 대책
- 보호장구 구비·관리
- 응급처치 및 비상연락체계 구축

③ 근로자 교육·훈련 실시

- 작업 전 안전보건교육[서식1]
- 산소 및 유해가스 농도 측정방법, 위급 시 대처요령, 보호구 사용방법 등
- 긴급 구조훈련

④ 밀폐공간 작업 모니터링

- 밀폐공간 작업허가서[서식2] 발급
- 밀폐공간 작업 전 점검[서식3]
- 감시인 배치 등

⑤ 프로그램 평가

- 프로그램의 평가 및 기록[서식4]

※ 밀폐공간 작업 프로그램은 도급(용역 등) 작업에 대해서도 동일하게 적용

: 수급인이 밀폐공간 작업을 하는 경우, 도급인은 사전에 밀폐공간에 대한 유해위험 정보를 제공하여야 하며, 수급인이 사용하는 근로자가 제공된 정보에 따라 필요한 조치를 받고 있는 지 확인하여야 함

1

밀폐공간 작업 대상 파악

1 학내 밀폐공간 확인

- 밀폐공간 작업 대상 기관: 11개 기관
- 밀폐공간 작업 장소: 276개소(저수조, 정화조 등)

2025.1.13.(월) 기준

연번	관리기관	작업장소	개소	작업내용	작업주기
1	캠퍼스관리과	정화조	168개소	내부청소	월 1회
2	시설지원과	저수조	14개소	내부청소	연 2회
		공동구	39개소	점검	주 1회
3	시흥캠퍼스본부	저수조	4개소	내부청소	연 2회
4	간호대학	저수조 및 고가수조	4개소	내부청소	연 2회
5	의과대학	저수조	9개소	내부청소	연 2회
		정화조	3개소	내부청소	연 1회
		폐수처리장	2개소	수질점검	일일
	의과대학 (연건학생생활관)	공동구	1개소	정기점검	월 1회
		물탱크	2개소	내부청소	연 2회
		정화조	1개소	분뇨수거	연 1회
		집수정	2개소	내부청소	연 1회, 연 2회
	의과대학 (시스템면역의학연구소)	저수조	4개소	내부청소	연 2회
		정화조	1개소	점검	월 1회
오폐수처리시설		2개소	점검	일 1회	
6	치의학대학원	집수정	2개소	순찰/점검	주 3회
		정화조	1개소	청소	연 1회
7	그린바이오과학기술연구원	저수조 및 흡수정	5개소	내부청소	연 2회, 연 1회
		오폐수처리시설 및 오수장	4개소	점검	연 50회
8	실험동물자원관리원	저수조 및 응축수 탱크	2개소	내부청소	연 2회, 연 1회
9	부설고등학교	저수조 및 정화조	2개소	내부청소	연 2회, 연 1회
10	부설여자중학교	저수조	2개소	내부청소	연 2회
11	공과대학	정화조	2개소	방역작업	연 10회

※ 근로자 미출입 밀폐공간(6개소)은 현황 내 미포함(출입금지 조치 및 표지 게시 요청)

② 출입금지 조치

○ 밀폐공간 출입금지 조치 및 표지 게시【참고2】

- 밀폐공간에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지하고 질식위험이 있음을 알리는 표지를 밀폐공간 근처의 보기 쉬운 장소에 게시하여야 함

※ 관련: 산업안전보건기준에 관한 규칙 제622조

- 통상적으로 출입할 필요가 없는 밀폐공간에 대해서는 잠금장치를 채워 출입 제한 조치

[밀폐공간 출입금지 표지(안전보건규칙 별지 제4호서식)]



- (규격) 밀폐공간의 크기에 따라 적당한 규격으로 하되, 최소한 가로 21센티미터, 세로 29.7센티미터 이상으로 한다.
- (색상) 전체 바탕은 흰색, 글씨는 검정색, 위험 글씨는 노란색, 전체 테두리 및 위험 글자 영역의 바탕은 빨간색으로 한다.

1 산소·유해가스농도 측정

○ 내용: 밀폐공간 작업 시 반드시 적정공기 상태를 확인하여야 하며, 측정 시 다음의 사항을 준수하여 측정하고 그 결과를 기록하여 보존함

○ 산소 및 유해가스별 기준농도

- 산소 및 유해가스 농도측정 후 판정기준은 각 측정 위치에서 측정된 최고농도 적용

측정가스	기준농도
산소(O ₂)	18% 이상 23.5% 미만
이산화탄소(CO ₂)	1.5% 미만
일산화탄소(CO)	30ppm 미만
황화수소(H ₂ S)	10ppm 미만

