



특별안전보건교육 교안

밀폐공간에서의 작업



고용노동부

산업재예방
안전보건공단



CONTENTS

1

밀폐공간 작업개요

2

관련 재해 사례

3

밀폐공간 작업 시 근로자가 알아야 할 작업안전 수칙



고용노동부

산업재해예방
안전보건공단



1

밀폐공간 작업개요



고용노동부

산업재해예방
안전보건공단





밀폐공간의 정의

▶▶ 밀폐공간 (Confined Space)

- 산소결핍, 유해가스로 인한 질식 • 화재 • 폭발 등의 위험이 있는 장소로서 별표 18에서 정한 장소

* 산업안전보건기준에 관한 기준, (618조 1항 관련 별표 18)

1. 다음의 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



밀폐공간의 정의

▶▶ 밀폐공간 (Confined Space)

- 산소결핍, 유해가스로 인한 질식 • 화재 • 폭발 등의 위험이 있는 장소로서 별표 18에서 정한 장소

* 산업안전보건기준에 관한 기준, (618조 1항 관련 별표 18)

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 18% 미만 또는 23.5% 이상, 탄산가스농도가 1.5% 이상, 일산화탄소농도가 30ppm 이상 또는 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
17. 유해가스가 들어있던 배관이나 집진기의 내부
18. 근로자가 상주(常住)하지 않는 공간으로서 출입이 제한되어 있는 장소의 내부

1

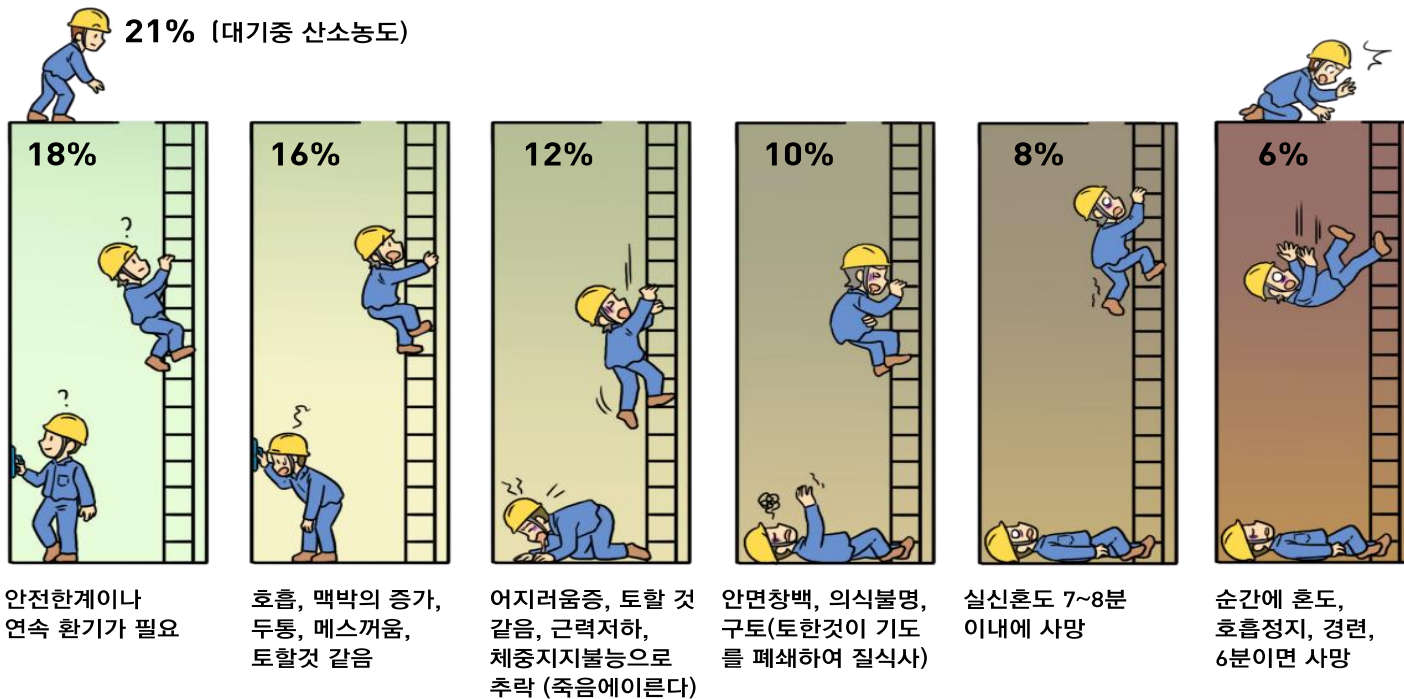
밀폐공간 작업개요



산소결핍

* 산소결핍

- 공기 중의 산소농도가 18% 미만인 상태를 말함.
- 정상적인 공기는 산소 약 21%, 질소 78%, 이산화탄소, 아르곤, 헬륨 등이 약 1% 정도로 구성됨.



1

밀폐공간 작업개요



산소결핍에 의한 건강장해

▶▶ 유해가스

- 밀폐공간에서 탄산가스, 황화수소 등의 유해물질이 가스 상태로 공기중에 발생.
- 밀폐공간 내 유해한 상태란 다음의 상태를 말한다.
 - 산소농도의 범위가 18% 이상 23.5% 미만
 - 탄산가스의 농도가 1.5% 미만
 - 일산화탄소의 농도가 30ppm 미만
 - 황화수소의 농도가 10ppm 미만인 수준의 공기

※ 주의

- ① 밀폐된 공간에 과도하게 산소를 공급하게 되어 공기 중 산소농도가 23.5% 이상이 되면 가연성 물질이 발화하여 대형 사고를 일으킬 수 있다.
- ② 산소결핍장소에서의 방독마스크 착용은 질식사망재해를 유발할 수 있어 적정공기상태를 유지할 수 있도록 환기를 실시하거나, 송기마스크를 착용하도록 한다.



