

KOSHA GUIDE

G - 124 - 2016

잠수용 생명줄 점검·관리 기술지침

2016. 6

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 강준혁
- 제·개정 경과
 - 2016년 6월 산업위생분야 제정위원회 심의(제정)
- 관련규격 및 자료
 - 고용노동부고시 제2015-28호 보호구 자율안전확인 고시
 - EN 15333-1:2008 Respiratory equipment - Open-circuit umbilical supplied compressed gas diving apparatus - Part 1: Demand apparatus
 - Det Norske Veritas : DNV-OS-E402 Offshore standard for diving system, 2010
 - Occupational Health and Safety Administration : CFR 1910 Subpart T Commercial diving operations
 - Association of Diving Contractors International(ADCI) : International consensus standards for commercial diving and underwater operations, 6th Ed, 2014
 - US Navy : SS521-AH-PRO-010 Diving Umbilical Rev 1, 2005
 - International Marine Contractors Association(IMCA) : IMCA D 018 The Initial and Periodic Examination, Testing and Certification of Diving Plant and Equipment, Rev 1, 2014
IMCA D 023 DESIGN for Surface Orientated (Air) Diving Systems
- 관련법규·규칙·고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제5장 이상기압에 의한 건강장해의 예방
 - 고용노동부고시 제2015-28호 보호구 자율안전확인 고시
- 기술지침의 적용 및 문의
 - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 (www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
 - 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.
- 공표일자 : 2016년 6월 30일
- 제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

잠수용 생명줄 점검·관리 기술지침

1. 목적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙 제552조(잠수작업 설비의 점검 등)의 규정에 의거 잠수작업 중 산업재해 예방을 위하여 사업주가 조치하여야 할 생명줄 점검·관리에 관한 기술상의 지침을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 호흡용 기체를 잠수작업자에게 전달하는 생명줄(Diver Umbilical)의 점검과 관리에 한하여 적용한다. 다만, 수면 위의 호흡용 기체 공급장치와 습식 또는 건식 잠수종에 연결되는 주생명줄(Main Umbilical) 점검 관리 및 생명줄의 제조에는 적용하지 아니한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다

(가) “산소 세척”이라 함은 산소가 25%이상인 기체를 공급하는 배관, 밸브, 호스 등과 같은 자재를 해당 용도에 적합하게 세척하는 행위를 말한다.

(나) “생명줄(Diver Umbilical)”이라 함은 잠수작업자에게 호흡용 기체를 공급하고, 잠수작업자가 체류 중인 수심을 측정하며, 수상 감독자와 수중 잠수작업자가 의사소통을 할 수 있는 호스와 전선 등의 묶음을 말한다.

(다) “스펀지 피그”라 함은 호스 내부의 오염물을 검사할 수 있는 스펀지로 만든 기구를 말한다.

(마) “시스템 공급 압력”이라 함은 잠수기를 착용한 잠수작업자가 최소한의 노력으로 호흡할 수 있도록 잠수조정반에서 공급되는 호흡용 기체의 압력을 말한다.

(라) “잠수조정반(Dive control panel)”이라 함은 잠수작업자에게 공급할 호흡기체의 압력과 유량을 제어하고 수심을 측정하는 장치를 말한다.

(바) “피팅(fitting)”이라 함은 호스를 배관 또는 잠수기에 연결하기 위한 연결부품을 말한다.

(사) “msw/fsw”라 함은 해수의 수심을 미터/피트로 표현한 단위를 말한다.

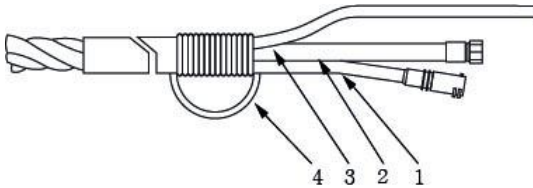
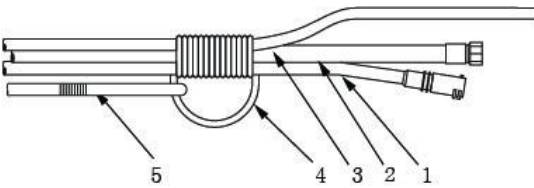
(2) 이 지침에서 사용하는 그 밖의 용어의 정의는 이 기준에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙, 보호구 자율안전확인 고시 및 고기압 작업에 관한 기준에서 정하는 바에 따른다.

