

KOSHA GUIDE

G - 123 - 2016

# 잠수용 비상기체통 점검·관리 기술지침

2016. 6

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 강준혁
- 제·개정 경과
  - 2016년 6월 산업위생분야 제정위원회 심의(제정)
- 관련규격 및 자료
  - KGS AC218 2015 고압가스용 이음매 없는 용기 재검사 기준
  - SPS-KEAA111-ISO13769-5031 가스용기 - 각인표시
  - Health and Safety Executive:
    - Diving cylinder: Guidance on their manufacture, inspection and carriage
    - Diving cylinder: Guidance on internal corrosion, fitting valves and filling
  - 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
  - Luxfer SCUBA cylinder visual inspection guide, 2nd Ed, 1998
  - British Compressed Gases Association:
    - Technical Information Sheet 6, Rev 2, 2012
- 관련 법규 · 규칙 · 고시
  - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편 제5장 이상기압에 의한 건강장해의 예방
- 기술지침의 적용 및 문의
  - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지([www.kosha.or.kr](http://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 비상기체통 점검·관리 기술지침

### 1. 목적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전규칙”이라 한다) 제552조(잠수작업 설비의 점검 등)의 규정에 의거 잠수작업 중 산업재해예방을 위하여 사업주가 특별히 조치하여야 할 잠수용 비상기체통에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

이 지침은 잠수작업 시 사용하는 알루미늄 합금 재질의 잠수용 비상기체통 점검 관리에 적용한다. 다만, 매 5년 시행하는 재검사에는 적용하지 아니한다.

### 3. 용어의 정의

(1) 이 지침에 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “비상기체통”이라 함은 잠수작업자가 잠수작업 중 호흡용 압축 기체를 공급받지 못할 때 사용할 수 있도록 휴대하는, 알루미늄 합금으로 이음매 없이 제조된 비상용 호흡기체 저장 압력용기를 말한다.

(나) “결함”이라 함은 <부록 2> 결함의 종류에 해당하는 상태를 말한다.

(다) “기밀시험”이라 함은 최고충전압력으로 충전한 비상기체통에 레귤레이터를 장착한 상태에서, 실린더 밸브를 개방하고 플라스틱 재질의 밸브 손잡이를 제거한 후, 검사용 비눗물을 도포하고 15초간 기체의 누설 여부를 확인하는 검사를 말한다.

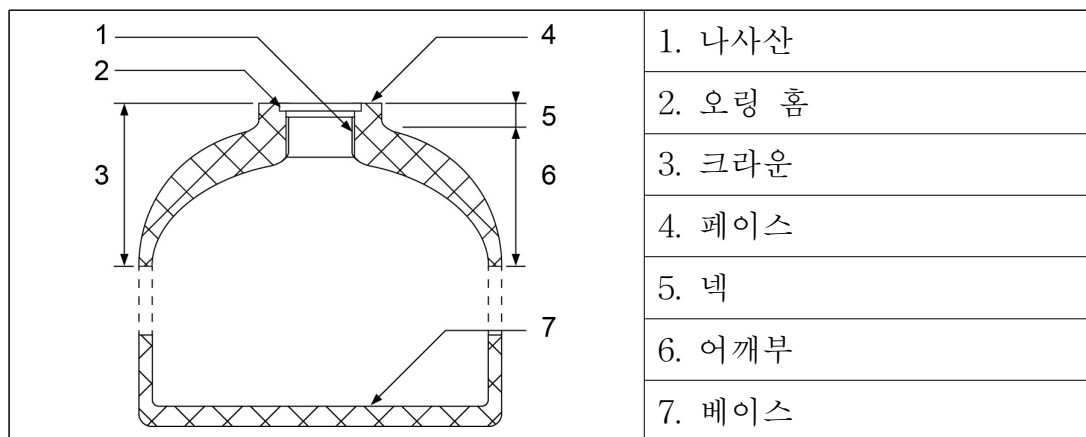
(라) “내압시험”이라 함은 워터 자켓(내압시험용 내압수조)을 이용하여 물로 채운 비상기체통을 최고충전압력의 1.5배로 가압하여 내압성과 팽창으로 인한 체적의 영구변형 여부를 검사하는 시험을 말한다.

#### 4. 비상기체통 점검

##### 4.1 비상기체통 각 부의 명칭

비상기체통 각 부의 명칭은 <그림 1>에 주어진 바와 같다.