1

밀폐공간 작업개요



산소결핍이 발생하는 이유

▶▶ 물질의 산화작용

- ① 저장용 탱크 소재의 산화, 저장 또는 운반물질이 산화되면 공기중의 산소가 빠르게 감소되므로 질식이 일어날 수 있습니다.

▶ 저장용 탱크 소재의 산화

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

강재의 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



산소결핍이 발생하는 이유

▶▶ 불활성 가스의 사용

- ① 화재나 폭발 또는 설비보호를 위해 외부의 공기가 들어오지 못하도록 불활성가스를 채워둔 장소나 그 밖에 불활성가스를 사용하는 장소에서는 질식재해의 위험이 있습니다.
- ② 유해가스 배관이 연결되어 있는 공간에서 작업하는 경우 유해가스 누출 시 작업공간을 산소결핍 상태로 만들 수 있습니다.

▶ 화재 · 폭발예방을 위한 질소 등의 봉입

반응탑, 배관, 기타 설비보호 차원에서 질소를 채운 장소

▶ 질소, 아르곤 등 불활성 가스, 이산화탄소 등의 이용

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

1

밀폐공간 작업개요



산소결핍이 발생하는 이유

▶▶ 물질의 산화작용

- ① 저장용 탱크 소재의 산화, 저장 또는 운반물질이 산화되면 공기중의 산소가 빠르게 감소되므로 질식이 일어날 수 있습니다.

▶ 저장용 탱크 소재의 산화

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

강재의 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

1

밀폐공간 작업개요



산소결핍이 발생하는 이유

▶▶ 미생물의 호흡작용

- ① 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

생체 1kg 기준, 세균의 산소소모(사람의 최고 6,000배)

→ CO_2 , CO , CH_4 , H_2S 등 유해가스 발생

유기물($\text{C}, \text{H}, \text{O}, \text{N}, \text{S}$)
+ (결합산소)



새로운 세포
에너지 + CH_4 + CO_2 + CO + NH_3 + H_2S

2

관련 재해 사례





관로 내부 누수점검 중 산소결핍

▶▶ 재해발생 개요

○○저수지 관로 내부에서 피해자가 관로의 누수점검을 위한 CCTV 촬영을 위해 관로 내부로 들어가 장애물 제거 등 조치작업을 하던 중 쓰러져 산소결핍에 의해 사망하였고, 관로 내부에 들어간 피해자를 확인하기 위해 들어간 동료작업자는 부상을 당한 재해

▶▶ 재해발생 원인

- ① 사고 관로 내부는 외부의 공기 출입이 어렵고, 내부에 고인 물, 미생물 등의 산화작용, 호흡 등에 의해 산소결핍이 우려되는 밀폐공간이었다.
- ② 재해자는 산소농도 측정, 환기, 호흡용 보호구 착용 없이 단독으로 관로 내부에 들어갔으며 산소가 결핍된 공기를 호흡한 후 질식사하여 사망했다.





선박 선창 출입 중 산소결핍

▶▶ 재해발생 개요

○○항에서 선적된 화물의 하역을 위해 접안한 홍콩선적 ○○ 선박에서 (주)○○ 군산지사 소속 피해자가 하역작업 감독 업무를 수행하던 도중 출입구 갱웨이를 통해 선창 내부로 들어가다 갱웨이 내부에서 산소결핍에 의해 숨진 채 발견

▶▶ 재해발생 원인

- ① 사고 선박 선창 내부는 외부의 공기 출입이 어렵고, 선적된 화물 (고철 등)의 산화작용, 호흡 등에 의해 산소결핍이 우려되는 밀폐공간이었다.
- ② 재해자는 산소농도 측정, 환기, 호흡용 보호구 착용 없이 단독으로 선창 내부 갱웨이에 들어갔으며 산소가 결핍된 공기를 호흡한 후 질식사하여 사망했다.





활성탄 여과탱크에서의 산소결핍에 의한 질식

▶▶ 재해발생 개요

○○○○(주) 공장 신축현장에서 협력사 소속 작업자가 활성탄 여과탱크 내부로 들어가 용기에 충전된 활성탄의 평탄 작업 중 산소결핍으로 질식되어 사망한 재해

▶▶ 재해발생 원인

- ① 젖은 활성탄은 공기 중의 산소를 짧은 시간 내에 급속하게 소모하고, 세균의 번식에 의해 탄산가스 등이 발생하는 산소결핍 위험 장소였다.
- ② 재해자는 산소농도 측정, 환기, 호흡용 보호구 착용 없이 단독으로 활성탄 여과 탱크 내부에 들어갔으며 산소가 결핍된 공기를 호흡한 후 질식하여 사망했다.





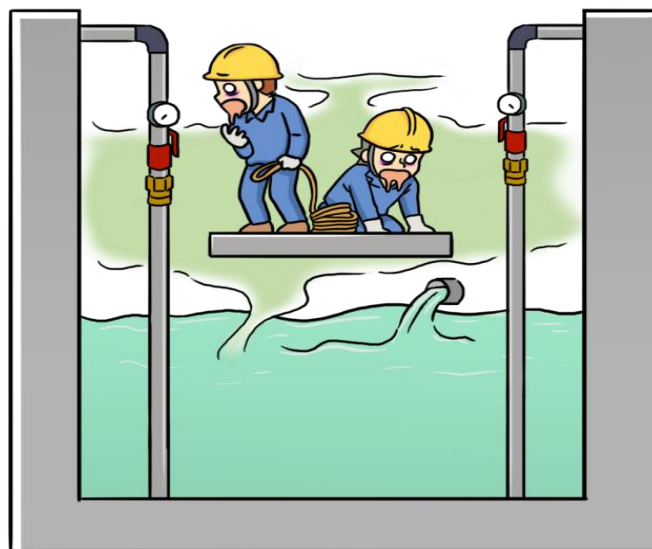
맨홀펌프장 수중펌프 인양작업 중 황화수소 중독

▶▶ 재해발생 개요

인근 맨홀펌프장 수중펌프를 지상으로 인양하기 위한 작업의 일환으로 인양로프(체인)을 펌프에 걸기 위해 피재자와 동료작업자가 내부로 내려가 작업을 시작하였음. 작업시작 약 10분 뒤 주 작업자인 피재자와 동료작업자가 황화수소 가스 중독 증상으로 인하여 쓰러져 결국 피재자는 사망, 동료작업자는 부상을 당한 재해

