밀폐공간에서의 질식재해예방

1. 밀폐공간

환기가 불충분한 상태에서 산소결핍, 유해가스로 인한 건강장해와 인화성물질에 의한 화재 · 폭발 등의 위험이 있는 장소를 말한다.

2. 산소결핍

공기 중의 산소농도가 18% 미만인 상태(보통 공기 중 산소농도는 21%임)를 말하며, 산소결핍증은 산소가 결핍된 공기를 들여 마심으로써 생기는 증상으로 인체 조직에 혈액과 산소가 결핍되어 질식사를 유발할 수 있다.

일반적으로 산소결핍 상태에서는 다른 유해물질이 공기 중에 확산되어 있다는 것을 의미하며, 이들 물질이 유독물질인 경우에는 급성중독 및 질식사를 유발할 수 있다.

3. 유해가스

메탄, 탄산가스, 황화수소 등의 유해물질이 가스 상태로 공기 중에 발생되는 것을 말한다.

(1) 메탄, 에탄, 부탄
(2) 불활성기체(헬륨, 알곤, 질소, 프레온, 탄산가스 등)
(3) 일산화탄소, 황화수소
(4) 기타 반응기, 탱크 등의 내부 화학물질

4. 밀폐공간 내 적정공기

(1) 산소농도 : 18% 이상 23.5% 미만
(2) 탄산가스농도 : 1.5% 미만
(3) 황화수소농도 : 10ppm 미만

※ 밀폐공간에 인공공기 공급시 과도하게 산소를 공급하여 공기 중 산소농도가 23.5% 이상이 되면 가연성 물질이 발화하여 화재 · 폭발 위험이 있을 수 있다.

5. 밀폐공간 작업장소 종류

(1) 우물, 수직갱, 터널, 잠함, 핏트, 암거, 맨홀 등의 내부
(2) 정화조, 침전조, 집수조, 탱크, 관 등의 내부
(3) 보일러, 탱크, 반응기 등의 내부
(4) 강재 등 산화하기 쉬운 시설(그 내벽이 스테인리스강제, 그 내벽의 산화 방지 조치가 되어 있는 것을 제외)의 내부
(5) 석탄, 아탄, 황화광, 강재, 원목, 건성유, 어유 등의 물질이 들어 있는 탱크 또는 호퍼 등의 저장시설이나 선창의 내부
(6) 천정, 바닥, 벽이 페인트로 도장되어 그 페인트가 건조되기 전에 밀폐된 지하실, 창고 또는 탱크 등의 내부
(7) 곡물 · 사료 저장창고 및 적재선창, 과일 숙성창고, 종자 발아창고, 버섯류의 재배사일로 등의 내부
(8) 발효되는 식품 등을 보관하던 탱크, 창고, 양조주의 내부
(9) 냉장고, 냉동고, 냉동화물자동차, 냉동컨테이너의 내부
(10) 갈탄 · 목탄 등을 사용하는 콘크리트 양생장소 및 가설숙소 내부
(11) 빗물, 유수, 해수 등이 있거나 있었던 통,

열교환기, 뚝 등의 내부

(12) 유해가스가 들어있던 탱크, 반응기, 집진기 등의 내부

6. 사고의 원인

(1) 산소결핍 위험작업 대부분은 맨홀, 지하공동구, 탱크 등 비정기적인 임시작업으로 이의 위험성에 대한 노 · 사 및 관계자의 인식 부족이 사고의 주원인이다.

(2) 질식재해예방에 대한 인식부족으로 산소 및 가스농도측정기, 공기치환용 환기팬 등 예방장치 없이 작업을 수행하다 2명 이상의 근로자가 질식되는 사고가 다수 발생한다.

(3) 질식재해는 근로자가 작업현장의 산소결핍 또는 유해가스에 순간적으로 노출되어 치명적인 사망에 이르게 되며, 쓰러진 동료를 구하기 위해 질식사고에 대한 대비 없이 밀폐공간에 들어갔다가 2차적으로 사고를 당하게 된다.

7. 밀폐공간에서의 질식재해 현황

구분	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07.5
사망	17	16	26	11	21	16	22	20	4

최근 9년간 질식으로 인한 사망자수는 총 153명이다. 이중 건설업종에서 41.6%(62명)가 발생하고 있다. 작업장소별로는 맨홀내부(집수정, 탱크, 위생시설)에서 발생한 사망재해가 전체의 51%(76명)를 차지한다.

발생시기도 6월~8월까지의 사망자 발생율이 전체의 41.6%(62명)를 차지하고 있어 봄부터 여름철까지 질식재해예방을 위한 집중관리가 필요하다.

사망원인은 산소결핍 등에 의한 작업 중 직접 사망한 근로자는 질식으로 인한 사망자 153명 중 87.9%을 차지하며, 질식 재해자를 구조 중 사망한 근로자는 12.1%를 차지하고 있다.

