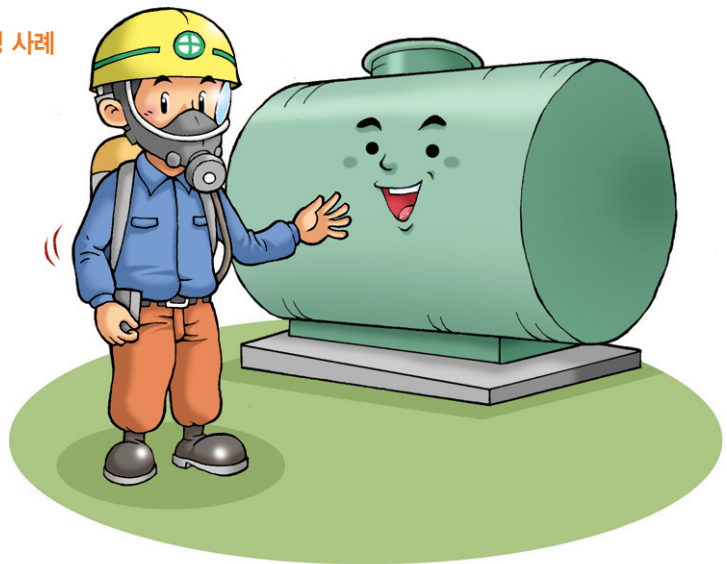


현장에서의 질식재해 예방

- 밀폐공간 개념 및 작업장소
- 재해발생원인 및 건강장해
- 밀폐공간작업에 따른 질식재해예방대책
- 응급처치요령
- 밀폐공간작업으로 인한 재해발생 사례

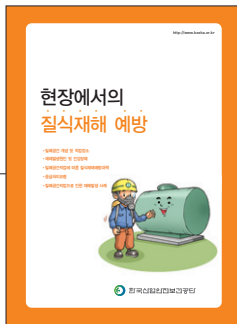


CONTENTS

목차

현장에서의 질식재해 예방

<http://www.kosha.or.kr>



필자
권 부 현
한국산업안전보건공단



I	밀폐공간 개념 및 작업장소	04
II	재해발생원인 및 건강장해	08
III	밀폐공간작업에 따른 질식재해예방대책	13
	밀폐공간보건작업 프로그램 수립·시행	
	밀폐공간작업 절차	
	유해공기 농도측정	
	밀폐공간에서의 환기	
	보호구의 사용과 구조장비	
	유해가스발생장소에 대한 조치	
	작업관리	
IV	응급처치요령	27
V	밀폐공간작업으로 인한 재해발생 사례	28
	※ 장비 대여 안내	



밀폐공간 개념 및 작업장소

1. 밀폐공간 개념 등

■ 밀폐공간

밀폐공간이란 근로자가 작업을 수행할 수 있는 공간으로 환기가 불충분한 상태에서 산소결핍, 유해가스로 인한 건강장애와 인화성물질에 의한 화재·폭발 등의 위험이 있는 장소를 말한다.

※ 밀폐공간작업으로 인한 건강장애예방(산업보건기준에 관한 규칙 제3장)은 단순히 산소농도가 부족한 경우뿐만 아니라 유해가스로 인한 화재·폭발 등의 위험도 포괄하고 있다.



■ 유해가스

밀폐공간에서 탄산가스, 황화수소 등의 유해물질이 가스상태로 공기 중에 발생되는 것

■ 적절한 공기

산소농도의 범위가 18% 이상 23.5% 미만, 탄산가스의 농도가 1.5% 미만, 황화수소의 농도가 10ppm 미만 수준의 공기

주위!! 과도한 산소공급과 어설픈 점검은 오히려 더 위험할 수 있다.

- 밀폐된 공간에 인공 공기를 이용하여 과도하게 산소를 공급해 공기 중 산소농도가 23.5% 이상이 되면 가연성 물질이 발화하여 대형 사고를 일으킬 수 있다.
- 산소결핍 장소에서의 방독마스크 착용은 질식사망재해를 유발할 수 있으므로 위험하다.



■ 산소결핍 및 산소결핍증

산소결핍은 “공기 중의 산소농도가 18% 미만인 상태”를 말한다. 산소농도가 16% 이하로 저하된 공기를 마시게 되면 인체의 각 조직에 산소가 부족하게 되어 맥박과 호흡이 빨라지고 구토, 두통 등의 증상이 나타난다. 또 산소농도가 10% 이하가 되면 의식상실, 경련, 혈압강화 등과 함께 맥박수가 감소하게 되어 질식 사망하게 된다. 이렇게 산소가 결핍된 공기를 들며 마심으로써 생기는 증상을 “산소결핍증”이라 한다. 산소결핍은 “공기 중의 산소농도가 18% 미만인 상태”를 말한다.

■ 산소의 자연소모

(1) 산화작용

물질의 산화는 다양한 현상이며 작업장에서는 탱크 등에서의 산화, 저장이나 운반 중인 물질의 산화 및 건성유에 의한 산소소모 등이 있다. 철제탱크 내에 수분이 있는 채로 장기간 밀폐시키면 내벽이 산화되어 녹이 슬게 되고 탱크 내의 산소가 감소되어 산소가 결핍된다. 특히, 해수와 같이 전해질이 함유된 경우에는 산화속도가 빠르다.

(2) 호흡작용

산소의 한계농도는 종류에 따라 다르지만 기준치 이하의 산소농도에서는 호흡이 억제되고 더 이하로 줄어들게 되면 무호흡에 의한 장애가 일어난다. 지하수나 우물물도 용존산소가 부족하면 공기 중의 산소가 물 속으로 용해되므로 폐쇄적인 공간 내에서는 산소소모에 의하여 산소결핍상태가 된다.