▶▶ 재해발생 원인

- ① 맨홀 펌프장 내 환기가 이루어지지 않는 상황에서 유기물 등의 오염물질이 부패하면서 황화수소가 발생하여 고농도로 정체되면서(깊이 4m에서 150 ppm수준으로 검출되었음) 중독 사고의 위험이 있었다.
- ② 재해자는 유해가스 농도 측정, 환기, 호흡용 보호구 착용 없이 맨홀 펌프장 내부에 들어갔으며 고농도의 황화수소에 중독되어 사망했다.





초순수탱크 질소가스 질식재해

▶▶ 재해발생 개요

생산라인에서 사용하는 초순수에 기포가 생기는 이상이 발생하여 기포발생 유무 등을 점검하기 위해 3m 높이의 탱크 상부로 올라가 탱크 상부에 엎드려서 내부를 점검하던 중 질소가스 누출로 1명 사망

▶▶ 재해발생 원인

- ① 초순수탱크 상부 개방 후 탱크 내부로 고개를 숙이는 순간, 호흡기로 고농도 질소가스에 노출되어 질식한 사례이다.
- ② 탱크 점검 작업시 질소 공급 밸브를 차단하지 않았으며, 배관밸브에 질소의 명칭 및 개폐방향 등 조작방법에 관한 표지를 게시하지 않았고 근로자에게 탱크내부에 머리를 숙이지 않도록 안전교육을 실시하지 않아 발생하였다.



3

밀폐공간 작업 시 근로자가 알아야 할 작업안전 수칙

✓ 「산업안전보건법 시행규칙 [별표5] 안전보건교육 교육대상별 교육내용」에 따름.



고용노동부

산업재해예방
안전보건공단





작업내용, 안전작업방법 및 절차에 관한 사항

- ▶▶ 밀폐공간 안전보건작업허가서 작성 및 교육
 - ① 밀폐공간 작업관리자, 감시인 등은 밀폐공간을 보유한 책임자로부터 밀폐공간안전보건작업 허가서를 발급받은 후 작업하여야 한다.
 - ② 작업관리자는 사전에 작업자에게 위험요인과 이에 대한 대응방법에 대하여 교육을 실시하여야 한다.
- ▶▶ 밀폐공간 출입금지과 인원점검
 - ① 근로자는 출입이 금지된 장소에 사업주의 허락 없이 출입해서는 아니 된다
 - ② 근로자가 밀폐공간에서 작업을 하는 경우, 근로자를 입장시킬 때와 퇴장시킬 때마다 인원을 점검하여야 합니다.
- ▶▶ 감시인 배치 및 연락설비 가동
 - ① 밀폐공간에 근로자를 종사하도록 하는 경우 때에는 상시 작업상황을 감시할 수 있는 감시인을 지정하여 밀폐공간 외부에 배치하여야 한다.
 - ② 밀폐공간에서 작업을 하는 경우에 그 작업장과 외부 감시인 간에 상시 연락을 취할 수 있는 설비를 설치하여야 한다.





작업내용, 안전작업방법 및 절차에 관한 사항

▶▶ 밀폐공간 출입금지 및 인원점검

- ① 근로자는 출입이 금지된 장소에 사업주의 허락 없이 출입해서는 아니 된다
- ② 근로자가 밀폐공간에서 작업을 하는 경우, 근로자를 입장시킬 때와 퇴장시킬 때마다 인원을 점검하여야 합니다.

▶▶ 감시인 배치 및 연락설비 가동

- ① 밀폐공간에 근로자를 종사하도록 하는 경우 때에는 상시 작업상황을 감시할 수 있는 감시인을 지정하여 밀폐공간 외부에 배치하여야 한다.
- ② 밀폐공간에서 작업을 하는 경우에 그 작업장과 외부 감시인 간에 상시 연락을 취할 수 있는 설비를 설치하여야 한다.



작업내용, 안전작업방법 및 절차에 관한 사항

▶▶ 사고 시의 대피 및 대피용 기구의 비치

- ① 근로자가 밀폐공간에서 작업을 하는 때에 산소결핍이 우려되거나 유해가스 등의 농도가 높아서 폭발할 우려가 있는 경우에 즉시 작업을 중단시키고 해당 근로자를 대피하도록 하여야 한다.
- ② 근로자를 대피시킨 경우 적정공기 상태임을 확인할 때까지 그 장소에 관계자가 아닌 사람이 출입하는 것을 금지하고, 그 내용을 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.
- ③ 근로자가 밀폐공간에서 작업을 하는 경우에 송기마스크등, 사다리 및 섬유로프 등 비상시에 근로자를 피난시키거나 구출하기 위하여 필요한 기구를 갖추어 두어야 한다.





