2026-산업보건실-479

안전이 가장 빠릅니다

밀폐공간 질식재해예방
안전작업 가이드

KOREA OCCUPATIONAL
SAFETY & HEALTH AGENCY



고용노동부

산업재해예방
안전보건공단

본 가이드는 근로자가 밀폐공간에서 작업을 할 때 안전하게 작업할 수 있도록 사업주가 조치하여야 할 사항을 규정하고 이를 권고하기 위해 마련되었습니다.

본 가이드는 단순히 권고사항만을 포함하고 있지 않습니다.

- 산업안전보건법(제5조)에 따라 사업주는 근로자의 안전과 건강을 유지·증진시키고 국가의 산업재해 예방시책을 따를 의무가 있으며
- 산업안전보건법(제39조)에 따라 산소결핍 등 밀폐공간에서의 유해·위험으로부터 근로자를 보호해야 할 의무도 있습니다.

※ 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정사항 반영(`25. 12. 1. 일부개정)

따라서, 본 가이드에 규정된 사항을 적극 준수하여 밀폐공간 작업을 하는 근로자의 건강과 생명 보호를 위해 노력하시기 바랍니다.

목차
Contents

Part. 1 질식과 밀폐공간

1. 왜, 질식재해가 위험할까요? 6
2. 어떤 장소에 질식재해 위험이 있나요? 7
3. 왜, 밀폐공간에 위험한 공기가 있을까요? 9
4. 위험한 공기는 건강에 어떤 영향을 줄까요? 11
5. 얼마나 많은 질식재해가 발생하나요? 14

Part. 2 질식재해예방 조치사항

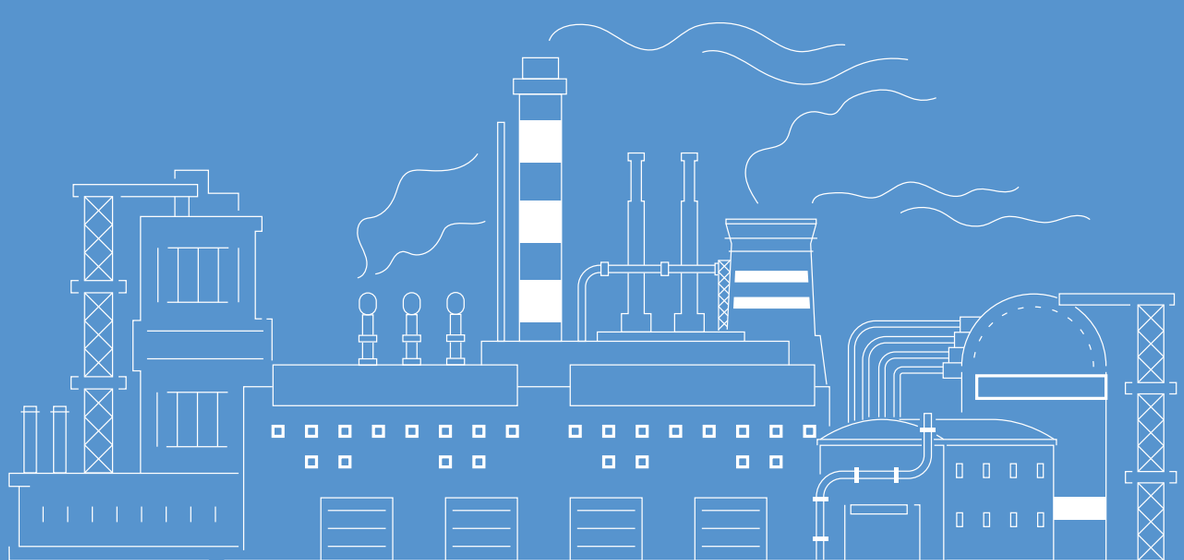
1. 밀폐공간의 확인과 출입금지 18
2. 작업허가 20
3. 작업시 안전보건 조치 24
4. 점검과 관리 34
5. 보호구 35
6. 교육·훈련 및 정보제공 37
7. 밀폐공간 작업 프로그램 39

Part. 3 재해자 구조

1. 재해자 구조 42
2. 심폐소생술 43

부록

1. '밀폐공간' 해설 46
2. 국민신문고 질의·답변 사례 53
3. 밀폐공간 질식재해 사례 66
4. 질식재해예방 원콜(One-Call) 서비스 안내 75



KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

1

질식과 밀폐공간

1. 왜, 질식재해가 위험할까요?
2. 어떤 장소에 질식재해 위험이 있나요?
3. 왜, 밀폐공간에 위험한 공기가 있을까요?
4. 위험한 공기는 건강에 어떤 영향을 줄까요?
5. 얼마나 많은 질식재해가 발생하나요?

01 | 왜, 질식재해가 위험할까요?

숨을 쉬지 못하면 죽습니다.

- 사람의 신체 조직은 공기 중 산소를 필요로 하며, 숨을 쉬어 공기 중 산소를 체내로 가져오게 되는데 숨을 쉬지 못한다면 체내로 산소를 가져오지 못해 결국 죽음에 이르게 됩니다. 이를 '질식'이라고 합니다.

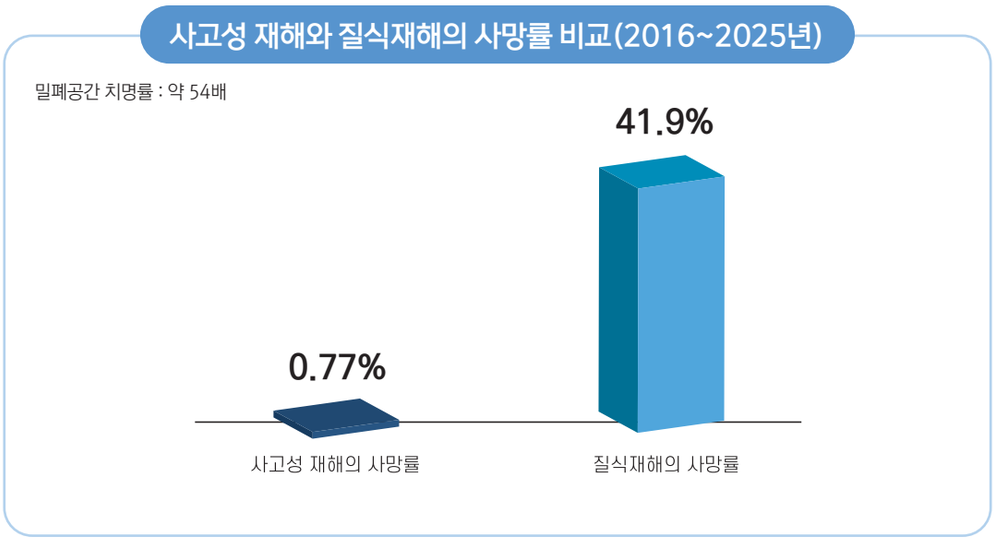
질식제	단순질식제	그 자체는 유해성이 없으나 공기 중 산소농도를 낮출 수 있는 물질 (수소, 질소, 헬륨, 에탄, 탄산가스 등)
	화학적질식제	혈액 중 산소운반능력을 방해하는 물질 (일산화탄소, 아닐린, 니트로소아민 등)
		기도나 폐 조직을 자극 · 손상시켜 폐조직의 산소배분기능을 저해하는 물질 (황화수소, 오존, 염소, 포스겐 등)

질식 재해가 발생하면 2명 중 1명은 죽습니다.

- 질식재해는 재해자의 약 절반이(41.9%) 사망할 정도로 치명적이며, 한 번의 사고로 다수의 부상자가 발생하는 특성이 있습니다.

※ 2025년 사고재해자 치명률 : 0.77%(사고사망자 872명, 사고재해자 113,305명)

사고성 재해와 질식재해의 사망률 비교(2016~2025년)



02 | 어떤 장소에 질식재해 위험이 있나요?

밀폐공간에 안전조치 없이 그냥 들어가면 사망할 수 있습니다.

질식을 일으킬 수 있는 장소는 다양합니다.

- 사업장 내 질식을 일으킬 수 있는 장소는 기본적으로 환기가 부족하고, 산소부족이나 유해가스, 즉 '위험한 공기'가 있을 가능성이 높은 장소입니다.
- 이와 같이 질식을 일으킬 수 있는 장소를 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 '밀폐공간'이라 정의하며, 18가지 유형으로 규정하고 있습니다.

* 밀폐공간은 사방이 완전히 막힌 장소만을 의미하지는 않습니다. 한쪽 면이 열려 있어도 환기가 부족하고 유해가스가 해당 공간에 머무르고 있을 수 있는 모든 공간을 '밀폐공간'이라 합니다.

| 질식재해가 발생할 수 있는 주요 장소 |



| 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 별표 18의 밀폐공간 |

	밀폐공간 종류
1	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 유수 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 23.5퍼센트 이상, 이산화탄소농도가 1.5퍼센트 이상, 일산화탄소 농도가 30ppm 이상 또는 황화수소 농도가 10ppm 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

각 밀폐공간에 대한 자세한 설명은 부록을 참고하시기 바랍니다.(46쪽 참조)

03 | 왜, 밀폐공간에 위험한 공기가 있을까요?

밀폐공간에 산소가 부족하거나 유해가스, 즉 '위험한 공기'가 있는 이유는 바로 산소부족이나 유해가스가 발생할 만한 조건이 있었기 때문입니다.

1 저장용기나 저장물질의 산화

- 저장용 탱크 내벽 또는 저장물이 산화되거나 반응하는 과정에서 공기 중 산소를 소모하여 탱크 내부를 산소부족 상태로 만듭니다.

저장용 탱크 재질의 산화

철재 탱크 내에 물기가 있거나 장기간 밀폐되면 내벽이 산화(녹이 스는 현상)되면서 탱크 내부의 산소를 소모합니다.

강재의 보일러, 탱크 반응탑, 압력용기, 반응기, 추출기, 분리기, 열교환기, 선창, 선박의 이중저 등

저장 또는 운반물질의 산화

석탄, 강재, 고철 등은 상온에서도 공기 중의 산소를 소모합니다.

석탄, 강재, 고철 등을 담은 탱크, 호퍼, 사일로, 유개화차 등의 내부

건성유의 산패

아마유, 보일(Boil)유 등의 도료용 건성유는 건조, 경화될 때 다량의 산소를 소비하며, 대두유, 유채유와 같은 불포화 지방산을 함유한 식물성 식용유도 공기 중 산소와 결합합니다.

건성유를 사용하여 도장한 공간, 식물성 기름저장 탱크 등의 내부

2 불활성 가스의 사용

- 저장탱크나 배관 등과 같은 설비에서는 질소, 아르곤 등 불활성가스를 사용하기도 하는데 공기 중 불활성가스가 차지하는 만큼 산소를 밀어내어 산소부족 상황을 만듭니다.

화재 · 폭발예방을 위한 질소 등을 채워둔 경우

반응탑, 배관, 기타 설비보호 차원에서 질소를 채운 장소

질소, 아르곤, 이산화탄소 등의 사용

각종 반응탱크의 화학물질을 제거하는 과정(세척)에서 질소로 내부공기를 치환하는 경우, 배관의 용접 품질을 위해 배관 내부를 아르곤 등으로 채운 경우, 불활성가스를 이용하여 용접 · 절단작업을 하는 경우 등

3 미생물의 증식이나 발효, 부패

- 미생물 증식이나 유기물의 부패 · 발효 등의 과정에서 공기 중 산소를 소모하거나 황화수소, 이산화탄소, 메탄 등을 발생시킵니다.

오폐수처리장, 정화조, 음식물쓰레기처리 탱크, 곡물을 담은 사일로, 항온실, 분뇨처리시설 등

4 유해가스의 누출·유입

- 유해가스 배관이 연결되어 있는 장소나 이를 취급하는 장소에서 의도하지 않은 누출이나 유입은 해당 장소를 위험한 공기 상태로 만듭니다.

공정 내 유해가스를 처리하기 위한 처리설비, 탱크 등에 원료를 투입하기 위해 연결된 배관 등

5 연료의 연소

- 연료의 연소 과정에서 기본적으로 산소를 소비하므로 산소부족 상황을 일으킬 수 있으며, 일부 불완전 연소 과정에서 일산화탄소가 발생하여 중독을 일으킵니다.

건설현장 콘크리트 양생작업(갈탄난로), 내연기관을 이용하는 양수기의 사용 등

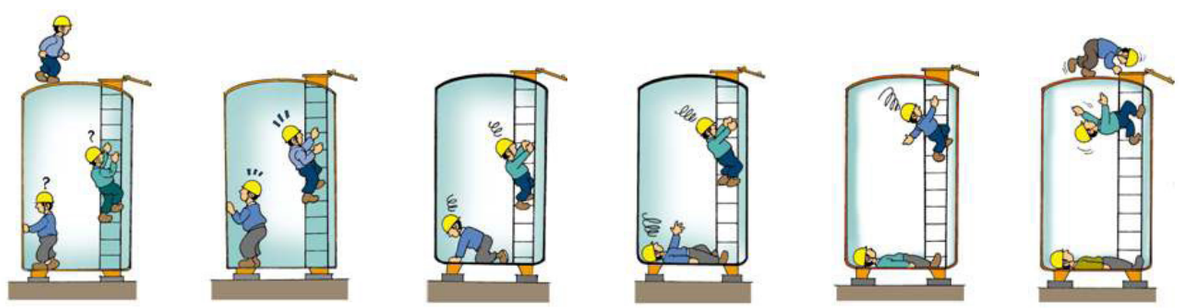
04 | 위험한 공기는 건강에 어떤 영향을 줄까요?

1 산소결핍증

- 대기 중 정상적인 산소농도는 약 21%입니다.
  - 산소농도가 18% 미만으로 떨어지면 '산소결핍증'을 일으킵니다.
  - 특히, 산소농도가 매우 낮은 상황에서는 한 번의 호흡만으로도 순간적으로 폐내 산소분압이 떨어지면서 뇌 활동이 정지되어 의식을 잃게 됩니다.
  - 호흡정지 시간이 4분이면 살아날 가능성은 절반으로 줄어들고, 6분 이상이면 생존 가능성이 없습니다.

* 빨리 구조하더라도 후유증으로 언어장해, 운동장해, 시야협착, 환각, 건망증, 성격이상 등이 남을 수 있습니다.

| 산소농도별 인체 영향 |



산소농도 18%	산소농도 16%	산소농도 12%	산소농도 10%	산소농도 8%	산소농도 6%
안전한계이나 연속환기 필요	호흡, 맥박의 증가, 두통, 메스꺼움, 토할 것 같음	어지럼증, 토할 것 같음, 근력저하, 체중지지 불능으로 추락	안면창백, 의식불명, 구토	실신혼절, 7~8분 이내에 사망	순간에 혼절, 호흡정지, 경련, 6분 이상이면 사망

2 황화수소(H_2S) 중독

- 황화수소는 계란 썩는 냄새가 나는 가스로 화학산업에서 사용하기도 하지만, 미생물이 유기물을 분해하는 과정에서도 발생하여 중독을 일으킵니다.

- 낮은 농도에서는 가벼운 자극을 주는 정도이지만 고농도에서는 폐조직을 손상시키거나 호흡을 마비시켜 사망에 이르게 하기도 합니다.

- 고농도인 경우 후각을 마비시켜 냄새를 맡지 못하므로 냄새만으로 적정공기의 여부를 판단하는 것은 매우 위험합니다.

| 황화수소 농도별 인체 영향 |

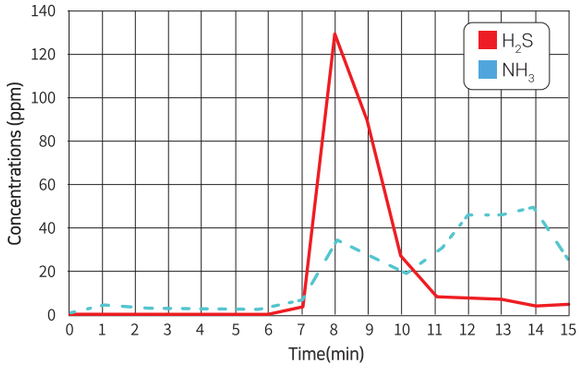
농도(ppm)	건강영향	노출시간
10	8시간 작업시 노출기준	8시간
50~100	가벼운 자극(눈, 기도)	3시간
200~300	상당한 자극	1시간
500~700	의식불명, 사망	30분~1시간
〉1,000	의식불명, 사망	수분

- 분뇨나 오·폐수, 펄프액 등이 있는 장소에서 황화수소가 특히 위험한 이유는 가만히 놔둘 때는 황화수소가 적게 발생할 수 있지만,

- 이를 밟고 다니거나 휘젓거나 또는 섞으면 녹아있던 황화수소가 순간 고농도로 발생하여 치명적인 영향을 줄 수 있습니다. 이를 거품효과(Soda can effect)라고 부릅니다.

거품효과(Soda can effect)

거품효과란 탄산 캔음료를 흔들어 따면 거품이 넘쳐 나오는 것처럼 분뇨, 오수, 펄프액 및 부패하기 쉬운 물질을 휘저을 경우 녹아있던 황화수소, 암모니아, 이산화탄소가 급격히 발생하는 현상을 말합니다.



3 일산화탄소(CO) 중독

- 일산화탄소는 무색·무취의 기체로 주로 연료가 불완전 연소되면서 발생하여 중독을 일으킵니다.