2. 밀폐공간 작업장소

산업보건기준에 관한 규칙 별표3

- (1) 다음의 지층에 접하거나 통하는 우물 등(우물, 수직갱, 터널, 잠함, 피트 그 밖에 이와 유사한 것을 말한다)의 내부
 - 상층에 물이 통과하지 아니하는 지층이 있는 역암층 중 함수 또는 용수가 없거나 적은 부분
 - 제1철 염류 또는 제1망간 염류를 함유하는 지층
 - 메탄, 에탄 또는 부탄을 함유하는 지층
 - 탄산수를 용출하고 있거나 용출할 우려가 있는 지층
- (2) 장기간 사용하지 아니한 피트 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) 해수가 있거나 있었던 열교환기·관, 암거, 맨홀, 덕 또는 피트의 내부
- (6) 장기간 밀폐된 강재의 보일러, 탱크, 반응탑, 그 밖에 내벽이 산화하기 쉬운 시설의 내부
- (7) 석탄, 아탄, 황화광, 강재, 원목, 건성유, 어유 그 밖에 공기 중의 산소를 흡수하는 물질이 들어 있는 탱크 또는 호퍼 등의 저장시설이나 선창의 내부
- (8) 천정, 바닥 또는 벽이 건성유를 함유하는 페인트로 도장되어 그 페인트가 건조되기 전에 밀폐된 지하실, 창고 또는 탱크 등 통풍이 불충분한 시설의 내부
- (9) 간장, 주류, 효모 그 밖에 발효하는 물질이 들어 있거나 들어 있었던 탱크, 창고 또는 양조주의 내부
- (10) 분뇨, 오니, 썩은 물, 폐수, 오수 그 밖에 부패하거나 분해되기 쉬운 물질이 들어 있는 정화조, 침전조, 집수조, 탱크, 암거, 맨홀, 관 또는 피트의 내부
- (11) 드라이아이스를 사용하는 냉장고, 냉동고, 냉동 화물자동차 또는 냉동 컨테이너의 내부
- (12) 헬륨, 아르곤, 질소, 프레온, 탄산가스 그 밖에 불활성 기체가 들어 있거나 있었던 보일러, 탱크 또는 반응탑 등 시설의 내부
- (13) 산소농도가 18% 미만 23.5% 이상, 탄산가스 농도가 1.5% 이상, 황화수소농도가 10ppm 이상인 장소의 내부
- (14) 갈탄, 목탄, 연탄난로를 사용하는 콘크리트 양생장소 및 가설숙소 내부
- (15) 화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크의 내부
- (16) 유해가스가 들어있던 배관이나 집진기의 내부



재해발생원인 및 건강장해

1. 재해발생원인 및 장소

■ 공기 중 산소소모

(1) 물질의 산화작용

저장용 탱크 등 소재의 산화, 저장 또는 운반물질의 산화, 건성유의 산패 등은 공기 중의 산소를 빠르게 감소시키므로 그 내부에서 청소작업 등을 하는 근로자는 산소결핍증을 일으키게 된다.

저장용 탱크 등 소재의 산화

발생장소 : 강재의 보일러, 탱크 반응탑, 압력용기, 반응기, 추출기, 열교환기, 선창 등의 내부
원인/결과 : 철재 탱크 내에 물기가 있거나 장기간 밀폐되면 내벽이 산화되어 생긴 녹이 탱크 내의 산소를 감소시키므로 산소결핍 상태가 된다.

저장 또는 운반물질의 산화

발생장소 : 탱크, 호퍼, 사일로, 유개화차 등의 내부
원인/결과 : 석탄, 강재, 고철 등은 상온에서도 공기 중의 산소를 소비하여 산화, 발열되어 녹이 발생한다.

건성유의 산패

발생장소 : 건성유를 사용하여 도장한 환기가 불량한 장소, 식물성 기름저장탱크 등의 내부
원인/결과 : 아마유, 보일(Boil)유 등의 도료용 건성유는 건조, 경화될 때 다량의 산소를 유성분 분자 내에 포집해 결합하며 동시에 일산화탄소와 알데히드를 방출함으로써 저산소 상태를 만들고 건성유, 대두유, 유채유와 같은 불포화 지방산을 함유한 식물성 식용유는 공기 중의 산소와 결합하여 고화, 변질된다.

(2) 미생물의 호흡작용

미생물의 생체 1kg(수분제외)이 섭씨 30도 부근에서 1시간에 소비하는 산소 소비량은 사람의 몇 배로부터 최고 6000배까지에 이른다. 이때 이산화탄소, 메탄, 황화수소 등의 유해가스도 발생시키며 이런 미생물들이 존재하는 작업장에서는 근로자들이 산소결핍증이나 유해가스 중독에 걸릴 가능성이 높다.

미생물의 증식

발생장소 : 탱크, 선창, 조, 관, 압거, 맨홀, 하수구 또는 피트

원인/결과 : 분뇨, 부니오수, 기타 부패하기 쉬운 물질을 넣었던 탱크 등이나 하수, 오물은 세균의 증식에 따른 산소의 소비로 이산화탄소, 메탄, 황화수소 등의 발생을 동반

유기물의 부패

발생장소 : 케이블 또는 가스관용의 압거, 맨홀 또는 피트의 내부, 우수, 유수 등이 체류했던 압거, 맨홀 또는 피트의 내부

원인/결과 : 신설맨홀에서 산소는 소비되고 대신 이산화탄소, 메탄, 황화수소 등이 발생한다. 이것은 콘크리트의 응고가 완료될 때까지 비교적 단시간에 일어나며 형틀을 떼어내기 위해 들어간 근로자가 산소결핍의 위험에 빠질 수 있다.

탱크, 항온실 등 내부에서의 미생물의 발효, 사일로, 창고, 선창 등에
서의 식물, 곡물, 목재 등의 호흡작용 등이 있다.

(3) 기타

각종 탱크나 밀폐된 방(냉장실, 냉동실 등 내부) 및 지하수에 용존산소가 적을 때 공기 중의 산소를 용해하여 산소결핍이 발생하기도 한다.

■ 치환용 가스의 사용

(1) 질식가스의 정의 및 분류

가스에 의한 사고는 대부분 질식에 의한 것이며 이것에 대한 정의 및 분류는 다음과 같다.

