안전은 권리입니다

밀폐공간 질식재해예방
안전작업 가이드



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.

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

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

Contents

제1장 질식과 밀폐공간 05

1. 왜, 질식재해가 위험할까요? 06
2. 어떤 장소에 질식재해 위험이 있나요? 07
3. 왜, 밀폐공간에 위험한 공기가 있을까요? 09
4. 위험한 공기는 건강에 어떤 영향을 줄까요? 11
5. 질식재해, 얼마나 많이 발생하나요? 14

제2장 질식재해 예방 조치사항 17

1. 밀폐공간의 확인과 출입금지 18
2. 작업허가 20
3. 작업시 안전보건 조치 24
4. 점검과 관리 34
5. 보호구 36
6. 교육·훈련 및 정보제공 38
7. 밀폐공간 작업 프로그램 40

제3장 재해자 구조 43

1. 재해자 구조 44
2. 심폐소생술 45

부록

1. '밀폐공간' 해설 50
2. 국민신문고 질의·답변 사례 58
3. 밀폐공간 질식재해 사례 57

밀폐공간 질식재해예방 안전작업 가이드

제 1 장

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. 질식재해, 얼마나 많이 발생하나요?



1

왜, 질식재해가 위험할까요?

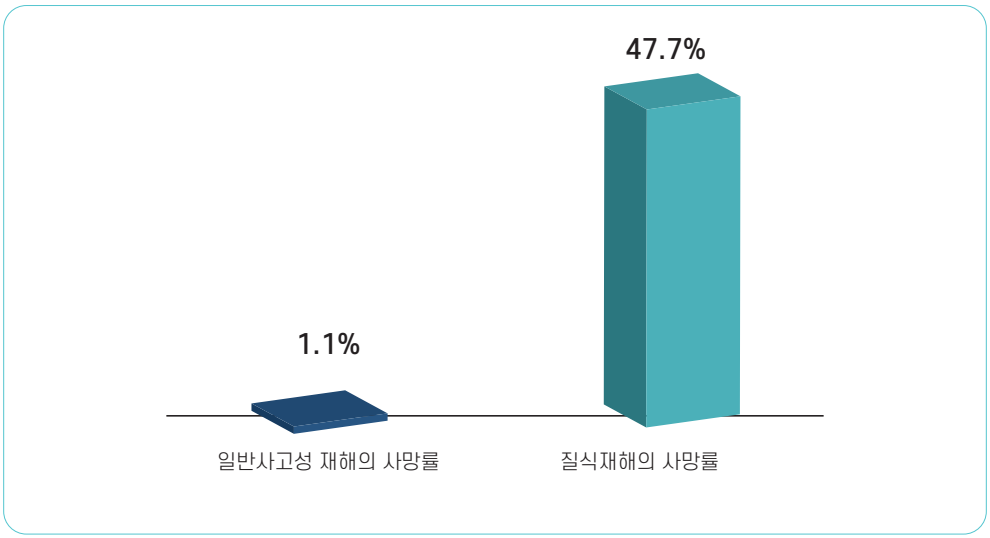
숨을 쉬지 못하면 죽습니다.

- 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.

질식재해가 발생하면 2명중 1명은 죽습니다.

- 일반 사고성 재해에서 사망자가 차지하는 비율은 전체 재해자의 1.1%이나, 질식재해에서 사망자가 차지하는 비율은 47,4%에 이르고 있어 2명 중 1명이 사망할 만큼 치명적입니다.

| 일반 사고성재해와 질식재해의 사망률 비교(2012~2021년) |



2

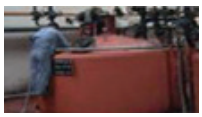
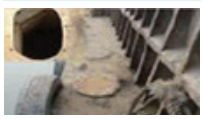
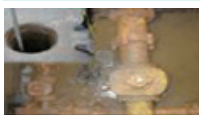
어떤 장소에 질식재해 위험이 있나요?

○ 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.
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서는 이처럼 질식을 일으킬 수 있는 장소를 '밀폐공간'이라고 하면서 18가지 밀폐공간 유형을 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 |

강제반응탑	보일러 연통 내부	보일러 연통 내부	음식물 저장 호퍼	주류발효탱크
				
식품발표 및 저장조	하수처리장 침전지	오수처리장 정화조	분뇨처리장	냉동창고 내부
				
폐수침전조	반응기	원료저장탱크	용접, 비파괴 배관 내부	공기정화장치
				
내부 지하 피트	콘크리트 양생장소	바지선 부력탱크	하수도 맨홀	상수도 맨홀
				

| 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 별표 18의 밀폐공간 |

밀폐공간 항목	
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 · 탄산가스 또는 그 밖의 불활성기체가 들어 있거나 있었던 보일러 · 탱크 또는 반응탑 등 시설의 내부
14	산소농도가 18퍼센트 미만 23.5퍼센트 이상, 탄산가스농도가 1.5퍼센트 이상, 황화수소농도가 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
18	유해가스가 들어있던 배관이나 집진기의 내부
18	근로자가 상주(常住)하지 않는 공간으로서 출입이 제한되어 있는 장소의 내부

☞ 각 밀폐공간에 대한 자세한 설명은 본 가이드 부록1에 있습니다. (00쪽 참조)

3

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

- 설비 중에는 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 반응탱크를 세척하는 과정에서 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 등

④ 유해가스의 누출·유입

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

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

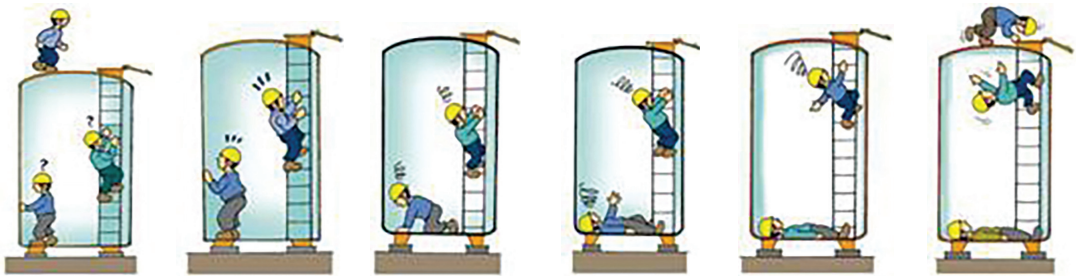
4

위험한 공기는 건강에 어떤 영향을 줄까요?

① 산소결핍증

- 대기 중 정상적인 산소농도는 약 21%입니다. 산소농도가 18% 미만으로 떨어지면 '산소결핍증'을 일으킵니다

| 산소농도별 인체 영향 |



산소농도18%	산소농도16%	산소농도12%	산소농도10%	산소농도8%	산소농도6%
안전한계이나 연속환기 필요	호흡, 맥박의 증가, 두통, 메스꺼움, 토할 것 같음	어지럼증, 토할 것 같음, 근력저하, 체중지지 불능 으로 추락	안면창백, 의식불명, 구토	실신혼절, 7~8분 이내에 사망	순간에 혼절, 호흡정지, 경련, 6분 이상이면 사망

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

  * '호랑이굴에 들어가도 정신만 차리면 된다'는 속담은 밀폐공간에서는 결코 통하지 않습니다.

- 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.

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.

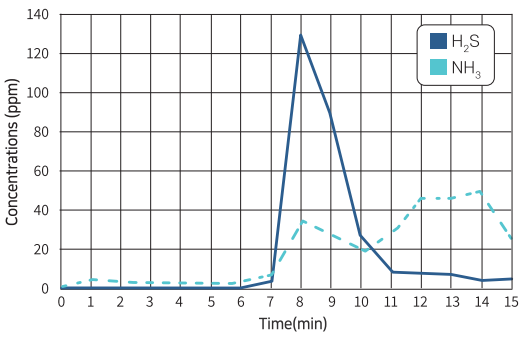
| 황화수소 농도별 인체 영향 |

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	30~1시간
>1,000	의식불명, 사망	수분

※ 황화수소가 고농도인 경우 후각을 마비시켜 냄새를 못 느끼게 만들어 위험장소에 그냥 들어가는 경우가 많으므로 냄새만으로 판단해서는 안 됩니다.

- 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 캔 음료를 흔들어 따면 거품이 넘쳐 나오는 것처럼 분뇨, 오수, 펄프액 및 부패하기 쉬운 물질을 휘저을 경우 녹아 있던 황화수소, 암모니아, 탄산가스가 급격히 발생하는 현상을 말합니다.



③ 일산화탄소(CO) 중독

- 일산화탄소는 무색·무취의 기체로 주로 고체연료가 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
1000~2,000	정신혼란, 메스꺼움, 두통	2시간
1000~2,000	현기증	1.5시간
1000~2,000	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 산소부족상황을 일으킵니다.

유해가스	주된 위험	외관 및 냄새
아르곤(Ar)	• 산소 치환 • 바닥에 축적 가능	무색, 무취
질소가스(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 - 폐에 심한 자극 • 바닥에 축적 가능	적갈색, 쏘는 냄새
이산화황(SO_2)	• 유독성 - 폐에 심한 자극 • 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)

5

얼마나 많은 질식재해가 발생하나요?