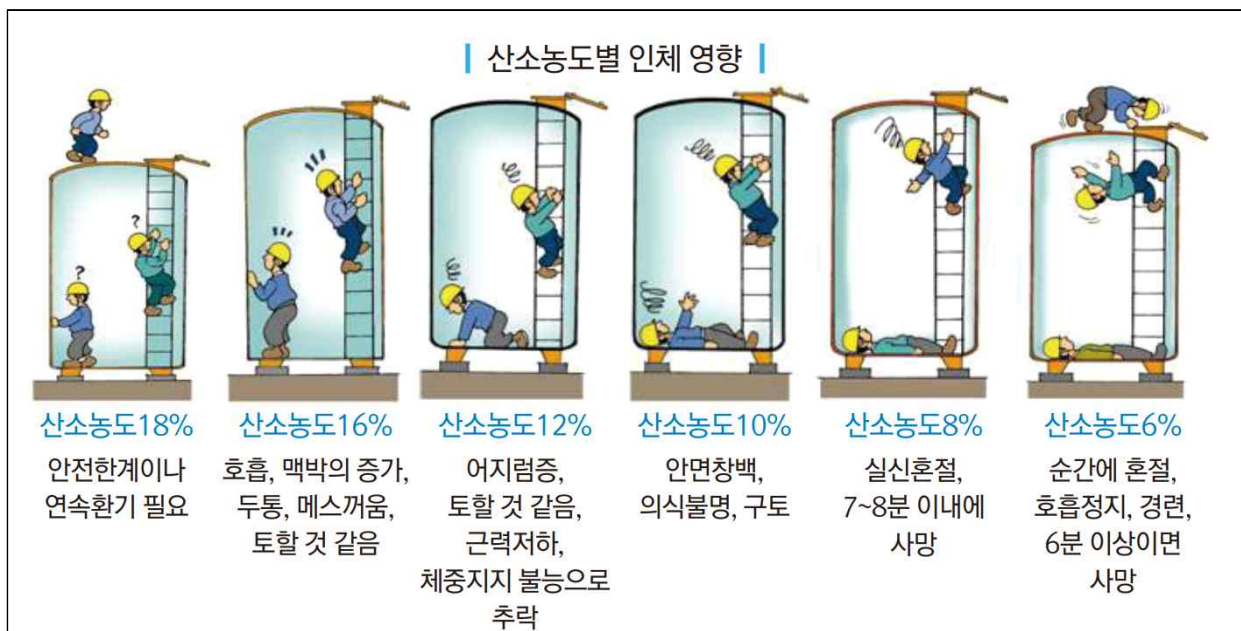
※ 이 외 유해물질의 경우 노출기준 이내인지를 확인

※ 기연성(가스, 증기, 미스트)물질이 있는 경우 폭발하한치(Lower flammable, LFL)의 10% 이내인지를 확인

○ 산소 농도별 인체영향 및 증상

- 산소농도가 18% 미만으로 떨어지면 ‘산소 결핍증’ 을 일으킴

- 특히, 산소농도가 매우 낮은 상황에서는 한 번의 호흡만으로도 순간적으로 폐내 산소분압이 떨어지면서 뇌 활동이 정지되어 의식을 잃게 됨



○ 측정자

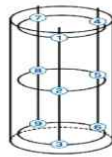
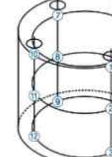
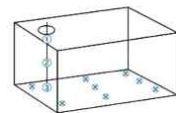
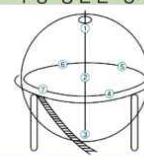
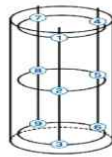
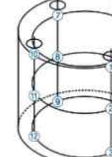
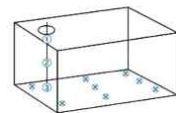
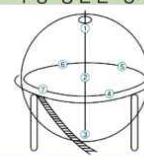
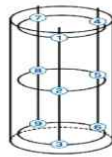
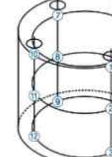
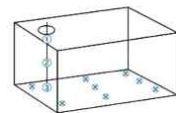
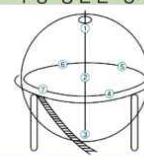
- 밀폐공간의 산소·유해가스 농도의 측정 및 평가에 관한 지식과 실무경험이 있는 자를 지정
- 측정자에 대해 밀폐공간 작업 전 다음사항의 숙지여부 확인 및 필요한 교육 실시

[밀폐공간 작업 전 숙지여부]

- ① 밀폐공간의 위험성
- ② 측정장비의 이상 유무 확인 및 조작 방법
- ③ 밀폐공간 내에서의 산소 및 유해가스 농도 측정방법
- ④ 적정공기의 기준과 평가 방법

※ 밀폐공간 용역업체 선정 시 위 자격요건을 충족하는 자가 측정할 수 있도록 안내 및 확인

○ 산소·유해가스 농도 측정방법

<p>측정방법</p>	<p>- 면적 및 깊이를 고려하여 밀폐공간 내부를 골고루 측정 ※ 작업장소에 대해서 수직방향 및 수평방향으로 각각 3개소 이상</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">좁은 원형 맨홀인 경우</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">넓은 원형 맨홀인 경우</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">원칙적으로 3가지 깊이로 각 3개소 측정</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">전 맨홀의 밑을 3가지 깊이로 측정</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">장방형 공간인 경우</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">구형 공간인 경우</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">우선 맨홀의 바로 밑 ①~③을 측정하고 X는 공기호흡기 등을 장착하고 측정</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">정상의 맨홀 바로 밑 3점과 적도상의 샘플링 구멍을 측정</td> </tr> </table> </div> <p>- 탱크 등 깊은 장소의 농도 측정 시 고무호스나 PVC로 된 채기관을 사용 ※ 채기관은 1m마다 작은 눈금으로, 5m마다 큰 눈금으로 표시</p>	좁은 원형 맨홀인 경우	넓은 원형 맨홀인 경우			원칙적으로 3가지 깊이로 각 3개소 측정	전 맨홀의 밑을 3가지 깊이로 측정	장방형 공간인 경우	구형 공간인 경우			우선 맨홀의 바로 밑 ①~③을 측정하고 X는 공기호흡기 등을 장착하고 측정	정상의 맨홀 바로 밑 3점과 적도상의 샘플링 구멍을 측정
좁은 원형 맨홀인 경우	넓은 원형 맨홀인 경우												
													
원칙적으로 3가지 깊이로 각 3개소 측정	전 맨홀의 밑을 3가지 깊이로 측정												
장방형 공간인 경우	구형 공간인 경우												
													
우선 맨홀의 바로 밑 ①~③을 측정하고 X는 공기호흡기 등을 장착하고 측정	정상의 맨홀 바로 밑 3점과 적도상의 샘플링 구멍을 측정												
<p>측정시기</p>	<p>- 작업 시작 전, 작업 일시 중단 후 재시작 전, 작업 중 수시 측정</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 밀폐공간 작업허가를 받기 전 ② 밀폐공간 작업을 위해 들어가기 전 ③ 일정시간 작업장소를 떠났다가 다시 작업을 시작하기 전(예시: 점심시간 등) ④ 장시간 작업이나 불활성가스 또는 유해가스의 누출·유입·발생 가능성이 있는 경우(수시 또는 일정시간 간격으로 측정, 예시: 2시간) ⑤ 근로자의 건강상태, 환기장치 등에 이상이 있을 때 												
<p>주의사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 측정 시 밀폐공간 내부를 살펴보기 위해 측정자의 머리(호흡기)가 밀폐공간 개구면 안쪽으로 들어가지 않도록 함 - 밀폐공간 내부에서 측정을 해야하는 경우, 공기호흡기 또는 송기마스크 착용 후 측정 - 어두운 밀폐공간 내부 측정을 위해 전등 사용 시, 가연성가스가 차 있을 수 있으므로 방폭구조의 전등을 사용 - 긴급상황을 대비하여 밀폐공간 외부에 감시인 배치 												

2 밀폐공간에서의 환기

○ 환기방법

- ① **작업 시작 전:** 최소 15분 이상(밀폐공간 체적의 10배 이상) 신선한 공기로 환기 후 가스농도 측정
- ② **작업 중:** 적정 공기가 유지되도록 계속 환기(시간당 공기 교환 횟수 20회 이상)
 - ※ 급기(공기를 불어넣음): 토출구를 근로자 머리 위에 위치, 배기(공기를 빼어냄): 유입구를 작업 공간 깊숙이 위치(급기 방식보다는 배기 방식 우선 적용)

