

밀폐공간작업 질식재해예방 매뉴얼

2014. 6



The background image is a grayscale photograph of a worker in a confined space, likely a tunnel or large pipe. The worker is wearing a hard hat and safety gear, and is positioned on the right side of the frame, looking towards the left. The space is dimly lit, with several bright overhead lights visible. A large, curved pipe or structure dominates the left and center of the image. The overall tone is industrial and safety-oriented.

밀폐공간작업 질식재해예방 매뉴얼

목차

part 01	질식재해 발생현황 및 특징	04
	1. 질식재해 발생현황	
	2. 질식재해 발생특징	
part 02	밀폐공간	07
	1. 밀폐공간이란?	
	2. 질식이란?	
	3. 산소결핍이나 유해가스가 발생하는 이유는?	
	4. 밀폐공간에서의 건강장해	
part 03	밀폐공간의 파악과 관리	14
	1. 밀폐공간의 파악	
	2. 밀폐공간 표시	
	3. 보호장구 구비	
	4. 교육 · 훈련	
part 04	밀폐공간작업 허가	18
	1. 밀폐공간 사전조사	
	2. 밀폐공간작업 허가	
	3. 밀폐공간작업 허가서 게시	
part 05	밀폐공간작업시 조치기준	21
	1. 산소 및 유해가스 농도측정	
	2. 환기	
	3. 보호장구의 사용	
	4. 유해가스 발생장소 조치	
	5. 작업관리	
part 06	재해자 구조와 심폐소생술	32
	1. 재해자 구조	
	2. 심폐소생술	
	(부록) 밀폐공간 질식재해 사례	35

01

질식재해 발생현황 및 특징

1. 질식재해 발생현황
2. 질식재해 발생특징

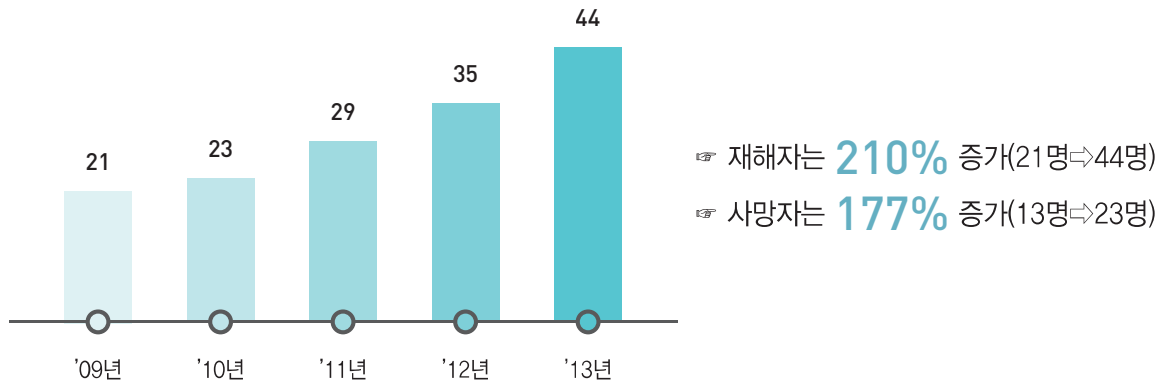


1 질식재해 발생현황



● 매년 밀폐공간 질식재해자 수가 증가하고 있습니다.

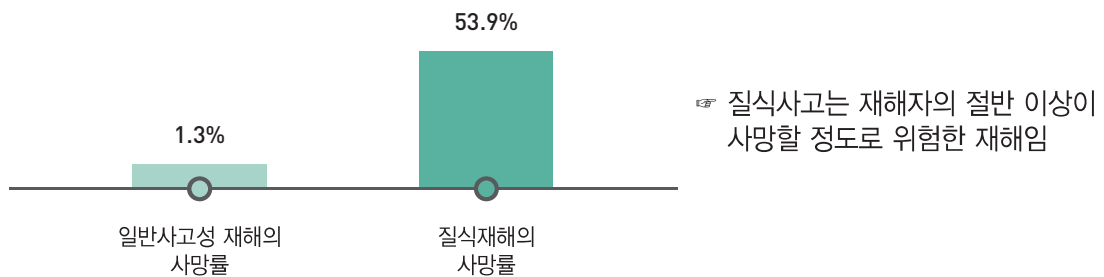
☞ 최근 5년간('09~'13년) 밀폐공간 질식재해로 152명이 부상을 입거나 사망하였습니다.



2 질식재해 발생특징



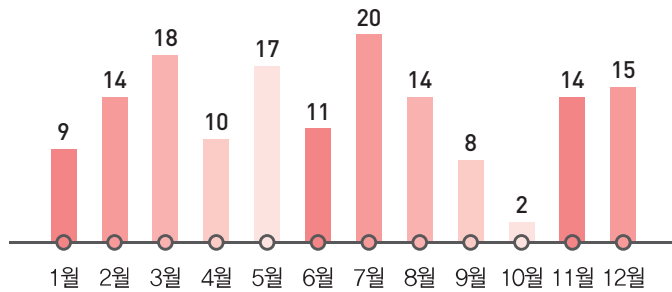
● 다른 사고보다 사망으로 이어질 가능성이 매우 높습니다.



● 사고발생시 2명 이상이 동시에 사망할 가능성이 높습니다.

☞ 한명의 근로자가 쓰러지면 적절한 보호장비 없이 밀폐공간으로 들어가다 구조자도 함께 사망하는 경우가 다수 발생합니다.

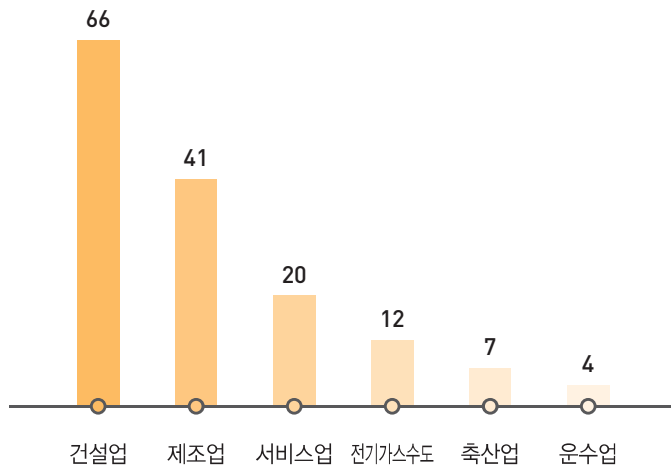
● 계절적으로 큰 차이 없이 수시로 발생합니다.



☞ 다만, 일부 작업의 경우 특정 시기에 집중 발생

- 겨울철 : 콘크리트 양생작업
- 여름철 : 축산분뇨 처리작업, 맨홀작업, 오폐수 처리 시설 보수작업 등

● 건설업과 제조업에서 다발하고 있습니다.



☞ 건설업이 전체 44.0%를 차지하여 질식재해 발생률이 가장 높고, 제조업, 서비스업 순으로 발생

- 건설업 : 콘크리트 양생작업, 방수도장 등
- 제조업 : 탱크 내부에서의 용접, 청소, 보수작업 등



02

밀폐공간

1. 밀폐공간이란?
2. 질식이란?
3. 산소결핍이나 유해가스가 발생하는 이유는?
4. 밀폐공간에서의 건강장해



1 밀폐공간이란?