  – 혈액 내 헤모글로빈은 공기 중 산소와 결합하여 온몸에 산소를 운반하게 되는데, 산소와 일산화탄소가 함께 존재하는 상황에서는 산소와 결합하지 않고 일산화탄소와 결합하여 결국 체내 산소부족 상황을 일으킵니다.

| 일산화탄소 농도별 인체 영향 |

농도(ppm)	건강영향	노출시간
30	8시간 작업시 노출기준	8시간
200	가벼운 두통과 불쾌감	3시간
600	두통, 불쾌감	1시간
1,000~2,000	정신혼란, 메스꺼움, 두통	2시간
	현기증	1.5시간
	심계항진(두근거림)	30분
2,000~2,500	의식불명	30분

4 그 밖의 유해가스에 의한 건강장해

- 산업현장에서는 다양한 가스를 직접 사용하기도 하고, 부산물로서 발생하기도 합니다.

  – 이러한 가스들은 그 자체의 독성으로 근로자 건강에 영향을 주기도 하지만 밀폐된 공간에 많은 양이 존재할 경우에는 그만큼 공기량이 줄어 산소가 부족한 상황을 일으킵니다.

유해가스	주된 위험	특성
아르곤(Ar)	• 산소 치환 • 바닥에 축적 가능	무색, 무취
질소(N_2)	• 산소 치환	무색, 무취(징후 없음)
이산화탄소(CO_2)	• 산소 치환 • 유독성 • 바닥에 축적 가능	무색, 무취
염소(Cl_2)	• 유독성(폐와 눈 자극) • 바닥에 축적 가능	녹황색, 톡 쏘는 냄새
이산화질소(NO_2)	• 유독성(폐의 심한자극) • 바닥에 축적 가능	적갈색, 쏘는 냄새
이산화황(SO_2)	• 유독성(폐의 심한자극) • 바닥에 축적 가능	무색, 썩은 냄새
휘발유증기	• 화재와 폭발 • 바닥에 축적 가능	무색, 달콤한 냄새
메탄(CH_4)	• 화재와 폭발 • 상부에 축적 가능	무색, 무취(징후 없음)

05 | 얼마나 많은 질식재해가 발생하나요?

연도별 질식재해 발생현황

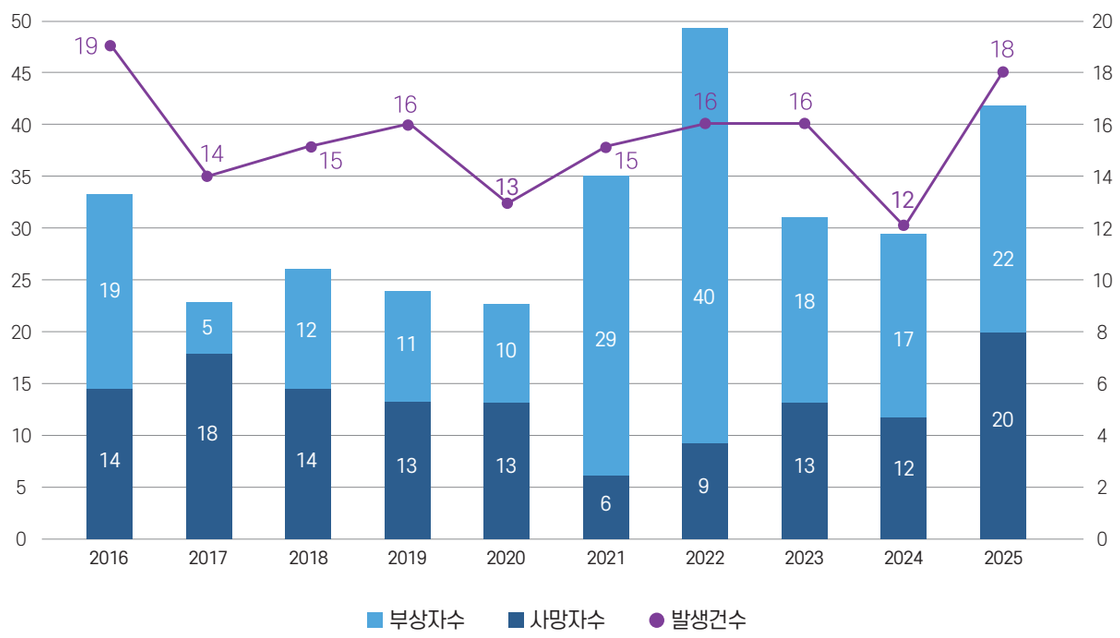
- 최근 10년간 밀폐공간 질식재해가 154건 발생하여 315명이 부상을 입거나 사망하였으며, 이러한 재해는 매년 지속적으로 발생*하고 있습니다.

* 연평균 질식 사망자 약 13.2명 발생

- 재해건수는 매년 10~20건 수준으로 지속적으로 발생하고 있으며, 최근 질식 사고가 다발하여 발생하고 있는 추세로 사망자가 급격히 증가하고 있습니다.

* **'23년** 정화조 청소 재해자 7명, **'24년** 폐수처리장 청소작업 중 재해자 7명
'25년 저장탱크 청소작업 중 재해자 5명, 저수조 배관 설치작업 중 재해자 4명

| 연도별 사망·부상자 수 및 질식재해 발생 현황 |



업종별 질식재해 발생현황

- 최근 10년간 건설업이 가장 많은 비율을 차지(55건, 35.7%)하고 있으며, 제조업 42건(27.3%), 서비스업 32건(20.8%), 농업 등 기타업 25건(16.2%) 순으로 발생하였으며,

| 업종별 질식재해 발생 현황 |

구분	계	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25
계	154	19	14	15	16	13	15	16	16	12	18
건설업	55	6	5	7	10	4	5	8	3	3	4
제조업	42	8	4	1	4	2	6	3	4	4	6
서비스업	32	3	3	5	1	3	3	3	4	3	4
기타업*	25	2	2	2	1	4	1	2	5	2	4

* 기타업 : 농업, 광업, 어업, 금융및보험업, 운수창고통신업

- 특히, 건설업은 겨울철 콘트리트양생 작업으로 인해 1월(9건)에 가장 많은 질식재해가 발생, 서비스업은 여름철 정화조, 맨홀 등 작업의 영향으로 여름철(6~8월, 16건)에 가장 많은 질식재해가 발생하였습니다.

| 월별 질식재해 발생 현황 |

구분	계	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
계	154	15	11	7	13	20	18	22	10	14	6	10	8
건설업	55	9	4	3	3	5	5	10	1	3	5	3	4
제조업	42	3	3	2	4	7	6	4	5	4	-	2	2
서비스업	32	-	3	1	4	3	6	6	4	2	-	2	1
기타업*	25	3	1	1	2	5	1	2	-	5	1	3	1

* 기타업 : 농업, 광업, 어업, 금융및보험업, 운수창고통신업

유해인자별 질식재해 발생현황

- 최근 10년간 황화수소가 61건(39.6%)으로 가장 많았으며, 일산화탄소 34건(22.1%), 산소결핍 31건(20.1%), 아르곤·질소 19건(12.3%) 순으로 발생하였으며,

| 유해인자별 질식재해 발생 현황 |

구분	계	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25
계	154	19	14	15	16	13	15	16	16	12	18
황화수소	61	6	7	6	3	4	1	7	9	7	11
일산화탄소	34	7	2	-	5	3	5	7	2	2	1
산소결핍	31	2	4	4	2	3	4	1	4	3	4
아르곤, 질소	19	2	-	4	4	1	5	1	-	-	2
이산화탄소	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
기타	7	2	1	-	1	2	-	-	1	-	-

- 특히, 황화수소로 인한 질식재해는 5~7월(30건)에 가장 많이 발생하였고, 일산화탄소는 1월(7건)에 가장 많이 발생하였습니다.

※ 오폐수처리장·정화조 및 맨홀 : 슬러지 등으로 인한 황화수소 발생
건설양생현장 : 갈탄 등의 불완전 연소로 인한 일산화탄소 발생

| 월별 질식재해 발생 현황 |

구분	계	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
계	154	15	11	7	13	20	18	22	10	14	6	10	8
황화수소	61	2	4	-	6	11	11	8	5	6	2	3	3
일산화탄소	34	7	2	4	2	2	2	5	1	2	1	2	4
산소결핍	31	3	1	1	1	3	2	7	4	3	2	3	1
아르곤,질소	19	2	2	1	2	4	1	2	-	2	1	2	-
이산화탄소	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
기타	7	-	2	1	1	-	2	-	-	1	-	-	-

2

질식재해예방 조치사항

1. 밀폐공간의 확인과 출입금지
2. 작업허가
3. 작업시 안전보건 조치
4. 점검과 관리
5. 보호구
6. 교육·훈련 및 정보제공
7. 밀폐공간 작업 프로그램

근로자는 밀폐공간에서 작업을 할 때 그 내부의 공기상태가 안전하다고 확인되기 전까지는 작업을 거부, 중단 또는 대피할 권리를 가지고 있습니다.
(산업안전보건법 제52조 제1항)

사업주는 산업재해가 발생할 급박한 위험이 있다고 근로자가 믿을 만한 합리적인 이유가 있을 때에는 작업을 중지하고 대피한 근로자에게 해고나 그 밖에 불리한 처우를 해서는 안 됩니다.
(산업안전보건법 제52조 제4항)

01 | 밀폐공간의 확인과 출입금지

1 밀폐공간 확인

"우리 사업장에 밀폐공간이 어디 있는지 확인하십시오."

- 밀폐공간 작업관리의 첫 시작은 우리 사업장에 밀폐공간이 어디에 있는지, 해당 공간에 어떤 유해요인이 있는지 파악하는 것입니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조 제1항 제1호

* 밀폐공간은 반드시 현재 상태가 산소결핍 상태이거나 유해가스로 차 있는 장소만을 의미하지 않습니다. 유해가스, 불활성기체가 존재하지 않더라도 누출이나 유입 등의 가능성도 고려하여 밀폐공간으로 분류하고 관리하여야 합니다.

- 밀폐공간에서의 작업이 없더라도 위험성평가 등을 통해 밀폐공간의 위험요인을 파악하고, 이를 상시적으로 관리하는 것이 중요합니다.
- 이렇게 파악된 밀폐공간은 목록화하여 관리하고, 우리 사업장의 밀폐공간 위치, 종류와 위험성, 출입시 안전조치에 대하여 근로자에게 교육 등을 통해 알려야 합니다.

| 사업장 내 밀폐공간 목록(예시) |

연번	공정명	작업장소		주요 작업내용	작업주기 (작업빈도)	담당부서 (관리책임자)
		명칭	특이사항			
1		명칭 및 위치 등	내부면적 및 환경조건, 중독·질식 유발 유해위험요인 파악 등	청소, 점검, 수리 등	매월, 매주 등	
2						
· ·						

2 출입금지 조치

“밀폐공간에 아무나 못 들어가게 출입을 금지 시키십시오.”

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

산업안전보건기준에 관한 규칙 제622조

* 통상적으로 출입할 필요가 없는 밀폐공간에 대해서는 잠금장치를 채워서 출입을 제한합니다.

- 근로자는 출입금지된 장소에 사업주의 허락 없이 출입해서는 안됩니다.

| 밀폐공간 출입금지 표지 |

(산업안전보건기준에 관한 규칙 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.

02 | 작업허가

“ 안전한 상태가 확인된 경우에만 밀폐공간에 들어가도록 하십시오.”

1 밀폐공간작업 허가절차 마련

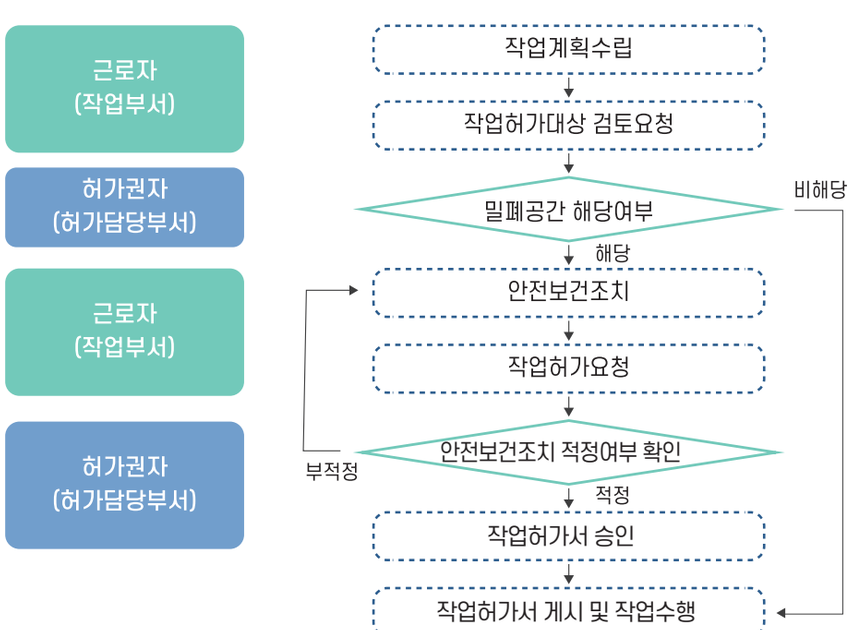
- 사업주는 근로자가 밀폐공간에서 작업을 하는 경우 안전조치가 적정하게 수행되어, 내부의 상태가 안전한 상태인지 반드시 확인하고 작업을 하도록 해야 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조 제2항

– 이를 위해 사업장 내부적으로 안전조치 사항을 확인하고 작업을 허가하는 절차를 마련하는 것이 중요합니다.

※ 허가절차는 회사 규모나 조직 체계에 따라 달라질 수 있으나 밀폐공간 작업 전 안전보건조치가 적정한지에 대한 확인절차는 어떤 형태로든 포함되어야 합니다.

| 밀폐공간 작업 허가절차(예시) |



2 밀폐공간작업 허가

- 밀폐공간 작업허가 절차가 마련되면 허가권자는 작업 전 조치사항을 확인한 후 안전조치가 충분하다고 판단되는 경우에만 작업을 허가합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조 제2항

- 작업허가는 매 작업마다 이루어져야하며, 허가기간은 당일 작업으로 한정하고, 8시간을 초과하지 않도록 관리하여야 합니다.

* 밀폐공간 내에서 정상적으로 작업을 마쳤다 하더라도 그 다음날에는 전혀 다른 조건이 될 수 있습니다.

밀폐공간 작업 전 확인·조치사항

① 작업 일시, 기간, 장소 및 내용 등 작업 정보
- 작업위치, 작업기간, 작업내용
- 화기작업(용접, 용단 등)이 병행되는 경우 별도의 작업승인(화기작업허가 등) 여부 확인

② 관리감독자, 근로자, 감시인 등 작업자 정보
- 작업자 기본 정보, 근로자 안전보건교육(특별안전보건교육 등) 및 안전한 작업방법 주지여부 확인

③ 산소 및 유해가스 농도의 측정결과 및 후속조치 사항
- 산소·유해가스 등의 농도, 측정시간, 측정자(서명 포함)
- 최초 공기상태가 부적절할 경우 환기 실시 후 공기상태를 재측정하고 그 결과를 추가 기재
- 작업 중 적정공기 상태 유지를 위한 환기계획 기재(강제환기 등)

④ 작업 중 불활성가스 또는 유해가스의 누출·유입·발생 가능성 검토 및 후속조치 사항
- 밀폐공간과 연결된 펌프나 배관의 잠금상태 여부 (펌프나 배관의 조작을 담당하는 담당자(부서)에 사전통지 및 밀폐공간 작업 종료시까지 조작금지 요청)

⑤ 작업 시 착용하여야 할 보호구의 종류
- 안전대, 삼각대(윈치), 구명줄, 공기호흡기 또는 송기마스크

⑥ 비상연락체계
- 작업근로자와 외부 감시인, 관리자 사이에 긴급 연락할 수 있는 체계
- 밀폐공간 작업시 외부와 상시 소통할 수 있는 통신수단을 포함

3 밀폐공간작업 허가사항의 준수 및 확인

- 작업허가 사항을 작업이 종료될 때까지 해당 작업장 출입구에 게시하여야 합니다.

☞ 23쪽 '밀폐공간 작업허가서(예시)' 참조

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조 제3항

– 게시된 허가서에 일정시간(예를 들어 2시간) 간격으로 공기상태를 측정하여 기록하도록 합니다.

* 작업허가 기간 내라도 일정시간 밀폐공간을 떠나 있다가(예, 점심시간) 다시 출입하는 경우 반드시 산소 및 유해가스 농도를 측정하고 기록하도록 합니다.

– 작업허가서와 다른 상황을 발견했을 경우, 즉시 허가권자(허가 담당부서)에게 통보하여야 합니다.

- 사업주, 관리감독자 등은 허가요건을 준수하고 작업하는지를 확인합니다.

| 밀폐공간 작업허가서 (예시) |

밀폐공간 작업허가서

- 신청인: 부서(　　), 직책(　　), 성명(　　) (서명)
- 작업시간 :　　년　　월　　일　　시 ~　　월　　일　　시
- 작업장소 :
- 작업내용 :
- 내부 연락방법(필요시 번호 기재) :

이 허가서는 지정된 장소와 시간에 대해 당일 1회만 유효하며, 산소 및 유해가스의 농도에 따라서 작업시간에 제한이 있을 수도 있습니다.
위 작업 장소에서의 작업을 다음의 조건하에서만 작업허가 함.