○ 작업장소에 따른 환기량

작업장소	환기량
잠함, 압기실 등의 압기공법의 작업실	기관실 및 작업실에 대하여 사전에 환기설비를 이용하여 당해 기적의 5배 이상의 신선한 외부공기로 환기 후 근로자가 작업하는 동안 계속 급기
피트 내부	피트 내를 균일하게 환기하고 적정한 공기가 유지되도록 지속적으로 급기
황화수소가 발생할 우려가 있는 탱크, 보일러 등의 내부	기적의 10배 이상 신선한 공기로 급기한 후 출입하고 작업 동안에는 적정한 공기가 유지되도록 계속하여 급기
탱크 내 퇴적물 제거작업	작업개시 전 탱크 등 용적의 3~5배 이상의 신선한 외부공기를 사용하여 환기 후 출입하고 작업 중에는 계속 환기장치를 가동
기타 밀폐공간	작업개시 전 기적의 10배 이상의 신선한 공기로 급기한 후 출입하고 작업동안에는 적정한 공기가 유지되도록 계속 급기

○ 환기 시 주의사항

- 작업 전 산소 및 유해가스의 농도가 기준농도를 만족할 수 있도록 충분한 환기 실시
- 정전 등에 의한 환기 중단 시에는 즉시 외부로 대피
- 밀폐공간의 환기 시에는 급기구와 배기구를 적절하게 배치하여 작업장 내 환기가 효과적으로 이루어지도록 실시
- 급기구는 작업자에 근접하여 설치
- 이동식 환기장치 사용 시 폭발 위험 구역 내에서는 방폭형 구조를 사용
- 이동식 환기장치의 송풍관은 가급적 구부리는 부위가 적게 하고 용접불꽃 등에 의한 구멍이 나지 않도록 난연 재질을 사용
- 폭발이나 산화 등의 위험으로 환기를 실시할 수 없거나, 작업의 성질상 환기가 매우 곤란한 경우에는 근로자에게 공기호흡기 또는 송기마스크 지급·착용 등 추가적인 보호조치 실시

3 보호장구의 사용

○ 보호장구의 종류

① 호흡용 보호구(공기호흡기 또는 송기마스크)

- 환기를 할 수 없거나 환기만으로 불충분한 경우 반드시 호흡용 보호구 착용 후 출입



[호흡용 보호구의 착용 장소]

- 유해가스가 지속적으로 발생하여 환기만으로 적정공기를 유지하기 힘든 경우
- 탱크, 화학설비, 수도나 도수관 등 구조적으로 충분히 환기가 힘든 경우
- 응급상황이 발생하여 충분히 환기시킬 시간적 여유가 없는 경우

※ 기본적으로 호흡용 보호구를 착용하지 않더라도 작업할 수 있도록 환기를 통해 밀폐공간 내부를 적정 공기 상태로 만드는 것이 중요

② 대피용 기구(안전대와 구명밧줄, 구조용 삼각대 등)

- 밀폐공간 작업 중 산소결핍이나 유해가스로 인하여 추락할 우려가 있는 경우 안전대와 구명밧줄을 착용하고 출입
- 응급상황 발생 시 구조를 위해 구조용 삼각대, 사다리, 섬유로프 등을 구비해야 함

구분	장비명	사용용도	사진
호흡용 보호구	송기마스크 또는 공기호흡기	밀폐공간 내 재해자 구조 시 사용하거나, 환기가 어려운 장소 또는 작업 중 유해가스 발생으로 질식 위험이 있는 경우	
대피용 기구	안전대, 구명밧줄, 구조용 삼각대	재해자 구조용	

○ 보호장구 관리·교육

- 보호장구는 작업 또는 긴급상황 시 즉시 사용 가능한 상태로 유지하여야 함
- 근로자들에게 보호장구 사용방법 등에 관한 충분한 교육 및 훈련 실시
- 작업 시 보호장구 착용 관리·감독

※ 밀폐공간 용역업체 선정 시 해당 장비 구비 여부 확인 필요

① 안전보건교육(특별교육) [서식1]

○ 교육실시자: 기관의 구역장 및 반장(근무경력 3년 이상), 관리감독자

○ 교육대상자: 밀폐공간 작업 근로자

※ 밀폐공간 용역업체 선정 시 수급인이 실시한 특별교육 이수 자료 확인(기관 자체 관리)

○ 교육시간: 16시간 ※ 단기간* 또는 간헐적** 작업인 경우 2시간

* 단기간 작업: 2개월 이내에 종료되는 1회성 작업

** 간헐적 작업: 연간 총작업일수가 60일을 초과하지 않는 작업

○ 교육내용

- 산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항
- 사고 시의 응급처치 및 비상 시 구출에 관한 사항
- 보호구 착용 및 보호 장비 사용에 관한 사항
- 작업내용 · 안전작업방법 및 절차에 관한 사항
- 장비 · 설비 및 시설 등의 안전점검에 관한 사항
- 그 밖에 안전 · 보건관리에 필요한 사항

○ 기타사항: 특별교육 관련 세부내용은 아래 공문 참조

※ 관련: 안전관리팀-2592(2024.10.7.) 특별교육 대상작업 현황 조사 및 교육일지 제출 요청

② 긴급 구조훈련

○ 훈련대상: 밀폐공간 작업 근로자

○ 훈련주기: 6개월에 1회 이상 주기적으로 실시

○ 훈련내용: 긴급상황 발생 시 신속히 대응할 수 있도록 비상연락체계 운영, 구조용 장비의 사용, 공기호흡기 또는 송기마스크의 착용, 응급처치 등에 관한 훈련 실시

