

I

밀폐공간

(1) 밀폐공간이란?

- 밀폐공간이란 환기가 불충분한 상태에서 ①산소 결핍이나 유해가스로 인한 건강장해 또는 ②인화성 물질에 의한 화재·폭발 등의 위험이 있는 장소를 말합니다.



- ☞ 산소결핍이란 산소농도가 18% 미만인 상태를 말합니다.
- ☞ 밀폐공간은 반드시 현재 상태가 산소결핍 상태이거나 유해가스로 차 있는 장소만을 의미하지 않습니다. 작업과정 중 산소결핍 환경이 조성될 수 있는 공간도 밀폐공간으로 분류하고 관리해야 합니다.

(2) 질식이란?

- 질식은 우리 몸에 정상적으로 산소가 공급되지 않는 상태를 말합니다.
- 이러한 질식은 산소농도가 낮은(18% 미만) 장소에서 주로 나타나지만 산소 농도가 정상범위(18~23.5%)라 하더라도 연탄가스 중독처럼 혈액 중 산소 운반을 저해할 수 있는 가스나 직접적으로 폐 조직 등을 손상시킬 수 있는 가스가 있는 장소에서도 질식은 일어날 수 있습니다.

질식제	단순질식제	<ul style="list-style-type: none"> • 그 자체는 유해성이 없으나 공기 중 산소농도를 낮출 수 있는 물질 (수소, 질소, 헬륨, 에탄, 탄산가스 등)
	화학적질식제	<ul style="list-style-type: none"> • 혈액 중 산소운반능력을 방해하는 물질 (일산화탄소, 아질린, 니트로소아민 등) • 기도나 폐 조직을 자극·손상시켜 폐조직의 산소배분기능을 저해하는 물질 (황화수소, 오존, 염소, 포스젠 등)

(3) 어떤 조건에서 산소농도가 낮아질 수 있을까요?

■ 물질의 산화작용

- 저장용 탱크 소재의 산화, 저장 또는 운반물질의 산화, 건성유가 산패되면 공기 중의 산소가 빠르게 감소되므로 이러한 장소에 들어가 작업하게 되는 경우 질식이 일어날 수 있습니다.

○ 저장용 탱크 소재의 산화

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

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

○ 저장 또는 운반물질의 산화

석탄, 강재, 고철 등은 상온에서도 공기 중의 산소를 소비합니다.

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, 건성유, 대두유, 유채유와 같은 불포화 지방산을 함유한 식물성 식용유는 공기 중의 산소와 결합하여 고화, 변질될 수 있습니다.

건성유를 사용하여 도장한 환기가 불량한 장소, 식물성 기름저장탱크 등의 내부

■ 치환용 가스의 사용

- 화재나 폭발 또는 설비보호를 위해 외부의 공기가 들어오지 못하도록 불활성 가스를 채워둔 장소나 그 밖에 불활성가스를 사용하는 장소에서는 질식 재해의 위험이 있습니다.

○ 화재·폭발예방을 위한 질소 등의 봉입

반응탑, 배관, 기타 설비보호 차원에서 질소를 채운 장소

○ 질소, 이산화탄소 등의 이용

질소치환을 실시하는 각종 저장탱크, 불활성가스를 이용한 아크용접·절단작업, 드라이아이스를 사용하는 냉동고, 컨테이너

■ 미생물의 호흡작용

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

정화조, 음식물쓰레기처리 탱크, 곡물을 담은 사일로, 항온실 등

■ 유해가스의 누출

- 유해가스 배관이 연결되어 있는 공간의 경우 배관에서 유해가스가 누출될 경우 산소결핍 상태를 만들 수 있습니다.

△ 2013년 5월, 전로 내부에서 내화벽돌 보수작업을 정상적으로 마치고 다음날 작업 발판을 철거하려 전기로 내부로 다시 들어갔다가 누출된 아르곤가스에 의한 산소결핍으로 5명 작업자 모두가 사망한 사고가 있었습니다.

△ 2013년 11월, 고로가스를 이용하는 보일러의 예열기 내부 점검 중 고로가스(LDG)가 누출되어 근로자 9명이 고로가스에 함유된 일산화탄소 등에 질식, 이중 1명이 사망하는 사고가 있었습니다.

