

KOSHA GUIDE

P - 139 - 2013

가스 용기의 비상조치방법에 관한 기술지침

2013. 11

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 한국산업안전보건공단 조 필 래

o 제 · 개정 경과

- 2013년 11월 화학안전분야 제정위원회 심의(제정)

o 관련규격 및 자료

- EIGA(European Industrial Gases Association), IGC Doc 80/08/E, “Handling gas container emergencies”
- AIGA(Asia Industrial Gases Association), AIGA 004/04, “Handling gas container emergencies”
- BOC Limited, “Guidelines for gas cylinder safety(2008)”
- Air Products, “Compressed gas emergency response equipment (2013)”
- Airgas Inc., “Emergency response to compressed gas incidents”

o 관련법규 · 규칙 · 고시 등

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제2편제2장(폭발·화재 및 위험물누출에 의한 위험방지)

o 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 및 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2013년 11월 25일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

가스 용기의 비상조치방법에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 가스 용기의 누출 및 화재 등과 같은 비상사태를 안전하게 조치하기 위한 적용방법, 장비 등의 필요한 사항을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 가스 실린더, 소형 초저온 용기(최대 450 리터), 드럼과 전기자동차 및 튜브 트레일러 등에 장착되어 있는 이동가능한 가스 용기의 비상사태 발생 시에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “저온 용접 (Cold-welding)”이라 함은 “열을 가하지 않고 서로 강하게 체결되어 있는 두 개의 유사한 재료가 함께 용융되는 접합방법”을 말하며, 이런 현상은 종종 용기 밸브 토출측의 나사 체결부분과 연결된 너트 사이에서 발생될 수 있다.

(나) “실린더 복구 용기 (CRV, Cylinder recovery vessel)”라 함은 “가스 용기의 내용물을 안전하게 처리할 동안 용기의 내용물과 용기를 안전하게 운반 및 저장할 수 있도록 설계된 압력용기”를 말하며, 국제 위험물 운송 규정에서는 사고물품 처리설비 (Salvage packing)를 의미한다.

(다) “비상사태 (Emergency)”라 함은 “가스 용기의 누출 및 화재 등과 같은 사람, 환경 또는 시설에 손상을 끼치거나 끼칠 수 있는 의도되지 않은

상황”을 말한다.

(라) “가스”라 함은 “가스 용기에 저장되어 있는 가스 또는 액화 상태의 모든 가스”를 말한다.

(마) “가스 캐비닛 (Gas cabinet)”이라 함은 “가스 공급 용기와 치환용 가스 용기를 설치하기 위해 설계된 국부적으로 환기기능이 포함된 시설”을 말한다.

(바) “비상대응팀 (Emergency response team)”이라 함은 “비상사태 시에 기술적 자문과 실제적인 도움을 통해 비상사태를 안전하게 처리할 수 있도록 적절한 장비를 갖추고 훈련을 받은 기술적인 능력이 있는 사람들로 구성된 대응팀”을 말한다.

(사) “가스사용자 (Gas user)”라 함은 “가스를 사용하는 사업장 및 개인”을 말한다.

(아) “공공비상대응기관 (Public emergency services)”이라 함은 “비상사태 발생현장의 수습 및 복구 등과 관련된 공공기관”을 말하며, 소방서, 경찰서, 환경부, 지방자치단체, 고용노동부, 한국산업안전보건공단, 한국가스안전공사, 응급의료기관 등이 포함될 수 있다.

(자) “압력 (Pressure)”이라 함은 “특별히 언급되지 않는 한 게이지 압력”을 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 관련고시에서 정하는 바에 의한다.

4. 비상사태 시나리오

4.1 일반사항

- (1) 가스사용자 및 가스공급사는 취급하는 가스 및 용기의 종류에 따라 발생가능한 시나리오를 작성하여 이에 대한 대응계획을 세울 필요가 있다.
- (2) 가스 용기와 관련된 비상사태는 화재, 가스 누출, 운송중 사고, 용기 폭발 등으로 구분할 수 있다.

4.2 비상사태 시나리오의 종류

비상사태 시나리오의 종류는 아래와 같다.

(1) 용기 근처의 화재

(2) 용기에서 누출 (Leak)

(가) 용기 밸브 출구측과 사용자측 설비 사이의 연결부 누출

(나) 용기 밸브 출구측에서 누출

(다) 용기 밸브 글랜드 부분에서 누출

(라) 밸브와 용기 사이의 연결부에서 누출

(마) 용기 동체 자체에서 누출

(바) 압력방출장치에서 누출

(3) 운송 중 비상사태

(가) 자동차의 화재로 인해 위험이 있는 용기

(나) 교통사고 또는 체결 불량으로 자동차에서 떨어진 용기

(다) 차량 운전자 또는 주변 사람들에 의해 확인된 가스 누출

(4) 과도한 용기 내부압력

(5) 용기 폭발

(6) 단열성능이 저하된 소형 초저온 용기의 비상사태

(7) 대형 용기(튜브 트레일러, 배터리 차량, 번들 및 드럼)의 비상사태

5. 비상사태별 일반 조치사항

5.1 용기 근처의 화재

(1) 일반적인 고려사항

(가) 65℃를 초과하는 온도에 가열된 용기는 내부 가스압력의 증가, 가스 자체의 불안정성으로 인해 심각한 위험을 일으킬 수 있으며, 일반적으로 압력증가율은 압축가스보다는 액화가스가 더 크다.

(나) 용기가 화재 내부에 있지 않은 경우에도 복사열에 의한 가열로 위험할 수 있다.

(다) 가열된 용기는 폭발하거나 로켓처럼 비산할 위험이 있다.

(라) 안전한 거리에서 용기를 냉각시키기 위해 물을 뿌려야 한다.

(마) 용기에서 누출되는 가스에 붙은 불을 끄는 것이 안전하지 않다면, 용기의 냉각 시에 불이 꺼지지 않도록 주의하여야 한다.

(바) 일부 가스(예, 아세틸렌, 산화에틸렌, 1,3 부타디엔, 유기금속, 디보란 등)는 열적으로 불안정하여 용기 내부의 발열반응을 초래할 수 있기 때문에 용기의 내용물을 우선적으로 파악하여야 한다.

(사) 화재가 진압된 후에 적어도 24시간 동안 용기에 접근하지 말고, 냉각을 유지하면서 감시하고, 용기가 냉각된 상태임을 확인하는 것이 필요하다.

(아) 용기에 접근해도 안전한 것으로 확인되면, 해당 용기에 화재에 노출되었음을 명확히 표시하고, 가스공급사의 자문을 받기 위해 별도로 보관하여야 한다.

(2) 추가적인 고려사항

(가) 화재 또는 열에 노출된 가스 용기의 취급에 대한 추가적인 사항은 <부록 1> 및 <부록 2>를 참조할 수 있다.

(나) 비상사태 발생 시에 가스사용자 또는 가스공급사는 <부록 1> 및 <부록 2>의 내용 및 용기 내부의 화학물질에 대한 정보를 공공비상대응기관에게 제공하여야 한다.

(3) 후속 조치사항

(가) 가스공급사는 화재에 노출된 용기를 운반하는 것이 안전한지를 검사하기 위해 현장에 적절히 훈련된 전문가를 파견하는 것이 필요하다.

(나) 만약 용기에 독성 또는 인화성 물질이 남아 있거나 또는 남아 있는 상태로 용기가 부어올라 있으면 용기에 대한 검사는 특히 중요하다.

(다) 어떤 경우에는 검사 후 용기를 운반하기 전에 내용물을 비우거나 또는 실린더 복구 용기 내로 옮기는 것이 필요하다.

5.2 용기에서 누출

(1) 일반적인 고려사항

(가) 먼저 누출되는 가스 종류를 파악하고, 가스의 특성과 잠재 위험성을 파악하여야 하며, 가스 종류 파악 시 고려하여야 할 사항은 아래와 같다.

- ① 비상사태 현장에 있는 사람에 의해 누출되는 가스의 종류가 쉽게 파악되지 않는다면, 안전한 거리에서 다른 식별가능한 표시, 라벨 또는 칼라 코드를 파악하기 위해 용기를 관찰하는 것이 권장된다.
 - ② 누출되는 가스가 흙으로 변하는지, 어떤 색깔인지, 증기비중이 어떠한지 (공기보다 가벼운지 또는 무거운지) 또는 특이한 냄새가 나는지를 파악하는 것도 하나의 단서가 될 수 있다.
 - ③ 적절한 양압식 공기호흡기 또는 개인보호구를 착용하지 않은 사람은 파악되지 않은 누출되는 용기에 접근하여서는 아니 된다.
 - ④ 누출되는 가스를 식별할 수 없을 경우에는, 해당 가스를 독성, 인화성, 자연발화성 및 부식성인 물질로 간주하여야 한다.
- (나) 누출의 심각성 정도를 파악하여야 한다. 즉, 누출 시에 소리가 얼마나 크게 발생되는지, 누출물질이 흙으로 변하는지 및 흙으로 변하면 양이 얼마나 되는지 등을 파악하여야 한다.
- (다) 누출되는 가스가 독성이고 개방공간에 있다면, 사람들은 바람이 불어오는 방향으로 적정 거리를 벗어나야 한다.
- (라) 독성가스 누출 시에는 적절한 보호구를 착용하지 않고는 접근하여서는 아니 된다.
- (마) 독성 가스가 누출될 때 국소배기장치가 설치된 둘러싸인 공간에 있거나, 안전지역으로 배출되고 있거나 또는 독성가스를 처리할 수 있는 처리 시스템으로 배출되고 있다면, 다른 추가적인 긴급한 조치 없이 적절히 라벨을 붙인 상태로 안전하게 남겨둘 수 있다.
- (바) 누출되는 가스가 가연성이면, 잘 환기되는 지역에 두어야 하고, 그 주변의 점화원을 제거하여야 한다.
- (사) 용기 내에서 액체 상태로 취급되는 가스는 누출 상태가 가스 또는 액체 인지를 확인하여야 하고, 만약 액체 상태로 누출되면, 가스 상태로 누출

되도록 실린더를 움직이고, 누출량이 감소되도록 조치하여야 한다.

(아) 공기 및 산소를 제외한 모든 가스, 특히 액화가스는 제한되거나 또는 환기가 불량한 장소에서 누출되면 잠재적인 질식위험이 존재한다.

(자) 산소가 제한되거나 또는 환기가 불량한 장소에서 누출되면 산소 과잉 분위기를 만든다.

(2) 가스 용기에서 누출되는 주요 원인은 <표 1>과 같다.

<표 1> 용기의 부위별 주요 누출 원인

누출 부위	주요 누출 원인
용기 밸브 출구측과 사용자의 설비 사이의 연결부	밸브 출구측 기밀 성분의 손상, 부정확한 체결력 등에 의해 발생될 수 있다.
용기 밸브 출구측	손상을 입은 밸브 시트 등에 의해 발생될 수 있다. 초기에 용기 밸브 출구측 캡을 제거할 때 또는 사용 후 용기를 분리할 때 발생할 수 있다.
용기 밸브 글랜드 (Gland)	덜 조여진 글랜드 패킹 너트 또는 다이어프램 실링 너트에서 누출이 발생될 수 있다. 이 경우에는 글랜드 너트를 조임에 의해 누출을 막을 수 있다. 좀 드문 경우이지만 다른 원인으로서는 다이어프램 실 밸브인 경우에는 다이어프램 손상으로, O 링 실 밸브인 경우에는 O 링 실의 손상으로 발생될 수 있는데, 이 경우에는 단순히 글랜드 너트를 조임에 의해서는 조치될 수 없다. 일반적으로 밸브 글랜드의 누출은 용기 밸브를 닫아야 조치될 수 있다.

누출 부위	주요 누출 원인
밸브와 용기 사이의 연결부	<p>목부분 누출(Neck-leak)로 알려지며, 다음과 같은 누출 원인이 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 밸브가 용기 내부에서 불충분하게 체결 - 밸브 나사부에 불충분한 실란트 사용 - 밸브 나사부의 손상 - 취급중 기계적인 손상 - 용기의 과열(예, 화재의 경우)
용기 동체 자체	<p>용기 동체 자체의 누출은 매우 희박하고 거의 발생되지 않는다. 용접 구조의 용기는 용접부에서 핀홀이 발생될 수 있다. 드럼과 같은 용기에서 플랜지가 용기 동체에 부착될 때 플랜지와 용기 동체 사이의 결합부에서 작은 누출이 일어날 수 있다.</p>
압력방출장치	<p>용기에 부착된 압력방출장치에서 일어나는 누출을 말한다. 압력방출장치에서의 누출은 용기 밸브의 차단으로는 막을 수 없다. 압력방출장치의 종류는 용해 플러그(fusible plug), 파열판 및 스프링 작용의 안전밸브가 있다.</p>

(3) 누출 부위별 현장 조치방법

(가) 밸브 출구측 연결부에서 누출

- ① 연결부 접합면을 청소하고, 손상여부를 확인한 후에 보통 새로운 개스킷을 사용하여 재조정하면 조치될 수 있다.
- ② 만약 용기가 압력을 받고 있다면, 그 동안에는 추가적인 체결 토크를 밸브 출구측 연결부에 작용하지 않아야 한다.