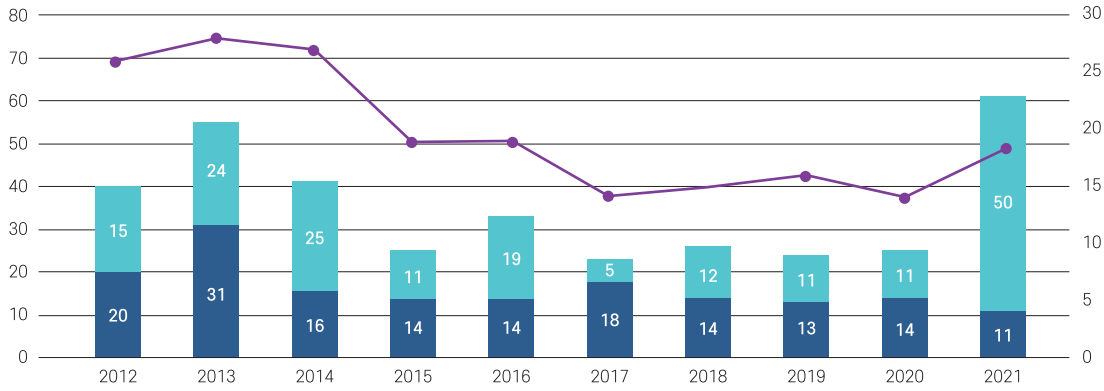
○ 연도별 질식재해 발생현황

- 최근 10년간 밀폐공간 질식재해가 196건 발생하여 348명이 부상을 입거나 사망하였으며, 이러한 재해는 매년 지속적 발생*하고 있습니다.

  * 연평균 질식 사망자 약 17명 발생

- 재해자수는 '13년 55명을 정점으로 꾸준히 감소하여 '17년 23명까지 감소하다가 '21년에 61명으로 증가하였습니다.

| 최근 10년간(2012~2021) 질식재해 발생추이 |



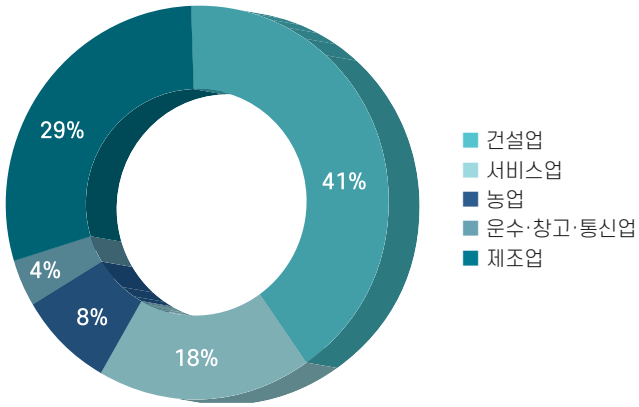
구 분	계	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
발생건수	196	26	28	27	19	19	14	15	16	14	18
재해자수	348	35	55	41	25	33	23	26	24	25	61
사망자수	165	20	31	16	14	14	18	14	13	14	11
부상자수	183	15	24	25	11	19	5	12	11	11	50

업종별 질식사망자 발생현황

- 건설업이 전체 67명(40.6%)을 점유하여 질식사망자가 가장 많이 발생하고, 제조업48명(29.1%), 서비스업30명(18.2%), 농업13명(7.9%), 운수·창고 및 통신업 7명(4.2%) 순으로 발생하고 있습니다.

* 건설업 : 콘크리트 양생작업, 맨홀 공사현장, 배관공사
  제조업 : 반응기, 탱크, 배관, 오폐수처리시설 내부에서의 용접, 청소, 보수작업 등

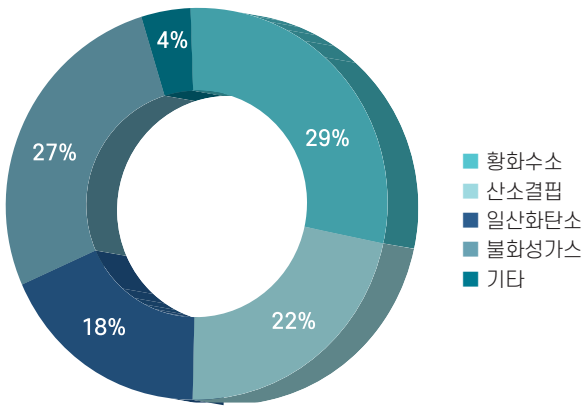
| 최근 10년간(2012년~2021년) 업종별 질식사망자 발생 분포 |



유해인자별 질식사망자 발생현황

- 황화수소에 의한 질식사망자가 48명(29.0%)로 가장 많았으며, 불활성가스 44명(26.6%), 단순산소결핍 37명(22.4%), 일산화탄소 30명(18.8%) 순으로 발생하고 있습니다.

| 최근 10년간(2012년~2021년) 유해인자별 질식사망자 발생 분포 |



- 근로자는 밀폐공간에서 작업을 할 때 그 내부의 공기상태가 안전하다고 확인되기 전까지는 작업을 거부, 중단 또는 대피할 권리를 가지고 있습니다. (산업안전보건법 제52조제1항)
- 사업주는 산업재해가 발생할 급박한 위험이 있다고 근로자가 믿을 만한 합리적인 이유가 있었을 때에는 작업을 중지하고 대피한 근로자에게 불리한 처우를 해서는 안 됩니다.



제 2 장

질식재해 예방 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



1

밀폐공간의 확인과 출입금지

1 밀폐공간 확인

"우리 사업장에 밀폐공간이 어디 있는지 확인 하십시오"

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

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.

- 이렇게 파악된 밀폐공간은 목록화하여 관리합니다.

| 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			
2						
3						
· ·						

② 그 밖의 유해가스에 의한 건강장해

"밀폐공간에 아무나 못 들어가게 출입을 금지 시키십시오"

- 파악된 밀폐공간에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지하고 질식위험이 있음을 알리는 표지를 부착하여야 합니다

산업안전보건기준에 관한 규칙 제622조

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

| 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.

2

작업허가

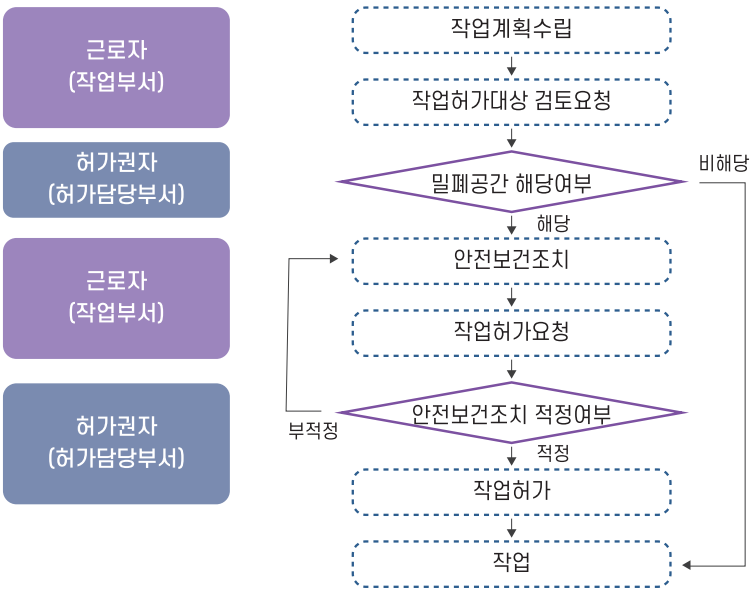
1 밀폐공간작업 허가절차 마련

- 사업주는 근로자가 밀폐공간에서 작업을 하는 경우 안전조치 여부를 확인한 후 적정한 경우에만 작업을 하도록 해야 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조 제2항

- 이를 위해 회사 내부적으로 안전조치 사항을 확인하고 작업을 허가하는 절차를 마련하는 것이 중요합니다.

| 밀폐공간 작업 허가절차(예시) |



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

② 밀폐공간작업 허가

"안전한 상태가 확인된 경우에만 밀폐공간에 들어가도록 하십시오."

- 밀폐공간 작업허가 절차가 마련되면 허가권자는 다음 사항을 확인한 후 안전조치가 충분한다고 판단되는 경우에만 작업을 허가합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조 제2항

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
- * 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(기계환기, 자연환기 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, 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

- 이 때, 작업허가 유효기간은 당일 작업으로 한정 하십시오.

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

③ 밀폐공간작업 허가사항의 준수 및 확인

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

☞ 23쪽 '밀폐공간작업허가서' 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.

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

- 사업주나 관리감독자 등은 허가요건을 준수하고 작업하는지를 확인합니다.

| 밀폐공간 작업허가서 (예시) |

밀폐공간작업허가서

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

작업허가는 당일 작업에 한해 유효하며, 산소 및 유해가스의 농도에 따라서 작업시간에 제한이 있을 수도 있습니다. 이 허가서는 지정된 장소와 시간에 대해 1회만 유효합니다.
위 공간에서의 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. 유해가스 측정결과

측정물질명	측정농도	측정시간	측정자성명	비고
				* 허가기준 공기농도 산소(O_2): 18%이상 23.5%미만 황화수소(H_2S): 10ppm미만 해당 물질 폭발하한 값(LFL)의 10% 미만 탄산가스(CO_2): 1.5%미만 일산화탄소(CO): 30ppm미만

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)				

3

작업시 안전보건 조치

① 산소·유해가스 농도 측정

"공기 상태가 안전한지 산소·유해가스 농도를 측정 하십시오."