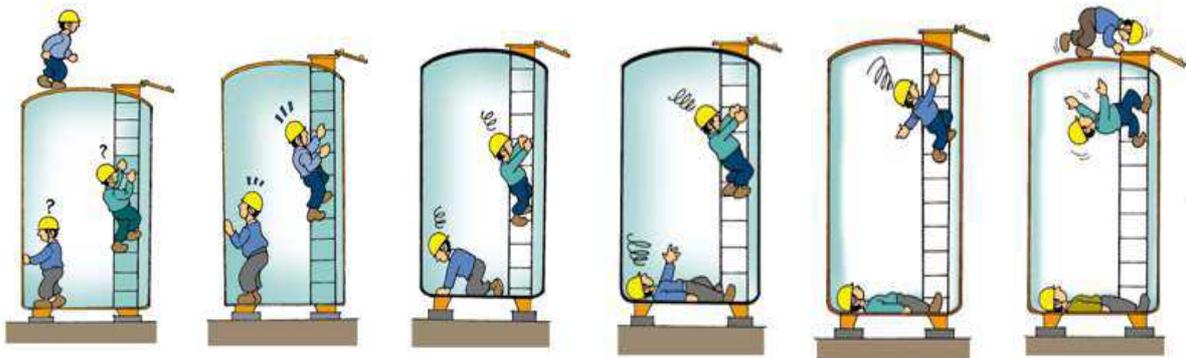
(4) 밀폐공간에서의 건강장해

■ 산소결핍에 따른 건강장해

- 공기 중 산소농도가 18% 미만인 상태에서는 산소결핍증이 나타날 수 있습니다.

△ 산소농도가 16% 이하로 저하된 공기를 마시게 되면 인체의 각 조직에 산소가 부족하게 되어 맥박과 호흡이 빨라지고 구토, 두통 등의 증상이 나타나게 되며, 산소농도가 10% 이하가 되면 의식상실, 경련, 혈압강화 등과 함께 맥박수가 감소하게 되어 질식 사망하게 됩니다.

△ 호흡정지 시간이 6분 이상이 되면 소생 가망이 없게 됩니다. 소생한계 내에서 구조된 경우 후유증으로 언어장애, 운동장애, 시야협착, 환각, 건망증, 성격이상 등이 남을 수 있습니다. 산소농도가 10% 이하가 되면 의식상실, 경련, 혈압강화 등과 함께 맥박수가 감소하게 되어 질식 사망하게 됩니다.



산소농도18%	산소농도16%	산소농도12%	산소농도10%	산소농도8%	산소농도6%
안전한게이나 연속 환기 필요	호흡, 맥박의 증가, 두통, 메스꺼움, 토할 것 같음	어지럼증, 토할 것 같음, 체중지지 불능	안면창백, 의식불명, 구토	실신혼절, 7~8분 이내에 사망	순간에 혼절, 호흡 정지, 경련, 6분 이상이면 사망

△ 산소결핍 장소에 들어가도 정신만 차리면 된다?

대개의 경우 산소결핍 상황을 모른 채 밀폐공간에 들어갔다가 대부분 바로 그 자리에 쓰러지게 됩니다. 이는 순간적으로 폐내 산소분압이 떨어지면서 뇌의 활동이 정지되기 때문입니다. 이러한 상황은 수초 이내에 일어나기 때문에 정신을 차릴 수 없습니다.

■ 일산화탄소(CO) 농도와 인체영향

농도(ppm)	건강영향	노출시간
30	8시간 작업시 노출기준	8시간
200	가벼운 두통과 불쾌감	3시간
600	두통, 불쾌감	1시간
100~2,000	confusion, 메스꺼움, 두통	2시간
	현기증	1.5시간
2,000-2,500	심계항진(두근거림)	30분
	의식불명	30분

■ 황화수소(H₂S) 농도와 인체영향

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

■ 그 밖에 밀폐공간에서 질식재해를 일으킬 수 있는 유해가스

유해가스	주된 위험	외관 및 냄새
아르곤(Ar)	<ul style="list-style-type: none"> 산소 치환 바닥에 축적 가능 	무색, 무취
이산화탄소(CO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> 산소 치환 유독성 바닥에 축적 가능 	무색, 무취
휘발유증기	<ul style="list-style-type: none"> 화재와 폭발 바닥에 축적 가능 	무색, 달콤한 냄새
염소(Cl ₂)	<ul style="list-style-type: none"> 유독성 - 폐와 눈 자극 바닥에 축적 가능 	녹황색, 특 쏘는 냄새
메탄(CH ₄)	<ul style="list-style-type: none"> 화재와 폭발 상부에 축적 가능 	무색, 무취(징후 없음)
질소가스(N ₂)	<ul style="list-style-type: none"> 산소 치환 	무색, 무취(징후 없음)
이산화질소(NO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> 유독성 - 폐에 심한 자극 바닥에 축적 가능 	적갈색, 쏘는 냄새
이산화황(SO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> 유독성 - 폐에 심한 자극 바닥에 축적 가능 	무색, 썩은 냄새



밀폐공간의 파악과 관리

(1) 밀폐공간의 파악

■ 가장 중요한 것은 우리 사업장내 밀폐공간이 어디가 있는지를 파악하고 이를 목록화하는 것입니다.