○ 보존서류: 기관 자체 훈련 실시 후 결과 기록 및 보존

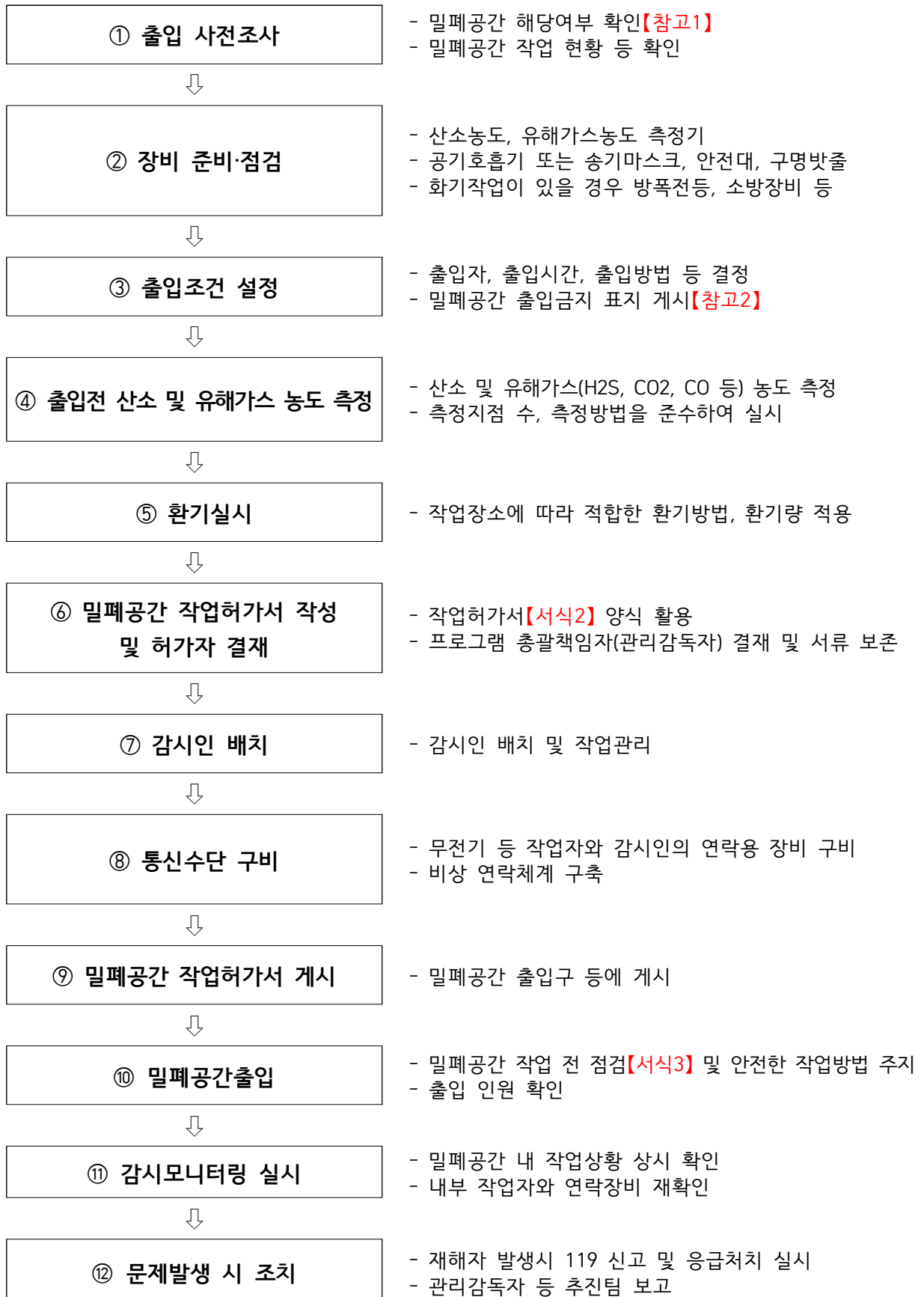
③ 안전한 작업방법 등의 주지

○ 내용: 밀폐공간 작업 시작 전 근로자(감시인 포함)에게 안전하게 작업하는 방법을 알려야 함

※ 유해가스 측정, 환기설비 가동, 보호구 착용, 사고 시 응급조치, 구조요청 절차 등

4

밀폐공간 작업 모니터링 세부절차



① 출입 사전조사

- 밀폐공간 해당 여부 확인 【참고1】
- 밀폐공간에 출입하지 않고 외부에서 작업하는 방법이 불가능한 지 여부 확인
- 밀폐공간 작업장소 및 작업현황(작업내용 및 출입 빈도, 출입 인원 등) 파악
- 밀폐공간 내 유해가스 존재 및 유입·발생 가능성 여부 파악

② 장비 준비·점검

- 기관 구입 혹은 밀폐공간 질식재해 예방 장비 무상대여 시스템* 등 활용
- 산소 및 유해가스 농도 측정기

※ 안전관리팀 문의 시 아래 장비 대여 가능

연번	장비명	보유대수	용도	측정가스
1	복합가스측정기	4ea	산소 및 유해가스 농도측정	CO, CH ₄ , H ₂ S, O ₂
2	이산화탄소측정기	1ea	이산화탄소 농도 측정	CO ₂

- 공기호흡기 또는 송기마스크, 안전대, 구명밧줄 등
- 화기작업이 있을 경우 방폭전등, 소방장비 등

* 고용노동부 One-Call 서비스(1644-8595): 산소·유해가스 측정, 안전교육, 장비대여 등 무상지원 서비스

- 밀폐공간 용역업체 선정 시 해당 장비 소지 유무 확인

③ 출입조건 설정

- 출입자(특별교육 이수 여부 확인), 출입시간, 출입방법 등 결정
- 밀폐공간 출입금지 조치 및 표지 게시 【참고2】
- 산소결핍, 질식, 화재·폭발 등을 일으킬 수 있는 기체가 유입될 수 있는 배관 등에는 밸브나 콕을 잠그거나 차단판을 설치하고 잠금장치 및 임의 개방을 금지하는 경고표지 부착

④ 출입전 산소 및 유해가스 농도 측정

- 작업 시작 전, 작업 일시 중단 후 재시작 전, 작업 중 수시 측정
- 측정 지점수, 측정방법 등을 준수하여 실시

⑤ 환기실시

- 작업장소에서 적절한 공기가 유지되도록 환기를 실시한 후 작업을 하며, 작업공간 내에서 유해가스가 지속적으로 발생하는 경우에는 계속적으로 환기 실시

⑥ 밀폐공간 작업 허가서 발급

- 작업수행 전 밀폐공간 작업허가서 【서식2】 발급 후 작업 시행

※ 밀폐공간 작업허가서는 매 작업마다 별도로 발급(동일한 작업장소 포함)

- 밀폐공간 작업허가서는 해당 밀폐공간작업이 종료될 때까지 해당 작업장의 출입구에 근로자 볼 수 있도록 게시하여야 함

※ 작업허가서 원본은 내부결재 후 5년간 보존(향후 안전보건 관계 법령 이행 점검 예정)

⑦ 감시인 배치

- 밀폐공간에 근로자를 종사하도록 할 때에는 상시 작업상황을 감시할 수 있는 감시인을 지정하여 밀폐공간 외부에 배치해야 함

⑧ 통신수단 구비

- 무전기 등 작업자와 감시인의 연락용 장비 구비
- 비상연락체계 구축

⑨ 밀폐공간 작업허가서 게시

- 작업 종료시까지 밀폐공간 출입구 등에 게시

⑩ 밀폐공간 출입

- 밀폐공간 출입 전 점검사항 체크 【서식3】
- 밀폐공간 작업 시작 전 근로자에게 안전한 작업방법 등 주지
- 근로자를 밀폐공간에 입장시킬 때와 퇴장시킬 때마다 인원 점검