산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항

▶▶ 산소농도 측정방법

- 공기 중의 산소 및 유해가스 농도는 측정기기에 의한 측정이 유일한 방법이며 감각에 의한 감지는 불가능하다.
- 정확한 측정을 위해서는 다음 사항에 유의한다.
 - ① 적절한 측정기를 선택 • 구비
 - ② 항상 정확한 보수관리를 하여 정확도를 유지
 - ③ 정확한 측정장소와 측정시기 선정
 - ④ 사용측정기의 보수, 취급방법을 충분히 습득

▶▶ 산소 및 유해가스 농도를 반드시 측정해야 하는 경우

- ① 당일의 작업을 개시하기 전
- ② 교대자가 최초로 작업을 시작하기 전
- ③ 작업에 종사하는 전체 근로자가 작업을 하고 있던 장소를 떠났다가 돌아와 작업을 재개하기 전
- ④ 근로자의 신체, 환기장치 등에 이상이 있을 때





산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항

▶▶ 산소 및 유해가스 농도 측정시 유의사항

- ① 측정자 (안전, 보건관리자, 관리감독자, 안전담당자)는 충분한 측정방법 숙지
- ② 측정자는 보호구 없이 측정장소에 함부로 들어가서는 안됨
- ③ 긴급사태에 대비 감시인 1명 이상 보조
- ④ 전락방지를 위해 보조자도 구명밧줄 준비
- ⑤ 깊은 곳 측정 시 공기호흡기, 산소호흡기 및 송기마스크를 착용
- ⑥ 내부조명은 장착식 또는 휴대식 보호가드 부착 또는 방폭구조 전등 사용

▶▶ 산소 및 유해가스 농도 측정기

① 모니터식 측정기

- 채기식 (채기관으로 피검공기를 측정기까지 흡인하여 측정기 내의 센서로 농도 검출)
- 확산식 (센서를 넣은 검출기와 측정기를 케이블로 연결하여 검출기를 측정점에 투입하여 확산에 의해 센서에 들어간 산소의 농도 검출)

② 검지관식 측정기

- 얇은 내경의 균일한 유리관에 측정하고자 하는 가스에 의해 변색하는 약제(검지제)를 충전한 검지관을 가스채취기(펌프)에 접속하여 채취공기를 일정 속도로 통과시키면 검지관의 입구부터 측정하고자 하는 가스의 농도에 따라 변색층이 나타나므로 변색된 길이에 해당하는 농도값으로 측정하고자 하는 가스의 농도를 구하는 방법



산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항

- ▶▶ 유해공기의 판정기준
 - 유해공기의 측정 후 판정기준은 각각의 측정위치에서 측정된 최고농도로 적용하여야 한다.
- ▶▶ 유해공기의 정확한 농도측정을 위한 필수조건
 - ① 밀폐공간 내 유해공기 특성에 맞는 적절한 측정기를 선택하여 구비하여야 한다.
 - ② 측정기는 유지·보수·관리를 통하여 정확도, 정밀도를 유지하여야 한다.
 - ③ 측정기의 사용 및 취급방법, 유지 및 보수방법을 충분히 습득하여야 한다.
 - ④ 유해공기 농도측정기를 사용할 때에는 측정 전에 기준농도, 경보설정 농도를 정확하게 교정하여야 한다.



산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항

▶▶ 유해가스 농도 측정지점의 선정

- 작업장소에 대해서 수직방향 및 수평방향으로 각각 3개소 이상을 선정한다.
밀폐공간은 공기흐름이 나쁜 경우가 많아 같은 장소에서도 위치에 따라 공기농도에 현저한 차이가 있으므로 가능한 많은 장소에서 측정하여야 한다.
- 근로자가 출입하는 장소로서 작업 시 근로자의 호흡위치를 중심으로 측정한다.
- 휴대용 유해공기 농도측정기 (또는 산소농도측정기)등을 이용하여 측정한다.
- 탱크 등 깊은 장소의 농도를 측정 시에는 고무호스나 폴리염화비닐로 된 채기관을 사용하여 평가한다.
- 유해가스 측정 시에는 면적 및 깊이를 고려하여 밀폐공간 내부를 골고루 측정한다.

3

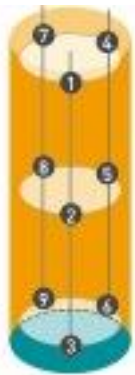
밀폐공간 작업 시 근로자가 알아야 할 작업안전 수칙



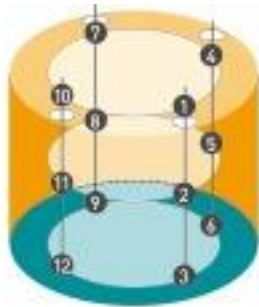
산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항

▶▶ 유해가스 농도 측정지점의 선정

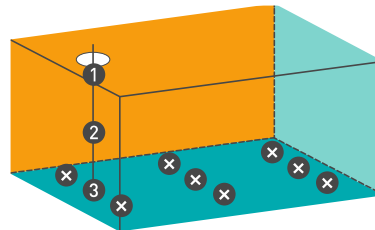
측정점의
선정 예시



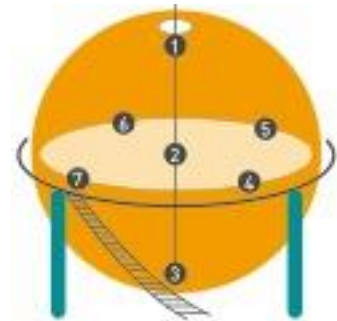
▲
원칙적으로 3가지
깊이로 각 3개소 측정



▲
전 면율의 밑을 3가지 깊이로 측정



▲
맨홀의 바로 밑 ①~③을 측정하고
공기호흡기 등을 장착하고 측정



▲
정상의 맨홀 바로 밑 3점과 적도상의
샘플링 구멍을 측정



산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항

▶▶ 환기의 필요성 및 환기 일반 원리

- 밀폐공간에서는 유해가스를 제거하고 적절한 산소농도를 유지하기 위하여 작업시작 전에 환기를 실시 해야 한다.
- 지속적으로 유해가스가 발생하는 경우에는 계속적으로 환기를 하여야 하며, 또한, 가연성 가스 등이 존재할 때에는 팬의 가동 시 전기스파크에 의한 화재 및 폭발이 있을 수 있으므로 방폭형 모터 및 팬을 사용 해야 한다.
- 작업 전 개방하여도 매우 쉽게 환기될 수 있는 창고 등은 출입구 등 개구부를 완전히 열어 자연환기를 충분히 하고 산소농도가 18% 이상, 황화수소 농도가 10 ppm 미만임을 확인하고 근로자를 출입시키도록 한다.
- 작업 전 작업장의 실내 체적의 5배 이상의 신선한 공기를 급기한 후 근로자를 출입시키고, 작업중에도 균일하게 환기되도록 하고, 시간당 20회 이상의 환기가 되도록 급기를 계속 해야 한다.