- 질식의 정의

생체 또는 조직에 산소결핍이나 탄산가스의 과잉으로 일어나는 상태

- 질식제

조직 내의 산화작용을 방해하는 화학물질

(2) 치환용 가스의 사용

화재·폭발예방을 위한 질소 등의 봉입

발생장소 : 질소치환을 실시하는 반응탑, 배관 등

기타 질소, 이산화탄소 등의 이용

발생장소 : 질소치환을 실시하는 각종 저장탱크, 환기가 나쁜 장소에서 불활성가스를 이용한 아크용접, 절단작업 및 액체나 드라이아이스를 사용하는 냉동고, 컨테이너 등

가스의 분출, 돌출

발생장소 : 메탄, 이산화탄소를 용출하는 광산, 탄광, 지층의 수직갱, 피트 등의 내부, 이산화탄소, 프레온 등의 소화설비를 갖춘 지하실, 지하주차장, 선실, 탱크, 피트 등의 내부



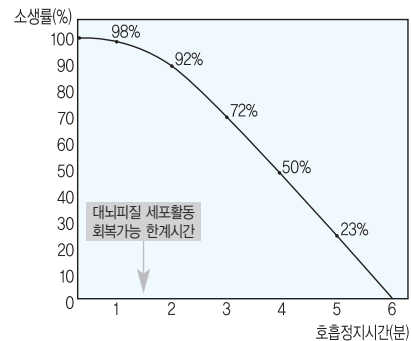
2. 밀폐공간의 건강장해

■ 산소부족과 생체반응

산소농도의 저하에 따른 인체반응은 다음과 같다.

산소농도(%)	영향과 증상(정상기압)
15~19	열성적인 업무능력 감소, 신체조절기능 손상 및 심장·폐·순환기 장애자 초기증상 유발
12~14	호흡수·맥박 증가, 기능조절·지각·판단력의 손상
10~12	호흡이 더욱 빠르고 깊어지며 판단력 저하 및 입술 청색증
8~10	정신혼미, 어지럼증, 의식상실, 안면 창백, 청색입술, 욕지기와 구토
6~8	4~5분 내 치료로 회복가능, 6분 내 50% 치명적, 8분 내 100% 치명적
4~6	40초 내에 혼수상태 경련, 호흡정지, 사망

호흡정지 시간이 6분 이상되면 소생은 가망이 없게 된다. 소생한계 내에서 구조된 경우 후유증으로 언어장애, 운동장애, 시야협착, 마취, 환각, 건망증, 성격이상 및 노이로제 등이 남게 되므로 사후관리가 필요하다. 이런 후유증은 10~20%의 저산소 공기에 장기간 노출된 경우도 잔존할 가능성이 있다.



〈산소결핍증에서 호흡정지시간과 소생률과의 관계〉



Ⅲ. 재해발생원인 및 건강장해

■ 질식성 가스 및 인체에 미치는 영향

(1) 일산화탄소(Carbon Monoxide, CO)

CO농도(%)	증 상
0~10	몹시 숨이 차다.
10~20	앞머리가 땀기는 것 같고 약간의 두통
20~30	머리를 두드리는 것 같은 두통
30~40	심한 두통, 구역질, 구토, 허탈에 빠짐
40~50	모든 증상이 증가됨, 맥박이 빠르고 호흡이 많아짐
50~70	혼수, 간헐적인 호흡, 사망

- 무색, 무취의 가스
- 공기보다 가볍다.

(2) 황화수소(Hydrogen Sulfide, H₂S)

CO농도(%)	부 위	조 직
20		
50	결막 및 각막 상피조직의 자극	
50~100	1시간 내에 눈과 호흡기계 자극	
100~150		몇 시간 후 약간의 조직 증상 발생
150	후각신경마비	8~48시간 내 사망할 수도 있다
200	오랜 노출 후 폐자극 및 폐부종	신경쇠약
250~300		4~8시간 이내 사망
350~450		1~4시간 이내 사망
500~600		흥분, 두통, 현기증, 의식소실 1시간 내 사망
600~700		급속한 허탈, 2~15분 내 사망
700~2000		호흡정지, 급속한 사망

※ Concentration by Volume

- 무색, 악취(계란 썩는 냄새), 가연성 가스
- 공기보다 무겁다.





밀폐공간작업에 따른 질식재해 예방대책

1. 밀폐공간 보건작업 프로그램 수립·시행

사업장에서 밀폐공간을 보유하여 밀폐공간에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 아래의 내용이 포함된 밀폐공간 보건작업 프로그램을 수립 및 시행하도록 한다.

- 작업시작 전 적절한 공기 상태의 확인을 위한 측정 및 평가
- 응급조치 등 안전보건 교육 및 훈련
- 공기호흡기 또는 송기마스크 등의 착용 및 관리
- 그 밖에 밀폐공간 작업근로자의 건강장해 예방에 관한 사항

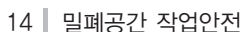


■ 밀폐공간 기본작업절차

- 밀폐공간의 작업여건 등 사전조사(도면검토 및 현장조사)
- 유해가스 및 산소농도측정기 등 측정장비 및 개인보호구 준비
- 출입조건설정
- 출입 전 유해공기 측정
- 밀폐공간 작업허가서 작성 및 허가자 결재
- 화기작업 시 화기작업허가 취득
- 감시인 상주 및 모니터링 실시
- 통신수단 구비
- 관계자 외 출입금지 표지판 게시
- 사고발생 시 대응조치체제 구축

- 밀폐공간에서 작업을 행할 경우 작업에 관계된 작업감독자, 감시인 등은 밀폐공간(시설)을 보유한 책임자로부터 밀폐공간 안전보건 작업허가서를 발급 받은 후 작업하여야 한다.
- 작업관리감독자는 사전에 작업자에게 작업위험요인과 이에 대한 대응방법에 대하여 교육을 실시하여야 한다.

- 밀폐공간에는 관계자 외에 출입을 금지시키고, '밀폐공간 출입금지' 표지를 보기 쉬운 장소에 게시한다.
- 밀폐공간 작업시에는 투입인원 및 퇴장인원을 반드시 점검하여야 한다.



3. 유해공기 농도 측정

밀폐공간에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 관리감독자, 안전관리자 및 보건관리자, 지정측정기관 등으로 하여금 산소농도 등을 측정하고 적절한 공기가 유지되고 있는지의 여부를 평가하여야 한다.

밀폐공간에서의 산소결핍에 의한 질식, 유해가스에 의한 중독, 기타 가연성 물질에 의한 화재·폭발 등을 예방하기 위한 유해공기농도의 정확한 측정방법은 다음과 같다.