(나) 밸브 출구측에서 누출

- ① 일반적으로 밸브를 더 잠금으로써 조치할 수 있다.
- ② 만약 밸브 스프링들에 직접 스패너를 작용시켜 밸브를 닫아야 할 때는 적절히 최대 토크가 설정된 토크 렌치를 사용하여 조치하여야 한다.
- ③ 대부분의 밸브 스프링들은 30 N-m 정도의 토크에 견디지만, 최대 토크는 밸브 제조업체의 기준에 따라야 한다.
- ④ 누출량이 적다면, 밸브 출구측 캡 너트 개스킷이 양호한 상태임을 확인한 후에 밸브 캡 너트를 체결하여 조이는 것도 가능하다.

(다) 밸브 글랜드에서 누출

- ① 일반적으로 글랜드 너트를 조임에 의해 조치될 수 있으나, 밸브 핸들 아래에 조정 너트를 갖는 조정 가능한 글랜드 패킹 밸브에만 적용할 수 있다.
- ② 다이어프램, O 링 타입 및 어떤 종류의 패킹 타입 밸브와 같이 조정할 수 없는 밸브인 경우에는 글랜드 너트를 죄어 누출을 방지할 수 없으므로 이 때는 용기 밸브를 닫아야 한다.

(라) 기타 부분의 누출

다음의 경우에는 가스공급사의 비상대응팀 등의 전문처리조직에 의해 처리되어야 한다.

- ① 밸브와 용기 사이에서 누출 (목부분 누출)
- ② 용기 동체 자체에서 누출
- ③ 압력방출장치에서 누출

(4) 후속 조치사항

(가) 용기의 누출 발생 시 현장에서 적절히 조치할 수 없는 경우에는 가스공급사의 비상대응팀 등의 전문처리조직에 연락하여 조치하여야 한다.

(나) 용기의 누출 시 적용할 수 있는 기술과 장비는 제6장 및 제9장에 제시되어 있다.

5.3 운송 중 비상사태

(1) 일반적인 고려사항

(가) 비상조치와 직접 관련이 없는 모든 사람이 신속히 안전한 지역으로 대피하도록 안내하여야 한다.

(나) 차량 통제 등의 공공의 안전을 위해 즉시 공공비상대응기관에 연락하여야 한다.

(다) 일반 대중의 대피 또는 도로 차단 등의 결정은 공공비상대응기관에 의해 실행되어야 한다.

(라) 비상사태 현장에서 가스공급사 대리인은 관련된 가스의 성질 및 발생가능한 위험, 처리방법 등에 대한 정보를 제공할 수 있다.

(2) 후속 조치사항

① 운송 중 비상사태 시에 가스공급사는 비상대응팀을 사고 현장에 파견할 필요가 있다.

② 사고 현장에서 용기를 점검한 후에 운반하기 위해서는 차량과 중량물 취급 장비가 필요하므로 비상대응팀 파견 시에 고려하여야 한다.

5.4 과도한 용기 압력

(1) 일반적인 고려사항

(가) 가스 용기는 내부 온도가 40 °C 이하로 유지되도록 고열 또는 직사광선을 받지 않는 곳에 보관하여야 한다.

(나) 가스 용기는 환기가 충분한 지역에 보관하여야 한다.

(다) 가스 용기는 고정된 상태로 세워서 보관하여야 한다.

(라) 가스 용기 연결부는 가스의 명칭, 흐름방향 및 공급처를 명확히 표시하여야 한다.

(마) 가스 용기를 연결하는 경우에는 연결부의 유류 및 먼지를 깨끗이 제거하여야 한다.

(2) 이상상태별 조치사항

가스사용자가 용기를 연결할 때 비정상적으로 높은 압력이 발생하는 경우가 있는데, 이에 대한 일반적인 원인과 대책은 아래와 같다.

(가) 가스사용자가 용기를 사용하기 직전까지 고온 상태로 저장한 경우

- ① 가스 용기를 고열 작업장 근처에 보관하거나 태양의 복사열을 직접 받는 곳에 보관할 경우 온도 상승으로 용기의 압력이 높을 수 있다.
- ② 일반적으로 용기를 서늘한 곳으로 옮겨 냉각시키거나 물로 냉각시키는 정도의 조치가 필요하다.

(나) 가스사용자가 다른 종류의 가스를 해당 용기로 공급한 경우

- ① 다른 종류의 가스를 공급한 것으로 의심되면, 즉시 전문지식이 있는 직원이 오염원에 의하여 발생가능한 반응성, 용기 내용물 및 용기 벽 두께에 대해 평가하여야 하고, 그에 따라 필요한 조치가 시행되어야 한다.
- ② 어떤 경우에는 잠재적으로 위험한 발열반응 또는 용기 벽두께의 부식으로 인한 용기의 파열을 막기 위해 신속한 조치가 필요하다.

- ③ 가스 오염의 경우에는 해당 용기에 상세히 표시하고, 가스공급사가 회수하도록 별도로 보관하여야 한다.
- ④ 가스사용자 및 가스공급사는 오염된 용기를 매우 주의 깊게 다루어야 한다.

(다) 용기에 액화가스를 과충전하는 경우

- ① 과충전이 의심되면, 즉시 용기의 무게를 달아 과충전 여부를 확인하여야 한다.
- ② 과충전된 용기를 조작하기 전에 용기의 파열 가능성을 최소화하기 위해 용기를 냉각(최저 -20°C)시키는 것이 필요하다.
- ③ 과충전 시에 가스사용자는 내부 물질을 방출시켜 압력을 낮출 필요가 있다.
- ④ 가스를 방출시키는 방법은 가스를 사용처로 공급하여 사용하거나, 독성이 없으면 환기가 충분한 장소에서 안전한 지역으로 방출시키는 방법을 사용할 수 있다.
- ⑤ 가스사용자가 가스를 방출시키는 조치를 할 수 없으면, 가스공급사의 비상대응팀이 도착할 때까지 용기를 서늘한 장소에 두어야 한다.
- ⑥ 가스공급사 비상대응팀의 역할은 가스의 방출이 가능할 경우 가스를 방출시키거나, 또는 가스공급사의 작업장으로 해당 용기를 안전하게 운반하기 위해 단열조치하면서 용기를 냉각시키는 것이다.

(라) 내부 가스와의 부식에 의해 용기에 과압이 발생하는 경우

- ① 가스가 할로젠화수소 (Hydrogen halides)와 같이 부식성이 있을 때, 가스와 용기 내벽 사이의 반응에 의해 수소 등이 발생되어 과압이 발생할 수 있다.

- ② 어떤 환경에서는 용기의 부식으로 인한 두께 감소 등의 잠재적인 위험 때문에 용기의 압력을 신속히 감소시켜야 한다.
- ③ 부식 환경에 있는 모든 용기는 가스공급사의 처리를 위해 분명히 표시한 다음 별도로 보관하여야 한다.
- ④ 가스사용자 및 가스공급사는 부식이 발생된 용기에 대해서는 특별한 주의를 갖고 처리하여야 한다.

5.5 실린더 폭발

(1) 일반적인 조치사항

(가) 인화성가스 용기의 폭발

- ① 인화성가스 용기가 폭발할 경우 대부분 화재로 이어지므로 인접한 지역에 다른 가스 용기 등이 화재의 영향을 받지 않도록 물로 냉각하는 등의 조치가 필요하다.
- ② 기타 사항은 5.1항의 내용을 따른다.

(나) 독성가스 용기의 폭발

- ① 독성이면서 인화성이 있는 가스는 5.1항 및 5.2항을 따른다.
- ② 독성만 있는 가스는 5.2항의 독성가스와 관련된 사항을 따른다.

(2) 후속 조치사항

- (가) 용기 폭발 시에 가스공급사가 할 수 있는 일은 잠재적인 환경 영향, 오염 문제 및 인근 지역의 다른 용기의 손상 가능성에 대한 정보를 제공하는 것 외에는 거의 없다.

(나) 가스공급사는 폭발의 원인을 조사하는데 필요한 도움을 제공하여야 한다.

5.6 소형 초저온 용기의 누출

(1) 일반적인 고려사항

(가) 액화이산화탄소, 액화질소, 액화산소, 액화헬륨과 같은 가스를 충전한 진공 단열된 소형 초저온 용기(예, 진공 보온병)는 진공 단열성능이 상실되면 초저온가스의 증발율이 증가되어 극단적인 경우에 안전밸브 또는 개방부를 통해 증기운을 방출시킬 수 있다.

(나) 초저온가스의 증기운은 이런 현상에 익숙하지 않은 사람들에게 걱정을 끼칠 수 있다.

(다) 초저온가스는 상대적으로 짧은 시간과 낮은 온도에서 누출될 수 있다.

(라) 산소가 공간적으로 제한되거나 환기가 불량한 장소에서 누출되면, 대기 중 산소과잉의 위험을 발생시켜 대부분의 물질이 불에 쉽게 붙도록 돕는다.

(마) 질식을 일으킬 수 있는 가스가 공간적으로 제한되거나 환기가 불량한 장소에서 누출되면, 대기 중 산소결핍의 위험을 일으킨다.

(바) 저온의 용기에 접촉하거나 액체에 접촉할 때 동상의 위험이 있다.

(사) 가연성의 초저온가스가 공간적으로 제한되거나 환기가 불량한 장소에 누출되면 폭발의 위험을 일으킨다.

(아) 일반적으로 진공 단열된 보온용기 (Dewars)의 내용물을 잘 환기되는 장소에서 방출하는 것은 안전하다.

(2) 후속 조치사항

(가) 산소가 공간적으로 제한되거나 환기가 불량한 장소에서 누출될 때는 점

화원을 엄격히 통제하여야 한다.

(나) 질식을 일으킬 수 있는 가스가 공간적으로 제한되거나 환기가 불량한 장소에서 누출될 때에는 공기호흡기가 없거나 산소농도가 부피기준 20% 이상으로 확인되지 않으면 그러한 장소에 출입하여서는 아니 된다.

(다) 초저온 용기를 다룰 때에는 보안경 또는 보안면, 단열장갑 등의 필요한 보호구를 착용하여야 한다.

(라) 가연성의 초저온가스가 공간적으로 제한되거나 환기가 불량한 장소에 누출될 때에는 모든 점화원을 엄격히 통제하여야 한다.

(마) 기타 필요한 사항은 5.1항 및 5.2항을 따른다.

5.7 대형 용기(튜브 트레일러, 배터리 차량, 번들 및 드럼)의 비상사태

(1) 대형 용기의 비상사태 시에 일반적으로 소형 용기와 관련된 비상사태 시에 적용된 원리들이 적용될 수 있지만, 결과는 훨씬 더 심각할 수 있다.

(2) 소형 용기에 사용된 어떤 비상 장비들(예, 실린더 복구 용기)은 적절하지 않을 수 있다.

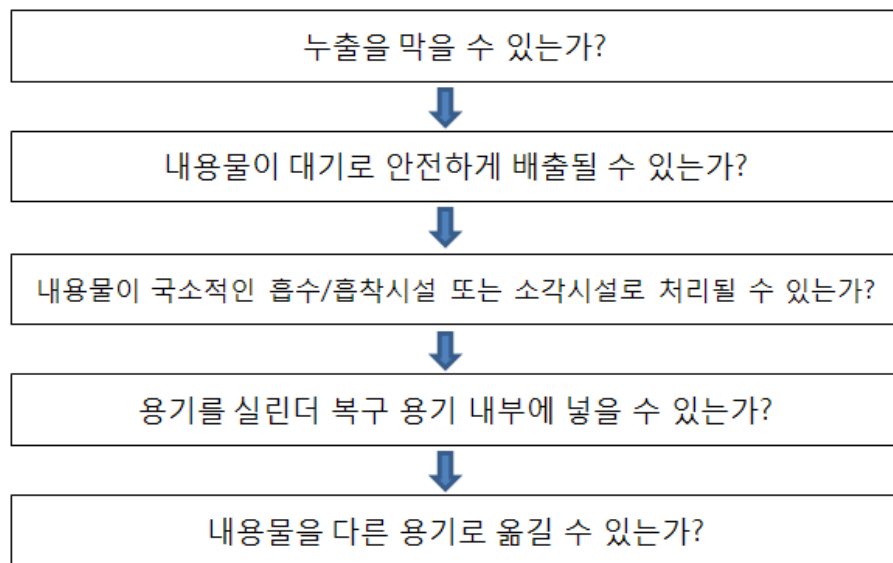
(3) 가스공급사는 대형 용기의 비상사태에 대한 특별한 장비 및 비상대응팀을 구성할 필요가 있다.