- 밀폐공간이란 환기가 불충분하여 유해가스나 산소결핍으로 인하여 건강장애 또는 인화성물질로 인하여 화재·폭발 등의 위험이 있는 장소를 말하며, 예시를 들면 아래 장소의 내부가 해당됩니다.

반응탑



보일러 연통



선박 창고



음식물 저장 호퍼



주류발효탱크



식품발효 및 저장조



하수처리장 침전지



오수처리장 정화조



분뇨처리장



냉동창고 내부



폐수침전조



반응기



원료저장탱크



용접·비파괴 배관



공기정화장치



지하핏트



콘크리트 양생장소



바지선 부력탱크



하수도 맨홀



상수도 맨홀



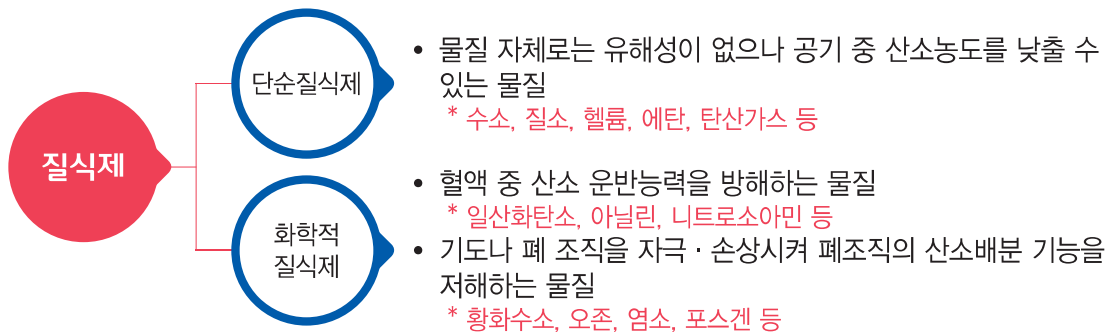
☞ 산소결핍이란 산소농도가 18% 미만인 상태를 말합니다.

☞ 밀폐공간은 반드시 현재 산소결핍 상태이거나 유해가스로 차 있는 상태만을 의미하지 않습니다.

작업과정 중 산소결핍 환경이 조성될 수 있는 공간도 밀폐공간에 해당됩니다.

2 질식이란?

- 질식은 우리 몸에 산소가 매우 부족하게 공급되어 비정상적 호흡을 야기하는 상태를 말합니다.
- 이러한 질식은 산소농도가 낮은(18% 미만) 장소에서 주로 나타나지만, 연탄가스처럼 혈액 중 산소운반을 저해할 수 있는 가스가 함께 있는 경우에는 산소농도가 정상범위 내라도 질식은 일어날 수 있습니다.



3 산소결핍이나 유해가스가 발생하는 이유는?

물질의 산화작용

- 저장용 탱크 재료가 산화되거나, 저장물질 또는 운반물질이 산화되면 공기 중의 산소를 빠르게 소모하므로 공기중에 산소가 부족하게 됩니다.

저장용 탱크 재료의 산화

철재 탱크 내에 물기가 있거나 장기간 밀폐되면 내벽이 산화되어 녹이 생기면서 탱크내의 산소를 감소시키므로 산소결핍 상태가 됩니다.

예시

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

저장물질 또는 운반물질의 산화

저장되어 있거나 운반되는 석탄, 강재, 고철 등은 상온에서도 공기 중의 산소를 소모합니다.

예시 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 소모하며, 대두유, 유채유와 같은 불포화 지방산을 함유한 식물성 식용유는 공기 중의 산소와 결합하여 고형화되거나 변질될 수 있습니다.

예시 건성유를 사용하여 도장한 환기가 불량한 장소, 식물성 기름 저장탱크 등의 내부

치환용 가스의 사용

- 화재나 폭발을 방지하거나 설비를 보호하기 위해 외부의 공기가 들어오지 못하도록 불활성 가스를 채워둔 장소는 산소가 부족한 곳이며, 그 밖에 불활성가스를 사용하는 장소도 가스의 유입으로 질식재해의 위험이 높습니다.

화재·폭발 방지를 위해 질소 등을 채운 곳

예시 반응탑, 배관, 내부가 질소로 치환되는 각종 저장탱크, 기타 설비보호 차원에서 질소를 채운 장소

질소, 이산화탄소 등의 이용

예시 드라이아이스를 사용하는 냉동고·컨테이너

미생물의 호흡작용

- 미생물 증식, 유기물의 부패, 미생물의 발효 등의 과정에서 공기 중 산소를 소모하여 산소결핍 상태를 만들 수 있습니다.

예시 정화조, 음식물쓰레기처리 탱크, 곡물을 담은 사일로, 항온실 등

유해가스의 누출

- 유해가스 배관이 연결되어 있는 공간에서 작업하는 경우 유해가스 누출시 작업공간을 산소결핍 상태를 만들 수 있습니다.

4 밀폐공간에서의 건강장해

○ 산소결핍에 따른 건강장해

산소농도가 18% 미만인 상태에서는 산소결핍에 따른 증상들이 나타날 수 있습니다.

⚠ 산소농도가 16% 이하인 공기를 마시게 되면?

인체의 각 조직에 산소가 부족하게 되어 맥박과 호흡이 빨라지고 구토, 두통 등의 증상이 나타납니다.

산소농도가 10% 이하가 되면 의식상실, 경련, 맥박수가 감소하게 되어 질식으로 사망하게 됩니다.

⚠ 산소결핍 장소에 들어가도 정신만 차리면 된다?

대개의 경우 산소결핍 상황을 모른 채 밀폐공간에 들어갈 경우 순간적으로 폐내 산소분압이 떨어져 뇌의 활동이 정지되며 대부분 의식을 잃게 됩니다. 이러한 증상은 몇 초 이내에 나타나기 때문에 정신을 차릴 수 없습니다.



⚠ 호흡정지 시간이 6분 이상이 되면?

호흡정지 시간이 6분 이상으로 길어지면 소생 가망이 없게 됩니다.

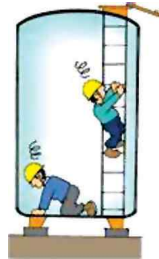
6분이내라 하더라도 후유증으로 언어장애, 운동장애, 시야협착, 환각, 건망증, 성격이상 등이 남을 수 있습니다.