8. 질식재해 사례

가. 질식재해 사례

(1) 음식물쓰레기 저장탱크(사망자 2명)

재해 개요	음식물쓰레기 저장탱크내로 떨어진 수중모터를 끌어올리기 위해 탱크 안으로 들어갔다가 산소결핍에 의한 질식으로 쓰러지자 이를 구조하러 들어간 근로자도 질식으로 사망
재해 원인	- 가스농도측정 및 환기 미실시 - 보호장비 착용 없이 구조실시

(2) 기계설치용 핏트(사망자 1명)

재해 개요	공장신축현장 내 공장바닥 하단에 기계설치용 핏트 내에서 벽면 및 바닥 도장 작업 중 발생한 혼합유기용제 가스에 의해 고농도로 폭로되어 중독 질식사망
재해 원인	- 작업중 환기 미실시 - 보호구 미착용

(3) 우수맨홀(사망자 3명)

재해 개요	도로 지하 우수박스 관로에 보수를 위한 사전조사를 위해 들어갔다가 폐수로부터 발생된 것으로 추정되는 청산염의 유해가스에 의해 중독 질식사망
재해 원인	- 가스농도 측정 미실시 - 환기 미실시

(4) 폐수처리장 폭기조(사망자 1명, 부상 2명)

재해 개요	제지공장 폐수처리장 폭기조 점검을 위해 들어갔다가 작업 중 발생된 유해가스에 의해 작업자(1명)가 쓰러지자 이를 구하기 위해 2명이 들어갔다가 질식되어 구조하러 들어간 2명 중 1명이 사망하고 나머지 2명이 부상재해
재해 원인	- 가스농도 측정 및 환기 미실시 - 보호장비 착용 없이 구조실시

(5) 바지선 맨홀(사망자 1명)

재해 개요	○○대교 건설공사 현장의 바지선 부력탱크(맨홀)에 내부수리 준비작업을 위해 들어갔다가 산소결핍에 의한 질식으로 사망재해
재해 원인	- 가스농도 측정 및 환기 미실시

(6) 하수처리장 맨홀내부(사망자 1명, 부상 1명)

재해

재해 개요	맨홀 내부에 들어가 가솔린 내연기관이 부착된 양수기로 맨홀내부의 침출수 양수작업을 하던 중 내연기관에 의한 산소결핍 및 일산화탄소 중독으로 작업자(1명)가 쓰러지자 이를 구하기 위해 들어간 근로자 1명이 질식으로 사망하고 작업자는 부상
재해 원인	- 가스농도 측정 및 환기 미실시 - 보호장비 착용 없이 구조실시

나. 작업별 질식재해

▶ 점검 · 보수작업 관련 질식재해
(1999~2005년 통계)

① 작업장소 : 저류조, 맨홀, 탱크, 수도관로, 오폐수처리조, 선박내부 등
② 관련업종 : 건설업, 위생 및 유사서비스업, 제조업, 운수업
③ 재해현황 : 발생 21건, 사망 36명, 부상 14명
(1) 재해발생개요

저류조, 탱크, 맨홀 등 환기가 불충분한 밀폐공간에서 다음과 같은 작업을 하다가 작업장소에 적체 또는 작업시 발생한 황화수소(H_2S), 메탄(CH_4), 일산화탄소(CO), 치환가스 등의 유해가스에 질식 또는 보호장구 없이 재해자를 구조하러 들어가다가 질식한 사례

① 준공검사 현장사진 촬영
② 맨홀 게이트밸브 누출상태 확인
③ 저류조 내부 침출수위 확인
④ 선박 맨홀, 탱크 점검보수
⑤ 지하침출수 누수여부 확인
⑥ 관로 유지보수 작업
⑦ 맨홀 우수유입 등 확인
⑧ 펌프, 센서 등 설비 점검보수
⑨ 탱크내부 점검보수
⑩ 아파트등 오수처리장 정기점검
⑪ 맨홀내부 제수변 점검
⑫ 저장탱크 원료잔량, 부패확인 등의 작업
(2) 예방대책
① 작업장소 출입전 산소 및 유해가스 농도를 반드시 체크
② 작업전 신선한 공기 공급을 위한 충분한 환기 실시
③ 재해자 구조시 공기호흡기 등 보호장구 착용후 구조

▶ 양수작업 관련 질식재해
(1999~2005년 통계)

① 작업장소 : 집수조, 맨홀, 정화조, 탱크, 제수변실, 전력구 등
② 관련업종 : 건설업, 위생 및 유사서비스업
③ 재해현황 : 발생 12건, 사망 20명, 부상 8명
(1) 재해발생개요

가솔린 양수기를 사용하여 지하층 물을 지상으로 양수작업 중 양수기 가동으로 발생된 일산화탄소가 지하저수조 내에 축적된 상태에서 아래와 같은 작업을 위해 밀폐공간 내부에서 작업 및 내부로 들어가다가 질식 또는 보호장구 없이 재해자를 구조하러 들어가다가 질식하여 사고난 사례