- 밀폐공간 작업을 하는 경우, 반드시 적정공기 상태인지 확인해야 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조의2 제1항

- 질식사고 대부분이 산소·유해가스 농도를 측정하지 않고 들어갔다가 발생했습니다.

적정 공기

① 산소농도의 범위가 18% 이상 23.5% 미만
② 탄산가스(이산화탄소)의 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(Lower flammable, LFL)의 10% 이내 인지를 확인합니다.

- **(측정 시기)** 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(ex. 점심시간)
④ 장시간 작업이나 불활성가스 또는 유해가스의 누출·유입·발생 가능성이 있는 경우 수시 또는 일정 시간 간격으로(ex. 2시간)
⑤ 근로자의 신체, 환기장치 등에 이상이 있을 때 등

• **(측정자)** 산소 및 유해가스의 농도측정은 반드시 측정 장비의 조작과 그 결과에 대한 올바른 해석을 할 수 있는 사람이 수행하여야 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조의2 제1항

산소·유해가스 농도 측정자의 자격

① 관리감독자 ② 안전관리자 또는 보건관리자 ③ 안전관리전문기관 또는 보건관리전문기관 ④ 건설재해예방전문지도기관 ⑤ 작업환경측정기관 ⑥ 안전보건공단 산소 및 유해가스농도의 측정·평가에 관한 교육 이수자

산소·유해가스 농도 측정자의 자격

▶ **(교육과정명)** 산소 및 유해가스농도 측정 및 평가에 관한 교육(3H)(공단 광역본부 교육센터)
▶ **(교육대상)** 산소 및 유해가스농도 측정자격 취득을 원하는 누구나 신청 가능
▶ **(신청방법)** 안전보건교육포털(koshats.co.kr) : 교육신청 > 교육과정 검색 > 신청

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

센서 및 무선통신을 이용한 측정

1. 센서부
   가. 밀폐공간 내 실제 작업이 이뤄지는 작업공간의 산소 및 유해가스 농도를 측정할 수 있어야 한다.
   나. 산소 및 유해가스 농도를 실시간 측정할 수 있어야 한다.
   다. 검교정 등을 통해 정확도와 신뢰성을 확보해야 한다.

2. 통신부
   가. 센서에서 측정된 데이터를 통제실로 실시간 전송할 수 있어야 한다.
   나. 장애물이나 다른 전파 등의 방해를 받지 않고 안정적으로 측정 데이터를 전송할 수 있어야 한다.

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

산소·유해가스 농도 측정방법

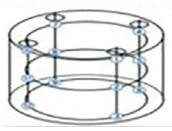
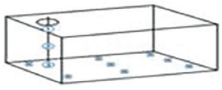
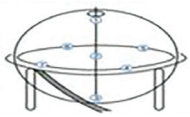
▶ 사전준비

- 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 검교정을 통해 정상상태를 유지해야 합니다.

▶ 측정방법

- 면적 및 깊이를 고려하여 밀폐공간 내부를 골고루 측정하십시오. (작업장소에 대해 수직 및 수평방향으로 각각 3개소 이상 측정)

◆ 좁은 원형 맨홀인 경우  원칙적으로 3가지 깊이로 각 3개소 측정	◆ 넓은 원형 공간인 경우  전 맨홀의 밑을 3가지 깊이로 측정
◆ 좁은 원형 맨홀인 경우  우선 맨홀의 바로 밑 ①~③을 측정하고 X 는 공기호흡기 등을 장착하고 측정	◆ 구형 공간인 경우  정사의 맨홀 바로 밑 X 는 공기호흡기 등을 장착하고 측정 3점과 적도상의 샘플링 구명을 측정

- 탱크 등 깊은 장소의 농도를 측정할 때에는 고무호스나 PVC로 된 채기관을 연결하여 측정하십시오. (채기관은 1m 마다 작은 눈금으로, 5m 마다 큰 눈금으로 표시)

▶ 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

- (환기 시기) 기본적으로 ① 밀폐공간 작업 전, ② 작업 중 필요에 따라 환기하여야 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제620조

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

산업안전보건기준에 관한 규칙 제620조

* 장시간 닫혀있던 밀폐공간에는 유해가스가 차 있을 가능성이 높아 매우 위험할 수 있습니다. 최소 15분 이상(밀폐공간 체적의 10배 이상) 신선한 공기로 환기를 한 후 가스농도 측정을 하는 것이 안전합니다.

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

산업안전보건기준에 관한 규칙 제620조

(오·폐수처리장, 맨홀, 분뇨처리시설 등) 오·폐수, 분뇨 등에 녹아있던 황화수소, 메탄 등은 작업 과정에서 휘젖는 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(m3/min)이 밀폐공간 체적(m3)의 40% 이상의 것으로 준비합니다. (예시 : 체적이 600m3인 경우, 환기팬 용량은 600×0.4=240m3/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 공기를 밀폐공간 내로 불어넣는 급기방식으로 환기를 실시합니다.
- 지하관로·배관내부 등 급기로 인해 오염된 공기가 주변으로 확산될 우려가 있거나 선박 건조시 블록(BLOCK) 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.
- 정전 등에 의하여 환기가 중단되는 등 응급상황 발생시 작업근로자는 즉시 밀폐공간 외부로 대피할 수 있어야 합니다.

- **(환기가 어려울 경우의 조치)** 환기를 통해서도 적정공기 상태를 유지하기 어려운 경우 또는 폭발이나 산화 등의 위험으로 환기를 실시할 수 없는 경우에는 송기마스크 또는 공기호흡기 착용 등 추가적인 보호조치를 취해야 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제620조

③ 유해가스 발생장소 등에 대한 조치

● 용접 등에 관한 조치

산업안전보건기준에 관한 규칙 제629조

- 탱크, 보일러 또는 반응탑의 내부 등 환기가 불충분한 장소에서 용접을 하는 경우에는 다음 조치를 하여야 합니다.

- 가스농도를 측정하고 환기시키는 등의 방법으로 작업공간을 적정한 공기상태로 유지할 것
- 환기를 했음에도 작업장소를 적정공기 상태로 유지하기 어려운 경우에는 근로자에게 공기호흡기 또는 송기마스크를 지급하여 착용하도록 할 것



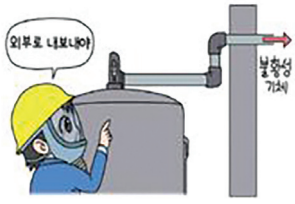
● 불활성기체 사용시 조치

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





• 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



• 설비개조 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



• 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



• 압기공법에 관한 조치

산업안전보건기준에 관한 규칙 제635조

- 지층이나 그와 인접한 장소에서 압기공법에 의하여 작업을 할 때에는 당해 작업에 의하여 유해가스가 샐 우려가 있는지의 여부 및 공기 중의 산소농도를 조사할 것
- 조사결과, 유해가스가 새고 있거나 공기 중에 산소가 부족할 때에는 즉시 작업을 중지하고 출입금지를 시키는 등 필요한 조치를 할 것

• 소화설비 등에 대한 조치

산업안전보건기준에 관한 규칙 제628조

- 통풍이 불충분한 장소에서 탄산가스(이산화탄소)를 사용하는 소화기 또는 소화설비를 사용할 때에는 다음 조치를 하여야 합니다.

- 해당 소화기 또는 소화설비가 쉽게 뒤집히거나 손잡이가 쉽게 작동되어 탄산가스가 새어나가지 않도록 할 것
- 소화를 위하여 작동하는 경우 외에 소화기 또는 소화설비를 임의로 작동시키는 것을 금지할 것



자동 CO_2 소화설비 설치장소에서의 유지보수작업

▶ 작업 전, 소방시설 운영 담당자와 작업장소 도면 검토 및 현장조사 실시
* 작업장소에 설치된 소화설비의 종류, 배치도, 화재감지기의 종류 및 형식, 신속한 대피를 위한 출입문의 위치, 그 밖의 안전조치 사항 등

▶ CO_2소화설비가 설치된 장소에서 작업시(화기사용 또는 연기가 발생 할 우려가 있는 작업) 오작동 방지를 위해 자동 · 수동 전환스위치는 반드시『수동』측으로 전환(제어반의 솔레노이드 밸브 연동정지) → 임의작동금지

▶ 해당장소에 안전수칙(안전수칙 내용, 담당자 및 연락처) 게시 및 외부인 출입금지 표지 설치

▶ 소화설비 작동시 조치사항 등에 대한 안전보건교육 실시
* 경보설비 및 이산화탄소 소화설비 감지기가 작동(경보) 후 이산화탄소가 방출되기 전(30초) 이내에 대피하는 방법, 이산화탄소의 유해성 등

▶ 이산화탄소 방출 장소에 들어가기 전, 완전히 환기(반드시 산소농도 측정 후 출입)
* 인명구조 등으로 꼭 들어가야 할 경우에는 공기호흡기를 착용하여야 함

• 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

4

점검과 관리

① 관리감독자의 점검

• 관리감독자로 하여금 다음과 같은 역할과 점검을 하도록 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제35조

- 탱크, 보일러 또는 반응탑의 내부 등 환기가 불충분한 장소에서 용접을 하는 경우에는 다음 조치를 하여야 합니다.