산소농도 18%
연속하기 필요



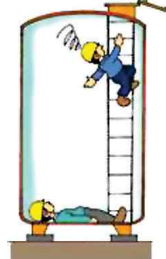
산소농도 16%
호흡·맥박의 증가,
두통, 메스꺼움,
토할 것 같음



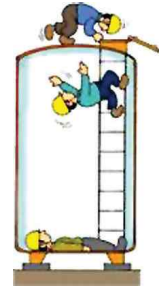
산소농도 12%
어지럼증,
토할 것 같음,
체중지지
불능으로 추락



산소농도 10%
안면창백,
의식불명, 구토



산소농도 8%
실신헌절,
7~8분이내에
사망



산소농도 6%
순간에 혼절,
호흡정지, 경련,
6분이상이면
사망

● 일산화탄소(CO) 농도와 인체영향

농도(ppm)	노출시간	건강영향
200	3시간	가벼운 두통과 불쾌감
600	1시간	두통, 불쾌감
100~2,000	2시간 1.5시간 30분	정신훈란, 메스꺼움, 두통 현기증 심계항진(두근거림)
2,000~2,500	30분	의식불명

* 일산화탄소(CO)의 노출기준은 1일 8시간 작업시 30ppm임

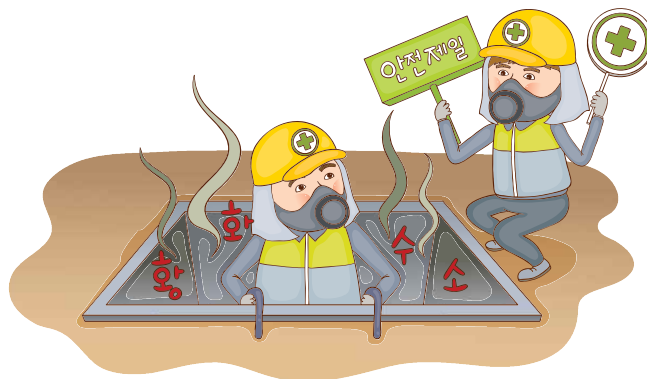
● 황화수소(H₂S) 농도와 인체영향

농도(ppm)	노출시간	건강영향
50~100	3시간	가벼운 자극(눈, 기도)
200~300	1시간	상당한 자극
500~700	30~1시간	의식불명, 사망
>1,000	수분	의식불명, 사망

* 황화수소(H₂S)의 노출기준은 1일 8시간 작업시 10ppm임

○ 그 밖에 밀폐공간에서 질식재해를 일으킬 수 있는 유해가스

유해가스	특징	건강영향
아르곤(Ar)	무색, 무취	· 산소 치환 · 바닥에 축적 가능
이산화탄소(CO ₂)	무색, 무취	· 산소 치환 · 유독성 · 바닥에 축적 가능
휘발유증기	무색, 달콤한 냄새	· 화재와 폭발 · 바닥에 축적 가능
염소(Cl ₂)	녹황색, 톱 쏘는 냄새	· 유독성 – 폐와 눈 자극 · 바닥에 축적 가능
메탄(CH ₄)	무색, 무취(징후 없음)	· 화재와 폭발 · 상부에 축적 가능
질소가스(N ₂)	무색, 무취(징후 없음)	· 산소 치환
이산화질소(NO ₂)	적갈색, 쏘는 냄새	· 유독성 – 폐에 심한 자극 · 바닥에 축적 가능
이산화황(SO ₂)	무색, 썩은 냄새	· 유독성 – 폐에 심한 자극 · 바닥에 축적 가능



03

밀폐공간의 파악과 관리

1. 밀폐공간의 파악
2. 밀폐공간 표시
3. 보호장구 구비
4. 교육 · 훈련



1 밀폐공간의 파악

- 밀폐공간 관리의 시작은 사업장내 어느 장소가 **밀폐공간인지를 파악**하고 이를 **목록화**하는 것입니다.

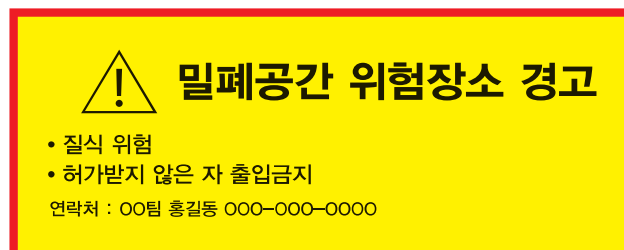
☞ 대부분의 밀폐공간 질식사고는 작업자 자신이 일하는 장소가 밀폐공간인지를 몰랐고 따라서 필요한 예방조치를 취하지 않았기 때문입니다.

☞ 밀폐공간은 현재 상태가 산소결핍 상태이거나 유해가스로 차 있는 상태만을 의미하지 않습니다. 작업과정 중 산소결핍 환경이 조성될 수 있는 공간도 밀폐공간으로 분류하고 관리를 해야 합니다.

연번	공정명	작업장소		작업내용	작업주기 (작업빈도)	담당부서 (관리책임자)
		명칭	특이사항			
1			※ 내부면적 및 환경조건, 유해가스의 종류 등을 기재			
2						
⋮						

2 밀폐공간의 표시

- 파악된 밀폐공간에는 근로자가 잘 볼 수 있는 곳에 **밀폐공간임을 표시**하고 위험을 경고하여야 합니다.



(밀폐공간 경고표시 예)

3 보호장구 구비

밀폐공간작업을 하는 부서나 팀별로 산소농도측정기, 공기호흡기, 무전기 등을 구비하여야 합니다.

분야	장비명	사용용도	사진(예)
산소 및 유해가스 농도 측정	산소농도 측정기	산소농도 측정	
	혼합가스농도 측정기	산소 · 황화수소 · 일산화탄소 · 가연성가스(메탄) 농도 측정	
환기	환기팬	밀폐공간 내부에 신선한 외부공기를 공급	
호흡용 보호구	공기호흡기	밀폐공간 내부의 재해자를 구조 할 때 사용하거나, 환기가 어려운 장소 또는 작업 중에 유해가스 발생으로 질식 위험이 있을 경우에 사용	
	송기마스크 (에어라인 마스크)		
기타 안전장비	무전기	감시자와 밀폐공간내 작업자와의 상호연락	
	휴대용 랜턴	조명확보	
	안전대 · 구명밧줄	재해자 구조용	
	구조용삼각대 · 윈치	재해자 구조용	

☞ 밀폐공간은 공간이 협소하고 재해발생시 재해자가 의식이 없는 경우가 대부분이어서 재해자를 구출하기 쉽지 않습니다. 구조용 삼각대, 윈치 등은 재해자를 신속하고 안전하게 구출할 수 있도록 도와줍니다.

4 교육 · 훈련



- 밀폐공간작업을 하는 부서나 작업팀의 근로자를 대상으로 **특별안전보건교육**을 실시하여야 합니다.

- ▶ 특별안전보건교육의 내용(산업안전보건법 시행규칙 별표 8의2)

- 산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항
- 사고 시의 응급처치 및 비상 시 구출에 관한 사항
- 보호구 착용 및 사용방법에 관한 사항
- 안전한 작업방법에 관한 사항
- 그 밖에 안전 · 보건관리에 필요한 사항

- 아울러, 긴급상황 발생 시 대응할 수 있도록 비상 연락체계 운영, 구조용 장비의 사용, 송기마스크 등의 착용, 응급처치에 관하여 6월에 1회 이상 주기적으로 훈련을 실시해야 합니다.(산업안전보건기준에 관한 규칙 제 640조)



- 위와 같은 교육 · 훈련은 실제 밀폐공간작업을 하는 근로자만을 대상으로 하는 것이 아니라 밀폐공간 작업과 관련된 사업장 근로자 모두를 대상으로 하는 것이 바람직합니다. 이는 밀폐공간에서의 위험상황을 목격했을 때 훌륭한 협조자가 될 수 있기 때문입니다.