- ☞ 대부분의 밀폐공간 질식사고는 작업자 자신이 유해공기가 있는 밀폐공간에 들어가고 있다는 사실을 몰랐고 따라서 필요한 예방조치를 취하지 않았기 때문입니다.
- ☞ 밀폐공간은 반드시 현재 상태가 산소결핍 상태이거나 유해가스로 차 있는 장소만을 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 등			
2						
⋮						

(2) 밀폐공간 표시

■ 파악된 밀폐공간에는 근로자가 잘 볼 수 있는 곳에 밀폐공간임을 표시하고 위험을 경고하여야 합니다.



(밀폐공간 경고표시 예)

(3) 보호장구의 구비

- 밀폐공간작업을 하게 되는 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	공기치환용 환기팬	밀폐공간내를 신선한 외부공기로 치환	
호흡용 보호구	공기호흡기	밀폐공간내 재해자 구조 시 사용하거나, 환기가 어려운 장소 또는	
	송기마스크 (에어라인 마스크)	작업 중에 유해가스 발생으로 질식 위험이 있을 경우에 사용	
출입통제	관계자의 출입 금지 표지판	밀폐공간작업장소에서의 작업자의 출입 통제	
기타 안전장비	무전기	감시자와 밀폐공간내 작업자와의 상호연락	
	휴대용 랜턴	조명확보	
	안전대·구명밧줄	재해자 구조용	
	구조용삼각대·윈치	재해자 구조용	

☞ 일반적으로 밀폐공간은 공간이 협소하고 재해자가 의식이 없는 경우가 대부분이어서 재해자를 구출하기가 쉽지 않습니다. 구조용 삼각대, 윈치 등은 재해자 발생 시 신속하고 안전하게 구출할 수 있도록 도와줍니다.

(4) 교육·훈련

- 밀폐공간작업을 하게 되는 부서나 작업팀의 근로자를 대상으로 특별안전보건 교육을 실시하여야 합니다.

○ 밀폐공간작업 관련 특별안전보건교육 내용(산업안전보건법 시행규칙 별표8의2)

- 산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항
- 사고시의 응급처치 및 비상 시 구출에 관한 사항
- 보호구 착용 및 사용방법에 관한 사항
- 밀폐공간작업의 안전작업방법에 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 1회이상 주기적으로 훈련을 실시토록 해야 합니다.(산업안전보건기준에 관한 규칙 제 640조)



- 위와 같은 교육·훈련은 실제 밀폐공간작업을 하는 근로자만을 대상으로 하는 것이 아니라 밀폐공간을 보유한 사업장 전체 근로자를 대상으로 하는 것이 바람직 합니다. 이는 밀폐공간에서의 위험상황을 목격했을 때 훌륭한 협조자가 될 수 있기 때문입니다.



밀폐공간작업 허가

밀폐공간작업시 산소농도 측정, 환기 등의 안전보건조치가 제대로 이뤄지지 않은 상태에서 작업을 하게 될 경우 질식사고 등 위험 가능성이 높습니다. 이를 예방하기 위해서는 사전조사 및 관리책임자의 허가를 받아 작업을 하도록 하는 **밀폐공간작업 허가제도**를 마련하는 것이 중요합니다.

(1) 사전조사

■ 밀폐공간 작업을 하기 전에 반드시 사전조사를 통해 밀폐공간 내 공기상태를 측정하여 적정 여부를 확인해야 하며

- 산소농도가 낮거나 유해가스가 존재하는 경우 충분히 환기를 실시하여 안전한 공기상태로 만들어야 합니다.



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

■ 도면 등을 검토하여 사전에 차단해야 할 펌프나 배관 등이 있는지도 확인해야 합니다.

- ☞ 밸브의 오조작이나 손상 등에 의해 펌프나 배관에서 유해가스 등이 누출 될 가능성을 대비하여 필요한 안전장구를 갖추어야 합니다.