■ 유해공기 판정기준

유해공기의 측정 후 판정기준은 각각의 측정위치에서 측정된 최고농도로 적용

■ 유해공기를 반드시 측정해야 하는 경우

- 당일의 작업을 개시하기 전
- 교대자가 최초로 작업을 시작하기 전
- 작업에 종사하는 전체 근로자가 작업을 하고 있던 장소를 떠났다가 돌아와 작업을 재개하기 전
- 근로자의 신체, 환기장치 등에 이상이 있을 때



IV. 밀폐공간작업에 따른 질식재해 예방대책

■ 측정장소

밀폐공간 내에서는 비교적 공기의 흐름이 일어나지 않아 같은 장소에서도 위치에 따라 현저한 차이가 나므로 측정은 다음의 장소에서 실시한다.

- 작업장소에 대해서 수직방향 및 수평방향으로 각각 3개소 이상 측정
- 근로자가 출입하는 장소로서 작업 시 근로자의 호흡위치를 중심으로 측정
- 휴대용 유해공기농도측정기(또는 산소농도측정기) 등을 이용하여 측정
- 탱크 등 깊은 장소의 농도를 측정할 때에는 고무호스나 PVC로 된 채기관(채기관은 1m마다 작은 눈금으로, 5m마다 큰 눈금으로 표시하여 동시에 깊이를 측정함)으로 측정
- 유해공기 농도측정 시에는 면적 및 깊이를 고려하여 밀폐공간 내부를 골고루 측정

산소농도 측정기의 종류

(1) 채기식

채기관으로 피검공기를 측정기까지 흡인하여 측정기 내의 센서로 산소농도를 검출하는 방식

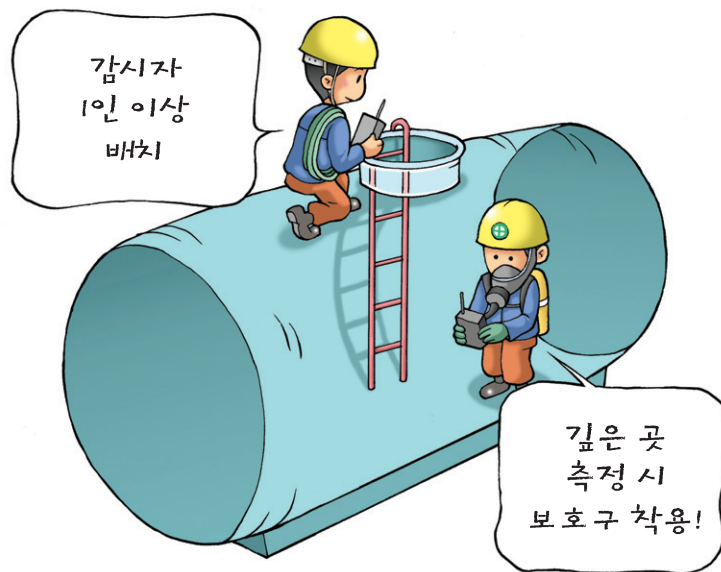
(2) 확산식

센서를 넣은 검출기와 측정기를 케이블로 연결하여 검출기를 측정점에 투입, 확산에 의해 센서에 들어간 산소의 농도를 검출하는 방식



■ 측정 시 유의사항

- 산소결핍은 비교적 공기의 흐름이 나쁜 장소에서 많이 일어나지만 같은 장소에서도 위치에 따라 현저하게 차이가 날 수 있다. 따라서 부분적인 산소결핍 공기의 존재를 발견하기 위해서는 가능한 많은 장소에서 측정할 필요가 있다.
- 측정자(안전관리자, 보건관리자, 관리감독자, 안전보건담당자)는 측정방법을 충분히 숙지한 상태에서 산소농도를 측정하여야 하며, 보호구 없이 측정장소에 함부로 들어가는 안 된다.
- 긴급사태에 대비해 감시인을 1인 이상 배치해야 하며, 전락방지를 위해 보조자도 구명밧줄을 준비해야 한다.
- 깊은 곳을 측정해야 할 경우에는 공기호흡기 및 송기마스크를 착용하여야 하며, 장착식 또는 휴대식 보호가드, 방폭구조 전등 등을 내부조명으로 장착해야 한다.



4. 밀폐공간에서의 환기

■ 환기 시 주의사항

- 작업 전에는 유해공기의 농도가 기준농도를 넘어가지 않도록 충분한 환기를 실시하여야 한다.
- 정전 등에 의한 환기 중단 시에는 즉시 외부로 대피하여야 한다.
- 밀폐공간의 환기 시에는 급기구와 배기구를 적절하게 배치하여 작업장 내에 환기가 효과적으로 이루어지도록 하여야 한다.
- 급기구는 작업자에 근접하여 설치한다.
- 폭발 위험 구역 내에서는 방폭형 구조를 사용하여야 한다.
- 송풍관은 가급적 구부리는 부위가 적게 하고 용접불꽃 등에 의한 구멍이 나지 않도록 난연 재질을 사용하여야 한다.

■ 이동식 환기장치의 점검사항

이동식 송풍기

- 전원코드의 단선, 접속부의 접촉 불량 유무
- 코드와 단자상과의 접속 상태 불량유무
- 코드의 끝에 환기 중, 정지 등의 표시판 부착 유무

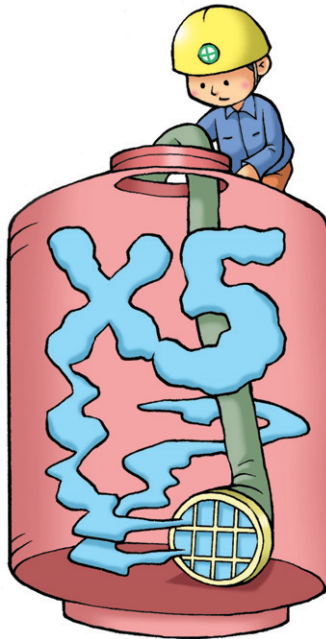
송풍관

- 연소에 의한 구멍이나 파열유무
- 링, 나선의 손상유무
- 접속부의 확실한 고정여부



■ 작업장소에 따른 환기량

- 잠함, 압기실 등 압기공법의 작업실 : 기관실 및 작업실에 대하여 사전에 환기 설비를 이용하여 당해 기적의 5배 이상 신선한 외부공기로 환기 후 근로자가 작업하는 동안 계속 급기하여야 한다.
- 피트 내부 : 피트 내부를 균일하게 환기하고 적절한 공기가 유지되도록 계속하여 급기하여야 한다.
- 황화수소가 발생할 우려가 있는 탱크, 보일러 등의 내부 : 당해 장소 기적의 5배 이상 신선한 공기로 급기한 후 출입하고 작업 중 적절한 공기가 유지되도록 계속하여 급기하여야 한다.
- 탱크 내 퇴적물 제거작업 : 작업개시 전 탱크 용적의 3~5배 이상의 신선한 외부공기를 사용하여 환기 후 출입하고 작업 중에는 계속 환기장치를 가동하여야 한다.
- 기타 밀폐공간 작업장소 : 작업 전 기적의 5배 이상 신선한 공기로 급기한 후 출입하고 작업 중에는 적절한 공기가 유지되도록 계속하여 급기하여야 한다.