04

밀폐공간작업 허가

1. 밀폐공간 사전조사
2. 밀폐공간작업 허가
3. 밀폐공간작업 허가서 게시



밀폐공간작업시 산소농도 측정, 환기 등의 안전보건조치가 제대로 이뤄지지 않은 상태에서 작업을 하게 될 경우 질식사고 위험이 높습니다.
이에 대한 대책으로 사전조사 및 밀폐공간작업 허가시스템을 마련하는 것이 중요합니다.

1 밀폐공간 사전조사

- 밀폐공간작업을 하기 전에 반드시 사전조사를 통해 밀폐공간 내 공기상태를 측정하여 적정 여부를 확인해야 합니다.
산소농도가 낮거나 유해가스가 존재하는 경우 충분히 환기하여 안전한 공기상태로 만들어야 합니다.



⚠ 밀폐공간 내부를 살펴보기 위해 근로자의 머리(호흡기)가 밀폐공간 개구면 안쪽으로 들어가는 것도 금해야 합니다. 밀폐공간에 유독가스가 차 있다면 호흡기가 개구면 근처에 있거나 해도 위험할 수 있습니다.

- 도면 등을 검토하여 사전에 차단해야 할 펌프나 배관 등이 있는지를 확인해야 합니다.
☞ 밸브의 오조작이나 손상 등에 의해 펌프나 배관에서 유해가스가 누출될 가능성을 대비하여 필요한 안전장구를 갖추어야 합니다.

2 밀폐공간작업 허가

- 밀폐공간작업 근로자(관리감독자)는 사전조사 결과와 작업준비 사항을 허가권자에게 검토받아 작업허가서를 발급 받은 후 작업을 해야 합니다.
- 밀폐공간 작업허가 신청서에는 다음 사항이 기재되어야 하고 요건을 충족하여야 합니다.

- ▶ **작업개요** : 작업위치, 작업기간, 작업내용, 작업책임자 · 감시인 · 투입근로자 정보
 - 화기작업(용접, 용단 등)시 필요한 별도의 작업허가 취득 여부(화기작업 허가 등) 확인
 - 관련 근로자의 안전보건교육 및 훈련여부(특별안전보건교육 등) 확인

- ▶ **공기상태** : 산소 · 독성가스 · 폭발성가스 등의 농도, 측정시간, 측정자(서명 포함)
 - 최초 공기상태가 부적절할 경우 환기 후 공기상태를 재측정하고 그 결과를 추가 기재
- ▶ **환기방법** : 기계환기 또는 자연환기, 급 · 배기 방식 등
- ▶ **펌프나 각종 배관 등의 차단 상태** : 밀폐공간과 연결된 펌프나 배관의 차단여부
- ▶ **연락체계** : 작업근로자와 외부 관리감독자(감시인) 사이에 상시 연락할 수 있는 체계
- ▶ **사고발생시 응급구조 체계**
- ▶ **보유 장비** : 가스검지기, 안전대, 생명줄, 인양장비, 통신수단, 호흡보호구, 조명기구 등

- 밀폐공간작업 허가 유효기간은 최대 8시간으로 한정하는 것이 바람직합니다.
밀폐공간 내에서 정상적으로 작업을 마쳤다 하더라도 그 다음날에는 전혀 다른 조건이 될 수 있습니다.

㉠ 작업허가 기간 이내라도 일정시간 밀폐공간을 떠나 있다가 다시 출입하는 경우 반드시 산소농도 측정 등 공기상태를 다시 확인하고 출입해야 합니다.

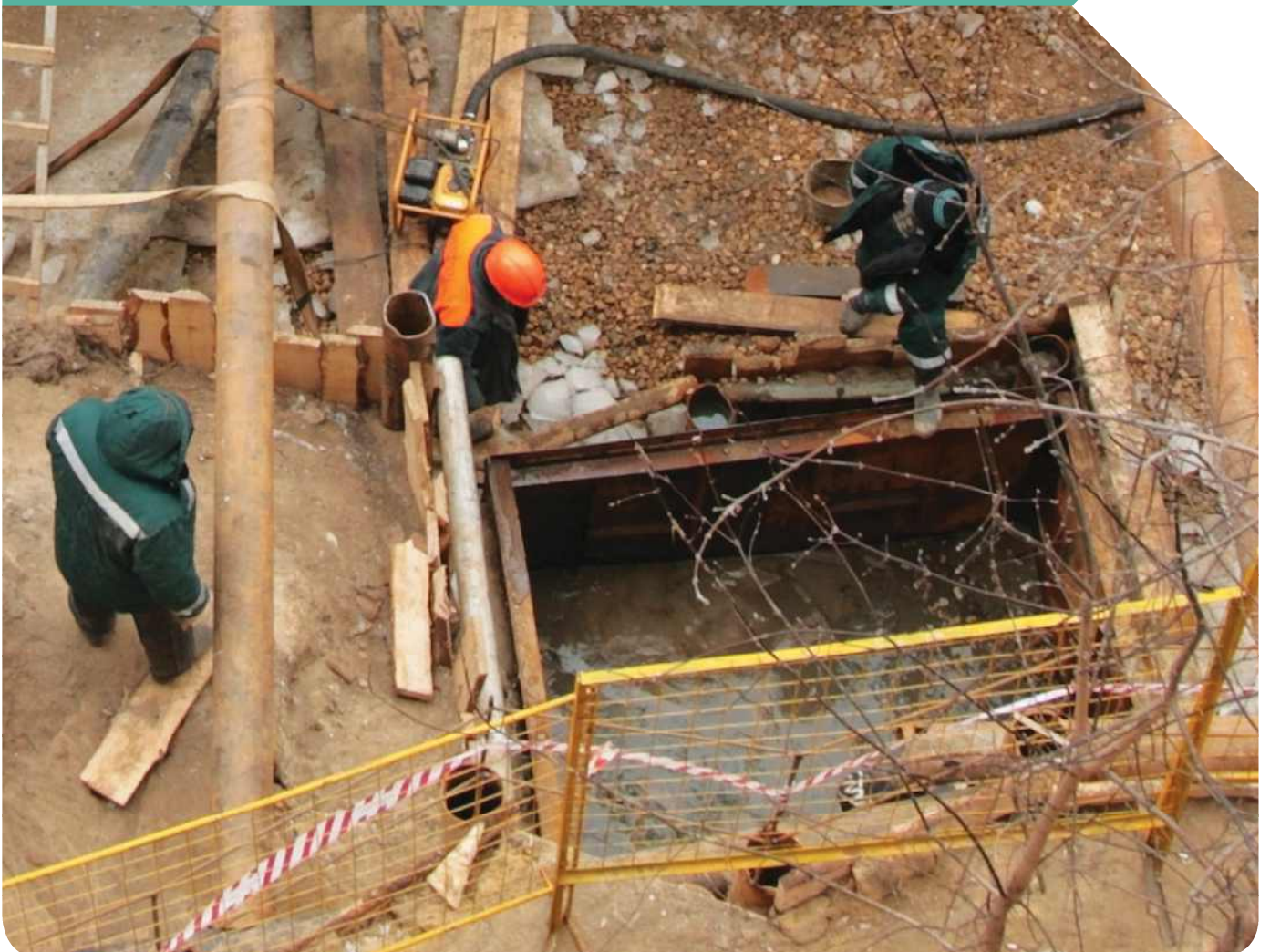
3 밀폐공간작업 허가서 게시

- 밀폐공간작업 허가서는 작업이 완료될 때까지 작업장소에 게시해야 합니다.
 - ㉠ 누구든지 작업허가서와 다른 상황을 발견할 경우 이를 관리책임자(허가권자)에게 통보하도록 해야 합니다.
- 게시된 허가서에 일정시간(예시 : 2시간) 간격으로 공기상태를 측정하여 기록토록 하고 작업이 종료(또는 허가기간이 만료)될 경우 허가서를 반납토록 합니다.
- 사업주는 반납된 허가서를 보존하여야 합니다.