질식재해 발생가능 장소 점검 체크리스트

I. 작업 투입전	예	아니오	해당 없음
I-1. 작업장소에 펌프, 파이프라인 등 외부환경에 의한 위험요소는 제거 되었습니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-2. 작업장에 대한 환기조치는 이루어졌습니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-3. 해당작업장소의 작업 수행여부가 충분히 작업장에 정확히 고지되었습니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-4. 해당 작업시작 전 작업장에 대한 공기농도측정이 이루어졌습니까? ○ 산소농도 _____ % ○ 황화수소 _____ PPM ○ 일산화탄소 _____ PPM ○ 기 타 _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-5. 위험경고 표지가 해당 출입장소에 부착되었습니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-6. 해당작업에 대한 충분한 지식을 가진 지정감시인이 배치되었습니까? ○ 감시인(관리자) 성명 :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-7. 작업장소에는 몇 명의 근로자가 투입되었습니까?	명		
위 사항에 대해 모두 만족하고 있음을 확인하였습니까? ○ 예→사전출입 허가서 발부 및 작업가능 ○ 아니오→작업금지	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
II. 작업진행			
II-1. 사전출입허가서 발부되었습니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
II-2. 가스측정기의 정상작동이 확인되었습니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
II-3. 공기호흡기의 안전성이 확인되었습니까? ○ 충전은 충분히 되어있습니까? ○ 호스의 상태는 파손 등이 없이 안전합니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
II-4. 지정감시인과 작업자간의 통신은 가능합니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
II-5. 환기장치는 정상작동되고 있습니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
II-6. 주기적으로 작업장소에 대한 공기농도측정이 이루어지고 있습니까? 시간 _____, 산소농도 _____ %, 황화수소 _____ PPM, 일산화탄소 _____ PPM,기타 _____ 시간 _____, 산소농도 _____ %, 황화수소 _____ PPM, 일산화탄소 _____ PPM,기타 _____ 시간 _____, 산소농도 _____ %, 황화수소 _____ PPM, 일산화탄소 _____ PPM,기타 _____ 시간 _____, 산소농도 _____ %, 황화수소 _____ PPM, 일산화탄소 _____ PPM,기타 _____			
III. 확인			
III-1. 작업에 투입된 근로자 _____ 명에 대한 작업완료 확인 되었습니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

위 사항에 대해 사실과 다름이 없음을 확인합니다.

감시인 : _____ (서명)

작업자대표 : _____ (서명)

사업주 : _____ (서명)

(2) 밀폐공간작업 허가

■ 밀폐공간작업 근로자(관리감독자)는 사전조사 결과와 작업준비 사항을 허가권자에게 검토 받아 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 허가 취득 여부(화기작업허가 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 실시 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

■ 밀폐공간 작업허가 유효기간은 최대 8시간으로 한정하는 것이 바람직합니다.

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

△ 2013년 5월, 전로 내부에서 내화벽돌 보수작업을 정상적으로 마치고 다음날 작업발판을 철거하려 전기로 내부로 다시 들어갔다가 누출된 아르곤가스에 의한 산소결핍으로 5명 작업자 모두가 사망한 사고가 있었습니다.

☞ 작업허가 기간 내라도 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 게시토록 해야 합니다.

☞ 누구든지 작업허가서와 다른 상황을 발견할 경우 이를 관리책임자(허가권자)에게 통보하도록 해야 합니다.

■ 게시된 허가서에 일정시간(ex 2시간) 간격으로 공기상태를 측정하여 기록토록 하고 작업이 종료(또는 허가기간이 만료)될 경우 허가서를 반납토록 합니다.

■ 사업주는 반납된 허가서를 보존토록 하여야 합니다.

IV

밀폐공간작업시 조치 기준

(1) 산소 및 유해가스 농도 측정

- 산소 및 유해가스의 농도측정은 반드시 공기측정 장비의 조작과 그 결과에 대한 올바른 해석을 할 수 있는 자가 수행하여야 합니다.

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



- 밀폐공간에서 작업을 하기 전 산소 및 유해가스 농도를 측정하여 적정공기인지 여부를 평가하여야 합니다.

○ 적정공기

산소농도의 범위가 18% 이상 23.5% 미만, 탄산가스의 농도가 1.5% 미만, 황화수소의 농도가 10ppm 미만인 수준의 공기를 말합니다.(산업안전보건기준에 관한 규칙 제618조)
그 밖에 가연성가스의 농도가 하한치(Lower flammable limit, LFL)의 10%를 넘지 않는 경우와 독성가스의 농도가 허용기준 미만인 경우까지도 적정공기 기준으로 보기도 합니다.