1. 안전보건조치 요구사항

확인항목	해당여부	확인결과
관리감독자 지정 및 감시인 배치		
밀폐공간작업 관계자외 출입금지 표지판 게시		
밸브차단, 맹판 설치, 불활성 가스 치환, 용기세정		
전기회로, 기계장비 가동장치, 유압, 압축공기 잠금 및 시건조치		
산소 및 유해가스 측정		
환기시설 설치 및 환기 실시여부		
전화 및 무선기기 구비		
방폭형 전기기계기구의 사용		
소화기 비치		
공기호흡기 또는 송기마스크 비치		
필요한 안전장비 구비		
안전보건교육 실시		

2. 산소 및 유해가스 측정결과

측정물질명	측정농도	측정시간	측정자	평가결과	비고
					* **적정 공기 농도** - 산소(O2): 18%이상 23.5%미만 - 황화수소(H2S): 10ppm미만 - 일산화탄소(CO): 30ppm미만 - 이산화탄소(CO2): 1.5%미만 - 가연성 폭발하한값(LEL)의 10% 미만

3. 특별조치 필요사항(최대한 상세히 기술)

4. 작업자 정보

직책	이름	직책	이름	직책	이름
관리감독자	(서명)		(서명)		(서명)
감시인	(서명)		(서명)		(서명)
작업자	(서명)		(서명)		(서명)
작업자	(서명)		(서명)		(서명)
최종 허가자	부서(　　), 직책(　　), 성명(　　) (서명)				

03 | 작업시 안전보건 조치

1 산소 및 유해가스 농도 측정

"공기 상태가 안전한지 산소 및 유해가스 농도를 측정 하십시오."

- 사업주는 밀폐공간 작업을 하는 경우 산소 및 유해가스 농도의 측정 및 평가에 관한 지식과 실무경험이 있는 사람을 지정하여 측정장비를 지급하여야 합니다.

  - 지정된 사람은 해당 밀폐공간의 산소 및 유해가스 농도를 측정하고, 내부의 공기상태가 적정한 공기 상태인지 확인해야 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조의2 제1항

  - 질식사고의 대부분은 산소 및 유해가스 농도를 측정하지 않고 밀폐공간 내부로 들어가서 발생했습니다.

적정 공기

① 산소농도의 범위가 18% 이상 23.5% 미만
② 이산화탄소의 농도가 1.5% 미만
③ 일산화탄소 농도가 30 ppm 미만
④ 황화수소의 농도가 10 ppm 미만

※ 이 외의 유해물질의 경우 노출기준 이내인지를 확인합니다.
※ 가연성(가스, 증기, 미스트)물질이 있는 경우에는 폭발하한치(LEL)의 10% 미만 인지를 확인합니다.

- 측정시기는 ① 작업을 시작하기 전, ② 작업을 일시 중단하였다가 다시 시작하기 전, ③ 작업 중에 수시로 측정을 하여야 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조, 제619조의2

측정 시기

① 밀폐공간 작업허가를 받기 전
② 밀폐공간에 작업을 위해 들어가기 전
③ 일정시간 작업장소를 떠났다가 다시 작업을 시작하기 전(점심시간)
④ 장시간 작업이나 불활성가스 또는 유해가스의 누출·유입·발생 가능성이 있는 경우 수시 또는 일정 시간 간격으로(예 : 2시간)
⑤ 근로자의 건강, 환기장치 등에 이상이 있을 때 등

• 산소 및 유해가스 농도를 측정·평가토록 지정된 사람에 대하여 밀폐공간에서 작업을 시작하기 전에 다음 각호의 사항의 숙지여부를 확인하고 필요한 교육을 실시하여야 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조의2 제2항

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

– 무선통신을 이용한 산소·유해가스 농도의 측정도 가능합니다. 이 경우 각 주요 구성별 요건을 갖추고 운영을 하여야 합니다.

센서 및 무선통신을 이용한 측정

① 센서부
– 밀폐공간 내 실제 작업이 이뤄지는 작업공간의 산소 및 유해가스 농도를 측정할 수 있어야 한다.
– 산소 및 유해가스 농도를 실시간 측정할 수 있어야 한다.
– 교정관리 등을 통해 정확도와 신뢰성을 확보해야 한다.

② 통신부
– 센서에서 측정된 데이터를 통제실(모니터링실)로 실시간 전송할 수 있어야 한다.
– 장애물이나 다른 전파 등의 방해를 받지 않고, 끊김없이 안정적으로 측정된 데이터를 전송할 수 있어야 한다.

③ 통제실(모니터링실)
– 전송받은 데이터를 저장하고 표시할 수 있는 전산시스템을 갖추어야 한다.
– 위험상황이 감지된 경우 이를 신속히 알리고, 작업의 중단이나 재개, 대피 등 통제 권한을 가진 자를 배치하여야 한다.

• 산소 및 유해가스의 농도측정 및 평가결과에 대하여 측정 및 평가한 사람의 성명, 측정 및 평가한 일시, 장소 및 그 결과 등을 기록하여 3년간 보존하여야 합니다.

– 고정형 영상정보처리기기(CCTV, 네크워크카메라)나 이동형 영상정보처리기기(이동통신단말장치, 디지털 카메라 등)를 활용하여 기록할 수도 있습니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조의2 제4항

| 산소 및 유해가스 농도 측정기록 및 평가지(예시) |

날짜	장소	시간	산소 및 유해가스 농도					평가 결과	작성자 (측정자)
			산소	이산화탄소	일산화탄소	황화수소	기타		

산소·유해가스 농도 측정방법

▶ 사전준비

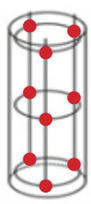
- 가스농도 측정기에 이상이 없는지 확인하십시오.

* 예를 들어, 깨끗한 야외 공기에서 산소농도를 측정했을 때 산소농도가 20.9%를 초과하거나 미만으로 나타나면 교정 또는 센서교체가 필요한 상황입니다. 그 밖의 다른 유해가스도 표준가스를 이용하여 측정기의 이상 유무를 확인하거나 정기적인 교정을 통해 정상상태를 유지해야 합니다.

▶ 측정방법

- 면적 및 깊이를 고려하여 밀폐공간 내부를 골고루 측정하십시오.
- 탱크 등 깊은 장소의 농도를 측정할 때에는 고무호스나 PVC로 된 채기관을 연결하여 측정하십시오. (채기관은 1m 마다 작은 눈금으로, 5m 마다 큰 눈금으로 표시하여 작업장소에 대해 수직 및 수평방향으로 각각 3개소 이상 측정)
- 긴 채기관(튜브)을 이용하여 측정하는 경우 채기관(튜브)의 내부용적 이상의 공기로 완전히 치환시킨 후에 측정하십시오.

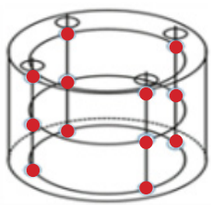
■ 좁은 원형 맨홀인 경우



원칙적으로 3가지 깊이로
각 3개소 측정

● 측정점

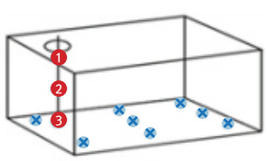
■ 넓은 원형 공간인 경우



전 맨홀의 밑을
3가지 깊이로 측정

● 측정점

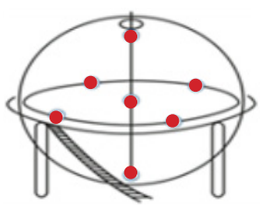
■ 장방형 공간인 경우



우선 맨홀의 바로 밑
①~③을 측정하고
⊗ 는 공기호흡기 등을
장착하고 측정

● 측정점

■ 구형 공간인 경우



정상의 맨홀
바로 밑 3점과
적도상의
샘플링 구멍을 측정

● 측정점

▶ 측정시 주의사항

- 측정시 밀폐공간 내부를 살펴보기 위해 측정자의 머리(호흡기)가 밀폐공간 개구면 안쪽으로 들어가지 않도록 하십시오. 밀폐공간에 유독가스가 차 있다면 개구면 근처에 가기만 해도 위험할 수 있습니다.
- 밀폐공간 내부에서 측정을 해야 하는 경우, 공기호흡기 또는 송기마스크를 착용하고 측정을 하십시오.
- 어두운 밀폐공간 내부에서 측정을 위해 전등을 사용하는 경우, 가연성가스가 차 있을 수 있으므로 방폭구조의 전등을 사용하십시오.
- 산소 및 유해가스 농도측정을 위해 밀폐공간에 들어가는 경우, 긴급상황을 대비해 밀폐공간 외부에 감시인을 배치하십시오.

2 환 기

“작업 전 · 작업 중, 반드시 환기 하십시오.”

- 밀폐공간 내 공기를 적정공기 상태로 만들고 유지하기 위해서는 환기가 꼭 필요합니다.

  산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조, 제619조의2

- 기본적으로 밀폐공간에서 ① 작업 시작 전, ② 작업 중에 환기하여야 합니다.

  산업안전보건기준에 관한 규칙 제620조

  - 최초 밀폐공간에 들어가기 전에 작업공간을 안전한 상태로 만들기 위해 환기하여야 합니다.

    * 장시간 닫혀있던 밀폐공간에는 유해가스가 차 있을 가능성이 높아 매우 위험할 수 있습니다.
    최소 30분 이상(밀폐공간 체적의 10배 이상) 신선한 공기로 환기를 한 후 가스농도를 측정하는 것이 안전합니다.

  - 작업 과정에서 유해가스가 발생하거나 누출이나 유입으로 유해가스가 작업공간으로 들어올 가능성이 있는 경우, 작업하는 동안 계속 환기하여야 합니다.

■ **(오·폐수처리장, 맨홀, 분뇨처리시설 등)** 오·폐수, 분뇨 등에 녹아있던 황화수소, 메탄 등은 작업 과정에서 휘젓는 순간, 공기중으로 폭발적으로 발생되어 질식을 일으키므로 작업하는 동안 계속 환기해야 합니다.

■ **(용접작업, 양수기 작업)** 밀폐공간 내부에서 하는 용접작업이나 양수기와 같은 내연기관 설비를 가동하는 과정에서 일산화탄소 등 다량의 유해가스가 발생하여 질식을 일으킬 수 있으므로 작업하는 동안 계속 환기해야 합니다.

■ **(질소, 아르곤 등 불활성가스 배관이 연결되어 있는 장소)** 질소, 아르곤 등 불활성가스 배관이 연결되어 있는 밀폐공간도 잘못된 설비조작이나 배관의 문제로 유해가스가 누출·유입되어 위험한 상황을 초래할 수 있으므로 작업하는 동안 계속 환기해야 합니다.

환기 방법

▶ 사전준비

- 환기팬은 정압이 40mmAq 이상이고, 용량(m^3/min)이 밀폐공간 체적(m^3)의 40% 이상의 것으로 준비합니다.

  * (예 : 체적이 600m^3인 경우, 환기팬 용량은 600×0.4=240m^3/min)

- 송풍관(덕트) 길이는 환기팬 제조사에서 제시한 길이를 초과하지 않아야 하며 제조사에서 별도 제시하지 않는 경우 15미터를 넘기지 않도록 합니다.
- 송풍관(덕트)은 가급적 구부리는 부위가 적게 하고, 용접불꽃 등에 의한 구멍이 나지 않도록 난연재질을 사용합니다.
- 폭발위험지역 내에서는 방폭형 구조를 사용합니다.

▶ 환기방법

- 가급적 외부의 신선한 공기를 밀폐공간 내로 불어넣는 급기방식으로 환기를 실시합니다.
- 지하관로·배관내부 등 급기로 인해 오염된 공기가 주변으로 확산될 우려가 있거나 선박 건조시 블록 내부 작업 등 밀폐공간 체적이 넓거나 구조가 복잡한 경우에는 배기 또는 급·배기 방식을 적용할 수 있습니다.
- 밀폐공간의 환기 시에는 급기구와 배기구를 적절하게 배치하여 작업장 내 환기가 효과적으로 이루어지도록 하여야 합니다.
- 급기구는 작업근로자 가까이에서 작업근로자를 등지고 설치합니다.

▶ 환기시 주의사항

- 정전 등으로 환기가 중단되는 등 응급상황 발생 시 작업자는 즉시 밀폐공간 외부로 대피하도록 하여야 합니다.
- 환기팬은 외부의 신선한 공기가 유입될 수 있는 장소에 설치하고, 환기팬 인근에 유해가스 등이 발생하는지를 확인하고 설치하여야 합니다.

- 폭발이나 산화 등의 위험으로 환기를 실시할 수 없거나 작업의 성질상 환기하기가 매우 곤란한 경우에는 작업자에게 공기호흡기 또는 송기마스크를 지급하여 착용하는 등 추가적인 보호조치를 취해야 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제620조

3 유해가스 발생장소 등에 대한 조치

• 이산화탄소 소화기 및 소화설비 등에 대한 조치

산업안전보건기준에 관한 규칙 제628조, 제628조의2

– 통풍이 불충분한 장소에 비치한 소화기에 이산화탄소를 사용하는 경우에 다음 조치를 하여야 합니다.



■ 해당 소화기가 쉽게 뒤집히거나 손잡이가 쉽게 작동되지 않도록 할 것

■ 소화를 위하여 작동하는 경우 외에 소화기를 임의로 작동하는 것을 금지하고, 그 내용을 보기 쉬운 장소에 게시할 것

– 이산화탄소를 사용한 소화설비를 설치한 지하실, 전기실, 옥내 위험물 저장창고 등 방호구역과 소화약제로 이산화탄소가 충전된 소화용기 보관장소(이하 “방호구역등”)에 다음 각 호의 조치를 하여야 합니다.

■ 방호구역등에는 점검, 유지, 보수 등(이하 “점검등)을 수행하는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지하여야 합니다.

■ 점검등을 수행하는 근로자를 사전에 지정하고, 출입일시, 점검기간 및 점검내용 등의 출입기록을 작성하여 관리하여야 합니다. 다만 아래의 경우에 해당하는 경우에는 제외합니다.

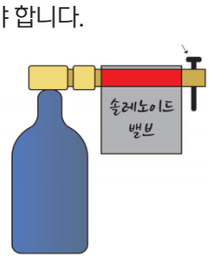
가. 개인정보보호법에 따른 영상정보처리기기를 활용하여 관리하는 경우

나. 카드키 출입방식 등 구조적으로 지정된 사람만이 출입하도록 하는 경우

■ 방호구역등에 점검등을 위해 출입하는 경우에는 미리 다음 각 목의 조치를 하여야 합니다.

가. 적정공기 상태가 유지되도록 환기할 것

나. 소화설비의 수동밸브나 콕을 잠그거나 차단판을 설치하고 기동장치에 안전핀을 꽂아야 하며, 이를 임의로 개방하거나 안전핀을 제거하는 것을 금지한다는 내용을 보기 쉬운 장소에 게시할 것. 다만, 육안 점검만을 위하여 짧은 시간 출입하는 경우에는 그렇지 않다.



다. 방호구역등에 출입하는 근로자를 대상으로 이산화탄소의 위험성, 소화설비의 작동 시 확인방법, 대피방법, 대피로 등을 주지시키기 위해 반기 1회 이상 교육을 실시할 것. 다만, 처음 출입하는 근로자에 대해서는 출입 전에 교육을 하여 그 내용을 주지시켜야 한다.



라. 소화용기 보관장소에서 소화용기 및 배관·밸브 등의 교체 등의 작업을 하는 경우에는 작업자에게 공기호흡기 또는 송기마스크를 지급하고 착용하도록 할 것

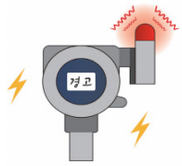
마. 소화설비 작동과 관련된 전기, 배관 등에 관한 작업을 하는 경우에는 작업일정, 소화설비 설치도면 검토, 작업방법, 소화설비 작동금지 조치, 출입금지 조치, 작업 근로자 교육 및 대피로 확보 등이 포함된 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 하도록 할 것

■ 점검등을 완료한 후에는 방호구역등에 사람이 없는 것을 확인하고 소화설비를 작동할 수 있는 상태로 변경하여야 합니다.

■ 소화를 위하여 작동하는 경우 외에는 소화설비를 임의로 작동하는 것을 금지하고, 그 내용을 방호구역등의 출입구 및 수동조작반 등에 누구든지 볼 수 있도록 게시하여야 합니다.



■ 출입구 또는 비상구까지의 이동거리가 10m 이상인 방호구역과 이산화탄소가 충전된 소화용기를 100개 이상(45kg 용기 기준) 보관하는 소화용기 보관장소에는 산소 또는 이산화탄소 감지 및 경보 장치를 설치하고 항상 유효한 상태로 유지하여야 합니다.



■ 소화설비가 작동되거나 이산화탄소의 누출로 인한 질식의 우려가 있는 경우에는 근로자가 질식 등 산업재해를 입을 우려가 없는 것으로 확인될 때까지 관계 근로자가 아닌 사람의 방호구역등 출입을 금지하고 그 내용을 방호구역등 의 출입구에 누구든지 볼 수 있도록 게시하여야 합니다.

• 용접 등에 관한 조치

산업안전보건기준에 관한 규칙 제629조

- 탱크, 보일러 또는 반응탑의 내부 등 통풍이 충분하지 않은 장소에서 용접·용단 작업을 하는 경우에는 다음 조치를 하여야 합니다.
- 근로자는 지급된 보호구를 사업주의 지시에 따라 착용하여야 합니다.



