



잠수작업자의 안전·보건

2017-교육미디어-1117

△ 재해사례



- 선박 하부에서 수중조사를 진행하던 중 조사를 수행하던 잠수작업자가 작업부하 증가로 의식을 잃은 것으로 추정되며, 의식을 상실함으로써 물고 있던 스쿠버용 호흡기가 탈락하여 익사한 재해

잠수작업이란?

- ❁ 잠수기(표면공급 공기잠수장비)를 이용하거나 스쿠버(공기통)에 의한 공기를 이용하여 수중에서 행하는 작업을 말한다. 또한 주기체(主氣體) 공급이 잠수사 자신이 휴대한 실린더에 의해서 공급되는 수중 호흡기를 스쿠버(SCUBA : Seelf Contained Under Water Breathing Apparatus)라 하며, 잠수사가 수면상(육상)으로부터 공기압축기를 통하여 주기체를 공급받는 수중 호흡기를 표면공급 공기잠수장비(SSDS : Surface Supplied Diving System)라 한다.

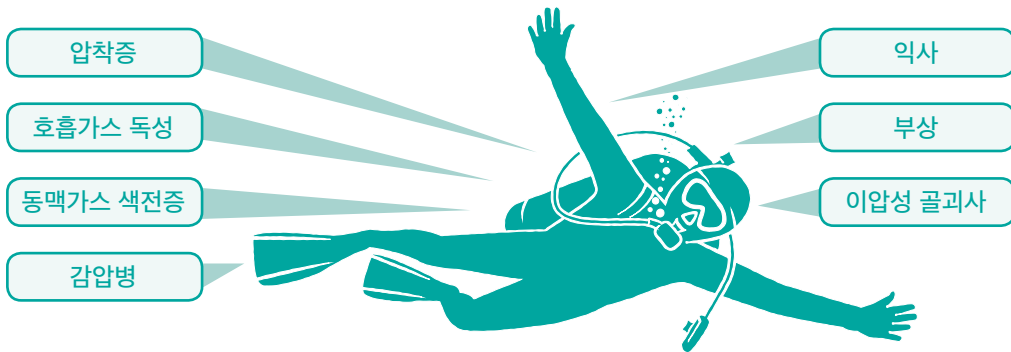
유해·위험 요인

- ❁ 잠수작업 중 호흡기 탈락 후 회수가 불가능할 경우 익사 위험
- ❁ 주된 호흡기체 공급이 중단되었을 경우 잠수 작업자 익사 위험
- ❁ 잠수작업자가 위험에 처했을 경우 감시인 등으로부터 적시에 도움을 받지 못할 위험
- ❁ 인명 구조 작업 시 시간 지체로 인하여 부상이 악화되거나 사망 위험
- ❁ 선박 프로펠러 부위 촬영 중 프로펠러가 회전하여 금물살에 휘말려 익사 위험
- ❁ 잠수작업으로 인한 감압병, 이압성 골괴사, 정신건강, 외상, 압착증 등 건강장해 발생



유해·위험 요인

잠수작업자에서 발생하는 건강문제



표면공급 공기잠수장비

표면공급식 잠수(Surface Supplied Diving System)란 선상이나 육상의 기체공급원(공기 또는 혼합기체)으로부터 유연하고 견고한 생명호스를 통해 물속의 잠수사 헬멧에 기체를 지속적으로 공급해주는 방식으로 행동범위에는 제약을 받지만 무엇보다 장시간 체류할 수 있어 효율적이다. 수상과 수중의 잠수사 간에 통화 가능하고, 수상에서 잠수사의 수심을 정확히 측정할 수 있으며, 또한 잠수사의 모든 행동을 수면 위에서 지휘·통제를 할 수 있다는 장점 때문에 오늘날 까지 산업잠수는 이 방식을 기본으로 하여 수중 작업을 수행한다.



표면공급식 잠수의 인원구성은 대체적으로 잠수감독관, 잠수사, 대기잠수사, 보조사(Tender), 전화수 등으로 팀을 구성하지만 잠수작업의 성격에 따라 지원인원이 추가 될 수 있다.