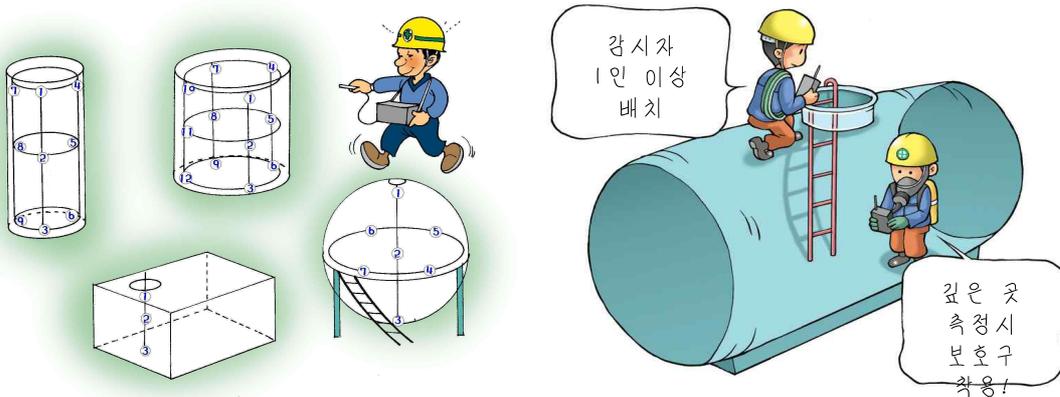
○ 유해가스 농도의 측정시기

- 밀폐공간작업을 위한 사전조사시(허가 前)
- 밀폐공간작업을 시작하기 전(허가 後)
- 장시간 작업하는 경우 일정 시간 간격으로(ex 2시간)
- 밀폐공간작업 중 전체 근로자가 작업장소를 떠났다가 돌아와 작업을 재개하기 전
- 근로자의 신체, 환기장치 등에 이상이 있을 때

- 같은 밀폐공간 내에서도 위치에 따라 현저한 차이를 보일 수 있으므로 다음과 같이 측정을 실시해야 합니다.

○ 유해가스 측정 장소

- **작업 전** 면적 및 깊이를 고려하여 밀폐공간 내부를 골고루 측정 (작업장소에 대해 수직 및 수평방향으로 각각 3개소 이상 측정) **하고, 작업 중에도 밀폐공간 내 환경이 변화될 수 있으므로 주기적으로 측정**
- 탱크 등 깊은 장소의 농도를 측정할 때에는 고무호스나 PVC로 된 채기관으로 측정 (채기관은 1m 마다 작은 눈금으로, 5m 마다 큰 눈금으로 표시)



○ 유해가스 측정 시 유의사항

- 측정기는 사전에 이상이 없는지 검사를 하여야 합니다. 깨끗한 야외 공기에서 검사를 했을 때 산소농도가 20.9%를 초과하거나 미만으로 나타나면 교정이 필요한 상태입니다. 유해가스 측정기도 정기적으로 교정을 하여야 합니다.
- 측정시 밀폐공간 내부를 살펴보기 위해 측정자의 머리(호흡기)가 밀폐공간 개구면 안쪽으로 들어가는 것을 금해야 합니다. 밀폐공간에 유독가스가 차 있다면 개구면 근처에 가기만 해도 위험할 수 있습니다.
- 깊은 곳을 측정해야 할 경우에는 공기호흡기 또는 송기마스크를 착용하고 측정을 하여야 합니다.
- 밀폐공간 내부는 가연성가스가 차 있을 수 있으므로 어두운 내부에서 측정을 하는 경우 방폭구조의 전등을 사용하여야 합니다.
- 긴급상황에 대비해 감시인 1인 이상을 배치하여야 하며, 안전대, 구명밧줄 등도 준비하여야 합니다.

(2) 환기

- 환기는 밀폐공간내 공기상태를 적정공기 상태로 만들기 위한 수단으로 밀폐공간작업에서 중요한 안전작업 수단입니다.

■ 밀폐공간 내 공기상태가 정상범위 내에 있었다
라도 과정에서 산소가 소모되거나 유해가스가
하여 질식을 일으킬 수 있습니다.

- 이 때문에 밀폐공간 내에서 이루어질 작업의
을 사전에 검토하여 환기방법을 결정하는 것이
합니다.



하 더
발 생

특 성
중 요

☞ 밀폐공간작업 허가시 적절한 환기방법을 채택하고 있는지 충분히 검토하여야 합니다.

■ 밀폐공간 작업시 다음 사항에 유념하여 환기를 하여야 합니다.