3

밀폐공간 작업 시 근로자가 알아야 할 작업안전 수칙

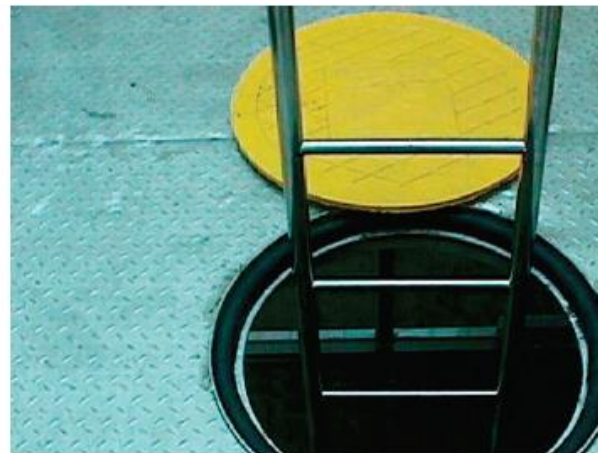


산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항

▶▶ 환기의 필요성 및 환기 일반 원리

- 홀 등과 같이 입구의 직경이 60 cm 정도로 적은 경우에는 이동식 팬에 연결된 덕트에 맨홀구멍을 통과하는 부분에 새들(Saddle)덕트를 연결하여 출입에 지장이 없도록 해야 한다.

맨홀의 새들덕트를
이용한 환기방법



3

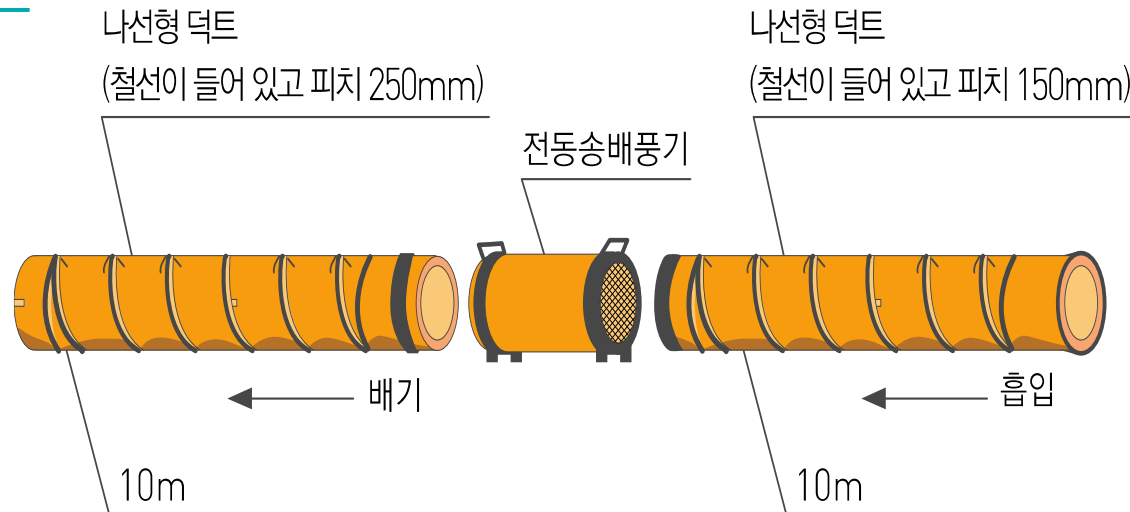
밀폐공간 작업 시 근로자가 알아야 할 작업안전 수칙



산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항

▶▶ 환기의 필요성 및 환기 일반 원리

- 플렉시블 덕트가 달린 이동식 환기장치를 사용하는 경우에는 덕트가 급격히 꺾여 공기흐름이 방해되지 않도록 한다.

이동식 환기장치의
덕트 연결방법

3

밀폐공간 작업 시 근로자가 알아야 할 작업안전 수칙

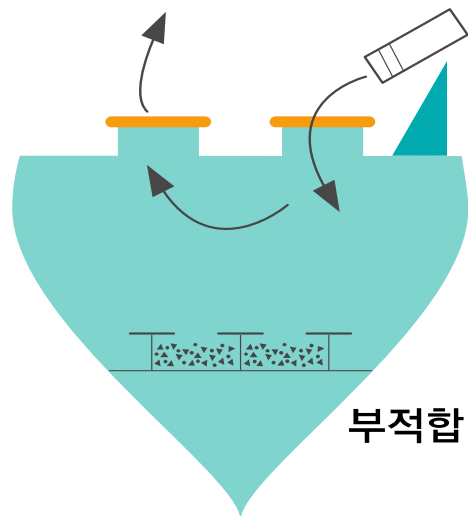
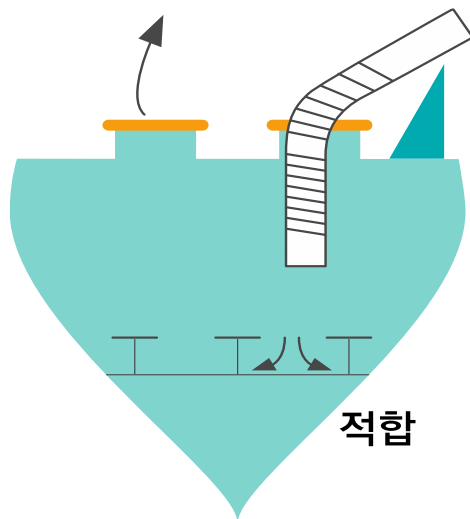


산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항

▶▶ 환기의 필요성 및 환기 일반 원리

- 오염물질을 국소배기방법으로 제거할 때에는 후드 유입구를 오염원에 가장 근접하게 위치시키고 오염물질 공기흐름을 후드 앞으로 유도하여야 한다.