필요한 주요 설비 및 기구

공기압축기, 공기저장탱크, 공기청정장치(필터), 유량계, 송기호스, 압력조정기(레귤레이터), 마스크, 긴급용 공기저장탱크(베일아웃), 잠수복, 잠수화(부츠), 고무 물갈퀴(오리발, 핀), 벨트 및 웨이트, 잠수작업선, 고압 공기압축기, 헬멧, 생명줄(Umbilical Line)

안전보건 대책

표면공급식 잠수작업

위험성 평가 실시

잠수작업 수행 전 위험요인을 찾아내고, 위험을 제거하거나 저감할 수 있는 조치를 취하며 평가 시 잠수작업자의 직무능력 향상에 의한 방법은 위험방지 또는 저감조치에 해당되지 않음을 유념

전면형 마스크 또는 잠수헬멧 착용

작업 중 돌발 사태로 인하여 잠수작업자가 의도하지 않았으나 호흡기가 구강에서 떨어져 익사하는 사고 예방

표면공급식 잠수작업

비상기체통의 휴대

- 호흡용 기체 공급 장치의 고장, 호흡용 기체의 고갈, 생명줄의 손상 등으로 호흡기체 공급이 중단되었을 때, 잠수작업자가 안전한 곳(호흡을 자유롭게 할 수 있고 위험이 없는 곳 또는 안전한 곳으로 대피할 수 있는 여분의 호흡용 기체 공급 장치가 구비된 곳(잠수바스켓, 슝·건식 잠수종)까지 이동할 수 있는 호흡기체를 저장하고 공급하는 압력용기
- 잠수작업자의 호흡기체의 소비량은 분당 40리터로 가정
- 비상기체통은 주 호흡장치와 별개의 압력조절장치와 결합
- 비상기체통으로 호흡할 수 있는 시간 확인

예제

수심 20m에서 잠수중인 작업자가 렉스퍼사의 S-63 모델을 비상기체통을 사용하였을 때, 비상기체통으로 몇 분 동안 호흡할 수 있는가? 단, 잠수작업자의 호흡기체 소비는 분당 40리터로 가정, S-63 모델의 용적의 내용적은 9리터, 공기압력은 180bar, 비상기체통에 결합된 압력조절기의 동작압력은 10bar

풀이

호흡할 수 있는 시간(분) = {S-63모델의 내용적(liter) × (충전압력(bar) - 수중환경압력(bar) - 비상기체 압력조절기 동작압력(bar))} / (잠수작업자 분당 호흡량 × 수중환경압력(bar)) = (9ℓ × (180bar - 3bar - 10bar)) / (40ℓ × 3bar) = 1503/120 = 12.525 ≈ 12분 30초

잠수작업자에게 안전한 곳은 12분 이내의 거리에 있어야 한다.

- 비상기체 공급밸브와 역류를 방지하는 밸브가 있는 연결장치 구비
- 잠수작업자가 위험에 처했을 때 즉시 알아챌 수 있는 수중 통신장치 구비
- 수면에 있는 피재자를 물밖(선상 또는 지상)으로 들어 올릴 수 있는 장치를 설치
- 피재자 구난 및 응급처치의 훈련
 - 잠수작업을 하기 전 구조의 역할을 미리 분담하고 해당 잠수작업과 유사한 조건에서 구조 훈련을 실시하여, 피재자를 황금시간 내에 구조할 수 있도록 조치
- 안전수칙 교육 및 준수
 - 잠수하거나 보트선상에서 작업할 경우에는 고무신발 착용
 - 수중에서 작업 시 다른 보트에게 알리는 국제적으로 공인된 깃발 사용
 - 잠수사들은 다른 잠수사가 쉽게 볼 수 있는 시야 내에서 쌍으로 작업
 - 잠수해야 할 가장 깊은 부분을 제일 먼저 작업하고 점진적으로 더 얕은 곳으로 옮겨 작업
 - 새로운 깊이의 수중이나 수면위로 올라오는 동안 잠수사는 천천히 숨을 내쉬도록 조치

스쿠버 장비

스쿠버 잠수작업 최소 운영

- 개방식 스쿠버의 출현으로 바다 속의 활동이 자유스러워짐에 따라 심해에 대한 인간의 도전은 폭발적으로 증대되어 스쿠버는 모든 잠수의 대명사로 부각되었고, 특히 스포츠·레저잠수에서 없어서는 안 될 핵심적인 장비로 등장 하였다. 그러나 산업잠수(Commercial Diving)에서는 특수한 상황을 제외하곤 스쿠버 장비 사용을 엄격히 제한하고 있다.