4. 생명줄

4.1. 구성요소 및 사양

(1) 생명줄의 구성요소는 <그림 1>과 같다.

<그림 1> 생명줄의 구성요소

나선묶음 생명줄		평행묶음 생명줄	
			
1	통신 케이블		
2	호흡기체 공급용 호스		
3	수심계측용 호스		
4	D-링		
5	안전 로프		

- (2) 호스는 1000뉴턴의 정하중을 10~15초간 가했을 때, 파열, 누설, 부품, 변형 등의 결함이 없어야 한다.
- (3) 구성요소를 결합한 생명줄은 3500뉴턴 정하중에 5분간 견뎌야 한다.
- (4) 호스의 내구연한을 초과한 생명줄은 사용횟수와 관계없이 폐기한다.
- (5) 통신선의 저항은 30미터 당 1옴 이하, 절연저항은 1메가옴을 초과하여야 한다.
- (6) 생명줄의 점검주기는 <별지서식 1> 잠수생명줄 점검양식에 따른다.

4.2. 길이 표시

- (1) 생명줄에 길이를 표시할 때에는 <표 1>를 참고하여 절연 테이프 등을 호스에 감아서 길이를 표시한다.

<표 1> 길이 표시 색상의 예시

길이(m)	색상	길이(m)	색상
5	백색 고리 1	40	황색 1/백색 3
10	백색 고리 2	45	황색 1/백색 4
15	백색 고리 3	50	황색 고리 2
20	백색 고리 4	55	황색 2/백색 1
25	황색 고리 1	75	황색 고리 3
30	황색 1/백색 1	80	황색 3 /백색 1
35	황색 1/백색 2	100	적색 고리 1

- (2) 생명줄에 길이를 표시할 때는 잠수작업자 쪽 D링 체결 부위를 0으로 표시한다.
- (3) <표 1>의 표시 간격에도 불구하고, 용도에 따라 표시간격을 줄이거나 늘릴 수 있다. 다만, 표시간격을 늘이는 경우에는 10미터를 초과하지 않는다.

5. 시험

5.1. 시험의 종류

생명줄 관리를 위한 시험의 종류는 <표 2>과 같다.

<표 2> 생명줄 시험의 종류

순번	구성요소	육안 검사	내압 시험	기밀 시험	통전 시험	산소 세척	기능 검사	인장 시험
1	호흡기체 공급용 호스	○	○	○		○		
2	수심 계측용 호스	○	○	○				
3	통신용 전선	○			○		○	
4	D-ring	○						○
5	로프	○					○	○
6	폐쇄회로 카메라용 전선	○			○		○	
7	수중 조명용 전선	○			○		○	
8	온수 공급용 호스	○	○	○				
9	피팅	○		○				
10	생명줄							○

5.2. 육안검사

- (1) 생명줄은 균열(Crack), 패임(Gouge), 잘림(Cut), 벗겨짐, 찌힘 등의 결함이 없고, 이 물질에 의한 오염이 없어야 한다.
- (2) 생명줄의 금속 부품은 녹(Rust), 녹청(Verdigris), 부식(Corrosion) 등의 화학적 손상과 찌힘, 균열(Crack), 패임(Gouge), 잘림(Cut), 나사산 손상(Gall) 등의 물리적 손상이 없어야 한다. \

5.3. 내압시험

- (1) 내압시험 장치는 <별지그림 1> 내압시험장치의 예시와 같다.

(2) 시험 압력

표면공급식 잠수에 사용하는 생명줄의 내압시험압력은 최고사용압력의 1.5배이다

(3) 내압시험절차

(가) 육안검사 후 결함이 없는 생명줄에 한하여 수압검사를 한다.

(나) 수압시험장치를 <별지그림 1>과 같이 준비하고, 개인보호장비를 착용한다.

(다) 시험대상인 호스에 물을 채운다. 물을 채울 때는 주수구보다 배수구의 위치를 높게 하여 공기가 호스 안에 남아 있지 않도록 한다.