05

밀폐공간작업시 조치기준

1. 산소 및 유해가스 농도측정
2. 환기
3. 보호장구의 사용
4. 유해가스 발생장소 조치
5. 작업관리



1 산소 및 유해가스 농도측정

- 산소농도 및 유해가스의 농도측정은 반드시 공기 측정장비의 조작과 그 결과를 바르게 해석 할 수 있는 자가 수행하여야 합니다.

☞ (산업안전보건 기준에 관한 규칙 제643조) 산소농도측정은 관리감독자, 안전관리자 또는 보건관리자, 안전관리대행기관 또는 보건관리대행기관, 지정측정기관이 측정하도록 규정하고 있습니다.



- 밀폐공간에서 작업을 하기 전 산소농도 및 유해가스 농도를 측정하여 공기상태가 적정한지 여부를 평가하여야 합니다.

▶ 공기상태 평가

공기중의 산소농도는 20.9%정도이지만, 산소농도의 범위가 18% 이상 23.5% 미만, 탄산가스의 농도가 1.5% 미만, 황화수소의 농도가 10ppm 미만인 수준의 공기를 적정 공기라고 말합니다.(산업안전보건기준에 관한 규칙 제618조)

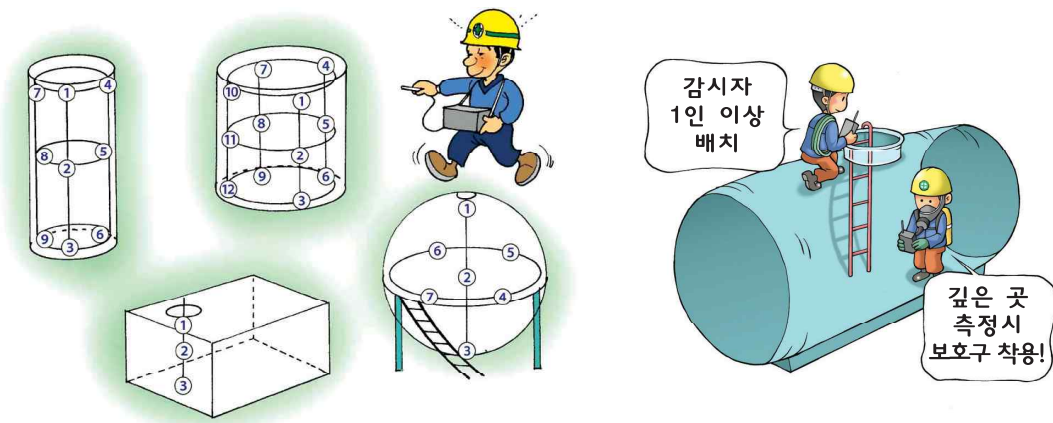
▶ 유해가스 농도의 측정시기

- 밀폐공간작업을 위한 사전조사 시(허가 전)
- 밀폐공간작업을 시작하기 전(허가 후)
- 장시간 작업하는 경우 일정 시간 간격으로(예시 : 2시간)
- 밀폐공간작업 중 전체 근로자가 작업장소를 떠났다가 돌아와 작업을 재개하기 전
- 근로자가 산소결핍에 따른 증상을 느끼거나 환기장치 등에 이상이 있을 때

- 같은 밀폐공간 내부라도 위치에 따라 산소농도에 현저한 차이를 보일 수 있으므로 다음과 같은 방법으로 측정해야 합니다.

▶ 유해가스 측정 방법

- 면적 및 깊이를 고려하여 밀폐공간 내부를 골고루 측정(작업장소에 대해 수직 및 수평방향으로 각각 3개소 이상 측정)
- 탱크 등 깊은 장소의 농도를 측정할 때에는 고무호스나 PVC로 된 채기관으로 측정(채기관은 1m마다 작은 눈금으로, 5m마다 큰 눈금으로 표시)



▶ 유해가스 측정 시 유의사항

- 측정기는 사전에 이상이 없는지 검사해야 합니다. 깨끗한 야외 공기에서 검사를 했을 때 산소농도가 20.9%를 초과하거나 미만으로 나타나면 교정이 필요합니다. 유해가스 측정기도 정기적으로 교정해야 합니다.
- 측정시 밀폐공간 내부를 살펴보기 위해 측정자의 머리(호흡기)가 밀폐공간 개구면 안쪽으로 들어가는 것을 금해야 합니다. 밀폐공간에 유독가스가 차 있다면 호흡기가 개구면 근처에 가지만 해도 위험할 수 있습니다.
- 깊은 곳을 측정해야 할 경우에는 공기호흡기 또는 송기마스크를 착용하고 측정해야 합니다.
- 밀폐공간 내부는 가연성가스가 차 있을 수 있으므로 어두운 내부에서 측정을 하는 경우 방폭구조의 전등을 사용해야 합니다.
- 긴급상황에 대비해 감시인을 배치해야 하며, 안전대, 구명 밧줄 등을 준비해야 합니다.

2 환기



- 환기는 밀폐공간내 공기상태를 적정공기 상태로 만들기 위한 수단이므로 밀폐공간 작업시 중요한 절차입니다.

- 밀폐공간 내 공기상태가 정상범위 내에 있었다 하더라도 작업과정에서 산소가 소모되거나 유해가스가 발생하여 질식을 일으킬 수 있습니다.
이 때문에 밀폐공간 내에서 이루어질 작업의 특성을 사전에 검토하여 환기방법을 결정하는 것이 중요합니다.

☞ 밀폐공간작업 허가 시 적절한 환기방법을 채택하고 있는지 충분히 검토해야 합니다.

- 밀폐공간 작업 시 다음 사항에 유념하여 환기를 해야 합니다.

▶ 환기시 유의사항

- 환기장치는 밀폐공간 작업 전 테스트를 해서 정상 작동 여부를 확인합니다.
(작동이 되지 않는 경우 교체할 때까지 작업금지)
- 작업 전 밀폐공간 내 공기상태를 적정공기 상태로 만들기 위해 충분히 환기합니다.
(일반적으로 밀폐공간 체적의 5배 이상을 신선한 공기로 공급)
- 작업 중에는 가능한한 계속 환기합니다.(유해가스 발생우려가 없는 경우는 제외)
- 환기 시에는 급기구와 배기구를 적절하게 배치하여 작업장 내 환기가 효과적으로 이루어 지도록 합니다.(유해가스 발생원과 반대방향에 설치)
- 급기부는 깨끗한 공기가 들어올 수 있는 위치에 설치합니다.(배기부와 떨어져서 설치)
- 송풍관은 가급적 구부리는 부위를 적게 하고, 용접불꽃 등에 의해 구멍이 나지 않도록 난연 재질을 사용합니다.
- 환기만으로 적정공기를 유지하기 힘든 경우, 반드시 호흡용 보호구를 착용합니다.