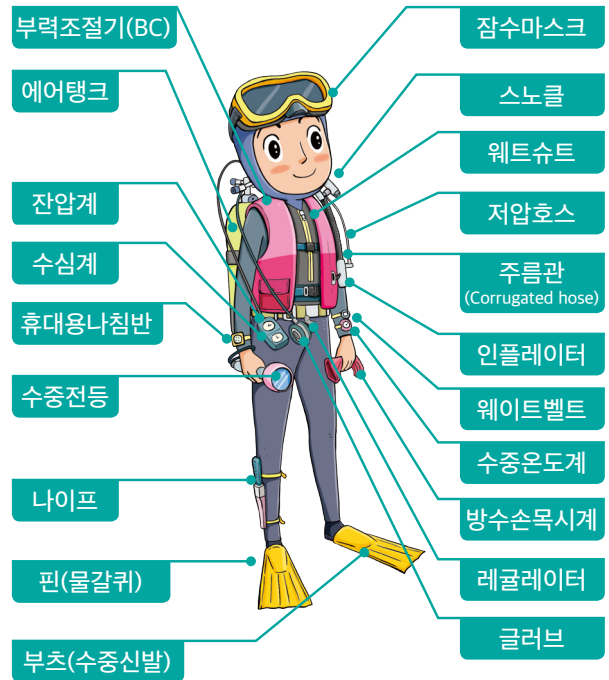
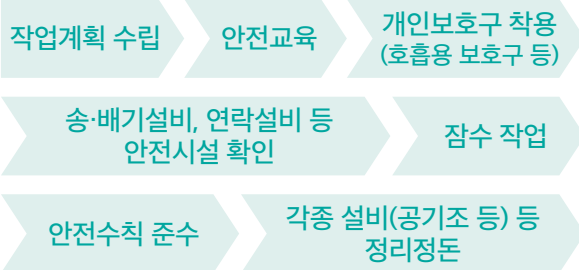
스쿠버 장비

필요한 주요 설비 및 기구

- 공기저장탱크, 압력조정기(레귤레이터), 마스크, 잠수복, 납추(웨이트), 벨트, 고무 물갈퀴(오리발, 핀), 잔압계, 공기탱크 고정벨트, 부력조절기(BC)고압 공기압축기

스쿠버 잠수작업

안전작업 절차



- 고압 공기압축기로 공기저장탱크에 공기 충전
- 잠수 중에는 잠수자의 배기에 의한 기포 및 잠수구역내의 선박 침입 등 감시
- 잠수 전에 잠수자의 공기저장탱크의 잔압을 계측하여 잠수자에게 통지
- 감압을 필요로 하는 잠수에서는 감압 시에 사용하는 공기저장탱크 등을 미리 준비
- 수중에서는 2인 1조 잠수로 하고, 단독잠수 금지
- 공기저장탱크의 공기 저장량에 제한이 있으므로 잠수시간 엄수
- 수중시계는 반드시 휴대
- 잠수자는 공기저장탱크의 잔압을 수중 잔압계로 항상 감시(통상 잔압이 5MPa(50Bar) 전후가 되면 상승을 시작)

개인보호구 지급·착용 및 잠수작업자의 건강상태 확인

잠수작업 시 안전조치

- 잠수기구 점검
- 잠수작업 시설 점검
- 잠수작업 시 감시원 배치
- 잠수 시 개인장구(시계, 칼, 나침반, 수심측정기 등) 지급
- 잠수용 산소용기의 실(實) 용기와 공(空) 용기 구분하여 관리
- 야간작업 시 잠수작업 표지 설치
- 고농도 산소의 사용 제한

안전수칙 교육 및 준수

- 잠수하거나 보트선상에서 작업할 경우에는 고무신발 착용
- 수중 작업 시 해역부근의 모든 다른 보트에게 알리는 국제적으로 공인된 깃발 사용
- 잠수사들은 다른 잠수사가 쉽게 볼 수 있는 시야 내에서 쌍으로 작업
- 매번 잠수하는 동안 잠수사는 9m/min 이상 빠르게 부상하지 않도록 주의
- 5미터마다 3~5분 동안 안전하게 멈춰 선다.
- 감시자 등은 시간을 준수하여 5분이 경과했을 때 잠수사에게 전달
- 장시간의 깊은 잠수동안 한번 또는 그 이상 감압정지(decompression stop) 실시



관련 법령 및 작성 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편 보건기준 제5장 이상기압에 의한 건강장해의 예방
- KOSHA GUIDE B-4-2011 잠수작업자 안전기술지침
- KOSHA GUIDE H-54-2011 잠수작업자 보건관리 지침

※ 해당 자료의 자세한 내용은 공단 홈페이지 ▶ 정보마당 ▶ 법령/지침 ▶ 안전보건 기술지침을 참고하시기 바랍니다.