○ 환기시 유의사항

- 환기장치는 밀폐공간 작업 전 테스트를 해서 정상 작동 여부를 확인하십시오.
(작동이 되지 않는 경우 교체할 때까지 작업금지)
- 작업 전 밀폐공간 내 공기상태를 적정공기 상태로 만들기 위해 충분히 환기하십시오.
(일반적으로 밀폐공간 체적의 5배 이상의 신선한 공기로 급기)
- 작업 중에는 가능한 계속 환기하십시오.(유해가스 발생우려가 없는 경우는 제외)
- 환기 시에는 급기구와 배기를 적절하게 배치하여 작업장 내 환기가 효과적으로 이루어지도록 하십시오.(유해가스 발생원과 반대방향에 설치)
- 급기부는 깨끗한 공기가 들어올 수 있는 위치에 설치하십시오.(배기부와 떨어져서 설치)
- 송풍관은 가급적 구부리는 부위를 적게 하고, 용접불꽃 등에 의해 구멍이 나지 않도록 난연 재질을 사용하십시오.
- 환기만으로 적정공기를 유지하기 힘든 경우, 반드시 호흡보호구를 착용하십시오.

(3) 보호장구의 사용

- 밀폐공간 작업시 필요한 보호장구에는
 - ① 호흡기 보호를 위한 호흡용 보호구
 - ② 추락사고 예방을 위한 안전대, 보호가드, 구명줄 등
 - ③ 구조용 삼각대, 무전기, 경보기 등 이 있습니다.
- 이러한 보호장구는 작업이나 긴급상황에서 언제든지 즉각적으로 사용가능한 상태로 유지하여야 하며, 근로자들에게 사용방법 등에 관한 충분한 교육을 실시하여야 합니다.

■ 호흡용보호구 (공기호흡기 또는 송기마스크)

- 환기를 할 수 없거나 환기만으로 불충분한 경우에는 호흡용보호구를 반드시 착용하고 출입하여야 합니다.

○ 호흡용보호구의 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 관리하여야 하며, 정전 등으로 공기공급이 중단되는 경우가 없도록 대비하여야 합니다.

▲ 산소농도가 18% 미만인 장소에서 공기정화식 호흡보호구는 전혀 도움이 되지 않습니다. 반드시 공기호흡기(SCBA)나 송기마스크를 착용토록 하십시오.

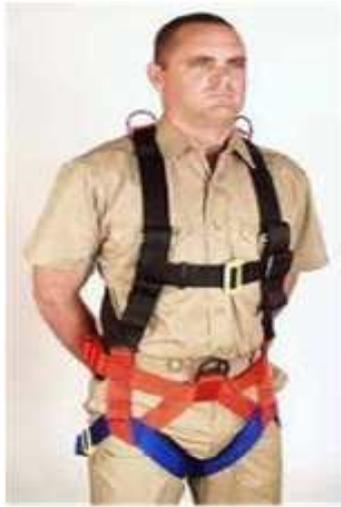
■ 안전대와 구명줄, 구조용 삼각대



공기호흡기(SCBA)

구명줄을 착용하여야 합니다.

- 밀폐공간은 장소가 어려운 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, 구명줄을 착용하여야 합니다.



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



(4) 유해가스 발생장소 조치

■ 용접 등에 관한 조치

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

- 환기 등의 방법으로 작업장소를 적절한 공기상태로 유지할 것
- 근로자에게 송기마스크 등을 지급하여 착용하도록 할 것

■ 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 설치할 것
- 밸브 또는 코크와 차단판에는 잠금장치를 하고 이의 임의로 개방하는 것을 금지시키는 뜻을 보기 쉬운 장소에 게시할 것
- 불활성기체를 내보내는 배관의 밸브 또는 코크나 이를 조작하기 위한 스위치 또는 누름단추 등에 대하여는 오조작으로 인하여 불활성기체가 새지 않도록 배관 내에 불활성기체의 명칭 및 개폐의 방향 등 조작방법에 관한 표지를 게시할 것
- 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 할 것

■ 가스배관 공사 등에 관한 조치

- 지하실 또는 맨홀의 내부, 그 밖에 통풍이 불충분한 장소에서 가스를 공급하는 배관

을 해체 또는 부착하는 작업을 하는 경우에는 다음 조치를 하여야 합니다.