■ 작업장소는 가스농도를 측정하고 환기시키는 등의 방법으로 작업공간을 적정한 공기상태로 유지할 것

※ 불활성가스를 이용하는 작업장의 경우에는 산소농도를 측정



■ 환기를 했음에도 작업장소를 적정공기 상태로 유지하기 어려운 경우에는 근로자에게 공기호흡기 또는 송기마스크를 지급하여 착용하도록 할 것

• 불활성기체에 관한 조치

산업안전보건기준에 관한 규칙 제630조, 631조

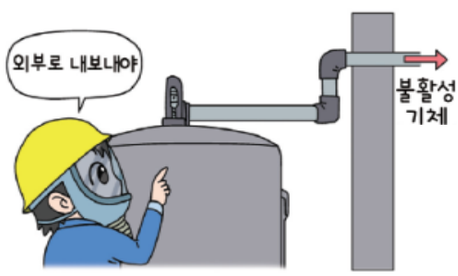
- 불활성기체를 내보내는 배관이 있는 보일러, 탱크, 반응탑 또는 선창 등의 장소에서 작업을 하는 경우에는 다음 조치를 하여야 합니다.



■ 밸브 또는 콕을 잠그거나 차단판을 설치할 것

■ 밸브 또는 콕과 차단판에는 잠금장치를 하고 이를 임의로 개방하는 것을 금지한다는 내용을 보기 쉬운 장소에 게시할 것

■ 불활성기체를 내보내는 배관의 밸브나 콕 또는 이를 조작하기 위한 스위치 또는 누름단추 등에 대하여는 잘못된 조작으로 인하여 불활성기체가 새지 않도록 배관 내의 불활성기체의 명칭 및 개폐의 방향 등 조작방법에 관한 표지를 게시할 것



■ 불활성기체가 배출될 우려가 있는 작업을 하는 경우에는 해당 안전판으로부터 배출되는 불활성기체를 직접 외부로 내보내기 위한 설비를 설치하는 등 해당 불활성기체가 해당 작업 장소에 잔류하는 것을 방지하기 위한 조치를 할 것

• 출입문, 출입구의 임의잠김 방지

산업안전보건기준에 관한 규칙 제632조, 제633조





- 탱크 · 반응탑, 냉장실 · 냉동실 등의 내부, 그 밖의 밀폐시설에서 작업하는 경우에 근로자가 작업하는 동안 설비의 출입뚜껑 또는 출입문이 임의로 잠기지 않도록 조치하고 작업하도록 할 것
- 작업을 마치고 출입뚜껑 또는 출입문을 잠그는 경우에는 내부에 작업자가 있는 지를 반드시 확인할 것
- 밀폐시설에서 작업을 하는 경우 근로자가 작업하는 동안 해당 설비의 출입뚜껑이나 출입문이 임의로 잠기지 않도록 조치할 것

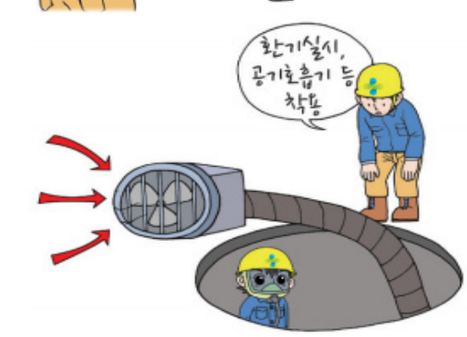
• 가스배관 공사 등에 관한 조치

산업안전보건기준에 관한 규칙 제634조

– 지하실 또는 맨홀의 내부, 그 밖에 통풍이 불충분한 장소에서 가스를 공급하는 배관을 해체 또는 부착하는 작업을 하는 경우에는 다음 조치를 하여야 합니다.



- 배관을 해체 또는 부착하는 작업장소에 해당가스가 들어오지 않도록 차단할 것



- 해당작업을 행하는 장소는 적정한 공기상태가 유지되도록 환기를 하거나 근로자에게 공기호흡기 또는 송기 마스크를 지급하여 착용할 것

• 압기공법에 관한 조치

산업안전보건기준에 관한 규칙 제635조

■ 별표18 제1호에 따른 지층이나 그와 인접한 장소에서 압기공법에 의하여 작업을 하는 경우에 그 작업에 의하여 유해가스가 샐 우려가 있는지의 여부 및 공기 중의 산소농도를 조사할 것

■ 유해가스가 새거나 공기 중 산소가 부족한 경우 즉시 작업을 중지하고 출입을 금지하는 등의 조치를 할 것

• 지하실 등의 작업 시 조치

산업안전보건기준에 관한 규칙 제636조



■ 밀폐공간 내부를 통하는 배관이 설치되어 있는 지하실이나 피트(pit) 등의 내부에서 작업을 하는 경우 그 배관을 통하여 산소가 결핍된 공기나 유해가스가 새지 않도록 조치할 것

■ 산소가 결핍된 공기나 유해가스가 샐 때에는 이를 직접 외부로 내보낼 수 있는 설비를 설치하는 등 적정한 공기상태를 유지토록 조치할 것

• 설비 개조 등의 작업 시 조치

산업안전보건기준에 관한 규칙 제637조

- 분뇨, 오수, 펄프액 및 부패하기 쉬운 물질에 오염된 펌프, 배관 그 밖의 부속설비에 대하여 분해, 개조, 수리 또는 청소 등을 행하는 작업을 하는 경우에는 다음 조치를 하여야 합니다.



■ 작업방법 및 순서를 정하여 사전에 작업에 종사하는 근로자에게 널리 알릴 것

■ 황화수소 중독방지에 필요한 지식을 가진 자를 당해 작업의 지휘자로 지정하여 작업을 지휘하도록 할 것

04 | 점검과 관리

"밀폐공간 작업시 점검 및 관리를 통해 안전을 확보해 주십시오."

1 관리감독자의 점검

산업안전보건기준에 관한 규칙 제35조

- 관리감독자로 하여금 작업 시작전에 점검을 하도록 합니다.
- 관리감독자의 점검결과에 따라 이상을 발견하여 보고할 때 사업주는 즉시 환기, 보호구 지급, 설비보수 등의 필요한 조치를 실시하여야 합니다.

관리감독자의 직무

- 산소가 결핍된 공기나 유해가스에 노출되지 않도록 작업 시작 전에 해당 근로자의 작업을 지휘하는 업무
- 작업을 하는 장소의 공기가 적절한지를 작업 시작 전에 측정하는 업무
- 측정장비 · 환기장치 또는 공기호흡기 또는 송기마스크를 작업 시작 전에 점검하는 업무
- 근로자에게 공기호흡기 또는 송기마스크의 착용을 지도하고 착용 상황을 점검하는 업무

2 감시인을 통한 작업상황 감시

산업안전보건기준에 관한 규칙 제623조

- 근로자가 밀폐공간에서 작업을 할 때 작업상황을 감시할 수 있도록 감시인을 지정하고 밀폐공간 외부에 배치한 후 밀폐공간 작업 근로자에게 이상이 있을 때 구조요청 등 필요한 조치를 한 후 즉시 관리감독자에게 통보하도록 합니다.
- 감시인은 밀폐공간의 작업자에게 이상이 있을 경우 지체없이 119에 신고하고, 구조대의 지시를 따라 조치하여야 합니다.
- 사업주는 밀폐공간에서 작업하는 동안 작업장과 외부 감시인 간에 항상 연락을 취할 수 있는 설비를 설치하여야 합니다.

3 밀폐공간 출입시 인원의 점검

산업안전보건기준에 관한 규칙 제621조

- 근로자가 밀폐공간에서 작업을 하는 경우, 근로자를 입장시킬 때와 퇴장시킬 때마다 인원을 점검하여야 합니다.

05 | 보호구

"언제든 즉시 사용 가능한 보호구를 구비 하십시오."

- 밀폐공간 작업 시 필요한 보호장구에는 ① 호흡기 보호를 위한 호흡용 보호구, ② 추락사고 예방을 위한 안전대, 구명밧줄, ③ 구조용 삼각대 등이 있습니다.

  산업안전보건기준에 관한 규칙 제624조, 제625조

- 이러한 보호장구는 작업이나 긴급상황에서 언제든지 즉시 사용 가능한 상태로 유지하고, 근로자들에게 사용방법 등에 관한 충분한 교육과 훈련을 실시해야 합니다.

  산업안전보건법 제29조, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제640조, 제641조

보호장구의 사용

▶ 호흡용 보호구(공기호흡기 또는 송기마스크)

- 기본적으로 호흡용 보호구를 착용하지 않더라도 작업할 수 있도록 환기를 통해 밀폐공간 내부를 적정공기 상태로 만드는 것이 중요합니다.
- 환기를 할 수 없거나 환기만으로 불충분한 경우에는 호흡용 보호구를 반드시 착용하고 출입하여야 합니다.

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

- 밀폐공간은 장소가 협소하여 공기호흡기를 착용하고 들어가기 어려울 수 있습니다. 이 경우 외부에서 공기를 공급하는 방식의 송기마스크를 착용하는 것이 더 안전할 수 있습니다.

  ☞ 다만, 송기마스크의 송기라인이 꼬이거나 끊어지지 않도록 잘 관리하여야 하며, 정전 등으로 공기공급이 중단되는 경우가 없도록 대비하여야 합니다.



공기호흡기(SCBA)

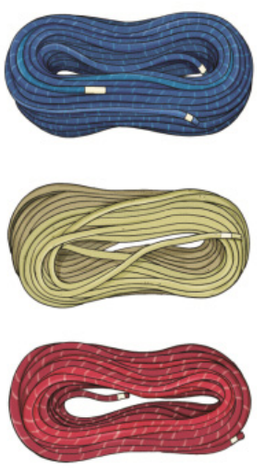
▶ 안전대와 구명밧줄

- 밀폐공간은 용기·탱크 등 시설 내부, 지하, 갱, 맨홀, 피트로 들어가는 경우 승강구나 오르내리는 사다리가 있을 수 있습니다. 따라서 들어가는 과정이나 내부에서 작업할 때 추락 위험이 있습니다.

  ☞ 탱크 바닥이나 기타 습기 찬 환경의 바닥, 사다리 발판이 매우 미끄러울 수 있습니다.

- 이러한 추락위험에 대비하기 위해 안전대와 구명 밧줄을 착용하여야 합니다.





▶ 구조용 삼각대 등

- 응급상황 발생 시 구조하기 위한 구조용 삼각대, 사다리, 섬유로프 등을 갖추어 두어야 합니다.



06 | 교육·훈련 및 정보제공

"안전하게 작업하는 방법을 알 수 있도록 교육 하십시오"

1 특별교육

- 밀폐공간 작업에 종사하게 될 근로자에게 최초 작업투입 전 특별교육을 실시하여야 합니다.

산업안전보건법 제29조 및 동법 시행규칙 제26조(별표4, 별표5)

▶ 교육대상 및 교육시간

교육대상	교육시간
일용근로자 (근로계약기간이 1주일 이하인 기간제 근로자)	· 2시간 이상
일용근로자를 제외한 근로자	· 16시간 이상 ※ 최초 작업에 종사하기 전 4시간 이상 실시하고 12시간은 3개월 이내에서 분할하여 실시 가능 · 단기간 작업 또는 간헐적 작업인 경우에는 2시간 이상

▶ 교육내용

① 산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항
② 사고 시의 응급처치 및 비상 시 구출에 관한 사항
③ 보호구 착용 및 보호 장비 사용에 관한 사항
④ 작업내용·안전작업방법 및 절차에 관한 사항
⑤ 장비·설비 및 시설 등의 안전점검에 관한 사항
⑥ 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항

2 긴급구조훈련

- 사업주는 긴급상황 발생 시 신속히 대응할 수 있도록 6개월에 1회 이상 주기적으로 긴급구조훈련을 실시하여야 합니다. 산업안전보건기준에 관한 규칙 제640조

☞ 긴급구조훈련은 구조상황을 가정하여 비상연락-구조-응급조치-후송 등과 관계되는 사람(또는 부서)이 구조과정을 조직적으로 숙달하는 사업장 단위의 훈련을 말하는 것으로, 개별 근로자 단위로 실시하는 특별교육과는 대상이 다를 수 있습니다.

☞ 주기적인 긴급구조훈련을 하는 시기에 사업장의 안전·보건교육을 긴급구조훈련 내용으로 교육·훈련한다면, 교육과 훈련을 모두 만족할 수 있음

3 작업시 안전한 작업방법의 주지

- 사업주는 근로자가 밀폐공간에서 작업을 하는 경우에 작업을 시작하기 전에 감시인을 포함하여 안전한 작업방법 등에 대해 주지하여야 합니다.
- 또한 안전한 작업방법 등에 대해 숙지여부를 확인하고 필요한 교육을 실시하여야 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제641조

안전한 작업방법 등의 주지내용

① 밀폐공간의 위험성
② 산소 및 유해가스농도 측정에 관한 사항
③ 환기설비의 가동 등 안전한 작업방법에 관한 사항
④ 보호구의 착용과 사용방법에 관한 사항
⑤ 사고 시 구조요청을 할 수 있는 관할 소방관서 등 비상연락처 및 응급조치에 관한 사항
⑥ 제625조에 따른 대피용 기구(공기호흡기 또는 송기마스크, 사다리, 섬유로프 등)의 위치 및 사용방법

4 도급인의 안전보건 정보 제공

- 밀폐공간 작업을 도급하는 경우, 도급인은 수급인 근로자의 산업재해 예방을 위해 수급인에게 안전·보건에 관한 정보를 작업시작 전까지 문서로 제공하여야 하고 수급인이 필요한 안전조치 및 보건조치를 하였는지를 확인하여야 합니다.

산업안전보건법 제65조 및 동법 시행규칙 제83조

안전·보건 정보제공 사항

- 밀폐공간 내부의 유해요인의 종류와 유해·위험성
- 안전보건상 주의사항
- 사고발생 시 필요한 조치내용

07 | 밀폐공간 작업 프로그램

"밀폐공간 작업 프로그램에 모두 참여해 주십시오."

- 밀폐공간 작업 프로그램은 밀폐공간 작업 시 밀폐공간 안전관리에 관한 사항과 역할, 작업절차 등을 문서화한 것입니다.
  - 밀폐공간 작업 프로그램에 포함되어야 할 주요 내용은 다음과 같으며, 본 가이드 내용을 참조하여 구체적으로 작성합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조

밀폐공간 작업 프로그램 수립 및 시행 필요사항

- 사업장 내 밀폐공간의 위치 및 관리방안
- 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

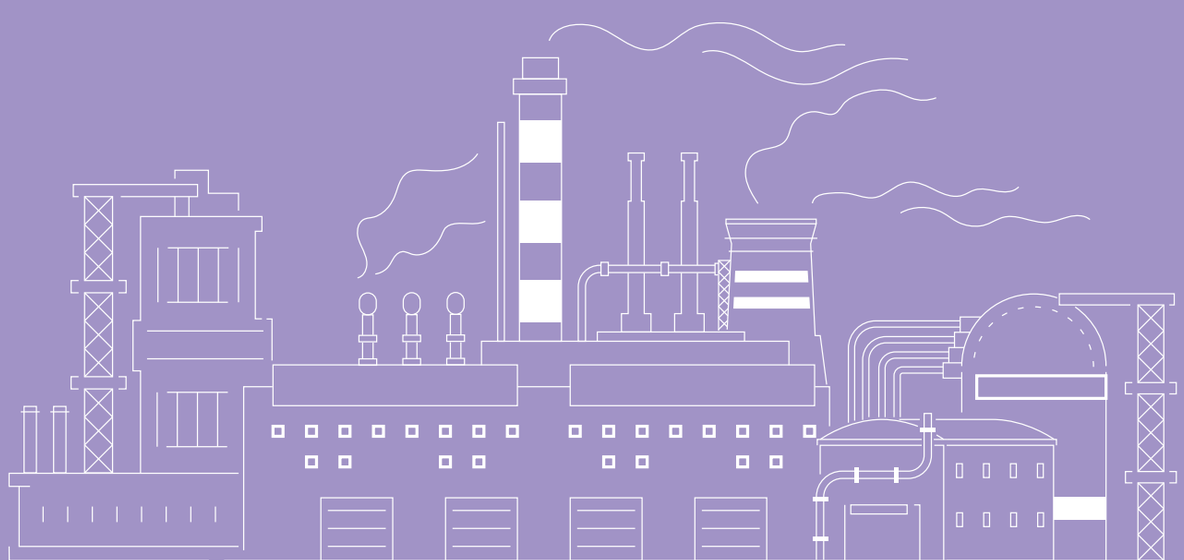
- 밀폐공간 작업 프로그램을 수립할 때에는 관련되는 모든 부서가 함께 참여하고, 각 부분별 담당부서 또는 관리책임자를 명시하고, 역할도 함께 기재합니다.

* 안전보건 관리는 특정 부서나 특정인이 하는 활동이 아닙니다. 전 부서, 전 직원이 함께 참여하여 밀폐공간을 찾고, 안전하게 작업하기 위한 각자의 책임과 역할을 분담할 때 사고를 예방할 수 있습니다.

- 밀폐공간 작업 프로그램은 도급으로 이루어지는 작업에 대해서도 동일하게 적용합니다.

산업안전보건법 제65조

  - 수급인이 밀폐공간 작업을 하는 경우, 사전에 밀폐공간에 대한 유해위험 정보를 제공하여야 하며, 수급인이 사용하는 근로자가 제공된 정보에 따라 필요한 조치를 받고 있는지 확인하여야 합니다.



KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

3

재해자 구조

1. 재해자 구조
2. 심폐소생술

01 | 재해자 구조

"먼저 119에 신고하고, 공기호흡기가 없다면
절대 구조하러 들어가지 마십시오."

- 밀폐공간에서 일하던 동료가 쓰러져 있는 것을 발견했을 때, 가만히 있을 사람은 없을 것입니다. 먼저 119에 신고하고, 공기호흡기 또는 송기마스크를 착용할 수 있는 상황이 아니라면 구조대의 지시를 따라주세요.