5. 보호구의 사용과 구조장비

산소결핍사고 및 황화수소 등의 가스중독을 방지하기 위한 보호구는 첫째, 호흡기의 보호를 위한 호흡용 보호구
둘째, 추락사고 방지를 위한 안전대(벨트식/그네식), 보호가드, 구명줄 등 셋째, 구조용 삼각대, 무전기, 휴대용 방폭전 등이 있다.

■ 안전보호구

탱크나 맨홀과 같이 사다리를 사용하여 내부로 내려가야 하는 경우에는 안전대나 기타 구명밧줄 등을 사용하여 안전을 확보하여야 한다. 또한 비상시에 작업자를 피난시키거나 구출하기 위하여 안전대, 사다리, 구명밧줄 등 필요한 용구를 준비하고 이것의 사용방법을 작업자에게 숙지하도록 하여야 한다.

■ 공기호흡기

산소결핍의 우려가 있는 장소에 출입하여 작업을 하고자 할 경우에는 먼저 당해 장소의 산소 농도를 측정하고 환기시켜 작업환경의 산소농도를 18% 이상으로 유지하여야 한다. 환기를 할 수 없거나 환기만으로 불충분한 경우에는 공기 호흡기 등의 호흡용 보호구를 반드시 착용하고 출입하여야 한다.

- 수도나 도수관 등으로 깊은 곳까지 환기가 되지 않는 경우
- 탱크와 화학설비 및 선박의 내부 등 구조적으로 충분히 환기시킬 수 없는 경우
- 재해사고 시의 구조 등과 같이 충분히 환기시킬 시간적인 여유가 없는 경우



■ 송기마스크

송기마스크는 활동범위에 제한을 받고 있지만, 가볍고 유효사용 기간이 길어지므로 일정한 장소에서의 장시간 작업에 주로 이용하여야 한다. 송기마스크에는 대기를 공기원으로 하는 호스마스크와 압축공기를 공기원으로 하는 에어라인 마스크가 있다.

(1) 전동 송풍기식 호스마스크

- 송풍기는 유해공기, 악취 및 먼지가 없는 장소에 설치하여야 한다.
- 전동 송풍기는 장시간 운전하면 필터에 먼지가 끼므로 정기적으로 점검하여야 한다.
- 전동 송풍기를 사용할 때에는 접속전원이 단절되지 않도록 코드 플러그에 반드시 '송기마스크 사용 중' 이라는 표시를 하여야 한다.
- 전동 송풍기는 통상적으로 방폭구조가 아니므로 폭발하한을 초과할 우려가 있는 장소에서 사용하지 않는다.
- 정전 등으로 인해 공기공급이 중단되는 경우에 대비하여야 한다.

(2) 에어라인 마스크

전동 송풍기식에 비하여 상당히 먼 곳까지 송기할 수 있으며 송기호스가 가늘고 활동하기도 용이하므로 유해공기가 발생하는 장소에서 주로 사용하여야 한다.

- 공급되는 공기 중의 분진, 오일, 수분 등을 제거하기 위하여 에어라인에 여과장치를 설치하여야 한다.
- 정전 등으로 인해 공기공급이 중단되는 경우에 대비하여야 한다.



6. 유해가스 발생장소에 관한 조치

■ 소화설비 등에 대한 조치

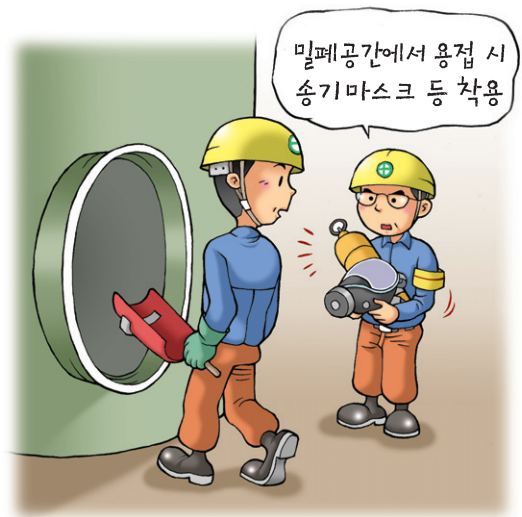
지하실, 기관실, 선창, 그 밖에 통풍이 불충분한 장소에 비치한 소화기 또는 소화설비에 탄산가스를 사용할 때에는 당해 소화기 또는 소화설비가 쉽게 뒤집히거나 손잡이가 쉽게 작동되어 탄산가스가 새어나가지 않도록 하고 소화를 위하여 작동하는 경우 외에 소화기 또는 소화설비를 임의로 작동시키는 것을 금지한다.

■ 용접 등에 관한 조치

탱크, 보일러 또는 반응탑의 내부 등 통풍이 불충분한 장소에서 용접을 하는 작업에 근로자를 종사하도록 할 때에는 작업장소를 적정한 공기상태로 유지하고 근로자에게 송기마스크 등을 지급하여 착용하도록 한다.

■ 냉장실 등의 작업 시 조치

냉장실, 냉동실 등 내부에서 행하는 작업에 근로자를 종사하도록 할 때에는 근로자가 작업하는 동안 당해 설비의 출입문이 임의로 잠기지 않도록 조치하여야 한다. 다만, 당해 설비의 내부에 외부와 연결된 경보장치가 설치되어 있는 경우는 제외한다. 근로자를 탱크, 반응탑, 그 밖의 밀폐시설에서 작업하도록 할 때에는 근로자가 작업하는 동안 당해 설비의 출입뚜껑 또는 출입문이 임의로 잠겨지지 않도록 조치하고 작업하게 하여야 한다.



