

# 산업안전보건교육

---

질식재해 예방

---

학습자용 학습자료

# 과목별핵심학습자료



## 훈련과목

## 질식재해 예방

### 질식을 일으킬 수 있는 장소

### 질식을 일으킬 수 있는 장소

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.

## 학습자료

### 산업안전보건기준에 관한 규칙의 18가지 밀폐공간 유형

순서	밀폐공간 항목
1	지층에 접하거나 통하는 우물·수직갱·터널·잠함·피트 또는 그밖에 이와 유사한 것의 내부
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 강재의 보일러·탱크·반응탑이나 그 밖에 그 내벽이 산화하기 쉬운 시설의 내부
7	석탄·아탄·황화광·강재·원목·건성유·어유 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

훈련과목	질식재해 예방																	
학습자료	질식을 일으킬 수 있는 장소																	
	질식을 일으킬 수 있는 장소																	
	<table><tr><th colspan="2">산업안전보건기준에 관한 규칙의 18가지 밀폐공간 유형</th></tr><tr><th>순서</th><th>밀폐공간 항목</th></tr><tr><td>12</td><td>드라이아이스를 사용하는 냉장고·냉동고·냉동화물자동차 또는 냉동컨테이너의 내부</td></tr><tr><td>13</td><td>헬륨·아르곤·질소·프레온·탄산가스 또는 그 밖의 불활성기체가 들어 있거나 있었던 보일러·탱크 또는 반응탑 등 시설의 내부</td></tr><tr><td>14</td><td>산소농도가 18퍼센트 미만 23.5퍼센트 이상, 탄산가스농도가 1.5퍼센트 이상, 황화수소농도가 10ppm 이상인 장소의 내부</td></tr><tr><td>15</td><td>갈탄·목탄·연탄난로를 사용하는 콘크리트 양생장소 및 가설숙소 내부</td></tr><tr><td>16</td><td>화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크의 내부</td></tr><tr><td>17</td><td>유해가스가 들어있던 배관이나 집진기의 내부</td></tr><tr><td>18</td><td>근로자가 상주하지 않는 공간으로서 출입이 제한되어 있는 장소의 내부</td></tr></table>	산업안전보건기준에 관한 규칙의 18가지 밀폐공간 유형		순서	밀폐공간 항목	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 및 가설숙소 내부	16	화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크의 내부	17	유해가스가 들어있던 배관이나 집진기의 내부	18
산업안전보건기준에 관한 규칙의 18가지 밀폐공간 유형																		
순서	밀폐공간 항목																	
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 및 가설숙소 내부																	
16	화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크의 내부																	
17	유해가스가 들어있던 배관이나 집진기의 내부																	
18	근로자가 상주하지 않는 공간으로서 출입이 제한되어 있는 장소의 내부																	

훈련과목	질식재해 예방
학습자료	밀폐공간에 산소부족이나 유해가스가 발생하는 조건
	<p><b>밀폐공간에 산소부족이나 유해가스가 발생하는 조건</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 저장용기나 저장물질의 산화 저장용 탱크 내벽 또는 저장물이 산화되거나 반응하는 과정에서 공기 중 산소를 소모하여 탱크 내부를 산소부족 상태로 만듭니다. _ 저장용 탱크 재질의 산화 _ 철제 탱크 내에 물기가 있거나 장기간 밀폐되면 내벽이 산화(녹이 스는 현상)되면서 탱크 내부의 산소를 소모합니다. _ 저장 또는 운반물질의 산화 _ 석탄, 강재, 고철 등은 상온에서도 공기 중의 산소를 소모합니다. _ 건성유의 산패 _ 아마유, 보일(Boil)유 등의 도료용 건성유는 건조, 경화될 때 다량의 산소를 소비하며, 대두유, 채유와 같은 불포화 지방산을 함유한 식물성 식용유도 공기 중 산소와 결합합니다.</li> <li>• 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 _ 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</li> <li>• 미생물의 증식이나 발효, 부패 미생물 증식이나 유기물의 부패·발효 등의 과정에서 공기 중 산소를 소모하거나 황화수소, 이산화탄소, 메탄 등을 발생시킵니다.</li> <li>• 유해가스의 누출·유입 유해가스 배관이 연결되어 있는 장소나 이를 취급하는 장소에서 의도하지 않은 누출이나 유입은 해당 장소를 위험한 공기 상태로 만듭니다.</li> <li>• 연료의 연소 연료의 연소 과정에서 기본적으로 산소를 소비하므로 산소부족 상황을 일으킬 수 있으며, 일부 불완전 연소 과정에서 일산화탄소가 발생하여 중독을 일으킵니다.</li> </ul>