<그림 1> 비상기체통 각부의 명칭



##### 4.2 점검 관리

###### 4.2.1 시험항목 및 점검주기

(1) 비상기체통의 점검 항목과 점검 주기는 <표 1>와 같다.

<표 1> 비상기체통 검사항목

순번	검사 항목	검사 주기	검사기관	해당 부분품
1	외관 검사	6개월	사업장	밸브
2	오링 검사	6개월	사업장	
3	나사산 검사	6개월	사업장	
4	기밀시험	6개월	사업장	밸브, 밸브 연결부
5	각인 검사	6개월	사업장	비상기체통
6	오링 홈 검사	6개월	사업장	
7	외관검사	6개월	사업장	
8	나사산 검사	6개월	사업장	
9	내부 검사	6개월	사업장	
10	내부 연마세척	필요시	사업장	
11	기밀시험	2년	시험기관	밸브 연결부
12	내압시험	4년 <sup>주1)</sup> /5년 <sup>주2)</sup>	시험기관	비상기체통

주1) IMCA D018 The Initial and Periodic Examination, Testing and Certification of Diving Plant and Equipment, Rev 1, 2014

주2) 한국가스안전공사 KGS AC218 2015 고압가스용 이음매 없는 용기 재검사 기준

## (2) 즉시 검사

<표 1>의 점검 주기에도 불구하고 다음과 같은 경우에 즉시 점검한다.

(가) 비상기체통을 떨어트렸을 때

(나) 비상기체통이 부딪히거나 타격을 받았을 때

(다) 사용 중 사고가 발생했을 때. 다만, 법집행기관의 증거물인 경우에는 제외한다.