* 지난 10년간 질식사망자 132명 중 30명이 구조하러 들어갔다가 사망하였습니다.

☞ 사고가 발생했을 때 냉정함을 유지한 상태에서 안전하게 구조작업을 하기 위해서는 평상시 교육·훈련이 중요합니다.

- 밀폐공간에서 질식 재해자를 구조하는 것은 밀폐공간의 입구와 내부가 협소하고 산소결핍 또는 유해가스가 존재할 수 있어 상당히 어렵고 위험하기 때문에 반드시 다음 절차에 따라 재해자를 구조하십시오.

밀폐공간에서 작업자가 쓰러진 것을 발견한 경우

① 재해자를 발견한 경우 먼저 119에 신고하고, 사업주 및 관리감독자에게 알려야 합니다.

② 재해자가 삼각대 등 구조용 장비와 연결되어 있다면 외부에서 구조를 시도하세요.

③ 밀폐공간 내부로 들어가서 구조한다면 공기호흡기(SCBA)나 송기마스크를 착용하십시오.
공기호흡기나 송기마스크가 없다면 119 구조대의 지시를 따라주세요.

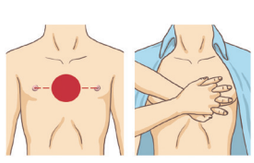
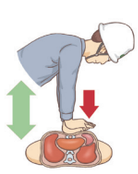
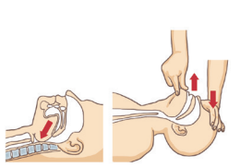
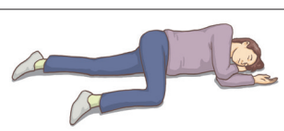
⚠ 송기마스크 등 보호장비 없이 밀폐공간 내부로 들어갔다가는 구조자 또한 위험해질 수 있습니다.
밀폐공간 질식재해자 중 상당수는 호흡용 보호구를 착용하지 않고 들어간 구조자였습니다.

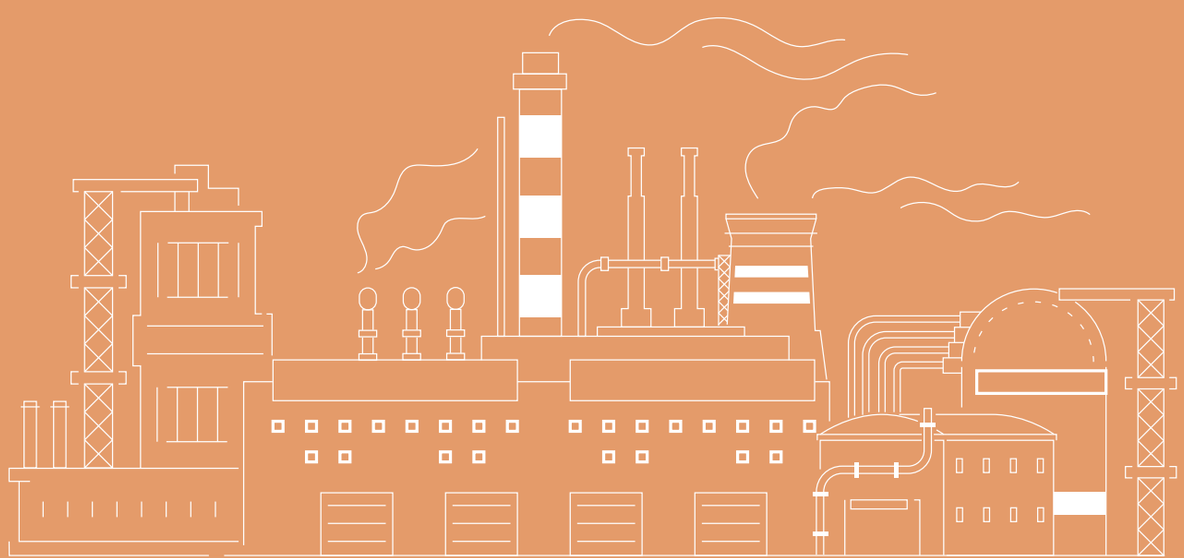
⚠ 밀폐공간 내부의 공기상태가 안전한지 확인할 수 없거나 적절한 호흡용 보호구가 없다면 내부로 들어가지말고 밀폐공간 밖에서 119 구조대가 올 때까지 기다리십시오.

④ 구조된 재해자에 대해 심폐소생술을 실시하십시오.

02 심폐소생술

"심폐소생술을 꼭 기억해 주십시오."

순 서		실 시 방 법
반응확인		• 어깨를 가볍게 두드리며 **"여보세요, 괜찮으세요?"**를 외치면서 재해자의 반응을 확인합니다.
119 신고		• 의식(반응)이 없으면 큰 소리로 주변 사람에게 **119 신고를 요청**하고, 자동심장충격기(AED)를 가져오도록 부탁합니다.
호흡 확인		• 얼굴과 가슴을 10초 이내로 관찰하여 **맥박과 호흡이 있는지를** 확인합니다. • 반응이 없고, 호흡이 정상이 아니라고 판단되면 심폐소생술을 시행합니다.
심폐소생술	가슴 압박 (30회)	• 가슴 정중앙(복장뼈의 아래쪽 1/2)에 한손을 올려놓고, 그 위에 다른 손을 올려서 겹친 뒤 깍지를 낀 자세로 시행합니다. • 팔꿈치가 구부러지지 않도록 하고, 어깨와 손은 일직선으로 유지합니다. • 압박 깊이는 약 5cm, 압박 속도는 분당 100~120회를 유지하면서 **30회 가슴압박**을 실시합니다.  <흉부압박 위치>  <흉부압박 깊이>  <흉부압박 자세>
	기도 개방	• 인공호흡을 시행하기 위해서는 먼저 재해자의 **머리를 젖히고, 턱을 들어 올려서** 재해자의 기도를 개방합니다.
	인공 호흡 (2회)	• 재해자 이마에 댄 손의 엄지와 검지로 재해자의 코를 잡아서 막고, 재해자의 입을 구조자의 입으로 완전히 밀착시킨 뒤에 가슴이 올라올 정도로 1초간 숨을 불어 넣습니다.(2회) ※ 인공호흡 방법을 모르거나 꺼리는 경우에는 인공호흡을 제외하고 지속적으로 가슴압박만을 시행합니다.
심폐소생술	가슴 압박 & 인공 호흡 반복	• **30회 가슴압박, 2회 인공호흡**을 119구급대가 도착할 때까지 반복실시합니다.  <기도개방>  <인공호흡>  <흉부압박&인공호흡 반복>
회복자세		• 심폐소생술 중 재해자가 움직이거나 소리를 내면 호흡이 회복되었는지 확인하고 호흡이 회복되었다면 **재해자를 옆으로 돌려눕혀 기도가 막히는 것을 예방**합니다. 



KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

부 록

1. 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 별표18의 '밀폐공간' 해설
2. 국민신문고 질의·답변 사례
3. 밀폐공간 질식재해 사례
4. 질식재해예방 원콜(One-Call) 서비스 안내

부록 1 | 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 별표 18의 '밀폐공간' 해설

1 다음의 지층에 접하거나 통하는 우물·수직갱·터널·잠함·피트 또는 그 밖에 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

해설

지상에 개구부를 가진 우물, 수직갱, 터널, 잠함, 피트(우물 등)으로 산소결핍이 발생할 수 있는 장소

가. **"역암층"**은 입자가 2 mm 이상인 암석을 함유하는 다공질의 층으로 내부에 용수 등이 없거나 적은 경우 천연가스 등이 함유되었을 가능성이 있다. 특히 화산지대의 경우 화산활동에 따른 가스가 존재할 수 있어 내부에 들어간 근로자가 산소결핍 재해를 입을 수 있다. 아울러 바로 상층에 물이 통과하지 않는 지층인 점토고 결층 등이 존재하는 경우 해당 역암층은 내부에 가스가 차 있을 가능성이 훨씬 높아진다.

나. **"제1철 염류"**는 산화제1철이 있으며, **"제1망간 염류"**로는 산화제1망간이 있다. 이들 염류는 환원상태에 있으므로 해당 지층은 산소를 만나는 경우 제2염류가 되면서 해당 산소를 소모하게 된다. 특정 지층이 환원상태에 있는지를 확인하는 방법으로는 산화환원전위계를 이용한 측정치가 음의 값을 가지는 경우와 2,2'-비피리딘 시약이 적색으로 바뀌는 경우 등으로 확인이 가능하다.

다. **"메탄, 에탄, 부탄 등을 함유하는 지층"**에는 다음과 같은 경우들이 있다.
- 유기물을 다량 함유한 층(예를 들면 쓰레기 매립장 등)이 혐기성 상태에 있어 메탄가스가 심하게 발생되고 있는 층
- 녹색 응회암으로 된 지층으로 단층 혹은 전리가 있는 경우, 혈암으로 된 지층으로 단층 혹은 전리가 있는 경우, 흑색 변성암과 녹색 변성암의 경계에서 점토화된 사문암으로 된 경우로 화산지대 등에서 특히 가스의 돌출이 우려되는 지층
- 탄산수를 용출하고 있거나 용출할 우려가 있는 지층(탄산수를 함유한 광천수가 있는 지층)
- 소택을 매립한 지층과 오염된 항만 등의 간척지와 같은 부토층. 아울러 "그 밖에 유사한 것"에는 맨홀, 수평갱, 경사갱, 심층공법의 깊은 갱 및 실드공법 적용 작업실 등이 있다.

2 장기간 사용하지 않은 우물 등의 내부

해설

여기에서 **"장기간"**이란 약 3개월 이상이 방치된 경우를 말하며, 내부가 충분히 환기되지 않은 상태에서 산소가 소모되어 산소결핍이 발생할 가능성이 높은 경우이다.

3 케이블·가스관 또는 지하에 부설되어 있는 매설물을 수용하기 위하여 지하에 부설한 암거·맨홀 또는 피트의 내부

해설

장기간에 걸쳐 환기가 이루어지지 않았을 가능성이 높은 산소결핍장소로서, 지하에 부설된 매설물체로는 가스관, 급수관, 온수관, 증기관 및 송유관 등이 있다. 전선이나 통신선로를 설치한 지하관로도 여기에 당연히 포함된다.

4 빗물·하천의 유수 또는 용수가 있거나 있었던 통·암거·맨홀 또는 피트의 내부

해설

빗물, 하천의 유수 또는 용출수가 체류하고 있거나 있었던 통 등에서 해당되는 물에 함유되어 있던 유기물이 가라앉아 있다가 부패함에 따라 산소결핍이 발생할 우려가 있는 장소에 해당한다. 이 때 통 등에는 공사가 완결되지 않은 경우가 포함된다.

5 바닷물이 있거나 있었던 열교환기·관·암거·맨홀·둑 또는 피트의 내부

해설

해수 중에는 다양한 조개류와 해조류가 함유되어 있다. 해수가 체류하고 있거나, 체류한 적이 있었거나, 상당기간 들어 있거나, 혹은 들어있었던 장소로 해수 중의 유기물이 죽은 후 부패함에 따라 산소결핍의 우려가 있음으로 고려하여 규정된 것이다. 또한 조개류 등의 생물체가 열교환기 내부의 표면에 부착하여 누적되면 역시 부패 등에 의해 산소결핍이 발생할 가능성이 있다.

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

해설

여기에서 **"장기간"**이란 밀폐된 보일러 등의 내부공기 중 산소에 의해 내벽이 산화되고 그 결과 내부공기가 산소결핍 상태가 될 가능성이 있는 경우를 말한다. 밀폐된 강재 등 내벽의 산화의 속도는 내부의 온도, 습도, 수분의 존재여부, 내부공기의 양 등 다양한 환경조건에 따라 차이가 있으므로 일관적으로 그 기간을 정하기는 어렵다. 따라서 상황에 따라 장기간의 시간이 달라지지만 특히 다음과 같은 조건에 유의해야 한다.

- 강재 등의 내부에 수분이 존재하게 되면 수일 정도의 단기간에 내벽의 산화가 진행된다.
- 내부에 수분이 존재하지 않거나 상대습도가 50% 이하인 경우에는 수개월 이상에 걸쳐 산화가 진행된다.

"그 밖에 내벽이 산화되기 쉬운 시설"에는 강재로 된 압력용기, 반응기, 추출기, 분리기, 열교환기 및 선박의 이중바닥 등이 있다. 이 경우에도 역시 완성되지 않은 시설도 산소결핍 발생 가능성을 내포한다.

"그 내벽의 산화를 방지하기 위하여 필요한 조치가 되어 있는 것"이란 다음의 경우를 말한다.

- KS규격 등에 따른 내식내열초합금재나 니켈크롬합금재 또는 동등 이상의 재질로 이루어진 경우
- 내벽에 방청도장을 한 것으로 유리, 합성수지 등 산화되기 어려운 물질로 내벽이 도포된 경우
- 실리카겔이나 알루미나 또는 동등이상의 능력을 지닌 건조제를 사용하여 내부가 건조상태에 있거나 상대습도가 50% 이하로 유지된 경우(이 경우 내부의 건조상태는 월 1회 이상 건조제를 유효성능을 확인하여야 함).
- 전기식 부식방지장치가 설치되어 있는 경우, 해당 장치는 내벽 전체에 부식방지가 효능을 미치거나 효과가 미치지 못하는 부분은 녹이 슬지 않는 재질로 되어 있거나 방청 등의 조치가 이루어져 있어야 한다.
- 내부가 항시 만수상태를 유지하여 근로자 출입이 불가능한 경우

7 석탄·아탄·황화광·강재·원목·건성유(乾性油)·어유(魚油) 또는 그밖의 공기 중의 산소를 흡수하는 물질이 들어 있는 탱크 또는 호퍼(hopper) 등의 저장시설이나 선창의 내부

해설

물리화학적 특성 상 산소를 소모하는 물질에 의해 특정 장소의 산소가 결핍될 우려가 있는 경우로 **"공기 중의 산소를 흡수하는 물질"**로는 산화가 용이한 아탄이나 어유가 있으며 산소를 광합성에 이용하는 열매채소 등이 있다. 여기에서 선창에는 거룻배와 같이 통상적으로 자연환기에 의한 통풍이 원활한 경우는 해당되지 않는다. 건성유의 대표적인 것으로는 아마유, 들기름 및 보일(boil)유 등이 있다.

8 천장·바닥 또는 벽이 건성유를 함유하는 페인트로 도장되어 그 페인트가 건조되기 전에 밀폐된 지하실·창고 또는 탱크 등 통풍이 불충분한 시설의 내부

해설

물질의 특성 상 산소를 소모하는 도료를 통풍이 불충분한 장소에 사용하는 경우로 **"건성유"**란 아마유, 들기름 및 보일(boil)유 등 건조 중에 산소를 소비하는 기유를 말한다.
"통풍이 불충분한 장소"란 문이나 창문 등의 개방구를 통해 자연환기가 거의 이루어질 가능성이 없는 장소로 갱이나 피트 등도 여기에 해당될 수 있다.

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

해설

상온에서 발아, 호흡, 숙성에 밀폐공간의 산소를 소비되는 경우이다. **"곡물 또는 사료"**란 벼, 콩, 옥수수 및 생선찌꺼기 등을 말하며, **"과일의 숙성"**의 대표적인 것으로는 바나나 숙성이 있다.
"종자의 발아"에는 곡물의 싹을 재배하거나 맥아를 제조하는 경우 등이 해당된다. 곡물을 대규모로 저장하는 사일로의 경우 내부에서 곡물의 호흡에 의해 산소의 소모되면 이산화탄소가 다량 발생하여 곡물저장에 유리한 환경이 조성되므로 산소결핍 현상이 상존할 가능성이 높다.
질소비료를 다량 사용한 경작지에서 수확된 곡물이 **"사일로"**에 보관되면 초기 수일에 걸쳐 이산화질소(NO2) 가스가 사일로 상부에 체류하는 경우도 있다.
근본적으로 곡물의 발효는 산소가 없는 상태에서 이루어지며 광합성과 달리 햇볕을 강하게 요구하지 않으므로 곡물 등이 저장된 **"선창"**에서 광도가 낮은 경우에도 발효가 진행된다.

10 간장·주류·효모 그 밖에 발효하는 물품이 들어 있거나 들어 있었던 탱크·창고 또는 양조주의 내부

해설

발효과정은 산소와 광을 요구하지 않는 상태이므로 발효가 이루어지고 있거나 이루어진 환경에서는 산소결핍이나 다량의 이산화탄소가 발생할 수 있다. **"그 밖에 발효하는 물품"**에는 누룩, 포도주 원료 및 맥아 등이 있다.

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

해설

산업현장에서는 다양한 형태의 **"오수"**가 있는데 펄프폐액(펄프제조 공정에서 나오는 펄프 슬러리를 포함), 전분폐액, 가죽무두질 공정의 폐수, 쓰레기 처리장 폐수, 쓰레기 소각장 냉각처리 폐액 및 식당 하수 등이 있다.
"그 밖에 부패하거나 분해되기 쉬운 물질"로는 생선찌꺼기, 생쓰레기, 소각쓰레기 등이 있다.
이상의 물질들은 다량의 유기물을 함유하고 있어서 밀폐된 공간에서 정체상태에 있는 경우 초기에는 호기성 미생물에 의해 유기물의 분해가 이루어지나 얼마 지나지 않아 빠르고 쉽게 산소가 소모되고 혐기성 상태가 되므로 혐기성 미생물에 의한 유기물 분해가 진행되게 된다.
호기성 상태에서 분해된 유기물은 이산화탄소와 물로 변화되지만 혐기성 상태에서는 황화수소와 일산화탄소의 발생원이 되며 질소산화물의 경우 암모니아인 환원상태로 배출된다.