6. 비상사태별 비상대응팀의 적용기술

6.1 일반사항

(1) 이 장에서 언급되는 적용기술은 용기의 내용물과 용기의 제조 및 밸브에 대해 잘 인식하고 있는 훈련된 경험많은 전문가가 적용할 수 있다.

- (2) 비상대응팀원들은 제5장, 제6장 및 제9장의 내용을 정확하게 알고 적용할 수 있어야 한다.
- (3) 비상대응팀원들은 적절한 보호구와 작업복을 착용하여야 한다.
- (4) 누출되는 용기에 대한 대응 전략은 <그림 1>과 같이 진행될 수 있다.



<그림 1> 가스 누출 용기에 대한 단계별 대응 전략 흐름도

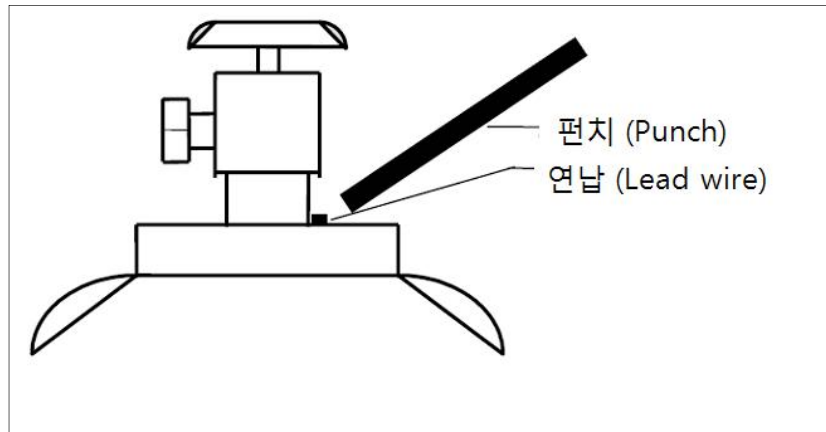
- (5) 가스종류별 적용가능한 일반적인 배기처리방법은 <별표 1>과 같다.

6.2 비상사태별 적용기술

6.2.1 용기 목부분 누출

- (1) 압력(특히 고압)을 받고 있는 용기 내부로 밸브를 조이려고 시도하는 방법은 잠재적으로 위험하므로 피하여야 한다.
- (2) 만약 용기에 저압 가스(예, SO₂)가 저장되어 있으면, 누출은 해머나 편치 등을 사용하여 누출 부분에 연납 (Soft lead)을 강제로 압입함으로써 <그림 2>와 같이 임시로 조치할 수 있다.

- (3) (2)항과 같이 조치하여 누출을 방지할 수 없으면, 6.2.12항에서 6.2.16항의 방법을 적용할 수 있다.



<그림 2> 연납 압입 방법

6.2.2 목 또는 동체에서 누출

- (1) 목 또는 동체의 크랙은 매우 드문 현상이지만, 아래와 같이 발생할 수 있다.

(가) 용접 용기의 국부적인 용접 결함

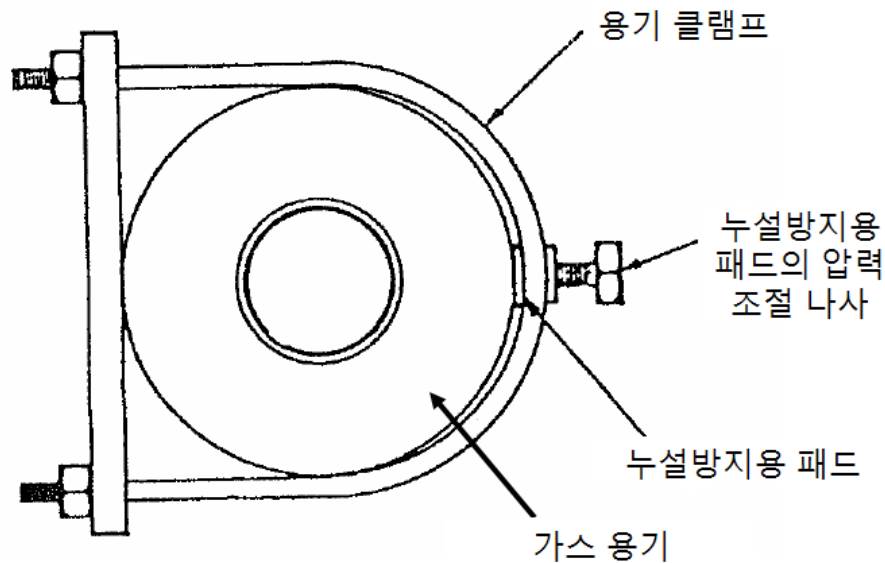
(나) 알루미늄 합금 용기 목부분의 스트레스로 인한 크랙

(다) 특히 부식 환경에서 부식에 의한 용기 동체에서의 핀홀

- (2) 만약 용기의 벽에서 핀홀이 발생되면 용기의 얇은 벽 두께가 부식 때문인지 확인하여야 한다.

- (3) 목 또는 동체의 크랙 또는 핀홀 부분에 대한 누출 방지방법은 아래와 같다.

(가) 용기 동체에 적합한 밀봉 재료를 클램프로 고정하여 임시적으로 누출을 방지할 수 있으며, 클램프를 사용하는 방법은 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 가스 용기의 클램프 사용 방법

(나) 가스압력이 낮을 때, 용접 용기의 핀홀 부분은 수동 드릴을 사용하여 구멍을 뚫어 누출부에 셀프 태핑 스크루 (Self tapping screw) 또는 고무 스크루를 사용하여 막을 수 있으며, 이 기술을 사용하기 전에 핀홀이 용기의 가스 상에 있도록 조치한 후에 적용하여야 한다.

6.2.3 밸브 글랜드에서 누출

- (1) 조정할 수 있는 글랜드 패킹(밸브 핸드휠 아래에 조정너트와 맞춰짐)의 누출은 글랜드 너트를 조임으로써 조치될 수 있다.
- (2) 조정할 수 없는 글랜드 패킹(다이하프램, O 링 타입 및 패킹 타입 밸브)의 누출은 매우 드물지만, 이것은 용기 밸브를 잠금으로써 조치될 수 있다.
- (3) 배압을 받아 누출되는 경우에는 해당 시스템의 압력을 제거하여야 한다.
- (4) 만약 용기의 밸브를 닫을 수 없으면, 6.2.12항에서 6.2.16항의 방법을 적용할 수 있다.

6.2.4 드럼 플랜지에서 누출

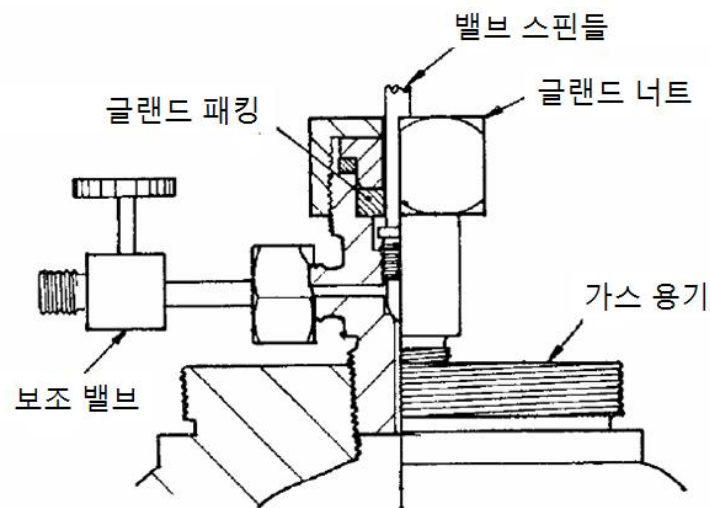
- (1) 드럼 플랜지에서 누출되면 토크 렌치를 사용하여 드럼 제작자의 지침에 따라 올바른 순서로 플랜지 너트를 죄면 된다.
- (2) 누출이 멈출 때까지 점차적으로 토크를 증가시키되, 제작자가 권고하는 최대 토크를 초과하지 않아야 한다.
- (3) 만약 플랜지의 너트를 죄어 누출을 막을 수 없으면, 6.2.12항에서 6.2.16항의 방법을 적용할 수 있다.

6.2.5 개방상태로 작동이 안 되는 밸브 (Seized open valve)

- (1) 작동이 안 되는 밸브를 조치하는 방법은 아래와 같다.
 - (가) 밸브를 부드럽게 가열할 것
 - (나) 적절히 윤활유를 주유할 것
 - (다) 핸드휠을 제거하여 밸브 스프링들에 추가적인 토크를 적용할 것
 - (라) 밸브 글랜드를 느슨하게 하고 해머로 밸브 키를 가볍게 툭툭 칠 것(조정 가능한 글랜드 패킹 밸브에만 적용 가능함)
 - (마) 밸브가 닫힘 위치로 작동되도록 밸브 스프링들에 시계방향 및 반시계방향으로 토크를 교대로 작용시킬 것
- (2) (1)항의 조치로 밸브를 닫을 수 없다면, 용기를 안전하게 제거하기 위해 가스사용자의 배관 라인 중 첫 번째 차단밸브까지 함께 제거하는 것이 필요하다.

6.2.6 밸브 시트에서 누출

- (1) 밸브 시트의 누출은 보통 밸브 스프링들에 더 큰 토크를 적용함에 의해 막을 수 있으며, 토크를 작용하는 동안 밸브 스프링들을 주의 깊게 관찰하여 누출이 멈추거나 또는 스프링들의 변형에 대한 신호가 나타나면 조작을 멈추어야 한다. 단, 이런 방법은 공압작동밸브에는 적용될 수 없다.
- (2) 만약 밸브가 닫히지 않으면, 보통 밸브 출구에 적절한 규격의 플러그 또는 캡을 설치하여 효과적으로 가스를 밀봉시킬 수 있다.
- (3) 밸브 출구 플러그 또는 캡 너트를 사용할 때는 적절한 개스킷 또는 실링 재료를 함께 사용하여야 한다.
- (4) 만약 밸브 출구측의 높은 압력 또는 유량 때문에 플러그 또는 캡을 설치하는 것이 불가능하면, <그림 4>와 같은 보조밸브가 부착된 플러그 또는 캡을 설치한 후에 최종적으로 보조밸브를 닫으면 된다.
- (5) 만약 상기의 조치가 불가능하면, 6.2.12항에서 6.2.16항의 방법을 적용할 수 있다.



<그림 4> 보조 밸브가 부착된 가스 용기 밸브

6.2.7 압력방출장치에서 누출

6.2.12항에서 6.2.16항의 방법을 적용할 수 있다.

6.2.8 용기 밸브의 하부측 설비에서 누출

용기 밸브의 하부측(Downstream) 설비에서 누출이 발생하면, 용기 밸브를 닫고, 하부 설비 및 배관에 대해 불활성가스로 치환하면 된다.

6.2.9 밸브 출구측 연결부에서 누출

- (1) 밸브 출구측 연결부의 누출은 보통 커넥터의 실링 면을 청소하고, 실링 면의 손상여부를 점검한 후에 새로운 개스킷으로 연결부를 재조정함으로써 조치될 수 있다.
- (2) 내부 압력이 작용하는 동안 결코 추가적인 토크를 밸브 출구측 연결부에 작용시키지 않아야 한다.

6.2.10 저온 용접된 (Cold-welded) 밸브 출구측 연결 너트에서 누출

- (1) 저온 용접 현상은 일반적으로 스테인리스강 용기 밸브와 스테인리스강 밸브 출구측 연결 너트가 체결될 때 서로 반대 나사이거나, 과도하게 체결하거나 또는 너트와 밸브 출구측 사이의 공차가 충분하지 않아 나사가 잘 죄어지지 않을 때 발생할 수 있다.
- (2) 저온 용접 현상을 방지하기 위해서는 스테인리스강 밸브 출구측에 사용되는 연결 너트의 재질을 다른 재질(예, 황동 또는 모넬)로 사용하고, 재질 변경이 가능하지 않을 경우에는 연결 너트의 나사부를 적절한 허용공차를 갖는 윤활금속(예, 은)으로 도금하는 것이 권장된다.
- (3) 저온 용접 현상은 비상사태는 아니지만, 사용자가 혼란을 느낄 수 있으므로 이런 경우에는 용기 밸브를 닫고, 불활성 가스로 설비를 치환하고, 사용시설로부터 분리하면 된다.
- (4) 저온 용접된 연결 너트를 제거하기 위해 너트를 쪼개는 등의 방법이 사용

될 수 있다.