- 배관을 해체 또는 부착하는 작업장소에 당해가스가 들어오지 않도록 차단할 것
- 당해작업을 행하는 장소는 적절한 공기상태가 유지 되도록 환기를 하거나 근로자에게 송기 마스크 등을 지급하여 착용할 것

■ 설비개조 등의 작업 시 조치

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

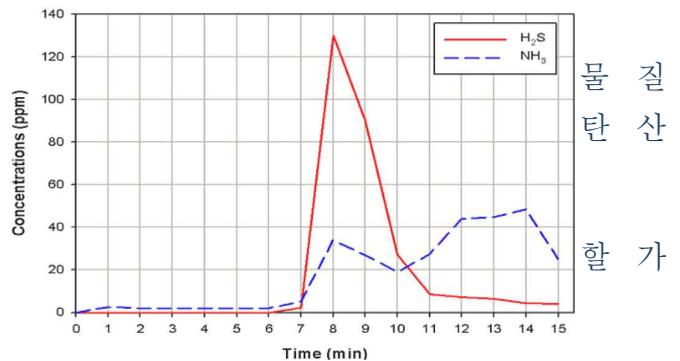
- 작업방법 및 순서를 정하여 사전에 작업에 종사하는 근로자에게 널리 알릴 것
- 황화수소 중독방지에 필요한 지식을 가진 자를 당해 작업의 지휘자로 지정하여 작업을 지휘하도록 할 것



☞ 거품효과(Soda can effect)

분뇨, 오수, 펄프액 및 부패하기 쉬운 물질을 휘저어 줄 경우 황화수소, 암모니아, 가스가 급격히 발생

⇒ 작업과정에서 급격히 고농도로 발생 가능성이 있음



■ 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 할 것
- 소화를 위하여 작동하는 경우 외에 소화기 또는 소화설비를 임의로 작동시키는 것을 금지할 것



■ 출입문, 출입구의 임의잠김 방지

- 탱크·반응탑, 냉장실·냉동실 등 내부, 그 밖의 밀폐 시설에서 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

■ 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 조치할 것
- 산소가 결핍된 공기나 유해가스가 썰 때에는 이를 직접 외부로 내보낼 수 있는 설비를 설치하는 등 적절한 공기상태를 유지하도록 조치할 것

■ 압기공법에 관한 조치

- 지층이나 그와 인접한 장소에서 압기공법에 의하여 작업을 할 때에는 당해 작업에 의하여 유해가스가 썰 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

(5) 작업관리

■ 안전담당자(관리감독자)의 직무

- 밀폐공간에서 작업을 하는 경우 안전담당자(관리감독자)를 지정하여 다음과 같은 직무를 하도록 하여야 합니다.



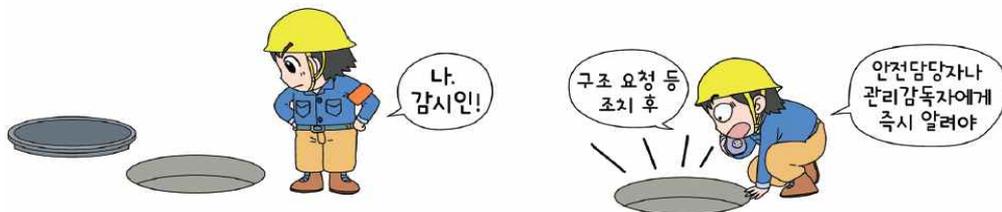
○ 안전담당자의 직무

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

☞ 안전담당자(관리감독자)의 점검결과, 이상을 발견하여 보고할 때 사업주는 즉시 환기, 보호구 지급, 설비보수 등의 필요한 조치를 실시하여야 합니다.

■ 감시인의 배치

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



■ 인원의 점검

- 밀폐공간에서 작업을 하는 경우에는 출입하는 근로자의 인원을 상시 점검하여야 함

니다.

■ 출입의 금지

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



■ 연락체제 구축

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

■ 밀폐공간작업 전 안전한 작업방법 등에 관한 주지

- 밀폐공간 작업시에는 매 작업 시작 전 사항에 대하여 해당 작업근로자에게 알려 줍니다.



○ 밀폐공간 작업장 주지사항

- 산소 및 유해가스 농도측정에 관한 사항
- 사고시 응급조치 요령
- 환기설비의 가동
- 보호구 착용 및 사용방법에 관한 사항
- 구조용 장비 사용 등 비상시 구출에 관한 사항

V

재해자 구조 및 응급처치

(1) 재해자의 구조

■ 밀폐공간에서 질식 재해자를 구조하는 것은 밀폐공간 입구와 내부의 협소성, 산소 결핍 또는 유해가스의 존재 등으로 상당히 어렵고 힘듭니다. 반드시 다음 절차에 따라 재해자를 구조하십시오.