올바른 국소배기 방법



3

밀폐공간 작업 시 근로자가 알아야 할 작업안전 수칙



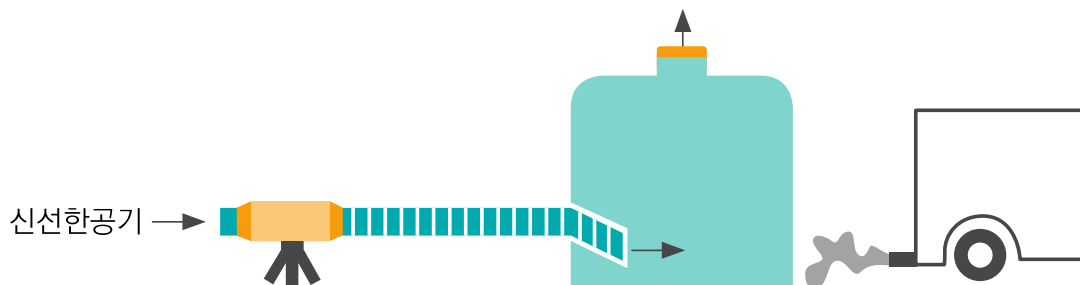
산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항

▶▶ 환기의 필요성 및 환기 일반 원리

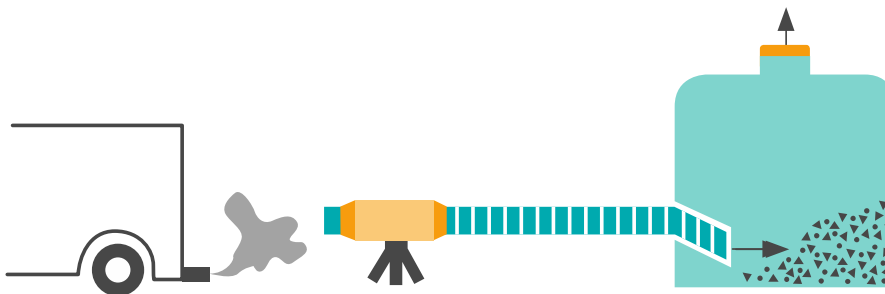
- 전체환기를 이용하여 신선한 공기를 공급하여야 할 때에는 자동차 배기가스 등이 배출되는 지역의 공기가 급기되지 않도록 조치하여 탱크 내의 재오염을 방지하여야 한다.

적절한 급기방법

적합



부적합



3

밀폐공간 작업 시 근로자가 알아야 할 작업안전 수칙



산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항

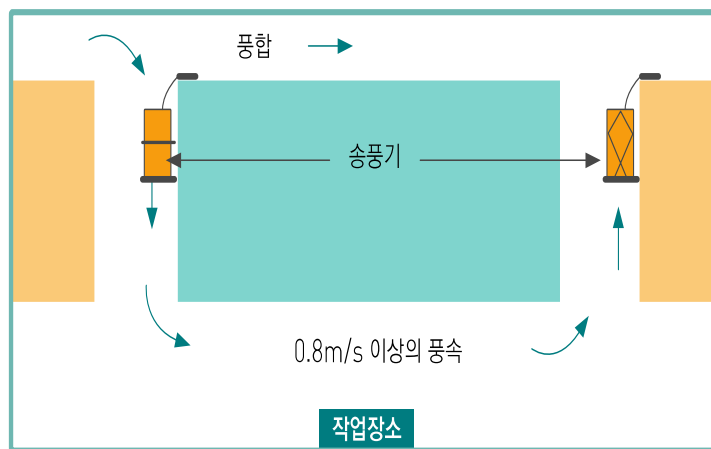
▶▶ 맨홀, 우물, 갯 등 작업장의 환기

- ① 작업전 급기설비로 급기를 시작하여 15분후에 산소농도측정을 하고 산소농도가 18% 이상임을 확인한 후 근로자를 출입시킨다. 작업중에도 급기를 계속한다.
- ② 급기구는 작업장소에 근접시켜야 하며 1인당 $10\text{m}^3/\text{min}$ 이상의 공기를 급기하여야 한다. 다만, 근로자가 4인 이하인 경우에는 $50\text{m}^3/\text{min}$ 이상의 공기를 급기하여야 한다.

▶▶ 하수암거, 하수구 등 작업장의 환기

- ① 작업 전 급기설비로 급기를 시작하여 15분후에 산소농도측정을 하고 산소농도가 18% 이상, 황화수소 농도가 10 ppm 미만임을 확인한 후 근로자를 출입시킨다. 작업중에도 급기를 계속한다.
- ② 암거 평균단면에 대하여 $0.8\text{m}/\text{sec}$ 이상의 풍속으로 급기를 한다.

암거에서의 급기 및 배기방법





산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항

- ▶▶ 하수암거, 하수구 등 작업장의 환기
- ① 피트에서의 환기는 피트 내부를 균일하게 환기되도록 하고 시간당 20회 이상의 환기가 될 수 있도록 급기를 한다.
 - ② 분뇨처리장 탱크 등에서의 환기는 작업 전 탱크 용적의 3~5배 이상의 공기를 송기와 배기를 동시에 실시하고 작업 중에도 환기장치를 계속 가동한다.