6.2.11 밸브 몸체에서 누출

- (1) 누출지점이 밸브 시트의 하류측이면, 실린더 밸브를 잠금으로써 누출을 방지할 수 있다.
- (2) 만약 (1)항의 사항이 적절하지 않으면, 6.2.12항에서 6.2.16항의 방법을 적용할 수 있다.

6.2.12 액화가스 누출률을 감소시키는 방법

액화가스의 누출은 아래와 같은 방법을 통해 감소시킬 수 있다.

(1) 용기 냉각 방법

- (가) 용기를 냉각시키면 액화가스의 증기압력과 누출률을 낮출 수 있다.
- (나) 어떤 경우에는 손상된 용기 밸브를 신품으로 교체하거나 누출 부분을 임시로 보수하기 위해 온도를 충분히 낮추는 것도 가능하다.
- (다) 용기는 해당 재질의 저온 취성을 고려하여 안전사용온도 이하로는 냉각되지 않아야 하며, 용기는 해당 재질이 안전한 것으로 알려지지 않는다면, -25°C 이하로 냉각되지 않아야 한다.

(2) 용기 회전 또는 이동

- (가) 누출부분이 액상 부분이면, 용기를 회전시키거나 움직여서 누출부분이 기상이 되도록 조치하여야 한다.
- (나) 액상에서 기상으로 누출부분이 변경되면 누출률을 현저하게 감소시킬 수 있다.

6.2.13 내용물을 다른 용기에 옮기는 방법

(1) 누출되는 압축가스 및 액화가스 용기의 내용물을 다른 여러 빈 용기에 옮김으로써 누출되는 용기의 압력을 현저히 감소시킬 수 있고, 가스의 누출률을 감소시킬 수 있다.

(2) 액화가스를 다른 용기에 옮길 때 고려하여야 할 사항은 아래와 같다.

(가) 액화가스를 수거용 용기로 옮길 때는 액상으로 수거하여야 한다.

(나) 용기에 침액배관 (Dip pipe)이 없을 경우에는 액상이 수거되도록 용기를 거꾸로 둔다.

(다) 용기에 90도 이덕터 (Eductor) 튜브가 설치되어 있으면 이덕터 튜브가 액상에 잠기도록 용기를 수평으로 둔다.

(라) 일반적으로 누출되는 용기에서 수거용 용기로 액상으로 이송하기 위해서는 적절한 압력 차이가 유지되어야 한다.

(3) 액화가스 이송 시 필요한 압력유지 방법은 아래와 같다.

(가) 내부의 액화가스와 반응하지 않는 다른 가스(예, 불활성 가스)를 누설되는 용기에 가압하는 방법

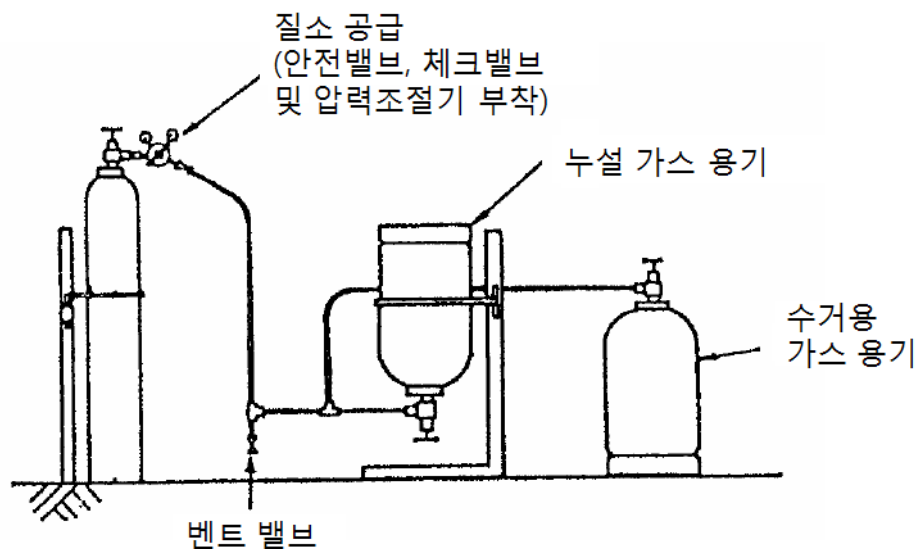
① 이 방법은 <그림 5>와 같이 치환하는 가스를 압력조절기가 부착된 연결 호스를 통해 누출되는 용기에 연결하여 가압시키는 방법이다.

② 이 방법을 적용할 때에는 누출되는 용기나 수거용 용기에 과압을 발생시키지 않는 상태로 적용하여야 한다.

(나) 수거용 용기를 냉각시켜 내부압력을 감소시키는 방법

① 수거용 용기가 대기온도보다 낮게 유지되도록 냉각조 내에 두는 등의 방법이 적용될 수 있다.

- ② 안전하다고 알려지지 않는 경우에는 용기는 -25°C 이하로는 생각되지 않아야 한다.
- ③ 만약 수거용 용기를 냉각조에 두는 방법으로 냉각시킬 수 없다면, 주기적으로 액체 이송을 멈추고 수거 용기의 액화 가스 소량을 증발시켜 안전지역(독성가스는 배기처리시스템)으로 배출하는 방법으로 수거용 용기를 냉각시킬 수 있다.
- ④ 가스를 배출시켜 냉각시키는 다른 방법은 수거용 용기에 이중 포트(Dual-port) 밸브를 사용하여 1개 포트에는 누출되는 용기로부터 액상의 가스를 회수하는 라인에 연결하고, 다른 포트에는 기상의 가스를 연결하여 연속적으로 소량의 가스를 안전지역으로 배출시키는 방법이며, 이것은 수거용 용기의 내부온도를 누출 용기보다 낮게 유지시켜 연속적인 액체 이송을 가능하게 한다.



<그림 5> 질소 가스를 사용하여 과압하는 방법

6.2.14 가스 소량 누출 시의 임시 완화조치

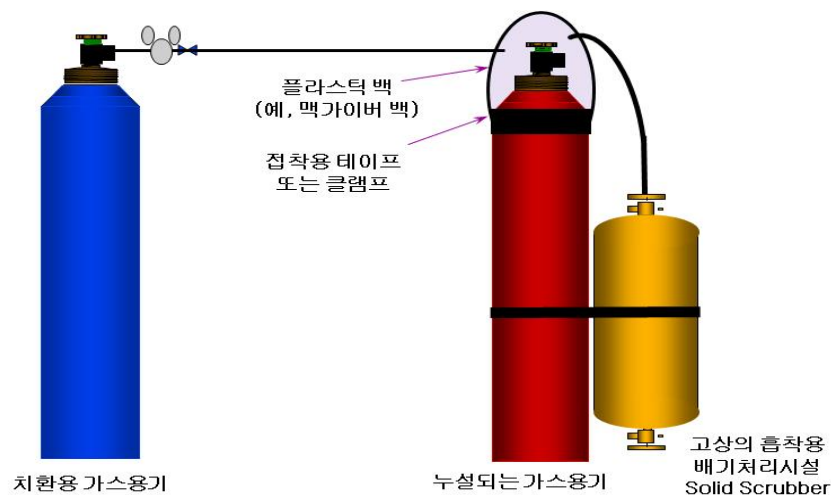
- (1) 누출 지점에 플라스틱 백을 덮어씌우는 방법(백 안에 적절한 고상의 흡수 또는 흡착용 재료를 내장시킬 수 있음)

(가) 이 방법은 <그림 6>과 같이 누출 지점을 플라스틱 백으로 덮어씌운 뒤에 접착테이프 등을 사용하여 밀봉시키는 방법이다.

(나) 플라스틱 백이 가득 차고 터질 위험이 있으면, 누출된 가스를 플라스틱 백 내부의 흡착 또는 흡수제를 통과시킨 후 대기로 배출시킬 수 있다. 이때 일반적으로 사용되는 흡수 또는 흡착용 재료는 아래와 같다.

① 활성탄: 대부분의 경우 적용

② 습식 소다 석회(soda lime): 많은 산성가스에 적용



<그림 6> 플라스틱 백을 용기의 누설부에 씌워 테이프로 처리한 예

(2) 용기 밸브 위에 특별한 용기 캡(벤트 배관이 설치될 수 있음)을 설치하는 방법

(가) 이 방법은 <사진 1>과 같이 가스 용기의 밸브 부위에 특별한 용기 캡을 덮어씌우고 클램프를 사용하여 체결하는 방법이다.

(나) 용기 캡에 벤트 배관을 설치할 경우에는 누출되는 가스는 플렉시블 배관(호스)을 통해 적절한 흡수 또는 흡착제가 들어있는 배기처리시스템에 연결하여 처리된다.



<사진 1> 가스 용기의 누출부에 씌워진 캡과 클램프 도구(예)

6.2.15 용기 내용물의 처리

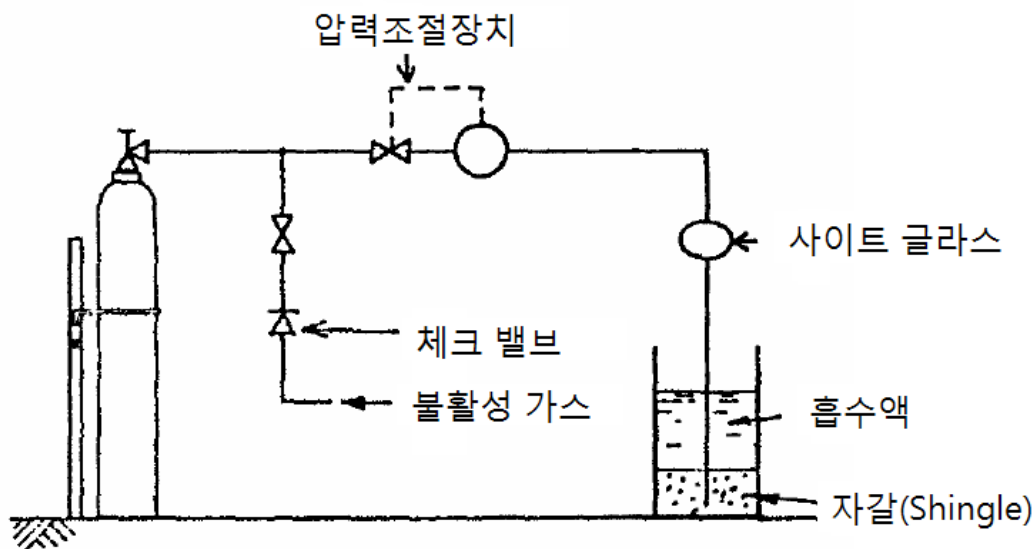
(1) 대기 중 배출

- (가) 독성 및 인화성 가스는 안전하다고 고려되지 않으면 대기 중으로 배출되어서는 아니 된다.
- (나) 배출 시에 용기는 지지되어야 하고, 가스 상으로 개방된 공간에서 안전지역으로 배출되어야 한다.