관리감독자의 직무

- 산소가 결핍된 공기나 유해가스에 노출되지 않도록 작업 시작 전에 작업방법을 결정하고 이에 따라 당해 근로자의 작업을 지휘
- 작업을 행하는 장소의 공기가 적정한지 여부를 작업시작 전에 확인
- 측정장비, 환기장치, 공기호흡기 또는 송기마스크 등을 작업시작 전에 점검
- 근로자에게 공기호흡기 또는 송기마스크 등의 착용을 지도하고 착용상황을 점검

☞ 관리감독자의 점검결과, 이상을 발견하여 보고할 때 사업주는 즉시 환기, 보호구 지급, 설비보수 등의 필요한 조치를 실시하여야 합니다.

② 감시인을 통한 작업상황 감시

• 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.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제623조

☞ 관리감독자의 점검결과, 이상을 발견하여 보고할 때 사업주는 즉시 환기, 보호구 지급, 설비보수 등의 필요한 조치를 실시하여야 합니다.

③ 밀폐공간 출입시 인원의 점검

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

산업안전보건기준에 관한 규칙 제621조

☞ 사업주는 밀폐공간에서 작업하는 동안 그 작업장과 외부의 감시인 간에 항상 연락을 취할 수 있는 설비를 설치하여야 합니다.

5

보호구

• **(보호장구의 종류)** 밀폐공간 작업 시 필요한 보호장구에는 ① 호흡기 보호를 위한 호흡용 보호구, ② 추락사고 예방을 위한 안전대, 보호가드, 구명 밧줄, ③ 구조용 삼각대 등이 있습니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제624조, 제625조

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

산업안전보건법 제29조, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제641조, 제640조

보호장구의 사용

▶ 호흡용 보호구(공기호흡기 또는 송기마스크)

- 기본적으로 호흡용 보호구를 착용하지 않더라도 작업할 수 있도록 환기를 통해 밀폐공간 내부를 적정 공기 상태로 만드는 것이 중요합니다.
- 환기를 할 수 없거나 환기만으로 불충분한 경우에는 호흡용보호구를 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)

보호장구의 사용

▶ 안전대와 구명줄, 구조용 삼각대

- 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.



6

교육·훈련 및 정보제공

"안전하게 작업하는 방법을 알 수 있도록 교육 하십시오."

① 특별교육

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

산업안전보건법 제29조 및 동법 시행규칙 제26조(별표4, 별표5)

교육시간

교육대상	교육시간
일용근로자	• 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 사용방법에 관한 사항
④ 밀폐공간작업의 안전작업방법에 관한 사항
⑤ 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 있음

③ 작업시 안전한 작업방법의 주지

- 밀폐공간에서 작업을 시작할 때마다 사전에 작업근로자와 감시인을 대상으로 안전한 작업방법에 대해 주지시켜야 합니다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제641조

☞ 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 있음

안전한 작업방법 등의 주지내용(산업안전보건규칙에 관한 사항 제641조)

① 산소 및 유해가스농도 측정에 관한 사항
② 환기설비의 가동 등 안전한 작업방법에 관한 사항
③ 보호구의 착용과 사용방법에 관한 사항
④ 사고 시의 응급조치 요령
⑤ 구조요청을 할 수 있는 비상연락처, 구조용 장비의 사용 등 비상시 구출에 관한 사항

4 도급인의 안전보건제공

- 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 하였는지 확인하여야 합니다.

산업안전보건법 제65조 및 동법 시행규칙 제83조

☞ 긴급구조훈련은 구조상황을 가정하여 비상연락-구조-응급조치

안전·보건 정보제공 사항

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

7

밀폐공간 작업 프로그램

- 밀폐공간 작업 프로그램은 밀폐공간을 보유한 사업장이 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

▶ 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 담당 부서 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.

- 수립된 밀폐공간 작업 프로그램은 도급으로 이루어지는 작업에 대해서도 동일하게 적용합니다.

산업안전보건법 제64조 및 제65조

- 수급인이 밀폐공간 작업을 하는 경우, 사전에 밀폐공간에 대한 유해위험 정보를 제공하여야 하며, 밀폐공간 작업 프로그램에 따라 작업을 하도록 관리하여야 합니다.

밀폐공간 질식재해예방 안전작업 가이드



제 3 장

재해자 구조

1. 재해자 구조
2. 심폐소생술



1

재해자 구조

"공기호흡기가 없다면 절대 구조하러 들어가지 마십시오."

- 밀폐공간에서 일하던 내 동료가 쓰러져 있는 것을 발견했을 때, 가만히 있을 사람은 없을 것입니다. 하지만, 공기호흡기 또는 송기마스크를 착용할 수 있는 상황이 아니라면 119에 연락하고 구조대를 기다리십시오.

  * 지난 10년간 질식사망자 165명 중 24명이 구조하러 들어갔다가 함께 사망하였습니다.

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

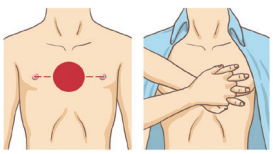
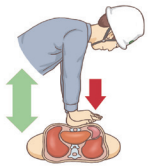
- 밀폐공간에서 질식 재해자를 구조하는 것은 밀폐공간의 입구와 내부가 협소하고 산소결핍 또는 유해가스가 존재할 수 있어 상당히 어렵고 위험하기 때문에 반드시 다음 절차에 따라 재해자를 구조하십시오.

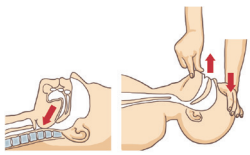
▶ 밀폐공간에서 작업자가 쓰러진 것을 발견한 경우

- 밀폐공간 내 재해자를 발견한 경우, 먼저 119나 회사 내 안전보건관리팀에 연락하십시오.
- 재해자를 구조하기 위해 공기호흡기(SCBA)나 송기마스크를 착용하십시오.
- **송기마스크 등 보호장비 없이 밀폐공간 내부로 들어갔다가는 구조자 또한 위험해질 수 있습니다. 밀폐공간 질식재해자 중 상당수는 공기호흡기나 송기마스크를 착용하지 않고 들어간 구조자였습니다.**
- **밀폐공간 내부의 공기상태가 안전한지 확인할 수 없거나 적절한 호흡용보호구가 없다면 밀폐공간 밖에서 119 구조대가 올 때까지 기다리십시오.**
- 구조된 재해자에 대해 심폐소생술을 실시하십시오. •

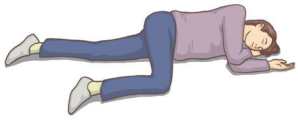
2

심폐소생술

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 **호흡이 있는지를 확인**합니다. 호흡이 없거나 비정상적이라면 즉시 심폐소생술을 준비합니다.
심폐소생술	흉부 압박 (30회)	• 흉부압박 위치 확인 : 양 젖꼭지를 이은 중앙의 흉부부위 • 한손의 손등에 다른 손을 겹치고 깍지를 껴서 손가락을 잡아 당김 • 팔꿈치가 구부러지지 않도록 하고, 어깨와 손은 일직선으로 유지 • 압박 깊이는 5cm(소아는 4~5cm), 압박 속도는 분당 100~120회를 유지하면서 **30회 흉부압박을 실시**    <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 잡아 막고 • 재해자의 입을 구조자의 입으로 완전히 밀착시킨 뒤에 • 가슴이 올라올 정도로 **1초 동안 숨을 불어 넣음(2회)** ※ 인공호흡 방법을 모르거나 꺼리는 경우에는 인공호흡을 제외하고 지속적으로 가슴압박만을 시행합니다.

<table>
<tr><th colspan="2">순 서</th><th>실 시 방 법</th></tr>
<tr><td rowspan="2">심폐소생술</td><td>흉부 압박 & 인공 호흡 반복</td><td>• 30회 가슴압박, 2회 인공호흡을 119구급대가 도착할 때까지 반복실시

<기도개방>

<인공호흡>

<흉부압박&인공호흡 반복></td></tr>
<tr><td colspan="2">회복자세</td><td>• 심폐소생술 중 재해자가 움직이거나 소리를 내면
• 호흡이 회복되었는지 확인하고 호흡이 회복되었다면
• 재해자를 옆으로 돌려 눕혀 기도(숨길)가 막히는 것을 예방
</td></tr>
</table>



밀폐공간 질식재해예방 안전작업 가이드



부 록

1. 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 별표18의 '밀폐공간' 해설
2. 국민신문고 질의·답변 사례
3. 밀폐공간 질식재해 사례



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 염류로는 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 있는 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 매설물 체로는 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 내식내열초합급재나 니켈크롬합금재 또는 동등 이상의 재질로 이루어진 경우
- 내벽에 방청도장을 한 것으로 유리, 합성수지 등 산화되기 어려운 물질로 내벽이 도포된 경우
- 실리카겔이나 알루미나 등 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 경

작지에서 수확된 곡물이 **"사일로"**에 보관되면 초기 수일에 걸쳐 이산화질소(NO_2) 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 않은 빠른 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 처리 하는 작업의 경우에도 해당 공간에 다량의 이산화탄소를 발생시킬 수 있다.

13 헬륨·아르곤·질소·프레온·탄산가스 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, 탄산가스농도가 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)** 해당 공간이 근로자가 들어가 상시 일할 것을 고려하여 설계되지 않았음을 의미한다.
- **(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 공간**을 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.