(라) 부적절하게 보관되었을 때

① 비상기체통의 내압이 대기압과 동일한 상태로 보관된 경우

② 습도가 높은 곳에 보관된 경우

③ 자연 재해 등으로 침수된 경우

④ 비상기체통 위에 중량물을 놓아둔 채 보관된 경우 등

(마) 마지막 검사 후 화학적 손상(부식)의 흔적이 있을 때

(바) 마지막 검사 후 물리적 손상(우그러짐, 찌힘, 굽힘 등)의 흔적이 있을 때

(사) 비상기체통 내에 물 또는 기타 이물질이 침투하였을 때

(아) 화재 또는 고온 등에 노출되었을 때

① 페인트 또는 보호막이 부풀어 오르거나 그을린 흔적이 있을 때

② 금속의 일부가 녹았거나 그을린 흔적이 있을 때

③ 비상기체통 또는 비상기체통의 부품이 변형되었을 때

④ 비상기체통 밸브 또는 밸브의 부속 등이 녹았을 때

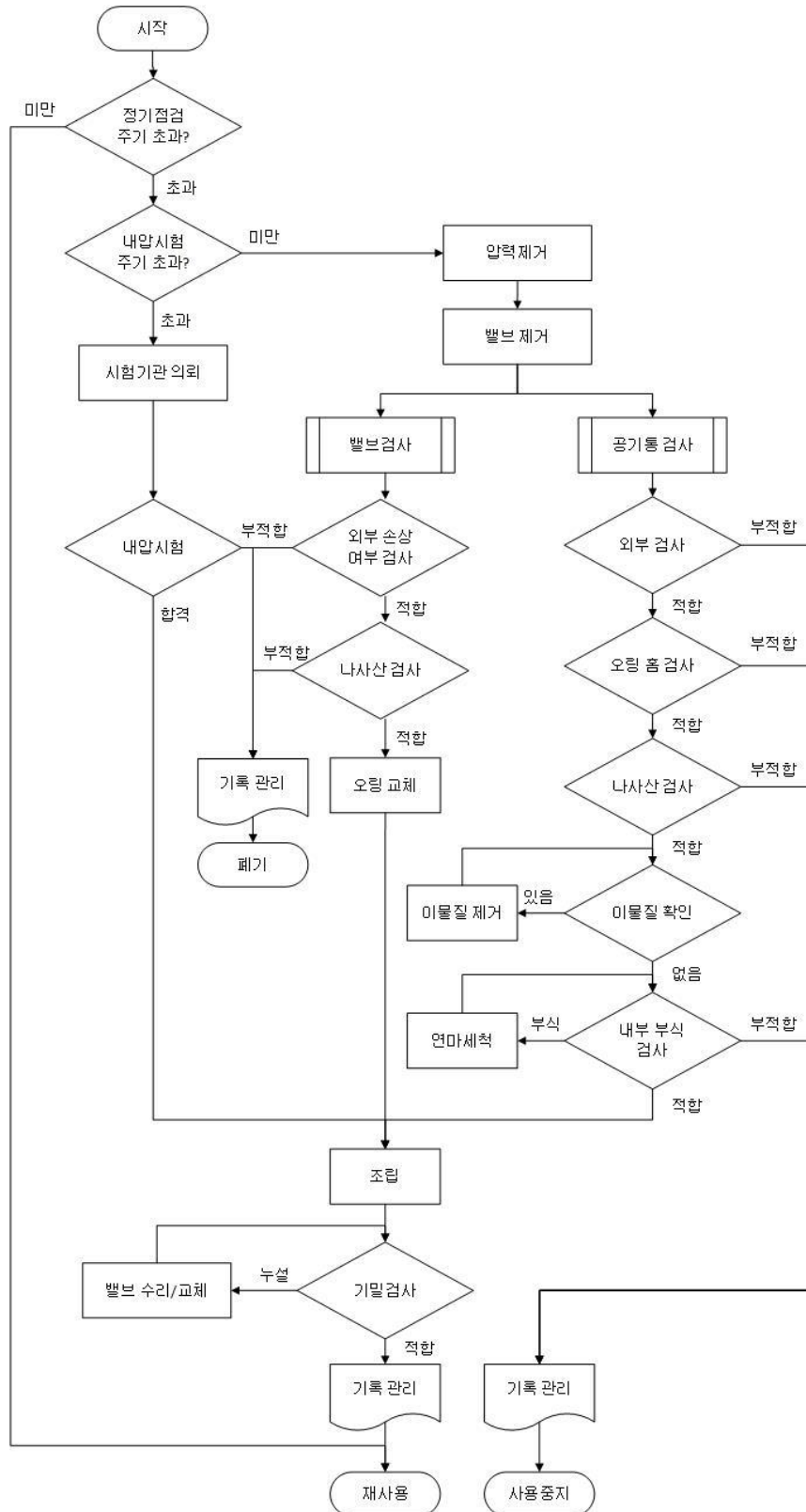
(자) 기체가 누설되거나 기밀 불량에 의심될 때

(차) 균열을 발견하거나 균열에 의심될 때

## (3) 점검 순서

사업주는 <그림 2>에 주어진 바와 같이 비상기체통을 검사하는 것이 좋다.

<그림 2> 비상기체통 검사 순서도



## (4) 검사항목

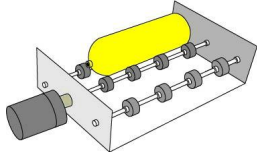
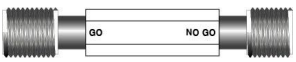
비상기체통 검사항목은 <표 2>에 주어진 바와 같다.

<표 2> 검사항목

순번	검사 항목	직무 설명
1	압력확인	압력계를 이용하여 비상기체통 내부압력을 확인한다.
2	압력제거	밸브를 개방하여 비상기체통 내부압력을 제거한다. 고압기체통의 밸브를 직접 개방할 경우, 고압 공기와 고압공기 배출시 발생하는 소음 등으로 부상의 위험이 있으므로, 안전조치를 취하고 보호구를 착용한다.
3	외관, 각인검사	외부 표면 결함, 식별표시, 검사일 등을 확인한다. 외관 검사 시 이물질 등으로 비상기체통이 오염되었을 때에는 물 또는 “알루미늄에 적합”한 세제를 이용하여 제거한다.
4	밸브제거	밸브 고장으로 내압을 제거할 수 없을 때에는 사고의 위험이 있으므로, 전용공구가 없고 전문적인 직무능력을 갖춘 사람이 아니면 밸브를 제거하지 않는다.
5	오링 검사	오링의 변형, 손상 여부를 확인한다.
6	나사산 검사	나사산의 결함 확인, 육안검사 후 비상기체통의 나사산은 플러그 게이지를, 밸브의 나사산은 링게이지를 사용하여 관통 시험한다. 비상기체통에 적용된 나사산 규격에 주의한다.
7	어깨부 검사	나사산과 인접한 지역의 결함(주름, 골)을 치경(치과용 거울)이나 전문장비를 이용하여 검사한다.
8	내부검사	비상기체통 내부의 이물질, 개재물, 부식 등을 산업용 내시경을 이용하여 확인한다.
9	연마세척	부식에 의한 손상 또는 범위가 적합 기준 이내이거나 점부식(Pit)이 의심될 경우 시행한다.
10	내부검사	점부식은 연마세척 전 표면검사에서 간과될 수 있으므로, 연마세척 후 내부검사를 진행한다. 검사의 중복을 피하기 위하여 세척 전 내부검사를 생략할 수 있다.
11	조립	밸브와 비상기체통을 조립한다. 조립 전 밸브와 비상기체통의 나사산 규격의 일치여부를 반드시 확인한다.
12	기밀검사	밸브 조립 후, 압축공기를 최고압력으로 충전한 후 기밀검사를 한다.
13	표시와 기록	검사일자를 표시하고 검사결과를 기록한다. 부적합 판정을 받은 비상기체통은 사용을 중지하고 후속 조치를 시행한다.