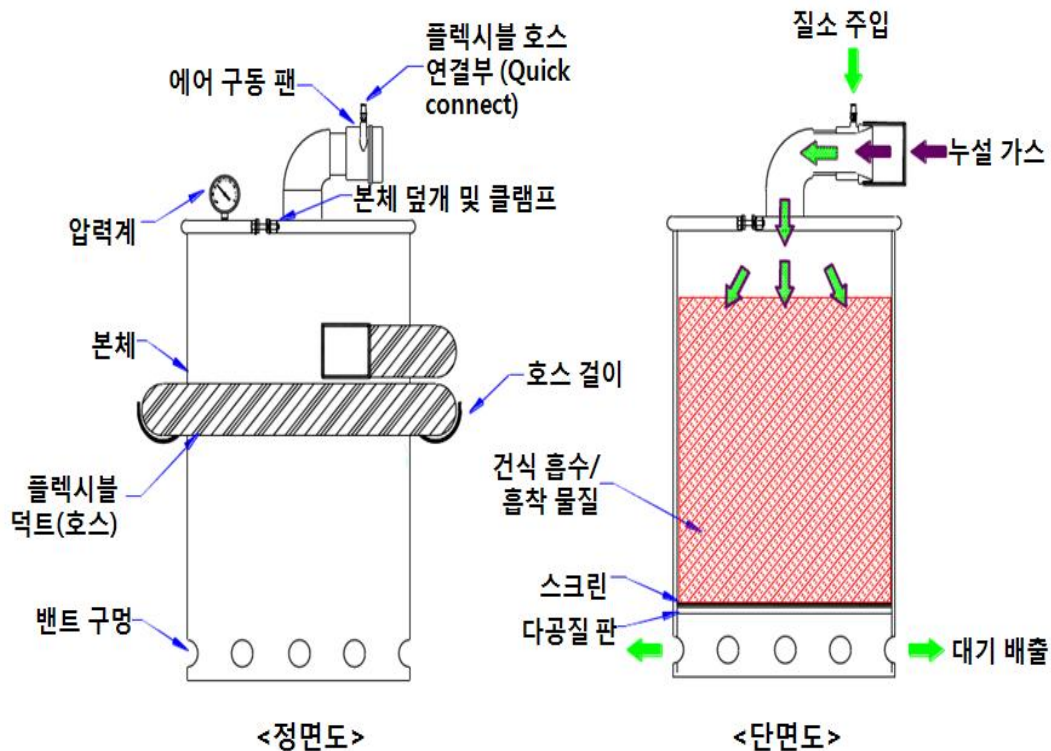
(2) 임시 흡수 또는 흡착시설의 사용

- (가) 가스 누출 지점과 <그림 7> 또는 <그림 8>과 같은 단순한 종류의 흡수 또는 흡착시설을 배관 또는 호스로 연결하여 누출되는 가스를 처리하는 방법이다.
- (나) 흡수 또는 흡착시설의 구조 및 운전에 필요한 사항은 아래와 같다.

- ① 흡수 또는 흡착시설은 일반적으로 원통형 또는 박스형이며, 상부가 적절히 개방되어 있다.
- ② 흡수시설 내부에는 기액 접촉효율을 높이기 위한 시설과 산 또는 알칼리 등의 해당 가스를 아주 쉽게 잘 처리할 수 있는 물질이 들어 있고, 흡착시설 내부에는 처리할 가스에 적합한 흡착제가 들어 있다.
- ③ 흡수 또는 흡착시설의 용량에 맞게 가스 유량을 조절할 수 있는 콘트롤 시스템을 설치할 수 있다.
- ④ 연결용 배관(또는 호스)에는 내부를 관찰할 수 있는 사이트 글라스 등을 설치할 수 있다.
- ⑤ 치환을 위해 불활성가스를 연결할 수 있다.
- ⑥ 흡수 또는 흡착시설을 운전할 때는 환기가 잘되는 개방된 지역에서 운전하여야 한다.



<그림 7> 임시 흡수시설 설치 예



<그림 8> 이동식 흡착시설 개념도

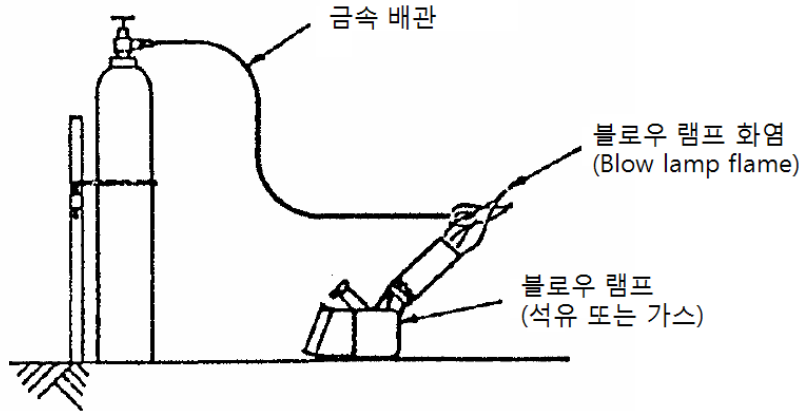
(3) 소각로 또는 연소기에 연결하는 방법

(가) 이 방법은 <그림 9>와 같이 금속 배관 및 점화램프(또는 가스버너)로 구성된 단순한 형태의 소각설비를 사용하여 누설되는 가스를 태우는 방법이다.

(나) 이 방법은 독성물질을 생성시키지 않고 연소시킬 수 있는 가연성 가스에 적용된다.

(다) 버너 설치 시 가연성 물질로부터 떨어진 안전한 지역에 위치되도록 고려하여야 한다.

(라) 액화가스인 경우 역류 (Suck back)의 위험을 고려하여야 한다.



<그림 9> 블로우 램프를 사용한 소각방법 예

- (4) <별표 1>은 물질 종류별 적용가능한 처리방법을 보여준다.
- (5) 내용물의 처리에 대한 추가적인 사항은 유럽산업가스협회(EIGA)의 “가스의 처리방법 (EIGA Doc 30/07)”를 참조할 수 있다.

6.2.16 실린더 복구 용기 (CRV)

- (1) 비상사태 현장에서 조치될 수 없는 누출되는 가스 용기는 적절한 CRV 내부로 옮겨 처리할 수 있다.
- (2) 누출되는 용기에 인화성가스가 포함되어 있으면 CRV 내부의 폭발 위험을 방지하기 위해 특별한 주의를 기울여 질소와 같은 불활성가스를 사용하여 CRV 내부를 치환하여야 한다.
- (3) 만약 치환작업이 효과적으로 실행되지 않으면, 인화성가스가 들어 있는 누출되는 용기를 CRV 내에 두어서는 아니 된다. (예, 누출되는 아세틸렌 용기를 CRV 내에 두어서는 아니 된다.)
- (4) 가스 종류에 적합한 CRV 종류와 해당 작업 절차는 CRV 제작업자와 상의하여 결정하여야 한다.

(5) CRV 제작 및 사용 시에 아래와 같은 사항을 고려하여야 한다.

(가) CRV는 누출되는 용기로부터 모든 가스가 누출된 경우에도 그 압력에 견뎌야 한다.

(나) CRV는 관련규정에 따라 적절하게 압력용기로 제작되어야 하며, 주기적으로 검사를 받아야 한다.

(다) CRV는 처리되는 가스의 종류에 적합한 재질로 제작되어야 하며, 산화성 가스에 대한 재질 선정에는 특별한 주의가 요구된다.

(라) 과잉산소(부피 기준 23.5% 초과) 및 산화제를 처리하는 CRV, 개스킷, 누출되는 용기와 밸브의 외부 표면 상태를 과잉산소 및 산화제에 대해 사용하는 데 적합하도록 유분을 깨끗이 제거하고 건조시켜야 한다.

(마) CRV에 1개 이상의 용기를 넣어 사용할 수 있다. 이때 각 용기의 내용물은 CRV의 재료에 적합해야 하고, 또한 용기들의 내용물 상호간에도 적합하여야 한다.

(바) CRV에는 내부의 압력을 알 수 있는 압력계와 내부를 치환할 수 있는 밸브가 부착되어 있어야 한다.

(6) CRV를 사용할 경우에는 아래의 내용을 포함한 해당 용기의 사용 및 운반과 관련된 문서화된 절차서를 작성하여 사용하여야 한다.

(가) CRV 사용 전

① CRV가 사용가능한 상태인지를 확인할 것

② 용기에 질소가 충전되어 있는지를 확인할 것

③ CRV가 누출되는 용기를 처리하는데 적합한지를 확인할 것

(나) CRV 내에 누출 용기를 투입하는 작업

① 훈련된 사람이 적절히 보호구를 착용하고 용기를 사용하도록 승인할 것

② 질소가 충전된 상태에서 투입할 때는 반드시 공기호흡기를 착용할 것

③ 누출되는 용기는 CRV 내부에 견고히 고정할 것

④ 용기의 내용물을 표시할 것

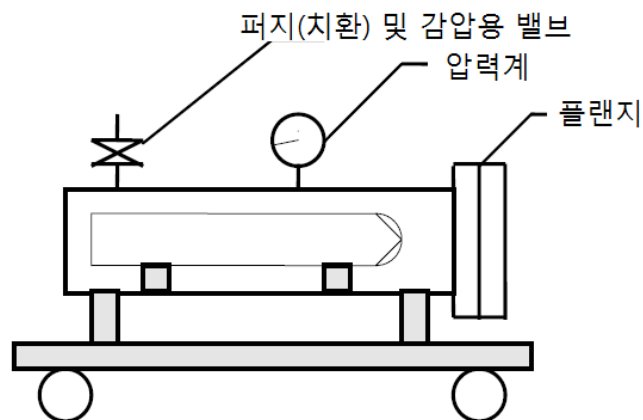
⑤ 부식성 가스 취급 시 용기를 건조시킬 것

(다) CRV 사용 후 보관

① 향후 사용을 위해 CRV를 깨끗하게 치환하고, 청소할 것

② 질소를 충전하여 닫은 상태로 유지하고, 주기적으로 확인할 것

(7) <그림 10>은 CRV의 개념도를 나타내며, <사진 2>는 염소 용기용 CRV의 예를 나타낸다.



<그림 10> 실린더 복구 용기(CRV)의 개념도



<사진 2> 염소 용기용 실린더 복구 용기 예

7. 가스공급사의 비상사태 대응

7.1 비상사태 현장의 자문

- (1) 가스공급사는 비상사태 현장에 있는 사람들이 필요한 기술적인 자문을 받을 수 있도록 적절한 수단(예, 전화 등)을 마련하여야 한다.
- (2) 사고공급사가 비상사태 초기에 현장에서 자문을 할 때, 아래와 같은 현장 상황을 고려하여 자문을 하여야 한다.
 - (가) 관련된 가스의 위험성
 - (나) 물질의 양과 취급형태
 - (다) 비상사태 발생 지역
 - (라) 현장에 있는 사람들의 지식과 경험
- (3) 가스공급사의 대리인이 비상사태 현장에서 자문을 할 때는 능력이 있는 사람들과 대화를 하여야 한다.

- (4) 가스공급사의 대리인은 비상사태 발생 시에 비상대응팀 출동여부를 결정하여야 한다. 이때, 가스사용자 또는 공공비상대응기관이 비상사태를 다룰 충분한 장비와 인력을 확보하고 있는 경우에는 비상대응팀을 출동시키지 않을 수 있다.

7.2 비상사태의 통제

- (1) 대부분의 경우에 비상사태는 공공비상대응기관 또는 사업장 관계자에 의해 통제된다.
- (2) 가스공급사의 역할은 해당 물질의 위험성에 대한 기술적인 자문을 하고, 해당 물질의 누출을 방지하고, 용기를 안전하게 조치하기 위한 필요한 실제적인 도움을 제공하는 데에 제한된다.

7.3 가스공급사의 비상대응팀

- (1) 가스공급사는 비상사태를 안전하게 처리하는 데 도움을 주기 위해 비상대응팀을 구성할 필요가 있다.
- (2) 비상대응팀원들은 적절한 장비를 갖추고, 기술적으로 능력이 있고, 또한 필요한 대응기술에 대하여 훈련을 받아야 한다.
- (3) 비상대응팀은 가스용기를 안전하게 처리할 수 있어야 하고, 필요 시 사고의 원인을 조사할 수 있도록 가스 용기를 안전하게 가스공급사의 처리장으로 운반하여야 한다.
- (4) 비상대응팀원의 선발, 훈련 및 필요한 장비 등은 제8장 및 제9장을 참고할 수 있다.

7.4 비상사태 보고서

- (1) 가스공급사는 모든 비상사태에 대해 보고할 수 있는 절차를 마련하여야 한다.

(2) 비상사태 보고서에 포함될 사항은 아래와 같다.

(가) 사고발생 위치 및 관련된 물질과 용기

(나) 시간대별 사고 상황

(다) 사고와 관련된 모든 사람들의 인적사항

(라) 상세한 상해 및 손상 기록

(마) 초기에 제공된 상세한 자문 내용

(바) 상세한 대응조치 내용(예, 사고 현장을 방문한 가스공급사의 비상대응팀의 제공 자료)

(사) 상세한 언론보도 사항 등

8. 비상대응팀 구성 및 운영

8.1 일반적인 고려사항

(1) 비상사태 처리와 관련된 모든 사람은 비상사태를 처리할 때 안전을 항상 우선적으로 고려하여야 한다.

(2) 비상사태 처리 시에 환경의 악영향을 최소화하기 위해 주의를 기울여야 한다.