(라) 물을 다 채운 호스의 끝에 연결한 밸브를 닫아서 누수를 막고, 호스 이탈방지 기구(Whip check)를 이용하여 고정한다.

(마) 내압시험장치의 공기제어밸브를 열어 호스 안을 가압한다.

(바) 내압시험장치의 압력계가 시험압력에 도달하면 밸브를 닫는다. 시험압력에 도달하기 위하여 미세한 조정이 필요한 경우, 수동 가압 레버를 이용한다.

(사) 피팅과 호스의 연결부, 피팅 체결부, 호스 등의 누수 여부를 확인한다.

(아) 누수가 없으면 펌프와 생명줄 호스가 연결된 밸브를 닫고 10분간 기다린다.

(자) 10분 후 압력의 변화가 있는지 확인한다.

(차) 압력이 감소한 경우, 누수 부분을 추적하여 수리한 후 (다)부터 반복한다.

5.4. 통전시험(Continuity Test)

(1) 시험 기기 - 디지털 멀티미터

(2) 시험 절차

(가) 검교정이 완료된 디지털 멀티미터의 기능 중 도통시험 기능을 선택한다.

(나) 생명줄의 잠수조정반 쪽과 잠수작업자 쪽의 전선에 멀티미터의 탐촉자를 접촉하여, 부저음을 확인한다.

(다) 디지털 멀티미터의 기능을 저항측정으로 선택하고 도통시험을 거친 전선의 저항을 확인하여 기록한다.

(라) 접지선(common)과 전선 간 절연저항을 확인한다.

(마) 도통과 저항측정이 완료되면, 통신기, 카메라, 수중 조명 등을 연결하여 기능상 이상 유무를 확인한다. 이 때 사용하는 전자, 전기 장치는 기능점검을 완료한 기하여야 한다.

5.5. 산소 세척

(1) 산소 세척 장치

(가) 초음파 세척기

(나) 생명줄 전용 세제

(다) 온수기

(라) 정량 펌프(Peristaltic pump)와 같이 재오염을 방지할 수 있는 세제 순환용 펌프

(마) 호흡용 압축공기

(바) 스펀지 피그

(사) 자외선 조명

(아) 산성도 측정기(pH meter)

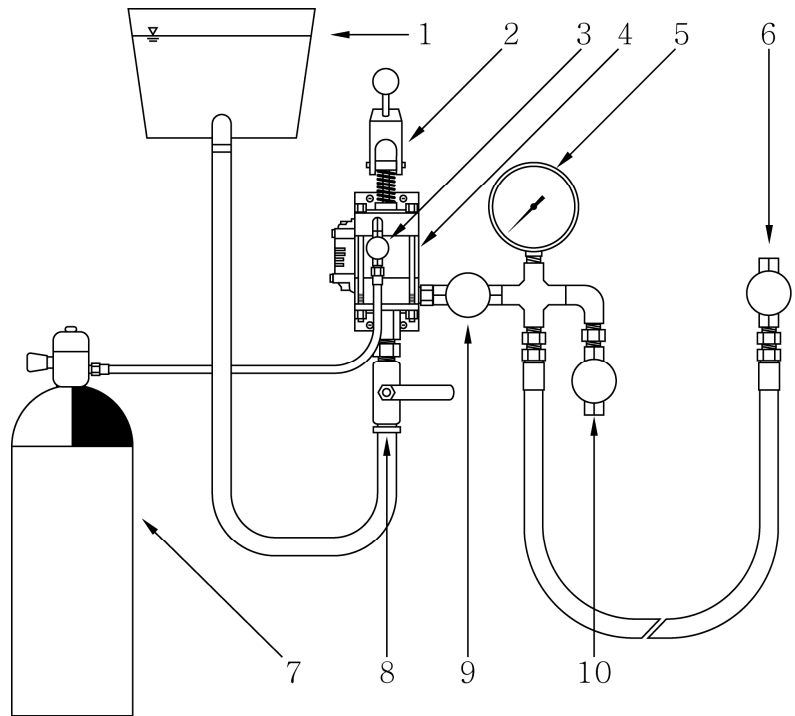
(2) 절차

(가) 내압시험을 통과한 생명줄에 한하여 산소 세척을 한다.