2

국민신문고 질의·답변 사례

| 사례 1 | 밀폐공간 작업시 반드시 CO_2 측정여부

Q 산업안전보건법에 관한 규칙에서 CO_2를 유해가스로 지정하고 있고 적정공기에서의 농도를 명시하고 있습니다. 이때 밀폐공간 작업시 유해가스를 측정하게 되어 있는데 CO_2도 측정해야 하나요?

A 산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조의2(산소 및 유해가스 농도의 측정)에서 '적정공기가 유지되고 있는지 평가'하도록 규정하고 있으므로 탄산가스(CO_2)의 발생 가능성이 있다면 장비를 구비하여 탄산가스(CO_2) 농도를 측정하여야 할 것으로 판단됩니다. 다만, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조 제1항에 의거 밀폐공간 작업프로그램 수립 시 해당 밀폐공간 내 유해위험요인의 파악 결과 탄산가스 발생 가능성이 없는 경우, 탄산가스(CO2)에 대한 측정은 하지 않을 수 있습니다.

| 사례 2 | 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.

[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 개방되어있다 하더라도 슬러지 제거 작업 또는 약품 투입 시 발생하는 유해가스로 인하여 동 규칙 별표 18의 14항(산소농도가 18퍼센트 미만 또는 23.5퍼센트 이상, 탄산가스농도가 1.5퍼센트 이상, 일산화탄소농도가 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 3 | STS재질 탱크의 용접작업

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.

「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·탄산가스 또는 그 밖의 불활성 기체가 들어 있거나 있었던 보일러·탱크 또는 반응탑 등 시설의 내부) 또는 14항(산소농도가 18퍼센트 미만 또는 23.5퍼센트 이상, 탄산가스농도가 1.5퍼센트 이상, 일산화탄소농도가 30ppm 이상 또는 황화수소농도가 10ppm 이상인 장소의 내부)에 해당될 것으로 판단되며, 밀폐공간으로 정하여 관리하시기 바랍니다.

| 사례 4 | 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 16호(화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크의 내부)에 해당하는 밀폐공간으로 판단됩니다.
- 한편, 별표 18의 6호의 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 6호에 해당하는 밀폐공간은 아닙니다.

| 사례 5 | 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 6 | 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, 환기설비가 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?



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

2) 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.

3) 드라이아이스를 사용하지 않는 냉장고, 냉동고, 냉동화물자동차 또는 냉동컨테이너의 경우는 별표 18의 12호가 아닌 18호에 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.

4) 밀폐공간 지정 시 환기장치 설치 유무와 관련 없이 지정하여야 합니다.

5) 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 안전작업 조건이지, '밀폐공간' 해당여부 또는 밀폐공간 작업 프로그램의 수립대상 여부를 결정하는 요건은 아닙니다.

| 사례 7 | 스테인리스 재질의 교반기의 밀폐공간 해당여부

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.

| 사례 8 | 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 * | 밀폐공간 작업 프로그램

Q

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



- 「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 사전 확인이 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 안전작업 조건이지, '밀폐공간' 해당여부 또는 밀폐공간 작업 프로그램의 수립대상 여부를 결정하는 요건은 아닙니다.

| 사례 10 | 건설현장 양생작업 시 일산화탄소 관리기준



- 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)를 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 11 | 긴급구조훈련

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.

3

밀폐공간 질식재해 사례

1 맨홀

(1) 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

(2) 상수도 맨홀 배수작업 : 사망 1명, 부상 2명

2019년 5월 상수도 맨홀 내부에서 배수작업 중 양수기에서 발생한 일산화탄소에 중독되어 1명 사망하고 2명이 부상함

(3) 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 1명이 사망하고 1명이 부상함

(4) 상수도 맨홀 내부 밸브 점검 작업 : 사망 2명

2017년 8월 신축아파트 건설현장에 상수공급이 안 되자 밸브점검을 위해 도로변 제수변실 맨홀 내부에 들어갔다가 철구조물의 산화에 의한 산소결핍으로 쓰러져 2명 사망함

(5) 하수관거 정비공사 맨홀내부 점검작업 : 사망 2명

2017년 6월 하수관거 정비작업을 위해 맨홀 내부를 확인하던 중 황화수소에 중독되어 사망하자 이를 구하러 들어간 동료작업자 1명이 추가 질식하여 사망함

(6) 송수관로 맨홀 유량측정작업 : 사망 1명, 부상 1명

2016년 6월 맨홀 내부에서 송수관로 유량측정 작업을 위해 양수기로 양수작업 후 측정을 실시하던 근로자 2명이 양수기에서 발생한 일산화탄소에 중독되어 호흡곤란을 느꼈으며 맨홀 외부로 빠져나오는 과정에서 1명이 맨홀 하부 깊이 50cm의 고여있는 물로 떨어졌어져 사망하고, 다른 한명은 지나가던 행인에 구조되어 부상함

(7) 상수도 노후관 갱생 작업 : 사망 2명, 부상 1명

2015년 9월 상수도 노후관 갱생공사 현장에서 협력업체 소속근로자 3명이 지하상수도관 내부에서 상수도관의 물을 빼내기 위해 수중펌프를 가동하다가 내연기관에서 발생한 일산화탄소에 중독되어 2명 사망, 1명이 부상함

(8) 도시가스 맨홀 내부 밸브 점검 작업 : 사망 1명, 부상 1명

2013년 1월 도시가스 맨홀 내부에서 밸브 점검 작업자 2명이 차단밸브 개폐작동 불량 등 점검하던 중 LNG(메탄주성분) 가스 누출로 질식되어 1명 사망, 1명 부상함

(9) 선로공사 양수작업 : 사망 1명

2011년 8월 CCC망구축 기간망 선로공사를 위해 작업자가 양수작업 후 맨홀에 들어가다가 양수기 배기가스의 일산화탄소 중독에 의한 질식으로 쓰러지고, 이를 목격한 동료 직원들이 쓰러진 작업자를 구출하러 맨홀에 들어갔다가 질식으로 쓰러져 1명이 사망하고 1명이 부상함

(10) 상수도 맨홀 측량작업 : 사망 1명, 부상 2명

2011년 7월 도로상 맨홀에서 상수도 지리정보시스템 측량작업을 위해 작업자 1명이 내부로 내려가다가 산소결핍에 의한 질식으로 쓰러지자 동료작업자 2명이 이를 구조하려고 함께 들어가다가 모두 쓰러져 1명이 사망하고 2명이 부상함

(11) 아파트 맨홀 수도검침 작업 : 사망 1명, 부상 1명

2011년 7월 아파트 수도 맨홀에서 수도검침 작업자 1명이 맨홀 내부에 내려가다 산소결핍에 의한 질식으로 사망하였으며, 구조를 하던 관리사무소 직원 1명이 부상함

(12) 취수관로상 맨홀 양수작업 : 사망 2명

2009년 11월 화력발전소 취수관로상의 지하매설 유지맨홀에서 작업자 2명이 맨홀내부의 양수작업 중 엔진펌프(연료: 가솔린)에서 발생된 연소가스중의 일산화탄소 중독에 의한 질식으로 1명이 사망하고 1명이 부상함

(13) 상수도 맨홀 보수작업 : 사망 2명

2007년 8월 상수도 맨홀내 상수도관 파열로 보수작업을 위한 상수도관 밸브를 잠그러 맨홀내부로 들어갔다가 산소결핍에 의한 질식으로 작업자 1명이 사망하고, 이를 구하러 들어간 동료작업자 1명이 추가로 질식되어 사망함

(14) 하수종말처리장 유입게이트 맨홀 보수작업 : 사망 4명

2007년 6월 하수종말처리장 하수유입구 보수작업을 위해 6m 이상 깊이의 맨홀 내부로 내려가 작업을 하던 중 황화수소 등의 유해가스 중독에 의한 질식으로 사망함

2 폐수처리시설

(1) 폭기조 내부 슬러지 청소작업 : 사망 1명, 부상 1명

2021년 2월 폐수처리업체에서 폐수처리용 폭기조 내부 슬러지 청소작업 중 황화수소에 중독되어 작업자 1명이 사망하였고, 이를 구조하려던 작업자 1명은 부상(의식불명)

(2) 침전조 자동제어센서 교체작업 : 사망 1명

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

(3) 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 사망함

(4) 집수조 내부 배관 수리작업 : 사망 2명, 부상 1명

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

(5) 집수조 점검구 설치작업 : 사망 1명, 부상 4명

2016년 8월 선재제품제조 사업장의 도금공정에 설치된 집수조 점검구 설치공사 중 점검구 설치 후 상태확인을 위하여 집수소 내부로 들어갔다가 황화수소에 중독되어 쓰러졌으며 병원으로 후송했으나 사망하였고, 구조과정에서 동료근로자 4명이 부상

(6) 음식폐기물 폐수처리장 수리작업 : 사망 2명

2013년 2월 음식폐기물 폐수처리장에서 외국인 근로자 1명이 폐수 분출구 하단부 수리를 위해 폐수저장탱크에 입조 작업 중 일산화탄소 등 유해가스 흡입 후 허우적거리며 쓰러지는 것을 동료 작업자가 목격하고 구조하러 들어갔다가 2명 모두 사망