탱크 등에서의 환기





보호구 착용 및 보호 장비 사용에 관한 사항

▶▶ 호흡용 보호구 (공기호흡기, 송기마스크)

- 밀폐공간 작업 시에는 환기를 시켜 적정 공기 상태로 유지하여야 하나 환기를 할 수 없거나 환기 만으로 불충분한 경우 호흡용 보호구를 반드시 착용하고 출입하여야 한다.
- 호흡용 보호구는 작업자의 생명을 보호하는 것이 가장 큰 목적으로 규격과 성능에 대한 내용을 엄격하게 규정하고 있다. 보호구는 검정규격에 적합한 것을 선택하여 점검 및 보수를 실시하고 언제라도 충분한 성능을 유지하도록 양호한 상태로 보관하여야 한다.
- 작업자, 구조자는 평소에도 사용법에 대한 훈련 및 구조실습을 실시하여 사용법의 숙지 및 신속성을 유지하도록 해야 한다.



3

밀폐공간 작업 시 근로자가 알아야 할 작업안전 수칙



보호구 착용 및 보호 장비 사용에 관한 사항

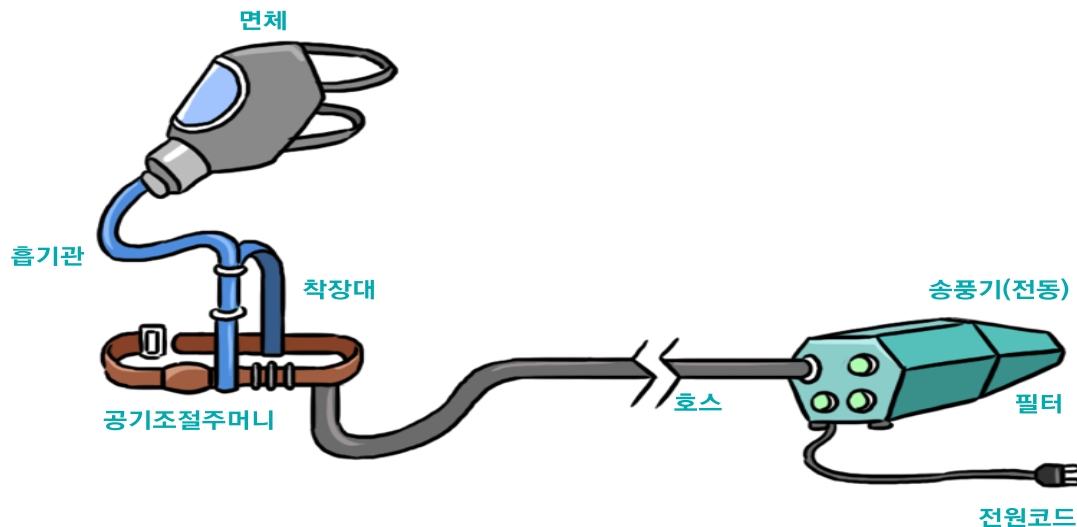
▶▶ 공기호흡기

- 공기호흡기는 활동범위에 있어서 제약을 받지 않으므로 조사활동이나 구조활동에 많이 이용되고 있다. 다만, 무겁고 유효기간이 짧은 단점이 있다.

▶▶ 송기마스크

- 송기마스크는 활동범위에 제한을 받지만 가볍고 유효사용시간이 길어 일정한 장소에서의 장시간 작업에 주로 이용되고 있다.

전동 송풍식 송기마스크



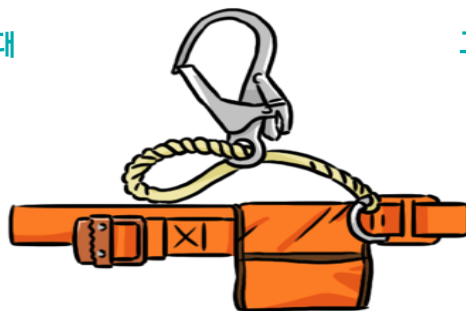


보호구 착용 및 보호 장비 사용에 관한 사항

▶▶ 안전대

- 높이 2m 이상의 추락위험이 있는 곳에서 작업을 할 때에는 안전대(벨트식, 그네식)를 사용하여야 하고 특히, 산소결핍사고 및 유해가스 등의 중독위험이 있는 갯, 맨홀, 우물 등에 사다리를 사용하여 내려가며 작업을 하는 경우, 갯구 등에서 산소농도 및 유해가스 농도를 측정하는 경우, 탱크, 화학설비, 싸이로, 냉장고 등 내부의 산소결핍 위험이 있는 장소의 발판에서 작업을 하는 경우 산소결핍 공기를 호흡하여 의식을 상실할 수 있기 때문에 안전대를 사용하여야 한다.

벨트식 안전대



그네식 안전대



▶▶ 무전기

- 산소결핍장소에 근로자를 출입할 때에는 항상 작업상황을 송수신할 수 있는 무전기(전원이 항시 충전된)를 휴대하고 얼굴 주위에 마이크가 위치하여야 하며, 전원이 켜진 상태에 있어야 한다.



보호구 착용 및 보호 장비 사용에 관한 사항

▶▶ 보호가드

- 맨홀 및 금속탱크류의 경우, 입구부분의 뚜껑을 열고 작업을 할 경우 출입 및 접근금지의 경고문, 작업수칙, 응급처치절차 등이 부착된 철제 파이프로 제작된 접이식 보호가드를 설치하고 외부인이 접근하지 못하도록 한다.

보호가드



▶▶ 삼각대

- 산소결핍장소에서 사고가 발생하였을 때 금속제의 삼각구조대를 사용하여 피재자를 신속하게 밀폐공간에서 구출할 수 있다.

비상시 대비
구출기구 비치





사고 시의 응급처치 및 비상 시 구출에 관한 사항

▶▶ 현장안전의 확인

- 현장의 안전을 확인하는 것은 어떠한 응급상황에서도 가장 중요한 첫 번째 단계이다. 심정지 환자를 발견하였을 경우에 모든 구조자는 현장이 안전한지를 확인한 후 구조를 시작하여야 한다.