⑪ 감시모니터링 실시

- 밀폐공간 내부와 외부 사이에 상시 연락할 수 있는 장비 및 설비 재확인
- 감시인은 밀폐공간 내 작업근로자가 이상이 있을 경우 구조요청 등 필요한 조치 후 즉시 기관 관리감독자에게 보고

⑫ 문제발생 시 조치

- 재해자 발생 시 119 신고
- 재해자에 대한 응급처치 실시(인공호흡, 심폐소생술 등)
- 관리감독자 등 프로그램 추진팀에 보고

5

프로그램의 평가 및 기록

○ 프로그램 적정성 평가

- 밀폐공간 작업 후 프로그램 수행결과에 대하여 적정성을 평가하고, 필요 시 적절한 조치 시행

○ 프로그램 평가 항목

- 밀폐공간 허가절차의 적정성
- 산소 및 유해가스 농도 측정방법 및 결과의 적정성
- 환기대책 수립의 적합성
- 공기호흡기 등 보호구의 선정, 사용 및 유지관리의 적정성
- 응급처치체계 적정 여부
- 근로자에 대한 교육, 훈련의 적정성 등

○ 프로그램에 대한 평가는 프로그램 평가표【서식4】를 활용하여 평가하고 전체 평가결과에 대한 판정은 우수, 양호, 보통, 미흡, 불량 5단계로 구분

[프로그램 평가결과에 대한 판정기준표]

평가결과	점수범위	평가결과의 "0" 판정수
우수	90점 이상	20개 이상
양호	80점 이상~90점 미만	18~19개
보통	70점 이상~80점 미만	16~17개
미흡	60점 이상~70점 미만	14~15개
불량	60점 미만	13개 이하

○ 프로그램의 기록 보관

- 프로그램을 수립·시행한 경우에는 해당 프로그램을 문서로 작성하여 보관
- 프로그램 기록사항
 - 밀폐공간 작업허가서
 - 산소 및 유해가스 농도 측정결과
 - 환기대책 수립의 세부내용
 - 보호장구 지급, 착용 상태
 - 밀폐공간 작업 프로그램 평가 자료 등

IV

재해자 발생시 행동요령

□ 재해자 발생 시 구조절차



※ 심폐소생술 시행방법 【참고3】

※ 밀폐공간에서 근로자를 구출하는 작업을 하는 경우 공기호흡기 또는 송기마스크 반드시 착용

- 【서식】 1. 안전보건 교육일지(특별교육) 1부.
 2. 밀폐공간 작업허가서 1부.
 3. 밀폐공간 출입 전 체크리스트 1부.
 4. 밀폐공간 프로그램 평가표 1부.

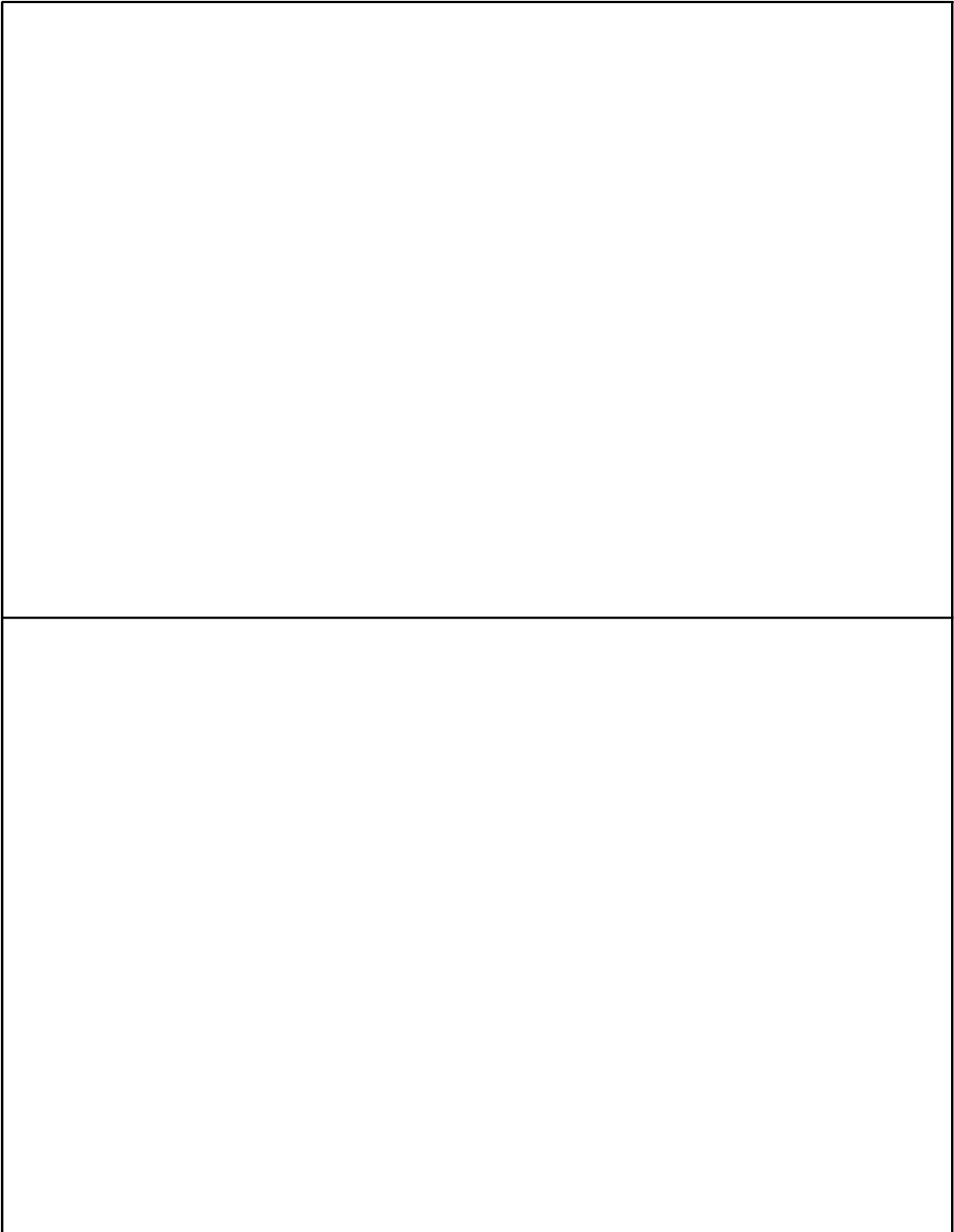
- 【참고】 1. 밀폐공간의 정의 1부.
 2. 밀폐공간 출입금지 표지 1부.
 3. 심폐소생술 시행방법 1부.
 4. 밀폐공간 질식사고 사례 1부. 끝.