(3) 비상사태 현장에서 비상조치를 시작하기 전에 내용물의 상태, 가스 용기의 상태 및 적용기술 등에 대해 위험성평가를 수행하여야 한다.

(4) 비상사태 처리 시에 개인보호구를 완전하게 착용한 최소한 2명의 팀원이 필요하다.

- (5) 비상사태 발생장소에 접근하기 위해 장거리를 이동해야 할 경우에는 별도의 차량 운전원이 있어야 한다.

8.2 비상대응팀원 선발

- (1) 비상대응팀원들은 해당 가스의 취급에 대한 수년간의 실제적인 경험을 가진 사람 중에서 선정하는 것이 바람직하다.
- (2) 비상대응팀원들은 신체적으로 보호구 착용 등에 대해 적합하여야 하며, 이는 특히 호흡용보호구를 사용하는 경우에 중요하다.
- (3) 비상대응팀원들은 아래의 사항에 대한 지식과 경험과 자질을 갖추고 있어야 한다.
- (가) 가스, 용기 및 용기 밸브의 특성과 잠재적인 위험성에 대한 깊은 지식과 이해
 - (나) 양호한 의사소통 기술
 - (다) 논리적이고 분석적인 사고능력
 - (라) 장비 및 도구의 능숙한 조작능력
 - (마) 양호한 안전실행 실적
 - (바) 비상사태를 처리하는 사업장의 비상대응 시스템, 기술 및 절차에 대한 철저한 지식
 - (사) 가스사용자의 가스공급 시스템에 대한 이해(예, 가스 캐비닛)

8.3 비상사태 대응훈련

8.3.1 일반사항

(1) 아래와 같은 업무를 수행하는 직원들은 비상사태 시에 그들의 책임을 잘 인식하고, 역할을 잘 수행하도록 해당 업무와 관련된 필요한 훈련을 받아야 한다.

(가) 비상조치 장비의 유지관리 업무

(나) 비상사태 접수 업무

(다) 비상사태 현장에서 기술자문을 하는 업무

(라) 현장에서 비상사태를 처리하는 업무

(2) 훈련의 내용, 계획 및 결과는 적절한 주기로 문서화되고, 기록되고, 검토되고, 최신화되어야 한다.

8.3.2 기술자문 직원의 훈련

(1) 비상사태 현장에서 기술자문을 하는 직원은 양호한 의사소통 기술과 필요한 즉각적인 조치방법을 결정하는 능력이 있어야 한다.

(2) 기술자문은 비상대응팀원 중에서 선발하여 실시할 수 있다.

(3) 기술자문을 하는 직원은 아래와 같은 사항에 대해 훈련을 받아야 한다.

(가) 사업장의 비상대응 절차

(나) 비상사태 시나리오에 대한 역할연기

(다) 비상대응팀과의 비상연락

(라) 가스 종류별 성질과 물질안전보건자료의 사용

(마) 밸브 설계 및 수리 기술

(바) 용기 규격 및 식별 방법

(사) 호흡용보호구의 사용

(아) 개인보호구의 사용

(자) 가스 및 산소농도측정(감지)기의 사용

(차) 사고보고서 작성

(카) 기타 비상사태 처리에 필요한 사항

8.3.3 비상대응팀원의 훈련

(1) 비상사태 현장에서 직접 비상사태를 처리하는 비상대응팀원들은 용기 누출 등의 사고를 다루는데 실제적인 경험을 가져야 한다.

(2) 비상대응팀원들은 아래와 같은 사항에 대해 훈련을 받아야 한다.

(가) 사업장의 비상대응 절차

(나) 비상사태별 처리방법

(다) 비상사태 처리 시 필요한 장비 및 도구의 사용

(라) 가스의 성질과 물질안전보건자료의 사용

(마) 밸브 설계 및 수리 기술

(바) 용기 규격 및 식별 방법

(사) 호흡용보호구의 사용

- (아) 개인보호구의 사용
- (자) 가스 및 산소농도측정(감지)기의 사용
- (차) 사고보고서 작성
- (카) 기타 비상사태 처리에 필요한 사항

9 비상대응팀의 장비

9.1 일반사항

- (1) 비상대응팀은 안전하고 효과적이고 신속한 방법으로 대응하기 위해 비상장비를 필요 시 즉각적으로 사용할 수 있도록 유지하여야 한다.
- (2) 비상대응팀은 비상조치 키트 (Emergency kit)의 모든 품목별 재고량을 관리하여야 한다.
- (3) 비상조치 키트의 품목에서 중요한 변화가 생기면 비상대응팀원들에게 알려야 하고, 팀원들은 비상장비 사용법에 대한 적절한 훈련을 받아야 한다.
- (4) 가능한 한 비상조치 키트의 장비는 비상사태 용도로만 사용되어야 한다.
- (5) 재고량에 대한 유지 계획을 확립하여야 하고, 테스트 결과 및 수리 작업에 대한 기록을 보존하여야 한다.
- (6) 비상조치 키트의 장비 선정 및 운반 시에 휴대가능성(즉, 컨테이너, 트레일러 등의 사용)을 고려하여야 한다.
- (7) 비상대응팀의 지역별 분산배치는 더 신속하고 효과적인 대응을 위해 필요할 수 있다.

9.2 일반 비상조치 키트 품목

가스 용기와 관련된 비상사태를 처리하기 위한 일반 비상조치 키트에 포함해야 할 장비 및 도구의 종류는 아래와 같다.

(1) 물질안전보건자료

(2) 트렘 (TREM) 카드(Transport emergency cards): 유럽화학산업협회에서 제작한 한 페이지짜리 카드이며, 화학물질명, 위험성, 개인보호구, 비상대응장비, 운전자의 일반조치사항 및 특별조치사항, 화재 시의 대응방법, 응급구조용품, 공공비상대응기관을 위한 추가정보가 포함되어 있다.

(3) 가스 데이터 북

(4) 도로 지도

(5) 가스의 처리방법 자료(예, EIGA 30.07 문서 등)

(6) 필요한 비상연락망(병원, 공공비상대응기관 등)

(7) 예비 배터리를 갖는 점화용 토치

(8) 로프 (Rope)

(9) 응급구조 약품 키트(불화수소 키트 등의 특별한 가스에 적합한 품목 포함)

(10) 휴대용 경광등

(11) 산소농도측정기

(12) 가연성가스측정기

(13) 독성가스측정기

(14) 카메라

(15) 휴대용 전화기 및 무전기

(16) 경고용 테이프

9.3 특별 비상조치 키트 품목

가스 용기와 관련된 비상사태를 처리하기 위한 특별 비상조치 키트에 포함해야 할 장비의 종류는 처리해야 할 시나리오 및 가스의 물성에 따라 다를 수 있으나, 일반적으로 아래와 같은 장비 및 도구가 사용된다.

(1) 스크루 드라이버

(2) 육각 렌치 세트 (Allen keys)

(3) 조정 가능한 렌치 세트

(4) 토크 렌치 세트

(5) 밸브의 녹 제거 및 스크루 이완용 액체

(6) 체인 렌치

(7) 밸브 개폐용 키

(8) 추가적인 토크 작용용 배관

(9) 용기 지지용 클램프

(10) 실린더 복구 용기

(11) 용기 몸체 체결용 클램프

(12) 밸브 클램프

(13) 해머

(14) 나무 망치 (Mallet)

(15) 정 및 펀치 (Chisels and punch)

(16) 연납 실란트 (Soft lead sealant)

(17) 톱날이 부착된 톱 (Saws with blades)

(18) 플라이어

(19) 와이어 절단기

(20) 와이어 브러시

(21) 밸브 출구측 연결용 밸브 커넥터 (예, BS, CGA, AFNOR, DIN 등)

(22) 밸브 출구측 캡 너트 및 플러그 (예, BS, CGA, AFNOR, DIN 등)

(23) 교체용 와셔 및 개스킷

(24) 배관 커넥터 (압축 맞춤 및 NPT, VCR 등에 커넥터 연결)

(25) 스테인리스강 배관

(26) 배관 절단기

(27) 니들 밸브

(28) 압력계

(29) 4불화에틸렌계 수지 (PTFE, Poly tetra fluoro ethylene) 테이프

- (30) 실란트 페이스트(Pastes) 및 테이프
- (31) 플렉시블 호스
- (32) 가성소다 용액을 혼합할 용기
- (33) 가성소다 또는 일반적인 소다 결정물 (NaOH 또는 Na_2CO_3)
- (34) 플라스틱 백 (예, 맥가이버 백)
- (35) 흡착제 (활성탄, 소다 석회)
- (36) 임시 실린더 캡 흡수탑 (Scrubber)
- (37) 소형 가스 버너

9.4 감지 및 측정 장비

비상대응팀이 사용하는 가스누출감지기는 누출 정도 및 해당 물질의 특성에 따라 다르지만, 아래와 같은 측정기구 및 장비를 사용할 수 있다.

- (1) 누설 감지액
- (2) 암모니아 퍼프 용기 (Ammonia puffer bottle): 대부분의 산성 가스에 적용
- (3) 화학반응 감지 튜브 및 펌프
- (4) 휴대용 가스감지기
 - (가) 산소농도측정기
 - (나) 가연성가스농도측정기

(다) 수소화물 감지기 (Hydride detector)

(라) 특수가스 감지기

9.5 개인보호구

(1) 일반사항

(가) 사업주는 비상대응팀원이 비상사태를 다루기 위해 필요한 개인보호구를 제공받고 있는지 및 보호구 사용에 대해 훈련받고 있는지를 확인하여야 한다.

(나) 사업주는 개인보호구가 해당 가스에 적합하고 양호한 상태로 유지되는지를 확인하여야 한다.

(다) 비상대응팀원은 비상사태의 종류 및 해당 가스의 발생가능한 위험성에 따라 필요한 보호구 등을 사용하여야 한다.

(2) 가스 종류별 보호구의 종류

(가) 불활성, 비독성 산화성가스 및 초저온 액체

① 보안경

② 전신 보호복

③ 가죽 장갑(안전장갑)

④ 안전화

⑤ 호흡용보호구(최소 2세트)

(나) 인화성가스

- ① 보안경
- ② 방염복 (Flame retardant overalls)
- ③ 방열장갑
- ④ 안전화
- ⑤ 호흡용보호구(최소 2세트)

(다) 부식성이 없는 독성가스

- ① 보안경
- ② 전신 작업복
- ③ 가죽 장갑(안전장갑)
- ④ 호흡용보호구 (최소 2세트)
- ⑤ 안전화

(라) 부식성이 있는 독성가스

- ① 보안경 및 보안면
- ② 내산복
- ③ 내산장갑 및 내산장화
- ④ 호흡용보호구(최소 2세트)

(마) 특수 가스(예, ClF_3 , HF)에 대해서는 추가적인 보호구가 필요할 수 있다.

<부록 1>

화재 또는 열에 노출된 가스 용기의 처리방법 (아세틸렌 용기 제외)**1. 목적**

이 자료의 목적은 가스사용자 및 공공비상대응기관에게 화재 또는 과도한 열에 노출된 가스 용기를 다루는 방법에 대해 조언을 주는 데 있다.

2. 화재 또는 열에 노출된 후의 용기**2.1 일반적인 고려사항**

- (1) 화재 또는 고열에 노출된 가스 용기는 내부온도 및 압력의 상승으로 파열될 수 있다.
- (2) 화재 또는 고열에 노출될 경우 압력방출장치가 신속하고 충분히 작동될 수 없는 때에는 압력방출장치가 설치된 용기에서도 발생될 수 있다.
- (3) 화재 또는 열을 받은 용기는 열 노출에 의해 가스 용기의 안전 성능을 상실할 수 있으며, 이것은 복합재료 (Composite) 또는 알루미늄 용기를 사용할 때 특히 중요하다.
- (4) 용기가 파열 시에 압력과, 파편의 비산, 인화성, 독성 또는 부식성의 물질의 누출 등과 같은 위험이 발생될 수 있으며, 파열된 용기는 100 m 이상까지 비산될 수 있다.

2.2 열 영향 검토

열 영향을 받은 모든 용기들이 안전한 방법으로 제거되는지를 보증하기 위해 가스사용자 및 가스공급사는 아래의 사항을 적용하여야 한다.