(7) 폐수처리장 침전조 슬러지 제거작업 : 사망 2명, 부상 2명

2012년 3월 도금사업장 내 자가폐수처리시설의 운영위탁업체에서 근로자 1명이 퇴적된 슬러지를 제거작업 중 배수펌프가 막혀 이를 확인하러 침전조에 들어갔다가 유해가스(황화수소) 중독에 의한 질식으로 쓰러지자 밖에서 지켜보고 있던 동료근로자 1명이 구조하러 들어갔다가 질식되어 쓰러졌고, 뒤 늦게 현장에 도착한 또 다른 동료근로자 2명이 구조하러 들어갔다가 차례로 질식되어 쓰러져 2명이 사망하고, 2명이 부상함

(8) 폐수처리장 슬러지 제거작업 : 사망 1명, 부상 1명

2009년 1월 도금공단 내 폐수처리시설의 산소배관 설치에 따른 피혁 폐수 슬러지 제거 작업 중 슬러지 제거 펌프 배관이 막히자 이를 제거하기 위해 작업자가 유량조정조 내부로 들어가다가 황

화수소 중독에 의한 질식으로 쓰러지자 동료 작업자가 구출 중 함께 쓰러져 1명이 사망하고 1명이 부상함

(9) 폐수처리장 집수조 슬러지 제거작업 : 사망 1명, 부상 3명

2008년 6월 식품공장 내 폐수처리장 집수조에서 4명의 작업자가 슬러지제거 작업을 하던 중 고농도의 황화수소에 중독에 의한 질식으로 1명이 사망하고 3명이 부상함

(10) 폐수처리장 내 청소작업 : 사망 1명

2007년 6월 식품공장의 폐수처리장 내에서 청소작업을 하고 있던 작업자가 황화수소로 추정되는 유해가스 중독에 의한 질식으로 폐수처리장 농축조에서 사망한 상태로 발견됨

(11) 폐수처리장 저류조 점검작업 : 사망 1명

2006년 2월 폐수처리장 탈수동 지하 저류조의 슬러지 수위를 확인하던 작업자가 슬러지에서 발생하는 고농도 황화수소 중독에 의한 질식으로 사망함

3 오수처리시설·정화조

(1) 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 1명이 사망하고 1명이 부상함

(2) 하수처리장 약품용해조 약품투입작업 : 사망 1명, 부상 3명

2016년 9월 하수처리장에서 야간당직 근무중이던 근로자가 하수처리장 농축기동 내 약품용해조에 약품투입작업을 수행하였으며 황화수소에 중독되어 쓰러져 사망하고, 구조과정에서 동료 근로자 3명이 부상함

(3) 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 사망함

(4) 오수처리장 정기점검 작업 : 사망 1명

2011년 7월 상가건물 내 오수처리시설 설비 점검을 위해 위탁업체 근로자가 현장에 대기하던 중에 지하 오수처리장 내에서 화재경보기가 울려 이를 점검하러 진입하였다가 황화수소 중독에 의한 질식으로 사망함

(5) 하수관거 정비공사 작업 : 사망 1명, 부상 1명

2011년 5월 도로상 하수관거 정비공사를 작업을 위해 맨홀내부로 내려가다가 산소결핍에 의한 질식으로 쓰러지자 동료작업자가 이를 구출하려고 따라 들어갔다가 함께 쓰러져 119에 구조되어 병원으로 후송되었으나 1명이 사망하고 1명이 부상함

(6) 아파트 정화조 폐쇄작업 : 사망 2명, 부상 6명

2010년 7월과 8월 아파트 정화조 폐쇄공사 현장에서 시설내부 철거작업 및 바닥의 하수(퇴적물)를 제거하는 작업 중에 하수에서 발생된 황화수소 중독에 의한 질식으로 2건의 재해가 발생하여 2명이 사망하고, 이를 구하러 들어가 동료작업자 6명이 함께 질식되어 부상함

(7) 하수종말처리장 혼합저류조 내 슬러지 제거작업 : 사망 1명, 부상 1명

2009년 5월 작업자 1명이 하수처리장 내 혼합저류조 내에 들어가 슬러지 제거작업을 준비하던 중 황화수소 중독에 의한 질식으로 쓰러지자 이를 목격한 동료 작업자가 구출하려고 들어갔다가 본인도 쓰러져 1명이 사망하고 1명 부상함

4 건설현장 콘크리트 양생작업

(1) 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 부상함

(2) 아파트 신축공사현장 옥탑 내부 양생작업 : 사망 1명

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

(3) 아파트 신축공사현장 옥탑 내부 양생작업 : 사망 2명

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

(4) 도시형 생활주택 신축공사현장 부대시설 지하층 내부 양생작업 : 사망 2명

2017년 12월 도시형 생활주택 신축현장에서 콘크리트 보온양생을 위해 고체연료(숯가루 성형탄) 교체작업 중 숯탄에서 발생한 일산화탄소에 질식되어 작업자 2명이 사망함

(5) 아파트 신축공사현장 옥탑 내부 양생작업 : 사망 1명

2017년 12월 아파트 신축현장의 옥탑에서 콘크리트 보온양생을 위한 대나무숯 난로에서 발생한 일산화탄소에 질식되어 작업자 1명이 사망함

(6) 아파트 신축공사현장 옥탑 내부 양생작업 : 사망 1명

2015년 2월 아파트 신축현장의 옥탑에서 콘크리트 보온양생을 위해 갈탄 교체작업 중 갈탄에서 발생한 일산화탄소에 질식되어 작업자 1명이 사망함

(7) 아파트 신축현장 피트 내부 양생 점검 : 사망 2명

2014년 12월 아파트 신축현장의 피트 내부로 들어가 콘크리트 보온양생을 위해 갈탄보충작업, 내부 온도 측정 및 온도 관리 일지 작성 작업 중 갈탄에서 발생한 일산화탄소에 질식되어 작업자 2명이 사망하고 1명이 부상함

(8) 아파트 건설현장 거푸집 형틀 보강 작업 : 사망 2명

2013년 12월 아파트 신축공사 현장에서 협력업체 근로자 2명이 지하 1층 우수조 내부로 들어가 거푸집 형틀 보강 작업 중 양생용 갈탄난로에서 발생한 일산화탄소에 의한 질식으로 사망함

(9) 아파트 건설현장 기계실 내부 양생온도 확인 : 사망 1명

2012년 3월 아파트건설공사 3공구 내 옥탑층 공사 현장에서 옥탑 2층 엘리베이터 기계실 콘크리트 타설 후 양생작업 중 화로의 상태 및 양생 온도를 확인하기 위해 양생작업장 내부로 들어갔다가 일산화탄소 중독에 의한 질식으로 사망함

(10) 아파트 건설현장 괴탄 추가투입작업 : 사망 1명

2011년 12월 아파트 건설공사 1공구 현장에서 지하 PIT 및 지상1층 슬래브 콘크리트 타설 후 양생을 위하여 지하PIT층 괴탄난로에 괴탄을 추가 투입하기 위하여 들어갔다가 일산화탄소 중독에 의한 질식으로 사망함

(11) 교정시설 공사현장 양생작업 : 사망 1명

2010년 2월 교정시설 신축 공사장내에 빗물처리조 콘크리트 타설 후 내부에 양생용 갈탄난로 설치하고 양생작업 중인 상태에서 작업자 1명이 내부에서 일산화탄소에 의한 질식으로 사망한 상태로 발견됨

(12) 아파트 건설현장 지하 콘크리트 양생상태 확인 : 사망 1명

2009년 3월 아파트 건설공사 현장에서 지하 콘크리트 양생 작업 후 갈탄난로를 사용하여 보온작업 상태에서 작업자(1명)가 이들 상태를 확인하러 지하로 들어 갔다가 갈탄 연소과정에서 발생된 일산화탄소 중독에 의한 질식 사망함

3 오수처리시설·정화조

(1) 곡물 저장탱크 샘플 채취작업 : 사망 1명

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

(2) 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 사망함

(3) 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 사망함

(4) 냉각탑 내장재 교체작업 : 사망 4명

2018년 1월 냉각탑 내부 내장재 교체작업 중 냉각탑 내부로 유입된 질소에 의한 산소결핍으로 4명 사망함

(5) 반응기 내부 확인작업 : 사망 1명, 부상 2명

2017년 12월 반응기 내부 잔여물을 확인하기 위해 내부 사다리를 통해 내려가던 중 산소결핍에 의해 질식하여 추락·사망하였고 이를 구조하려던 동료작업자 2명은 부상함

(6) 응축저장탱크 내부세척 확인작업 : 사망 1명

2016년 12월 화학공장에서 응축저장탱크를 증류에 의한 방법으로 세척후 세척상태 확인을 위해 들어갔다가 증류 시 발생한 일산화탄소에 중독되어 사망함

(7) 원료탱크 내부 청소작업 : 사망 2명, 부상 1명

2016년 6월 제지공장 체스트(원료탱크) 내부에서 근로자 1명이 물호스를 사용하여 청소작업을 하던 중 잔류 슬러리에서 발생한 황화수소에 중독되어 사망하였으며, 구조를 위해 진입한 근로자 2명 중 1명 사망, 1명 부상당함

(8) 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 사망함

(9) 폐기물 운반차량 암롤박스에 슬러지케이크 적재작업 : 사망 1명

2015년 8월 음료 제조공장 폐수처리장 슬러지 상차 현장에서 폐기물 위탁운반업체 소속 근로자 1명이 폐기물 운반차량의 암롤박스(적재함)에 슬러지케이크 적재하던 중 황화수소에 중독되어 사망함