안전보건 교육일지

작성일: 2025. . . ()

교육구분	<input type="checkbox"/> 정기교육 <input checked="" type="checkbox"/> 특별교육(대상작업번호: 34)						
	<input type="checkbox"/> 작업내용 변경시의 교육 <input type="checkbox"/> 기타 () 교육						
	<input type="checkbox"/> 채용 시의 교육						
교육시간	00 : 00 ~ 00 : 00 () 시간						
교육인원	구분	계	남	여	교육미 실시 사유		
	교육 대상자수						
	교육 실시자수						
	교육 미 실시자수						
교육과목	34. 밀폐공간에서의 작업						
교육 실시자 및 장소	성명	직책	교육 실시 장소	비고			
교육내용	교육 내용 상세히 작성						
특기사항							
안전교육 참석자 명단							
NO	성명	직책	서명	NO	성명	직책	서명

교육 사진



서식2

밀폐공간 작업허가서

안전작업 허가서		<input type="checkbox"/> 화기작업 <input type="checkbox"/> 중량물작업 <input checked="" type="checkbox"/> 밀폐공간작업 <input type="checkbox"/> 고소작업 <input type="checkbox"/> 굴착작업 <input type="checkbox"/> 전기작업 <input type="checkbox"/> 기타작업			
신청부서 (기관/업체명)		직책		성명	(서명)
허가요청기간	년 월 일, : ~ :				
작업내용			작업장소		
장비투입			작업인원		
작업별 사전체크 항목 『안전조치 사항』					
화기작업		굴착작업		밀폐공간작업	
1. 불꽃, 불티 비산방지조치		1. 전기동력선 안전한 배치조치		1. 산소 및 유해가스 측정 * 산소 18~23.5%, 이산화탄소 1.5% 미만, 일산화탄소 30ppm 미만, 황화수소 10ppm 미만 * 측정결과: 산소(%), 이산화탄소(%), 일산화탄소(ppm), 황화수소(ppm)	
2. 압력조정기 부착 및 작동 상태		2. 제어용 케이블의 안전성 유무		2. 안전보건교육 실시	
3. 주위 인화성물질을 제거 상태		3. 지하배관의 파악 여부		3. 감시인 배치	
4. 소화기 배치 유무		4. 출입금지 표지판 설치		4. 환기시설 설치 및 환기 실시	
5. 전격방지기의 정상 가동 상태		5. 연락수단의 적정 유무		5. 출입금지 표지판 설치	
6. 작업장소 환기		6. 개인보호구 착용 상태		6. 연락수단(전화 또는 무선기기) 구비	
7. 가연성 및 독성가스농도 측정		7. 작업장 주변 정리정돈 상태		7. 공기호흡기 또는 송기마스크 비치	
8. 화재감시자 배치		8. 작업자의 자격 여부 확인 상태		8. 안전장비(안전대, 구명밧줄 등) 구비	
고소작업		중량물작업		전기작업	
1. 2인 1조 작업 유무		1. 감독자 지정 및 상주 여부		1. 작업안내 표지판 설치	
2. 추락위험 방호망 구비 상태		2. 로프의 상태(파단 및 소손)		2. 작업자의 자격 여부	
3. 사다리의 파손 여부		3. 작업 신호자 지정 여부		3. 접지 및 방전 여부	
4. 이동식 비계 안전인증 유무		4. 적재물 이동 경로의 적정성		4. 정전작업 전로 개폐 시건	
5. 작업지지대의 작동 상태		5. 관계자 외 출입통제 조치		5. 기타 조치사항	
6. 안전모 착용 상태					
7. 안전대(2m 이상 시)착용 상태					
요청부서(업체) 요청사항					
작업관리 부서 (협력업체 포함)	확인사항	<input type="checkbox"/> 현장 확인 결과 이상없음 <input type="checkbox"/> 보완사항 보완 후 작업(내용 :)			
	확인자	소속	직책	성명	
허가관리 부서 (안전보건 주관부서 또는 작업주관부서)	허가내용				
	허가자 (관리감독자)	소속	직책	성명	
				(인)	
				(인)	

- ※ 작업관리 부서: 학내 근로자 작업 시 근로자 소속 기관 / 도급작업 시 수급인(용역업체 등)
- ※ 허가관리 부서: 학내 근로자 작업 시 근로자 소속 기관 / 도급작업 시 도급인(해당 기관)

서식3

밀폐공간 출입 전 체크리스트

구분	점검항목	점검결과	비고				
사전 점검사항	작업허가서에 기재된 내용을 충족하고 있는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오					
	밀폐공간 출입자가 안전한 작업방법 등에 대한 사전교육을 받았는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오					
	감시인에게 각 단계의 안전을 확인하게 하며 작업수행 중 상주토록 조치하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오					
	입구의 크기가 응급상황 시 쉽게 접근하고 빠져나올 수 있는 충분한 크기인가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오					
	밀폐공간 내 유해가스 존재 여부 대한 사전 측정을 실시하였는가? ※ 산소 및 유해가스 농도 측정 결과 아래 기재	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오					
	화재·폭발의 우려가 있는 장소인가? 해당 시 방폭형 구조장비는 준비되었는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오					
	보호구, 응급구조체계, 구조장비, 연락·통신장비, 경보설비 등 정상 여부를 점검하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오					
작업 중 유해가스의 계속 발생으로 가스농도의 연속측정이 필요한 작업인가? ※ 해당 시 일정시간 간격으로 측정 후 측정 결과 아래 기재	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오						
가스 농도측정	농도측정					허가기준 공기농도	
	측정시간	산소	이산화탄소	일산화탄소	황화수소	비고	- 산소(O ₂): 18%~23.5%미만 - 이산화탄소(CO ₂): 1.5%미만 - 일산화탄소(CO): 30ppm미만 - 황화수소(H ₂ S): 10ppm미만 - 가연성가스(메탄 등): LEL의 10%미만
특별조치 필요사항 :							

서식4

밀폐공간 작업프로그램 평가표(예시)