훈련과목	질식재해 예방
학습자료	산소농도별 산소결핍증
	<p>산소농도별 산소결핍증</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 산소농도 18% <ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전한계이기는 하지만 연속적인 환기가 필요한 상황이고</li> </ul> </li> <li>• 산소농도 16% <ul style="list-style-type: none"> <li>- 호흡과 맥박이 증가하며 두통, 메스꺼움, 토할 것 같은 증세를 느끼게 되고</li> </ul> </li> <li>• 산소농도 12% <ul style="list-style-type: none"> <li>- 어지럼증, 토할 것 같은 느낌, 근력저하, 체중지지 불능으로 인한 추락 등이 발생하게 되며</li> </ul> </li> <li>• 산소농도 10% <ul style="list-style-type: none"> <li>- 안면이 창백해지고, 의식불명이나 구토 등의 증세가 나타나게 되며</li> </ul> </li> <li>• 산소농도 8% <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실신혼절에 이르게 되고 7~8분 이내에 사망하게 되며</li> </ul> </li> <li>• 산소농도 6% <ul style="list-style-type: none"> <li>- 순간적으로 혼절하게 되고, 호흡정지, 경련 등이 일어나며, 6분 이상 경과할 경우 사망에 이르게 됩니다.</li> </ul> </li> </ul>

훈련과목	질식재해 예방
학습자료	황화수소(H <sub>2</sub> S) 중독
	<p>황화수소(H<sub>2</sub>S) 중독</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 황화수소는 계란 썩는 냄새가 나는 gas로 화학산업에서 사용하기도 하지만, 미생물이 유기물을 분해하는 과정에서 발생하여 중독을 일으킵니다. <ul style="list-style-type: none"> <li>_ 낮은 농도에서는 가벼운 자극을 주는 정도이지만 고농도에서는 폐조직을 손상시키거나 호흡을 마비시켜 사망에 이르게 하기도 합니다.</li> <li>_ 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.</li> </ul> </li> <li>* 거품효과(Soda can effect) : 거품효과란 탄산 캔 음료를 흔들어서 따면 거품이 넘쳐 나오는 것처럼 분뇨, 오수, 펄프액 및 부패하기 쉬운 물질을 휘저을 경우 녹아있던 황화수소, 암모니아, 탄산가스가 급격히 발생하는 현상을 말합니다.</li> </ul>

훈련과목	질식재해 예방																					
학습자료	일산화탄소 중독																					
	일산화탄소 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(Co) 농도별 인체 영향																					
	<table><tr><th>농도(ppm)</th><th>노출시간</th><th>건강영향</th></tr><tr><td>30</td><td>8시간</td><td>8시간 작업 시 노출기준</td></tr><tr><td>200</td><td>3시간</td><td>가벼운 두통과 불쾌감</td></tr><tr><td>600</td><td>1시간</td><td>두통, 불쾌감</td></tr><tr><td rowspan="3">1,000~2,000</td><td>30분</td><td>심계항진(두근거림)</td></tr><tr><td>1시간 30분</td><td>현기증</td></tr><tr><td>2시간</td><td>정신혼란, 메스꺼움, 두통</td></tr><tr><td>2,000~2,500</td><td>30분</td><td>의식불명</td></tr></table>	농도(ppm)	노출시간	건강영향	30	8시간	8시간 작업 시 노출기준	200	3시간	가벼운 두통과 불쾌감	600	1시간	두통, 불쾌감	1,000~2,000	30분	심계항진(두근거림)	1시간 30분	현기증	2시간	정신혼란, 메스꺼움, 두통	2,000~2,500	30분
농도(ppm)	노출시간	건강영향																				
30	8시간	8시간 작업 시 노출기준																				
200	3시간	가벼운 두통과 불쾌감																				
600	1시간	두통, 불쾌감																				
1,000~2,000	30분	심계항진(두근거림)																				
	1시간 30분	현기증																				
	2시간	정신혼란, 메스꺼움, 두통																				
2,000~2,500	30분	의식불명																				

훈련과목	질식재해 예방
학습자료	밀폐공간의 확인과 출입금지
	<p>밀폐공간의 확인과 출입금지</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 밀폐공간의 확인 밀폐공간 작업관리의 첫 시작은 우리 사업장에 밀폐공간이 어디에 있는지, 해당 공간에 어떤 유해 요인이 있는지 파악하는 것입니다. 이는 매우 중요합니다.</li> <li>_ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조 제2항 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.</li> <li>_ 파악된 밀폐공간은 목록화하여 관리합니다.</li> <li>• 출입금지 조치 파악된 밀폐공간에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지하고 질식위험이 있음을 알리는 표지를 부착하여야 합니다.</li> <li>_ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제622조 통상적으로 출입할 필요가 없는 밀폐공간에 대해서는 잠금장치를 채워서 출입을 제한합니다.</li> </ul>

훈련과목	질식재해 예방
학습자료	심사청구·재심사청구신청 시 근로자 주의 사항
	<p>심사청구·재심사청구신청 시 근로자 주의 사항</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업계획수립 → 작업허가대상 검토요청 → 안전보건조치 → 작업허가 요청 → 작업허가 → 작업 순으로 진행됩니다.</li> <li>• 사업주는 근로자가 밀폐공간에서 작업을 하는 경우 안전조치 여부를 확인한 후 적절한 경우에만 작업을 하도록 해야 합니다. 이를 위해 회사 내부적으로 안전조치 사항을 확인하고 작업을 허가하는 절차를 마련하는 것이 중요 합니다.</li> </ul>