- (1) 화재 중 또는 화재 후 용기를 다루는 방법에 대해 자문을 하는 사람들은 적절히 훈련을 받아야 한다.
- (2) 용기의 화재 영향 여부를 판단하기 위해 적절하고 능력있는 사람이 사고현장을 방문하여 다음의 사항을 실행하여야 한다.
 - (가) 직접 화재에 노출 또는 열을 받았을 용기에 대해 검사할 것
 - (나) 화재 또는 열 폭로 정도에 대해 평가할 것
 - (다) 해당 용기에 가스 충전 여부, 화재 또는 열 폭로 여부, 장소, 일시 및 용기를 받은 사람에 대해 분명하고 견고하게 표시할 것.
 - (라) 검사할 장소로 용기를 안전하게 운반하기 위해 조치할 것
- (3) 자문을 하는 사람이 가스사용자의 현장을 방문할 필요가 없을 경우에는 가스사용자는 상기의 (2)항과 같은 검사 요구사항과 용기의 식별 표시의 중요성에 대해 전화, 팩스 또는 이메일 등의 수단으로 자문을 받아야 한다.
- (3) 가스사용자가 사업장에서 열 또는 화재 영향을 받은 용기를 발견하면, 즉시 해당 가스공급사에게 연락하고 자문을 받아야 한다.
- (4) 가스공급사는 재충전에 적합하지 않은 용기들을 회수하여 폐기하여야 한다.

3. 가스 종류별 조치사항

3.1 저장소 등에 복수로 설치된 비독성 또는 비부식성가스 용기의 화재

- (1) 주변 지역의 사람이 대피하도록 경고할 것
- (2) 경고표지 또는 출입통제 띠 등을 사용하여 출입을 금지시킬 것

- (3) 공공비상대응기관(예, 소방서 등) 및 가스공급사에게 연락할 것
- (4) 안전한 장소(견고한 벽 또는 설비 뒤편 등)에서 물분무 등을 통해 즉시 용기를 냉각시키되 용기를 넘어뜨리지 않도록 주의할 것
- (5) 화재 발생시간과 가스 용기의 종류, 위치 및 수량을 파악할 것
- (6) 현장에 도착한 공공비상대응기관에게 이 자료의 정보를 제공할 것
- (7) 액화가스 용기(예, LPG, 이산화탄소, 일산화질소)는 세워진 상태로 보관할 것
- (8) 용기의 밸브 및 압력방출장치 등으로부터 액체상 태로 누출되는 것을 방지하기 위해 누출부가 상부로 향하도록 조치할 것

3.2 단독으로 사용중인 비독성 또는 비부식성가스 용기의 화재

- (1) 화재 시간을 모르는 경우

3.1항에서 언급된 내용을 적용한다.

- (2) 화재 또는 열 노출 시간을 아는 경우

(가) 화재 또는 열 노출 시간을 고려하여 안전할 것으로 고려되면, 개방된 용기 밸브를 차단하고, 주변에 다른 용기들이 있으면 다른 안전한 곳으로 옮길 것

(나) 주변 지역의 사람이 대피하도록 경고할 것

(다) 경고표지 또는 출입통제 띠 등을 사용하여 출입을 금지시킬 것

(라) 공공비상대응기관(예, 소방서 등) 및 가스공급사에게 연락할 것

(마) 안전한 장소(견고한 벽 또는 설비 뒤편 등)에서 물분무 등을 통해 즉시

용기를 냉각시키되 용기를 넘어뜨리지 않도록 주의할 것

(바) 화재 발생시간과 가스 용기의 종류, 위치 및 수량을 파악할 것

(사) 현장에 도착한 공공비상대응기관에게 이 자료의 정보를 제공할 것

(아) 화재가 진압된 후에 잠시 냉각을 멈추고 관찰할 것

(자) 만약 용기가 순식간에 건조되거나 또는 용기 표면에서 수증기가 발생되면, 즉시 냉각을 계속할 것

(차) 추가적인 냉각 없이 용기가 10분 동안 젖은 상태로 남아 있으면 냉각을 멈출 것

3.3 단독으로 사용 중인 인화성가스 용기의 밸브 화재

(1) 밸브를 차단하는 것이 안전할 경우 밸브를 차단하면 가스 누출이 멈추고 화재가 진압된다.

(2) 불이 붙은 가스 용기가 실내에 있고 해당 밸브에 접근할 수 없을 경우에는 물로 용기를 냉각하는 동안 아래의 경우를 제외하고는 누출되는 가스가 계속 연소되도록 화염을 남겨놓아야 한다.

(가) 화염이 더 위험한 상황을 초래할 수 있을 경우

(나) 가스 누출량이 매우 적고 용기를 신속하고 안전하게 안전장소 또는 개방 공간으로 옮길 수 있는 경우

(3) 화염이 더 위험한 상황을 초래할 수 있을 경우에는 3.2항에서 언급한 사항을 적용하고, 해당 장소에 대해 강제 및 자연환기를 시켜야 한다.

3.4 독성 또는 부식성가스 용기의 화재

(1) 화재 또는 열원의 정도, 가스의 특성 및 수량, 저장 조건 등에 따라 위험의

정도가 다를 수 있으므로 위험을 감소시킬 적절한 대책을 신속하게 취할 수 있는 적절히 훈련받은 사람이 조치방법을 결정하여야 한다.

(2) 필요한 조치를 수행하기 전에 아래의 사항을 먼저 실행하여야 한다.

(가) 주변 지역의 사람이 대피하도록 경고할 것

(나) 경고표지 또는 출입통제 띠 등을 사용하여 출입을 금지시킬 것

(다) 공공비상대응기관(예, 소방서 등) 및 가스공급사에게 연락할 것

(라) 화재 발생시간과 가스 용기의 종류, 위치 및 수량을 파악할 것

(마) 현장에 도착한 공공비상대응기관에게 이 자료의 정보를 제공할 것

<부록 2>

화재 또는 열에 노출된 아세틸렌가스 용기의 처리방법**1. 목적**

이 자료의 목적은 가스사용자 및 공공비상대응기관에게 화재 또는 과도한 열에 노출된 아세틸렌가스 용기를 다루는 방법에 대해 조언을 주는 데 있다.

2. 화재 또는 열에 노출된 후의 용기**2.1 일반적인 고려사항**

- (1) 아세틸렌가스는 분해반응을 방지되도록 아세틸렌가스 용기 내의 다공질 매질 속에 함유되도록 충전되어 있다.
- (2) 아세틸렌가스 용기가 화재 또는 고열에 노출되거나 또는 버너로부터 화염이 용기 내부로 역화되면, 아세틸렌의 분해반응이 발생되어 용기의 내부온도 및 압력 상승으로 용기는 파열될 수 있다.
- (3) 화재 또는 고열에 노출될 경우 압력방출장치가 신속하고 충분히 작동될 수 없는 때에는 압력방출장치가 설치된 용기에서도 발생될 수 있다.
- (4) 화재 또는 열을 받은 용기는 열 노출에 의해 가스 용기의 안전 성능을 상실할 수 있으며, 이것은 복합재료 (Composite) 또는 알루미늄 용기를 사용할 때 특히 중요하다.
- (5) 용기가 파열 시에 압력과, 파편의 비산, 인화성, 독성 또는 부식성의 물질의 누출 등과 같은 위험이 발생될 수 있으며, 파열된 용기는 100 m 이상까지 비산될 수 있다.

2.2 열 영향 검토

열 영향을 받은 모든 용기들이 안전한 방법으로 제거되는지를 보증하기 위해 가스사용자 및 가스공급사는 아래의 사항을 적용하여야 한다.

(1) 화재 중 또는 화재 후 용기를 다루는 방법에 대해 자문을 하는 사람들은 적절히 훈련을 받아야 한다.

(2) 용기의 화재 영향 여부를 판단하기 위해 적절하고 능력있는 사람이 사고현장을 방문하여 다음의 사항을 실행하여야 한다.

(가) 직접 화재에 노출 또는 열을 받았을 용기에 대해 검사할 것

(나) 화재 또는 열 폭로 정도에 대해 평가할 것

(다) 해당 용기에 가스 충전 여부, 화재 또는 열 폭로 여부, 장소, 일시 및 용기를 받은 사람에 대해 분명하고 견고하게 표시할 것.

(라) 검사할 장소로 용기를 안전하게 운반하기 위해 조치할 것

(3) 자문을 하는 사람이 가스사용자의 현장을 방문할 필요가 없을 경우에는 가스사용자는 상기의 (2)항과 같은 검사 요구사항과 용기의 식별 표시의 중요성에 대해 전화, 팩스 또는 이메일 등의 수단으로 자문을 받아야 한다.

(3) 가스사용자가 사업장에서 열 또는 화재 영향을 받은 용기를 발견하면, 즉시 해당 가스공급사에게 연락하고 자문을 받아야 한다.

(4) 가스공급사는 재충전에 적합하지 않은 용기들을 회수하여 폐기하여야 한다.

3. 사고 종류별 조치방법

3.1 저장소 등에 복수로 설치된 아세틸렌가스 용기의 화재

- (1) 주변 지역의 사람이 대피하도록 경고할 것
- (2) 경고표지 또는 출입통제 띠 등을 사용하여 출입을 금지시킬 것
- (3) 공공비상대응기관(예, 소방서 등) 및 가스공급사에게 연락할 것
- (4) 안전한 것으로 파악되면, 안전한 장소(건고한 벽 또는 설비 뒤편 등)에서 물분무 등을 통해 즉시 실린더를 냉각시키되 용기를 넘어뜨리지 않도록 주의할 것
- (5) 화재 발생시간과 가스 용기의 위치 및 수량을 파악할 것
- (6) 현장에 도착한 공공비상대응기관에게 이 자료의 정보를 제공할 것

3.2 단독으로 사용 중인 아세틸렌가스 용기의 화재

- (1) 화재 또는 열 노출 시간을 모르는 경우

3.1항에서 언급된 내용을 적용한다.

- (2) 화재 또는 열 노출 시간을 아는 경우

(가) 화재 또는 열 노출을 고려하여 안전할 것으로 고려되면, 개방된 용기 밸브를 차단할 것

(나) 주변 지역의 사람이 대피하도록 경고할 것

(다) 경고표지 또는 출입통제 띠 등을 사용하여 출입을 금지시킬 것

(라) 공공비상대응기관(예, 소방서 등) 및 가스공급사에게 연락할 것

(마) 안전한 장소(건고한 벽 또는 설비 뒤편 등)에서 물분무 등을 통해 즉시 용기를 냉각시키되 용기를 넘어뜨리지 않도록 주의할 것

- (바) 화재 발생시간을 파악할 것
- (사) 현장에 도착한 공공비상대응기관에게 이 자료의 정보를 제공할 것
- (아) 화재가 진압된 후에 잠시 냉각을 멈추고 관찰할 것
- (자) 만약 용기가 순식간에 건조되거나 또는 용기 표면에서 수증기가 발생되면, 즉시 냉각을 계속할 것
- (차) 추가적인 냉각 없이 용기가 적어도 30분 동안 젖은 상태로 남아 있을 때, 누설 점검을 위해 접근할 것
- (카) 누설 여부를 관찰할 것
 - ① 누설이 관찰되지 않으면, 해당 지역에서 용기를 제거하여 적어도 24시간 동안 물속에 잠긴 상태로 두고, 그 후에 안전장소로 옮길 것.
 - ② 용기에서 누설이 관찰되면, 해당 장소에서 용기를 냉각시키면서 24시간 동안 출입을 통제할 것

3.3 역화 또는 밸브 화재로 열영향을 받은 아세틸렌가스 용기

- (1) 버너로부터의 아세틸렌 용기의 역화 또는 용기 밸브에서의 화재는 위험한 상황을 만들 수 있으므로 점화 후 즉시 실행 가능한 경우에만 가스 흐름을 차단하기 위해 용기 밸브를 차단하여야 한다.
- (2) 용기의 온도를 파악하기 위해 맨손으로 용기 동체를 만져보고 아래와 같은 경우에는 3.2항의 내용을 적용하여야 한다.
 - (가) 용기가 뜨거울 경우
 - (나) 화염 또는 가스 흐름이 멈추지 않을 경우
 - (다) 다른 의심스러운 상황이 있을 경우

- (3) 불이 붙은 아세틸렌 용기가 실내에 있고 해당 밸브에 접근할 수 없을 때, 물로 용기를 냉각하는 동안 아래의 경우를 제외하고는 누출되는 가스가 계속 연소되도록 화염을 남겨놓아야 한다.

(가) 화염이 더 위험한 상황을 초래할 수 있을 경우

(나) 아세틸렌 가스 누출량이 매우 적고 용기를 신속하고 안전하게 안전장소 또는 개방 공간으로 옮길 수 있는 경우

- (4) 화염이 더 위험한 상황을 초래할 수 있을 경우에는 3.2항에서 언급한 사항을 적용하고, 해당 장소에 대해 강제 및 자연환기를 시켜야 한다.