작업내용		작업자	
작업위치		작업일시	
특이사항			

구분	번호	평가항목	평가 (O, X)
밀폐공간 허가	1	밀폐공간 작업장소 보유현황 및 위치 등에 대한 자료가 작성되어 있는가?	
	2	밀폐공간 출입 시 작업허가서를 작성하여 발급 받았는가?	
	3	작업허가서는 규정 양식을 사용하여 올바르게 작성되었는가?	
	4	프로그램 추진팀(장)은 작업허가서를 적법한 절차에 의해 발급하였는가?	
산소 및 유해가스 농도측정	5	산소 및 유해가스 농도 측정대상 물질은 적정하게 선택되었으며 측정 시 누락된 물질은 없는가?	
	6	측정장비의 신뢰성(교정 등)은 확보되었는가?	
	7	측정 지점 수, 측정 방법 등은 정해진 규정을 준수하였는가?	
	8	측정 결과에 대한 판정은 적절하게 이루어졌는가?	
환기대책	9	밀폐공간 작업장소에 따라 적합한 환기 방법, 환기량 선정 등 환기 대책은 적절하게 수립되었는가?	
	10	환기팬의 점검은 주기적으로 실시하였는가?	
보호구 선정 및 사용	11	보호구의 종류 및 수량은 충분한가?	
	12	보호구의 보유 수량은 작성되어 있는가?	
	13	작업에 따라 적합한 보호구가 선정되어 사용되었는가?	
	14	보호구에 대한 주기적 청소, 점검 등을 실시하는가?	
응급처치	15	응급상황 발생시 비상연락을 위한 체계는 구축되어 있는가?	
	16	응급전화, 무전기 등의 통신장비는 구비되어 있는가?	
교육 및 훈련의 적정성	17	밀폐공간 작업자에게 교육을 실시하고 있는가?	
	18	관련 교육을 실시하는 경우 교육내용 등을 기록하고 보존하는가?	
	19	교육내용, 자료 등은 적절하며 최신성을 유지하고 있는가?	
	20	교육받은 자는 교육내용을 충분히 숙지하여 작업에 올바르게 적용하고 있는가?	

기관명:

관리감독자: (인)

안전보건업무담당자: (인)

※ 밀폐공간 작업 프로그램 관련 서류 원본 기관 보관

■ 산업안전보건기준에 관한 규칙 [별표 18] <개정 2023. 11. 14.>

밀폐공간(제618조제1호 관련)

1. 다음의 지층에 접하거나 통하는 우물·수직갱·터널·잠함·피트 또는 그밖에 이와 유사한 것의 내부
 - 가. 상층에 물이 통과하지 않는 지층이 있는 역암층 중 함수 또는 용수가 없거나 적은 부분
 - 나. 제1철 염류 또는 제1망간 염류를 함유하는 지층
 - 다. 메탄·에탄 또는 부탄을 함유하는 지층
 - 라. 탄산수를 용출하고 있거나 용출할 우려가 있는 지층
2. 장기간 사용하지 않은 우물 등의 내부
3. 케이블·가스관 또는 지하에 부설되어 있는 매설물을 수용하기 위하여 지하에 부설한 암거·맨홀 또는 피트의 내부
4. 빗물·하천의 우수 또는 용수가 있거나 있었던 통·암거·맨홀 또는 피트의 내부
5. 바닷물이 있거나 있었던 열교환기·관·암거·맨홀·둑 또는 피트의 내부
6. 장기간 밀폐된 강재(鋼材)의 보일러·탱크·반응탑이나 그 밖에 그 내벽이 산화하기 쉬운 시설 (그 내벽이 스테인리스강으로 된 것 또는 그 내벽의 산화를 방지하기 위하여 필요한 조치가 되어 있는 것은 제외한다)의 내부
7. 석탄·아탄·황화광·강재·원목·건성유(乾性油)·어유(魚油) 또는 그 밖의 공기 중의 산소를 흡수하는 물질이 들어 있는 탱크 또는 호퍼(hopper) 등의 저장시설이나 선창의 내부
8. 천장·바닥 또는 벽이 건성유를 함유하는 페인트로 도장되어 그 페인트가 건조되기 전에 밀폐된 지하실·창고 또는 탱크 등 통풍이 불충분한 시설의 내부
9. 곡물 또는 사료의 저장용 창고 또는 피트의 내부, 과일의 숙성용 창고 또는 피트의 내부, 종자의 발아용 창고 또는 피트의 내부, 버섯류의 재배를 위하여 사용하고 있는 사일로(silo), 그 밖에 곡물 또는 사료종자를 적재한 선창의 내부
10. 간장·주류·효모 그 밖에 발효하는 물품이 들어 있거나 들어 있었던 탱크·창고 또는 양조주의 내부
11. 분뇨, 오염된 흙, 썩은 물, 폐수, 오수, 그 밖에 부패하거나 분해되기 쉬운 물질이 들어있는 정화조·침전조·집수조·탱크·암거·맨홀·관 또는 피트의 내부
12. 드라이아이스를 사용하는 냉장고·냉동고·냉동화물자동차 또는 냉동컨테이너의 내부
13. 헬륨·아르곤·질소·프레온·이산화탄소 또는 그 밖의 불활성기체가 들어 있거나 있었던 보일러·탱크 또는 반응탑 등 시설의 내부
14. 산소농도가 18퍼센트 미만 또는 23.5퍼센트 이상, 이산화탄소농도가 1.5퍼센트 이상, 일산화탄소농도가 30피피엠 이상 또는 황화수소농도가 10피피엠 이상인 장소의 내부
15. 갈탄·목탄·연탄난로를 사용하는 콘크리트 양생장소(養生場所) 및 가설숙소 내부
16. 화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크의 내부
17. 유해가스가 들어있던 배관이나 집진기의 내부
18. 근로자가 상주(常住)하지 않는 공간으로서 출입이 제한되어 있는 장소의 내부

■ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제622조(출입의 금지)

- 밀폐공간 근처의 보기 쉬운 장소에 밀폐공간 출입금지 표지를 게시하여 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지하고, 근로자는 사업주의 허락 없이 출입해서는 아니 됨



산업안전보건기준에 관한 규칙 [별지 제4호 서식]

- 규격: 밀폐공간의 크기에 따라 적당한 규격으로 하되, 최소한 가로 21센티미터, 세로 29.7센티미터 이상으로 한다.
- 색상: 전체 바탕은 흰색, 글씨는 검정색, 위험 글씨는 노란색, 전체 테두리 및 위험 글자 영역의 바탕은 빨간색으로 한다.

참고3

심폐소생술 시행방법

STEP 01 ●



반응의 확인

현장의 안전을 확인한 뒤에 환자에게 다가가 어깨를 가볍게 두드리며, 큰 목소리로 "여보세요, 괜찮으세요?" 라고 물어본다. 의식이 있다면 환자는 대답을 하거나 움직이거나 또는 신음 소리를 내는 것과 같은 반응을 나타낸다. 반응이 없다면 심정지의 가능성이 높다고 판단해야 한다.