3 보호장구의 사용

밀폐공간 작업시 필요한 보호장구로는

- ① 호흡기 보호를 위한 호흡용 보호구
- ② 추락사고 예방을 위한 안전대, 보호가드, 구명 밧줄 등
- ③ 구조용 삼각대, 무전기, 경보기 등이 있습니다.

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

○ 호흡용보호구(공기호흡기 또는 송기마스크)

환기를 할 수 없거나 환기만으로 불충분한 경우에는 호흡용보호구를 반드시 착용하고 출입해야 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 차고 들어가기 어려울 수 있습니다. 이 경우 외부에서 공기를 공급하는 방식의 송기마스크를 착용하는 것이 더 안전할 수 있습니다.

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



공기호흡기(SCBA)

⚠ 산소농도가 18% 미만인 장소에서 공기정화식 호흡용 보호구는 전혀 도움이 되지 않습니다. 반드시 공기호흡기(SCBA)나 송기마스크를 착용해야 합니다.

● 안전대와 구명줄, 구조용 삼각대

밀폐공간은 작업 장소에 접근하기 어렵거나, 승강구나 오르내리는 사다리가 있을 수 있습니다. 따라서 들어가는 과정이나 내부에서 작업할 때 추락 할 위험이 있습니다.

☞ 습기가 찬 탱크 바닥이나 사다리 발판 등은 매우 미끄러울 수 있습니다.

이러한 추락위험에 대비하기 위해 안전대와 구명 밧줄을 착용해야 합니다.



또한, 응급상황 발생 시 밀폐공간 내부로 들어가지 않고 외부에서 구조하기 위한 구조용 삼각대 등을 갖추어 두어야 합니다.



4 유해가스 발생장소 조치

○ 용접작업 등에 관한 조치

탱크, 보일러 또는 반응탑의 내부 등 통풍이 불충분한 장소에서 용접작업을 하는 경우에는 다음 조치를 하여야 합니다.



- 환기 등의 방법으로 작업장소를 적절한 공기상태로 유지해야 합니다.
- 근로자에게 송기마스크 등을 지급하여 착용토록 해야 합니다.

○ 불활성기체 사용 시 조치

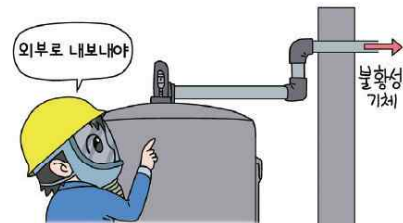
불활성기체를 내보내는 배관이 있는 보일러, 탱크, 반응탑 또는 선창 등의 장소에서 작업을 하는 경우에는 다음 조치를 하여야 합니다.



- 밸브 또는 코크를 잠그거나 차단판을 설치해야 합니다.
- 밸브 또는 코크와 차단판에는 잠금장치를 하고 이를 임의로 개방하는 것을 금지시키는 뜻을 보기 쉬운 장소에 게시해야 합니다.
- 불활성기체를 내보내는 배관의 밸브 또는 코크나 이를 조작하기 위한 스위치 또는 누름단추 등은 오조작으로

인하여 불활성기체가 새지 않도록 배관 내에 불활성기체의 명칭 및 개폐의 방향 등 조작 방법에 관한 표지를 게시해야 합니다.

- 불활성기체가 배출될 우려가 있는 작업을 하는 경우에는 당해 안전판으로부터 배출되는 불활성기체를 직접 외부로 내보내기 위한 설비를 설치하는 등 당해 불활성기체가 당해 작업 장소에 잔류하는 것을 방지하기 위한 조치를 해야 합니다.



● 가스배관 공사 등에 관한 조치

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 당해가스가 들어오지 않도록 차단해야 합니다.
- 당해작업을 행하는 장소는 적절한 공기상태가 유지되도록 환기하거나 송기마스크 등을 지급하여 착용하도록 해야 합니다.

● 설비개조 등의 작업 시 조치

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.

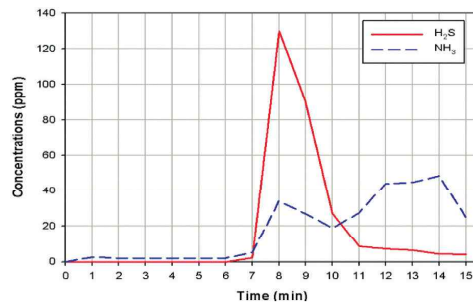
- 작업방법 및 순서를 정하여 사전에 작업에 종사하는 근로자에게 널리 알려야 합니다.
- 황화수소 중독방지에 필요한 지식을 가진 자를 당해 작업의 지휘자로 지정하여 작업을 지휘하도록 해야 합니다.



☞ 소다캔 효과(Soda can effect)

분뇨, 오수, 펄프액 및 부패하기 쉬운 물질을 휘저을 경우 황화수소, 암모니아, 탄산가스가 급격히 발생

⇒ 작업과정에서 급격히 고농도로 발생할 가능성이 높으므로 반드시 공기호흡기를 착용하여야 함



● 소화설비 등에 대한 조치

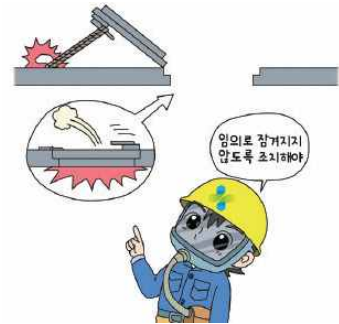
통풍이 불충분한 장소에서 탄산가스를 사용하는 소화기 또는 소화설비를 사용할 때에는 다음 조치를 하여야 합니다.

- 당해 소화기 또는 소화설비가 쉽게 뒤집히거나 손잡이가 쉽게 작동되어 탄산가스가 새어나가지 않도록 해야 합니다.
- 소화를 위하여 작동하는 경우 외에 소화기 또는 소화설비를 임의로 작동시키는 것을 금지해야 합니다.



○ 출입문, 출입구의 임의잠김 방지

- 밸브 또는 코크를 잠그거나 차단판을 설치해야 합니다.
- 밸브 또는 코크와 차단판에는 잠금장치를 하고 이를 임의로 개방하는 것을 금지하는 뜻을 보기 쉬운 장소에 게시해야 합니다.
- 불활성기체를 내보내는 배관의 밸브 또는 코크나 이를 조작하기 위한 스위치 또는 누름단추 등에 대하여는 오조작하지 않도록 배관 내에 불활성기체의 명칭 및 개폐의 방향 등 조작방법에 관한 표지를 게시해야 합니다.



- 불활성기체가 배출될 우려가 있는 작업을 하는 경우에는 당해 안전판으로부터 배출되는 기체를 직접 외부로 내보내기 위한 설비를 설치하는 등 불활성기체가 당해 작업 장소에 잔류하는 것을 방지하기 위한 조치를 해야 합니다.