3.4 아세틸렌가스 번들 (Bundle)

- (1) 역화가 발생할 때, 만약 밸브를 닫는 것이 안전하거나 또는 점화 후에 즉시 닫을 수 있는 경우에는 단일 실린더 밸브가 아닌 중앙의 번들 밸브만 닫아야 한다.

- (2) 3.2항 및 3.3항에서 언급된 점검 절차와 내용을 적용하여야 한다.

- (3) 번들 내의 용기들이 서로 붙어 있어서 물을 뿌릴 때 효과적인 냉각을 보장할 수 없으므로 아세틸렌의 분해가 의심되는 번들에 대해서는 화재 또는 열원이 제거되고, 용기가 냉각되어 적어도 30분 동안 용기 표면이 젖은 상태로 유지된 후에도 적어도 24시간 동안 물로 계속 냉각시켜야 한다.

- (4) (3)항의 사항이 실행되는 기간 동안 해당 번들에 접근하는 것을 금지시키고, 경고표지판 또는 접근금지 띠 등을 사용하여 해당 지역의 출입을 통제하여야 한다.

3.5 아세틸렌가스 용기에 대한 총기 사용

- (1) 고온 아세틸렌 용기는 총기를 사용하여 적어도 2개의 구멍을 뚫음으로써 파열을 방지할 수 있다. 이 방법은 승인된 공공비상대응기관에 의해 사용될

수 있다.

(2) 충기를 사용하여 구멍을 뚫는 방법을 적용할 경우에는 아래의 조건을 고려하여야 한다.

(가) 충기 사용은 관련 당국의 승인을 받을 것.

(나) 충기 사용은 승인된 공공비상대응기관의 훈련된 사람에 의해서만 실행될 것

(다) 충기 사용은 안전지역에 있는 1개의 아세틸렌 용기에만 적용할 것. 즉, 여러 개의 용기는 1개씩 따로 처리할 것

(라) 충기 사용 시 사격수의 안전을 위해 적어도 100 m 이상 떨어진 거리에서 행할 것

(3) 용기를 충기로 관통시킨 후에는 위험하지 않은 것으로 고려할 수 있다.

<별표 1>

가스종류별 일반적인 배기처리방법

순번	화학식	화학물질명	처리방법			참고 (6.11.4항)
			대기 방출	흡수 흡착	소각 방법	
1	AIR	Air (compressed)	가능			(1)항
2	C2H2	Acetylene (dissolved)	가능		가능	(3),(1)항
3	NH3	Ammonia	가능	가능		(2),(1)항
4	AR	Argon	가능			(1)항
5	AR-®	Argon (refrigerated)	가능			(1)항
6	AS-F5	Arsenic pentafluoride		가능		(2)항
7	AS-H3	Arsine		가능		(2)항
8	B-CL3	Boron trichloride		가능		(2)항
9	BF3	Boron trifluoride		가능		(2)항
10	C-BR-CL-F2	Bromochlorodifluoromethane (R12 B1)	가능			(1)항
11	CH3-BR	Bromomethane	가능			(1)항
12	BR-F-C=C-F2	Bromotrifluoroethylene (R113 B1)	가능			(1)항
13	C-BR-F3	Bromotrifluoromethane (R13 B1)	가능			(1)항
14	(1,2)-C4H6	Butadiene 1,2-			가능	(3)항
15	(1,3)-C4H6	Butadiene 1,3			가능	(3)항
16	(N)-C4H10	Butane n-			가능	(3)항
17	(CIS)-C4H8	Butene cis			가능	(3)항
18	(TRANS)-C4H8	Butene trans-			가능	(3)항
19	(1)-C4H8	Butene 1-			가능	(3)항
20	CO2	Carbon dioxide	가능			(1)항
21	CO2-®	Carbon dioxide (refrigerated)	가능			(1)항
22	CO2-S	Carbon dioxide (solid)	가능			(1)항
23	CO	Carbon monoxide	가능		가능	(3),(1)항
24	COF2	Carbonyl fluoride		가능		(2)항
25	COS	Carbonyl sulphide		가능		(2)항
26	CL2	Chlorine		가능		(2)항
27	CL-F5	Chlorine pentafluoride		가능		(2)항
28	CL-F3	Chlorine trifluoride		가능		(2)항
29	C2H3-CL-F2	Chlorodifluoroethane (R142 b)	가능			(1)항
30	C2H-CL-F2	Chlorodifluoroethylene (R1122)	가능			(1)항
31	CH-CL-F2	Chlorodifluoromethane (R22)	가능			(1)항
32	C2H5-CL	Chloroethane	가능			(1)항
33	CH3-CL	Chloromethane	가능			(1)항
34	C2-CL-F5	Chloropentafluoroethane (R115)	가능			(1)항
35	C2H-CL-F4	Chlorotetrafluoroethane (R124a)	가능			(1)항

주) 조치방법이 2개인 경우, 가능한 한 소각/흡수·흡착/대기방출 순으로 처리한다.

순번	화학식	화학물질명	처리방법			참고 (6.11.4항)
			대기 방출	흡수 흡착	소각 방법	
36	C2H2-CL-F3	Chlorotrifluoroethane (R133a)	가능			(1)항
37	C2-CL-F3	Chlorotrifluoroethylene (R1113)	가능			(1)항
38	C-CL-F3	Chlorotrifluoromethane (R13)	가능			(1)항
39	CN-CN	Cyanogen			가능	(3)항
40	CN-CL	Cyanogen chloride		가능		(2)항
41	(CYCLO)-C4H8	Cyclobutane			가능	(3)항
42	(CYCLO)-C3H6	Cyclopropane			가능	(3)항
43	D2	Deuterium	가능		가능	(3),(1)항
44	B2H6	Diborane		가능		(2)항
45	C-CL2-F2	Dichlorodifluoromethane (R12)	가능			(1)항
46	CH-CL2-F	Dichlorofluoromethane (R21)	가능			(1)항
47	SI-H2-CL2	Dichlorosilane		가능		(2)항
48	C2-CL2-F4	Dichlorotetrafluoroethane (R114)	가능			(1)항
49	C2H4F2	Difluoroethane (R152a)	가능			(1)항
50	CF2=CH2	Difluoroethylene 1,1- (R1132a)	가능			(1)항
51	NH(CH3)2	Dimethylamine		가능		(2)항
52	(CH3)2-O	Dimethylether			가능	(3)항
53	SI-H2(CH3)2	Dimethylsilane			가능	(3)항
54	SI2-H6	Disilane			가능	(3)항
55	C2H6	Ethane			가능	(3)항
56	C2H6-®	Ethane (refrigerated)	가능		가능	(3),(1)항
57	(C2H5)-C2H	Ethyl acetylene	가능		가능	(3),(1)항
58	(C2H5)-O-(CH3)	Ethyl methyl ether	가능		가능	(3),(1)항
59	NH2-(C2H5)	Ethylamine		가능		(2)항
60	C2H4	Ethylene	가능		가능	(3),(1)항
61	C2H4-®	Ethylene (refrigerated)	가능		가능	(3),(1)항
62	C2H4O	Ethylene oxide			가능	(3)항
63	F2	Fluorine		가능		(2)항
64	C2H5F	Fluoroethane (R161)	가능			(1)항
65	CH3F	Fluoromethane	가능			(1)항
66	GE-H4	Germane			가능	(3)항
67	HE	Helium	가능			(1)항
68	HE-®	Helium (refrigerated)	가능			(1)항
69	C3HF7	Heptafluoropropane (R227)	가능			(1)항
70	(CF3)2CO	Hexafluoroacetone	가능			(1)항

주) 조치방법이 2개인 경우, 가능한 한 소각/흡수·흡착/대기방출 순으로 처리한다.

순번	화학식	화학물질명	처리방법			참고 (6.11.4항)
			대기 방출	흡수 흡착	소각 방법	
71	C2F6	Hexafluoroethane (R116)	가능			(1)항
72	(ISO)-C4H2F6	Hexafluoroisobutene	가능			(1)항
73	C3F6	Hexafluoropropene (R1216)	가능			(1)항
74	H2	Hydrogen	가능		가능	(3),(1)항
75	H2-®	Hydrogen (refrigerated)	가능		가능	(3),(1)항
76	H-BR	Hydrogen bromide		가능		(2)항
77	H-CL	Hydrogen chloride		가능		(2)항
78	HF	Hydrogen fluoride		가능		(2)항
79	HI	Hydrogen iodide		가능		(2)항
80	H2-SE	Hydrogen selenide			가능	(3)항
81	H2S	Hydrogen sulphide		가능	가능	(3),(2)항
82	H2-TE	Hydrogen telluride			가능	(3)항
83	(ISO)-C4H10	Isobutane	가능		가능	(3),(1)항
84	(ISO)-C4H8	Isobutene	가능		가능	(3),(1)항
85	KR	Krypton	가능			(1)항
86	KR-®	Krypton (refrigerated)	가능			(1)항
87	CH4	Methane	가능		가능	(3),(1)항
88	CH4-®	Methane (refrigerated)	가능		가능	(3),(1)항
89	CH2=CH-CH(CH3)2	Methyl 3- butene 1	가능		가능	(3),(1)항
90	(CH3)-O-C2H3	Methyl vinyl ether	가능		가능	(3),(1)항
91	(CH3)C2H	Methyl acetylene	가능		가능	(3),(1)항
92	NH2-(CH3)	Methylamine		가능		(2)항
93	SH-(CH3)	Methyl mercaptan			가능	(3)항
94	SI-H3(CH3)	Methyl silane			가능	(3)항
95	NE	Neon	가능			(1)항
96	NE-®	Neon (refrigerated)	가능			(1)항
97	(NEO)-C5H12	Neopentane	가능		가능	(3),(1)항
98	NO	Nitric oxide	가능	가능		(2),(1)항
99	N2	Nitrogen	가능			(1)항
100	N2-®	Nitrogen (refrigerated)	가능			(1)항
101	N02	(1)Nitrogen dioxide/ (2)Dinitrogen tetroxide		가능		(2)항
102	NF3	Nitrogen trifluoride	가능			(1)항
103	NO-CL	Nitrosyl chloride		가능		(2)항
104	N2O	Nitrous oxide	가능			(1)항

주) 조치방법이 2개인 경우, 가능한 한 소각/흡수·흡착/대기방출 순으로 처리한다.

순번	화학식	화학물질명	처리방법			참고 (6.11.4항)
			대기 방출	흡수 흡착	소각 방법	
105	N2O-®	Nitrous oxide (refrigerated)	가능			(1)항
106	C4F8	Octafluorobutene (R1318)	가능			(1)항
107	(CYCLO)-C4F8	Octafluorocyclobutane (RC318)	가능			(1)항
108	C3F8	Octafluoropropane (R218)	가능			(1)항
109	O2	Oxygen	가능			(1)항
110	O2-®	Oxygen (refrigerated)	가능			(1)항
111	CO-CL2	Phosgene		가능		(2)항
112	PH3	Phosphine		가능	가능	(3),(2)항
113	PF5	Phosphorus pentafluoride		가능		(2)항
114	PF3	Phosphorus trifluoride		가능		(2)항
115	C3H4	Propadiene 1,3			가능	(3)항
116	C3H8	Propane	가능		가능	(3),(1)항
117	C3H6	Propylene	가능		가능	(3),(1)항
118	SE-F6	Selenium hexafluoride			가능	(3)항
119	SI-H4	Silane			가능	(3)항
120	SI-F4	Silicon tetrafluoride		가능		(2)항
121	SB-H3	Stibine			가능	(3)항
122	SF6	Sulphur hexafluoride	가능			(1)항
123	SF4	Sulphur tetrafluoride		가능		(2)항
124	SO2F2	Sulphuryl fluoride	가능			(1)항
125	SO2	Sulphur dioxide		가능		(2)항
126	C2F4	Tetrafluoroethylene (R1114)	가능			(1)항
127	CF4	Tetrafluoromethane (R14)	가능			(1)항
128	C2H3F3	Trifluoroethane (R143a)	가능			(1)항
129	CHF3	Trifluoromethane (R23)	가능			(1)항
130	SI-H(CH3)3	Trimethylsilane			가능	(3)항
131	N-(CH3)3	Trimethylamine		가능		(2)항
132	WF6	Tungsten hexafluoride		가능		(2)항
133	C2H3-BR	Vinyl bromide			가능	(3)항
134	C2H3-CL	Vinyl chloride			가능	(3)항
135	C2H3F	Vinyl fluoride			가능	(3)항
136	XE	Xenon	가능			(1)항

주) 조치방법이 2개인 경우, 가능한 한 소각/흡수·흡착/대기방출 순으로 처리한다.