#### 4.2.2 시험 장비

<표 3> 시험장비

순번	장 비 명	용 도	비 고
1	실린더 압력계	비상기체통내 내압 측정	
2	레귤레이터	비상기체통 압력 제거 시 고압기체에 의한 부상 방지를 목적으로 함.	스쿠버(SCUBA) 잠수 시 사용하는 1단계와 2단계 호흡기
3	바이스	밸브 분해 조립 시 비상기체통을 고정하는 장치	
4	토크렌치	밸브와 비상기체통을 조립할 때 사용	밸브와 비상기체통의 매뉴얼에 표시된 토크에 따름
5	분무기	기밀검사 시 비눗물 도포	
6	회전식 연마세척기 (Tumbler)	비상기체통 내부 연마세척 시 비상기체통 회전	
7	연마세척제	연마세척 시 비상기체통 내부에 넣는 세척제	산화알루미늄 칩 세라믹 비드/필렛
8	산업용 내시경	내시경 카메라와 조명장치를 이용한 비상기체통 내부 육안검사	
9	플러그 게이지	비상기체통 나사산의 관통/불통 검사	
10	링 게이지	비상기체통 밸브의 관통/불통 검사	
11	치경(치과용 거울)	나사산과 어깨부 안쪽 육안검사	
12	와전류탐상기 (실린더 전용)	나사산 어깨부 안쪽 비파괴 검사 <sup>주1)</sup>	비상기체통 안쪽벽과 바닥은 내시경을 이용하여 육안검사한다.
13	워터자켓	내압시험 <sup>주2)</sup> 팽창시험	최고압력일 때의 팽창값(전체 체적 팽창값) 분의 압력 제거 후 팽창값(영구 체적 팽창값)의 백분율이 10% 미만일 것.

주1) 제조사에서 권장할 때에는 와전류탐상을 하는 것이 좋다.

주2) 매5년 시행하는 정기검사에 해당하는 항목으로 전문기관에 시험을 의뢰하는 것이 좋다.



#### 4.2.3 부적합 발견 시 조치

- (1) 검사 후 부적합으로 판정된 비상기체통을 격리하여 폐기 직전까지 재사용 및 판매를 하지 않는다.
- (2) 부적합 제품을 폐기할 때에는 KGS AC218 2015 고압가스용 이음매 없는 용기 재검사 기준에 따라 시행한다. 시행 전 비상기체통 내의 압력을 제거하고, 밸브를 비상기체통에서 분리한 후, 아래와 같이 조치한다.

(가) 기계적 방법을 이용한 용기의 분쇄

(나) 비상기체통 neck의 불규칙한 절단

(다) 용기를 두 조각 이상으로 임의 절단

※ 주의 : 폐기 시 폭발의 위험이 높은 방법으로 폐기하여서는 안된다.

#### 4.2.4 식별

##### (1) 색상

비상기체통 어깨부의 색상과 도료의 색상코드는 <표 4>에 주어진 바와 같다.