(나) 희석한 전용세제를 40℃까지 가열한다.

- (다) 펌프와 필터를 이용하여 전용세제를 10분간 순환시킨다.
- (라) 용액의 온도를 측정하여 30℃이하이면 40℃로 가열한 후 5분간 재순환 시킨다.
- (마) 따뜻한 비눗물을 10분간 순환시킨 후, 산성도를 측정한다.
- (바) 산성도가 중성이면 호스 안의 모든 물을 배수하고 호흡용 공기를 호스를 통해 20분간 환기한다.
- (사) 5개의 스펀지 피그를 호흡용 공기로 주입한다.
- (아) 검사 시작 전 자외선 등을 10분간 켜 둔다.
- (자) 생명줄의 호흡용 호스를 통과한 스펀지 피그를 자외선 등 아래에서 조사한다.
- (차) 유류잔존물(Hydrocarbon)이 스펀지 피그에 남아 있으면, 자외선에 반응하여 밝은 빛을 내는데, 발견 시 전용세제를 새 용액으로 교체하고 (나)부터 반복한다.
- (카) 세척이 끝나면 세척일자, 세척한 사람의 이름, 다음 세척일자를 스티커에 적어 투명 수축튜브로 호스에 부착한다.
- (타) 호스의 끝 피팅은 플라스틱 플러그로 막고, 보관절차에 따라 보관한다.

<별지그림 1> 내압시험 장치의 설치 예시



순번	명 칭
1	마실 수 있는 물로 채운 물통 또는 수원(Potable water source)
2	수동 가압 레버
3	펌프 운전용 공기 제어 밸브
4	공압 운전 펌프
5	압력 게이지
6	배수 차단 밸브
7	압축공기 저장용기
8	물 공급 밸브
9	수압 제어 밸브
10	물 채우기 밸브

<별지서식 1>

잠수용 생명줄 점검 서식

이 서식은 잠수작업자에게 직접 연결되는 생명줄에 한하여 적용하고, 주생명줄(Main Umbilical)에 적용하지 아니한다.

순번	항목	요구사항	필요성	점검 당시 상태	인증서발행일
I 일반사항					
1.1	구성	생명줄은 잠수작업에 적합해야 한다. 생명줄의 구성요소는 생명줄용으로 설계·제조 되어야 한다.	A		
1.2	보관	생명줄 보관을 위한 적절한 대책을 마련한다. 최소 굵힘 반경 이상으로 굽어지지 않도록 하여 생명줄이 손상될 수 있는 위험을 줄인다.	B		
1.3	표시	잠수작업자에게 공급한 길이를 알 수 있도록 적어도 10미터마다 생명줄에 길이를 표시한다.	A		
1.4	체결	잠수작업자쪽 생명줄에는 잠수작업자가 착용한 안전멜빵(Harness)에 체결할 수 있는 수단을 마련해야 한다.	A		
2 길이					
2.1	공급 길이	잠수작업자에게 공급하는 생명줄의 길이는 비상기체량 또는 선박의 조향기(Thruster)와 같은 요인에 의해 제한된다. 수심별 잠수작업자에게 공급할 수 있는 생명줄의 최대길이를 표시하여 관리한다.	A		
		대기잠수사의 생명줄 길이는 잠수작업자의 생명줄 보다 2미터(6피트)이상 길어야 한다.	B		
3 시험					
3.1	전선	6개월 마다 1회 육안검사, 기능검사, 도통 및 저항시험을 한다.	A		
3.2	호스	최초 사용시, 사용압력의 1.5배 또는 권장압력으로 수압시험한다.	A		
		6개월 마다 육안검사 및 기능시험을 한다.	A		
		2년 마다 최고사용압력에서 기밀시험을 한다.	A		

A : 요구사항을 엄밀히 따라야 할 사항, B : 요구사항을 두 가지 이상의 방법으로 실현할 수 있는 사항

출처 : IMCA D023 DESIGN for Surface Orientated (Air) Diving Systems