① 양수준비작업, 양수작업
② 양수기수리 · 점검작업
(2) 예방대책
① 작업장소 출입전 산소 및 유해가스 농도를 반드시 확인
② 작업전 신선한 공기 공급을 위한 충분한 환기 실시
③ 양수기 가동시 계속적으로 환기장치를 가동
④ 재해자 구조시 공기호흡기 등 보호장구 착용 후 구조

9. 밀폐공간작업 질식재해 예방대책

(1) 밀폐공간 보건작업 프로그램 수립 · 시행
① 작업시작 전 적정한 공기 상태여부 확인을 위한 측정평가
② 응급조치 등 안전보건 교육 및 훈련
③ 공기호흡기 또는 송기마스크 등의 착용 및 관리
④ 그 밖의 밀폐 공간 작업근로자의 건강장해

예방에 관한 사항

(2) 유해공기 농도 측정

① 작업개시전, 작업재개전, 교대작업 시작전 유해공기 농도 측정

② 유해공기 농도 판정기준은 측정결과의 최고값을 적정공기 농도와 비교하여 판정

(3) 밀폐공간내에서의 환기

① 작업 전 유해공기의 농도가 기준농도를 넘어가지 않도록 충분한 환기를 실시하고, 작업장소에서 메탄가스, 황화수소 등의 가스가 발생할 가능성이 있을 시는 계속환기 실시(밀폐공간내 양수기 등의 내연기관사용이나 연속작업 등은 금지)

② 가연성가스가 발생한 경우 팬 가동시 전기스파크에 의한 화재·폭발이 일어날 수 있으므로 이를 방지하기 위하여 방폭형 모터 및 팬을 사용

(4) 호흡용 보호구 등 안전장비 착용

① 호흡용보호구 : 공기호흡기, 송기마스크(질식 재해자 구조 시에는 반드시 공기호흡기를 착용한 후 밀폐공간내로 들어갈 것)

② 안전장구 : 사다리, 안전대, 구명밧줄, 무전기, 구조용 삼각대, 휴대용 방폭전등

(5) 감시인 배치 및 연락체제 구축

밀폐공간작업 상황을 상시 감시할 수 있는 감시인을 지정하여 밀폐공간 외부에 배치하여야 하고, 작업시 감시인과 상시 연락할 수 있는 장비 및 설비를 갖춰야 함

(6) 인원점검 및 출입금지 표지판 게시

① 밀폐공간 위험작업장소의 출입시 인원을 반드시 점검

② 밀폐공간작업장소에 관계자외 출입금지, 산소결핍에 의한 위험장소 등의 출입금지표지판 설치

(7) 교육훈련 실시

실습위주의 교육으로 관리감독자 및 근로가 안전작업요령을 충분히 숙지할 수 있도록 조치

■ 심폐소생술의 방법

1명이 하는 심폐소생술, 2명이 함께하는 심폐소생술, 어린이에 대한 심폐소생술 등 여러 가지 종류가 있으나 기본은 모두 기도의 유지, 호흡, 순환에 근거를 둔다. 올바른 방법을 순서대로 본다.

환자의 의식 확인 → 주위 도움 요청 → 환자를 평평한 곳에 수평으로 눕힘 → 심폐소생술 실시

▶ 인공호흡(2회 숨 불어넣기)

- 머리를 뒤로 젖히고 턱을 들어올려서 기도를 열어준다.
- 환자의 코를 엄지와 검지로 막는다.
- 숨을 크게 들이쉬고 처치자의 입을 환자의 입에 밀착 한다
- 한 번에 2초간 숨을 천천히 2회 불어 넣는다. 첫 숨이 환자의 가슴으로 들어가지 않으면 환자의 머리를 다시 뒤로 젖히고 한 번 더 불어 넣기를 한다. 두 번째 숨도 들어가지 않으면 이물질에 의한 기도 폐쇄를 의심한다.

▶ 맥박확인

- 한 손을 이마에 대 머리가 뒤로 젖혀진 상태를 유지한다.
- 다른 한 손의 두개 손가락을 환자의 목 중앙(갑상연골)에 댄다.
- 손가락을 처치자 쪽으로 미끄러지듯이 쓸어내려 목이 움푹 팬 곳에 댄다.
- 경동맥을 5~10초 동안 느낀다.

▶ 맥박이 뛰지 않을 때는 흉부압박(15회 압박)

- 환자의 가슴에 손을 얹은 상태에서 처치자의 어깨와 환자의 몸이 수직이 되게 한다.
- 양팔을 완전히 펴고 팔꿈치를 고정시킨다.
- 흉골을 4~5cm 정도 누른다.
- 1분당 80회의 속도로 15회 압박한다.
- 부드럽게 압박한다.

1분 동안 압박 15회, 인공호흡 2회 실시의 과정을 3번 반복한 후 경동맥박을 확인한다. 맥박이 뛰면 인공호흡만 실시한다.