■ 불활성기체 사용 시 조치

불활성기체를 내보내는 배관이 있는 보일러, 탱크, 반응탑 또는 선창 등의 장소에서 근로자를 종사하도록 할 때에는 다음 조치를 하여야 한다.

- 밸브 또는 코크를 잠그거나 차단판을 설치할 것
- 밸브 또는 코크와 차단판에는 잠금장치를 하고 이를 임의로 개방하는 것을 금지시키는 뜻을 보기 쉬운 장소에 게시할 것
- 불활성 기체를 내보내는 배관의 밸브 또는 코크나 이를 조작하기 위한 스위치 또는 누름단추 등에 대하여는 오조작으로 인하여 불활성 기체가 새지 않도록 배관 내에 불활성 기체의 명칭 및 개폐의 방향 등 조작방법에 관한 표지를 게시할 것
- 불활성 기체가 배출될 우려가 있는 작업에 근로자를 종사하도록 할 때에는 당해 안전판으로부터 배출되는 불활성 기체를 직접 외부로 내보내기 위한 설비를 설치하는 등 당해 불활성 기체가 당해 작업장소에 잔류하는 것을 방지하기 위한 조치를 실시할 것.

■ 압기공법에 관한 조치

지층이나 그와 인접한 장소에서 압기공법에 의하여 작업을 할 때에는 당해 작업에 의하여 유해가스가 새 우려가 있는지의 여부 및 공기 중의 산소농도를 조사하여야 한다. 조사결과 유해가스가 새고 있거나 공기 중에 산소가 부족할 때에는 즉시 작업을 중지하고 출입금지를 시키는 등 필요한 조치를 하여야 한다.



IV. 밀폐공간작업에 따른 질식재해 예방대책

■ 가스배관공사 등에 관한 조치

지하실 또는 맨홀의 내부, 그 밖에 통풍이 불충분한 장소에서 가스를 공급하는 배관을 해체 또는 부착하는 작업에 근로자를 종사하도록 할 때에는 다음 각호의 조치를 하여야 한다.

- 배관을 해체 또는 부착하는 작업장소에 당해 가스가 들어오지 않도록 차단할 것
- 당해 작업을 행하는 장소는 적정한 공기상태가 유지되도록 환기를 하거나 근로자에게 송기 마스크 등을 지급하여 착용하도록 할 것

■ 지하실 등의 작업 시 조치

지층 또는 우물 등의 내부를 통하는 배관이 설치되어 있는 지하실 또는 피트 등의 내부에서 행하는 작업에 근로자를 종사하도록 할 때에는 당해 배관을 통하여 산소가 결핍된 공기나 유해가스가 새지 않도록 조치하여야 한다. 산소가 결핍된 공기나 유해가스가 새 때에는 이를 직접 외부로 내보낼 수 있는 설비를 설치하는 등 적정한 공기상태를 유지하도록 하기 위한 조치를 하여야 한다.

■ 설비개조 등의 작업 시 조치

분뇨, 오수, 펄프액 및 부패하기 쉬운 물질에 오염된 펌프, 배관, 그 밖의 부속설비에 대하여 분

해, 개조, 수리 또는 청소 등을 행하는 작업에 근로자를 종사하도록 할 때에는 다음 각호의 조치를 하여야 한다.

- 작업방법 및 순서를 정하여 이를 미리 당해 작업에 종사하는 근로자에게 널리 알릴 것
- 황화수소 중독방지에 필요한 지식을 가진 자를 당해 작업의 지휘자로 지정하여 작업을 지휘하도록 할 것



7. 작업관리

■ 안전담당자의 직무

밀폐공간(산소결핍, 맨홀 등) 작업장에 근로자를 종사하도록 할 때에는 안전담당자를 지정하여 다음과 같은 직무를 수행하도록 하여야 한다.

- 산소가 결핍된 공기나 유해가스에 노출되지 않도록 작업시작 전에 작업방법을 결정하고 이에 따라 당해 근로자의 작업을 지휘
- 작업을 행하는 장소의 공기가 적절한 지 여부를 작업시간 전에 확인
- 측정장비, 환기장치 또는 송기마스크 등을 작업시간 전에 점검
- 근로자에게 송기마스크 등의 착용을 지도하고 착용상황을 점검
- 안전담당자의 점검결과 이상을 발견하여 보고할 때 사업주는 즉시 환기, 보호구 지급, 설비보수 등의 필요한 조치 실시

■ 감시인의 배치 등

밀폐공간에 근로자를 종사하도록 할 때에는 상시 작업상황을 감시할 수 있는 감시인을 지정하여 밀폐공간 외부에 배치하여야 한다. 감시인은 밀폐공간에 종사하는 근로자에게 이상이 있을 때 구조요청 등 필요한 조치를 한 후 이를 즉시 안전담당자나 그 밖의 관리감독자에게 알려야 한다.

■ 인원의 점검과 출입금지

밀폐공간(산소결핍) 위험작업 시에는 출입하는 근로자의 인원을 점검하고 관계자 외의 출입을 금지시킨 후 금지표지판을 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다. 금지표지판에는 관계자 외 출입금지, 산소결핍에 의한 위험, 출입 시 취할 조치, 사고 시 조치, 보호구, 가스 및 산소 농도측정기, 환기설비 보관 장소, 안전·보건담당자의 이름을 게시하여야 한다.



IV. 밀폐공간작업에 따른 질식재해 예방대책

■ 연락 체제 구축

밀폐공간(산소결핍) 위험작업장과 외부 관리감독자 사이에 상시 연락할 수 있는 장비 및 설비를 갖추어야 한다.

■ 현장에서의 질식재해 예방 등의 주지

밀폐공간에 근로자를 종사하도록 할 때에는 매 작업시작 전에 산소 및 유해가스 농도측정에 관한 사항, 사고 시의 응급조치 요령, 환기설비 등 현장에서의 질식재해 예방에 관한 사항, 보호구 착용 및 사용방법에 관한 사항, 구조용 장비사용 등 비상 시 구출에 관한 사항에 대하여 작업근로자에게 알려야 한다.