▶▶ 의식상태 확인

- 구조자는 현장상황이 안전함을 확인한 뒤 쓰러져 있는 사람의 옆으로 가서 즉시 회부손상과 의식상태를 확인한다. 어깨를 가볍게 두드리거나 조심스럽게 흔들면서 "괜찮으세요?"라고 묻는다. 만약 쓰러져 있는 사람의 목에 외상이 의심되면 꼭 필요한 경우에만 환자를 이동해야 한다. 환자를 부적절하게 이동하면 손상이 악화되거나 척수가 손상될 수 있다.

▶▶ 응급의료체계 연락

- 성인에서 발생하는 비외상성 심정지의 주요 원인은 심실세동이며 심실세동의 가장 효과적인 치료는 제세동이다. 따라서 일반적으로 심정지가 의심되는 성인을 발견하면 목격자는 응급의료체계에 전화연락을 함으로써, 제세동기가 현장에 빨리 도착할 수 있도록 한다.



사고 시의 응급처치 및 비상 시 구출에 관한 사항

▶▶ 응급의료체계의 신고요령

- 119에 연락할 때에 침착하게 다음과 같은 내용을 응급의료 전화상담원에게 알려주어야 한다.

- ① 응급상황이 발생한 위치
- ② 무슨 일이 일어났는가?
- ③ 도움이 필요한 환자의 수
- ④ 환자의 상태
- ⑤ 환자에게 시행한 치료내용
- ⑥ 다른 질문이 없는지 확인

심정지를 발견했을
때의 행동 요령

1
현장안전의 확인



2
의식상태 확인



3
응급의료체계 연락



▶▶ 환자의 자세

- 효과적인 소생술과 평가를 위해 환자를 딱딱하고 평평한 바닥에 눕힌다. 얼굴을 아래로 하고 누워 있는 경우에는 머리, 목, 어깨, 몸통, 양다리를 하나로 여겨 비틀지 말고 목과 머리를 지지하면서 동시에 돌려(통나무 굴리듯이) 바로 눕힌다. 호흡이 없는 환자는 반드시 양팔을 몸통에 붙여 똑바로 눕혀야 한다.





사고 시의 응급처치 및 비상 시 구출에 관한 사항

- ▶▶ 반응확인
 - 어깨를 가볍게 두드리며 “여보세요, 괜찮으세요?”를 외치면서 재해자의 반응을 확인 합니다.
- ▶▶ 119 신고
 - 의식(반응)이 없으면 큰 소리로 주변 사람에게 119 신고를 요청하고, 자동심장충격기 (AED)를 가져오도록 부탁드립니다.
- ▶▶ 호흡 확인
 - 얼굴과 가슴을 10초 이내로 관찰하여 호흡이있는지를 확인합니다.
 - 호흡이 없거나 비정상적이라면 즉시 심폐소생술을 준비합니다.

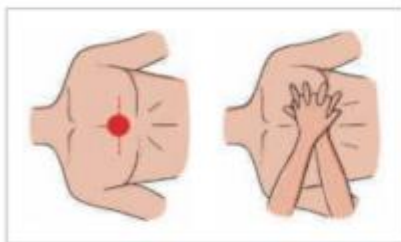


사고 시의 응급처치 및 비상 시 구출에 관한 사항

▶▶ 심폐소생술

흉부 압박 (30회)

- 흉부압박 위치 확인: 양 젖꼭지를 이은 중앙의 흉부부위
- 한손의 손등에 다른 손을 겹치고 각지를 꺾어서 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**



[삽흉부압박 위치]



[흉부압박 깊이]



[흉부압박 자세]

기도 개방

- 인공호흡을 시행하기 위해서는 먼저 재해자의 **머리를 젖히고, 턱을 들어 올려서** 재해자의 기도를 개방합니다.

3

밀폐공간 작업 시 근로자가 알아야 할 작업안전 수칙



사고 시의 응급처치 및 비상 시 구출에 관한 사항

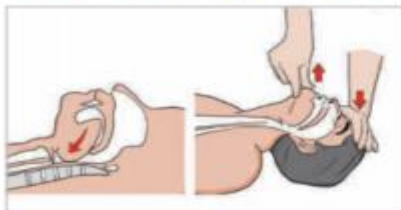
▶▶ 심폐소생술

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.

흉부압박 & 인공호흡 반복

- **30회 가슴압박, 2회 인공호흡**을 119구급대가 도착할 때까지 반복 실시



[기도개방]



[인공호흡]



[흉부압박&인공호흡 반복]

▶▶ 회복자세

- 심폐소생술 중 재해자가 움직이거나 소리를 내면 호흡이 회복되었는지 확인하고 호흡이 회복되었다면 재해자를 옆으로 돌려 눕혀 기도(숨길)가 막히는것을 예방



특별안전보건교육

밀폐공간 작업 업무

2022-교육혁신실-848

- | | |
|---------|--|
| 발행일 | • 2022년 12월 |
| 발행인 | • 안종주 |
| 발행처 | • 안전보건공단
울산광역시 중구 중가로 400
Tel 052.7030.500 |
| 집필 및 제작 | • 사단법인 미래안전문화포럼
함병호, 신인재, 백종배, 하선영 |
| 기획 | • 안전보건공단 교육혁신실 |

해당 자료를 저작권자의 동의 없이 무단으로 수정, 편집하거나 이를 활용하여 다른 저작물을 제작하는 것은 저작권법에 위반하는 것이므로 이를 금지하며, 자료 내용은 안전관리 업무의 절대적인 기준이 아닌 참고자료로 업무상 이의제기 등 소명자료로서 효력이 없음을 알려드립니다.

감사합니다



고용노동부

산업재해예방

안전보건공단