(10) 고체발효기 이물질 제거작업 : 사망 1명, 부상 2명

2015년 7월 사료공장 소속 근로자 1명이 고체발효기 내의 이물질 제거 및 청소작업 중 쓰러졌고, 구조과정에서 소속근로자 2명이 쓰러져 병원으로 후송되었으나 청소작업자 1명은 사망하고 구조자 2명은 부상함

(11) 연소실내 단열재 이상여부 확인 작업 : 사망 3명

2015년 4월 전자제품 제조공장 내 연소설비 제작 협력업체 근로자 2명이 연소실 내부 단열재 상태를 확인하기 위하여 연소실 내부에 들어가 질소누출에 의한 산소결핍으로 사망하고, 구조과정에서 협력업체 근로자 1명이 사망

(12) 열교환기 용접상태 확인 작업 : 사망 1명

2015년 3월 기계장치 제조공장 근로자 1명이 열교환기 내부 용접 작업 후 아르곤 가스가 퍼지된 상태에서 용접상태를 확인하기 위하여 열교환기 내부로 머리를 넣어 육안으로 확인 중 아르곤 가스에 의한 산소결핍으로 사망

(13) 반도체 운반설비 유지보수 작업 : 사망 3명, 부상 3명

2015년 1월 전자제품 제조공장에서 협력업체 근로자 3명이 장비유지보수 작업을 위하여 반도체 운반설비 내부에 들어갔다가 질소가스에 의한 산소결핍으로 사망하고, 구조과정에서 원청근로자 3명이 부상

(14) 반응기 내부 청소 작업 : 사망 1명

2014년 12월 화학공장에서 생산직 근로자 1명이 반응기 내부 이물질 제거를 위하여 반응기에 혼자 들어갔다가 산소결핍으로 1명이 사망

(15) 반응기 내부 청소 및 점검 작업 : 사망 1명

2014년 3월 화학공장에서 생산직 근로자 1명이 반응기 내부 청소 및 너트와 와셔의 이탈 여부를 확인하러 반응기에 혼자 들어갔다가 잔류 질소에 의한 산소결핍으로 사망

(16) 콜드박스 내부 점검작업 : 사망 2명

2013년 12월 산소공장 신설공사 현장에서 산소 등 생산설비인 콜드박스(Cold Box) 구조물 설치 완료 후 시운전 단계에서 협력업체 근로자 2명이 콜드박스 상부에서 맨홀을 통해 내부를 점검하던 중 산소결핍으로 질식되어 사망

(17) 로 보수작업 : 사망 5명

2013년 5월 전로 내부의 내화벽돌 보수작업을 마치고 다음날 작업발판을 해체하기 위해 전로 내부로 들어가던 중 내부에 유입되어 있던 아르곤가스에 질식되어 작업자 5명이 사망함

(18) 저장탱크 확인작업 : 사망 1명

2011년 1월 초순수 저장탱크에서 초순수의 기포발생 상태를 확인하기 위하여 탱크 덮개를 열어 내부를 확인하던 중 개구부에서 유출된 질소가스에 의한 질식으로 사망함

(19) 배합조 내부점검 작업 : 사망 1명

2009년 7월 코팅액 제조사업장에서 작업 후 비어있는 배합조(반응기) 내부 점검을 위해 들어갔다가 톨루엔 등의 유해가스 중독에 의한 질식으로 작업자 1명이 사망함

(20) 반응기 세척작업 후 내부점검 : 사망 1명

2008년 10월 화학공장에서 반응기 내부 세척작업을 완료 후 작업자 1명이 반응기 내부점검을 위해 들어갔다가 산소결핍에 의한 질식으로 사망함

(21) 저장탱크 청소작업 : 사망 1명

2008년 9월 폐수종말처리장에서 유해물질 저장 탱크 청소 작업 중 탱크 내부 바닥면에 제거되지 않는 혼탁액을 제거하러 들어갔다가 유해가스 중독에 의한 질식으로 작업자 1명이 사망함

6 배관용접 또는 비파괴 작업

(1) 배관내부 작업 : 사망 1명

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

(2) 배관내부 용접작업 : 사망 1명

2019년 11월 가스배관 이설공사 현장에서 가스배관 내부에 들어가서 용접작업을 하던 근로자가 아르곤 가스로 인한 산소결핍으로 사망

(3) 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

(4) 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 사망함

(5) 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 사망함

(6) 지하상수도관 용단작업 : 사망 1명, 부상 1명

2016년 3월 상수도노후관 갱생공사현장에서 근로자 3명이 지하상수도관 내부 물을 빼내기 위해 제수변실 내 상수도관 용단(천공)작업 중 발생한 일산화탄소 중독으로 1명이 사망하고 1명이 부상당함

(7) 배관내부 용접상태 확인작업 : 사망 1명

2016년 2월 금속배관제조 사업장에서 배관의 TIG 용접후 배관의 백비드(Back bead)상태를 확인하기 위하여 배관로 들어간 근로자가 아르곤(Ar)가스에 의한 질식으로 사망함

(8) 배관내부 용접상태 확인작업 : 사망 1명

2015년 7월 건설현장내 작업자 1명이 용접이 완료된 상태에서 용접부위를 확인하기 위하여 배관내부로 입조하여 배관내부에 잔류된 아르곤가스에 의해 산소결핍으로 1명 사망함

(9) 종합상가 지하피트 배관 수리 작업 : 사망 1명

2014년 7월 상가건물 지하 화장실 하부 분뇨저수조에서 작업자 1명이 화장실내 누수부분 용접작업 후 관리사무실로 이동하였으나 황화수소 가스에 중독되어 1명 사망함

(10) 도시가스 배관 용접 결함 부위 수정 작업 : 사망 1명

2014년 8월 도시가스 배관 이설공사 현장에서 용접사가 배관 내부 용접 결함 부위 점검 작업 중 배관 내 체류 중인 질소가스에 의한 산소결핍으로 사망

(11) 아르곤가스 퍼지상태 확인작업 : 사망 1명

2013년 4월 LNG선 Cofferdam 내부에서 배관의 중간부 조정관 설치를 위해 배관에 아르곤가스를 충전 하던 중 충전이 잘되지 않아 바닥맨홀에 있는 배관입구의 아르곤 가스 퍼지상태를 확인하던 중 누설된 아르곤가스로 인하여 질식 사망함

(12) 배관내부 용접상태 확인작업 : 사망 1명

2008년 4월 작업장내 LNG선 가스주입구 배관 용접작업시 작업자(1명)가 배관내부의 용접부위를 확인하기 위해 배관안으로 들어가다가 배관내부에 충진되는 아르곤가스에 의한 산소결핍으로 질식되어 사망함

(13) 배관용접 준비작업 : 사망 1명

2007년 12월 압력용기 제작공장에서 용접작업자가 열교환기 Head부분 외부를 티그용접 하기 위해 열교환기 내부에 가스 차단막(스펀지)을 설치하던 중 아르곤 가스가 누출되어 산소결핍에 의한 질식으로 사망함

(14) 용접배관 내부 용접상태 확인작업 : 사망 1명

2007년 9월 중공업내 LNG선의 SUS배관 용접 후 배관내부에 머리를 숙이고 용접상태를 확인하다가 충진된 아르곤 가스에 의한 산소결핍으로 작업자 1명이 질식되어 사망함

(15) 용접배관내부 비파괴 검사작업 : 사망 2명

2006년 9월 LNG 저장탱크 건설 현장에서 작업자 2명이 배관 용접부 비파괴검사를 준비를 위해 배관내부에 들어갔다가 용접작업을 위해 충진된 아르곤 가스에 의한 산소결핍으로 질식되어 사망함

7 지하 기계실

(1) 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 1명이 사망하고 1명이 부상함

(2) 지하보일러실 해체작업 : 사망 1명, 부상 5명

2015년 2월 호텔 보일러실에서 노후된 배관 및 벽체 단열재(유리섬유) 제거작업 중 소화설비 작동으로 이산화탄소 가스가 방출되어 질식으로 1명이 사망하고 7명이 부상함

(3) 기계실 소화설비 점검작업 : 사망 1명

2014년 3월 반도체공장 기계실에서 작업 중이던 협력업체 근로자 1명이 소방설비(CO2소화설비) 오작동으로 누출된 이산화탄소에 의해 질식 사망

(4) 기계실 냉동기 보수작업 : 사망 4명

2011년 7월 대형 유통쇼핑몰내의 지하기계실에서 작업자 4명이 냉동기 보수작업 중에 냉매가스(프레온 123)의 회수배관 연결부 또는 냉동기 내부 잔류 냉매가스가 작업장으로 누출되어 작업자 4명이 모두 질식되어 사망함

(5) 기계실 설비 보수작업 : 사망 1명, 부상 2명

2011년 9월 엔진제조 사업장의 지하 기계실에서 근로자 3명이 Air 공급 라인에 Block Valve를 설치하기 위해 산소절단기(산소+LPG)로 배관 절단 작업 중 절단 작업 시 발생한 연기에 의해 천장에 있는 소화설비용 연기감지기의 작동으로 분사된 CO2(이산화탄소)가스에 의해 근로자 3명이 질식되어 1명이 사망하고 2명이 부상함