■ 대피용 기구의 비치 및 긴급구조훈련

밀폐공간작업에 근로자를 종사하도록 할 때에는 공기호흡기, 사다리, 섬유로프 등 비상 시 피난시키거나 구출하기 위해 필요한 기구를 비치하여야 한다.

긴급 상황 발생 시 대응할 수 있도록 밀폐공간에 종사하는 근로자에 대하여 비상 연락체계 운영, 구조용 장비의 사용, 송기마스크 등의 착용, 응급처치에 관하여 6월에 1회 이상 주기적으로 훈련을 실시하고 그 결과를 기록·보존하여야 한다.



IV 응급처치 요령

밀폐공간작업장에서는 평상시에 응급비상연락체계가 항상 정비되어 있어야 하며, 응급 재해자가 발생하였을 때는 병원 또는 구조대에 연락함과 동시에 그 재해자에게 의사의 치료를 받을 수 있도록 하기 전까지 적절한 조치를 하여야 한다.

- 먼저 근로자가 안면 창백, 호흡수 증가, 현기증 등 신체의 이상을 호소하는 경우에는 즉시 작업을 중단하고 재해자를 안전한 곳으로 대피시켜야 한다.
- 대피 후, 혹은 대피 중에 재해자의 호흡이 멎게 되면 최단시간 내에 인공호흡을 실시해야 한다. 호흡정지 후에도 4~5분 동안은 심장이 계속 박동하기 때문인데, 인공호흡은 소생 시까지 계속해야 한다.
- 또 밀폐공간작업으로 인해 재해가 발생한 작업장에 대해서는 산소결핍의 우려가 없는 것을 확인할 때까지 '관계자 외 출입금지 표지판'을 게시하여야 한다.





밀폐공간작업으로 인한 재해발생 사례

재해사례 - 1

폐수처리장 저류조 슬러지 확인 중 황화수소 중독

〈재해개요〉

폐수처리장 탈수동 지하 저류조 상부에 피재자가 쓰러져 있는 것을 동료 근로자 2명이 발견하고 병원으로 후송하였으나 사망

〈재해발생원인〉

- 유해가스(황화수소)에 의한 중독
- 산소 및 유해가스농도 등의 측정 미실시
- 인원의 점검 미실시 및 감시인 미배치
- 현장에서의 질식재해 예방 등에 관하여 미주지

〈예방대책〉

- 기술적 · 관리적 대책
 - 작업시작 전 및 작업 중 유해가스농도 및 산소농도 측정
 - 충분한 환기 실시 및 호흡용 보호구 지급
 - 저류조 수위 확인 방법 개선
 - 안전담당자 지정 및 감시인 배치(인원 점검)
- 교육적 대책
 - 현장에서의 질식재해 예방에 관한 교육 실시 (응급처치 요령, 보호구 착용, 유해가스농도 측정 등)



재해사례-2

매립장 침출수 집수정 작업 시 산소결핍 질식 사망

〈재해개요〉

○○관리센터 내 매립장에서 깊이 6m인 집수정 바닥으로 내려가 지상의 포크레인에 연결된 체인블록을 수중모터에 체결하던 중 산소결핍으로 인해 질식하여 사망한 재해

〈재해발생원인〉

- 유해가스, 산소농도 측정 미 실시
- 송기마스크 또는 공기호흡기 등 호흡용 보호구 미지급
- 환기장치(환기팬)를 이용한 환기 미 실시(작업자가 집수정 내로 들어간 후 환기 실시)
 - ※ 집수정 내 유해가스 측정결과 집수정 바닥면으로 갈수록 산소농도의 감소와 가연성 가스의 증가를 보였으며 집수정 입구에서 5.3m 지점에 그 변화가 급격하게 일어나 산소농도는 최고 3.4%까지 감소하고, 가연성 가스의 경우 32%까지 상승하여 측정 당시 집수정 바닥부는 충분히 질식을 일으킬 수 있는 상태였음

〈예방대책〉

- 기술적 대책
 - 작업시작 전 및 작업 중 유해가스농도 및 산소농도 측정
 - 집수정 내에 충분한 환기 실시 및 호흡용 보호구 지급
- 교육적 대책
 - 현장에서의 질식재해 예방에 관한 교육 실시(응급처치 요령, 보호구 착용, 유해가스농도 측정 등)



재해사례 - 3

저장탱크 침전물 확인 중 질식 사망

〈재해개요〉

간장 및 액젓 제조 작업장에서 원액탱크의 산분해 간장 원액의 재고를 파악하던 중 침전물의 잔량, 부패정도를 확인하기 위하여 탱크 내부에 기 설치된 섬유로프 사다리를 이용하여 내려가다가 산소결핍 및 일산화탄소 중독으로 인해 탱크 내부로 추락, 이를 구출하기 위해 들어간 구조자 또한 사망

〈재해발생원인〉

- 유해가스, 산소농도 측정 미 실시
- 송기마스크 또는 공기호흡기 등 호흡용 보호구 미 착용
- 환기장치(환기팬)를 이용한 환기 미 실시
- 감시인 및 구명밧줄 미 배치

〈예방대책〉

○기술적 대책

- 작업시작 전 및 작업 중 유해가스농도 및 산소농도 측정
- 충분한 환기 실시 및 호흡용 보호구 지급
- 구출 시 송기마스크 등 호흡용 보호구 착용

○교육적 대책

- 현장에서의 질식재해 예방에 관한 교육 실시 (응급처치 요령, 보호구 착용, 유해가스농도 측정 등)



재해사례-4

수도관 맨홀 내부작업 중 산소결핍에 의한 질식 사망

〈재해개요〉

배수원관 부설공사(수도관 매설 및 연결공사) 완료 후 시험통수를 하기 위하여 물을 통수하였으나 수도관 공기로 인하여 통수가 되지 않아 맨홀 내부로 들어가 공기배출 밸브를 열어 공기를 빼내는 작업 중 산소결핍에 의해 작업자 2명 사망