12 드라이아이스를 사용하는 냉장고·냉동고·냉동화물자동차 또는 냉동컨테이너의 내부

해설

"드라이아이스"는 이산화탄소를 고체화시킨 물질로 상온상압에 노출되면 이산화탄소 가스로 변화하면서 주변의 열을 흡수하게 되므로 물질을 냉각시키거나 온도를 낮추려는 경우 널리 이용되게 된다.
장시간 저온이 요구되는 **"냉장고·냉동고·냉동화물자동차 또는 냉동컨테이너"**의 경우 기본적으로 폐쇄순환형 냉각장치가 있어 드라이아이스를 사용하는 경우는 드물지만 단시간 용도로 일시적으로 사용하거나 대형 아이스박스와 냉각장치가 없는 시설이나 창고 등에 드라이아이스를 사용하는 경우 문제가 될 수 있다.
아울러 방청 등을 목적으로 선창이나 물탱크 등에 도포한 물시멘트(시멘트 페이스트)를 드라이아이스를 이용하여 처리하는 작업의 경우에도 해당 공간에 다량의 이산화탄소를 발생시킬 수 있다.

13 헬륨·아르곤·질소·프레온·이산화탄소 또는 그 밖의 불활성기체가 들어 있거나 있었던 보일러·탱크 또는 반응탑 등 시설의 내부

해설

"헬륨 등의 불활성 기체"는 다양한 산업에서 다양한 이유 때문에 사용되고 있으며 특히 제품이나 중간생성물의 산화를 방지하기 위한 공업적 목적으로 사용되고 있다. 불활성기체는 인체에 해를 주지는 않으나 산소를 몰아내므로 산소결핍에 의한 재해를 유발한다.
"보일러·탱크 또는 반응탑" 이외에 압력용기, 가스홀더, 반응기, 압출기, 분리기, 열교환기, 선박의 이중바닥, 액화질소를 이용하는 냉동시설과 사과 저장시설 등이 포함되며 모양이 완전히 완성된 형태가 아닌 경우에도 밀폐공간으로 본다.

14 산소농도가 18퍼센트 미만 또는 23.5퍼센트 이상, 이산화탄소농도가 1.5퍼센트 이상, 일산화탄소농도가 30피피엠 이상 또는 황화수소농도가 10피피엠 이상인 장소의 내부

해설

제1호에서 제13호까지의 밀폐공간에 해당하지 않는 장소로서 산소결핍이나 황화수소 중독 등의 재해가 발생할 수 있는 다양한 형태의 장소를 말한다. 휘발유를 사용하는 내연기관에서 발생한 일산화탄소에 의해 야기된 중독재해나 단무지 공장에서 황화수소에 의한 중독사고가 일어난 것 등이 위 조건에 해당될 수 있다.

15 갈탄·목탄·연탄난로를 사용하는 콘크리트 양생장소(養生場所) 및 가설숙소 내부

해설

저온에서는 콘크리트의 **"양생"**이 상당히 지연되므로 강제로 양생환경의 온도를 높여주는 경우가 많다.
밀폐된 장소에서 **"갈탄"** 등을 연소시키게 되면 산소의 공급제한으로 비교적 오랜 시간 연소열을 발생시킬 수 있는 장점은 있으나 반대로 일산화탄소가 다량 발생되어 작업 근로자를 중독에 이르게 할 수 있다.
"가설숙소"의 경우 겨울철에 갈탄 등을 사용하게 되면 불완전 연소에 의해 일산화탄소 중독이 발생할 우려가 있으며 특히 야간의 경우 무색무취인 이 기체에 의해 문제가 커질 가능성이 높다.

16 화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크의 내부

해설

"화학물질이 들어있던 반응기나 탱크"는 산소결핍이나 황화수소 중독이 발생할 수 있는 장소는 아니나 휘발성이 강한 유기화합물이 함유된 물질이 들어 있었던 곳의 경우 충분한 환기 없이 근로자가 출입하게 되면 해당 유기화합물에 의한 급성중독이 발생할 가능성이 있다.

17 유해가스가 들어있던 배관이나 집진기의 내부

해설

산소결핍이 발생할 가능성이 있는 장소는 아니나 기존에 들어 있던 **"유해가스"**가 충분히 환기되지 않은 상태에서 근로자가 유지관리나 수리를 위해 출입하면 급성중독에 이환될 수 있다.

18 근로자가 상주(常住)하지 않는 공간으로서 출입이 제한되어 있는 장소의 내부

해설

기본적으로 **산소결핍이나 유해가스가 있거나 있을 가능성이 있음을 전제**로 하면서, 다음과 같은 특징을 동시에 가지고 있는 공간을 말한다.

- **"근로자가 상주하지 않는 공간"**은 해당 공간이 근로자가 들어가 상시 일할 것을 고려하여 설계되지 않았음을 의미한다.
- **"출입이 제한되어 있는 장소"**는 관리적 목적으로 출입을 제한한 '관계자외 출입금지'의 의미가 아니라 해당 공간이 갖는 구조적 특징(맨홀이나, 사다리를 타고 내려가는 구조 등)으로 입 · 출입이 힘들거나 빠져나오기 힘든 공간을 의미한다.

※ 미국 산업안전보건청(OSHA)는 탱크, 베슬, 사이로, 저장탱크, 호퍼, 지하저장실, 피트 등을 예로 들면서 사다리를 타고 내려가야 하거나 입출구가 좁거나 구조적으로 아래로 수렴되는 등의 특징을 가진 공간을 제한공간(Confined space)으로 설명하면서, 우리의 밀폐공간에 해당하는 '허가가 필요한 제한공간(Permit-required confined space)'은 그러한 구조적 특성을 가지면서 산소결핍이나 유해가스 중독 등을 일으킬 수 있는 유해요인이 있거나 있을 가능성이 있는 공간으로 정의하고 있다.

부록 2 | 국민신문고 질의·답변 사례

1 밀폐공간 장소 해당 여부

| 사례 1 | 개방된 폐수처리장의 밀폐공간 해당 여부

Q 개방된 폐수처리장의 경우 밀폐공간으로 봐야하는지 궁금합니다.

폐수처리장 약품처리 및 슬러지를 걷어 내는 작업을 모두 개방된 곳에서 실시하고 폐수처리장 역시 개방된 공간이라서 이 공간을 밀폐공간으로 보아야 할지 애매합니다. 폐수처리장의 경우 약품처리 후 발생하는 유해가스에 의해 질식의 우려가 있지만 공간이 개방되어 있어 의문점이 생깁니다.

또한 밀폐공간작업프로그램 수립 주기가 궁금합니다. kosha guide H-80-2018 밀폐공간 작업 프로그램 수립 및 시행에 관한 기술지침에 보면 사업주는 밀폐공간 작업 프로그램을 최소 2년에 1회 평가 후 수정 보완하라고 나와있는데 그렇다면 밀폐공간 작업 프로그램은 2년에 1회 수립 하여도 되는지 궁금합니다.

A **[답변 1]**

폐수처리장 내 집수조 및 처리조 등은 산업안전보건기준에 관한 규칙 별표 18의 11항(분뇨, 오염된 흙, 썩은 물, 폐수, 오수, 그 밖에 부패하거나 분해되기 쉬운 물질이 들어있는 정화조·침전조·집수조·탱크·암거·맨홀·관 또는 피트의 내부)에 따라 밀폐공간으로 판단하여야 합니다. 또한 폐수처리장이 개방되어 있다 하더라도 슬러지 제거 작업 또는 약품 투입 시 발생하는 유해가스로 인하여 동 규칙 별표 18의 제14호(산소농도가 18퍼센트 미만 또는 23.5퍼센트 이상, 이산화탄소농도가 1.5퍼센트 이상, 일산화탄소 농도가 30ppm 이상 또는 황화수소농도가 10ppm 이상인 장소의 내부)에 해당된다면 밀폐공간으로 판단됩니다.

[답변 2]

귀 하께서 말씀하신 KOSHA GUIDE H-80-2018「밀폐공간 작업 프로그램 수립 및 시행에 관한 기술지침」은 권고사항으로써 법적인 강제 사항은 아닙니다. 다만, 기수립한 밀폐공간 작업 프로그램을 평가·수정하는 최소 기간을 2년으로 권고한 것으로, 작업장소나 작업방법 변경 사항 등을 고려하여 탄력적으로 평가·수정·보완하시기 바랍니다. 또한 최초 밀폐공간작업 프로그램은 작업 시작전까지 수립하여야 할 것으로 판단됩니다.

| 사례 2 | STS재질 탱크의 용접작업

Q STS재질 탱크의 내부에서 용접 작업을 하려 할 때 산업안전보건기준에 관한 규칙 제618조(정의) [별표 18]의 내용 '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'의 규정에 의하여 스테인리스강으로 된 것은 밀폐공간에서 제외하는 것으로 알고 있으며,

측부 및 상부에 지름 Ø100~Ø800의 오픈구가 여러 곳에 있는 탱크의 내부 작업 시 별도의 밀폐공간으로 적용받아야 하는 규정이 있는 것인지 질의 드립니다.

A 「산업안전보건기준에 관한 규칙」제629조에 의하면 탱크·보일러 또는 반응탑의 내부 등 통풍이 충분하지 않은 장소에서 용접·용단 작업을 하는 경우 가스농도를 측정(아르곤 등 불활성가스를 이용하는 작업장의 경우는 산소농도 측정)하고 환기를 실시하여 적정공기 상태를 유지하여야하며, 적정공기 상태의 유지가 어려운 경우 해당 작업 근로자에게 공기호흡기 또는 송기마스크를 지급하여 착용시키도록 정하고 있습니다.

귀하께서 질의하신 '측부 및 상부에 지름 Ø100~Ø800의 오픈구가 여러 곳에 있는 신축현장의 물탱크'는 용접 시 아르곤 가스 등 비활성기체가 사용되어 물탱크 내부의 적정공기 상태의 유지가 어려울 수 있어 「산업안전보건기준에 관한 규칙」별표 18의 13항(헬륨·아르곤·질소·프레온·이산화탄소 또는 그 밖의 불활성 기체가 들어 있거나 있었던 보일러·탱크 또는 반응탑 등 시설의 내부) 또는 14항(산소농도가 18퍼센트 미만 또는 23.5퍼센트 이상, 이산화탄소농도가 1.5퍼센트 이상, 일산화탄소농도가 30ppm 이상 또는 황화수소농도가 10ppm 이상인 장소의 내부)에 해당될 것으로 판단되며, 밀폐공간으로 정하여 관리하시기 바랍니다.

| 사례 3 | 스테인리스 재질의 교반기의 밀폐공간 해당여부

Q 시럽약(액체) 를 생산하는 공정에 스테인리스 재질의 시럽 조제탱크 교반기가 있는데 내부를 점검할 수 있도록 SUS 사다리가 설치되어 있는 상태입니다.

- 교반기의 상부 출입문을 개방하고 내부로 들어가서 점검하는 일이 종종 있기에 밀폐공간 작업으로 판단했었는데, 산업안전보건기준에 관한 규칙[별표18] 6항의 '그 내벽이 스테인리스강으로 된 것 또는 그 내벽의 산화를 방지하기 위하여 필요한 조치가 되어 있는 것은 제외한다'고 규정되어 있어 밀폐공간에서 제외해도 되는지?
- 6항이 아니더라도 교반기 내부에서 제조하는 물질은 의약품 원료(화학물질)을 혼합하여 제조하고 있으므로 16항의 '화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크의 내부'에 해당하는지?

A

- 시럽약 제조를 위해 사용하는 교반기는「산업안전보건기준에 관한 규칙」별표 18의 제16호(화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크의 내부)에 해당하는 밀폐공간으로 판단됩니다.
- 한편, 별표 18의 제6호의 제외 사항은 '장기간 밀폐된 강재(鋼材)의 보일러·탱크·반응탑이나 그 밖에 그 내벽이 산화하기 쉬운 시설'에만 해당하며, 화학물질 투입·점검이 자주 있는 귀 사업장의 교반기는 '장기간 밀폐'된 설비로 볼 수 없어 별표 18의 제6호에 해당하는 밀폐공간은 아닙니다.

| 사례 4 | 이산화탄소 소화설비 설치장소의 밀폐공간 해당여부

Q

1) 이산화탄소 소화설비가 설치된 장소(출입문이 설치되어 있는 룸식 구조)의 경우 밀폐공간 작업 프로그램 수립 · 시행 대상인지

2) 1항의 질의에서 밀폐공간으로 구분이 된다면 밀폐공간 작업 시 조치기준(밀폐공간작업 질식재해예방 매뉴얼 P.16)에서

가. 산소 및 유해가스 농도 측정

나. 환기

다. 보호장구의 사용

라. 유해가스 발생장소 조치

마. 작업관리

상기 5가지의 조치 사항을 다 실시하여야 하는지 아니면 "라. 유해가스 발생장소 조치"의 오작동방지조치 및 제어반의 솔레노이드밸브 연동정지 및 안전교육만 실시하고 작업이 가능 한지 확인 부탁드립니다.

A

■ 단순히 소화설비가 설치된 장소는「산업안전보건기준에 관한 규칙」별표 18에 의한 밀폐공간에 해당되지 않을 것으로 판단되나

- 이산화탄소 소화설비가 설치된 경우, 이산화탄소 소화설비의 오작동* 등으로 이산화탄소가 자동방출, 누출의 우려가 있으므로 이에 대한 방지조치(작업 중 소화설비 방출 방지조치, 자동화재탐지설비 음향장치의 경보 기능 해제 금지조치, 근로자에 대한 경보운영 사항 제공)를 철저히 할 것을 당부드립니다.

*** 사고사례**

- 2018.08 서울소재 주상복합아파트 발전실에서 벽면타공 작업중이던 작업자 4명이 이산화탄소 소화설비에서 이산화탄소가 누출되어 1명 의식불명, 1명 부상
- 2015.02 경북소재 호텔 보일러실에서 단열재 제거작업 중 이산화탄소 소화설비의 오작동 및 경보설비 미작동으로 이산화탄소에 의한 산소결핍으로 1명 사망 5명 부상

| 사례 5 | 밀폐공간 해당 여부

Q

1) 산업안전보건기준에 관한 규칙 (별표 18)의 밀폐공간 중 16번 항목에 '화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크의 내부', 17번 항목에 '유해가스가 들어있던 배관이나 집진기의 내부'가 규정되어 있는데

- 단순히 반응기 또는 탱크 또는 배관 또는 집진기 등을 보유하고 사용하고 있으나 근로자가 내부로 들어가서 청소를 하거나 출입하지 않을 경우에 밀폐공간으로 선정하여야 하는지? 〈탱크 내부는 자동으로 청소를 진행하는 시스템임〉

2) 18번 항목 '근로자가 상주 하지 않는 공간으로서 출입이 제한되어 있는 장소의 내부'에서, 단순히 근로자가 상주하지 않을 경우 밀폐공간이 되는지

→ 창고의 경우 근로자가 상주하지 않고 출입을 제한하고 있으나 내부에 창문이 여러 군데 있거나, 환기 설비가 있을 경우면 근로자가 상주하지 않을 경우라도 밀폐공간으로 선정하여야 하는지?

→ 근로자가 상주하지 않는 장소이지만 환기시스템이 없고, 창문이 없는 창고 구조일 경우 선정하여야 하는지?

→ 환기 시스템 유무 등 관계없이 근로자가 상주하지 않을 경우는 무조건 밀폐공간으로 선정하여야 하는지?

3) 12번 항목 '드라이아이스를 사용하는 냉장고, 냉동고, 냉동화물자동차 또는 냉동컨테이너의 내부'에서, 냉동창고에서 드라이아이스를 사용하지 않는 냉장고, 냉동고의 경우 밀폐공간으로 선정하지 않아도 되는지?

* 사용 중인 냉동고, 냉장고의 냉매 : R-22(프레온) CAS No. 75-45-6 / 산소 1PPM 이하, 수분 20PPM 이하, 증발잔분 30PPM 이하 R-404(친환경 프레온) 420-46-2(52%) / 354-33-6(44%) / 811-97-2(4%)

4) 9번 항목 '곡물 또는 사료의 저장용 창고 또는 피트의 내부, 과일의 숙성용 창고 또는 피트의 내부'에서, 저장은 하지만 내부에 환기가 가능한 시스템이 있을 경우에도 밀폐공간이 되는지

5) 마지막으로 밀폐공간으로 규정된 구간에 1주 1회 또는 1일 1회 등 주기적으로 산소농도 측정을 실시하여 기록을 가지고 있고 기록이 산소농도가 20% 이상 , 황화수소 10PPM 미만, 탄산가스농도 1.5% 미만, 일산화탄소 30PPM 미만일 경우 밀폐공간으로 선정하지 않고 운영해도 가능한지?

A

■ 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 '안전보건규칙'이라 함) 별표 18의 "밀폐공간"은 환기장치 설치 유무 및 작업유무와 관련없이 별표 18에 해당한다면 밀폐공간으로 지정하여야 합니다.

■ 산업안전보건기준에 관한 규칙 별표 18 제18호 밀폐공간 중 근로자가 상주하지 않는 공간으로써 출입이 제한되어 있는 장소의 내부란 기본적으로 산소결핍이나 유해가스가 있거나 있을 가능성이 있음을 전제로 하면서, 다음과 같은 특징을 동시에 가지고 있는 공간을 말합니다.