8 축산농가

(1) 양돈농장 돈분 배출작업 : 사망 1명

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

(2) 축산농가 사료 저장탱크 청소작업 : 사망 2명

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

(3) 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 사망함

(4) 양돈농장 돈분 제거작업 : 사망 2명, 부상 1명

2017년 5월 양돈농장에서 돈분 슬러리 제거를 위해 피트 안쪽에 막혀 있는 보도블럭을 해머드릴로 뚫는 작업 중 다량의 분뇨가 쏟아지면서 돈분에서 발생된 황화수소에 의한 질식으로 쓰러지자 이를 구하러 들어간 작업자도 쓰러져 2명 사망하고 1명 부상함

(5) 가축분뇨처리시설 이송라인 점검작업 : 사망 1명

2015년 5월 가축분뇨처리시설에서 이송라인의 점검작업을 마치고 해당시설 내 원수저장조에서 용변을 보려다가 분만돈사에 저류되어 있는 분뇨를 원수저장조로 방류하는 과정에서 발생한 황화수소에 중독되어 1명이 사망

(6) 양돈농장 사료혼합탱크 사료 배출 작업 : 사망 1명

2014년 10월 양돈농장 사료 혼합탱크에서 작업자가 사료 배출작업을 하던 중 탱크바닥의 잔여 사료를 배출하기 위해 탱크 내부에 들어갔다가 일산화탄소 등 유해가스에 중독되어 사망

(7) 양돈농장 돈분 임시저장소 점검작업 : 사망 1명

2014년 7월 양돈 축산농가 기계실에서 근로자가 돈분임시저장소 수위를 확인하기 위해 비계에 올라가 점검창을 통해 수위를 점검하던 중 점검창을 통해 노출된 황화수소로 인해 의식을 잃고 쓰러지면서 추락 사망함

(8) 양돈농장 돈분 제거작업 : 사망 4명

2010년 5월 양돈농장에서 돈사와 집수조 연결 관로의 돈분을 제거 작업 중 돈분에서 발생된 황화수소에 의한 질식으로 작업자 2명이 사망하고 이를 구하러 들어간 농장주 및 농장주 아들이 함께 사망함

(9) 양돈농장 분뇨 펌핑작업 : 사망 2명

2010년 8월 양돈농장 분뇨처리시설 콘크리트조 1단계 탱크에서 펌핑작업을 하던 작업자 2명이 분뇨에서 발생된 황화수소에 의한 질식으로 사망함

(10) 양돈농장 정화조 청소작업 : 사망 2명

2008년 8월 양돈 축산농가에서 작업자가 정화조 청소를 위해 상부덮개를 열고 내부로 내려가다가 황화수소 중독으로 인해 의식을 잃고 쓰러지고, 탱크 외부에서 이를 목격한 농장주가 탱크 내부로 내려가 구출작업을 하던 중 함께 중독되어 2명 모두 질식 사망함

9 바지선

(1) 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

(2) 바지선 부력탱크 관리작업 : 사망 1명

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

(3) 바지선 부력탱크 관리작업 : 사망 1명

2015년 4월 바지선 부력탱크 내부 구조파악 등 바지선 관리를 위하여 부력탱크 내부로 들어가다가 산소결핍에 의한 질식으로 작업자 1명이 사망함

(4) 바지선 부력탱크 양수작업 : 사망 1명

2008년 3월 바지선(시멘트) 부력탱크 내부 양수작업 중 양수기(가솔린 내연기관)에서 발생된 일산화탄소 중독에 의한 질식으로 작업자 1명이 사망함

(5) 바지선 부력탱크 수리견적작업 : 사망 3명

2007년 10월 해안에 정박해 있는 교량공사 시추공 고정용 바지선 수리견적 위해 사업주와 작업자 2명이 바지선 부력탱크 내부로 들어가다가 산소결핍에 의한 질식으로 모두 사망함

10 음식물쓰레기 처리장

(1) 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 부상당한 재해임

(2) 음식물처리장 탈리액 저장조 보수작업 : 사망 2명

2007년 6월 음식물 탈리액 저장조에 설치된 고장난 수중펌프를 인양하기 위해 들어갔다가 황화수소 등의 유해가스 중독에 의한 질식으로 작업자 1명이 사망하고, 이를 구하러 들어간 동료작업자가 추가로 질식되어 사망함

(3) 음식물처리장 반입저장 투입호퍼 이물질 제거작업 : 사망 1명

2007년 6월 음식물 쓰레기 반입저장조에 투입 중 호퍼내부에 떨어진 비닐 회수 중 산소결핍에 의한 질식으로 사망하고, 이를 구조하러 들어갔다가 작업자 2명이 함께 질식되어 쓰러졌으나 병원치료 후 회복함

10 기타

(1) 백필터 탈진용 질소가스가 덕트를 통해 역류 : 사망 2명

2021년 5월 사업장 메탈배출공정에서 백필터 탈진용 질소가 국소배기장치 덕트를 통해 작업장소로 역류하여 산소결핍으로 2명 사망

(2) 지하 집수정 수중모터 수리작업 : 사망 3명

2020년 8월 오피스텔 관리사무소 직원이 수중모터 수리작업을 위해 지하 집수정에 들어갔다가 쓰러지자 이를 구조하기 위해 관리소장이 들어갔다가 산소결핍으로 3명 사망

(3) 폐지압축기 컨베이어 하부피트 청소작업 : 사망 2명, 부상 2명

2020년 6월 폐지압축기로 파지류를 이송하는 컨베이어 하부에 위치한 피트 내부에서 쌓여있던 잔재물을 청소하던 작업자 1명이 황화수소 중독으로 쓰러지자 이를 구조하기 위해 3명이 연속으로 피트내부에 들어갔다가 2명 사망, 2명 부상

(4) 절임무 탈염조 내부작업 : 사망 2명

2018년 8월 절임무 반출을 위해 탈염조 내부에 사다리를 이용해 들어갔다가 황화수소 중독으로 쓰러졌고, 절임무 납품받기 위해 방문했던 타 사업장 직원이 구조하던 중 사망

(5) 장비 유지 보수작업 : 사망 3명, 부상 3명

2015년 1월 반도체공장 클린 룸에서 협력업체 근로자 3명이 장비 유지·보수작업을 위해 설비 내부로 들어가면서, 설비 내부에 조성된 질소가스에 의한 산소결핍으로 3명이 사망하고 구조과정에서 근로자 3명이 부상함

(6) 찜질방 불가마 재 제거작업에 의한 질식사고 : 사망 1명

2014년 12월 찜질방 불가마에서 재 제거 작업 중 불가마 내에 체류된 일산화탄소 가스 에 중독되어 1명이 사망함

(7) 원전 건설공사 질식사고 : 사망 3명

2014년 12월 원전보조시설 건설현장 내 밸브룸을 순찰 중이던 근로자 2명과 이들을 구출하려던 근로자 1명이 밸브룸 내부의 질소배관 연결 밸브에서 누출된 질소가스에 의한 산소결핍으로 사망

(8) 원목운반선 하역 작업 : 사망 1명

2011년 6월 인천내항에 정박한 선박의 선창내부에 있던 각재 및 원목을 내리기 위하여 작업자 3명이 HOLD#3 내부로 이동 중 산소결핍에 의한 질식으로 1명이 사망하고 1명이 부상함

(9) 아르곤 퍼지 작업 : 사망 1명

2011년 3월 플랜트 제조사업장에서 협력사 소속 작업자가 용접시 산화방지를 위해 찬넬 내부에서 아르곤 퍼지 작업 중 산소결핍으로 질식되어 사망함

(10) 활성탄 여과탱크 충진작업 : 사망 1명

2011년 3월 SRU 공장 신축현장에서 협력사 소속 작업자가 활성탄여과 탱크 내부로 들어가 탱크에 충진된 활성탄 평탄 작업 중 산소결핍에 의한 질식으로 사망함

(11) 음료제조사업장 실리카 용해탱크 작업 : 사망 1명

2010년 12월 음료제조사업장에서 탄산수에 실리카를 용해하는 탱크내부에 떨어져 있던 칼(실리카 지대포장 개봉용)을 꺼내기 위해 용해공정 컨트롤룸에 근무하던 2명의 근로자가 실리카 용해탱크에 들어갔다가 탱크 내부에 잔류되어 있던 이산화탄소로 인한 산소결핍으로 2명 질식되어 사망함

(12) 건조창고 내 휴식 : 사망 1명

2010년 3월 선재 가공 및 못 제조업체의 단두신선공정 야간작업자(1명)가 휴식시간 중에 마정공정에서 사용하기 위해 설치한 톱밥건조창고에 들어가 취침 중 열처리로 및 가스발생기 배기가스에 의한 산소결핍 및 CO 중독에 의한 질식으로 사망함

(13) 무선기지국 에어컨 수리작업 : 사망 1명

2007년 8월 KT무인기지국 내부에서 에어컨 수리를 의뢰 받은 작업자 1명이 과열된 냉매압축기의 온도를 낮추기 위해 냉매제(클로로디플루오르메탄, 프레온 22)를 직접 분사 하던 중 냉매제에 의한 질식으로 쓰러져 사망함

[질식재해예방 장비를 무상 대여해 드리고 있습니다]



밀폐공간 질식재해예방 안전작업 가이드북

발 행 일 | 2022. 06

발 행 인 | 한국안전보건공단 이사장 안종주

발 행 처 | 한국안전보건공단 산업보건실

주 소 | (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

홈 페 이 지 | http://www.kosha.or.kr

※ 무단 복사 및 복제하여 사용하는 것을 금지함.