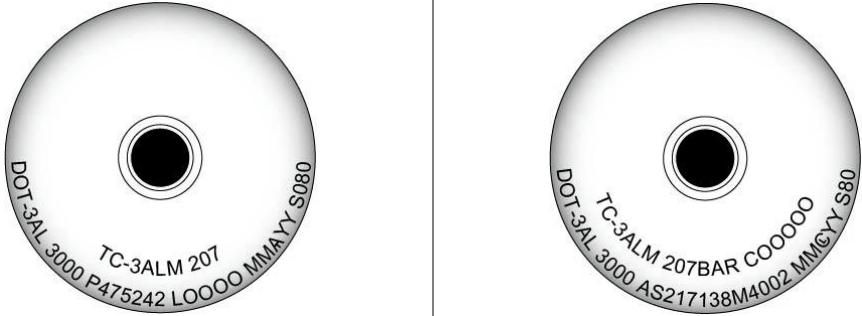
<표 4> 비상기체통 어깨부 색상과 색상코드

순번	호흡기체	어깨부 색상	색상코드	예 시
1	공기	흰색 검은색	RAL 9010 RAL 9005	
2	헬리옥스	흰색 갈색	RAL 9010 RAL8008	

※ 주의 : 비상기체통의 색상은 내용물 식별을 위한 수단이지만, 잠수 전 반드시 기체분석기를 이용하여 기체의 종류를 확인해야 한다.

(2) 각인에 의한 식별은 <그림 3>에 주어진 바와 같다.

<그림 3> 고압 알루미늄 용기의 각인

	
규 제 관 청	DOT(Department of Transportation, 미국) TC(Transport Canada, 미국)
규 격	3AL : 미국 알루미늄 용기 규격 3ALM : 캐나다 알루미늄 용기 규격
최 고 사 용 압 력	207BAR, 3000PSI
시 리 열 번 호	P475242, AS217138
제 조 사	LOOOO(L사), COOOOO(C사)
제 조 자 번 호	M4002 : DOT에서 부여한 제조사(C사) 번호
최초내압시험일	MM YY : 내압시험 월(MM)과 년도(YY)
시 험 기 관	<b>A</b> : Authorized Testing, 미국 <b>C</b> : Cochrane Laboratories, 미국
모 델	S080, S80

(3) 나사산 규격

(가) 비상기체통에 적용된 나사산의 규격은 <표 5>에 주어진 바와 같다.

<표 5> 비상기체통의 나사산 규격

순번	나사산	나사산 각도	공칭지름	규격
1	M25 × 2 ISO 평행 나사	60°	25.00 mm	BS 3643
2	3/4 " × 14 BSP 평행 나사	55°	24.12 mm	ISO 288
3	3/4 " × 14 NPSM평행 나사	60°	24.49 mm	ASME B1.20.1

※ 주의 : 나사산 규격이 다른 밸브를 사용하여서는 안된다.

## 4.3 기록 및 보관

### 4.3.1 기록 보관

- (1) 장비 점검의 기록은 산업안전보건기준에 관한 규칙 제555조(점검 결과의 기록)에 따라 5년간 보존한다.
- (2) 사내 예정관리시스템(Planned maintenance system, PMS)을 운영할 때에는, 관리시스템에 따라 비상기체통의 기록을 관리한다.

### 4.3.2 비상기체통의 보관

- (1) 사용 후 비상기체통을 담수로 세척하고 습기를 제거한 후 세워서 보관한다.
- (2) 비상기체통을 세워서 보관할 때에는 바닥이 건조해야 하며, 다른 종류의 금속이 직접 비상기체통에 닿아서는 안된다.
- (3) 비상기체통을 보관할 때에는 내부압력을 환경압보다 높게 유지하여야 한다.
- (4) 점검 후 적합 판정을 받은 비상기체통에는 점검 완료 표시를 한다.
- (5) 점검 후 부적합 판정을 받은 비상기체통에는 부적합 사유를 기록하고 식별 표시를 하여 격리 보관한다.
- (6) 습도가 높거나 열에 노출될 위험이 있는 곳에 보관하여서는 안된다.
- (7) 비상기체통의 위 또는 비상기체통 밸브 위에 다른 물체를 보관하여서는 안된다.