○ 지하실 등의 작업 시 조치

- 지층 또는 우물 등의 내부를 통하는 배관이 설치되어 있는 지하실 또는 피트 등의 내부에서 작업을 하는 경우에는 당해 배관을 통하여 산소가 결핍된 공기나 유해가스가 새지 않도록 조치해야 합니다.
- 산소가 결핍된 공기나 유해가스가 셀 때에는 이를 직접 외부로 내보낼 수 있는 설비를 설치하는 등 적절한 공기상태를 유지하도록 조치해야 합니다.

○ 압기공법에 관한 조치

- 지층이나 그와 인접한 장소에서 압기공법에 의하여 작업을 할 때에는 당해 작업에 의하여 유해가스가 셀 우려가 있는지의 여부 및 공기 중의 산소농도를 조사해야 합니다.
- 조사결과, 유해가스가 새고 있거나 공기 중에 산소가 부족할 때에는 즉시 작업을 중지하고 출입을 금지하는 등 필요한 조치를 취해야 합니다.

5 작업관리

○ 관리감독자의 직무

밀폐공간에서 작업을 하는 경우 관리감독자로 하여금 다음과 같은 직무를 수행하도록 해야 합니다.



▶ 관리감독자의 직무

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

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

○ 감시인의 배치

밀폐공간에 근로자를 종사하도록 할 때에는 상시 작업상황을 감시할 수 있는 감시인을 지정하여 밀폐공간 외부에 배치해야 합니다.

감시인은 밀폐공간 내 근로자에게 이상이 있을 때 구조요청 등 필요한 조치를 한 후 이를 즉시 관리감독자나 그 밖의 관리에게 알려야 합니다.



○ 인원의 점검

밀폐공간에서 작업을 하는 경우에는 출입하는 근로자의 인원을 상시 점검해야 합니다.



○ 출입의 금지

밀폐공간 내에서 작업시에는 관계 근로자 외의 출입을 금지시킨 후 금지표지판을 보기 쉬운 장소에 게시해야 합니다.



○ 연락체제 구축

밀폐공간 내부와 외부 사이에 상시 연락할 수 있는 장비 및 설비를 갖추어야 합니다.

○ 밀폐공간작업 전 안전한 작업방법 등에 관한 주지

밀폐공간 작업 시에는 매 작업 시작 전 다음 사항에 대하여 해당 작업근로자에게 알려야 합니다.



▶ 밀폐공간 작업시 주지내용

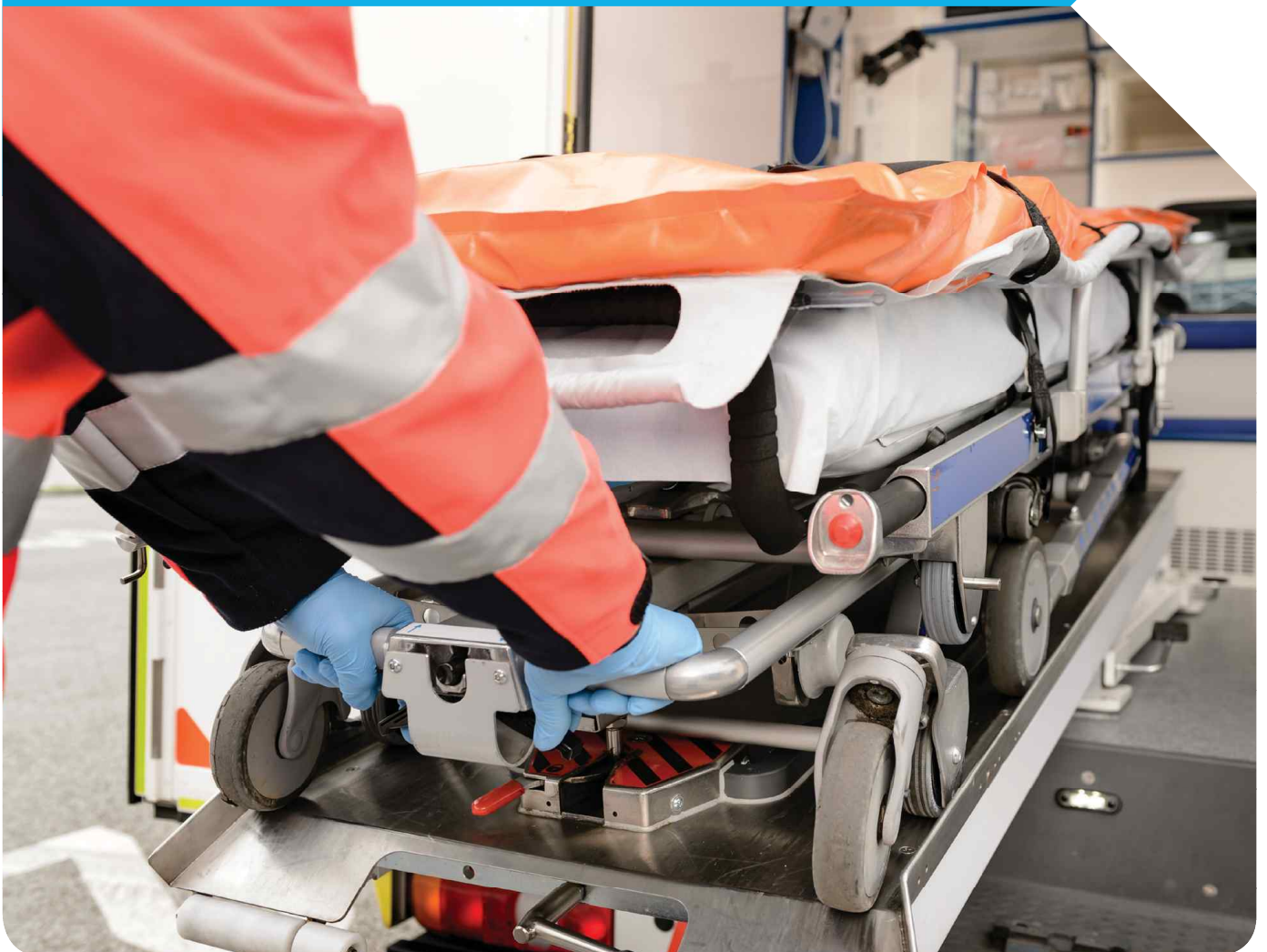
- 산소농도 및 유해가스 농도 측정에 관한 사항
- 사고 시 응급조치 요령
- 환기설비의 가동
- 보호구 착용 및 사용방법에 관한 사항
- 구조용 장비 사용 등 비상 시 구출에 관한 사항



06

재해자 구조와 심폐소생술

1. 재해자 구조
2. 심폐소생술



1 재해자 구조

- 밀폐공간에서 질식 재해자를 구조하는 것은 밀폐공간 입구와 내부의 협소성, 산소결핍 또는 유해가스의 존재 등으로 상당히 어렵고 힘듭니다. 반드시 다음 절차에 따라 재해자를 구조합니다.

▶ 밀폐공간에서 작업자가 쓰러진 것을 발견한 경우

- 먼저 119나 회사내 안전보건관리팀에 연락합니다.
- 재해자를 구조하기 위해 공기호흡기(SCBA)나 송기마스크를 착용합니다.

⚠ 자칫 송기마스크 등 보호장구 없이 밀폐공간 내부로 들어갔다가 구조자도 위험에 처할 수 있습니다. 밀폐공간 재해의 상당 수는 보호장구 없이 들어간 구조자였음을 기억해야 합니다.