(근로자가 상주하지 않는 공간) 해당 공간이 근로자가 들어가 상시 일할 것을 고려하여 설계되지 않고,

(출입이 제한되어 있는 장소) 관리적 목적으로 출입을 제한한 '관계자외 출입금지'의 의미가 아니라 해당 공간이 갖는 구조적 특징(맨홀이나, 사다리를 타고 내려가는 구조 등)으로 입, 출입이 힘들거나 빠져나오기 힘든 공간이 해당됩니다.

■ 드라이아이스를 사용하지 않는 냉장고, 냉동고, 냉동화물자동차 또는 냉동컨테이너의 경우는 별표 18의 제12호가 아닌 제18호에 해당하는지 여부를 확인하여야 합니다.

- 드라이아이스를 사용하지 않는 냉동고, 냉장고의 경우라도 근로자가 상주하지 않는 공간으로서 출입이 제한되어 있는 장소이므로, 여기에 추가적으로 해당공간 내부에 산소결핍, 가스 누출 등 유해요인 발생 위험성을 확인하여 가능성*이 있다면 밀폐공간으로 분류하여 관리하여야 하고,

* 내부 냉매가 흐르는 배관에서의 누출, 저장하는 대상물의 산소소모나 유해가스 방출 등

- 산소결핍 내지 유해가스 발생 가능성이 없다는 것이 명확하다면 동 규정을 적용할 필요는 없다고 사료됩니다.
- 이 경우, 안전보건규칙 제632조에 따른 출입문의 임의잠김 방지 및 출입문을 잠그는 경우 내부 작업자의 유무 확인 등의 조치는 해야 합니다.

■ 밀폐공간 지정 시 환기장치 설치 유무와 관련 없이 지정하여야 합니다.

■ 밀폐공간 지정 시 측정결과와 관련 없이 지정하여야 합니다. 평소에 안전보건규칙 제618조에 따른 "적정공기" 수준에 해당하는지 측정을 한다 하더라도 항상 적정공기 수준이라고 단정할 수 없으므로 안전보건규칙 제619조의2에 따라 밀폐공간 작업 시 산소 및 유해가스 농도를 측정하는 등의 적절한 조치를 취하시기 바랍니다.

※ '밀폐공간' 내 유해가스 등의 농도를 적정수준으로 유지하는 것은 밀폐공간 내부에서 작업할 때 취해야 할 안전 작업 조건이지, '밀폐공간' 해당여부 또는 밀폐공간 작업 프로그램의 수립대상 여부를 결정하는 요건은 아닙니다.

2 밀폐공간 작업 프로그램 수립·시행

| 사례 6 | 밀폐공간 작업 프로그램

Q

- 원청에 밀폐공간(물탱크)가 있지만 물탱크 청소업체에 작업을 주어 실시하고 있으며, 보호구 지급 및 밀폐공간 작업프로그램 실시 대상은 원청인지?
- 밀폐공간 작업 프로그램은 주기가 어떻게 되는건지?
- 밀폐공간에는 해당되지만 농도가 정상으로 나올 시에도 밀폐공간 작업 프로그램을 수립하여야 하는지?

A

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」제619조에 의한 밀폐공간 작업프로그램은 원청(발주) 및 하청(용역포함)업체 모두 수립하여야 합니다.
  - 밀폐공간을 보유하고 있는 원청에서는 밀폐공간의 위치 및 유해위험요인, 밀폐공간 작업 시 사전확인이 필요한 사항에 대한 확인 등「산업안전보건기준에 관한 규칙」제619조제1항에 의한 기본적인 정보를 파악 후 동 규칙 제622조에 의한 출입금지 표지를 부착합니다. 또한 하청업체의 밀폐공간 내 작업 시 동 규칙 제619조제2항의 사전안전성 강화조치(안전작업허가제 등) 이행, 작업종료 시까지 사전안전성 확인 결과 게시 등을 지도·감독하는 의무사항에 대한 프로그램을 수립합니다.
  - 하청(수급 또는 용역)업체는 원청의 정보를 받아 구체적 작업 상황별 법적 조치사항(「산업안전보건기준에 관한 규칙」제619조의2~제645조)을 구체적으로 기입한 프로그램을 운영하여야 합니다.

- KOSHA GUIDE H-80-2018「밀폐공간 작업 프로그램 수립 및 시행에 관한 기술지침」5.2.에 따르면 밀폐공간 작업 프로그램을 최소 2년에 1회 평가 후 필요한 내용을 수정하여 보완하고 해당 프로그램은 기록·보존하도록 권장하고 있습니다.

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」제619조에 따르면 작업공간이 '밀폐공간'에서 해당한다면, 밀폐공간 작업 프로그램을 수립하도록 정하고 있으며 해당 밀폐공간의 공기 상태를 적정공기 수준으로 유지되도록 환기 등의 조치를 하도록 하고 있습니다.

※ '밀폐공간' 내 유해가스 등의 농도를 적정수준으로 유지하는 것은 밀폐공간 내부에서 작업할 때 취해야 할 안전 작업 조건이지, '밀폐공간' 해당여부 또는 밀폐공간 작업 프로그램의 수립대상 여부를 결정하는 요건은 아닙니다.

3 밀폐공간 작업 허가서

| 사례 7 | 밀폐공간 작업 허가서

Q

■ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제618조(정의)의 1에서 언급된 “밀폐공간” 별표 18 “18. 근로자가 상주하지 않는 공간으로서 출입이 제한되어 있는 장소의 내부” 에서 반복적(2일 1회)으로 청소작업을 수행할 때

- “산업안전보건기준에 관한 규칙 제10장 밀폐공간 작업으로 인한 건강장해의 예방”에서 요구되는 모든 안전보건조치를 실시하는 경우에 밀폐공간 내부 청소작업을 작업표준(SOP)으로 규정하여 관리감독자가 승인한 경우 안전작업 허가서 발행 및 승인을 하지 않고도 밀폐공간 내부 청소 작업을 수행하는 것이 가능한지?

A

■ “작업허가서”는「산업안전보건기준에 관한 규칙」제619조제2항의 내용으로서

- 사업주는 근로자가 밀폐공간에서 작업을 시작하기 전에 다음 사항을 확인하여 근로자가 안전한 상태에서 작업하도록 해야 한다고 규정하고 있습니다.

  ① 작업일시, 기간, 장소 및 내용 등 작업 정보

  ② 관리감독자, 근로자, 감시인 등 작업자 정보

  ③ 산소 및 유해가스 농도의 측정결과 및 후속조치 사항

  ④ 작업 중 불활성가스 또는 유해가스의 누출·유입·발생 가능성 검토 및 후속조치 사항

  ⑤ 작업 시 착용하여야 할 보호구의 종류

  ⑥ 비상연락체계

- 따라서, 매 작업 전 반드시 “작업허가서 등”을 통해 밀폐공간이 안전한 상태인지 확인하여야 합니다.

※ ‘작업허가서’라는 명칭과 상관없이, 근로자가 밀폐공간에서 작업하기 전 안전한 상태에서 작업하도록 하기 위해 권한과 책임이 있는 사람에 의해 확인하는 일련의 프로세스를 갖추는 것이 중요합니다.

| 사례 8 | 밀폐공간 작업 프로세스 관련 문의

Q 현 사업에는 다수의 현장이 있습니다. 도급인 관리자와 현장 위치가 멀어(차량으로 약 40분 이상) 허가서를 받는데 어려움이 있습니다. 하루 전 허가서를 득하고 작업 당일 프로세스 대로 작업을 하면 문제가 될까요?

A

■ "작업허가서"는 산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조제2항과 관련된 내용으로 '사업주는 근로자가 밀폐공간에서 작업을 시작하기 전에 (1)작업일시, 기간, 장소 및 내용 등 작업 정보, (2)관리감독자, 근로자, 감시인 등 작업자 정보, (3)산소 및 유해가스 농도의 측정결과 및 후속조치 사항, (4)작업 중 불활성가스 또는 유해가스의 누출/유입/발생 가능성 검토 및 후속조치 사항, (5)작업 시 착용하여야 할 보호구의 종류, (6)비상연락체계에 대해 확인하여 근로자가 안전한 상태에서 작업하도록 하여야 한다'고 규정하고 있습니다.

- 다만, 질의하신 내용 및 붙임 내용의 밀폐공간 작업의 절차상에는 작업 하루 전날에 (3)산소 및 유해가스 농도의 측정결과 및 후속조치 사항에 대한 적정여부 등을 확인하지 않은 채 작업허가서가 작성, 확인되므로 작업허가서의 적정성을 인정하기에는 힘들 것으로 판단됩니다.

- 따라서, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조제2항에 따른 작업허가서를 작성할 경우에 각호의 모든 사항((3)산소 및 유해가스 농도의 측정결과 및 후속조치 사항 포함)을 확인한 후 작업허가서를 작성하시기 바라며, 작업 당일에는 동 규칙 제619조의2(산소 및 유해가스 농도의 측정)에 따라 적정 여부 등을 재확인한 후 작업하시기 바랍니다.

4 산소 및 유해가스 농도 측정

| 사례 9 | 건설현장 양생작업 시 일산화탄소 관리기준

Q

■ 겨울철 건설현장에서 콘크리트 양생과정에서 코코넛탄, 고체연료 등을 사용할 때 일산화탄소가 발생하는데, 적정공기 수준은 30ppm 미만입니다.

– 고용노동부고시인 '화학물질 및 물리적인자의 노출기준'에 1일 8시간 작업 노출기준(TWA) 30ppm과 함께 단시간 노출기준(STEL)* 200ppm도 함께 제시되고 있습니다.

* "단시간노출기준(STEL)"이란 15분간의 시간가중 평균노출값으로서, 15분 동안의 노출농도가 시간가중 평균노출기준(TWA)을 초과하고 단시간 노출기준(STEL) 이하인 경우에는 1회 노출 지속시간이 15분 미만이어야 하고, 이러한 상태가 1일 4회 이하로 발생하여야 하며, 각 노출의 간격은 60분 이상이어야 함

■ 이 고시에 따르면 일산화탄소가 30ppm을 초과하더라도 200ppm이하이고, 15분 작업 후 60분 휴식 사이클을 하루 4번까지는 진행할 수 있다고도 해석할 수 있는데

– 현장에서 일산화탄소 발생량이 200ppm이하일 경우 15분 이내 작업하고 60분 휴식 사이클을 하루 4번만 진행하며 작업관리를 해도 문제가 없는 것인지?

A

■ 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 '안전보건규칙'이라 함) 별표18의 "밀폐공간"에 해당하는 경우에는 안전보건규칙 제3편(보건규칙), 제10장(밀폐공간 작업으로 인한 건강장해의 예방)에 따른 조치를 하여야 합니다.

– 따라서, 밀폐공간에서 일산화탄소가 30ppm을 초과하는 경우, 적정공기 상태로 만들기 위해 환기를 하거나, 송기마스크 등을 착용하고 작업하여야 합니다.

※ 밀폐공간은 일반적인 작업장과 달리, 구조적으로 빨리 대피하기 곤란하거나 작업환경이 가변적이고 제어가 곤란한 경우가 대부분이어서 단시간 노출기준(STEL)을 적용하는 것은 위험합니다. 이 때문에 미국, 영국 등에서도 밀폐공간에 대해서는 일산화탄소 적정공기 기준을 30ppm 내외로 규정하고 있습니다.

| 사례 10 | 밀폐공간 작업시 반드시 CO2 측정여부

Q 산업안전보건법에 관한 규칙에서 CO2를 유해가스로 지정하고 있고 적정공기에서의 농도를 명시하고 있습니다.

이때 밀폐공간 작업시 유해가스를 측정하게 되어 있는데 CO2도 측정해야 하나요?

A 산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조의2(산소 및 유해가스 농도의 측정)에서 '적정공기가 유지되고 있는지 평가'하도록 규정하고 있으므로 이산화탄소의 발생 가능성이 있다면 장비를 구비하여 이산화탄소 농도를 측정하여야 할 것으로 판단됩니다.

다만, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조 제1항에 의거 밀폐공간 작업프로그램 수립 시 해당 밀폐공간 내 유해위험요인의 파악 결과 이산화탄소 발생 가능성이 없는 경우, 이산화탄소에 대한 측정은 하지 않을 수 있습니다.

5 출입금지 조치

| 사례 11 | 출입금지 조치

Q

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제622조 '출입금지 표지를 밀폐공간 근처의 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다' 에서 '밀폐공간 근처'와 '보기 쉬운 장소'의 기준이 뭔가요?
- 밀폐공간 출입금지표지를 별지 제4호 서식이 아닌 출처가 다른 밀폐공간 출입금지에 대한 표지를 부착해도 되나요?

A

- 산업안전보건기준에 관한 규칙」상 출입금지 표지를 붙이는 '밀폐공간 근처'의 세부 범위를 정한 규정은 없으나, 근로자 등이 해당 공간이 밀폐공간임을 인지할 수 있는 위치에 부착하여야 할 것으로 사료되며, 일반적으로 출입구 또는 출입가능한 위치에 부착합니다
- 동 규칙 제622조에 의하면 밀폐공간에 별지 제4호서식에 따른 출입금지 표지를 게시하도록 정하고 있으므로 해당 서식을 따라야 할 것으로 판단됩니다.

6 긴급구조훈련

| 사례 12 | 긴급구조훈련 및 특별교육

Q

■ 밀폐공간을 보유한 경우, 6개월에 1회 이상 주기로 긴급 구조훈련을 하도록 규정하고 있는데 모든 밀폐공간 작업 근로자를 대상으로 6개월에 1회 이상 주기로 긴급 구조훈련을 하여야 하는지? 아니면 특별교육시 긴급 구조훈련 내용을 포함하여 실시하였다면 이를 해당작업 근로자에 대한 긴급구조훈련을 실시했다고 인정되는지?

A

■ '특별교육'은 밀폐공간 작업을 수행하는 근로자에 대하여 최초 1회만 실시하는 근로자 단위의 교육으로, 해당 근로자에 대한 교육실시 여부가 중요합니다.

- 반면, '긴급구조훈련'은 비상연락-구조-응급조치-후송 등에 관여하는 사람(또는 부서)을 대상으로 실제 상황을 상정하여 조직적으로 숙달하는 사업장 단위의 훈련으로, 개별 근로자가 아닌 해당 사업장에서 6개월 주기로 실시했는지가 중요합니다.

■ 개별 근로자에 대하여 특별교육을 실시하였더라도 회사 내 긴급구조 체계가 함께 참여하여 조직적으로 훈련하는 것이 아니라면 특별교육으로서 긴급구조훈련을 갈음할 수는 없을 것입니다.

| 사례 13 | 긴급구조훈련 실시 방법

Q

■ 밀폐공간 구조 훈련시 호흡용 보호구(공기호흡기, 송기마스크) 무조건 착용하며 훈련해야 하는지? 혹시나 훈련상 상황판단하에 보호구 착용안하고 훈련실시해도 무방한지?

■ 밀폐공간 구조훈련은 실제 훈련이 아닌 도상훈련(교육이나 훈련영상 대체)으로도 가능한지? 실제 훈련을 하지 않는다면 과태료 등의 문제가 발생하는지?

A

■ 「산업안전보건기준에 관한 규칙」제640조에 따라 긴급상황 발생 시 대응할 수 있도록 밀폐공간에서 작업하는 근로자에 대해 비상연락체계 운영, 구조용 장비의 사용, 공기호흡기 또는 송기마스크의 착용, 응급처치 등에 관한 훈련을 6개월에 1회 이상 주기적으로 실시하고 그 결과를 기록하여 보존하여야 합니다.

- 긴급 구조훈련은 구조상황을 가정하여 비상연락·구조·응급조치·후송 등과 관계되는 사람(또는 부서)이 구조과정을 조직적으로 숙달하는 사업장 단위의 훈련을 말하는 것으로, 교육이나 훈련영상은 해당되지 않습니다.
- 또한 실제 보호구를 착용하는 훈련을 실시하지 않을 경우 사고 발생시 적시 조치가 이뤄지지 않을 우려가 있으므로 훈련시 해당 내용을 포함하시기 바라며, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」위반에 대한 처벌은 고용노동부 훈령「근로감독관 집무규정(산업안전보건)」에 따라 정해지므로 가까운 고용노동지청으로 질의하시길 권장드립니다.

7 기타

| 사례 14 | 유해가스 측정기의 검교정

Q

■ 산소농도 및 복합가스측정기(휴대형)의 신뢰성 확보를 위해 한국인정기구(kolas)에 의뢰하여 주기적으로 검교정(1회/년)을 받고 있는데

- 한국인정기구(kolas)에서 인증한 교정기관의 검교정만 인정되는지 여부
- 측정기 구매(판매)업체의 검교정도 인정되는지 여부

A

■ 밀폐공간에 사용되는 장비의 검교정과 관련하여 국가표준기본법에 따른 국가교정기관(KOLAS인증기관)을 통해서 실시하도록 규정하고 있진 않으며

- 국가표준기본법 제14조제1항 및 제2항 및 국가교정기관지정제도 운영요령 제41조(교정의 일반수칙) 제1항에서 산업체 또는 연구기관으로부터 의뢰받은 측정기의 교정을 실시할 때에는 국가측정표준에 소급된 상위 표준기를 사용하도록 규정하고 있습니다.

■ 측정기 구매(판매)업체에서 검교정을 실시할 수 있겠으나 해당 업체에서 국가측정표준에 소급된 상위 표준기를 사용하여 검교정을 실시하는지 확인이 필요하며, 인증받은 국가교정기관을 통해 검교정을 받아 장비의 신뢰성을 확보하시길 권장합니다.