○ 밀폐공간에서 작업자가 쓰러진 것을 발견한 경우

- 밀폐공간 내 재해자를 발견한 경우, 먼저 119나 회사내 안전보건관리팀에 연락하십시오.
- 재해자를 구조하기 위해 공기호흡기(SCBA)나 송기마스크를 착용하십시오.

△ 자칫 송기마스크 등 보호장구 없이 밀폐공간 내부로 들어갔다가는 구조자 또한 위험해질 수 있습니다. 밀폐공간 재해자의 상당수는 보호장구 없이 들어간 구조자였음을 기억하십시오.

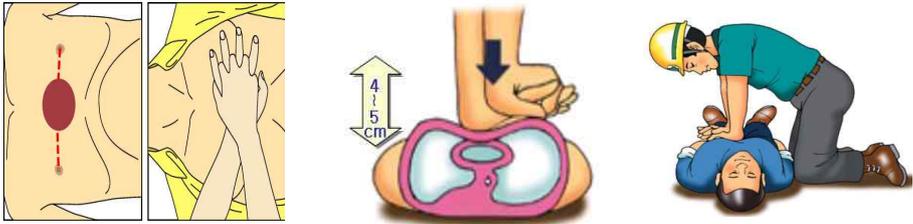
△ 밀폐공간 내부의 공기상태가 안전한지 확인할 수 없거나 적절한 호흡용보호구가 없다면 밀폐공간 밖에서 119 구조대가 올 때까지 기다리십시오.

- 구조된 재해자에 대해 심폐소생술을 실시하십시오.

■ 재해자 구조는 사전에 충분한 훈련과 교육이 필요합니다. 최소 6개월 간격으로 긴급구조훈련 실시하십시오.



(2) 심폐소생술

순서		실시방법
반응확인		<ul style="list-style-type: none"> ○ 무반응, 무호흡 또는 비정상 호흡 확인
심폐소생술	흉부 압박 (30회) ↓	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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 ○ 흉부압박 깊이는 4~5cm의 깊이로 압박 ○ 흉부압박의 속도 : 1분간 100회 이상 120회 미만의 속도 유지
	기도 유지 ↓	 <p style="text-align: center;"> <흉부압박 위치> <흉부압박 깊이> <흉부압박 자세> </p>
	인공호흡 (2회) ↓	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한손은 재해자의 이마에 대고 머리가 뒤로 기울어지게 압력을 가하고 ○ 다른 손은 손가락을 이용하여 아래턱 뼈 부분을 머리쪽으로 당겨 기도확보 ○ 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)
	흉부 압박 & 인공호흡 반복	<ul style="list-style-type: none"> ○ 30회 가슴압박, 2회 인공호흡을 119구급대가 도착할 때까지 반복 실시  <p style="text-align: center;"> <기도유지:머리젓히고 턱들기> <인공호흡> <흉부압박&인공호흡 반복> </p>
회복자세	<ul style="list-style-type: none"> ○ 심폐소생술 중 재해자가 움직이거나 소리를 내면 ○ 호흡이 회복되었는지 확인하고 호흡이 회복되었다면 ○ 재해자를 옆으로 돌려 눕혀 기도(숨길)가 막히는 것을 예방 	

밀폐공간작업

질식재해예방 매뉴얼

- 밀폐공간
- 밀폐공간의 파악과 관리
- 밀폐공간작업 허가
- 밀폐공간작업시 조치기준
- 재해자 구조와 심폐소생술



차례

밀폐공간작업 질식재해예방매뉴얼

I. 밀폐공간	1
(1) 밀폐공간이란 ?	
(2) 질식이란 ?	
(3) 어떤 조건에서 산소농도가 낮아질 수 있을까요?	
(4) 밀폐공간에서의 건강장해	
II. 밀폐공간의 파악과 관리	6
(1) 밀폐공간의 파악	
(2) 밀폐공간 표시	
(3) 보호장구 구비	
(4) 교육·훈련	
III. 밀폐공간작업 허가	9
(1) 밀폐공간 사전조사	
(2) 밀폐공간작업 허가	
(3) 밀폐공간작업 허가서 게시	
IV. 밀폐공간작업시 조치기준	12
(1) 산소 및 유해가스 농도측정	
(2) 환기	
(3) 보호장구의 사용	
(4) 유해가스 발생장소 조치	
(5) 작업관리	
V. 재해자 구조와 심폐소생술	23
(부록) 제철·제강 사업장의 주요 밀폐공간	25