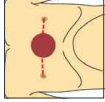
⚠ 밀폐공간 내부의 공기상태가 안전한지 확인할 수 없거나 적절한 호흡용 보호구가 없다면 밀폐공간 밖에서 119 구조대가 올 때까지 기다려야 합니다.

- 구조된 재해자에 대해서는 심폐소생술을 실시합니다.

- 재해자 구조는 사전에 충분한 훈련과 교육이 필요합니다. 최소 6개월 간격으로 긴급구조훈련을 실시해야 합니다.



2 심폐소생술

순 서		실 시 방 법
반응확인		○ 무반응, 무호흡 또는 비정상 호흡 확인
심 폐 소 생 술	흉부 압박 (30회) ↓	○ 흉부압박 위치 확인 : 양쪽 젖꼭지를 이은 중앙의 흉부부위 ○ 한손의 손등에 다른 손을 겹치고 각지를 꺾어 손가락을 잡아 당김 ○ 팔꿈치가 구부러지지 않도록 하고, 어깨와 손은 일직선으로 유지 ○ 흉부압박 깊이는 4~5cm의 깊이로 압박 ○ 흉부압박의 속도 : 1분간 100회 이상 120회 미만의 속도를 유지
	기도 유지 ↓	    〈흉부압박 위치〉 〈흉부압박 깊이〉 〈흉부압박 자세〉
	인공 호흡 (2회) ↓	○ 한손은 재해자의 이마에 대고 머리가 뒤로 기울어지게 압력을 가하고 ○ 다른 손은 손가락을 이용하여 아래턱 뼈 부분을 머리쪽으로 당겨 기도를 확보 ○ 재해자 이마에 댄 손의 엄지와 검지로 재해자의 코를 잡아 막고 ○ 재해자의 입을 구조자의 입으로 완전히 밀착시킨 뒤에 ○ 가슴이 올라올 정도로 1초동안 숨을 불어 넣음(2회) ○ 30회 가슴압박, 2회 인공호흡을 119구급대가 도착할 때까지 반복
	흉부 압박 & 인공 호흡 반복	    〈기도유지 : 머리젖히고 턱들기〉 〈인공호흡〉 〈흉부압박&인공호흡 반복〉
회복자세		○ 심폐소생술 중 재해자가 움직이거나 소리를 내면 ○ 호흡이 회복되었는지 확인하고, 호흡이 회복되었다면 ○ 재해자를 옆으로 돌려 눕혀 기도(숨길)가 막히는 것을 예방 

부록

밀폐공간 질식재해 사례



1

배관용접 또는 비파괴 작업에서의 질식재해

아르곤가스 퍼지상태 확인작업 사망 1명

2013년 4월 LNG선 Cofferdam 내부에서 배관의 중간부 조정관 설치를 위해 배관에 아르곤가스를 충전하던 중 충전이 잘되지 않아 바닥맨홀에 있는 배관입구의 아르곤 가스 퍼징상태를 확인하던 중 누출된 아르곤가스로 인하여 질식 사망함.

배관내부 용접상태 확인작업 사망 1명

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

배관용접 준비작업 사망 1명

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

용접배관 내부 용접상태 확인작업 사망 1명

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

용접배관내부 비파괴 검사작업 사망 2명

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

2

로, 반응기 또는 저장탱크에서의 질식재해

전로 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.

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.

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.

반응기 세척작업 후 내부점검 사망 1명

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

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.

3 지하 기계실에서의 질식재해

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.

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 이산화탄소가스에 의해 근로자 3명이 질식되어 1명이 사망하고 2명이 부상함.

4 통신맨홀에서의 질식재해

선로공사 양수작업 사망 1명, 부상 1명

2011년 8월 CCC망구축 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.

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.

5

건설현장 콘크리트 양생작업에서의 질식재해

아파트 건설현장 기계실 내부 양생온도 확인 사망 1명

2012년 3월 아파트건설공사 3공구내 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.

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.

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 사망함.

아파트 건설현장 지하 콘크리트 양생상태 확인 사망 1명

2009년 3월 아파트 건설공사 현장에서 지하 콘크리트 양생 작업 후 갈탄난로를 사용하여 보온작업 상태에서 작업자 1명이 이들 상태를 확인하러 지하로 들어갔다가 갈탄 연소과정에서 발생된 일산화탄소 중독에 의한 질식 사망함.

6

폐수처리시설에서의 질식재해

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 침전조 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.

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 황화수소 중독에 의한 질식으로 쓰러지자 동료 작업자가 구출하려고 들어가다 함께 쓰러져 1명이 사망하고 1명이 부상함.

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.

폐수처리장 내 청소작업 사망 1명

2007년 6월 식품공장의 폐수처리장 내에서 청소작업을 하고 있던 작업자가 황화수소로 추정되는 유해가스 중독에 의한 질식으로 폐수처리장 농축조에서 사망함.

폐수처리장 저류조 점검작업 사망 1명

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

7

상하수도시설에서의 질식재해

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.

취수관로상 맨홀 양수작업 사망 2명

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

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.

오수처리장 정기점검 작업 사망 1명

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

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.

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 발생한 황화수소 중독에 의한 질식으로 2명이 사망하고, 이를 구하러 들어가 동료작업자 6명이 함께 질식되어 부상함.

하수종말처리장 혼합저류조내 슬러지 제거작업 사망 1명, 부상 1명

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

8 축산농가에서의 질식재해

양돈농장 돈분 제거작업 사망 4명

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

양돈농장 분뇨 펌핑작업 사망 2명

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

양돈농장 정화조 청소작업 사망 2명

2008년 8월 양돈 축산농가에서 정화조 청소 준비를 하던 중 정화조 상부의 덮개를 열고 내부로 내려가다가 황화수소 중독에 의한 질식으로 먼저 의식을 잃고 쓰러지고, 탱크 외부에서 이를 목격한 농장주가 이를 구출하기 위해 탱크 내부로 내려가 구출작업을 하던 중 함께 중독되어 2명 모두 질식 사망함.

9

음식물쓰레기 처리장에서의 질식재해

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 동료작업자도 질식되어 사망함.

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

바지선에서의 질식재해

바지선 부력탱크 양수작업 사망 1명

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

바지선 부력탱크 수리견적작업 사망 3명

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

11 기타 작업에서의 질식재해

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.

아르곤 퍼지 작업 사망 1명

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

활성탄 여과탱크 충전작업 사망 1명

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

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 용해 탱크에 들어갔다가 탱크 내부에 잔류되어 있던 이산화탄소로 인한 산소결핍으로 2명 질식되어 사망함.

건조창고 내 휴식 사망 1명

2010년 3월 선재 가공 및 못 제조업체의 단두선공정 야간작업자 1명이 휴식시간 중에 마정공정에서 사용하기 위해 설치한 톱밥건조창고에 들어가 취침 중 열처리로 및 가스발생기 배기가스에 의한 산소결핍 및 일산화탄소 중독에 의한 질식으로 사망함.

밀폐공간작업 질식재해예방 매뉴얼

발 행 일 2014년 6월
발 행 처 고용노동부 산업보건과
· 044 202 7747
인 쇄 처 열림기획(주)
· 044 868 5055