<별지서식 1>

## 비상기체통 점검표

문서(시험성적)번호 : \_\_\_\_\_


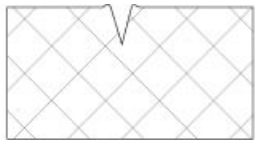
<b>I. 비상기체통 각인 정보</b>			
시리얼 번호 :	형식(모델) :		
사 용 압 력 :	BAR /		PSI
관할청-사양 :			
최초내압시험 :	년 월	최종내압시험 :	년 월
<b>II. 외부 점검</b>			
형 상	<input type="checkbox"/> 만곡(bow), <input type="checkbox"/> 부품(bulge), <input type="checkbox"/> 없음		
열 손 상 결함의 특성	<input type="checkbox"/> 용접흔적(Arc), <input type="checkbox"/> 그을림(Burn), <input type="checkbox"/> 녹아내림(Melt), <input type="checkbox"/> 없음 위치:                      깊이:                      길이:                      너비:		
물리 적결함 결함의 특성	<input type="checkbox"/> 우그러짐(dent), <input type="checkbox"/> 홈(cut/gouge), <input type="checkbox"/> 기타: _____, <input type="checkbox"/> 없음 위치:                      깊이:                      길이:                      너비:		
화 학 손 상 결함의 특성	<input type="checkbox"/> 점부식(pit), <input type="checkbox"/> 선부식(line), <input type="checkbox"/> 면부식(broadspread corrosion), <input type="checkbox"/> 없음 위치:                      깊이:                      길이:                      너비:		
<b>III. 나사산 점검</b>			
결 합	<input type="checkbox"/> 균열, <input type="checkbox"/> 나사산 손상(Galled), <input type="checkbox"/> 골이 침범한 나사산 수(                      )		
나사산 수	나사산 상부부터 무결점 나사산 수/필요한 무결점 나사산 수(                      /                      )		
관 통 시 험	<input type="checkbox"/> 적합, <input type="checkbox"/> 부적합, 점검용 플러그 게이지 규격 :		
<b>IV. 내부 점검</b>			
세 척 필 요 성	<input type="checkbox"/> 예( <input type="checkbox"/> 연마세척, <input type="checkbox"/> 세제세척, <input type="checkbox"/> 행굼), <input type="checkbox"/> 아니오		
결함의 종류	<input type="checkbox"/> 균열, <input type="checkbox"/> 개재물, <input type="checkbox"/> 주름, <input type="checkbox"/> 점부식, <input type="checkbox"/> 선부식, <input type="checkbox"/> 면부식		
결함의 특성	위치:                      깊이:                      길이:                      너비:		
<b>V. 기타</b>			
어깨부 색상			
기 밀 검 사	<input type="checkbox"/> 적합, <input type="checkbox"/> 부적합, 검사압력 :                      Bar, <input type="checkbox"/> 미수행		
미수행사유	<input type="checkbox"/> 내압시험성적서에 포함, <input type="checkbox"/> 점검주기가 도래하지 않음		
<b>VI. 첨부</b>			
<input type="checkbox"/> 내압시험성적서(Hydrostatic test certificate) : (                      [시험성적서 번호]                      )			
<b>VII. 점검결과</b>			
점 검 결 과	: <input type="checkbox"/> 적합, <input type="checkbox"/> 부적합(사유:                      )		
조 치 사 항	:		
점 검 일	:                      년                      월                      일                      점 검 자 :		

## &lt;별표 1&gt;

## 결함의 종류

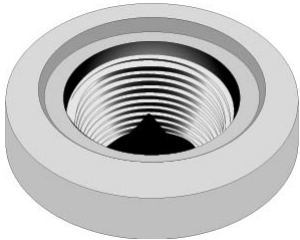

결함	설명	예시	부적합 조건
주름 (Fold)	어깨부 안쪽 나사산과 인접하여 금속의 표면이 접힌 것과 같은 선형 결함		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 나사산 1개 이상 침범 또는</li> <li>• 깊이 1.53 mm 이상</li> </ul>
균열 (Crack)	용기 표면의 갈라짐 또는 틈. ※ 주의 : 대부분의 나사산에 걸쳐 나타나고 선 사이에 공간이 없으나 선 모양이 직선이 아니므로 가공 흔적(tool stop marking)으로 분류하지 아니한다.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1개 이상의 나사산 균열</li> <li>• 오링 홈 또는 상부 균열</li> <li>• 오링 홈 또는 상부 손상</li> <li>• 실린더 균열</li> </ul> <p>균열 발견 시 폐기</p>
돌출 (Bulge)	육안으로 확인할 수 있는 부풀어 오름. 만곡(Bow)에 비해 돌출부의 면은 급경사를 이룸.		폐기