〈재해발생원인〉

- 유해가스, 산소농도 측정 미 실시
- 송기마스크 또는 공기호흡기 등 호흡용 보호구 미 착용
- 충분한 환기 미 실시 및 대피용 기구 미 비치

〈예방대책〉

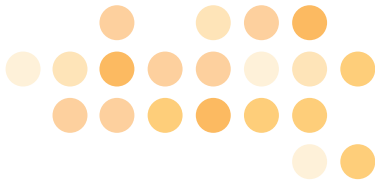
○ 기술적 · 관리적 대책

- 작업시작 전 및 작업 중 유해가스농도 및 산소농도 측정
- 충분한 환기 실시
- 호흡용 보호구 및 대피용 기구 지급 및 감시인 배치

○ 교육적 대책

- 현장에서의 질식재해 예방에 관한 교육 실시 (응급처치 요령, 보호구 착용, 유해가스농도 측정 등)





장비 대여 안내

한국산업안전공단에서는 밀폐공간 작업 시 질식재해예방을 위하여 산소농도, 유해가스농도 측정장비 및 공기마스크, 송기마스크, 이동식 환기팬 등을 무상으로 대여하고 있다.(담당자와 사전 전화통화요망)

공 단	관 할 구 역	전 화 번 호
서울지역본부	서울특별시 강남구·서초구·성동구·광진구·송파구·강동구·영등포구·강서구·양천구·관악구·구로구·금천구 및 동작구	02) 8281-671~4
인천광역시지원	인천광역시	032) 5707-220
부천산업안전보건센터	경기도 부천시, 김포시	032) 6806-533
서울북부지도원	서울특별시 중구·종로구·성북구·용산구·마포구·서대문구·은평구·동대문구·도봉구·강북구·중랑구 및 노원구	02) 3783-8340~4
경기남부지도원	경기도 수원시·평택시·오산시·용산시·안성시·화성군	031) 2597-131~5
성남산업안전보건센터	성남시·이천시·하남시·광주시·양평군·여주군	031) 7853-321~2
경기북부지도원	경기도 의정부시·동두천시·구리시·남양주시·고양시·파주시·양주군·연천군·포천군 및 강원도 철원군	031) 8281-919
경기서부지도원	경기도 광명시·안양시·과천시·의왕시·군포시·안산시 및 시흥시	031) 4817-512~6
강원지도원	강원도(철원군 제외) 및 경기도 가평군	033) 2438-312
강릉산업안전보건센터	동해시, 삼척시, 속초시, 태백시, 양양군, 고성군	033) 6443-820
부산지역본부	부산광역시	051) 5200-580~6
양산산업안전보건센터	경상남도 김해시·밀양시·양산시	055) 371-6714~5
대구광역시지원	대구광역시·경상북도 군위군·칠곡군(석적면 중리 구미국가산업단지 제외)·고령군·성주군·영천시·경산시 및 청도군	053) 6090-541~7
울산지도원	울산광역시	052) 2260-523
경북동부지도원	경상북도 포항시·경주시·영덕군·울릉군 및 울진군	054) 2712-022~8
경북북부지도원	경상북도 구미시·김천시·영주시·상주시·문경시·봉화군·안동시·예천군·의성군·영양군·청송군 및 칠곡군 석적면 중리 구미국가산업단지	054) 4501-122~3
경남지도원	경상남도(경상남도 김해시·밀양시·양산시 제외)	055) 269-0570
광주지역본부	광주광역시, 전라남도(여수시·순천시·광양시·고흥군 및 보성군 제외)	062) 9498-731~5
대전광역시지원	대전광역시, 충청남도 공주시·논산시·금산군·연기군·보령시·군·청양군 및 부여군	042) 4205-631~4
충북지도원	충청북도	043) 2307-141~4
충남지도원	충청남도 천안시·아산시·서산시·예산군·당진군·홍성군·태안군	041) 5703-421~30
전북지도원	전라북도	063) 2408-522~6
전남동부지도원	전라남도 여수시·순천시·광양시·고흥군 및 보성군	061) 6894-932~4
제주지도원	제주도	064) 7488-326

**설문에 참여하신 2,400여명께
 푸짐한 선물을 드립니다**

대상(2명) 50만원 상당의 상품
 은상(4명) 30만원 상당의 상품
 장려상(2,400명) 소정의 기념품

자세한 상품 내용은 7월초
 한국산업안전보건공단 홈페이지 www.kosha.or.kr에서 확인하세요
 경품추첨은 2011년 7월과 12월, 2회 실시됩니다.

- 여러분이 보내주신 소중한 의견을 반영하여 더 좋은 안전보건자료를 만들어 나가겠습니다.
(본 설문지에 기입된 내용은 절대 다른 용도로 사용되지 않습니다.)
- 아래 설문양식을 작성하여 팩스로 보내주시면 감사하겠습니다.

2011-교육미디어-778

이름

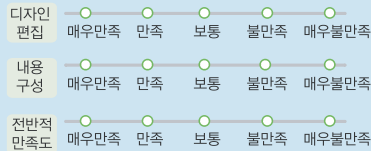
전화

회사명

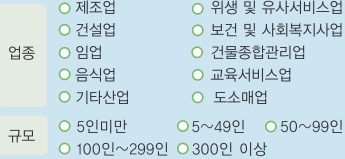
회사주소

※ 본 내용이 누락될 경우 추첨대상에서 제외되오니 꼭 작성해주시기 바랍니다.

본 자료가 만족스러우셨습니까?



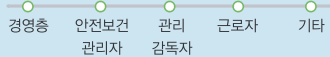
귀하께서 근무하는 회사 업종 및 규모



본 자료가 여러분의 재해예방활동에 기여한다고 생각하십니까?



귀하는 회사에서 어떤 직책을 맡고 계십니까?



FAX번호 : 032-502-0049 설문지 문의처 : 한국산업안전보건공단 교육미디어실 032-5100-539

현장에서의 질식재해 예방

2011-교육미디어-778

초 판 | 2004년 4월

재 판 | 2011년 6월

발행인 | 노민기

편집 | 교육미디어실

발행처 | 한국산업안전보건공단

인천광역시 부평구 무네미로 478 (구산동 34-4)

Tel : 032)5100, 500 Fax : 032)502, 0049

이 자료는 근로자의 산재예방을 위한 자료입니다.
 공단 홈페이지(www.kosha.or.kr)에서 다운로드 받을 수 있습니다.

고객불편신고
대표전화

전화번호 : 1644-4544
 팩스번호 : 1644-4549



현장에서의 질식재해 예방

<http://www.kosha.or.kr>