STEP 02 ●

119신고

환자의 반응이 없다면 즉시 큰 소리로 주변 사람에게 119 신고를 요청한다.
주변에 아무도 없는 경우에는 직접 119에 신고한다. 만약 주위에 심장충격기(자동제세동기)가 비치되어 있다면 즉시 가져와 사용해야 한다.



STEP 03 ●



호흡 확인

쓰러진 환자의 얼굴과 가슴을 10초 이내로 관찰하여 호흡이 있는지를 확인한다.
환자의 호흡이 없거나 비정상적이려면 심정지가 발생한 것으로 판단한다.
일반인은 비정상적인 호흡 상태를 정확히 평가하기 어렵기 때문에 응급 의료 전화상담원의 도움을 받는 것이 바람직하다.

STEP 04 ●

가슴압박 30회 시행

환자를 바닥이 단단하고 평평한 곳에 등을 대고 눕힌 뒤에 가슴뼈(흉골)의 아래쪽 절반 부위에 깍지를 낀 두 손의 손바닥 뒤꿈치를 댄다.
손가락이 가슴에 닿지 않도록 주의하면서, 양팔을 똑 편 상태로 체중을 실어서 환자의 몸과 수직이 되도록 가슴을 압박하고, 압박된 가슴은 완전히 이완되도록 한다. 가슴 압박은 성인에서 분당 100~120회의 속도와 약 5cm 깊이(소아 4~5 cm)로 강하고 빠르게 시행한다. '하나', '둘', '셋', ..., '서른'하고 세어가면서 규칙적으로 시행하며, 압박된 가슴은 완전히 이완되도록 한다.



STEP 05 ●



인공호흡 2회 시행

환자의 머리를 젖히고, 턱을 들어 올려 환자의 기도를 개방시킨다. 머리를 젖혔던 손의 엄지와 검지로 환자의 코를 잡아서 막고, 입을 크게 벌려 환자의 입을 완전히 막은 후 가슴이 올라올 정도로 1초에 걸쳐서 숨을 불어넣는다. 숨을 불어넣을 때에는 환자의 가슴이 부풀어 오르는지 눈으로 확인한다. 숨을 불어넣은 후에는 입을 떼고 코도 놓아주어서 공기가 배출되도록 한다. 인공호흡 방법을 모르거나, 꺼려지는 경우에는 인공호흡을 제외하고 지속적으로 가슴압박만을 시행한다. (가슴압박 소생술)

STEP 06 ●

가슴압박과 인공호흡의 반복

이후에는 30회의 가슴압박과 2회의 인공호흡을 119 구급대원이 현장에 도착할 때까지 반복해서 시행한다.
다른 구조자가 있는 경우에는 한 구조자는 가슴압박을 시행하고 다른 구조자는 인공호흡을 맡아서 시행하며, 심폐소생술 5주기(30:2 가슴압박과 인공호흡 5회)를 시행한 뒤에 서로 역할을 교대한다.



STEP 07 ●



회복자세

가슴압박 소생술을 시행하던 중에 환자가 소리를 내거나 움직이면, 호흡도 회복되었는지 확인한다. 호흡이 회복되었다면, 환자를 옆으로 돌려 놓겨 기도(숨길)이 막히는 것을 예방한다.
그 후 환자의 반응과 호흡을 관찰해야 한다. 환자의 반응과 정상적인 호흡이 없어진다면 심정지가 재발한 것이므로 신속히 가슴압박과 인공호흡을 다시 시작한다.

□ 오폐수처리시설, 정화조, 축산분뇨 처리시설 등

(1) 양돈 분뇨 이송배관 청소작업 (사망 1명)

- 2023년 9월 양돈농장에 막힌 분뇨 이송 배관을 뚫는 작업 중 황화수소 중독으로 1명 사망

(2) 분뇨처리 정화조 내부 청소작업 (사망 1명)

- 2023년 7월 정화조 청소(분뇨수거처리)를 위해 지하공간(깊이 약 4m)에 위치한 정화조에 진입하는 과정에서 산소결핍으로 1명 사망

(3) 양돈 분뇨 집수정 배관 청소작업 (사망 2명)

- 2022년 9월 양돈농장에서 집수정 배관작업 중 황화수소에 중독으로 2명 사망

(4) 사업장 내 정화조 청소작업 (사망 2명)

- 2020년 8월 사업장 내 정화조 청소작업 중 청소작업 중 산소결핍으로 2명 사망

* 사망자 1명은 구조를 위해 진입

□ 빗물, 하천, 용수 등이 있던 관거, 맨홀, 집수정, 탱크 등

(1) 중계펌프장 유량계 설치 관련 맨홀 진입작업 (사망 2명)

- 2023년 9월 중계펌프장 주변 침수원인 조사용역을 위하여 유량계 기계설치 가능 여부 사전 조사를 위해 맨홀에 진입했다가 산소결핍으로 2명 사망

(2) 상수도 맨홀 내부 누수 부위 보수작업 (사망 1명, 부상 2명)

- 2023년 7월 OO정수장에서 상수도 맨홀 내부(깊이 약 4~5m) 상수관로 누수 부위 보수작업 중 유해가스(일산화탄소 추정)에 중독되어 1명 사망, 2명 부상 * 사망자는 구조를 위해 진입

(3) 오수관 맨홀 내부 준설작업 (사망 2명)

- 2023년 5월 막힌 오수관 준설작업을 위해 맨홀(깊이 5.7m)에 진입하여 작업 중 유해가스(황화수소)에 중독되어 2명 사망

(4) 정수장 저류조 슬러지 청소작업 (사망 1명, 부상 2명)

- 2022년 9월 OO정수사업소에서 내부 슬러지 청소작업을 위해 저류조 내부에 들어가 작업 중 유해가스에 중독되어 1명 사망, 2명 * 부상자 2명은 구조를 위해 진입

□ 환기 불충분 공간에서 양수기 가동(배기가스)

(1) 지하 갱 내 양수기 가동작업 (사망 1명, 부상 1명)

- 2022년 4월 갱내 지하수 배수용 양수기 설치·가동 중 일산화탄소에 중독되어 1명 사망, 1명 부상

(2) 맨홀 내부 양수기 가동 배수작업 (사망 1명, 부상 2명)

- 2019년 5월 상수도 맨홀 내부 배수 작업에 이용한 양수기(내연기관)에서 발생한 일산화탄소에 중독되어 1명 사망, 2명 부상