출처 : Luxfer SCUBA cylinder visual inspection guide, 2nd Ed, 1998

결함	설명	예시	부적합 조건
우그러짐 (Dent)	관통되거나 금속이 제거되지 않고, 깊이가 바깥지름의 1%보다 큰 용기의 함몰		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 깊이 : 1.53 mm 이상</li> <li>• 지름 : 50 mm 미만</li> </ul>
긁힌 흠, 찍힌 흠 (Cut or gouge)	금속이 제거되거나 재배치된 곳이 있는 날카로운 흔적		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 길이 : 152 mm 초과 또는</li> <li>• 깊이 : 0.76 mm 초과</li> </ul>
화염손상 (fire damage)	<p>과도 전체 또는 국부 가열 또는 다음의 증상</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국부 용융</li> <li>• 용기의 뒤틀림</li> <li>• 도장의 그을음</li> <li>• 화염에 의한 밸브 손상</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 176℃(350°F) 이상 고열에 노출 시 폐기</li> </ul>

KOSHA GUIDE
G - 123 - 2016

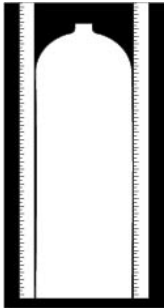
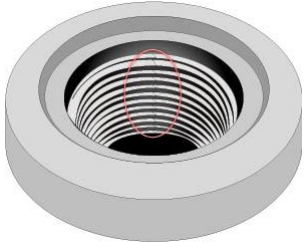
결함	설명	예시	부적합 조건 및 조치
이물질 (foreign matter)	그리스(Grease)등의 이물질과 이물질의 산화, 부패 등으로 발생한 부산물	-	-
개재물 (inclusion)	균일해야 할 재료 속에 부분적으로 끼어 있는 이종물질	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>개재물 발견 시 내압시험 후 그 결과에 따라 조치함</li> </ul>
각인결함 (Unidentifiable stamping)	금속 펀치에 의한 표시	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>어깨부가 아닌 평행한 부위에 각인</li> <li>판독 불가능한 각인</li> <li>내압시험기간 5년 초과</li> </ul>
아크나 토치손상 (Arc or torch burn)	용접 기구에 의한 아크나 절단용 토치에 의한 부분적인 용융, 용접 금속의 추가, 또는 금속의 제거	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐기</li> </ul>

결함	설명	예시	부적합 조건
골 (Valley)	어깨부 안쪽 나사산 인근에서 발생하며, 두 금속의 흐름이 한 곳으로 수렴하면서 발생한 얇고 완만한 결함.		<ul style="list-style-type: none"> <li>골이 나사산 「균열」의 부적합 조건을 침범한 경우</li> </ul>
나사산 손상 (Galled thread)	이물질이나 손상된 나사산의 간섭에 의한 마모, 교차, 소실 등의 나사산 붕괴		<ul style="list-style-type: none"> <li>140~200 bar: 상부에서 무결점 나사산 6개 미만</li> <li>210~225 bar: 상부에서 무결점 나사산이 연속 9개 미만</li> <li>234~240 bar: 상부에서 무결점 나사산 연속 10개 미만</li> </ul>
부식 (Corrosion)	알루미늄 합금의 산화 또는 이종 금속의 전위차에 의한 부식 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 면부식(Broadspread corrosion)</li> <li>• 선부식(Line corrosion)</li> <li>• 점부식(Pit corrosion)</li> <li>• 전위차부식(Galvanic corrosion)</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 점부식: 깊이 0.15 mm 초과</li> <li>• 면부식 : 깊이 0.76 mm 초과 또는 표면적 25% 초과</li> <li>• 선부식 : 길이 152 mm 초과 또는 깊이 0.76 mm 초과</li> </ul>



## &lt;별표 2&gt;

## 비결함 종류

형상	설명	예시
만곡(Bow)	알루미늄 합금 압력용기의 외관이 완만한 곡선으로 휜 상태. 만곡은 양쪽 모두 일정한 방향으로 완만하게 휜 평행만곡과 한쪽만 바깥으로 휜 비평행만곡 두 종류가 있음. 돌출(Bulge)과 달리, 육안으로 구분이 어렵고, 비상기체통의 내압 성능에 영향을 주지 않으므로, 결함으로 분류하여서는 안된다.	
탭표시, 가공 흔적 (Tool stop mark)	나사산 가공을 종료할 때 만들어진 흔적. 균열(Crack)처럼 보이나, 아래와 같은 특징을 보인다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 나사산에 대해 수직으로 나타난다.</li> <li>• 대부분의 나사산에 고르게 나타난다.</li> <li>• 선 사이의 벌어짐이나 깊이가 없다.</li> </ul> ※주의 : 균열(Crack)과 혼동하지 않아야 한다..	

출처 : Luxfer SCUBA cylinder visual inspection guide, 2nd Ed, 1998