부록 B | 밀폐공간 질식재해 사례

1 맨홀

맨홀작업 측량작업 : 사망 2명

2025년 7월 차집관로 맨홀에서 내부 깊이, 관경 등 측량을 위해 내부 진입 하였다가 산소결핍으로 2명 사망

상수도 긴급 누수 복구공사 : 사망 2명

2025년 7월 상수도 누수 복구공사를 위해 맨홀 내부에 누수원인을 찾기 위해 진입하였다가 산소결핍으로 2명 사망

중계펌프장 맨홀작업 : 사망 2명

2023년 9월 중계펌프장 주변 침수원인 조사용역 중 유량계 기계설치 가능여부 사전 조사를 위해 맨홀에 진입하였다가 산소결핍으로 2명 사망

상수도 맨홀작업 : 사망 1명, 부상 2명

2023년 7월 상수도 맨홀 내부(깊이 4~5m)의 상수관로 누수 부위 보수작업 중, 작업자 1명이 일산화탄소 중독에 의해 쓰러지고 이를 구조하기 위해 내부로 진입한 2명도 중독되어 1명 사망

오수관 맨홀작업 : 사망 2명

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

골프장 맨홀작업 : 사망 1명

2022년 6월 골프장 필드 내 맨홀(깊이 3.1m)에서 작업자 1명이 지하수 사용량 검침을 위해 내부로 내려가던 중 산소결핍으로 사망

하수도 맨홀작업 : 사망 2명

2020년 6월 빗물받이 신설공사 현장에서 사전조사를 위해 맨홀 내부로 들어가다가 추락하자 주변에 있던 작업자가 구조를 위해 내부로 진입하였다가 황화수소에 중독되어 2명 사망

상수도 맨홀 배수작업 : 사망 1명, 부상 2명

2019년 5월 상수도 맨홀 내부에서 배수작업 중 양수기에서 발생한 일산화탄소에 중독되어 1명 사망, 2명 부상

통신 맨홀 내 광케이블 정리작업 : 사망 1명, 부상 1명

2018년 9월 맨홀 내부에서 광케이블 정리 작업자가 맨홀 내부 철구조물의 산화에 의한 산소결핍으로 바닥으로 추락하자 동료근로자가 구조하려고 들어가다가 쓰러져 1명 사망, 1명 부상

2 폐수처리시설

폐수처리조 내부 슬러지 제거작업 : 사망 2명

2025년 12월 수산물 가공공장 폐수처리조 내부 슬러지 제거를 위해 내부로 들어가 작업 중 황화수소에 중독되어 1명이 사망하고, 구조하려던 작업자 1명도 사망

폭기조 내부 슬러지 청소작업 : 사망 1명, 부상 1명

2021년 2월 폐수처리업체에서 폐수처리용 폭기조 내부 슬러지 청소작업 중 황화수소에 중독되어 작업자 1명 사망, 이를 구조하려던 작업자 1명 부상

침전조 자동제어센서 교체작업 : 사망 1명

2020년 7월 수산물 판매시설 지하 폐수처리시설에서 침전조 자동제어센서 교체를 위해 침전조 하부에 내려가서 작업 중 황화수소 질식으로 사망

집수조 내부 수중모터 점검작업 : 사망 4명

2019년 9월 수산식료품제조 사업장에서 외국인 근로자가 오징어 세척폐수를 모아놓은 지하집수조 내 수중모터를 점검하기 위해 내부에 들어가 쓰러지자 동료 외국인 3명이 구조하기 위해 내부로 들어갔다가 모두 사망

집수조 내부 배관 수리작업 : 사망 2명, 부상 1명

2016년 8월 유제품제조 사업장의 폐수집수조에 작업을 위해 들어갔다가 황화수소에 중독되어 의식을 잃고 쓰러져 사망하고, 구조과정에서 동료근로자 1명 사망, 1명 부상

집수조 점검구 설치작업 : 사망 1명, 부상 4명

2016년 8월 선재제품제조 사업장의 도금공정에 설치된 집수조 점검구 설치공사 중 점검구 설치후 상태 확인을 위하여 집수소 내부로 들어갔다가 황화수소에 중독되어 쓰러졌으며 병원으로 후송했으나 사망하였고, 구조과정에서 동료근로자 4명 부상

3 오수처리시설·정화조

분뇨처리시설 탈수기실 점검 : 사망 1명

2025년 6월 가축분뇨처리시설에서 슬러지 탈수기실 점검 중 황화수소에 중독되어 1명 사망

스크린 브러쉬 청소작업 : 사망 1명, 부상 1명

2024년 12월 하수처리장의 스크린 브러쉬 청소작업 중 황화수소에 중독되어 1명 사망, 1명 부상

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

정수장 저류조 슬러지 청소작업 : 사망 1명, 부상 2명

2022년 9월 ○○정수사업소에서 내부 슬러지 청소작업을 위해 저류조 내부에 들어가 작업 중 유해가스에 중독되어 1명 사망, 구조를 위해 진입한 2명 부상

사업장 정화조 청소작업 : 사망 1명, 부상 1명

2020년 8월 사업장 정화조 청소를 위해 지하벙커 내부로 들어간 근로자가 산소결핍으로 쓰러지자 동료작업자가 이를 구출하러 따라 들어갔다가 함께 쓰러져 병원으로 후송되었으나 1명 사망, 1명 부상

하수처리장 약품용해조 약품투입작업 : 사망 1명, 부상 3명

2016년 9월 하수처리장에서 야간당직 근무중이던 근로자가 하수처리장 농축기동 내 약품용해조에 약품투입작업을 수행하였으며 황화수소에 중독되어 쓰러져 사망하고, 구조과정에서 동료근로자 3명 부상

하수처리장 저류조 준설작업 : 사망 2명

2016년 7월 하수처리장 중계펌프장 내 저류조 바닥에 퇴적된 슬러지를 준설하기 전에 저류조 내부로 내려가 슬러지 등 준설 물량을 육안 확인한 근로자가 다시 올라오는 과정에서 황화수소에 중독되어 사망하였으며 구조를 위해 저류조로 내려간 동료근로자도 사망

4 건설현장 콘크리트 양생작업

아파트 신축공사현장 양생작업 : 사망 1명

2023년 1월 아파트 신축공사현장에서 콘크리트 양생작업용 야자탄(성형탄)을 교체하러 보양막 내부로 들어가던 중 쓰러져 일산화탄소에 질식되어 작업자 1명 사망

아파트 신축공사현장 지하1층 내부 양생작업 : 사망 1명, 부상 1명

2022년 1월 아파트 신축현장 지하1층 저수조 바닥미장 면처리 작업 중이던 근로자 2명이 콘크리트 보온양생을 위해 피워둔 숯탄에 의한 일산화탄소에 중독되어 1명 사망, 1명 부상

아파트 신축공사현장 옥탑 내부 양생작업 : 사망 1명

2019년 2월 아파트 신축현장 옥탑에서 콘크리트 보온양생을 위해 피워놓은 드럼난로의 코코넛탄이 연소되며 발생한 일산화탄소에 질식되어 작업자 1명 사망

아파트 신축공사현장 옥탑 내부 양생작업 : 사망 2명

2019년 1월 아파트 신축현장 옥탑에서 콘크리트 보온양생을 위해 피워놓은 드럼난로의 숯탄에서 발생한 일산화탄소에 질식되어 작업자 2명 사망

5 반응기, 사이로 또는 저장탱크

탱크 청소작업 : 사망 3명

2025년 8월 혼화제(첨가제)가 들어있는 탱크 청소하기 위하여 배수펌프를 탱크내부로 설치하러 출입하던 작업자 1명이 쓰러지고, 이를 구조하기 위해 연달아 출입하던 작업자 2명 모두 사망

교반기 보수작업 : 사망 2명

2023년 7월 원료가 투입된 수지원료탱크(1.4톤, 지름 1.5m × 높이2m)의 교반기 임펠러 보수를 위해 교반기 내부에 들어간 작업자(1명) 및 구조를 위해 들어간 동료작업자 2명 사망

곡물 저장탱크 샘플 채취작업 : 사망 1명

2018년 11월 옥수수가 저장된 사이로에서 샘플을 채취하던 도중 산소결핍에 의해 사망함

반응기 내부 청소작업 : 사망 1명

2018년 5월 감압된 아토마이저 챔버 내부청소를 위해 질소가 주입된 챔버 하단부를 개방한 후 고소작업대를 이용해 내부로 들어갔다가 잔류한 질소에 의한 산소결핍으로 사망

반응기 내부 촉매 교체작업 : 사망 1명

2018년 9월 반응기 내부에서 촉매 교체 후 사다리를 타고 개구부로 올라오던 중 개구부 약 3m지점에서 착용하고 있던 안전대와 송기마스크를 스스로 벗은 후 올라오려다 산소결핍 상태에서 추락 사망

주유소 유류저장탱크 유지보수작업 : 사망 1명

2016년 3월 주유소 휘발유 저장탱크 점검작업중 탱크내부에 떨어진 액면계(Level Gauge) 부품(부레)을 수거하기 위해 이동식 사다리를 설치한 후 탱크 내부로 내려갔으나, 탱크내부에 체류한 고농도의 휘발유 증기에 의식을 잃고, 깊이 약 2.5m 탱크바닥으로 떨어져 사망

6 배관용접 또는 비파괴 작업

배관내부 작업 : 사망 1명

2026년 1월 용접이 완료된 배관 내부를 내시경을 통해 확인하던 중 내시경 유입이 원활하지 않아 작업자 1명이 배관 내부로 직접 진입하여 내시경 투입 중 내부에 충전된 아르곤 가스로 인한 산소결핍으로 사망

배관내부 작업 : 사망 1명

2020년 5월 건조중인 선박에서 용접중인 배관 내부에 진입하였다가 충전된 아르곤 가스로 인한 산소결핍으로 사망

배관내부 퍼지댐 복구작업 : 사망 1명

2019년 10월 발전소 건설현장에서 아르곤으로 차 있던 배관내부에 훼손된 퍼지댐(퍼지페이퍼)를 복구하기 위해 배관 내부로 들어갔다가 산소결핍에 의한 질식으로 사망

배관내부 용접상태 확인작업 : 사망 1명

2018년 4월 Regasfication Module 내 Vent 배관 외부 TIG 용접작업 후 배관 내부 용접상태를 확인하기 위해 배관 측면 개구부 마개를 열고 내부로 확인하기 위해 들어가는 과정에서 배관 내부에 충진된 아르곤에 의한 산소결핍으로 사망

TIG용접작업 후 퍼지캡 제거작업 : 사망 1명

2016년 11월 건설현장에서 공기 이송용 SUS배관의 TIG용접 완료 후 퍼지캡(가스누출 방지패드) 제거를 위해 배관내부로 진입하여 배관내 잔류하고 있던 아르곤에 의한 산소결핍으로 사망

7 지하 기계실 등

발전기 점검 : 사망 1명

2024년 7월 지하시설의 비상전원 공급을 위한 비상용 발전기 가동 및 점검작업 중 발전기에서 발생하는 일산화탄소에 중독되어 점검자 1명 사망

건물지하 소화설비 오조작 : 사망 4명, 부상 17명

2021년 10월 지하 3층 발전기실(#2) CO2 소화설비가 수동조작 스위치에 의한 작동으로 방출되어 지하 3층 및 지하 4층 내부에서 작업 중이던 작업자 4명 사망, 17명 부상

건물지하 소화설비 오조작 : 사망 1명, 부상 1명

2020년 8월 빌딩 지하에 설치된 소화설비에 알람이 울리자 지하로 내려가 점검 중 오조작으로 소화설비가 작동되어 CO2 가스 누출로 인한 산소결핍으로 1명 사망, 1명 부상

지하보일러실 해체작업 : 사망 1명, 부상 6명

2015년 2월 호텔 보일러실에서 노후된 배관 및 벽체 단열재(유리섬유) 제거작업 중 소화설비 작동으로 이산화탄소 가스가 방출되어 질식으로 1명 사망, 6명 부상

8 축산농가

양돈 집수조 내 이물질 확인작업 : 부상 1명

2025년 9월 양돈농장에서 집수조 내 이물질 제거 후 사다리를 타고 올라오던 중 작업자가 황화수소에 중독되어 쓰러져 119 신고 후 구조되어 1명 부상

양돈 저류조 배관 확인작업 : 사망 2명

2024년 12월 양돈농장에서 저류조의 막힌 배관을 확인하기 위해 내부로 진입한 1명이 황화수소 중독으로 쓰러져 이를 구출하기 위해 진입한 작업자 2명이 사망

양돈 분뇨 이송배관 청소작업 : 사망 1명

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

돈사 분뇨처리시설 보수작업 : 사망 1명, 부상 2명

2023년 1월 돈사에서 분뇨처리시설로 연결된 배관 보수를 위해 출하장에서 작업 중 황화수소에 중독되어 1명 사망 및 구조를 위해 들어간 동료작업자 2명 부상

양돈 분뇨 집수정 배관 청소작업 : 사망 2명

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

양돈농장 돈분 배출작업 : 사망 1명

2018년 4월 양돈농장에서 돈분 배출작업시 슬러지 배출관을 발로 중간집수조에 밀어 넣던 중 중심을 잃고 쓰러지면서 중간집수조에 추락하여 황화수소에 질식하여 사망

축산농가 사료 저장탱크 청소작업 : 사망 2명

2018년 4월 축산농가에서 소 먹이용 특수사료 저장탱크 내부를 청소작업 하다가 쓰러지자 이를 구조하러 들어간 동료 근로자 모두 산소결핍으로 사망

양돈농장 돈분 제거작업 : 사망 2명

2017년 5월 양돈농장에서 돈사 옆 중간집수조 내부의 남은 돈분을 제거 작업 중 돈분에서 발생된 황화수소에 의한 질식으로 쓰러지자 이를 구하러 들어간 동료근로자가 함께 사망

9 기타

양식장 저수조 청소작업 : 사망 3명

2025년 11월 양식장 저수조 내부 청소작업 중 황화수소에 중독되어 작업자 3명 사망

유해가스 처리설비 설치공사 : 사망 3명, 1명 사망

2025년 10월 유해가스 처리를 위한 저감설비 설치공사 중 저수조 내부에서 측량작업 중 일산화탄소에 의해 1명이 쓰러지고, 이를 구조하려던 작업자 3명도 쓰러져 3명이 사망하고 1명이 부상

바지선 부력탱크 덮개 제거작업 : 사망 1명

2024년 11월 바지선의 부력탱크 덮개 제거작업 하던 작업자가 내부로 추락하여 부력탱크 내 산소결핍 및 일산화탄소에 중독되어 1명 사망

선창 내 아연정광 하역준비 작업 : 사망 2명

2021년 3월 정박 중인 아연 운반선 내 아연정광 저장고에서 크레인 하역준비 작업 중 산소결핍으로 작업자(사망) 1명이 쓰러져 있는 것을 발견한 후 이를 구하려던 작업자 1명도 사망

음식폐기물 수거차량 잔재물 청소작업 : 사망 1명, 부상 1명

2021년 7월 음식폐기물 감량화시설에서 근로자가 음식물폐기물 투하를 마친 수거차량에 남아있는 잔재물을 청소하던 중 몸의 중심을 잃고 폐기물 저장시설 아래로 추락해 질식하여 사망하고, 이를 구조하려던 동료작업자가 부상

바지선 부력탱크 관리작업 : 사망 1명

2017년 4월 바지선 부력탱크 내부 점검을 위하여 부력탱크 내부로 들어가다가 산소결핍에 의한 질식으로 작업자 1명 사망

바지선 부력탱크 관리작업 : 사망 1명

2015년 4월 바지선 부력탱크 내부 구조파악 등 바지선 관리를 위하여 부력탱크 내부로 들어가던 중 산소결핍에 의한 질식으로 작업자 1명 사망

부록 4 | 질식재해예방 원콜(One-Call) 서비스 안내



안전작업절차 및 수칙

질식재해 예방을 위한 필수 안전수칙 체크



1. 밀폐공간 무단 출입금지 조치
   (경고표지 부착)
2. 작업 전, 중 수시 산소 및 유해가스 농도측정
3. 작업 전, 중 환기팬으로 환기
   ※ 최소 30분 이상(밀폐공간 체적의 10배 이상) 신선한 공기로 환기
4. 송기마스크 또는 공기호흡기 착용

밀폐공간
안전수칙 확인하기

긴급상황 발생 시 무조건 119에 먼저 신고

주요 질식재해 사례



오·폐수처리장

집수조 내 펌프교체 중
황화수소 중독(2명 사망)



맨홀

하수관거 공사현장 관로확인 중
황화수소 중독(2명 사망)



양돈농가

집수조 분뇨 슬러지 제거 중
황화수소 중독(2명 사망)



지하 집수정

수중모터 수리작업 중
산소결핍(3명 사망)



화학설비

반응기 내부 청소 중
질소가스 누출로 인한 **산소결핍**(1명 사망)



콘크리트 보온양생

갈탄 보충 작업 중
일산화탄소 중독(1명 사망)

※기타 위험장소: 물탱크, 상하수도관, 저장용기, 용접배관, 집진설비 등.

고용노동부 안전보건공단

2026-산업보건실-479

밀폐공간 질식재해예방
안전작업 가이드

발행일: 2026년 7월 개정판 발행

발행인: 김현중

발행처: 안전보건공단 산업보건실
울산광역시 중구 종가로 400

전　화: (052)703-0648

<비매품>



이 책은 저작권법에 따라 보호받는 저작물입니다.
무단전재와 복제를 금하며, 이 책 내용의 일부 또는 전부를
사용 하려면 우리 공단의 동의를 받아야 합니다.